



Innovatiekansen in de Rotterdamse haven

Een onderzoek naar het innovatie-ecosysteem in de Rotterdamse haven en kansrijke technologieën voor vernieuwing

smartport.nl



SmartPort is een samenwerkingsverband van het Havenbedrijf Rotterdam, Deltalinqs, de gemeente Rotterdam, TNO, Marin, Deltares, de Erasmus Universiteit Rotterdam en de Technische Universiteit Delft. Door inspireren, initiëren en allianties aangaan, stimuleert en financiert SmartPort wetenschappelijk onderzoek voor en door de bedrijven in de haven van Rotterdam, in samenwerking met kennisinstellingen. Het gaat om kennis ontwikkelen, delen en

gebruiken vanuit één collectieve ambitie. De transitie naar de beste en slimste haven kan alleen slagen wanneer alle betrokken partijen gezamenlijk oplossingen aandragen voor veranderingen in de toekomst. Wij zijn ervan overtuigd dat de grootste impact bij ontwikkeling van kennis is gebaseerd op specifieke vragen uit de markt en dat de beste resultaten worden bereikt door alles te halen uit de samenwerking van handel en industrie, overheden en wetenschap.

www.smartport.nl | [LinkedIn: smartportrdam](#) | [Twitter: SmartPortRdam](#) | [Instagram: smartportrdam](#)

SMARTPORT PARTNERS



WITH CONTRIBUTION





INNOVATIEKANSEN IN DE ROTTERDAMSE HAVEN

Een onderzoek naar het innovatie-ecosysteem in de Rotterdamse haven
en kansrijke technologieën voor vernieuwing

Verantwoording

Deze studie met de titel 'Innovatiekansen in de Rotterdamse haven' is een rapport van het Erasmus Centre for Urban, Port & Transport Economics (Erasmus UPT), in samenwerking met Universiteit Utrecht en de Erasmus School of Economics.

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van SmartPort.

Kijk voor meer informatie op de website van [Erasmus UPT](#).

Auteurs:

Ron Boschma, Frank van Oort, Jeroen van Haaren,
Martijn Streng, Rosanne van Houwelingen,
Pierre-Alexandre Balland

CONTENT

Management samenvatting	6
01 Inleiding	12
02 Innovatie en regionale economie	14
2.1 Kenmerken van regionale innovatie ecosystemen	14
2.2 Evolutionair regionaal innovatiebeleid	16
03 Verkenning van prioriteiten in het Rotterdamse haven innovatie-ecosysteem	18
3.1 Beleidscontext bredere economie	18
Haven, innovaties en transities	18
Groeiagenda Zuid-Holland	19
Roadmap Next Economy	20
Herstel- en Vernieuwingsagenda	20
Samenvattend	21
3.2 Beleidscontext gericht op de (zee)havens	21
De Havennota	21
Havenvisie	24
Samenvatting beleidstukken beleidskaders gericht op de (zee)havens	27
Integratie havenspecifieke beleidstukken en beleidskader economie	28
3.3 Het innovatie-ecosysteem volgens geïnterviewde stakeholders	29
Smart Energy and Industry	30
Smart logistics	33
Het innovatie-ecosysteem in brede zin	34
3.4 Bevindingen hoofdstuk	36
Kenmerken van het innovatiesysteem	37
Aard van de innovatie	37
Externe verbinding	38
Publieke visie en regelgeving	38
Knelpunten	39
Kansen	39
3.5 Agenda voor het vervolg	39
Gezamenlijke visie	40
Economische haalbaarheid	40
Eenduidig beleid	40
Reflectie en monitoring	40
Naar een impuls aan het innovatiesysteem	40

04	Patent-analyse	42
4.1	Verantwoording inventarisatie relevante technologische termen	42
4.2	Kansrijke activiteiten: gerelateerdheid, complexiteit en complementariteit	42
4.3	Gebiedsafbakening en data	45
4.4	Koppeling prioriteiten en patentklassen	45
05	Kansrijke activiteiten in het Rotterdamse Havengebied	47
5.1	Patenten in de 9 prioriteiten	47
5.2	Gerelateerdheid en complexiteit van 9 prioritaire technologieën	50
5.3	Gerelateerdheid en complexiteit van sectoren	54
06	Europese complementariteit met het Rotterdamse Havengebied	59
07	Conclusies en aanbevelingen	67
	Literatuurlijst	70
	Bijlagen	73
	Bijlage B1: Belangrijke termen patent analyse	74
	Bijlage B2: Excel-overzicht belangrijke termen uit interviews	77
	Bijlage B3: Positionering SmartPort	78
	Bijlage B4: CPC-klassen van prioriteiten	79

Management samenvatting

Innovatie is de meest essentiële conditie voor de lange termijn economische ontwikkeling van de Rotterdamse haven en haar regio: beleidsinitiatieven van lokale en haven gerelateerde overheden en het bedrijfsleven zijn het daarover eens. “Innovatie” komt echter in verschillende maten van complexiteit: het kan gaan om de missie gedreven “moonshots” naar nieuwe productieprocessen voor duurzaamheid, circulariteit en de energietransitie (ambitieuze beschreven in de internationale Sustainable Development Goals, de Europese Green Deal of het nationale Groeifonds), maar het kan ook digitalisering of dienstverlening betreffen die bestaande productieprocessen incrementeel efficiënter maken en de levensduur verlengen. Het één sluit het andere niet per definitie uit, maar er is een kloof tussen de twee. Heeft Rotterdamse haven de juiste context voor innovatie? De mate waarin de huidige door beleid en bedrijfsleven beoogde vernieuwing en innovatie is ingebed in de regionale haven economie (aansluitend bij bestaande competenties van de economie), en de mate waarin deze innovatie bijdraagt aan technologisch meer complexe producten (en daarmee uniekheid en de concurrentiepositie) staan centraal in deze studie. De Rotterdamse regio wordt op patentaanvragen en werkgelegenheid vergeleken met andere Europese regio’s, mede om te bepalen of samenwerking met pioniers elders vruchtbaar kan zijn. Dit onderzoek beziet innovatiekansen vanuit het innovatiesysteem van inbedding en complexiteit in de Rotterdamse haven regio, en concludeert dat de in de regio gestelde bedrijfs- en beleidsprioriteiten niet alleen goed aansluiten bij transitieopgaven op het vlak van energie, grondstoffen en navigatie, maar dat de regio op onderdelen ook relatief goed presteert of zelfs vooroploopt – vooral in de groene technologie velden (offshore wind en waterstof), en de geavanceerde maritieme technologieën zoals autonoom varen. Op digitale technologieën (blockchain en kunstmatige intelligentie) legt bedrijvigheid zich weliswaar steeds meer toe, maar kent de regio (nog) geen uitgesproken goede inbedding of concurrentievoordeel. Andere regio’s zijn hierin al verder ontwikkeld. Specialisaties buiten het oorspronkelijke zoekveld, zoals in biotechnologie, voedselchemie en medische technologie, kennen vervolgens weer veel potentie maar worden niet direct benoemd door de haven gerelateerde bedrijvigheid. Dit maakt een ‘evidence-based’ visie op innovatie en beleid in de eigen en complementaire regio’s nodig, mede gezien de in bedrijfsinterviews gesignaleerde trend dat innovatie vooral gericht is op innovatieve doch incrementele aanpassingen van bestaande ontwikkelpaden en minder op de risicovolle ontwikkeling van nieuwe paden, met meer radicale vormen van innovatie. Hoewel aansluiting bij de bestaande praktijk goed is voor de inbedding van economische activiteiten, maakt dit de haven regio op lange termijn ook kwetsbaar.

Totstandkoming van de resultaten en afbakening

In deze studie zijn onderdelen van het innovatiesysteem van de Rotterdamse haven regio in kaart gebracht. In eerste instantie is gekeken waar de stakeholders (geïnterviewde bedrijven en organisaties) in de Rotterdamse haven regio zelf sterktes en kansen zien. Aan de hand van deze prioriteiten is op een vernieuwende manier de ontwikkelingspotentie van het Rotterdamse Havengebied bepaald. Inhoudelijk richt de studie zich op drie thema’s, verdiept naar negen prioriteiten: **Advanced Maritime Engineering** (Collision Prevention and Traffic Control en Autonoom Varen), **Digital** (Blockchain en Kunstmatige Intelligentie), en **Green** (Fotovoltaïsche techniek, Offshore Wind Turbines, Waterstof, Alternatieve Brandstoffen en Carbon Capture). Deze negen prioriteiten zijn nauwkeurig gelinkt met patent-klassen door middel van tekstanalyse. Met behulp van patentdata is de mate en aard van nieuwe kennisontwikkeling in een regio inzichtelijk gemaakt. Ook zijn sectoren geanalyseerd die buiten deze patentklassen vallen – het is namelijk onzeker of nieuwe technologische kennis ook altijd direct wordt omgezet in gecodificeerde (patent)kennis en economische activiteit. Daarnaast geeft deze bottom-up sectoranalyse ook inzicht in de resultaten van low-tech specialisaties en incrementele innovaties. Het Rotterdamse

havengebied is breed afgebakend in deze studie, van Hoek van Holland tot Gorinchem en van Delft tot Drechtsteden. Technologieën en sectoren worden geanalyseerd op twee dimensies. De mate van inbedding bekijkt of de technologie of sector aansluit bij het geheel van skills en vaardigheden (verzamel in beroepen van werknemers) die al aanwezig zijn in de regio. Eerder onderzoek toont aan dat deze mate van gerelateerde inbedding een sterke voorspeller is voor het succesvol aanslaan of opschalen van de technologie of sector. De portfolio van vaardigheden groeit vaak organisch in een regio – voor ongerelateerde activiteiten bestaat vaak niet direct een aansluitende kennisbasis en gespecialiseerde arbeidsmarkt. Gerelateerdheid wordt gemeten door arbeidsmobiliteit van werknemers – veel baanhoppers van A naar B betekent dat A en B sterk gerelateerd zijn. Tegelijkertijd kijkt de studie ook naar de mate van complexiteit van technologieën en sectoren – welke deelttechnologieën, kennis en deelsectoren zijn idealiter nodig om tot een productief geheel te versmelten. Als dit veel verschillende onderdelen zijn dan is de technologie of sector relatief complex. Anderen maken het niet snel na, het leidt tot een concurrentievoordeel als je zelf wel de benodigde kennis in huis hebt. Complexiteit ontrafelt de ingrediënten van producten en processen. Geprioriteerde en ongeprioriteerde sectoren en technologieën worden op deze twee dimensies gerankt, en gewogen met hun banenomvang in de regio. De data zijn voor alle Europese regio's verzameld wat een internationale vergelijking met concurrenten of complementaire kennisregio's mogelijk maakt.

Ontwikkelpotenties op drie technologiethema's

In dit onderzoek is een start gemaakt met 'het verzamelen van ingrediënten voor evidence-based' innovatiebeleid, door het analyseren van kansrijke en minder kansrijke technologievelden. Aan de hand van deze methodologie blijkt het Rotterdamse havengebied sterk in **vergroening** (Green). Technologie voor *offshore windturbines* is een innovatiekracht en de regio is op dit terrein een koploper in Europa. Op het gebied van *waterstof* is het relatieve belang voorsnog bescheiden, maar het neemt wel sterk toe en de regio beschikt over een grote relevante kennisbasis. Kansrijk is het Rotterdamse Havengebied ook in *alternatieve brandstoffen* (bioresources), maar het relatieve aandeel van deze technologie in Europa loopt terug. Ook in *fotovoltaïsche techniek* (zonnepanelen) is de regio relatief sterk in Europa. Op het terrein van *carbon capture*, ontbreekt de kennisinbedding in de regio, ondanks de geformuleerde ambities op dit terrein. Kansen op gebied van **advanced maritime technologies** zijn geringer en de positie van het Rotterdamse Havengebied op dit gebied is de afgelopen jaren niet substantieel verbeterd (de kennisontwikkeling gemeten in patenten loopt terug). *Autonoom varen* heeft binnen dit beleidsthema de beste kansen; er zijn aanzienlijke en relevante (gerelateerde) technologieën in de regio aanwezig en dit biedt aanknopingspunten voor de specialisatie. De relevante kennis op het gebied van *Collision Prevention and Traffic Control* is vooral elders in Europa aanwezig en in de regio beperkt. De technologieontwikkeling op de prioriteiten gericht op **digital**, te weten *kunstmatige intelligentie* en *blockchain*, blijft momenteel relatief achter bij andere delen van Europa. De relevante kennisbasis op dit beleidsthema is (nog) niet groot. Voor al deze technologieën identificeren we in deze studie ook mogelijke samenwerkingspartners: andere Europese regio's waar complementaire kennis aanwezig is. Vooral Duitse en Franse regio's zijn sterk in veel groene en digitale technologieën, terwijl kustregio's in Scandinavië, het VK en Ierland mede sterk zijn in maritieme technologieën en alternatieve energiewinning.

Bottom up: Kansen in complexe technologieën

De bottom-up analyse van de complexiteit en gerelateerdheid van technologieën verbreedt de belofte voor de economische toekomst van de regio. Het is relatief gunstig dat het Rotterdamse Havengebied kansrijker is in meer complexe technologieën en minder kansrijk in minder complexe technologieën. Kansrijke complexe technologieën en sectoren zijn onder meer Food Chemistry, Biotechnology en Analysis of Biological Materials, technologieën waarin de regio reeds gespecialiseerd is, maar ook Organic Fine Chemistry, Digital Communication en Medical Technology, technologievelden waarin de regio kansrijk, maar (nog) niet gespecialiseerd, is. De regio beschikt voor deze laatste groep technologieën in ruime mate over gerelateerde technologieën en vaardigheden waarop kan worden voortge-

bouwd. Deze technologievelden bieden kansen om het Rotterdamse Havengebied te verbreden en complexer te maken.

Vervolg: gezamenlijke strategie als lerend proces

De sterke kaarten voor Groene technologie, met name in specifieke niches zoals offshore wind en waterstof, en voor geavanceerde maritieme technologieën, vooral in autonoom varen, moeten wel worden behouden en verder benut – er zijn namelijk ook kwetsbaarheden door een teruglopende lokale kennisontwikkeling (het aantal patenten neemt af in vergelijking met concurrerende of complementair gespecialiseerde regio's). In digitale technologieën zijn de kansen van artificial intelligence en block-chain relatief klein. Tegelijk blijkt uit een bottom-up analyse dat de Rotterdamse (haven)regio juist kansrijk is in relatief complexe technologieën die niet direct op de radar staan van het havenbedrijfsleven. In sommige van deze technologieën heeft de regio zich al weten te specialiseren (bijvoorbeeld biotech en food chemistry), anderen zijn juist kansrijk voor toekomstige specialisatie (bijvoorbeeld medtech). Uit de interviews blijkt dat het innovatiesysteem vooral sterk is in valorisatie en het commercialiseren van nieuwe technologie, die wellicht elders is ontwikkeld. Dat is een belangrijke en productieve strategie – zonder toepassing blijft innovatie tenslotte beperkt tot inventie – maar meer fundamentele, radicalere innovatie (b)lijkt in de regio minder (snel) tot stand te komen. De regio is hiervoor afhankelijk van kennis die buiten de regio, nationaal en internationaal, wordt ontwikkeld, en dit maakt wel degelijk kwetsbaar en afhankelijk. Er worden daardoor wellicht innovatieve ontwikkelpaden gemist ten koste van het verlengen van bestaande. Een beleid gericht op economische vernieuwing en innovatie is daarom niet gediend met een one-size-fits-all benadering. Wat nodig is om speerpunten uit te bouwen en kansen te verzilveren, is van een andere orde dan wat nodig is voor de ontwikkeling van onderdelen die essentieel zijn maar niet (voldoende) in eigen huis ontwikkeld worden. Innovatie geeft niet direct de verzekering van continuïteit en borging, en kent vaak grote risico's. De analyse geeft informatie om tot speerpunten te komen en stelt huidige prioriteiten die minder kansrijk lijken ter discussie. Deze discussie hoeft niet te leiden tot een blauwdruk, maar is een lerend proces. Het sturen op kansrijke activiteiten is een doorlopend traject dat plaatsvindt in samenspraak met lokale stakeholders en in samenwerking met regionale, nationale en Europese actoren en netwerken. Een traject dat regelmatig gemonitord, geëvalueerd en waar nodig bijgestuurd wordt: evidenced-based innovatiebeleid. Er zijn wel aanknopingspunten voor lokaal beleid (systeemniveau) en bedrijven die samenhangen met innovatie, inbedding en complexiteit.

Implicaties van de studie op (regionaal) systeemniveau

Het ligt in de lijn van deze studie om aanbevelingen te doen op systeemniveau: het regionale systeem is datgene wat daadwerkelijk op een vernieuwende manier is onderzocht met de concepten inbedding en complexiteit. Op beide dimensies scoren flink wat verwachte en onverwachte technologieën en sectoren hoog. De regio heeft voldoende kritische massa voor vrijwel alle aanwezige en nagestreefde specialisaties – ze zijn niet in het luchtledige gekozen. Het is aan te bevelen om voor toekomstige kennisopbouw en innovaties wel aansluiting te zoeken bij de hogere inbeddings- en complexiteitscores – ze geven de kracht van de havenregio weer. Als op één van de twee dimensies laag wordt gerankt, betekent dit niet dat ontwikkeling onmogelijk is. Het vergt dan achter aanzienlijk meer investeringen om inbedding of complexiteit alsnog te bewerkstelligen in een internationaal competitieve markt. Investerings in de ontwikkeling van relevante kennis en vaardigheden (onderwijs, learning-on-the-job) en investeringen in samenwerkingen met (bedrijven in) regio's die al verder zijn ontwikkeld in relevante competenties. Uit het overzicht van de beleidsstudies komt een gefragmenteerde beleidsorganisatie in de regio naar voren: het economisch functioneren is belegd op veel schaalniveaus op veel verschillende agenda's. De kloof tussen de ambities van de missie-gedreven innovatiedoelen (Green Deal, SDG-goals, Groiefonds) en de daadwerkelijke investeringen door bedrijven in innovatie is nog groot. Met grote bedrijfsrisico's is publiek kapitaal vaak onontbeerlijk, maar voor de koppeling van publiek en privaat bestaat geen vastom-

lijnde route. Het is aan te bevelen om dit meer te stroomlijnen en om op basis van een lange-termijn visie keuzes te maken over welke kansen nagestreefd kunnen worden. Indien investeringen in (of ter vervanging) inbedding en complexiteit in Rotterdam en omgeving hoog oplopen, kan het gepresenteerde analysekader ook dienen als een kritische spiegel – zijn dergelijke specialisaties wel realistisch om na te (blijven) streven? Op (stedelijk) systeemniveau zijn ook de ruimtelijke randvoorwaarden van belang – de arbeidsmarkt, de woningmarkt en bereikbaarheid van stad en haven. Dit zijn voorwaarden die op veel plekken van cruciaal belang zijn, je wint niet makkelijk concurrentiekracht op, maar bij afwezigheid kun je er wel kracht op verliezen.

Samenvattend zijn de belangrijkste systeemimplicaties (aanbevelingen):

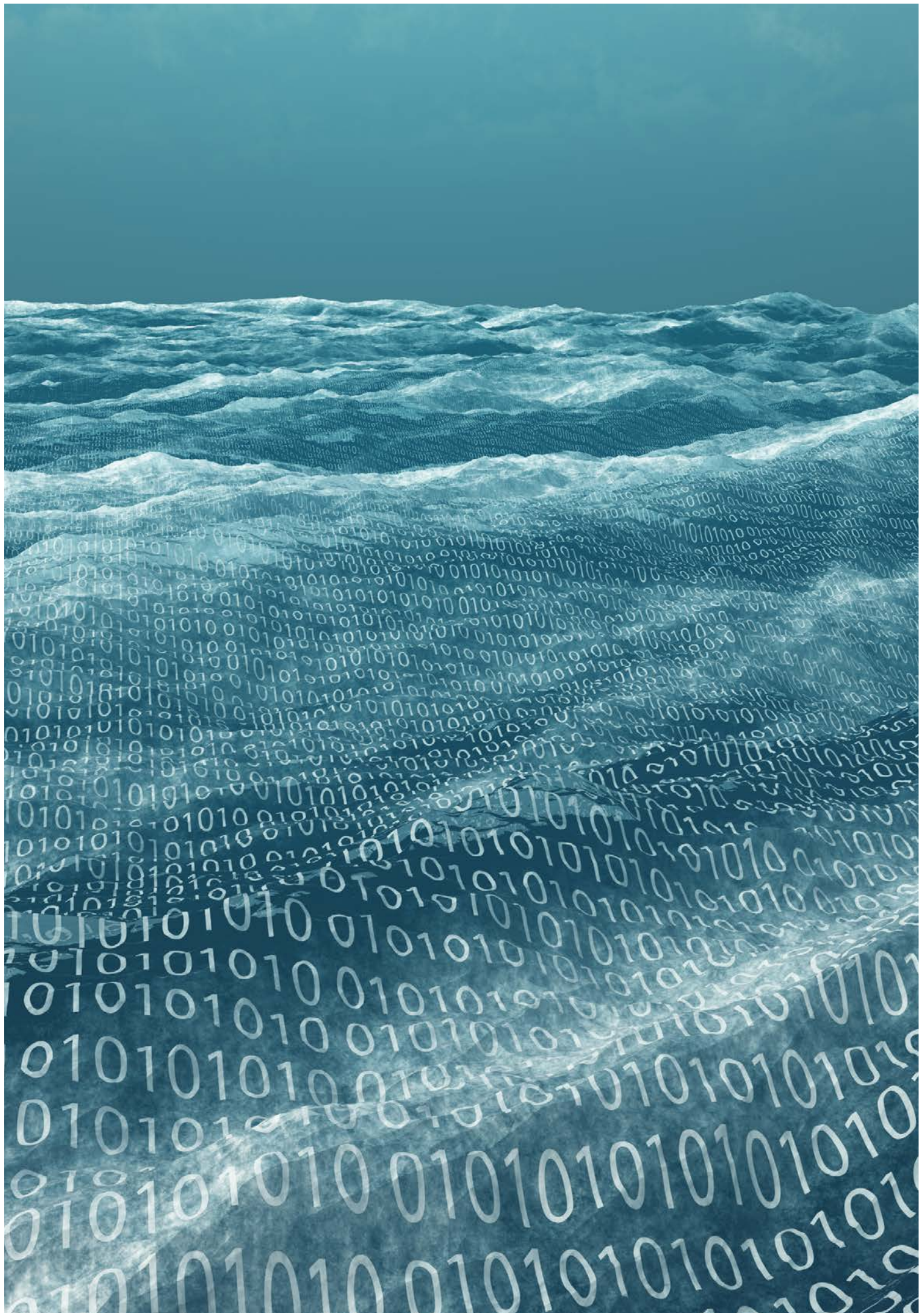
- De creatie van een regionale portfolio van volwassen en opkomende sectoren en technologieën creëren die recht doet aan inbedding en complexiteit, en potenties voor groei herbergt.
- Een gerichtheid op zo concreet mogelijke marktniches die aansluiten bij het ondernemersklimaat van de regio.
- De aantrekking en creatie van talent en vaardigheden die cruciaal zijn voor de inbedding van economische bedrijvigheid in de regio. Gericht onderwijs en een goed functionerende arbeidsmarkt zijn hiervoor cruciaal.
- Het organiserend vermogen in de regio inzetten voor een gezamenlijke visie en strategische keuzes.
- Internationale samenwerking is geen zwakte als de huidige kennisbasis op onderdelen nog te smal is in de havenregio. Bedrijven selecteren daar zelf hun partners wel voor, maar bij een lokale zwakke positie van niches zijn de Rotterdamse bedrijven wellicht niet de favoriete danspartner van sterren elders. Netwerkvorming is een eigen dimensie die geholpen kan zijn met organisatie op sector of technologieniveau.
- Het op orde hebben van de ruimtelijke randvoorwaarden – woonmilieu, woningmarkt, bereikbaarheid, clustering en wellicht campusvorming; mede ter voorkoming dat talent (menselijk kapitaal) vertrekt.
- Hoewel inbedding en complexiteit belangrijke onderdelen zijn, bestaan (eco)systemen uit meer elementen. En innovatie bestaat uit meer dan patenten (hoewel die wel sterk sturend zijn in opkomen-de, missiegedreven vernieuwing). Ondernemerschap, organiserend vermogen, beleidsinitiatieven, vernieuwing in dienstverlening (niet patenteerbaar), toelevering en uitbesteding – ze moeten op zowel systeem als bedrijfsniveau integraal worden geïnterpreteerd.

Implicaties van de studie op bedrijfsniveau

Hoewel de studie vooral een systeem-economische focus heeft, zijn het de bedrijven die het gros van de innovatieve activiteit herbergen, bekostigen en er risico over lopen. Enkele systeem implicaties kunnen worden doorgetrokken: onderwijs, menselijk kapitaal, vaardigheden en skills, concurrentiekracht en inbedding zijn ook op het bedrijfsniveau essentieel. Uit de interviews blijkt dat bedrijven zich in toene-mende mate maatschappelijk bewust zijn en als geen ander de urgentie zien van innovatie en transitie; ze willen ook graag meewerken aan de missie-gedreven doelen van duurzaamheid, circulariteit, energie-transitie en efficiëntie – maar individueel hebben ze overwegend niet de slagkracht en richt hun innova-tie-inspanning zich op incrementele verbetering van de huidige koers met het huidige verdienmodel en het wegnemen van hindernissen (externe effecten) van dat model. Koersverlegging betekent vaak een te grote onzekerheid. De drempels tot radicale innovatie worden dan als snel buiten de eigen organisatie geïdentificeerd en de afwezige snelheid van transitie wordt betreurd. Terwijl de bedrijven in principe de belangrijkste innovatieve kracht zijn van het systeem. Uit de analyse komt naar voren dat de havenregio goede kansen heeft voor de inbedding en complexiteit van innovaties – twee belangrijke condities voor een goed functionerend ecosysteem.

Samenvattend zijn de belangrijkste implicaties op bedrijfsniveau:

- De bevestiging dat veel haven-eigen marktniches er goed voor staan in het ecosysteem, maar ook dat sommige minder goede kaarten lijken te hebben. Dit heeft implicaties voor het lange-termijn concurrentievermogen van de bedrijven. Een vraag is of het spiegelbeeld voor bedrijven herkenbaar is.
- Een geringe inbedding en complexiteit werken bedrijven tegen als context, maar bedrijven kunnen beter presteren dan hun context voorspelt. Het wegwerken van een achterstand of ombuigen tot een voorsprong vergt evenwel meer kostbare investeringen (dan elders).
- De cruciale factor in de analyse blijkt menselijk kapitaal en talent, en het creëren, opleiden en onderhouden daarvan ligt ook bij de bedrijven (in samenhang met onderwijs en de regionale arbeidsmarkt).
- Ambities voor complexe en missie-gedreven innovatieve activiteiten zijn goed, maar worden nog veel tegengehouden door beperkingen van het systeem (financiering, arbeidsmarkt, beleid). Maar niet alle lock-in kan op het (regionale, nationale, internationale) systeem worden teruggevoerd – verantwoordelijkheid ligt ook bij de bedrijven.
- Risico's voor meer radicale innovatie zijn groot; incrementele innovatie tast het verdienmodel niet direct aan. Toch moet gezocht worden naar wegen tot vernieuwing.
- Regionale samenwerking kan hierin een optie zijn. Informatie-uitwisseling kan hier helpen.
- Internationale samenwerking kan hierin een andere opties zijn, en uit de analyse blijkt dat de mogelijkheden daartoe verschillen per marktniche.



-01-

Inleiding

Innovatie is de sine qua non conditie voor de lange termijn economische positie van de Rotterdamse haven en haar regio. Het vernieuwings- en innovatievermogen van de economie, haar sectoren en stedelijke regio's staat hoog op de beleidsagenda van Rotterdam. In toenemende mate wordt daarbij gedacht dat de stedelijke regio het schaalniveau is waarop economische groei en innovatie tot stand komen, en dat daarom ruimtelijk en economisch beleid ook op dat schaalniveau het beste kan worden ingezet. Zo eenvoudig als deze lokale opgave van innovatie en groeibevordering lijkt, zo gecompliceerd wordt deze bij de daadwerkelijke identificatie en uitvoering. Want hoe het vernieuwingsvermogen van steden en regio's daadwerkelijk te meten, hoe vernieuwingen tot stand komen, hoe deze aansluiten bij bestaande economische sterktes van regio's, en hoe vernieuwing te sturen door lokale overheden, is nog grotendeels onbekend.

De Rotterdamse regio zet vol in op innovatie die leidt tot transities op de middellange termijn: de energietransitie, mobiliteitstransitie door elektrificatie, de introductie van circulariteit in de maatschappij, vergroening en duurzaamheid, en automatisering door ICT-toepassingen (internet of things). De haven economie loopt in deze missie-gedreven vernieuwing voorop – grotendeels ook uit noodzaak, want een goede aansluiting bij een innovatieve kenniseconomie is ook essentieel voor de economische concurrentiepositie. Op de man af gevraagd is niemand het oneens met de missie-gedreven innovatieagenda van stad, regio en haven. Maar tussen droom en daad van innovatie komt zelfs bestsellerauteur Mariana Mazzucato (2021) niet tot een eenduidig recept dat bestaande en nieuwe bedrijven en entrepreneurs zonder marktverlies of grootschalige investeringen met bijbehorende risico's dichterbij de missies brengt. We moeten daarom wel zeker weten dat de missiegedreven structuurverandering die middels de innovatieagenda worden voorgestaan ook competitieve voordelen kent in de Rotterdamse haven.

De centrale onderzoeksvraag van dit onderzoek luidt: wat zijn de economische potenties van de regionale haven economie van Rotterdam in termen van innovatie- en groeivermogen? Waarom inzicht hierin belangrijk is voor het innovatieve haven-ecosysteem wordt uiteengezet in hoofdstuk 2, met een uitgebreide theoretische uiteenzetting. Hieruit wordt duidelijk welke dimensies geadresseerd zijn en moeten worden in dit onderzoek. In dit rapport onderzoeken we vervolgens op een vernieuwende wijze drie zaken in de regio, die loopt van Delft tot Dordrecht en van Hoek van Holland tot Gorinchem: (1) welke technologieën en sectoren in de Rotterdamse haven regio sluiten het beste aan bij bestaande competenties en economische sterktes en zijn daarmee kansrijk voor toekomstige opschaling en inbedding, (2) welke technologieën en sectoren dragen bij aan een vergroting van de complexiteit van de economische productie, en daarmee aan de uniciteit, het innoverend vermogen en de concurrentiepositie van het bedrijfsleven, en (3) welke Europese regio's bezitten complementaire kennis als lokale specialisaties tekort schieten in kritische massa of innovatiegehalte in de eigen regio.

We kijken naar de beleidsagenda's van lokale overheden en brancheorganisaties, en richten ons op de missie-gedreven doelstellingen die daarin verwoord zijn. We interviewen ook stakeholders in de regio, van bedrijven tot kennisinstellingen, en tekenen op wat zij identificeren als kansrijke technologieën en innovatieve producten en processen. We doen hier verslag van in hoofdstuk 3 van het rapport. Dit hoofdstuk eindigt met een groslijst van innovatieve technologieën, producten en processen (volgens

beleid, kennisinstellingen en private ondernemingen), die in de hoofdstukken 4-6 worden vertaald in analyses naar de patent-intensiteit ervan, de inbedding en kans rijkheid ervan in de lokale economie, de complexiteit ervan in termen van uniciteit, en de complementariteit in andere Europese regio's bij gebleken ondervertegenwoordiging in de Rotterdamse regio. Speciale aandacht gaat bij dit alles uit naar drie prioritaire groepen van technologie-clusters, zie tabel 1.1. Vooral op de groene prioriteiten ("Green") heeft de Rotterdamse havenregio een zeer goede innovatieve uitgangspositie, terwijl voor de geavanceerde maritieme technologie sectoren (autonoom varen en traffic control) er zeer goede kansen voor doorgroei bestaan. De digitale prioriteitsgebieden kennen een minder goede inbedding in het potentiële innovatielandschap. Alle prioritaire aandachtsgebieden kennen vergelijkbare of zelfs betere (innovatie-vere)'peers' in andere Europese regio's (hoofdstuk 6), en samenwerking met bedrijfsleven daar kan leiden tot een meer innovatieve ontwikkeling in de eigen regio.

Tabel 1.1. Prioriteiten van beleid en bedrijfsleven in het Rotterdamse Havengebied

Advanced Maritime Technologies	Digital	Green
Collision Prevention and Traffic Control	Blockchain	Carbon Capture
Autonoom Varen	Kunstmatige Intelligentie	Elektrificatie – Fotovoltaïsche
		Waterstof
		Alternatieve Brandstoffen – Biore-sources
		Elektrificatie – Offshore Wind Turbines

Naast de prioriteitsgebieden (geïdentificeerd in hoofdstuk 3 en onderzocht in 4-6), wordt ook gekeken naar alle mogelijke technologieën en sectoren om te bezien of hierin 'verborgen' kansen en kampioenen schuilgaan. Vooral *food chemistry*, biotechnologische applicaties, medische technologie en digitale communicatie komen hierin als interessante technologieën naar voren (omdat ze zowel goed zijn ingebed als een hoge mate van complexiteit kennen, maar nog niet tot de grootste specialisaties van de regio behoren). Enkele dienstverlenende sectoren, R&D activiteiten, circulaire activiteiten en optische instrumentenindustrie scharen zich als kansrijke sectoren hierbij. Deze laatste hebben een meer stedelijke focus.

De bevindingen hebben implicaties voor beleid – vooral in termen van prioritering van en samenwerking op aandachtsgebieden. Hier gaat hoofdstuk 7 tenslotte dieper op in.

Innovatie en regionale economie

Innovatie is een belangrijke bron van regionale concurrentiekracht. De verklaringen voor regionale concurrentiekracht werden in het verleden gezocht in een gunstige ligging ten opzichte van natuurlijke hulpbronnen, de aanwezigheid van productief kapitaal (zoals infrastructuur), het aanwezige arbeidspotentieel (de beroepsbevolking) en technologie (Bristow 2005). Bronnen van regionale concurrentiekracht waarin de haven van Rotterdam in positieve zin uitblinkt. Echter, waar in productie-economieën prijsconcurrentie en comparatief voordeel belangrijk zijn, is vernieuwing van producten en processen meer van belang (Asheim cs. 2016). Innovatie is, in de kenniseconomie, een bron van regionale concurrentiekracht door de inzet van creativiteit en lerend vermogen. Het innovatiesysteem in de Rotterdamse haven is onderwerp van deze studie. In dit hoofdstuk worden de kenmerken van een (succesvol) regionaal innovatiesysteem besproken. Het empirische hoofdstuk naar gerelateerdheid en complexiteit van technologieën en sectoren in het Rotterdamse havengebied in relatie tot patent-intensiteit geeft vervolgens aan waar potenties liggen van deze regio, mede in vergelijking met andere regio's in Europa (zie hoofdstuk 4-6).

2.1 Kenmerken van regionale innovatie ecosystemen

Kennisintensieve economische activiteit laat sterke ruimtelijke clustering zien en het proces van kennisontwikkeling kent een specifiek ruimtelijke patroon. Hoe kennisintensiever de activiteiten worden, hoe sterker het patroon van ruimtelijke clustering (Asheim & Gertler 2005). Er wordt dan ook wel gesproken over Regionale Innovatie Systemen (RIS). De regio wordt gezien als het territoriale aangrijpingspunt voor het onderzoeken van innovatiesystemen (Moulaert and Sekia 2003) en is vaak onderdeel van een breder innovatiesysteem op (supra)nationaal niveau (Lundvall 1992).

Regionaal innovatie ecosysteem

Innovatie in een regio is het resultaat van een interactief proces van kennisgeneratie, verspreiding en toepassing. Innovatie is breder dan het verwerven van fundamentele wetenschappelijk kennis, het vindt ook plaats in ontwerp en toepassing in de vorm van incrementele innovaties (Jensen cs. 2007). Innovatie is daarmee breder dan investeringen in onderzoek en ontwikkeling (R&D) en omvat de ontwikkeling van vaardigheden door het opdoen van ervaring (learning on the job). Wel zijn R&D investeringen vaak belangrijk voor doorbraaktechnologieën en sectoren die aan het begin van hun levenscyclus staan. Bovendien bestaat er een sterke samenhang in regionale R&D investeringen en patenten en valorisatie (Ponds 2010). Het empirische onderzoek in hoofdstuk 4-6 besteedt veel aandacht aan belangrijke technologieën die verband houden met transities en structuurveranderingen, maar onderzoeken ook meer diensten gerelateerde en maatschappelijke vernieuwingskansen. Het gebrek aan economische haalbaarheid is een knelpunt waardoor veel technologische vindingen niet, of pas veel later tot oplossingen op grotere schaal leiden. Investeringen in onderzoek en ontwikkeling leiden niet tot economische groei indien de nieuwe kennis niet op de markt komt in de vorm van nieuw producten en processen (Asheim cs. 2016).

Innovatie is een complex, interactief en cumulatief proces dat plaatsheeft tussen verschillende actoren in een innovatieketen (Asheim cs. 2016). Innovatie vindt binnen, maar vooral ook tussen, organisaties plaats. Het leerproces in een innovatie-ecosysteem bestaat uit de inspanningen van diverse actoren, waarbij het totale leren groter is dan de som van de deelinspanningen. Kenmerk van een innovatiesysteem is dat er kennisoverdrachten plaatsvinden, door het bewust en onbewust delen van kennis tussen partijen. De kennis die wordt overgedragen heeft een uniek karakter, het gaat vaak om impliciete kennis¹ (in tegenstelling tot gecodificeerde kennis). In een wereld waarin mondiaal informatie wordt uitgewisseld op hoge snelheid is het deze impliciete kennis die regionaal gebonden is (Asheim & Gertler 2005) aan menselijk kapitaal, ondernemerschap, samenwerkings- en toeleveranciersrelaties (Storper 1997). Kenmerk van dit type kennis is dat het niet-verhandelbaar is en maar moeilijk wordt overgedragen van individu op individu. Overdracht vindt plaats via leren en door frequent en intensief contact, en de ontwikkeling van deze kennis is dan ook vooral een collectief proces. Door samen te werken leren bedrijven van hun toeleveranciers, maar leren deze toeleveranciers juist weer van hun klanten, de bedrijven. Dit leerproces leidt tot de overdracht van diverse soorten kennis, gecodificeerde kennis, bedrijfsspecifieke kennis en impliciete kennis. Een nader onderscheid kan worden gemaakt naar de kennisbasis van waaruit innovatie plaatsvindt, zo wordt onderscheid gemaakt naar: een analytische kennisbasis (ontwikkelen van fundamentele kennis en technologie), een synthetische kennisbasis (ontwikkelen van proces en productinnovaties) en een symbolische kennisbasis (ontwikkeling van cultuur, normen en waarden). Afhankelijk van het veld waarin innovatie plaatsheeft maar ook de kenmerken van de regio, zijn deze kennisbases in wisselende samenstelling van belang. De geografie van innovatie is daarmee afhankelijk van de mix van kennisbases die wordt gehanteerd. Zo ontstaat een van elkaar lerend ecosysteem gebaseerd op een gedeeld kader van instituties, zowel formeel als informeel, waarin vertrouwen een belangrijke rol speelt (Rodríguez-Pose 2013; Rodrik cs. 2004). Het is de combinatie van impliciete kennis en de betekenis die hieraan gegeven wordt vanuit gezamenlijke instituties, die ertoe leidt dat innovatie ruimtelijk sterk gebonden (sticky) is (Gertler 2003). De (gedeelde) instituties vormen een 'vliegwieltje voor innovatie, wederkerig leren en productiviteitsgroei' (Putnam 2000, p. 325). De Rotterdamse havenregio vormt zo'n ecosysteem. Nabijheid is in dit systeem van groot belang voor het genereren en verspreiden van deze impliciete kennis. Verschillende vormen van nabijheid worden onderscheiden, zoals institutionele, culturele en fysieke nabijheid. Ruimtelijke nabijheid gaat vaak samen met de andere vormen van nabijheid. Zo treedt een ruimtelijke concentratie op in sociale netwerken, mensen leggen sneller relaties en bouwen sociale netwerken in hun directe omgeving, dit is bepalend voor de reikwijdte van netwerken van kennisdeling. Ook arbeidsmobiliteit speelt hierin een rol, het overgrote deel van arbeidsmobiliteit vindt plaats binnen regio's, omdat werknemers lokaal gebonden zijn (Van Oort cs. 2016). Daarnaast heeft werving en selectie in veel gevallen een regionaal karakter. De overdracht van kennis door arbeidsmobiliteit is daarmee ook regionaal gebonden.

Absorberend vermogen voor interregionale kennis

Regionale innovatiesystemen zijn ondanks de sterke regionale binding tevens open systemen met verbindingen met mondiale netwerken van innovatie. Afhankelijk van het absorptievermogen van het innovatiesysteem, zijn de actoren in het systeem in staat om aan te haken op deze mondiale netwerken. Succesvolle ecosystemen zijn lokaal rijk aan impliciete kennis en verbindingen tussen de personen waarin deze kennis besloten ligt, maar zij zijn tegelijkertijd internationaal goed aangehaakt op relevante netwerken waarin gecodificeerde kennis wordt gedeeld (Bathelt cs. 2004). De duale structuur van lokale uitwisseling (buzz) en mondiale aanhaking (global pipelines) leidt hierbij tot focus én vernieuwing. Voortdurend worden overal ter wereld nieuwe technologieën, kennis en producten ontwikkeld, een innovatieve economie is open en hierop aangehaakt. Het vermogen van actoren in een innovatiesysteem

1 In de Engelstalige literatuur wordt gesproken over 'tacit knowledge', dit begrip is lastig te vertalen naar het Nederlands. Deze kennis wordt begrepen of geïmpliceerd zonder dat deze kan worden uitgedrukt in woorden.

om nieuwe externe kennis te absorberen is daarom van belang voor (positieve) dynamiek in het innovatiesysteem. Dit absorberend vermogen is afhankelijk de kwaliteit van het menselijk en institutioneel kapitaal in de regio (Asheim cs. 2016).

Het regionaal innovatiesysteem als denkkader kan worden ingedeeld aan de hand van verschillende dimensies. In de meest eenvoudige vorm bestaat het uit twee deelsystemen die zijn ingebed in een institutionele en organisatorische infrastructuur voor innovatie: 1) kennisontwikkeling en 2) valorisatie. In een goed werkend innovatiesysteem zijn deze twee subsystemen geïntegreerd en complementair. Balans tussen de subsystemen is nodig, omdat kennisontwikkeling zonder valorisatie snel vervliegt naar andere regio's en weinig concurrentievoordeel oplevert. Terwijl alleen valorisatie leidt tot een rigide pad (lock-in), waarin weinig fundamentele vernieuwing optreedt. Dit betekent overigens niet dat beide subsystemen hetzelfde geografische beslag moeten kennen. Het systeem van kennisontwikkeling kent doorgaans een groter geografisch beslag en is nationaal en/of internationaal georganiseerd, terwijl valorisatie vooral lokaal plaatsvindt. 'Regionaal concurrentievermogen hangt daarmee af van de samenstelling van en de onderlinge verbinding tussen actoren in het innovatiesysteem, maar ook van een grote mate van openheid en verbinding met mondiale innovatienetwerken' (Asheim cs. 2016).

Ontwikkelpaden van vernieuwing

Innovatie hangt sterk samen met de levenscyclus van bedrijvensectoren, van opkomend, naar groei, volwassenheid en neergang. Vernieuwing kan bijdragen aan diverse ontwikkelpaden voor de toekomst. De regio kan doorgaan op het bestaande pad, waarbij verder wordt gespecialiseerd, met het risico opgesloten te raken in dat ontwikkelpad (lock-in). Deze voortzetting wordt in de Engelstalige literatuur ook wel *path extension* genoemd, waarbij het risico bestaat op een eindig ontwikkelpad (ook wel *path exhaustion*). Ook kan de regio juist wel vernieuwen en haar specialisatie geleidelijk aanpassen, gebaseerd op bestaande sterktes, de regio vernieuwt haar ontwikkelpad, zonder volledig nieuw te starten (ook wel *path renewal*). Het voordeel van deze aanpak is dat de regio vaak al veel van de competenties in huis heeft om succesvol te zijn op dit ontwikkelpad. Tot slot, kan de regio proberen iets totaal nieuws te doen, maar het is vaak moeilijk (zo niet onmogelijk) om zonder de juiste inbedding een nieuwe richting in te slaan. Deze vorm van ontwikkeling (ook wel *path creation*) is daarmee vaak minder kansrijk.

2.2 Evolutionair regionaal innovatiebeleid

Een belangrijke vraag om te stellen bij het analyseren van innovatiebeleid, is: In hoeverre is innovatie stuurbaar? Onzekerheid speelt een belangrijke rol binnen innovatieprocessen. Innovatie is geen lineair proces, maar een leerproces en een lerend proces. Het proces is in belangrijke mate een cumulatieve inspanning die gebaat is bij feedback-loops tussen diverse onderdelen uit de innovatieketen, bijvoorbeeld tussen ontwerp en techniek, eindgebruiker en ontwerp, maar ook tussen ontwerp en wetenschap. Het kenmerk van innovatie is dat de nieuwe oplossing nog niet bekend is bij experts, de tussenstappen, benodigde technieken, productiemethoden, ontwerpvereisten en marktpotentie zijn daarmee onzeker gedurende het proces van innovatie en worden langzaam duidelijk. Zijwegen en doodlopende invalshoeken, horen bij dit traject. Dit leidt een spanningsveld in het management van innovatieprocessen en -systemen, omdat doelgerichte innovatie niet directief stuurbaar is, maar eerder gaat om het scheppen van de juiste condities waarin innovatie kan ontstaan². In dit onderdeel gaan we in op enkele van deze condities.

Innovatiebeleid heeft niet alleen tot doel om het genereren van nieuwe kennis te bevorderen, maar gaat

2 In essentie gaat het om het verschil tussen proces gestuurd werken en output gestuurd werken. Innovatie is een proces met een onzekere uitkomst.

vooral over de diffusie van deze kennis tussen alle betrokken actoren, waarmee netwerkvorming tussen bedrijven, onderzoeksinstituten en universiteiten van groot belang is (Asheim cs. 2016). Regionaal innovatiebeleid vergt dan ook maatwerk. Binnen de Europese Unie wordt ingezet op het ontwikkelen van slimme regionale specialisaties (smart specialisatie) gebaseerd op regio-specifiek (Barca 2009) (place based) beleid. Dit type beleid is toegesneden om de regionale kennisinfrastructuur en ondersteunt de diffusie van kennis tussen actoren. Het beleid zet in op het versterken van netwerken tussen bedrijven, universiteiten en onderzoeksinstituten. Overigens vergt een dergelijk netwerk ook een mate van dichtheid, niet alleen de mate van verbondenheid en kwaliteit van de verbindingen is van belang, maar ook de hoeveelheid actoren. Belangrijk onderdeel van dit type beleid is dan ook het adresseren van 'ijlheid' van infrastructuur, waarbij onvoldoende slagkracht in de regio aanwezig is om internationaal te kunnen concurreren.

Ook de mate van focus in innovatie is een belangrijk onderdeel van regionaal innovatiebeleid. Regio's die aansluiten bij elke recente innovatietrend, ontbreekt het aan specialisatie waarmee fragmentatie van de innovatie inspanningen kan optreden. Innovatie is een evolutionair langetermijnproces dat een mate van specialisatie vergt. Tegelijkertijd ligt het gevaar van overmatige specialisatie op de loer, in dat geval committeert een regio zich aan een eindig of niet kansrijk ontwikkelprofiel. Er is dan sprake van negatieve 'lock-in'. De kunst is daarmee aan te sluiten op bestaande sterkten in de regio, dit wordt ook wel 'branching' genoemd het vertakken van de bestaande economische specialisaties in nieuwe kansrijke ontwikkelgebieden. Het concept van gerelateerde diversiteit (Frenken cs. 2007) speelt hierbij een belangrijke rol. Een nieuwe specialisatie is makkelijker te ontwikkelen indien de regio hiervoor al de benodigde kennis en kunde in huis heeft, omdat aanverwante industrieën waar vergelijkbare kennis en vaardigheden benodigd zijn, sterk ontwikkeld zijn.

Valkuilen bij de ontwikkeling van innovatiebeleid zijn onder meer: 1) een gebrek aan gezamenlijke visie tussen actoren. Zitten publiek actoren, private partijen en kennisinstellingen op één lijn met de innovatietrajecten waar zij zich op richten en vindt afstemming plaats?; 2) een gebrek aan economische haalbaarheid. Is er wel een vraag naar de (publiek gestimuleerde) innovatie en leiden de (veelal) technische innovaties tot concrete producten?; 3) een gebrek aan eenduidig beleid. Is sprake van bestuurlijke drukte waarin veel partijen innovatiebeleid voeren met verschillende doelstellingen; 4) een gebrek aan reflectie en monitoring. Wordt er gekeken of gestelde doelen ook behaald worden en hoe vindt bijsturing plaats.

In het empirische hoofdstuk wordt ingegaan op complexiteit en inbedding (gerelateerdheid) van technologieën in de Rotterdamse havenregio. Technologie wordt daarbij vooral gemeten middels patent-intensiteit. Patenten zijn belangrijke graadmeters van innovatie, vooral als die betrekking heeft op nieuwe technologieën, van sectoren die aan het begin van hun levenscyclus staan. Patenten zijn, in lijn met R&D, belangrijke graadmeters van en voorwaarden voor ook andere onderdelen van het ecosysteem. Ze kunnen ook bijdragen aan de gezamenlijke visie van actoren, aan de economische haalbaarheid van innovatieprojecten door een grotere kritische massa, en kunnen ook sturend en voorwaardenstellend zijn in beleid.

Het empirische onderzoek gaat in op de in dit hoofdstuk geïntroduceerde begrippen van incrementele en doorbraakinnovaties, gerelateerdheid, inbedding, complexiteit, specialisaties en diversificering. Het laatste concluderende hoofdstuk gaat ook in op de beleidsimplicaties van de uitkomsten.

Verkenning van prioriteiten in het Rotterdamse haven innovatie-ecosysteem

In dit hoofdstuk wordt het innovatie-ecosysteem en haar ambities in en rond het havenindustriële complex van Rotterdam in kaart gebracht. We doen dit door een documenten-analyse van relevante beleidsstukken en een groot aantal interviews met private en publieke experts en stakeholders. Dit dient twee doelen: 1) het identificeren van het innovatie-ecosysteem; 2) het inventariseren van de relevante technologieën en markten waarop het innovatiesysteem zich wel en niet toelegt in de haven. Dit resulteert mede in een gedegen inventarisatie van technologische (vak)termen die van toepassing zijn op innovatie in de Rotterdamse haven. Dit wordt in het vervolg van het onderzoek (patent-analyse) verder gebruikt. Zie hoofdstuk 4-6 voor deze analyse.

In het eerste deel van dit hoofdstuk wordt de bredere economische beleidscontext beschreven. Hierin komen de belangrijkste beleidsinitiatieven van gemeente, Havenbedrijf en regio op het terrein van innovatie naar voren. Daarna is ingezoomd op het haven-specifieke beleid en de rol van innovatie daarbinnen. Deze twee beleidskader worden vervolgens vergeleken en geïntegreerd. Aansluitend volgt een overzicht van het innovatie-ecosysteem zoals opgehaald in gesprekken met experts en stakeholders, in relatie tot de ambities in de beleidsdocumenten. Tot slot wordt dit hoofdstuk afgesloten met een aantal bevindingen uit deze fase van het onderzoek.

3.1 Beleidscontext bredere economie

Haven, innovaties en transities

De Rotterdamse haven is voortdurend in verandering als het gaat om economische activiteiten. De grootste haven van Europa beweegt zich steeds meer richting de Maasmond en wordt gekenmerkt door schaalvergroting en automatisering, wat veel bedrijfsvoering efficiënter maakt. Tegelijkertijd is de Rotterdamse haven groot geworden in het fossiele tijdperk, waarin olie, kolen en gas een belangrijke rol speelden. Op mondiale schaal is sprake van een transitie van fossiele brandstoffen naar schonere vormen van energie. Ook de Rotterdamse haven staat voor deze grote transitie opgaven. De energie- en grondstoffentransitie die gaat plaatsvinden, de noodzaak tot het verminderen van uitstoot door internationale afspraken, en de sterke toename van technologie en digitalisering van processen zijn hiervan de belangrijkste voorbeelden. Op diverse schaalniveaus wordt beleid gemaakt om richting te geven aan deze transities en de innovaties die hiervoor nodig zijn. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van verschillende belangrijke beleidsinitiatieven op dit terrein.

Van belang voor het beleid gericht op de haven in transitie is het bredere beleidskader in de regio. Het beleidskader economie³ wordt gevat in de Groeiagenda Zuid-Holland (2020)⁴ en de Roadmap Next Economy (origineel 2016 met aanvullingen)⁵, alsmede de tijdens en na corona opgestelde Rotterdamse Herstel- en Vernieuwingsagenda (2021)⁶. Deze worden achtereenvolgens kort besproken.

Groeiagenda Zuid-Holland

De groeiagenda Zuid-Holland heeft de ambitieuze doelstelling om structureel 1 procentpunt extra jaarlijkse groei te realiseren, teneinde de productiviteit binnen 10 jaar met 24 mld. euro BBP te verhogen en 120.000 aanvullende banen te creëren. De groeiagenda bouwt hiervoor op vijf systeeminterventies: 1) versterken van het kennis en innovatie ecosysteem, 2) versterken van de maakindustrie en nieuwe waardeketens; 3) versterken van de energie-infrastructuur en inzet op duurzame energiebronnen en grondstoffen; 4) mobiliteitstransitie en logistieke transitie; 5) human capital en leven lang ontwikkelen van mensen. Belangrijke technologische proposities in deze agenda die gerelateerd zijn aan haven gerelateerde activiteit zijn: Quantum Delta Nederland, AiNed, en Groenvermogen van de Nederlandse economie (Waterstof). Daarnaast wordt ingezet op de ontwikkeling van proposities op het vlak van: emissieloze scheepvaart, industriële elektrificatie, internationale waterstofketens via buisleidingen, duurzame chemie en circulaire grondstoffen, CO2 afvang en CO2 gebruik, en alternatieve brandstoffen zoals methanol.

Een analyse van de Groeiagenda (van Oort cs.) geeft aan dat de kost voor de baat uitgaat voor veel publieke investeringen in deze sleuteltechnologieën, en dat deze investeringen ook voorafgaan aan toepassingen (met private investeringen). De analyse richt zich daarom eerst op de publieke R&D-agenda van de regio. Geconcludeerd wordt dat veel bedrijvigheid in de regio geïsoleerd actief is in nieuwe sleuteltechnologieën, maar daardoor soms de voordelen mist van schaal die zouden ontstaan bij cluster-vorming (zie het vorige hoofdstuk): de gezamenlijke lokalisatie van innovatieve bedrijvigheid, kennisproductie, kennistoepassing en vermarkting, talentontwikkeling en inzet, en het delen van agglomeratievoordelen op de markten van arbeid en toeleveranciers. Hoewel een belangrijk onderdeel van de Groeiagenda is gericht op de kennisinfrastructuur van de regio, en dan met name op publiek onderzoek en ontwikkeling, is juist ook de inzet van privaat kapitaal cruciaal. De regio heeft volgens het onderzoek goede uitgangsposities in onderzoek en organisatie in vrijwel alle sleuteltechnologieën, maar deze posities zijn alle nog in een vroeg ontwikkelende fase (en gefragmenteerd). Voor deze technologieën die belangrijk zijn voor innovatie en groei in de toekomst staan zoals gezegd private investeerders nog niet in de rij – er moet nog veel onderzocht en getest worden alvorens de veelbelovendheid leidt tot daadwerkelijke marktkansen. Er wordt daarom een groot beroep gedaan op publieke investeringen in kennis, omdat overheden nu eenmaal de partij zijn die grote investeringen kunnen vrijmaken gericht op nieuwe technologie, transities en het borgen van cruciale onderdelen in waardeketens. Dat is in Zuid-Holland niet anders dan elders in Nederland, dus nogal wat initiatieven zijn nationaal georganiseerd. Toch is er reden om specifiek voor Zuid-Holland aandacht te hebben, niet alleen vanwege de grote dichtheid in bevolking en kennis, maar juist vanwege de excellentie in veel typen onderzoek en potenties voor crossovers (van Oort 2012; Balland & Boschma 2020). In deze ruimtelijke focus heeft het haven industriële complex een spilfunctie omdat veel sleuteltechnologieën hier toepasbaar zijn (direct of indirect via waardeketens en kennisrelaties).

3 Er is sprake van een veelheid aan beleidsstukken, wij bespreken de, in onze optiek, belangrijkste beleidsstukken.

4 <https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/economie/groeiaagenda-zuid-holland/>

5 <https://www.roadmapnexteconomy.com/>

6 <https://www.kansenvoorwest2.nl/files/2-rdam-herstel-en-vernieuwingsagenda-rotterdamse-economie.pdf>

Uit de analyse blijkt dat het onderzochte publieke R&D-investeringspakket in de Groeiagenda kan zorgen voor een schaa sprong, terwijl tegelijkertijd transities (energie) en vergroening (circulariteit, duurzaamheid) van bestaande specialisaties kunnen worden gediend. Een dergelijke schaa sprong is afhankelijk van de lokale inbedding en complexiteit van activiteiten. De publieke R&D-agenda is van hoge inhoudelijke kwaliteit, met toponderzoekers en topinstituten aangehaakt in de bredere visie. Artificial intelligence en Quantum technologie zijn duidelijk technologieën met algemeen nut⁷ die met elkaar en met veel andere sectoren en technologieën verbindingen leggen⁸. Waterstof werd aangemerkt als een general purpose product, wat op eenzelfde manier verbindingen legt naar het energie transitievraagstuk in het havenindustri eel complex, de tuinbouw en het goederenvervoer in de regio. Er is synergie geïdentificeerd van deze drie technologieën met speerpunten in smart industry⁹ en life-science & health¹⁰, verzamelingen van sectoren waarbij private investeringen in R&D ook substantieel kunnen bijdragen aan het toekomstige groeivermogen van de regio. Sterke specialisaties in de regio, zoals het havenindustri eel complex, de tuinbouw en de transportsector, vergen investeringen voor behoud van werkgelegenheid en voor het doorvoeren van belangrijke transities (met investeringen in elektrificatie, waterstof, restwarmte, circulariteit).

Roadmap Next Economy

De Roadmap Next Economy (RNE) is een lange termijn beleidsdocument, oorspronkelijk in 2016 opgesteld door de Metropoolregio Rotterdam-Den Haag. Het kan gezien worden als een voorloper op diverse andere documenten die in deze rapportage worden besproken. De RNE zet in op vijf sporen: Smart Digital Delta, Smart Energy Delta, Circular Economy, Entrepreneurial Region en Next Society. Het spoor Smart Digital Delta zet in op ontwikkelingen rond digitalisering, verslimming, data-analyse en sensing. Het doel is om de digitale infrastructuur op dusdanige wijze te versterken dat sprake is productiviteitsgroei, waarbij niet alleen de kwantiteit van verbindingen van belang is, maar ook de kwaliteit (onder meer in termen van veiligheid). Het spoor Smart Energy Delta, gaat in op de reductie van uitstoot; de doelstelling is het realiseren van een koolstof-neutrale energie infrastructuur. Dit spoor bevat beleid gericht op alternatieve energiebronnen, besparing, efficiëntiewinst en mitigatie. Belangrijk thema's zijn elektrificatie en waterstof. Het spoor Circular Economy gaat in op het reduceren van afvalstromen naar nul. Het gaat om recycling en upcycling, maar ook biotechnologie. De laatste twee sporen hebben geen expliciete technologische dimensie in de rapportages. Het spoor Entrepreneurial Region gaat over het versterken van het ondernemingsklimaat (vooral voor startups en scale-ups, die overigens wel worden gezien in de eerdergenoemde technologische belangrijke beroepen en sectoren), terwijl het spoor Next Society gaat over een inclusieve maatschappij. De Groeiagenda Zuid-Holland lijkt sterk op met de al langer bestaande RNE, waarbij de RNE abstracter en meer generiek is dan de (speerpunten in de) Groeiagenda.

Herstel- en Vernieuwingsagenda

De Herstel en Vernieuwingsagenda van de gemeente Rotterdam, voor het eerst opgesteld in 2020/2021 tijdens de corona pandemie, sluit in termen van technologieën en sectorale en beroepsmatige speerpunten aan bij de regionale Groeiagenda. Zoals de titel al aangeeft, gaat het naast herstel (van de zwaar

7 General purpose technologieën

8 Nanotechnologie kan als derde general purpose technologie fungeren. Momenteel wordt nanotechnologie zijdelings als belangrijk voor quantum technologie genoemd, maar als sleuteltechnologie heeft het een grotere status.

9 Investerings en toepassingen in o.a. Internet of Things, kunstmatige intelligentie, blockchain, cloud computing, augmented en virtual reality, predictive maintenance, additive manufacturing en robotica.

10 Investerings en toepassingen in o.a.: kunstmatige intelligentie, quantum technologie, regeneratieve medicatie, digital twin, augmenting humans, deep imaging, nanotechnologie en moluculinair medicatie.

getroffen horeca, cultuur en MKB-bedrijvigheid) ook om vernieuwing van de economie: naar meer (digitale) dienstverlening, naar hoogwaardig technologische productie, naar kleinschalige productie, en naar transitie van bestaande energievoorziening naar nieuwe. Een centrale conclusie van de eerste monitor van de H&VA (Manshanden cs. 2021) is dat een focus gericht op vernieuwing tegelijkertijd met herstel goed is voor het lange-termijn ontwikkelingsperspectief, en aansluit bij internationaal geadviseerde beleid- en handelingsperspectieven. Zo pleit het invloedrijke IMF in april 2021 voor een dergelijke aanpak: “build back greener and more equal, optimal using innovation and digital infrastructures” (IMF 2021). Het CPB (2021) merkt op dat de huidige crisis niet gevoed wordt door structureel falende markten, maar dat herstel het beste blijvend gekoppeld kan worden aan vernieuwing. Het IMF waarschuwt in dat licht voor lange termijn “scarring” (littekens door economische degradatie): structurele en blijvende onderbenutting van productiefactoren indien menselijk kapitaal en innovatief vermogen van het bedrijfsleven onderontwikkeld blijven. Blijvende aandacht voor economische vernieuwing is dus een eerste vereiste voor succesvol herstel en ontwikkeling. Publieke investeringen in sleuteltechnologieën gaan ook hier veelal voor private uit, maar ook in het MKB en de hard getroffen cultuur, retail en horecasectoren is een focus op innovatie, nieuwe markten en toepassingen eerder noodzaak dan uitzondering (IAB 2021). Vanuit nationale, regionale en stedelijke overheden lijkt daarvoor, in lijn met nationale (Groeifonds, Nationaal Onderwijs Programma, coronaherstel programma’s) en regionale (Groeiafstand, vernieuwings-programma’s) initiatieven eerst een consistente intentie en richting-geving nodig; gekoppeld aan lange-termijn financiering en zekerheid.

Samenvattend

Samenvattend kan gesteld worden dat het beleidskader economie goed oplijnt met regionale en nationale beleidskaders. Er is sprake van inhoudelijke samenhang en doorvertaling dwars door de schaal-niveaus. De ambities van de provinciale Groeiafstand en lokale H&V-agenda sluiten goed aan bij die van het nationale Groeifonds. De regio lijkt goed voor te sorteren op belangrijke sleuteltechnologieën. Belangrijke voorwaarden die nog relatief onbekend zijn, betreffen (1) de motivering en het vermogen van het bedrijfsleven om nu en in de toekomst bij te dragen aan de transitie en implementatie van complexe technologieën en missie-gedreven innovatie motivaties, (2) de inbedding van publieke en private kennis toegepast in innovatie in de stedelijke en regionale productiestructuur, en (3) de relevante positie in (inter)nationale netwerken van bedrijven en kennisinstellingen. Dit onderzoek kan bijdragen aan meer inzicht hierin.

3.2 Beleidscontext gericht op de (zee)havens

Naast het bredere beleidskader economie, zijn er ook beleidsdocumenten die specifiek gericht zijn op de maritieme en logistieke activiteiten. Op nationaal niveau is dat de Havennota, op regionaal niveau de Havenvisie. Ook zijn door SmartPort relevante documenten opgesteld waarin ambities worden uitgesproken en zicht wordt gegeven op de transitie in de Rotterdamse haven en de benodigde innovaties, deze worden separaat besproken in bijlage B3.

De Havennota

De havennota 2020-2030 betreft de havens van Rotterdam, Moerdijk, Amsterdam/Noordzee kanaalgebied, Groningen en North Sea port. Deze havens worden in de nota als geïntegreerd systeem gezien. De nota is opgesteld door het ministerie van infrastructuur en waterstaat (IenW) en heeft de ambitie dat de overheid en de havens er samen voor willen zorgen dat Nederlandse zee- en binnenhavens hun leidende en krachtige positie kunnen behouden in de economie van de toekomst die duurzaam, digitaal en verbonden is. Centraal staan acht integrale thema’s, die bijdragen aan het achterland, en aan zee- en binnenhavens in transitie en verbonden zijn aan generieke maatschappelijke en economische trends en ontwikkelingen. De acht integrale thema’s zijn: bereikbaarheid en logistiek, veiligheid, digitalisering,

economie en innovatie, Europa en internationaal, verduurzaming, ruimtelijke omgeving en arbeidsmarkt. Deze thema's worden hierna kort besproken.

1. Bereikbaarheid en logistiek gaat onder meer over spreiding van goederenstromen over andere infrastructuur, bijvoorbeeld via buisleidingen of multimodale ketens. Daarnaast zijn optimalisaties die congestie, vooral van containers, verminderen onderdeel van dit thema. Deze optimalisaties zijn sterk verweven met digitalisering, zo worden fysieke stromen en informatiestromen gekoppeld om tot meer optimale logistieke processen te komen. Voorbeelden van concrete innovatieprojecten zijn Nextlogic (integrale planning containerbinnenvaart), Overflow hub (afstemmen vraag en aanbod van afhandelingscapaciteit van containerterminals) en Container Exchange Route (autonome containeruitwisseling tussen diepzeeterminals).

2. Veiligheid gaat over het voorkomen van opzettelijke ongeoorloofde acties (security) en over bescherming tegen onopzettelijke incidenten (safety). Dit thema heeft altijd de aandacht gehad van havengerelateerd beleid, maar de toename van digitalisering brengt nieuwe uitdagingen met zich mee. Zo leidt digitalisering tot efficiëntere ketens, maar ook tot meer (potentiële) cybercriminaliteit. Informatie over een lading dient alleen beschikbaar te zijn voor de ketenpartners, en cyberveiligheid is van belang voor veel processen in de haven en wordt als specifieke uitdaging genoemd bij de toepassing van (semi) autonoom varen.

3. Digitalisering is een belangrijk thema in de havennota. Het is tegelijk onderwerp van innovatie én faciliterend aan diverse innovatietrajecten in havens. Twee voor deze studie belangrijke voorbeelden komen aan de orde in de havennota:

Digitalisering biedt de mogelijkheid om informatie-uitwisseling, en daarmee (bestaande) logistieke processen, te optimaliseren.

- a. Digitalisering wordt gezien als het fundament voor automatisering en robotisering, twee belangrijke technieken voor autonome processen in havens, waaronder autonoom varen.
- b. Digitalisering vraagt kennis en vaardigheden van professionals en nieuwe samenwerkingen tussen private-, publieke- en kennisinstellingen. Samen willen zij bouwen zij aan voldoende toegepaste IT-kennis.

4. Economie en innovatie richt zich op een aantrekkelijk vestigingsklimaat, innovatiekracht en een goede concurrentiepositie binnen een gelijk speelveld. De havennota gaat hierbij in op verbreding van het economisch verdienvermogen, onder meer door een sterkere verbinding tussen diensten in de stad en logistiek en industrie in de haven. Ook grensoverschrijdende relaties worden in de havennota gezien als kansrijk voor innovatie, bijvoorbeeld tussen Nederland en Vlaanderen. Nederland en Vlaanderen werken samen op het gebied van transport, zoals gezamenlijk investeren in de sluis van Terneuzen in Zeeland. Daarnaast wordt internationaal gezamenlijk optrekken genoemd als kansrijk om nationale- en Europese regelgeving aan te laten sluiten op havengerelateerde innovatie.

5. Europa en internationaal is ook een zelfstandig thema waarin wordt omschreven dat de Nederlandse handelsstromen worden beïnvloed door geopolitieke, economische, mondiale en veiligheidsontwikkelingen. De Brexit en het Belt Road Initiative (BRI) zijn hiervan voorbeelden. Wederkerigheid in handelsrelaties en een gelijk speelveld (*level playing field*) zijn belangrijke aandachtspunten ontwikkelingen. Ook het verkrijgen van EU-subsidies voor innovaties die bijdragen aan het transitieproces van de Nederlandse zee- en binnenhavens is hier onderdeel van.

6. Verduurzaming is het thema dat ingaat op de klimaatopgave en energietransitie. Dit is een lange termijnopgave. In de havennota worden lange termijn doelen gesteld, maar wordt ook gekeken naar maatregelen op de korte- en middellange termijn. Financiële prikkels worden ingevoerd zoals de SDE+

subsidie¹¹, maar ook de CO-heffing volgens het ETS-systeem¹², om bij te dragen aan het behalen van de klimaatdoelen. Daarnaast worden fysieke oplossingen gezocht, zo wordt de afvang en opslag van CO₂ (CCS) ingezet om op kortere termijn uitstoot te verminderen. Dit wordt gezien als tussenoplossing.

Er zijn twee sporen binnen het thema verduurzaming:

- a. Verduurzaming van de logistieke ketens, waarbij maatregelen worden genomen om de aanschaf van schonere schepen te bevorderen (Environmental Shipping Index), maar ook regelgeving wordt aangescherpt, bijvoorbeeld met strengere eisen aan scheepsmotoren in de Baltische- en Noordzee en een ontgassingsverbod voor binnenvaartschepen met gevaarlijke vloeibare lading. Ook alternatieve tank- en laadstroom zijn hier onderdeel van, zoals bunkerfaciliteiten en infrastructuur afgestemd op alternatieve brandstoffen (biodiesel, LNG en waterstof) en de verdere ontwikkeling van walstroomvoorzieningen en batterijwissellocaties.
- b. Vergroening van de industrie, bevat initiatieven gericht op het bevorderen van duurzame industriële processen zoals pyrolyse (het thermisch afbreken van producten tot grondstoffen) en het beter benutten van restwarmte via warmtenetten¹³. Daarbij speelt de overweging dat warmte nu wordt gebruikt uit de fossiele industrie, maar deze bron zal wegvallen bij het behalen van de doelstellingen, mogelijke alternatieven zijn dan biochemie en elektrolyse.

De omvang, lange terugverdientijd en het onrendabele karakter van investeringen omtrent de energie transitie en bestaande wet- en regelgeving worden gezien als de meeste belangrijke belemmeringen op het thema verduurzaming in de havennota; dit is een mondiaal vraagstuk¹⁴.

7. De Ruimtelijke omgeving speelt een belangrijke rol bij het toepassen van innovaties. De energie- en grondstoffen transitie zal (tijdelijk) extra ruimte vragen van de zeehavens. Deze ruimtevrage gaat samen met een bredere schaarste van ruimte, naast ruimte voor havenactiviteiten is er behoefte aan ruimte voor wonen, andere werkgelegenheid, recreatie, infrastructuur en milieucompensatie.

8. De arbeidsmarkt vereisten veranderen met de transities, omdat werkgelegenheid na de energietransitie en na verdere digitalisering andere skills van werknemers vraagt. Het is van belang dat (maritieme) opleidingen enerzijds de huidige (maritieme) vakkennis en ervaringen blijven overbrengen, en anderzijds werknemers flexibel opleiden om voorbereid te zijn op de aanstaande transities, waarvoor een bredere pallet aan vaardigheden benodigd is (van Haaren cs. 2020; Jansen cs. 2020).

Samenvattend valt op dat een belangrijke pijler binnen de initiatieven in de havennota gaat over optimalisatie van de aansturing van processen in het havengebied en het achterland; investeringen in digitale technologie zijn hiervoor belangrijk. Daarbinnen zijn standaardisering van informatiestromen, cybersecurity en autonome processen de belangrijkste steekwoorden, alsmede de daarvoor benodigde vaardigheden en kennis. Een ander belangrijk fundamenteel vernieuwende pijler is verduurzaming, waarin

11 De stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie SDE, SDE+ en SDE++, een subsidieregeling voor het bedrijfsleven met het doel het toepassen van hernieuwbare energieproductie of CO₂-reductie te stimuleren. <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/sde>

12 Verhandeling van emissierechten op basis van het Europese systeem van emissiehandel. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/belastingplan/belastingwijzigingen-voor-ondernemers/co2-heffing>

13 Een projectinitiatief van betere benutting van restwarmte is WartemlinQ. Binnen dit project wordt een ondergrondse leiding ontwikkeld waarmee restwarmte uit de Rotterdamse haven kan worden gebruikt voor huishoudens, kassen en kantoren. Deze infrastructuur komt vanaf de Rotterdamse haven naar het centrum van Den Haag. <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/2021-06/voortgangsrapportage%202020%20havenvisie-2030.pdf>

14 In de havenvisie wordt verwezen naar het World Ports Climate Action program (WPCAP) hierin delen zeehavens hun ervaringen op het vlak van de klimaatopgave.

technologische innovaties gericht op het efficiënt omgaan met grondstoffen en energie centraal staan. Binnen deze pijler zijn de reductie van uitstoot via regelgeving (CO₂, Stikstof, Ontgassen), beprijzen, recycling (Pyrolyse en Restwarmte) en alternatieve grondstoffen en technologieën belangrijke steekwoorden. Bestaande businessmodellen passen zich niet automatisch aan deze vernieuwing aan zolang ze nog profijtelijk zijn. De inbedding in de lokale ruimte is ook een knelpunt. Het endogene innovatievermogen van het bedrijfsleven verbonden aan de haven en de bijdragen aan inbedding en complexiteit, zijn nog niet expliciet in beeld.

Havenvisie

Naast een geïntegreerde visie op het Nederlandse systeem van havens, is er ook een specifieke visie op het havengebied van Rotterdam. Deze havenvisie dient als richtlijn voor het toekomstbestendig maken van de Rotterdamse haven- en het industriecoluster. De visie heeft een tijdshorizon tot 2030. De centrale doelstelling is het creëren van economische en maatschappelijk waarde en het reduceren van negatieve externe effecten, zoals de CO₂ uitstoot. De bijbehorende opgaven zijn de economische transitie, sociale transitie en inzet op een attractieve regio. Deze opgaven worden onderverdeeld in prioriteiten. Het document zet vervolgens in op drie speerpunten *Global Hub*, *Industrial Cluster* en *Verbinding met de regio* binnen de haven. Het speerpunt *Global Hub* van de Rotterdamse haven gaat over de knooppuntfunctie van de haven, deze wordt meer digitaal, bereikbaarder en duurzamer. Het speerpunt *Industrial Cluster* gaat over het versterken van de vestigingsplaatsfunctie van de Rotterdamse haven, waarbij wordt ingezet op circulariteit, alternatieve energiebronnen en alternatieve grondstoffen. Ook is er aandacht voor de ruimtevrage die voortkomt uit deze transitie(s). Tot slot, gaat het speerpunt *Verbinding met de regio* over het aanhaken bij het regionale innovatie-ecosysteem, het versterken van samenwerkingen tussen partijen en het versterken van de vaardigheden van de beroepsbevolking. Vanuit de prioriteiten en speerpunten zijn acht doelstellingen opgesteld die bijdragen aan de Sustainable Development Goals (SDG).

De speerpunten zijn gebaseerd op de prioriteiten in de havenvisie. Deze prioriteiten zijn verdeeld onder drie opgaven; de economische transitie, sociale transitie en inzet op een attractieve regio. De havenvisie gaat eerst in op de veranderingen die voortkomen uit deze transities en stelt daarbij de prioriteiten op. De economische transitie gaat in op digitalisering, de energietransitie en de grondstoffentransitie, maar ook geopolitieke veranderingen die leiden tot andere handelsstromen. Uit dien hoofde zijn de prioriteiten gerelateerd aan de economische transitie als volgt 1. Digitalisering van haven en keten; 2. Netwerkversterking en bereikbaarheid; 3. Verduurzaming van ketens; 4. Infrastructuur en een nieuw energiesysteem; 5. Vernieuwen grondstof- en brandstofsysteem; 6. Stabiel investeringsklimaat. In de visie wordt hiermee expliciet gekozen om de efficiëntie in de haven (punten 1 en 2) te prioriteren boven de energietransitie (punten 3 en 4).

Naast de economische transitie is sprake van een sociale transitie. Binnen deze transitie behoren de veranderingen die zich voordoen op de arbeidsmarkt en bijbehorende opleidingen. Haven-gerelateerde beroepen zijn in verandering en vragen andere vaardigheden. De technologische ontwikkelingen gaan snel en vragen van werknemers aanpassingsvermogen en brede inzetbaarheid. Dit doet een beroep op de 'soft skills' en flexibiliteit van medewerkers van de toekomst. Nieuwe werkgelegenheid zal vooral ontstaan in de zakelijke dienstverlening, innovatieve maakindustrie, research en development (R&D) en innovatie (de laatste twee thema's zijn sterk verbonden met hoofdstuk 4). Deze transitie hangt nauw samen met de attractieve regio, een cultureel sterke stad en attractieve regio trekt creatief en hoogopgeleid talent aan. Om invulling te geven aan de sociale transitie worden de volgende prioriteiten in de havenvisie genoemd: 1. Versterken van hoogwaardige opleidingen; 2. Verbinden arbeidsmarkt en onderwijs; 3. Bevorderen van arbeidsmobiliteit; 4. Bevorderen van een inclusieve arbeidsmarkt.

Tot slot, wordt ingezet op het streven naar een attractieve regio. Dit omvat het streven naar een compacte, concurrerende, gezonde en groene regio. Een regio met aantrekkelijke vestigingsvoorwaarden, competitieve lasten en tarieven, sterke fysieke bindingen binnen de regio en naar het achterland en een innovatie-ecosysteem van wereldklasse zijn randvoorwaarden voor een attractieve regio. Daarnaast omvat dit ook een veilige leefomgeving. De toenemende aantrekkelijkheid van de stad en de groeiende verkeersbewegingen verhogen de druk op de weginfrastructuur. In de havenvisie wordt gemaand tot actie om deze verkeersbewegingen te reduceren teneinde de bereikbaarheid van de haven te garanderen. Het streven naar een attractieve regio leidt tot het benoemen van de volgende prioriteiten in de havenvisie: 1. Balans verstedelijking en behoud vitaal complex, ofwel balans tussen enerzijds een groeiende stad en anderzijds milieu en fysieke ruimte die nodig is voor het behoud van het haven- en industriecomplex; 2. Veiligheid en gezondheid leefomgeving vergroten; 3. Krachten bundelen voor het innovatie-ecosysteem.

Vanuit de belangrijkste prioriteiten zijn de speerpunten bepaald. Binnen deze speerpunten worden Meer uitgebreid gaat het speerpunt *Global Hub* over digitalisering van de haven en de keten; naadloze verbindingen staan hierbij centraal. Projectinitiatieven omvatten onder meer digitale planningsinstrumenten, -platformen en e-market places. Voorbeelden van geïmplementeerde projecten zijn PortXchange en Navigate. PortXchange is een applicatie dat door middel van gestandaardiseerde data-uitwisseling bijdraagt aan het optimaliseren van activiteiten tijdens het bezoek aan de Rotterdamse haven, waaronder optimalisatie van planning, monitoring en uitvoering. Deze applicatie kan gebruikt worden door terminals, rederijen, agenten en andere dienstverleners. De applicatie is door het Havenbedrijf gelanceerd en de bedrijven Maersk en Shell waren betrokken als launching customers. Navigate is ontwikkeld door het Havenbedrijf Rotterdam en bestemd voor bedrijven die de planning van hun containertransport willen optimaliseren door middel van het weergeven van de meeste efficiënte CO₂ besparende deep-sea, short-sea, spoort- en binnenvaartroutes via Rotterdam. Daarnaast draagt het platform bij aan een efficiëntere transportketen van het lege containers¹⁵. Informatiestromen lopen via het Port Community System (PCS) en sensoren verzamelen digitale data en stellen deze aan gebruikers ter beschikking voor bijvoorbeeld autonome voor- en vaartuigen. Ook is er een centrale regie op het wegverkeer via het initiatief 'Controle Tower Wegverkeer'. Een belangrijke technologie betreft de glasvezel- en 5G-netwerken waarmee snelle connectiviteit met voldoende bandbreedte wordt gegarandeerd. Ook gaat de globale hub functie over netwerkversterking; er wordt ingezet op een *hoogwaardig netwerk en verbeterde bereikbaarheid*. Klimaatbestendigheid en efficiëntiewinst staan daarbij centraal, ondanks de toegenomen complexiteit van netwerken. Hierbij is aandacht voor klimaatbestendig infrastructuur: netwerken zijn/worden weerbaarder tegen lage waterstanden, schade aan buisleiding door droogte, extreme buien en schade aan asfalt en bruggen door hitte. Ook de logistieke ketens worden duurzamer, waarbij CO₂ uitstoot per tonkilometer wordt geminimaliseerd met instrumenten zoals green trade lanes: groene corridors voor duurzame binnenvaart op basis van alternatieve brandstoffen, zoals biobrandstoffen of duurzaam geproduceerde waterstof of methanol. Een ander instrument zijn walstroom voorzieningen, waarmee de CO₂ uitstoot wordt gereduceerd evenals de uitstoot van andere luchtverontreinigende stoffen en geluidproductie van afgemeerde schepen. Tevens zijn alternatieve energievormen in opkomst, zoals elektromotoren, waterstof, methanol, LNG en biobrandstoffen. Het belonen van het gebruik van alternatieve brandstoffen is daarbij van belang. Verder is er meer aandacht voor intermodaal transport en. Tot slot wordt een windpower hub van 70-100GW ontwikkeld op de Noordzee.

15 Empty depot tool: Navigate geeft weer waar lege container opgehaald en geretourneerd kunnen worden in de haven van Rotterdam en het in het achterland. <https://www.portofrotterdam.com/nl/diensten/online-tools/navigate>

Het speerpunt *Industrial Cluster* gaat over de ontwikkeling en verduurzaming van de haven als vestigingsplaats voor bedrijven die waarde creëren op duurzame wijze. Dit speerpunt gaat in op circulariteit, nieuwe energie- en grondstoffsysteem en ruimte voor ontwikkeling. De Rotterdamse haven ambieert dat het haven- en industriecomplex in 2050 circulair is en daarbij is uitgegroeid tot een waste-to-value hub. Om deze ambitie te realiseren is er experimenteerruimte nodig voor innovaties. Aangezien naast de verduurzamingsslag in de fossiele industrie er ruimte nodig is om nieuwe duurzame activiteiten te stimuleren. Dit is mogelijk door investeringen in nieuwe technologieën die de CO₂-emissies bij de eindgebruiker verlagen, onder andere op het gebied van energie-efficiëntie, elektrificatie, transport en ondergrond opslaan van industriële CO₂ uitstoot en inzet van waterstof. Verder gaat het speerpunt in op een nieuw energie- en grondstoffsysteem dat bestaat uit een combinatie van duurzaam geproduceerde elektriciteit, waterstof, biomassa en reststoffen. Dit omvat grootschalige productie van waterstof op basis van elektrolyse met gebruik van duurzaam geproduceerde elektriciteit afkomstig van de windparken¹⁶. Een tussenfase zet in op waterstof geproduceerd op basis van aardgas, waarna restgassen en de CO₂-uitstoot worden opgeslagen in lege gasvelden. Hierbij speelt ruimte voor ontwikkeling een belangrijke rol, aangezien de vernieuwing van bestaande activiteiten idealiter samen opgaat met de komst van nieuwe industrieën die aan de energietransitie bijdragen.

Binnen het speerpunt *Verbinding met de regio* wordt gesteld dat het versterken van het innovatie-ecosysteem, verbindingen tussen partijen en verwerking van de arbeidsmarkt van belang zijn voor het innovatieve klimaat in de haven. Binnen het innovatie-ecosysteem zullen alle componenten van wereldklasse moeten zijn om de prioriteiten te kunnen waarmaken. Tot de componenten behoren opleidingsinfrastructuur, aanjagen van ondernemerschap, gericht aantrekken van talent, onderzoek, testfaciliteiten, ondersteuning van startups en scale-ups, beschikbaarheid van risicokapitaal, innovatie bevorderende regelgeving, geschikte ontmoetings- en werkplekken voor innovatieve ondernemers en hoogwaardige vraag naar innovatieve producten en diensten. Het ontwikkelde haveninnovatie-ecosysteem houdt zich bezig met diverse activiteiten zoals e-platformen, kunstmatige intelligentie, 3D-printers, industrie 4.0 (vierde industriële revolutie "Smart industry") en blockchain technologie. Verbinding is daarnaast nodig tussen de volgende partijen voor innovaties: Startup-hubs, bedrijfsincubatoren en -accelerators (bijv. PortXL, Smartport, Rotterdam Port Fund), kennisinstellingen, havenbedrijfsleven, innovatieve hotspots (bijv. Rotterdam Makers District), havenbedrijf Rotterdam, lokale, provinciale en landelijke overheid. Verder wordt er in de havenvisie beoogd om de aantrekkelijkheid van werken in de haven te vergroten met passend opgeleid en wendbaar personeel met de competenties die passen bij de transitieprocessen op de arbeidsmarkt¹⁷.

Concreet leidt de havenvisie tot acht doelstellingen, aansluitend bij de SDG's¹⁸

1. Toegevoegde waarde vergroten: Het doel is dat de toegevoegde waarde jaarlijks met 2% groeit. Deze groei is in lijn met de ontwikkeling met jaarlijkse Nederlandse BBP. In 2017 was de toegevoegde waarde 15 miljard en het beoogde doel voor 2030 is daarmee 19 miljard.
2. Ontwikkeling haven-gerelateerde werkgelegenheid: De ambitie is om de werkgelegenheid te vergroten van 101.000 werkzame personen naar 180.000 werkzame personen in het haven- en industriege-

16 HbR ontwikkelt met Gasunie plannen voor een nieuwe hoofdtransportleiding voor waterstof door de haven. Deze leiding zal ook verbonden zijn met Moerdijk/Chemelot en Noordrijn-Westfalen in Duitsland. In 2021 worden de haalbaarheidsstudies afgerond.

17 De havenvisie geeft een blik op de toekomst. Het ontbreekt aan een neutrale analyse van de huidige stand van zaken en de afstand tussen deze stand van zaken en de visie. Dit is een punt van aandacht en interessant voor aanvullende analyse.

18 17 doelen opgesteld door de Verenigde Naties gericht op duurzame ontwikkeling. Zie <https://sdgs.un.org/goals>.

bied en in de stedelijke economie¹⁹. Het streven is dat deze werkgelegenheidsgroei gelieerd is aan de transitieprocessen.

3. De-carbonisatie van haven en industriecomplex: Naar aanleiding van het beoogde nationale klimaat-akkoord is het doel om CO₂-uitstoot te reduceren met 49% in 2030 ten opzichte van 1990. Daaropvolgend is het doel om in 2050 de CO₂-uitstoot met 95% te reduceren, waarmee het haven- en industriecomplex vrijwel klimaatneutraal is.
4. Publieke en private investeringen: Om de havenvisie te realiseren zijn er investeringen nodig, zoals investeringen in de aanpassingen van de energie infrastructuur om de CO₂-reducties te bewerkstelligen. Ook zijn er investeringen nodig in de arbeidsmarkt om werknemers aan te trekken en op te leiden die deel uitmaken van de transitieprocessen. De Rotterdamse haven ambieert ernaar om 2 miljard aan private investeringen jaarlijks aan te trekken. Verder streeft de haven ernaar om tot 2030 een totaal aan investeringen van 25 tot 35 miljard aan te trekken vanuit bedrijven.
5. Connectiviteit: De ambitie voor de Rotterdamse haven is om voor 2030 de best verbonden haven te zijn, daarbij speelt multimodaliteit een belangrijke rol. Dit moet leiden tot een Nederlandse toppositie in de Liner Shipping Connectivity Index van de United Nations Conference on Trade and Development (UNTAD).
6. Veiligheid: De haven streeft ernaar dat er geen grote nautische incidenten meer kunnen plaatsvinden in de haven.
7. Luchtkwaliteit: Bij de verdere ontwikkeling van het haven- en industriegebied en transport in het achterland is het doel dat de wettelijke normen gehanteerd blijven worden in het kader van luchtkwaliteit.
8. Positie Rotterdam in internationale ranglijst maritieme hoofdsteden: Rotterdam streeft ernaar om te stijgen in belangrijke ranglijsten van maritieme hoofdsteden.

Samenvatting beleidstukken beleidskaders gericht op de (zee)havens

Samenvattend wordt in de beleidstukken die zich richten op de zeehavens ingezet op twee hoofdzaken.

1) De duurzame havens, met alternatieve energie- en grondstoffen, circulaire processen, elektrificatie en mitigatie van uitstoot (CCS) als belangrijkste speerpunten, en; 2) De slimme haven waarin informatiedeling en -veiligheid en autonome processen belangrijke onderwerpen zijn van beleid.

De duurzame haven, waar productinnovatie voor procesinnovatie uitgaat, kan als hoofdthema worden opgedeeld in verschillende onderdelen.

Het eerste onderdeel gaat over **alternatieve energiebronnen**, dit beleidsthema onderzoekt de combinatie van energiebronnen die in de behoefte van het havenindustriële complex kan voorzien. Er is nog geen dominante energiebron aanwijsbaar, er wordt ingezet op verschillende bronnen en technieken. Op het vlak van elektrificatie spelen windstroom (windturbines op zee) en zonnestroom (fotovoltaïsche panelen) een belangrijke rol in de opwekking, waarbij het matchen van de energieopwekking en energievraag een uitdaging vormt. Waterstof wordt hierbij gezien als relevante energiedrager, maar de energie-efficiënte in de keten is beperkt van turbine naar eindgebruik. Belangrijk om vast te stellen is dat waterstof geen energiebron vormt, maar een energiedrager. Waterstof biedt de mogelijkheid elders opgewekte energie op te slaan voor later gebruik. Andere alternatieve energiebronnen die in de diverse documenten naar voren komen zijn de drie sterk gerelateerde thema's methanol, biobrandstoffen en -massa en synthetische brandstoffen. Ook hiervoor geldt dat dit in enge zin geen energiebronnen zijn maar energiedragers. Het onderdeel **alternatieve grondstoffen** behandelt verschillende thema's en gaat over het gebruik van CO₂ intensieve en/of vervuilende grondstoffen. Waterstof en waterstofverbindingen als grondstof zijn hierin belangrijk, alsmede re- en upcycling van reststromen. Gerelateerd aan alternatieve energiebronnen speelt in de **elektrificatie** van de haven ook de infrastructuur een belangrijke rol. De inpassing van

19 Aandachtspunt is dat de afbakening van werkgelegenheid die gerelateerd is aan zeehavens complex is.

elektriciteit in industriële processen is een belangrijk onderdeel van beleid, alsmede de rol van elektrificatie in het achterlandtransport. Ook walstroom is hier onderdeel van. Tot slot, speelt **mitigatie van CO2 uitstoot** een belangrijke rol via technieken gericht op het afvangen (carbon capture), benutten (carbon utilisation) en/of opslaan (carbon storage) van koolstofdioxide. Deze technieken worden gezien als tussenstation op weg naar het vermijden van CO2 uitstoot.

De slimme haven, waar procesinnovatie meer de boventoon voert dan productinnovatie, gaat over verdere digitalisering en het gebruik maken van de informatie die daaruit voortvloeit. **Informatiedeling en -beschikbaarheid, en coördinatievraagstukken** op basis van deze informatie zijn daar onderdeel van. Praktische initiatieven zijn onder meer de datadeling via platforms en marktplaatsen, het beschikbaar stellen van data aan betrokken actoren en het maken van een virtuele kopie (digital twin) van de haven.

Deze informatie is nodig voor digitale initiatieven gericht op het **verhogen van de efficiëntie** van haven-gerelateerde processen. Diverse initiatieven gericht op het bevorderen van autonomie in de scheepvaart en in de logistiek vallen hieronder. Twee voorbeelden zijn autonome scheepvaart en autonoom gestuurde terminals.

Digitalisering en de daaruit voortvloeiende informatiestromen brengen ook veiligheidsrisico's met zich mee wanneer externen zich ongeoorloofd toegang verschaffen tot de informatiestroom, en daaraan gekoppelde processen. **Digitale veiligheid** (cybersecurity) is dan ook een belangrijk thema van innovatie, dit gaat noodgedwongen gelijk op met andere digitale innovatievelden.

Tussen de twee hoofdthema's duurzame haven en slimme haven zijn ook verbanden te duiden. Product- en procesinnovaties raken daarin meer geïntegreerd. Een efficiëntere haven, kan ook duurzamer zijn, wanneer dezelfde economische activiteit door digitalisering kan worden gerealiseerd met minder externe negatieve effecten (zoals uitstoot van schadelijke stoffen).

Integratie havenspecifieke beleidstukken en beleidskader economie

Het bredere beleidskader economie en het havenspecifieke beleid hebben sterke raakvlakken. Toch is de integratie tussen deze twee beleidsonderdelen tot nu toe beperkt. Mogelijk is dit erin gelegen dat dit beleid tot stand komt binnen organisaties met een verschillende taakstelling, zowel binnen Rijk (RWS en BZK) en regio (Port of Rotterdam, Gemeente Rotterdam/MRDH). De belangrijkste verschillen zijn gelegen in de aard van de opgave en de (concreetheid van de) voorgestelde aanpak, alsmede de positie van bestaande bedrijvigheid en infrastructuur hierbinnen.

In de kern zetten alle hiervoor besproken beleidsdocumenten in op het verhogen van de economische productiviteit (in de Rotterdamse regio) met minder externe effecten. Dat kan op verschillende manieren:

1. Door efficiënter om te gaan met externe effecten door slimmere processen en technieken;

Het bestaande beter doen (procesinnovatie, incrementele innovatie).

2. Door het vermijden van externe effecten door andere processen en technieken.

Iets volstrekt nieuws doen, dat beter is (productinnovatie, radicale innovatie).

Dit sluit aan bij de gedachte van absolute (anders) en relatieve (slimmer) ontkoppeling van productiviteit en (negatieve) externe effecten (zie bijvoorbeeld Haberl et al 2020). **Relatieve ontkoppeling** bestaat uit beleidsmaatregelen die inzetten op het verhogen van de productiviteit door het creëren van efficiency-winsten. Hierdoor kan meer productiviteit gerealiseerd worden met dezelfde niveaus van externe effecten. Dit zijn onder meer initiatieven op het terrein van digitalisering en autonomie. De diverse initiatieven gericht op het naadlozer aansturen van vervoersbewegingen in en om de haven van Rotterdam sluiten hierop aan. Ook initiatieven gericht op het oplossen van coördinatievraagstukken, zoals elektronische marktplaatsen maar ook autonoom varen, zijn hieronder te scharen. Kenmerk van deze

ontkoppeling is dat per eenheid productiviteit er door efficiencywinst minder negatieve externe effecten ontstaan. Daarnaast vallen maatregelen onder de relatieve ontkoppeling waarbij bestaande externe effecten worden opgelost door het externe effect te mitigeren. Hierbij kan gedacht worden aan versterking van het weggennet, maar ook de opslag van CO₂ in oude gasvelden. In termen van innovatie hebben deze aanpakken gemeen dat het veelal om incrementele innovaties gaat om bestaande infrastructuur, bedrijven en systemen te versterken en in stand te houden. In belangrijke mate sluiten de havenspecifieke beleidsstukken aan op relatieve ontkoppelingsdoelstellingen.

Het andere spoor, **absolute ontkoppeling**, bestaat uit systeem- en procesinnovaties waarmee logistieke processen, maar ook productieprocessen van goederen (en diensten) dusdanig anders worden ingericht dat specifieke externe effecten niet langer optreden. Er kunnen zelfs andere producten worden gebruikt. Een voorbeeld is inzet op groene waterstof. Deze techniek vervangt fossiele techniek en leidt niet langer tot de uitstoot van CO₂. Dit betreft radicalere systeeminterventies (en innovatie), en is daarmee ook minder eenvoudig te realiseren. Het bredere beleidskader economie legt meer nadruk op radicale innovatie en de ontwikkeling van general purpose technologieën om volledige nieuwe bedrijfsprocessen mogelijk te maken en zo economische groei en negatieve externe effecten te ontkoppelen. Zaken die radicale verandering tegenhouden, lijken bestaande, winstgevendende businessmodellen, krapte op ruimte- en arbeidsmarkten, private investeringsbereidheid en 'prisoners dilemma's'²⁰. Aan de andere kant lijkt er een grotere maatschappelijke verantwoordelijkheid en urgentie zich ook eigen te maken van marktpartijen in de haven. Verantwoord ondernemen strekt zich verder uit dan het MKB, en internationale (gerechtelijke) af- en uitspraken wijzen in de richting van een bredere acceptatie van transities en bijbehorende innovatie. Het heeft echter op korte en middellange termijn een prijs, en het is nog onduidelijk wie bereid is die te betalen. Geen oude schoenen weggooien voor nieuwe zijn ingelopen, zal een veel gebruikt credo zijn.

Het algemene beleidskader economie sluit meer aan op het gedachtengoed en de visie van absolute ontkoppeling, missie-gedreven motivering en transities, terwijl de havennota en -visie meer nadruk lijken te leggen op relatieve ontkoppelingsmaatregelen, incrementele innovatie en valorisatie van kennis in bestaande activiteiten. Toch zijn de twee visies wel degelijk complementair en kennen overlappende tijdshorizonten²¹. Het is alleen niet heel duidelijk uit de stukken naar voren te halen. Relatieve ontkoppeling biedt op korte termijn successen, absolute ontkoppeling is cruciaal voor het behalen van het einddoel. Belangrijk is dat publieke EN private investeringen in de regio oplijnen met beide doelstellingen. Een remmende voorsprong, verzonken investeringen of het missen van lange termijn kansen door instandhouding van het bestaande moeten worden voorkomen. Vernieuwende economische activiteiten moeten aan de ene kant kansrijk zijn door de inbedding in het bestaande regionale palet van specialisaties, groeipotenties en vaardigheden, en aan de andere kant complex en baanbrekend genoeg zijn om blijvend competitief voordeel te behalen. Dit onderzoeken we empirisch in het volgende hoofdstuk.

3.3 Het innovatie-ecosysteem volgens geïnterviewde stakeholders

In het vorige onderdeel is het beleidskader besproken, in dit onderdeel wordt het innovatie-ecosysteem besproken op basis van gesprekken met vertegenwoordigers van het bedrijfsleven en coördinatoren in de haven. We gaan dieper in op het innovatie-ecosysteem aan de hand van de twee hiervoor geïdentificeerde thema's duurzame haven en slimme haven, en de daaraan verbonden vernieuwing en innovatie

20 Wie als enige nu start met radicale vernieuwing verslechtert op korte termijn zijn concurrentiepositie, en het is maar de vraag of dat overleefd wordt, om de lange termijn ambities te bewerkstelligen.

21 Er lijkt alleen nog geen sprake van bewuste afstemming van beide beleidsstromen, althans niet herkenbaar voor een externe partij.

kansen. Omwille van de haalbaarheid richten we ons hierbij op twee specifieke onderdelen: het chemiecluster betrokken bij beleidsinitiatieven op het vlak van 'Smart Energy and Industry' en bedrijven actief in autonoom varen betrokken bij beleidsinitiatieven op het thema 'Smart logistics'²². Het betreft de resultaten van gesprekken met 11 anonieme experts en dient daarmee gelezen te worden als een overzicht van de uitkomsten van deze gesprekken, maar het betreft niet noodzakelijkerwijs een uitputtend overzicht van partijen actief in deze twee onderdelen.

Smart Energy and Industry

In het geval van Smart Energy and Industry lijkt **risicomanagement** een zeer belangrijke factor bij de adoptie (en daarmee valorisatie) van innovatie. In dit spoor zijn grote gevestigde partijen actief met grootschalige processen (zoals raffinaderijen) waarbij continuïteit en veiligheid van het bedrijfsproces van groot belang is. Voor kleinschalige experimenten (zoals een warmtepomp of elektrische boiler in een labsetting) heeft dit geen tot weinig gevolgen, deze vinden dan ook veelvuldig plaats, maar voor adoptie in of in plaats van het bestaande (grootschalige) primaire proces heeft dit wel gevolgen, dat blijkt in de praktijk lastiger stellen onze gesprekspartners.

Partijen zijn risicomijdend stellen de gesprekspartners en adopteren in hun primaire processen alleen nieuwe technieken die volledig bewezen zijn (**proven technologies**). De techniek moet in pilots betrouwbaar en bruikbaar zijn bewezen én er moet bewijslast zijn dat deze techniek efficiënt, veilig en betrouwbaar op te schalen is naar het bestaande grootschalige primaire proces²³. In gesprekken met de experts blijkt dat er een missende schakel is tussen kleinschalige, vaak laboratoriumachtige pilots en grootschalige implementatie, namelijk grootschaligere herhaalde implementatietests in een empirische setting. Het ontbreekt aan ruimte en middelen voor dergelijke tussenliggende implementatietests²⁴. Aanvullend onderzoek naar de behoefte aan en mogelijkheden tot het opzetten van dit soort tests is daarmee kansrijk, de vraag is in hoeverre bedrijven bereid zijn te investeren in deze tests en in hoeverre publieke investeringen nodig zijn om deze vorm van testen te stimuleren.

Ook is in het geval van Smart Energy and Industry sprake van '**windows of opportunity**' bij grote bedrijven die actief zijn op dit vlak, vooral in de chemie. Op zeer specifieke momenten, wanneer het productieproces vanwege grootschalig onderhoud en/of wetgeving wordt stilgelegd, is implementatie van nieuwe technieken mogelijk. Dit betekent dat enkele jaren vooruit gepland moet worden, of indien dit niet gedaan wordt, een vertraging van enkele jaren optreedt voordat nieuwe technieken kunnen worden geïmplementeerd. Dat is jammer stellen de gesprekspartners, want het kan leiden tot gemiste kansen indien publieke en private inspanningen onvoldoende op elkaar worden afgestemd door het missen van deze 'windows'.

Stakeholders zien in het brandstof- en chemiecluster dat partijen steeds grotere stappen nemen met het bestaande. Waterstof kan bijvoorbeeld met een vrij kleine ingreep worden gebruikt in verbranding (met aanpassing van branders). Ook kan bijvoorbeeld palmolie relatief eenvoudig worden toegepast als grondstof. Tegelijkertijd stellen zij dat een punt optreedt dat het nodig is om een volledig nieuw proces in te

22 Wij brengen daarmee een deel van het ecosysteem in kaart, deze verkenning is daarmee niet representatief voor het totale innovatie-ecosysteem in de Rotterdamse haven. Wel leveren de analyses interessante aanknopingspunten op voor verder onderzoek en relevante beleidsdilemma's. Aanvullend onderzoek naar bedrijvigheid in andere sectoren en technologievelden is waardevol om deze analyse aan te vullen.

23 Een belangrijke vraag is wanneer en of hierin een 'tipping point' op kan treden en onder welke condities.

24 In innovatietermen is sprake van een 'valley of death', de innovatie komt niet voorbij het niveau van noviteit tot een commercieel bruikbaar product.

richten en een nieuwe fabriek te bouwen²⁵. Dit beperkt de snelheid van valorisatie van innovatie, investeringen worden vooral gedaan als het echt nodig, er voldoende zekerheid is dat het op grote schaal werk en wanneer sprake is van een 'window of opportunity', zoals een grote onderhoudsronde. Dan treden grote risico's op en is het bijvoorbeeld van belang dat **wet- en regelgeving** aansluit. De energietransitie heeft grote politieke aandacht en daarom wordt voortdurend bijgestuurd. Beleidscontinuïteit en wederzijds begrip is dan van belang. Stakeholders stellen dat zij een heldere langetermijnvisie missen, maar ook praktische kennis bij regelgevers: het ontbreekt bijvoorbeeld aan fysieke ruimte om warmtepompen in te bouwen in bestaande raffinaderijen, daarvoor is een nieuw ontwerp van de raffinaderij nodig²⁶.

Stakeholders stellen dat de Rotterdamse regio, maar ook Nederland, niet het juiste niveau is om naar innovatie in de brandstof- en chemie-industrie te kijken. Zij stellen dat meer op **Europees niveau** gedacht moet worden, om regionale concurrentie op regelgeving te voorkomen. Stakeholders stellen dat Rotterdam als vestigingslocatie voor- en nadelen kent. Geografisch is de ligging erg goed, nabij lege gasvelden voor de afvang en opslag van CO₂, maar ook een ondiepe zee waar windmolenparken kunnen worden aangelegd. Ook de kennisinstellingen en het financieringsklimaat worden genoemd als positieve factoren. Wel zijn stakeholders kritisch op de instituties, de politiek wordt gezien als onvoorspelbaar en de positie van NGO's (zoals Urgenda) als buitengewoon sterk. Dat maakt regelgeving in Nederland zowel onvoorspelbaar als stringent, zeker in vergelijking met het buitenland.

Stakeholders verwachten dat aardolie als grondstof op termijn verdwijnt, maar dat er wel een vraag blijft bestaan naar brandstoffen, bijvoorbeeld (duurzame) kerosine. Een belangrijke nieuwe brand- en grondstof is daarnaast waterstof. Sommige stakeholders maken vooral gebruik van **externe innovatie**, bijvoorbeeld door strategische samenwerkingen met start-ups en scale-ups. Een voorbeeld hiervan is de inzet van BP op duurzame brandstof voor de luchtvaart via Fulcrum BioGenery (investering \$30 miljoen). Maar ook het partnerschap dat zij sluiten met Equinor op het gebied van offshore windenergie (investering \$1,1 miljard) en de intentieovereenkomst met Ørsted om op industriële schaal (50 megawatt) waterstof te produceren uit windenergie. Andere partijen kiezen juist voor meer interne innovatie met een **eigen onderzoeks- & ontwikkelafdeling**.

Stakeholders in het brandstof- en chemiecluster kijken naar een circulaire benadering van de energieketen. Dit brengt nieuwe uitdagingen met zich mee, bijvoorbeeld de wijze waarop met grondstoffen dient te worden omgegaan. Zo kunnen dierlijke vetten gezien worden als grondstof voor biobrandstof, maar kunnen deze vetten ook ziekteverwekkers meedragen. Dat zijn heel andere veiligheidsuitdagingen dan optreden bij het gebruik van aardolie. Dit vergt daarom ook **cross-over leren tussen disciplines**, zoals van de voedingsmiddelen- en afvalverwerkingsindustrie²⁷.

Stakeholders zien kansen in carbon capture and storage. De know-how ontwikkelt in de aardolie sector op het terrein van extractie van grondstoffen uit de bodem heeft raakvlakken met de benodigde know-how om CO₂ in de bodem op te slaan. Grote stakeholders zien kansen om de kennis van de hele keten te benutten. Zij kunnen als zodanig dienen als **market maker** voor nieuwe technologieën. Bijvoorbeeld de handel in waterstof.

Leren uit het buitenland is in het geval van de grote multinationals in het brandstof- en chemiecluster minder een onderscheidend criterium in Rotterdam, stellen stakeholders. **Kennisnetwerken** zijn mondi-

25 Dit is een tipping point, maar gezien vanuit Rotterdam ook een bedreiging. Het is allerm minst zeker dat een dergelijke raffinaderij in Rotterdam gebouwd wordt.

26 Het kapitaalintensieve karakter van het chemische cluster beperkt de mogelijkheid tot innovatie.

27 Een goede inbedding van het cluster in de regionale economie is daarmee van belang. De vraag dient zich aan of de Rotterdamse regio hiermee complexere producten kan produceren.

aal en er zijn geen technische belemmeringen om innovaties uit andere landen of werelddelen in Rotterdam toe te passen. Eventuele beperkingen ontstaan door verschillen in regelgeving of draagvlak. Binnen de regio wordt er samengewerkt, bijvoorbeeld in het H-vision project²⁸. Tegelijkertijd is er meer mogelijk, bijvoorbeeld het bundelen van krachten voor de technische ontwikkeling van installaties. Er zijn goede relaties tussen het cluster en kennisinstellingen, het Fieldlab Industriële Elektrificatie en de RDM-campus worden genoemd als positieve voorbeelden.

Ook in brandstof- en chemie zijn verschillende **incrementele innovaties** te duiden, zoals varianten op de brandstofmotor met nieuwe energiedragers (methanol, waterstof, ammonia), maar ook meer **radicale innovaties** zoals brandstofcellen en waterstof in een vaste drager (natriumboorhydride). De diversiteit van verschillende initiatieven in het brandstof- en chemiecluster kan als waardevol gezien worden. Het is onwaarschijnlijk dat er voor de maritieme sector een enkele oplossing leidend zal zijn in de verduurzamingsopgave. Daarvoor is er een te grote variëteit in schepen met verschillende vermogens en eisen aan het vaarbereik.

In de interviews komt ook naar voren dat de grote uitdagingen in het brandstof- en chemiecluster liggen meer in het **engineering bereik, valorisatie en commercialisatie van innovaties** dan in het daadwerkelijke onderzoek- en ontwikkelbereik²⁹. Zo is de techniek van brandstofcellen vrij ver ontwikkeld, bijvoorbeeld in de vorm van PEM (Proton Exchange Membrane) en SO (Solid Oxide) brandstofcellen waarvan veel verwacht wordt in combinatie met het gebruik van waterstof. De uitdaging is gelegen in het inpassen van deze techniek in installaties, bijvoorbeeld in de vorm van hybride systemen maar ook de opslag van vloeibare waterstof. Opslag in nuttige hoeveelheden vergt zeer hoge druk en een lek leidt tot extreem lage temperaturen.

Samenvattend, blijkt het innovatie-systeem op het terrein van Smart Energy and Industry vooral voor een **productinnovatie-** en **organisatievraagstuk** te staan. Er is sprake van beperkte urgentie in de praktijk, omdat bedrijven in het brandstof- en chemiecluster nu vooral worden afgerekend op lage productiekosten, zij produceren commodities³⁰. Als er niets aan de eindgebruiker of wet- en regelgeving verandert zo stellen zij, is er geen reden te innoveren. Strengere wetgeving is daarmee nodig, de dreiging van strengere wetgeving brengt nu al beweging tot stand. De voornaamste uitdaging bij het aanscherpen van wetgeving is een level-playing field. Daarmee is regelgeving op EU, of mondiaal niveau wenselijk. Stakeholders stellen dat innovatie in Rotterdam langzamer gaat, omdat de bestaande partijen en belangen groot zijn. De haven van Rotterdam verwelkomt het nieuwe en vernieuwt het bestaande. Het nieuwe raakt echter vaak ondergesneeuwd, zo stellen stakeholders, omdat het bestaande groot is. Op andere plekken in de wereld vindt meer vernieuwing plaats, omdat de bestaande partijen (en belangen) daar ontbreken of er vanuit centrale aansturing meer radicale keuzes gemaakt worden.

28 H-vision is een samenwerkingsverband van partijen, overwegend uit het havenindustriegebied van Rotterdam, zij werken samen aan waterstofoplossingen voor de industrie. Waarbij waterstof wordt geproduceerd uit raffinage restgassen (90%) en aardgas (10%), in combinatie met CO₂ afvang en opslag. <https://www.h-vision.nl/>

29 De kritische vraag die hierbij gesteld kan worden is, of deze stellingname voortkomt uit een mate van 'lock-in' of representatief is voor mondiale innovatie op dit terrein. Nadere analyse is hiervoor nodig (zie ook opvolgende hoofdstukken).

30 Dit in contrast tot de urgentie die wel doorklinkt in beleidstukken.

Smart logistics

In het geval van Smart Logistics, en in het bijzonder autonoom varen, is **informatiebeschikbaarheid en -deling** een kans. In de kern, en enigszins versimpeld, bestaan de informatiestromen voor autonome vaartuigen uit twee onderdelen: 1) de waarneming met sensors door het voertuig zelf en 2) externe informatievoorziening aan het vaartuig, bijvoorbeeld door informatiedeling van andere vaartuigen en/of sensoren op de wal (zoals radar). Het ontbreekt aan een systeem van veilige, uniforme maar toegankelijke externe informatievoorziening. Er is een afweging tussen privacywetgeving en cybersecurity overwegingen enerzijds en datatoegang voor experimenten anderzijds. Onderzoek naar een oplossing die een brug slaat tussen deze twee onderdelen kan bijdragen aan het mogelijk maken van dergelijke experimenten. Toegang op aanvraag met authenticatie voor spelers in autonoom varen tot informatiesystemen, lijkt daarbij een oplossingsrichting.

De **technische ontwikkeling** in autonoom varen gaat vrij hard. Captain AI is een goed en veelgebruikt voorbeeld van technologie op het gebied van autonoom varen waarbij een volledig autonoom schip wordt ontwikkeld waarbij gebruik wordt gemaakt van hifi-simulatie, sensoren en deep learning technieken. Ook Kotug is een partij die onder andere bezig is met een remote operated tug. Knelpunten bij de ontwikkeling van autonoom varen zijn het aantonen van de veiligheid van de systemen, wetgeving over hoeveel mensen aan boord van schepen moeten zijn bij verschillende soorten activiteiten (varen, laden/lossen) maar ook de economische haalbaarheid, sociale acceptatie en echte standaarden. Zo zijn er verschillende indelingen van de niveaus van autonomie, zoals de indelingen van Lloyds Register, de International Maritime Organisation (IMO), Central Commission for the Navigation of the Rhine (CCNR) en DNV GL. Deze indelingen overlappen voor een aanzienlijk deel, maar kennen ook verschillen.

Wet- en regelgeving en standaarden zijn belangrijk voor wat wel en niet mag, maar ook voor een uniforme aanpak van **verzekeringen**. Nu wordt elk object (schip) dat autonoom vaart apart verzekerd en wordt per casus berekend wat de premie zou moeten zijn. Op lange termijn is dat niet kosten efficiënt.

Een belangrijke vraag is wanneer bemanning nodig is en bij welke scheepstypen, en wanneer juist niet en er vanaf de wal kan worden gestuurd. Dit hangt samen met diverse thema's. De aanwezigheid van bemanning is het voornaamste **ontwerpcriterium** bij de bouw van veel schepen. Zonder bemanning kun je anders ontwerpen, vaak kleiner, efficiënter en goedkoper. Technische, klimatologische en economische doelen zijn dan met elkaar in één lijn, dit leidt tot versnelling. Zo heeft Fugro de functies van een bemand, 40 meter lang survey schip kunnen inpassen in een onbemand schip van 9 meter. Dat biedt mogelijkheden om goedkoper te bouwen met minder grondstoffen en energiezuiniger te varen, waarmee het doel van nul-emissie van Co2 sneller kan worden bereikt.

Ook hangt de aanwezigheid van bemanning samen met sociale acceptatie. **Het beroep van zeevarende** is breder dan het besturen van het schip en omvat ook veel (verantwoordelijke) taken op het gebied van veiligheid, calamiteiten en communicatie met de wal. Autonoom varen heeft grote gevolgen voor het hele ecosysteem in- en om de haven, voor veel partijen betekent dit dat het bedrijfsproces, en in sommige gevallen het verdienmodel, verandert. Een voorbeeld hiervan is het loodswezen en autonome schepen. Is een loods nog nodig, en zo ja stuurt deze vanaf de wal of het schip. Stakeholder stellen dat het voor veel partijen erg confronterend is om zo over de eigen rol na te denken.

Ook de **technische communicatie** tussen wal en schip is een aandachtspunt bij het varen zonder bemanning. Wanneer de handbesturing niet meer kan worden overgenomen, is het wegvallen van de verbinding een groter probleem. Dit kan gaan om storingen, maar ook vanuit het oogpunt van cybersecurity. Daarnaast verloopt de afhandeling van het schip in de haven anders zonder bemanning. Nu werken de bemanning en de cargadoor samen bij het laden en lossen.

Validatie en kwaliteitsborging van de softwaresystemen is ook een aandachtspunt, daarvoor is een eenduidige standaard nodig. Wanneer systemen gebaseerd zijn op machine learning, is het louter nalopen van de programmatuur (broncode) niet langer voldoende. Het **gedrag van het systeem** kan dan leiden tot onvoorziene uitkomsten, waarmee het gedrag en niet de broncode onderwerp van beoordeling moet zijn. De parallel naar het beoordelen van de competenties van een zeevarende is hierin opvallend.

Een belangrijk “potentieel” voordeel van autonome systemen is de consistentie in gedrag. De meeste ongelukken ontstaan in belangrijke mate door menselijke fouten, net als in andere sectoren. Mensen zijn niet altijd even scherp, niet allemaal even goed opgeleid en meer vatbaar voor externe omstandigheden. Tegelijkertijd, is het voornaamste gebied waar mensen wel structureel in uitblinken ten opzichte van machines is het aanpassen aan veranderende, nieuwe of unieke omstandigheden. Hoe je AI-systemen op hun kwaliteit en veiligheid kunt beoordelen is een wetenschapsvraag die aan belang wint nu implementatie dichterbij komt.

De ontwikkeling in autonoom varen vindt in Nederland voornamelijk plaats bij de kleinere bedrijven. In tegenstelling tot het buitenland, waar ook grotere partijen zich op autonoom varen richten, zoals het Noorse Kongsberg³¹, maar ook in Korea (Hyundai³² en Daewoo³³) en China³⁴. Daewoo kiest daarbij overigens voor een samenwerking met het havenbedrijf in Rotterdam³⁵. Wel zijn er diverse samenwerkingsverbanden; zo is SMASH! het Nederlandse forum voor de ontwikkeling van Smart Shipping en houdt zich onder meer bezig met autonoom varen. Ook op de TU Delft vindt veel onderzoek plaats verwant aan autonoom varen. Shipping technology is een voorbeeld van bedrijf wat autonoom varen al toepast op binnenvaartschepen. Door middel van de ST Black Box Pro is het mogelijk om kosten te reduceren, veiligheid te vergroten en werk op een binnenvaartschip makkelijker te maken. De technologie zorgt er voor dat de verzamelde informatie gebruikt wordt om beslissingen op het schip op den duur, autonoom door machine learning te laten maken en –zonder tussenkomst van mensen– operationeel kan zijn.³⁶

De ontwikkeling van autonoom varen is incrementeel van aard, maar bevat elementen die neigen naar meer radicale innovatie, zoals het onbemande schip wat Fugro ontwikkeld heeft. Het toepassingsgebied van deze meer radicale innovaties is soms ook buiten het vaarbereik gelegen. Zo zijn er voorbeelden van autonoom transport met behulp van drones. De ontwikkeling van drones zal nog even duren, maar het lijkt zeker een kansrijke ontwikkeling. De snelheid van een duidelijkheid van regelgeving is hiervoor belangrijk. In het buitenland is bijvoorbeeld ook meer mogelijk op het gebied van drones, zeker in Azië wordt daar meer beleidsruimte voor gemaakt, maar ook andere Europese landen lopen voor. In Nederland wordt samengewerkt onder de noemer Dutch Drone Delta, dit overstijgt het havengebied met partners als Schiphol en KPN, maar het havenbedrijf is hier partner. Zij testen ook kleinschalig met drones in de haven. Op dit moment is vooral het vastleggen van wet- en regelgeving belangrijk, daarvoor is er samenwerking met de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) en het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR).

Het innovatie-ecosysteem in brede zin

Het innovatie-ecosysteem blijkt zich, net als in de beleidstukken, op innovatierichtingen te richten. Vooral op energietransitie en digitalisering. De beleidskaders, en het innovatiesysteem, sluiten daarmee

31 <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-shipping/>

32 <http://www.hyundai-holdings.com/?p=115&idx=398>

33 <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20210622000591>

34 <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/china-will-lead-us15bn-autonomous-shipping-market-by-2025-58960>

35 <https://safety4sea.com/daewoo-shipbuilding-rotterdam-to-develop-smart-ships/>

36 <https://shippingtechnology.com/>

sterk op elkaar aan. Op het terrein van energietransitie wordt onder meer ingezet op waterstofprojecten en diverse andere alternatieve en/of potentiële brandstoffen. Op het terrein van digitalisering wordt ingezet op ketenefficiëntie- en optimalisatie (bijvoorbeeld Port Call Optimization, supply-chain efficiency, digital twin³⁷ en autonoom varen).

In de gesprekken blijkt dat in maritieme en logistieke sectoren vergroening en verduurzaming belangrijke thema's zijn, maar ook dat het relatief traditionele sectoren zijn waarin verandering langzaam op gang komt, aldus de gesprekspartners. Er zijn grote kansen in digitalisering waarbij bedrijfsprocessen efficiënter kunnen worden gemaakt. Dat draagt ook bij aan verduurzaming. De twee thema's zijn dan ook sterk verweven. Op het vlak van digitalisering valt op dat binnen organisaties veelal wel digitale technieken worden gebruikt, maar zo stellen stakeholders, dat er nog winst vooral te boeken is op digitale afstemming tussen organisaties³⁸. Stakeholders stellen dat er veel gepraat wordt over het gebruik van AI om deze informatiestromen beter te benutten, maar dat dit in de praktijk nog weinig gebeurt³⁹.

De meeste **stakeholders zijn kritisch** ten aanzien van de snelheid van innovatie in de haven van Rotterdam. Een gebrek aan urgentie⁴⁰ wordt veel genoemd als achterliggende reden. De meningen lopen wel uit een op dit vlak. Sommige stakeholders zien vooral kansen in de Rotterdamse haven, en stellen dat Rotterdam goed gepositioneerd is om deze te benutten en zien verdere innovatie als een kwestie van tijd. Terwijl, andere stakeholders (zeer) kritisch zijn op de kansen van Rotterdam. Zij zijn kritisch op het huidige beleid (in brede zin), en stellen dat de doelen niet ambitieus genoeg zijn⁴¹. In hun optiek prioriteert het beleid te veel het bestaande en de korte termijn. Zij pleiten voor een grootschaligere, meer ambitieuze aanpak. Zij zien het Europese en mondiale niveau als het juist schaalniveau hiervoor. Een ambitieuze nationale strategie, met een sterke lobby in Europa zien zij als kansrijk. Zij stellen dat scherpe kaders nodig zijn op nationaal niveau, de innovatie op regionaal niveau zien zij vooral als aangelegenheid van het bedrijfsleven.

In het innovatiesysteem is sprake van **triple-helix samenwerking**. Er liggen sterke relaties tussen de bedrijven, (semi)-publieke organisaties en kennisinstellingen. Stakeholders stellen dat sprake is van goede samenwerking, maar niet altijd van één netwerk. Zij noemen gevallen waarin partijen samenwerken, maar waarin deze samenwerking zich naast een samenwerking van andere organisaties afspeelt, zonder dat sprake is van goede afstemming tussen beide samenwerkingsinitiatieven. Bedrijven werken vooral samen binnen ketens, maar minder tussen (verschillende) ketens.

Gesprekspartners benoemen ook het grote commitment aan kolen, olie en gas en de daaraan verbonden infrastructuur in Rotterdam. Dat is een **remmende factor** en wordt door betrokken gezien als een conservatieve industrie. Andere havens, zoals Groningen, kunnen nu al veel harder inzetten op alternatieve technologieën, zoals waterstof. Daar is de transitie al sterker: het was gas en het wordt waterstof, de urgentie is daar ook groter. Rotterdam zit gevangen in het huidige commitment, de economische zwaarte en het ruimtebeslag van de bestaande industrie. Die maken het moeilijker om grootschalig in te zetten op de technologie van de toekomst, zonder harde keuzes te maken.

37 <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-digital-twin-rotterdam/>

38 Dit is een collectief vraagstuk, waarin publieke partijen een belangrijke rol kunnen spelen in het faciliteren en mogelijk maken (via regelgeving).

39 Hierbij staan praktische bezwaren en wetgeving vaak in de weg.

40 De vraag van probleemeigenaarschap is hierbij relevant. De diverse stakeholders zijn onderdeel van het ecosysteem, maar laken ook het gebrek aan ervaren urgentie in hetzelfde systeem. Er lijkt daarmee sprake van een klassiek collective action problem.

41 Deze private partijen proberen op eigen gelegenheid zelf actief verder te komen dan de bestaande doelstellingen.

Binnen de van oorsprong conservatieve sectoren is Rotterdam wel de **innovatieplek** stellen gesprekspartners, omdat bedrijven er vaak als eerste nieuwe technieken toepassen. Grote rederijen optimaliseren hun planning juist in de haven van Rotterdam. Containerterminals automatiseren en industrie breidt uit in Rotterdam. Sommige bedrijven hebben al de schaal om in Rotterdam op eigen terrein innovaties testen. De Rotterdamse haven heeft zeker dan ook juist weer voordelen door de goede ligging, de grote installaties, de sterke kennisinfrastructuur en het internationale karakter.

Het havenbedrijf is ondersteunend, en in sommige gevallen initiatief nemend, in deze innovaties. Een voorbeeld is het Floating Lab (RPA3), dat beschikbaar wordt gesteld aan de markt om te testen. Daar wordt ook gebruik van gemaakt. Een ander belangrijk project in dit kader is de Digital Twin, dit soort ervoor dat verschillende fysieke elementen dezelfde betekenis hebben in elk systeem. Er is daarmee sprake van een uniforme, gestandaardiseerde informatievoorziening. In bredere zin valt op dat de digitale transitie in de haven nog sterk leunt op het breed en veilig beschikbaar maken van informatie, geavanceerde verwerking van informatie tot nieuwe kennis (bijvoorbeeld met behulp AI en/of Quantum technologie) lijken verder weg.

3.4 Bevindingen hoofdstuk

In de literatuurstudie werd geconstateerd dat regionaal concurrentievermogen afhangt van de samenstelling van en de onderlinge verbinding tussen actoren in het innovatiesysteem, maar ook van een grote mate van openheid en verbinding met mondiale innovatienetwerken. Een innovatiesysteem bestaat uit twee complementaire onderdelen: kennisontwikkeling en valorisatie. In hoeverre sluit het innovatiesysteem aan op dit ideaalbeeld?

Op hoofdlijnen blijkt uit de gesprekken – en de beleidstukken – dat de haven van Rotterdam vooral een plek is waar nieuwe technieken (innovaties) worden toepast in de praktijk (valorisatie) en in sommige gevallen tot economische levensvatbare producten worden doorontwikkeld (commercialisatie). Het is (vaak) niet de plek waar nieuwe technieken bedacht worden, en er is weinig sprake kennisontwikkeling met een analytische kennisbasis⁴² en daarmee is het potentieel voor radicale innovatie lager. Ontwikkelingen zijn vaker incrementeel en toegepast en gebaseerd op een synthetische kennisbasis⁴³. Er is sprake van een goed ontwikkeld systeem van valorisatie, met bijbehorende commerciële kansen.

De beleidsambities (zie 3.1 en 3.2) zijn ambitieus en sluiten aan op de huidige transitieopgaven. De ambities sluiten niet aan bij de weerbarstige praktijk. Individuele bedrijven missen de slagkracht en ook wel de wil als het niet de verzekering heeft van continuïteit en borging. Inbedding en complexiteit zijn cruciaal. Het gevonden gat tussen beleidsvoornemen en ambities enerzijds en praktijk anderzijds is zeer begrijpelijk, maar zorgelijk.

Transities zijn doelgerichte innovaties, waarvan bekend is dat deze moeilijk stuurbaar zijn en een flinke afwijking betekent van het huidige ontwikkelpad. De daadwerkelijke innovatie in de haven lijkt op dit moment vooral gericht op het voortzetten van het bestaande ontwikkelpad (path extension) met beperkte vernieuwing binnen bestaande kaders. De innovatie is minder gericht op aanpassing van het ontwikkelpad (path renewal), al is er wel heterogeniteit in de sectoren. Zo zien wij meer aanwijzingen van vernieuwing op het thema 'autonoom varen' dan op het thema 'chemie'. We zien geen aanwijzingen van het creëren van nieuwe ontwikkelpaden (path creation), zowel in de praktijk als in beleid. Dat is ook te verklaren omdat het creëren van een volledig nieuw pad kostbaar dan wel onmogelijk is.

42 Begrepen als fundamentele kennis gebaseerd op zuiver wetenschappelijk onderzoek.

43 Op ervaring gebaseerd leren bijvoorbeeld in het engineering bereik. Het leren van nieuwe ontwerp oplossingen.

Er lijkt daarmee sprake van tekenen van 'lock-in' vooral in het chemiecluster⁴⁴. Het is onduidelijk in hoeverre het cluster bovenmatig goed is aangehaakt op mondiale kennisnetwerken waar vernieuwing plaatsvindt. In onze verkenning komen we deze relaties beperkt tegen⁴⁵. Dit laat de kwetsbaarheid van de Rotterdamse haven zien voor de opkomst van radicaal nieuwe technieken die niet op het bestaande aansluiten. Het risico bestaat dat Rotterdam de boot mist, daar waar het radicaal nieuwe en doorbraak-technologie betreft. Opschaling en acceptatie van nieuwe technologie ondervindt hinder van bestaande belangen en verdienmodellen.

In het navolgende worden de bevindingen in dit hoofdstuk per thema puntsgewijs samengevat.

Kenmerken van het innovatiesysteem

- Het Rotterdamse innovatie-ecosysteem in en rond het haven-industrieel complex is heterogeen. Het wordt gekenmerkt door diverse grote bedrijven actief in volwassen industrieën én diverse kleinere partijen die inspelen op technologische veranderingen.
- Voor de grote bedrijven geldt dat zij verschillende visies hebben op de wijze waarop zij innoveren. Sommige grote spelers internaliseren innovatie en investeren met een eigen onderzoeks- en ontwikkelafdeling in ontwikkeling van nieuwe producten, processen en technieken. Andere grote spelers werken actief samen met kleinere bedrijven en/of start-ups om nieuwe kennis binnen te halen en zorgen zo voor vernieuwing.
- Dit hangt samen met de mate van open-innovatie. In het verleden kozen spelers in het havengebied voor meer gesloten vormen van innovatie. De experts stellen dat hierin een verschuiving optreedt, maar nog wel meer winst te boeken is.

Aard van de innovatie

- De meeste innovatie-initiatieven die wij waarnemen in deze fase van het onderzoek in de Rotterdamse praktijk en in de beleidstukken, zijn gericht op incrementele innovatie of valorisatie van innovatie. Bijvoorbeeld in de vorm van het verbeteren van bestaande producten, door deze (gedeeltelijk) autonoom te maken, of door een andere energiebron in het proces aan te wenden.
- Incrementele innovatie in de Rotterdamse haven moet niet worden verward met onbeduidend. Hoewel technologische stappen wellicht bescheiden zijn, is de schaal van toepassing dat niet. De praktische toepassing van nieuwe technieken in de haven van Rotterdam is een grote procesmatige opgave.
- Radicale innovatie, waarbij volledige nieuwe technieken worden toegepast die leiden tot nieuwe producten hebben wij niet waargenomen⁴⁶. Wel worden slimme, nieuwe producten ontwikkelt op basis van bestaande technieken. In Rotterdam daarmee is eerder sprake van radicale valorisatie: groot-schalig toepassen van technieken zodat het op internationale schaal concurrerend is, dat is op zichzelf innovatief. Het opschalen van een techniek naar het niveau van wat we nu gewend zijn van fossiele brandstoffen zou een grote procesinnovatie zijn.
- Opvallend is dat in veel gevallen geen onderscheid wordt gemaakt tussen verschillende vormen van innovatie (en processen gerelateerd aan innovatie). Radicale innovatie waarbij technologie voor algemeen nut (general purpose technology) wordt ontwikkeld, verschilt veel van initiatieven gericht op valorisatie van innovatie in concrete producten en diensten, of zelfs processen van commercialisatie. Analyse van en visie op de totale keten van innovatie kan gebruikt worden om het beleid aan te

44 Het is relevant om te onderzoeken in hoeverre de onderzochte speerpunten exemplarisch zijn voor het totale innovatiesysteem, of uitzonderingen betreffen.

45 We kunnen niet eenduidig constateren wat de kwaliteit is van deze relaties (dat was ook niet de doelstelling), maar agenderen dit wel voor vervolgonderzoek, omdat het een belangrijke succesfactor is voor het regionale innovatie systeem.

46 Aangezien deze fase van het onderzoek een verkenning betreft, moeten we voorzichtig zijn en kunnen we niet stellen dat dergelijke innovatie zich niet in de haven afspeelt. Desalniettemin, kunnen we wel stellen dat ook de geraadpleegde experts de mate van innovatie in de meeste gevallen niet als radicaal beschouwen.

scherpen. In de diverse beleidsstukken en discussies worden innovatie, valorisatie en commercialisatie door elkaar gebruikt.

Externe verbinding

- Directe samenwerkingsrelaties met andere (Europese) havengebieden lijken beperkt, experts geven aan dat daar niet de voornaamste aandacht naar uitgaat. Dit lijkt een gemiste kans en vergt aanvullende analyse. Directe samenwerkingsrelaties op nationaal niveau worden daarentegen wel gestimuleerd vanuit actoren in het innovatie-ecosysteem⁴⁷.
- De relaties tussen het havengebied en het stedelijk gebied op het terrein van innovatie zijn impliciet, wel liggen er relaties met onderwijs- en kennisinstellingen. Zoals de TU Delft, TNO en met diverse hogescholen en MBO's, zoals op de RDM Campus. Gerelateerd aan het in kaart brengen van de keten van innovatie kan ook het geografisch beslag in de regio nader worden onderzocht, waarbij een analyse kan worden gemaakt of de verschillende onderdelen van de keten in de regio zijn vertegenwoordigd en hoe de schakels in de keten onderling verbonden zijn.
- Een vergelijkbare conclusie kan worden getrokken ten aanzien van de relatie regio-nationaal niveau. De innovatieopgaven die in deze studie aan de orde komen, zijn opgaven van nationaal belang alsmede de rol van het Rotterdamse havenindustriële complex op de thema's autonoom varen en energietransitie. Verdergaande aansluiting bij beleidsinitiatieven op bovenlokaal niveau ligt daarmee voor de hand, waarmee regionale concurrentie binnen Nederland voorkomen kan worden.
- Innovatie is een veld waarbij intra-nationale concurrentie inhoudelijk nauwelijks een rol van betekenis speelt, maar sprake is van internationale concurrentie tussen regio's. Een helder beeld van concurrerende, maar vooral complementaire regio's kan bijdragen aan het versterken van het innovatieklimaat in de Rotterdamse haven, of beter gesteld, in Nederland.

Publieke visie en regelgeving

- Diverse publieke partijen en netwerkorganisaties zijn betrokken of voelen zich betrokken bij het innovatie-ecosysteem in de Rotterdamse haven. Er lijkt sprake van bestuurlijke drukte. Het valt op dat de diverse organisaties op hoofdlijnen dezelfde doelen nastreven namelijk doelen aansluitend op het versterken van concurrentiekracht (slimme haven) en bijdragen aan de klimaatopgave (duurzame haven), maar andere accenten leggen⁴⁸. Dat zien wij niet noodzakelijkerwijs als problematisch, omdat verschillende paden naar succes worden verkend. Wel is waakzaamheid geboden waar dubbele inzet van middelen op hetzelfde vraagstuk plaatsvindt of fragmentatie optreedt.
- Een nadere afstemming tussen het bredere beleidskader economie en beleidsdocumenten gericht op de (zee)havens kan het innovatiesysteem versterken. De beleidsdocumenten leggen nu verschillende accenten in het bereiken van de gezamenlijke doelstelling, deze accenten lijken niet in alle gevallen verenigbaar qua tijdshorizon en beoogde innovatiegraad.
- Wet- en regelgeving anticipeert niet snel genoeg op de innovatieve ontwikkelingen, aldus de stakeholders. Dit zorgt voor vertraging van het valoriseren van nieuwe technologieën. Continuïteit van overheidsbeleid blijkt van groot belang voor innovatie. Innoveren is een risicovolle investering met een onzekere uitkomst. Beleidsonzekerheid stapelt zich boven op de reeds aanwezige risico's in het innovatieproces en heeft een remmende werking. Tegelijkertijd loopt wet- en regelgeving onoverkomelijk achter op innovatie, dit maakt dat beleid ook voldoende ruimte moet bieden voor innovatie.

⁴⁷ Partijen als SmartPort en DeltaLinqs spelen hierin een belangrijke verbindende rol.

⁴⁸ Het voornaamste verschil is gelegen in de wijze waarop gekeken wordt naar bestaande bedrijvigheid en infrastructuur in het havenindustriële complex. Beleidsstukken gericht op de bredere economie kiezen ontwikkelpaden die niet noodzakelijkerwijs het bestaande havenindustriële complex als gegeven beschouwen of inzetten op de ontwikkeling hiervan, terwijl beleidsstukken gericht op de toekomst van zeehavens deze infrastructuur logischerwijs wel als uitgangspunt kiezen en het behoud hiervan tot doel stellen.

Aanbeveling: een heldere en duidelijke langetermijnvisie, met stringente doelen en een duidelijke weg er naartoe. Voor het overige, regelarm met voldoende (discretionaire) ruimte om innovatie-experimenten ruimte te bieden.

- De reikwijdte van beleid en praktijk op innovatie in de (bestaande) haven is ambivalent. Enerzijds kunnen innovaties tot op zekere hoogte toepast worden in bestaande structuren en in combinatie met bestaande technologieën. Anderzijds, is er een plafond aan deze toepassingen en vergen meer ambitieuze innovaties ruimtelijk-economische keuzes tussen het nieuwe en het oude⁴⁹. Er lijkt hiermee een grens aan de mate waarin binnen bestaande ruimtelijk-economische structuren ruimte kan worden gegeven aan de transitie. Grootschalige herstructurering van de bestaande industrie lijkt onvermijdelijk en is een belangrijke beleidsopgave. Tegelijkertijd, ligt het voor de hand dat ingezet wordt op innovaties die aansluiten bij de arbeidsmarkt, ruimtelijke condities en expertise die in de regio aanwezig zijn.

Knelpunten

- De investeringen die nodig zijn om de energietransitie te bewerkstelligen, zijn in veel gevallen substantieel en (nog) niet economisch rendabel. Bestaande businessmodellen zijn nog profitabel en passen zich daarmee niet snel aan de vernieuwing aan. In veel gevallen gaat het om procesoptimalisaties die de winstgevendheid niet vergroten. De ervaren urgentie bij organisaties om te innoveren op duurzaamheidsvlak wordt hierdoor geremd.
- Ook de inbedding in de lokale ruimte is ook een knelpunt. De energie- en grondstoffen transitie vraagt (tijdelijk) extra ruimte van de zeehavens. Deze ruimtevraag gaat samen met een bredere schaarste van ruimte, naast ruimte voor havenactiviteiten is er behoefte aan ruimte voor wonen, andere werkgelegenheid, recreatie, infrastructuur en milieucompensatie.
- Het endogene innovatievermogen van het bedrijfsleven verbonden aan de haven is nog niet expliciet in beeld.

Kansen

- Specifiek voor de twee onderzochte sporen: Smart Energy and Industry & Smart Logistics, kunnen verschillende kansen benoemd worden die het innovatieproces kunnen versnellen.
 - In het geval van Smart Energy and Industry betreft het de overbrugging van de kloof tussen pilots en de implementatie van nieuwe technieken in bestaande grootschalige praktijk, maar ook het bewust benutten en plannen met 'windows of opportunity'.
 - In het geval van Smart Logistics, en in het bijzonder autonoom varen, is informatiebeschikbaarheid en -deling een kans. Toegang op aanvraag met authenticatie voor spelers in autonoom varen tot informatiesystemen, lijkt daarbij een oplossingsrichting. Dat is een basisvoorwaarde voor het toepassen van de technologieën waar grotere kansen liggen, zoals AI en Quantum computing.
- Het is op dit moment onduidelijk in hoeverre inpassing van bestaande innovaties in de bestaande infrastructuur technisch onmogelijk zijn of juist vragen om innovaties in ontwerp, techniek, wetgeving en proces. De gesprekspartners zien diverse bezwaren bij de inpassing, maar beoordelen dit ook vanuit het huidige kennisniveau in de sector⁵⁰.

3.5 Agenda voor het vervolg

Aansluitend op de hiervoor genoemde conclusies werden in hoofdstuk 2 vier valkuilen van innovatiebeleid genoemd.

49 De benodigde innovaties in bijvoorbeeld raffinaderijen, zijn van dusdanige aard dat een nieuwe raffinaderij gebouwd moet worden. De vraag is, of Rotterdam daar nog de aanwezige plek voor is.

50 Kenmerk van innovatie is dat de oplossing ook nog niet bij de experts bekend is (zie hoofdstuk 2).

1. Gebrek aan gezamenlijke visie tussen actoren.
2. Gebrek aan economische haalbaarheid.
3. Gebrek aan eenduidig beleid.
4. Gebrek aan reflectie en monitoring.

Wij zien tekenen van deze valkuilen in het innovatie ecosysteem. Tegelijkertijd is reflectie en nuancering nodig. In elke praktijksituatie is er afwijking van het ideaalbeeld. Desondanks, zien wij aangrijpingspunten voor verbetering en nieuwe analyse.

Gezamenlijke visie

In het ecosysteem is sprake van samenwerking, en tot op zekere hoogte, van gedeelde visies. Wel zijn deze visies actor-, sector- en samenwerkingsverband afhankelijk. Het ontbeert aan een eenduidige visie op systeemniveau.

Economische haalbaarheid

De kracht van het Rotterdamse innovatie ecosysteem is het vermogen tot incrementele innovatie naar economische haalbare producten.

Eenduidig beleid

Er zijn veel (semi-)publieke partijen actief in het innovatie ecosysteem rond de haven van Rotterdam. Deze actoren stemmen onderling af en vormen een professioneel netwerk. De visies streven op hoofdlijnen dezelfde doelen (slimme en duurzame haven) na. Een belangrijk verschil is het belang dat wordt gehecht aan de inpassing van bestaande infrastructuur en bedrijvigheid.

Reflectie en monitoring

Er is ruimte tussen droom en daad. De beleidsmatig gewenste transitie komt langzaam op gang. Dit vraagt om meer reflectie en monitoring. In hoeverre worden doelstellingen bereikt, maar vooral ook waar worden doelen niet gehaald en waarom? Ook reflectie op de redenen waarom doelen niet gehaald worden is wenselijk.

Naar een impuls aan het innovatiesysteem

Samenvattend, zijn er mogelijkheden om het innovatieklimaat te versterken, door de activiteiten van publieke en private actoren meer met elkaar in lijn te brengen aan de hand van een gezamenlijk gedragen doelstelling. Maar, waar zou de regio dan op in moeten zetten? En, hoe kan dit beleidsdoel tot gezamenlijk doel van het innovatiesysteem worden gemaakt? Dit komt in het vervolg aan bod.

De transitieopgaven vragen om een heroriëntering van het innovatiesysteem naar een hernieuwd groeipad (*path renewal*). Dit vergt de inzet op technologieën waarin de regio sterk is, omdat de bedrijven in de regio en professionals op de arbeidsmarkt de kennis en competenties in dat geval in huis hebben om concurrerend te zijn in de kenniseconomie. Ook vraagt het inzet op technologieën waarin de regio zich kan onderscheiden. Technologieën die leiden tot een uniek, moeilijk te kopiëren, concurrentievoordeel. Dit zijn doorgaans meer complexe activiteiten. Een scherpe positionering en profilering stelt de regio daarnaast in staat om zich te verbinden aan regio's waar complementaire kennis aanwezig is.

In het navolgende hoofdstuk worden deze technologieën geanalyseerd aan de hand van patentanalyse en wordt de innovatiekracht van de regio in kaart gebracht.



Patent-analyse

4.1 Verantwoording inventarisatie relevante technologische termen

In de eerste fase van het onderzoek (zie hoofdstuk 3) naar het innovatie-ecosysteem zijn twee methodes gebruikt om in kaart te brengen welke innovatie initiatieven in de Rotterdamse haven kunnen worden geïdentificeerd. Daarvoor hebben wij interviews met experts vanuit kennisinstellingen, brancheverenigingen en diverse bedrijven uit de Rotterdamse haven gevoerd. In deze interviews hebben wij gevraagd naar technologieën, vakgebieden en vormen van innovatie waar de partijen mee bezig zijn en kennis van hebben. Deze termen zijn gebundeld en kwalitatief en kwantitatief gewogen om tot een gewogen lijst van termen te komen die de focus van de haven representeert. Daarnaast is een uitgebreide documentanalyse uitgevoerd, waarin is gekeken naar hoe het beleid rondom innovatie op verschillende schaalniveaus (nationaal, regionaal, gemeentelijk) beschreven wordt. Deze analyse gaat in op de uitgezette beleidsmatige speerpunten, waar bestuurlijk op wordt ingezet, en welke transities worden verwacht.

Gezamenlijk heeft dit tot een tweetal deelproducten geleid. Enerzijds is er een lijst met termen die verzameld zijn uit de interviews als input voor de patentanalyse van dit onderzoek opgeleverd. Deze is opgenomen in bijlage B2 bij dit rapport. Anderzijds is er een lijst met termen die is verzameld op basis van analyse van beleidsdocumenten, deze lijst is opgenomen in bijlage B1 bij dit rapport. Deze lijsten met begrippen vormt het vertrekpunt voor het vervolg.

4.2 Kansrijke activiteiten: gerelateerdheid, complexiteit en complementariteit

In het vervolg gaan we in op de volgende vragen:

- Waar liggen kansen in het Rotterdamse Havengebied? En zijn de gestelde prioriteiten ook daadwerkelijk kansrijk?
- Moet het Rotterdamse Havengebied dat in zijn eentje doen om deze kansen te benutten, of moet er samenwerking worden gezocht met andere regio's in Nederland en Europa? Maar met welke regio's dan, en waarom?

Uit de literatuur is bekend dat het vermogen van regio's om nieuwe activiteiten te ontwikkelen sterk verschilt tussen regio's. Silicon Valley in de VS en Beieren in Duitsland zijn beroemde voordelen van regio's die sterk innovatief zijn, in tegenstelling tot regio's als Wallonië en het Italiaanse Calabrië. Wat maakt dat sommige regio's meer succesvol zijn op het gebied van economische vernieuwing? Uit studies blijkt dat nieuwe economische activiteiten in een regio niet vanuit het niets ontstaan, maar vaak voortbouwen op bestaande competenties in een regio. Dat wil zeggen, regio's diversificeren in nieuwe activiteiten die gerelateerd zijn aan bestaande activiteiten in een regio. Dit wordt ook wel gerelateerde diversificatie genoemd. Figuur 4.1 illustreert dit aan de hand van het diversificatieproces in regio A. Deze regio is eerst gespecialiseerd in motorfietsen, waarna het diversificeert in auto's, en vervolgens een nieuwe specialisatie ontwikkelt in vrachtwagens. Tijdens dit diversificatieproces bouwt regio A telkens voort op bestaande kennis en ervaring in machinebouw in de regio. Regio B daarentegen laat een heel ander type diversificatieproces zien. Deze regio is eerst gespecialiseerd in kleding, vervolgens in

vliegtuigbouw, en daarna in farmacie. Elke keer dat regio B diversificeert moet het een geheel nieuwe kennisbasis van de grond af opbouwen, omdat de lokale kennisbasis niet voldoet aan de nieuwe eisen die worden gesteld door de nieuwe specialisatie. Dit wordt ook wel ongerelateerde diversificatie genoemd. Uit studies blijkt dat ongerelateerde diversificatie in de praktijk veel minder voorkomt.

Figuur 4.1. Gerelateerde en ongerelateerde diversificatie

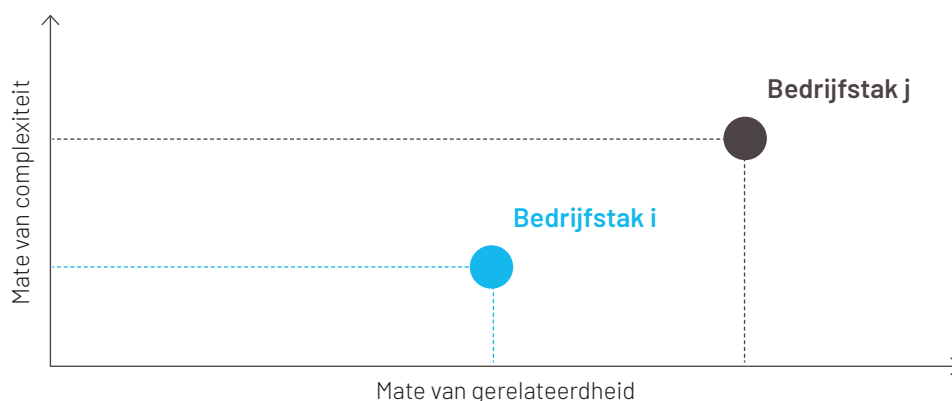


Dit heeft implicaties voor regionaal innovatiebeleid. Een regio moet op basis van de eigen competenties bepalen in welke activiteiten het kansrijk is. Op deze wijze wordt ingespeeld op kansen tot vernieuwing die in een regio aanwezig zijn. Het voortbouwen op bestaande competenties in een regio biedt dus kansen, maar stelt ook grenzen. Een regio kan niet zomaar in elke (gewenste) richting diversificeren. Beleid dat inzet op economische activiteiten waar de regio geen enkele relevante kennis en ervaring in heeft is risicovol. 'Bottom-up' beleid op basis van lokale kennis dat initiatieven vanuit de regio faciliteert heeft daarom de voorkeur, mits de nadruk op economische vernieuwing ligt.

Dit onderzoek naar kansrijke activiteiten in het Rotterdams Havengebied vindt plaats op basis van twee theoretische concepten: gerelateerdheid en complexiteit. Gerelateerdheid verwijst naar de kosten die een regio moet maken om succesvol te diversificeren. De kosten en risico's van gerelateerde diversificatie zijn lager dan die van ongerelateerde diversificatie. Immers, bij gerelateerde diversificatie kan worden voortgebouwd op bestaande kennis en vaardigheden in de regio. Dus hoe meer een potentiële nieuwe activiteit gerelateerd is aan bestaande activiteiten in een regio, hoe lager de kosten en risico's om deze nieuwe economische activiteit te ontwikkelen. Naast de aanwezige competenties in een regio is ook de mate van complexiteit van competenties van belang om in te schatten welke activiteiten kansrijk zijn in een regio. Complexiteit verwijst naar het unieke, maar ook geavanceerde karakter van competenties, en de inspanning die het kost om deze competenties te verwerven. Hoe meer complex een nieuwe activiteit is, hoe hoger de potentiële economische opbrengsten in een regio (Hidalgo and Hausmann 2009). Studies laten zien dat hoe hoger de complexiteit van activiteiten in een regio, hoe hoger de economische groei (Balland & Rigby, 2017; Balland e.a. 2020). Pinar en Scherngell (2020) hebben voor 193 stedelijke agglomeraties in Europa laten zien dat de complexiteit van kennis van activiteiten een positief effect heeft op groei van Bruto Regionaal Product. Om deze reden wil elke regio wel nieuwe activiteiten ontwikkelen die een hoge mate van complexiteit kennen, zoals Kunstmatige Intelligentie. Regio's hebben dus een sterke economische prikkel om te diversificeren in complexe activiteiten. In de praktijk blijkt dat echter lastig. Uit onderzoek blijkt dat dat vaak alleen maar lukt als de regio over de vereiste competenties beschikt (Balland et al. 2019). Rigby e.a. (2021) hebben aangetoond dat steden in Europa die diversificeren in meer complexe en tegelijkertijd meer gerelateerde technologieën een hogere BRP-groei en een hogere werkgelegenheidsgroei kenden.

Dus om in te schatten in welke activiteiten het Rotterdams Havengebied het meest kansrijk is, wordt gebruik gemaakt van de concepten gerelateerdheid en complexiteit. Dit wordt verder geïllustreerd in Figuur 4.2. Bij het maken van keuzes in het kader van beleid ligt het meer voor de hand om voor nieuwe sector j te gaan, en niet voor sector i. Sector j scoort namelijk hoger op gerelateerdheid, wat wil zeggen dat er meer relevante kennis in de regio aanwezig is. Bovendien scoort sector j ook hoger op complexiteit, wat wil zeggen dat het potentieel meer economische opbrengsten oplevert voor de regio.

Figuur 4.2. Identificatie van kansrijke activiteiten



Bron: Balland et al. (2019), eigen bewerking.

Naast de competenties in de eigen regio kan worden gekeken naar competenties in andere regio's, en in hoeverre die relevant zijn voor de competenties in de eigen regio. Op die manier kan in kaart worden gebracht wat de diversificatiekansen van een regio zijn in een nieuwe economische activiteit, door toegang te krijgen tot complementaire (dat wil zeggen, gerelateerde) competenties in andere regio's waar de regio zelf niet over beschikt. Balland en Boschma (2020) hebben een methode ontwikkeld die voor elke potentiële nieuwe activiteit in een regio meet welke regio's in Europa over de vereiste competenties beschikken. Op basis van deze informatie kan worden aangegeven met welke regio's een regio een strategisch partnership zou kunnen aangaan om deze nieuwe activiteit tot ontwikkeling te brengen.

Samengevat, identificatie van kansrijke activiteiten in een regio wordt gedaan op basis van drie criteria: (1) activiteiten in een regio die **gerelateerd** zijn aan bestaande activiteiten in een regio; (2) die de regionale economie **complex** maken; en (3) die toegang hebben tot relevante **complementariteiten in andere regio's**. Dit vereist identificatie van potentiële nieuwe activiteiten in een regio die aan deze criteria voldoen. Op die manier wordt bepaald waar innovatieve kansen liggen voor het Rotterdams Havengebied.

4.3 Gebiedsafbakening en data

In de eerste plaats moet worden bepaald hoe we het Rotterdamse Havengebied afbakenen. In overleg met de opdrachtgever hebben we besloten om een vrije ruime definitie te hanteren die meer omvat dan het Havengebied alleen. We hebben ervoor gekozen om de 3 COROP-regio's Delft en Westland (COROP27), Zuidoost Zuid-Holland (COROP30) en Groot Rijnmond (COROP29) hieronder te rekenen.

Kansrijke activiteiten worden op basis van twee afzonderlijke databronnen in kaart gebracht. Ten eerste worden met behulp van patent-data de technologische diversificatiepotenties van het Rotterdamse

Havengebied ingeschat. Patent-data vormen een rijke bron van informatie omdat veel nieuwe kennis wordt opgeslagen in patenten. In deze studie wordt de locatie van een patent bepaald aan de hand van het adres van de uitvinder. Dit geeft een goed beeld van de locatie waar de nieuwe kennisontwikkeling heeft plaatsgevonden. In navolging van veel andere studies zullen we de OECD REGPAT patent dataset (versie 2021) gebruiken, die patentdata voor alle OECD-landen op regionaal niveau bevat voor de periode 1990-2019. Er wordt een onderscheid gemaakt naar ongeveer 250.000 verschillende technologieklassen. We kunnen dus heel nauwkeurig bepalen in welke technologieën nieuwe kennisontwikkeling plaatsvindt, en waar. We presenteren de uitkomsten van de patentanalyse op 2-digit niveau (35 technologieën). Met patentdata wordt bepaald welke technologieën in het algemeen in het Rotterdamse Havengebied het meest kansrijk zijn, en in hoeverre de regio ook kansrijk is in zelfbenoemde prioriteiten, die zijn gedocumenteerd in hoofdstuk 3 van dit rapport.

Patent-analyse alleen geeft echter een eenzijdig beeld. Het meet immers slechts een beperkt deel van de kennis die relevant is voor regionale diversificatie. Low-tech en incrementele kennis wordt minder opgepakt door patenten, terwijl dit type kennis ook kansen biedt voor diversificatie, met name in regio's waar weinig wordt gepatenteerd. Ook komt bij patent-analyse de dienstensector er karg van af, omdat er relatief weinig in dienstensectoren wordt gepatenteerd. Daarom worden in deze studie naast kansrijke technologieën ook kansrijke sectoren in kaart gebracht. Het voordeel van gebruik van sector-data is dat deze alle activiteiten in een economie omvatten. Patent-analyse geeft bovendien geen volledig inzicht in de vraag of deze nieuwe kennis ook daadwerkelijk economisch wordt aangewend in een regio. Analyse van diversificatie-potenties in sectoren in een regio doet dat op zekere hoogte wel. We gebruiken zogenaamde LISA sector-data die op regionaal niveau het aantal werkzame personen per sector voor de periode 2018-2020 meten. We presenteren de uitkomsten van de sectoranalyse op 3 digit-niveau (239 sectoren). Met de sectordata wordt bepaald welke sectoren in het algemeen in het Rotterdamse Havengebied het meest kansrijk is. Sectoren zullen niet aan de zelfbenoemde prioriteiten worden gekoppeld, omdat dit niet nauwkeurig kon worden bepaald.

4.4 Koppeling prioriteiten en patentklassen

In hoofdstuk 3 is gerapporteerd over de kansen die het Rotterdams Havengebied zelf ziet. Dit is achterhaald via bestudering van beleidsdocumenten en interviews met relevante stakeholders. Ten behoeve van de patent-analyse hebben we deze informatie teruggebracht en verpakt in drie hoofdcategorieën, te weten Advanced Maritime Engineering, Digital, en Green, die vervolgens zijn onderverdeeld in een 9-tal subcategorieën. Dit is in tabel 4.1 samengevat.

Tabel 4.1. Prioriteiten in Rotterdamse Havengebied

Advanced Maritime Technologies	Digital	Green
Collision Prevention and Traffic Control	Blockchain	Carbon Capture
Autonoom Varen	Kunstmatige Intelligentie	Elektrificatie – Fotovoltaïsche
		Waterstof
		Alternatieve Brandstoffen – Bioresources
		Elektrificatie – Offshore Wind Turbines

Een uitdaging is vervolgens om de 9 prioriteiten te linken aan patentklassen. Dit is gedaan aan de hand van 'text mining' analyse. Hierbij wordt een link gelegd tussen de beschrijving van 250.000 patentklassen in het databestand en de beschrijving van de 9 prioriteiten. In Tabel 4.2. is het voorbeeld gegeven van de

prioriteit 'Collision Prevention and Traffic Control'. Op basis van de tekstanalyse zijn acht technologie-klassen (CPC-klassen) geselecteerd op basis van een verondersteld verband met deze prioriteit.

Tabel 4.2. Collision Prevention and Traffic Control: 8 CPC-klassen

CPC-klassen	Beschrijving
G01C21/203	Instruments for performing navigational calculations - Specially adapted for sailing ships
G01S13/93	Radar or analogous systems specially adapted for specific applications for anti-collision purposes
B63B43	Improving safety of vessels, e.g. damage control, not otherwise provided for
G08G3	Traffic control systems for marine craft
G05D1/0206	Control of position or course in two dimensions specially adapted to water vehicles
G01S15	Systems using the reflection or reradiation of acoustic waves, e.g. sonar systems
B63B49	Arrangements of nautical instruments or navigational aids
B63B2732	Arrangements for avoiding or reducing collision damage

In bijlage B4 worden alle CPC-klassen van de overige 8 prioriteiten weergegeven. Het betreft 9 CPC-klassen voor Autonoom Varen, 10 CPC-klassen voor Blockchain, 127 CPC-klassen voor Kunstmatige Intelligentie, 4 CPC-klassen voor Carbon Capture, 42 CPC-klassen voor Elektrificatie – Fotovoltaïsche, 21 CPC-klassen voor Waterstof, 22 CPC-klassen voor Alternatieve Brandstoffen – Bioresources, en 5 CPC-klassen voor Elektrificatie – Offshore Wind Turbines. Vervolgens koppelen we patenten in deze patentklassen aan het Rotterdamse Havengebied. We zijn geïnteresseerd in de vraag waar de kennisontwikkeling heeft plaatsgevonden. Daarom wordt in deze studie de locatie van een patent bepaald aan de hand van het adres van de uitvinder, niet aan het adres van de aanvrager van het patent. Het adres van de aanvrager van het patent (vaak de hoofdvestiging van een bedrijf) kan immers een andere locatie zijn dan waar de kennisontwikkeling heeft plaatsgevonden.

Kansrijke activiteiten in het Rotterdamse Havengebied

5.1. Patenten in de 9 prioriteiten

In Figuur 5.1 wordt de verdeling van patenten over de 9 prioriteiten in het Rotterdamse Havengebied getoond. Percentages verwijzen naar het aandeel van een prioriteit in het totaal aantal patenten in het Rotterdamse Havengebied over de periode 2017-2019. Het grootste deel van de patenten zit in Green, en dan met name in Elektrificatie – Fotovoltaïsche en Waterstof.

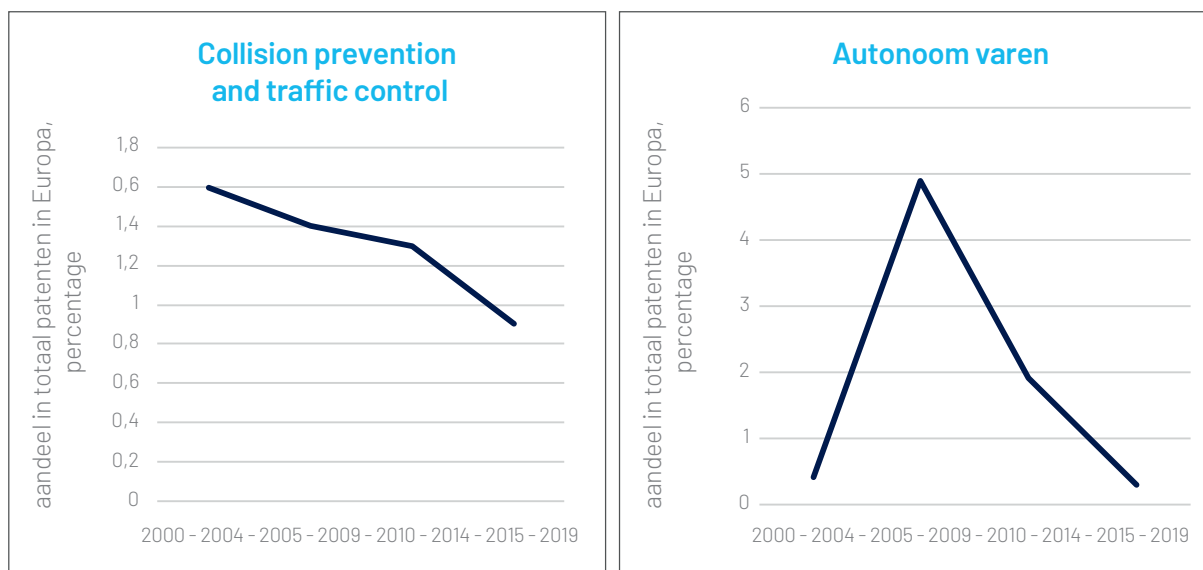
Figuur 5.1. Relatief belang 9 prioriteiten in Rotterdams Havengebied (in termen van verdeling van patenten)

Elektrificatie - PV	Alternatieve brandstoffen - bioresources	Blockchain	Artificial intelligence
26%	14%		
		15%	10%
Waterstof	Elektrificatie - offshore wind turbines	Collision prevention and traffic control	

• Digital • Green • Collision prevention and traffic control

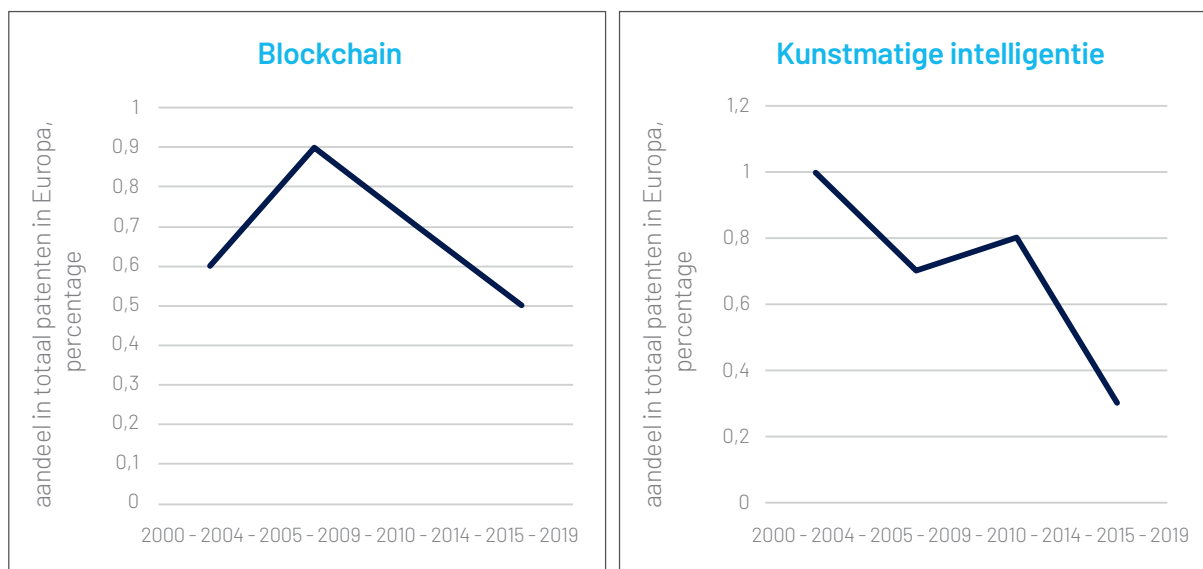
In figuur 5.2. wordt uitgebeeld het aandeel van Rotterdamse Havengebied in totaal aantal patenten in Advanced Maritime Technologies over de afgelopen 20 jaar. Wat opvalt is dat het Rotterdamse Havengebied een relatieve afname in patentactiviteit laat zien in zowel Collision Prevention and Traffic Control als Autonoom Varen, met name in de laatste 10 jaar.

Figuur 5.2. Aandeel patenten Rotterdamse Havengebied in totaal patenten in Advanced Maritime Technologies in Europa, 2000-2019



In figuur 5.3. wordt uitgebeeld het relatief aandeel van de regio in Europa voor wat betreft patenten in Digitaal over de periode 2000-2019. Ook hier is een dalende trend in het Rotterdamse Havengebied te zien, met name in Kunstmatige Intelligentie maar ook in Blockchain. Terwijl Europa als geheel (en dan met name in regio's als Ile de France, Oberbayern en Noord-Brabant) een sterke groei doormaakt in met name in Kunstmatige Intelligentie maar ook op het gebied van Blockchain, blijft het Rotterdamse Havengebied daar ver bij achter, en verliest het verder terrein.

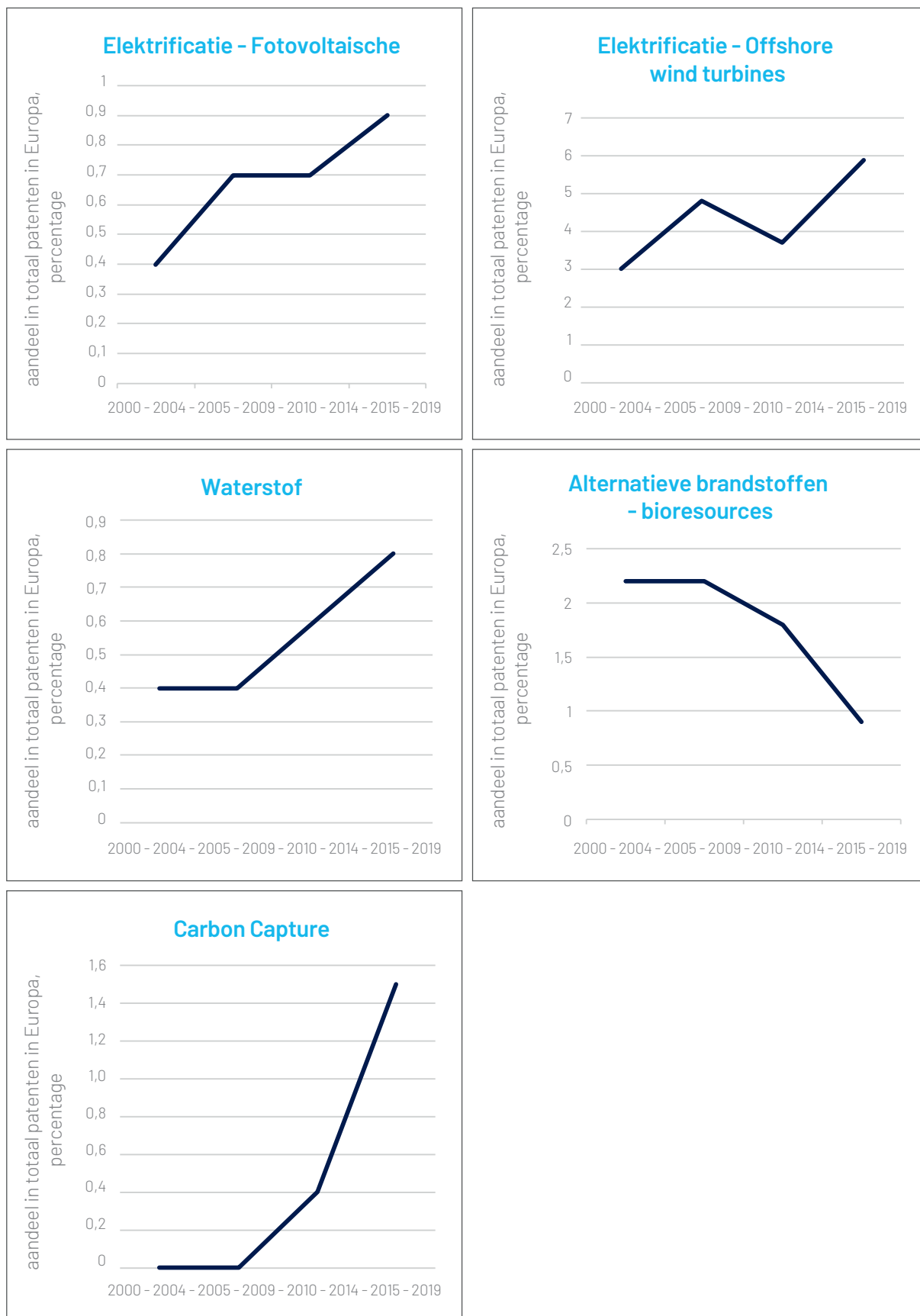
Figuur 5.3. Aandeel patenten Rotterdamse Havengebied in totaal patenten in Digitaal in Europa, 2000-2019



Het verloop van het relatief aandeel in Green laat een ander, meer positief beeld zien voor het Rotterdamse Havengebied (zie figuur 5.4.). De regio doet het relatief goed in zowel Elektrificatie – Fotovoltaïsche als Elektrificatie – Offshore Wind Turbines. Met name het relatieve aandeel in Europa bij de laatste prioriteit is hoog te noemen: het Rotterdamse Havengebied behoort zelfs tot de belangrijkste regio's in Europa samen met het Deense Midtjylland en de Franse regio's Ile de France en Rhône-Alpes op dit gebied, ofschoon absolute aantallen laag blijven. Ook het relatief belang in Waterstof neemt gestaag toe maar blijft relatief bescheiden. Het Rotterdamse Havengebied scoort de meeste patenten in absolute zin

in Alternatieve Brandstoffen – Bioresources, maar het relatief aandeel in Europa loopt iets terug. De cijfers voor Carbon Capture zijn vertekend omdat het om zeer lage aantallen patenten gaat.

Figuur 5.4. Aandeel patenten Rotterdamse Havengebied in totaal patenten in Green in Europa, 2000-2019

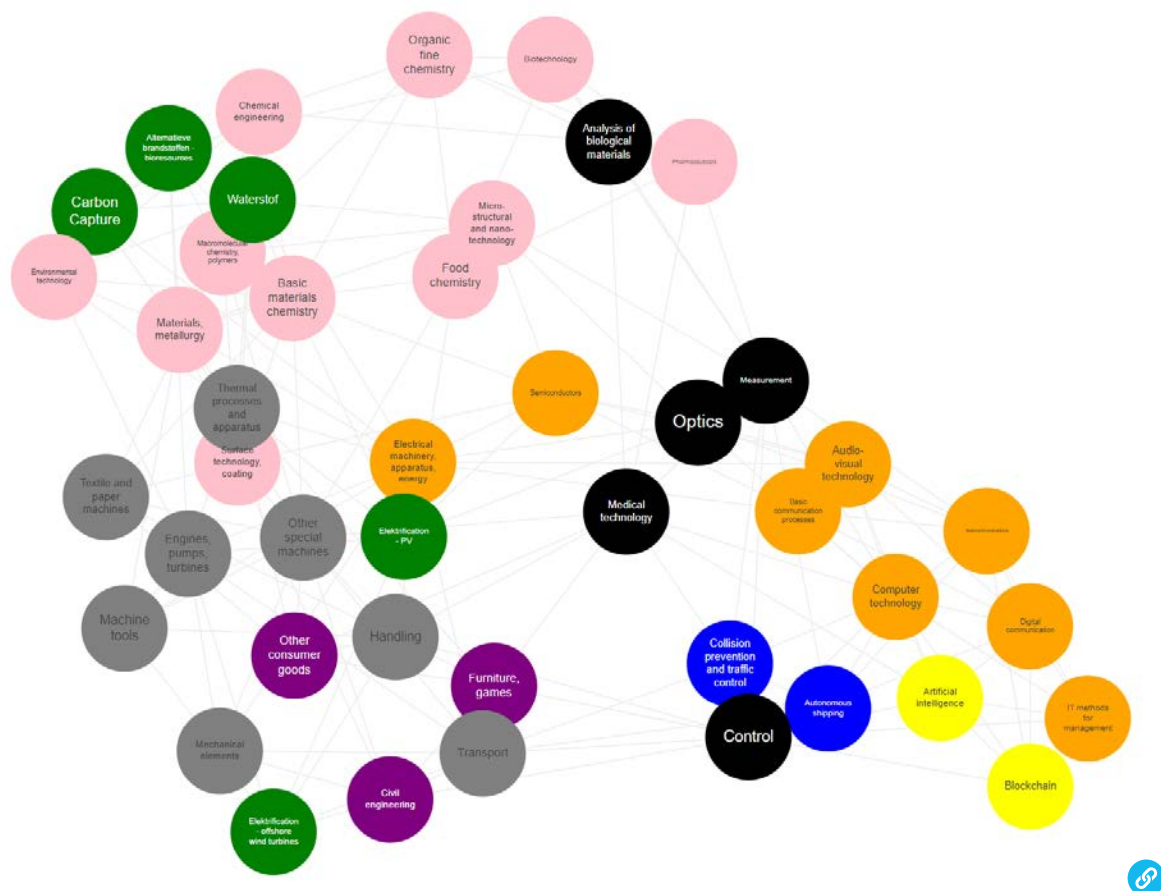


5.2 Gelateerdheid en complexiteit van 9 prioritaire technologieën

De volgende stap is in te schatten wat de ontwikkelingspotenties van deze 9 prioriteiten zijn in het Rotterdamse Havengebied. Hierbij wordt bepaald in welke mate alle technologieën die met een prioriteit zijn geassocieerd, gerelateerd zijn aan bestaande technologieën in het Rotterdamse Havengebied. We volgen andere studies die op basis van co-occurrence analyse de mate van gerelateerdheid tussen technologieën bepalen. Bij co-occurrence-analyse wordt geteld hoe vaak twee technologieën in combinatie worden genoemd op een patent-document. Hoe vaker twee technologieën voorkomen op een patent, hoe meer die technologieën worden verondersteld iets met elkaar gemeen te hebben. De mate van gerelateerdheid tussen twee technologieën neemt toe naarmate hun combinatie vaker op een patent voorkomt. Hierbij wordt naar alle patenten in alle OECD-landen gekeken.

De mate van gerelateerdheid tussen technologieën kan via een netwerk worden uitgebeeld. Figuur 5.5. geeft het netwerk (ofwel de Technology Space) weer voor 35 technologieën op 2-digit niveau. Elke bol staat voor een technologie. Indien twee technologieën met elkaar zijn verbonden, dan zijn ze gerelateerd boven een bepaalde drempelwaarde. Indien ze niet zijn gelinkt, dan zijn ze niet aan elkaar gerelateerd. Ook zijn de 9 prioriteiten in de Technology Space geplaatst, om te laten zien met welke 2-digit-technologieën ze zijn gerelateerd. De twee blauwe bollen representeren de prioriteiten van Advanced Maritime Engineering, de twee gele bollen staan voor de prioriteiten van Digitaal, en de vijf prioriteiten van Green zijn groen gekleurd. Elke bol kan worden aangeklikt, en dan worden de gelinkte technologieën er uitgelicht.

Figuur 5.5. Technology Space (2-digit)



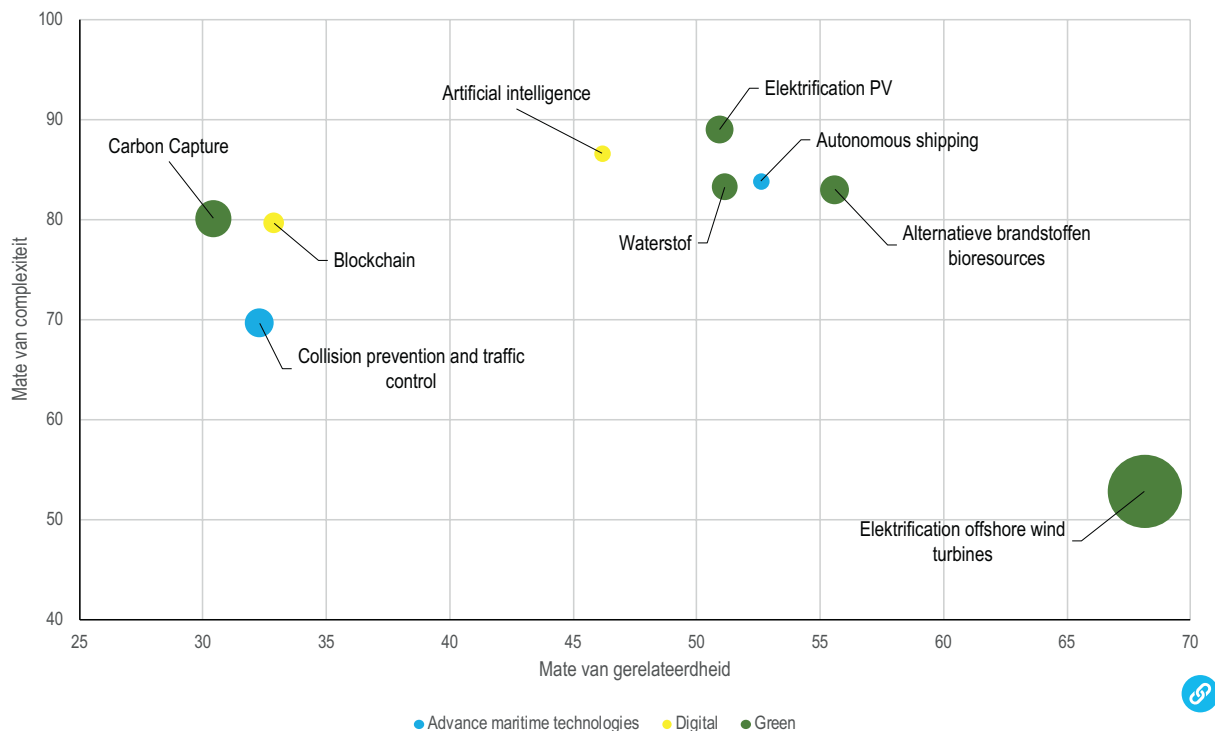
Het netwerk in Figuur 5.5. toont dat niet alle technologieën aan elkaar gerelateerd zijn. Sommige technologieën zijn gerelateerd aan veel technologieën, terwijl andere technologieën meer aan de randen van het netwerk zijn gepositioneerd, en weinig gemeen hebben met andere technologieën. De twee prioriteiten Collision Prevention and Traffic Control en Autonoom Varen die vallen onder Advanced Maritime Engineering zijn sterk onderling met elkaar gerelateerd, maar ook verbonden met andere technologieën op gebied van Control, Transport, Computer Technologie en Communicatie. Ook zijn ze sterk gerelateerd met de prioriteiten Blockchain en Kustmatige Intelligentie die onder Digital vallen. De vijf prioriteiten van Green bevinden zich in een ander deel van deze Technology Space. Green valt uiteen in twee clusters: een sterk samenhangend cluster bestaande uit Waterstof, Alternatieve Brandstoffen – Bioresources, en Carbon Capture dat gerelateerd is aan Chemische Technologie, en een cluster bestaande uit Elektrificatie – Fotovoltaïsche en Elektrificatie – Offshore Wind Turbines.

De tweede dimensie die centraal staat in de analyse is complexiteit. Zoals eerder uiteengezet verwijst de complexiteit van technologieën naar hun geavanceerdheid en de moeilijkheid om ze te kopiëren en te imiteren. Maar hoe wordt complexiteit gemeten, en hoe wordt bepaald welke technologieën meer en minder complex zijn? We volgen Hidalgo en Hausmann (2009) die de Methode van Reflectie hebben ontwikkeld. Deze methode maakt gebruik van twee indicatoren: ubiquiteit en diversiteit. Ubiquiteit meet het aantal regio's dat een specialisatie heeft in een technologie. Hoe meer ruimtelijk geconcentreerd de technologie is, hoe complexer een technologie wordt verondersteld te zijn. Dit veronderstelt dat het moeilijk is voor andere regio's om deze technologie te ontwikkelen, bijvoorbeeld omdat de vereiste kennis uitermate complex is (Balland & Rigby 2017). Diversiteit verwijst naar het grote aantal competenties die een technologie combineert. Kunstmatige Intelligentie is complex omdat het voortbouwt op een groot aantal technologieën die het samenbrengt. Technologieën die zich meer concentreren in regio's met een diverse technologische structuur worden op deze manier geacht meer complex te zijn.

Wat zijn kansrijke prioriteiten in termen van complexiteit en gerelateerdheid in het Rotterdamse Havengebied? Zoals uiteengezet wordt dit in kaart gebracht met behulp van de concepten gerelateerdheid en complexiteit. Volgens dit raamwerk worden prioriteiten als kansrijk bestempeld indien ze kunnen voortbouwen op relevante kennis en ervaring in de regio (hoge gerelateerdheid) en indien deze meer complex zijn (potentieel hoge economische opbrengsten). Gerelateerdheid van een technologie in een regio wordt berekend met behulp van de maat Relatedness Density. Deze meet in hoeverre er in een regio technologische specialisaties zijn die gerelateerd zijn aan een potentieel nieuwe technologie (Hidalgo et al. 2007; Boschma et al. 2015). De Relatedness Density rond een technologie i in een regio wordt gemeten door som van de gerelateerdheid van technologie i met alle andere technologieën j waarin de regio is gespecialiseerd (Relatief Technologisch Voordeel $RTV > 1$) te delen door de som van gerelateerdheid van technologie i met alle technologieën j in Europa als geheel. RTV is een binaire variabele die een waarde van 1 krijgt als het aandeel van patenten in een technologie-klasse in een regio groter is dan het aandeel van patenten in dezelfde technologie-klasse voor Europa als geheel.

In Figuur 5.6. worden de ontwikkelingspotenties van het Rotterdamse Havengebied voor de 9 prioriteiten afzonderlijk weergegeven. Elke prioriteit wordt afgebeeld met een bol. Hoe groter de omvang van de bol, hoe groter het Relatief Technologisch Voordeel (RTV) van de prioriteit is in de regio, hoe meer de regio gespecialiseerd is in die prioriteit. Op de X-as wordt de mate van gerelateerdheid van alle technologieën die vallen onder een prioriteit met bestaande technologieën in de regio getoond. Hoe hoger de gerelateerdheid, hoe hoger de ontwikkelingskans. Op de Y-as staat de mate van complexiteit van elke prioriteit. Veel prioriteiten zijn relatief complex van aard, maar er bestaan ook grote verschillen. Figuur 5.6. is interactief gemaakt. Door op de figuur te klikken kan vervolgens elke bol worden aangeklikt, waarop er informatie verschijnt over de RTV , de gerelateerdheid en de complexiteit van de betreffende prioriteit.

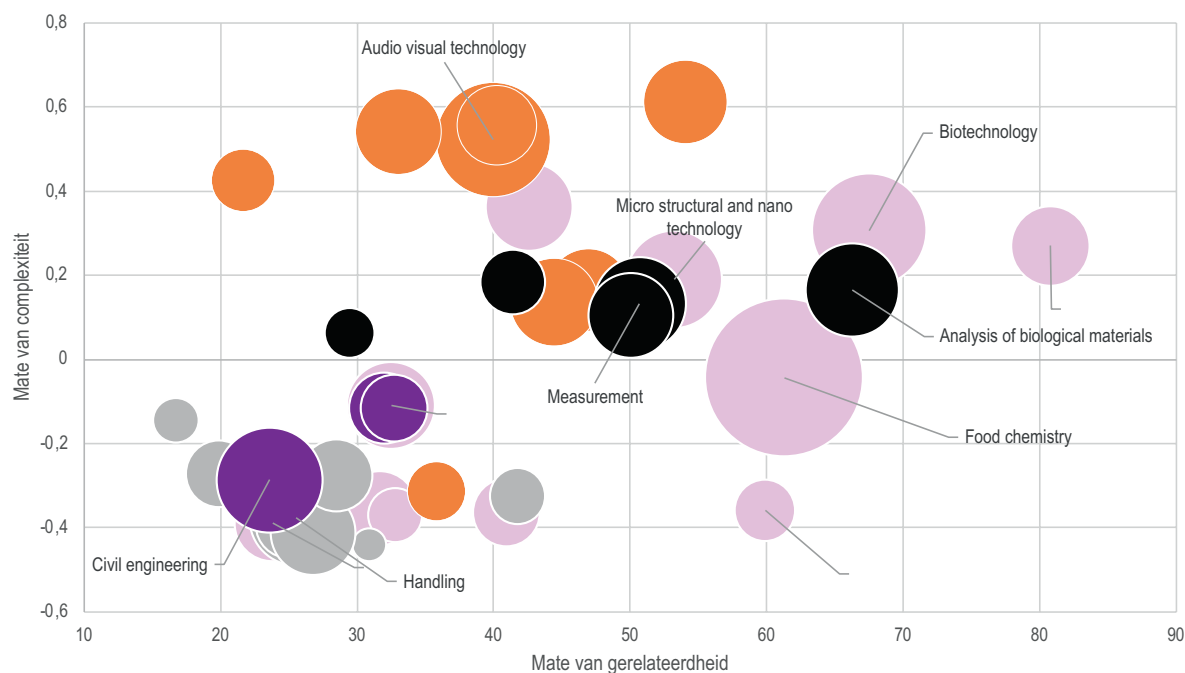
Figuur 5.6. Identificatie kansrijke prioriteiten (technologieën) in Rotterdamse Havengebied



Uit Figuur 5.6. blijkt dat het Rotterdams Havengebied al sterk gespecialiseerd is in Elektrificatie - Offshore Wind Turbines. Het heeft een RTA van maar liefst 9, wat ook niet onverwacht is gezien de zeer hoge score op gerelateerdheid: er zijn veel ondersteunende technologieën aanwezig in de regio. Ook is de regio gespecialiseerd in andere prioriteiten in Green, zoals Alternatieve Brandstoffen - Bioresources, Waterstof en Elektrificatie - Fotovoltaïsche. Deze scores alle drie hoog op zowel gerelateerdheid als complexiteit. Focus op deze prioriteiten is daarom niet onlogisch, de regio blijkt daar inderdaad kansrijk in te zijn. Mogelijk nog interessanter zijn de twee prioriteiten waar de regio nog geen specialisatie in kent: Autonoom Varen en Kunstmatige Intelligentie. Deze scores relatief hoog op gerelateerdheid, en kennen tevens een hoge mate van complexiteit. Enigszins verrassend is de relatief sterke positie van de regio in de prioriteit Collision Prevention and Traffic Control ondanks de relatief lage score op gerelateerdheid. Hetzelfde geldt voor Carbon Capture, maar eerder bleek al dat het hierbij om zeer weinig patenten gaat. Daarentegen lijkt het Rotterdamse Havengebied minder kansrijk in Blockchain, dus een herwaardering van deze prioriteit in de context van deze bevindingen lijkt op zijn plaats.

Tot nu toe hebben we gekeken naar de ontwikkelingspotenties van het Rotterdamse Havengebied voor elk van de 9 prioriteiten. Maar hoe zit het met de ontwikkelingspotenties van de regio op het gebied van technologie in het algemeen? Het kan immers zo zijn dat er in de regio kansrijke activiteiten bestaan die niet worden opgepakt via beleid en ook niet door lokale stakeholders zijn opgemerkt. Figuur 5.7. geeft aan voor 35 technologieën op 2-digit-niveau welke kansrijk zijn in de regio. Hoe groter de bol, hoe groter het RTV van een technologie is in de regio. Door op elke bol in de figuur te klikken verschijnt de naam van de betreffende technologie in beeld.

Figuur 5.7. Identificatie kansrijke technologieën Rotterdamse Havengebied



In de eerste plaats valt op dat de grotere bollen meer rechts in Figuur 5.7. staan, en de kleinere bollen meer links in de figuur. Dit is ook te verwachten: hoe meer relevante competenties de regio in huis heeft, hoe meer de regio gespecialiseerd is in technologieën, zoals Food Chemistry, Biotechnology en Analysis of Biological Materials. Ook bestaat er een licht positief verband tussen gerelateerdheid en complexiteit in de regio. Dat wil zeggen, de regio is meer kansrijk in complexe activiteiten en minder kansrijk in minder complexe activiteiten. Interessant zijn de technologieën waar het Rotterdamse Havengebied nog niet een specialisatie in heeft opgebouwd ($RTV < 1$), maar waar de regio wel kansrijk in is. In tabel 5.1. worden vijf voorbeelden genoemd. Het gaat om technologieën als Organic Fine Chemistry en Digital Communication. De regio beschikt hierbij in ruime mate over (gerelateerde) technologieën waarop deze kunnen voortbouwen. Daarentegen lijkt de regio minder kansrijk te zijn in technologieën als IT Methods for Management en Machine Tools.

Tabel 5.1. Voorbeelden van 5 kansrijke technologieën waarin Rotterdamse Havengebied nog niet is gespecialiseerd ($RTV < 1$)

CPC-code (2-digit)	RTV	Gerelateerdheid	Complexiteit
Organic Fine Chemistry	0,88	80,76	0,27
Digital Communication	0,96	54,04	0,61
Basic Communication Processes	0,93	46,94	0,17
Medical Technology	0,59	41,37	0,18
Macromolecular Chemistry Polymers	0,53	59,88	-0,36

5.3 Gerelateerdheid en complexiteit van sectoren

Tot nu toe hebben we kansrijke activiteiten geïdentificeerd in termen van technologieën. We hebben ook sectordata gebruikt om te bepalen welke sectoren het meest kansrijk zijn in het Rotterdamse Havengebied. Voor de 9 zelfbenoemde prioriteiten bleek het onmogelijk om deze te koppelen aan specifieke sectoren of SBI-codes. Prioriteiten als Blockchain, Carbon Capture of Autonoom Varen zijn niet in aparte sectorklassen afgebakend en ondergebracht in de LISA-data, en daarom onmogelijk te traceren en te isoleren. Daarom beperken we ons in de analyse tot sectoren in het algemeen.

In Figuur 5.8. wordt de verdeling van het aantal werkzame personen over 3-digit sectoren in het Rotterdamse Havengebied getoond. Percentages verwijzen hier naar het gemiddelde aandeel van een sector in de totale werkgelegenheid in de regio in de periode 2018-2020. De figuur is wederom interactief gemaakt. Met het klikken op een sector komt in beeld om hoeveel werkzame personen het gaat, en welk aandeel dat geeft in de totale werkgelegenheid in de regio. Wat opvalt is dat de huidige sectorale structuur van het Rotterdamse Havengebied breed te noemen is. Zoals verwacht zijn dienstverlenende activiteiten de grootste sectoren, zoals Groothandel en Retail Trade, Gezondheidszorg en Sociaal Werk, Professional, Scientific en Technical Activities, en Transport en Opslag. In de patent-analyse waren dienstverlenende activiteiten juist sterk ondervertegenwoordigd. Dit geeft aan hoe belangrijk het is om naar zowel technologieën als sectoren te kijken om kansrijke activiteiten te benoemen, omdat patenten maar een deel van de regionale economie bestrijken.

Figuur 5.8. Relatief belang van sectoren in Rotterdamse havengebied (in termen van werkgelegenheid)

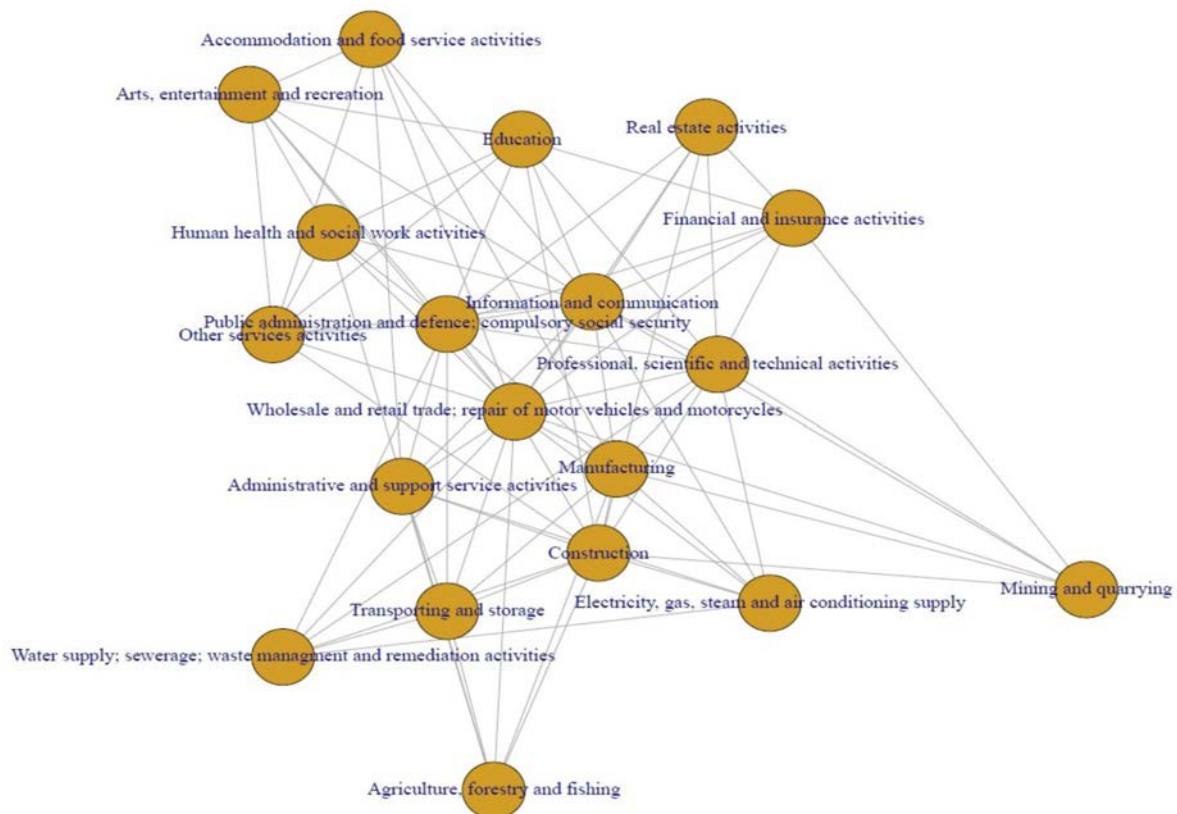


Vervolgens hebben we een inschatting gemaakt van welke sectoren kansrijk zijn in het Rotterdamse Havengebied in termen van gerelateerdheid en complexiteit. Om de gerelateerdheid tussen sectoren te bepalen maken we gebruik van het concept skill-relatedness dat is ontwikkeld door Neffke en Henning (2013). Deze maat maakt gebruik van de intensiteit van arbeidsstromen tussen sectoren. Er wordt voor elk van die intersectorale arbeidsstromen bepaald of de stroom groter is dan verwacht op basis van het totale aantal mensen dat van baan wisselt in elk van beide bedrijfstakken. Voor mensen met meer gespecialiseerde vaardigheden zijn niet alle alternatieven even waarschijnlijk – en zullen sommige baanwisselingen vaker voorkomen dan andere. Als de waargenomen arbeidsstroom tussen twee secto-

ren groter is dan wat een toevalsproces zou voorspellen op basis van de totale in- en uitstroom in beide sectoren, dan suggereert dit dat de bedrijven die actief zijn in deze sectoren vergelijkbare vaardigheden vragen. Zulke sectoren worden skill-gerelateerde sectoren genoemd. De verwachting is dat er tussen zulke skill-gerelateerde sectoren eerder kennis wordt uitgewisseld, wat de kans op innovatie en vernieuwing vergroot. Deze skill-relatedness maat is al meerdere keren gebruikt in Nederland, onder andere door Diodato en Weterings (2015) en Van Oort e.a. (2015).

Met behulp van baangegevens uit het Sociaal Statistisch Bestand van het Centraal Bureau voor de Statistiek is gemeten hoeveel werknemers in Nederland van baan zijn gewisseld in de periode 2019-2020, en in hoeverre dit arbeidsmobiliteit tussen sectoren betrof. In Figuur 5.9. is de Skill Space voor 1-digit-sectoren in Nederland weergegeven. Een link tussen twee sectoren geeft aan dat deze skill-gerelateerd zijn boven een bepaalde drempelwaarde. Als een link ontbreekt, dan hebben sectoren weinig tot niets met elkaar gemeen op gebied van vaardigheden. Net als bij technologieën laat de structuur van het netwerk zien dat niet alle sectoren aan elkaar gerelateerd zijn. De analyses in de rest van dit rapport worden voor 3-digit sectoren gedraaid, waarvoor een skill-relatedness-maat voor 3-digit sectoren zal worden gebruikt.

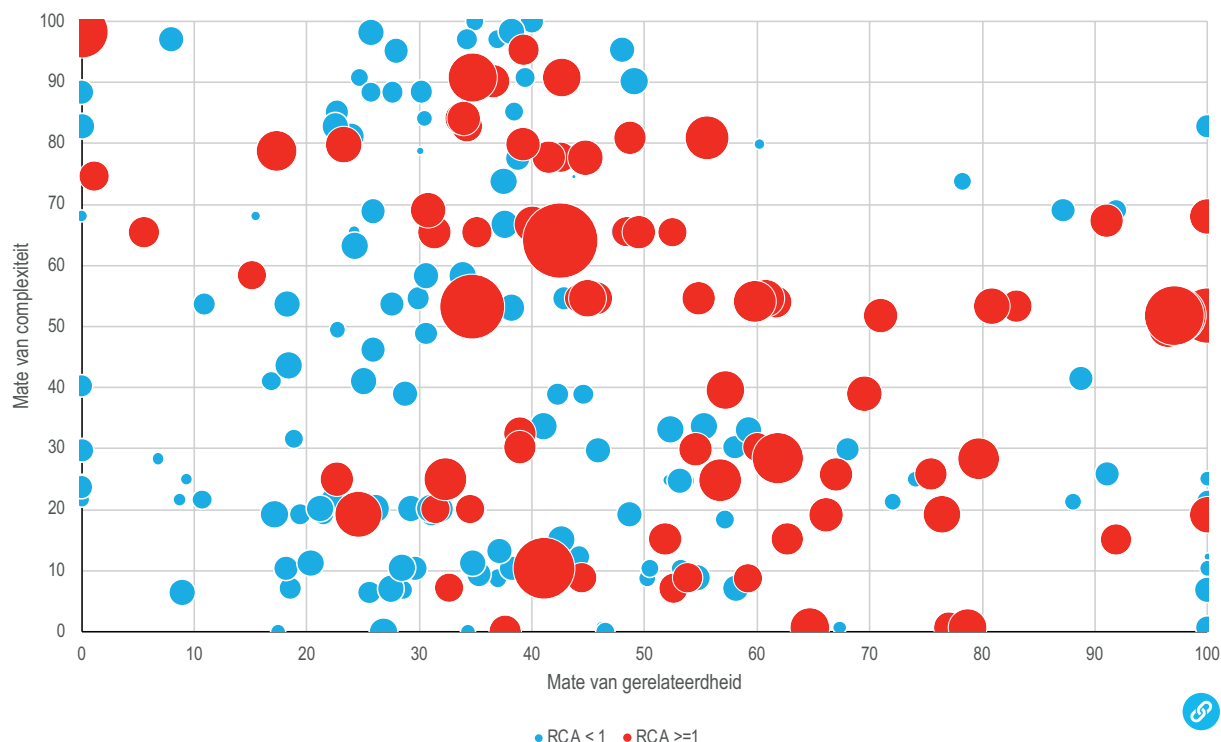
Figuur 5.9. Skill space 2019-2020



Net als bij technologieën wordt voor de bepaling van complexiteit de Methode van Reflectie gebruikt. Dit wordt berekend op basis van ruimtelijke uniciteit van een sector en de ruimtelijke concentratie van een sector in de meest stedelijke regio's. Hoe minder vaak een sector als specialisatie in regio's voorkomt, en hoe meer een sector zich in de grootste steden concentreert, hoe complexer een sector wordt verondersteld te zijn. Voor elke 3-digit sector wordt dit bepaald met behulp van gegevens voor alle Nederlandse regio's. Ook Relatedness Density wordt bij sectoren op dezelfde manier gemeten als voor technologieën. Alleen wordt nu in plaats van het aandeel van patenten in een technologie het aandeel van werkzame personen in een sector gebruikt.

In Figuur 5.10 wordt voor alle 3 digit-sectoren uitgebeeld hoe skill-gerelateerd deze zijn aan bestaande sectoren in het Rotterdamse Havengebied, en hoe complex elke van deze sectoren is. Elke bol staat voor een sector. Hoe groter de bol, hoe meer gespecialiseerd de regio is in deze sector. Dit wordt gemeten met behulp van Relative Comparative Advantage. Deze RCA-maat geeft de verhouding weer tussen het relatieve aandeel van een sector in de totale werkgelegenheid van de regio en het relatieve aandeel van deze sector in de totale werkgelegenheid in heel Nederland. De bollen hebben twee kleuren: de rode bollen hebben een $RCA > 1$, de blauwe bollen een $RCA < 1$. Figuur 5.10 is interactief gemaakt omdat de sectoren in de figuur niet goed leesbaar zijn. Bij het aanklikken wordt duidelijk welke bol welke sector representeert, wat de waarde van de RCA is, en hoe de sector scoort op gerelateerdheid en complexiteit.

Figuur 5.10. Identificatie kansrijke sectoren Rotterdamse Havengebied



In de eerste plaats valt op dat de blauwe bollen in het algemeen meer naar links in de figuur staan, en de rode bollen meer naar rechts. Dat is ook te verwachten: de regio zal meer gespecialiseerd zijn in sectoren ($RCA > 1$) die voortbouwen op relevante kennis en vaardigheden in de regio. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om 'Vervaardiging van stalen buizen, pijpen, holle profielen en fittings daarvoor', 'Zee- en kustvaart (passagiersvaart en veerdienst)', 'Zee- en kustvaart (vracht-, tank- en sleepvaart)', 'Binnenvaart (vracht-, tank- en sleepvaart)' en 'Afvalwaterinzameling en -behandeling'. Interessant is om nader te bekijken of er sectoren zijn in het Rotterdamse Havengebied waar het nog niet in is gespecialiseerd ($RCA < 1$, de blauwe bollen uit Figuur 12) maar waar het wel kansrijk in lijkt te zijn. Tabel 5.2. bevat voorbeelden van dergelijke sectoren, die veelal complex zijn, en goed ingebed in lokale sectoren met relevante vaardigheden. In Tabel 5.2 wordt wederom de eerder genoemde RCA-maat gebruikt om de mate van specialisatie van een sector in het Rotterdamse Havengebied te bepalen, alsmede de eerder genoemde indicatoren van gerelateerdheid en complexiteit voor elk van de sectoren. Beleid zou kunnen overwegen om ook aan deze kansrijke activiteiten extra aandacht te besteden. Daarentegen lijkt het Rotterdamse Havengebied weinig kansrijk (meer) te zijn in sectoren zoals bijvoorbeeld Gieten van Metalen en Vervaardiging van Transportmiddelen.

Tabel 5.2. Voorbeelden van 10 kansrijke sectoren waarin Rotterdamse Havengebied nog niet is gespecialiseerd (RCA<1)

SBI-code (3-digit)	RCA	Gerelateerdheid	Complexiteit
743 Vertalers en Tolken	0,68	100	82,81
803 Opsporing	0,53	91,89	69,04
802 Beveiliging via beveiligingssysteem	0,71	87,15	69,04
722 Speur en Ontwikkelingswerk Maatschappij en Geesteswetenschappen	0,44	78,24	73,78
360 Winning en distributie van water	0,72	88,75	41,54
383 Voorbereiding tot recycling	0,73	91,12	25,83
264 Vervaardiging van consumentenelektronica	0,27	100	25,01
231 Vervaardiging van glas en glaswerk	0,36	88,06	21,3
221 Vervaardiging van producten van rubber	0,82	100	6,85
267 Vervaardiging van optische instrumenten en apparatuur	0,05	100	25,01



Europese complementariteit met het Rotterdamse Havengebied

Tot nu toe is de identificatie van kansrijke activiteiten gedaan op basis van de eigen competenties in de regio. Het Rotterdamse Havengebied kan echter ook toegang krijgen tot relevante kennis door relaties met andere regio's aan te gaan. Dat kan door middel van handel, onderzoekssamenwerking, arbeidsmobiliteit, instroom van kennismigranten, of gezamenlijke (grensoverschrijdende) investeringen in infrastructuur of productie. Naast de eigen competenties kan dus worden gekeken naar competenties in andere regio's om kansrijke activiteiten tot ontwikkeling te brengen in het Rotterdamse Havengebied. De inschatting van kansen voor een regio kan naast het beoordelen van de eigen kennisbasis ook worden gedaan op basis van kennisrelaties die met andere regio's bestaan.

De vraag is dan of deze interregionale kennisrelaties, die toegang bieden tot kennis die in de regio zelf ontbreekt, de ontwikkelingspotenties van de regio verhogen. Cruciaal hierbij is het absorptievermogen van een regio om externe kennis te benutten. Immers, toegang tot externe kennis brengt geen voordelen met zich mee als de regio niet het vermogen heeft om die externe kennis te begrijpen en te exploiteren. Kortom, niet elke interregionale kennisrelatie is relevant voor een regio. Andere regio's kunnen ook leren van Rotterdam en economische voordelen dus elders realiseren.

Balland en Boschma (2021) hebben een indicator van complementariteit ontwikkeld die voor elke potentieel nieuwe activiteit die een regio wil prioriteren meet in hoeverre andere regio's over complementaire activiteiten beschikken die in de regio zelf ontbreken. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 6.1. Hierin is uitgebeeld welke regio's interessant kunnen zijn voor regio A om een nieuwe technologie I te ontwikkelen. Stel dat technologie I gerelateerd is aan tien technologieën. In dit voorbeeld is regio A al in 50% van deze gerelateerde technologieën gespecialiseerd. Voor de ontbrekende vereiste kennis kan regio A een kennis-relatie aangaan met andere regio's. Door bijvoorbeeld met regio B te linken kan regio A 30% aan zijn ontbrekende relatedness toevoegen. Dit verhoogt aanzienlijk de kans van regio A dat deze succesvol zal zijn in de ontwikkeling van de nieuwe technologie I. Dit impliceert dat regio's selectief op zoek moeten gaan naar relevante complementaire kennis in andere regio's.

Figuur 6.1. Ontwikkelingspotentie van regio A op basis van complementaire interregionale links

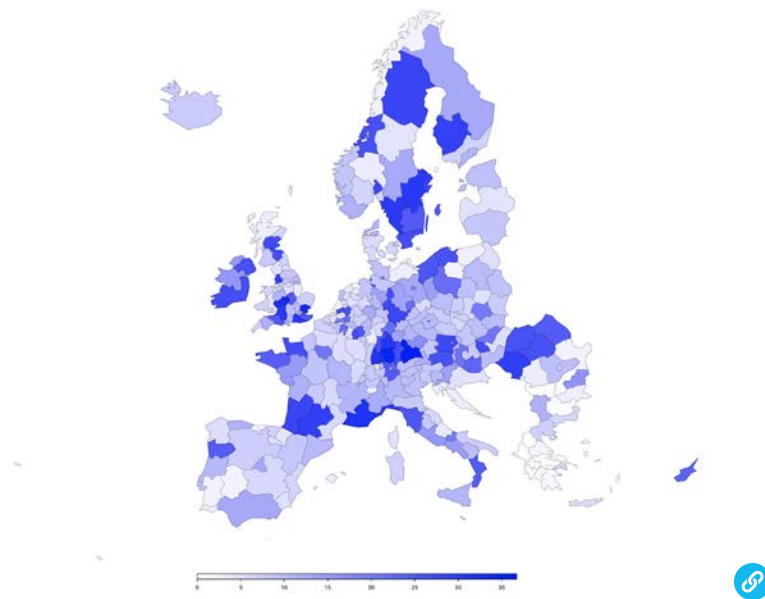


Bron: Balland en Boschma (2021)

Deze complementariteits-indicator wordt gebruikt om voor elke van de 9 prioriteiten te bepalen welke regio's in Europa over complementaire kennis beschikken die van nut zou kunnen zijn voor het Rotterdamse Havengebied. Dit wordt alleen met patentdata gedaan, omdat de SBI-codes van sectoren onmogelijk met deze prioriteiten kunnen worden gelinkt, zoals eerder uiteengezet.

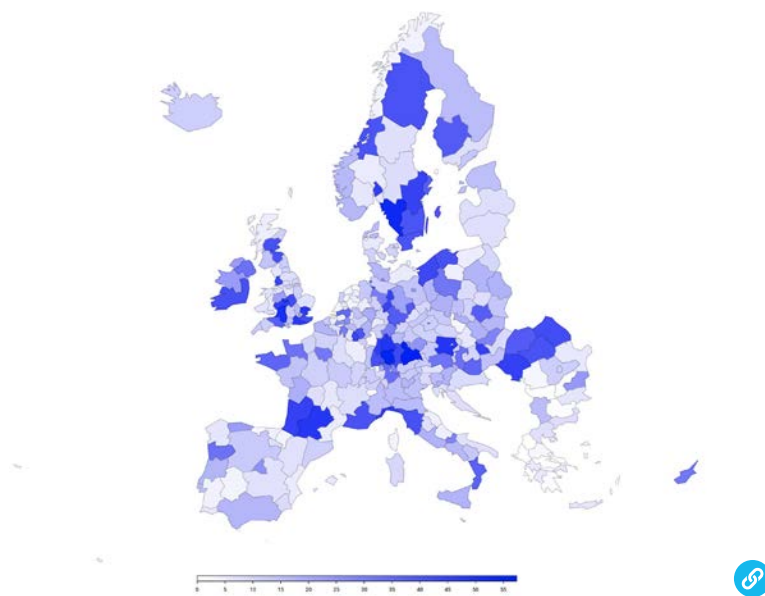
Deze complementariteits-indicator wordt eerst in kaart gebracht voor de twee prioriteiten die vallen onder Advanced Maritime Technologies, te weten Collision Prevention and Traffic Control en Autonoom Varen. Eerder hebben we geconstateerd dat het Rotterdamse Havengebied een relatieve afname in patentactiviteit liet zien. Tegelijkertijd zijn er veel relevante (gerelateerde) technologieën in het Rotterdamse Havengebied aanwezig voor wat betreft Autonoom Varen, maar daar is minder sprake van in het geval van Collision Prevention and Traffic Control. Figuur 6.2. laat zien waar relevante partners zitten in Europa. Alle regio's kunnen worden aangeklikt, waarop informatie in beeld verschijnt over welke regio het gaat, en hoeveel complementaire kennis deze regio zou kunnen toevoegen aan het Rotterdamse Havengebied op gebied van Autonoom Varen. Hoe donkerder gekleurd, hoe meer de regio over relevante complementaire kennis beschikt. Regio's in Zuid-Duitsland zoals Oberbayern, Tübingen en Freiburg alsmede Noord-Brabant en sommige Britse en Franse regio's iets kunnen betekenen voor het Rotterdamse Havengebied. Zij beschikken over complementaire kennis waar de regio zelf niet over beschikt, maar die wel relevant is om Autonoom Varen op een hoger plan te krijgen.

Figuur 6.2. Complementariteit op gebied van Autonom Varen voor Rotterdamse Havengebied



In Figuur 6.3. is aangegeven welke Europese regio's over complementaire kennis beschikken waarover het Rotterdamse Havengebied zelf niet beschikt, maar waar het van gebruik zou kunnen maken om nieuwe technologie op gebied van Collision Prevention and Traffic Control te ontwikkelen. Deze regio's zitten met name in Zuid-Duitsland en West-Engeland, maar ook regio's als West-Zweden en Midi-Pyrennees en Aquitaine in Zuid-Frankrijk zouden een rol van betekenis kunnen spelen.

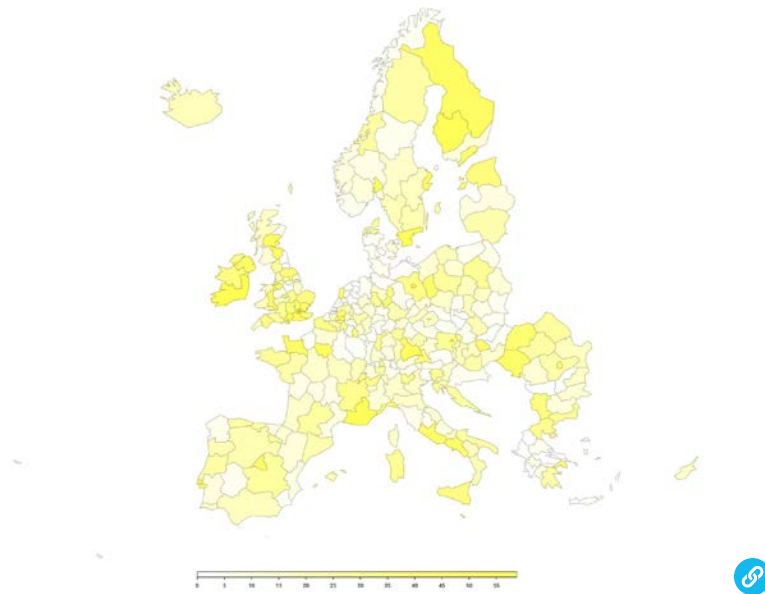
Figuur 6.3. Complementariteit Collision Prevention and Traffic Control voor Rotterdamse Havengebied



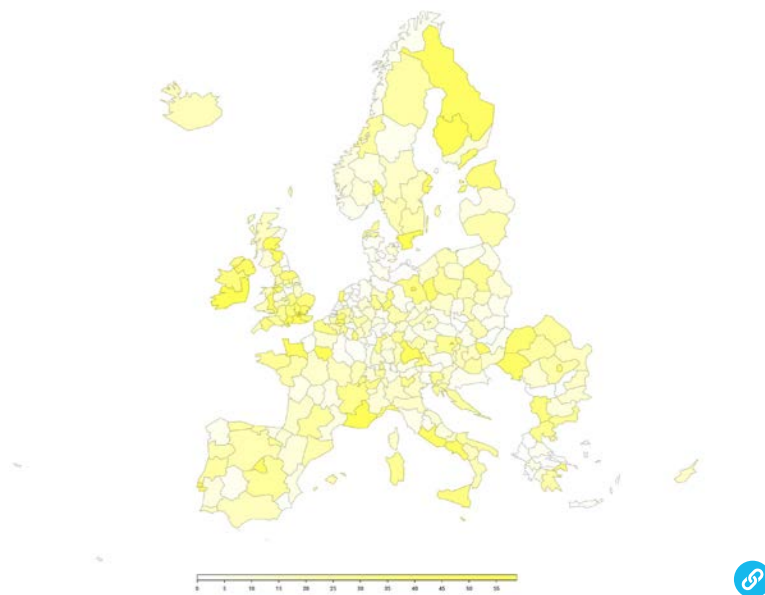
Voor de twee prioriteiten die vallen onder Digital, te weten Blockchain en Kunstmatige Intelligentie hebben we eerder gezien dat het Rotterdamse Havengebied sterk achterblijft bij andere delen van Europa. Ook scoorde de regio relatief laag op gerelateerdheid in Blockchain. Dit is ook terug te lezen in Figuur 6.4. waaruit blijkt dat veel regio's in Europa veel complementaire kennis kunnen toevoegen. Omdat veel relevante kennis in het Rotterdamse Havengebied ontbreekt, lijkt het weinig zin te hebben om partnerships te ontwikkelen elders in Europa. Daarentegen bleek uit Figuur 5.6. dat de kaarten iets

gunstiger lagen voor Kunstmatige Intelligentie. Uit Figuur 6.5. komt naar voren dat interessante partners in Europa zich veelal bevinden in Noord-Brabant, Zuidoost Engeland, Zuid-Duitsland en de Parijse regio.

Figuur 6.4. Complementariteit op gebied van Blockchain voor Rotterdamse Havengebied

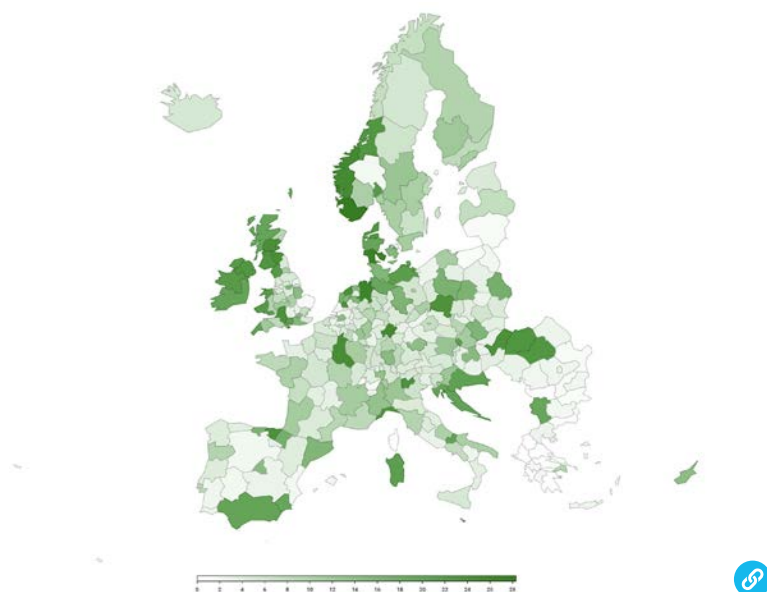


Figuur 6.5. Complementariteit op gebied van Kunstmatige Intelligentie voor Rotterdamse Havengebied



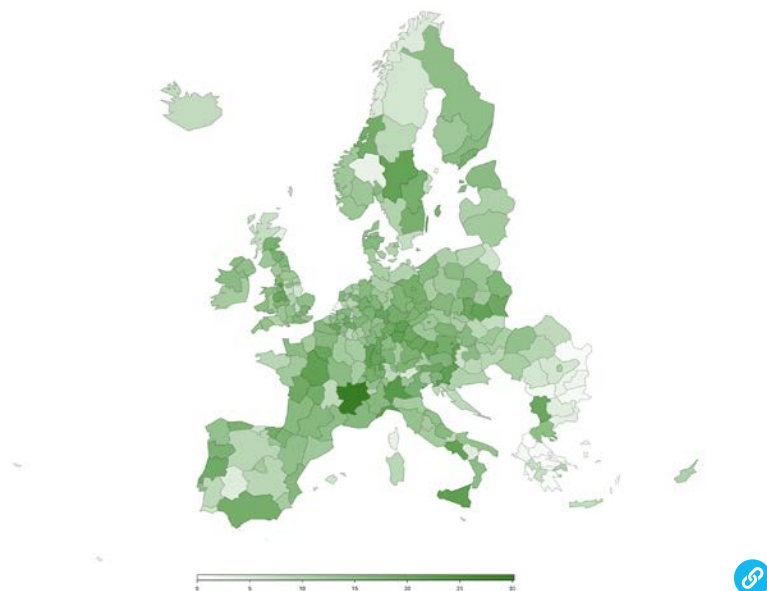
Voor de vijf prioriteiten die vallen onder Green was al eerder gebleken dat het Rotterdamse Havengebied meer kansen lijkt te hebben. In geval van Elektrificatie - Offshore Wind Turbines toont het gebied veel potentie (hoge mate van gerelateerdheid) en behoort het zelfs tot de meest succesvolle regio's in Europa op het gebied van nieuwe technologieontwikkeling. In Figuur 6.6. is een opvallend patroon te zien wat betreft de plekken waar complementaire kennis voor deze technologie zich bevindt. Het gaat met name om regio's in Noorwegen, Schotland, Denemarken, Ierland en Noord-Duitsland die iets zouden kunnen betekenen voor het Rotterdamse Havengebied.

Figuur 6.6. Complementariteit op gebied van Elektrificatie – Offshore Wind Turbines voor Rotterdamse Havengebied

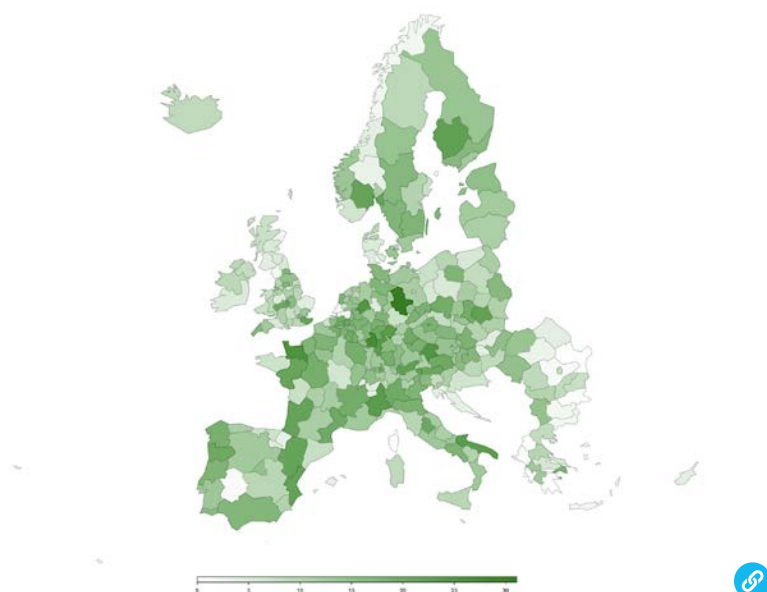


Ook op het gebied van Elektrificatie – Fotovoltaïsche is al eerder uit de analyse gekomen dat het Rotterdamse Havengebied goed meedoet. Ofschoon het relatieve belang in Europa bescheiden is, is dit belang wel groeiende. Figuur 6.7. laat zien waar complementaire kennis op dit gebied in Europa zit. De Franse regio Rhône-Alpes springt er echt uit, voor de rest zijn er veel regio's die iets zouden kunnen betekenen voor het Rotterdamse Havengebied om Electrification – Fotovoltaïsche verder te ontwikkelen.

Figuur 6.7. Complementariteit op gebied van Elektrificatie – Fotovoltaïsche voor Rotterdamse Havengebied



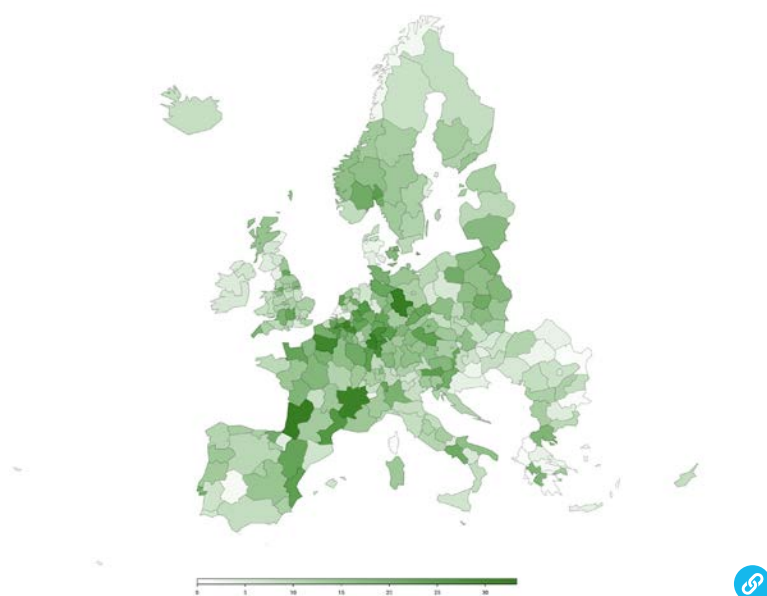
Figuur 6.8. Complementariteit op gebied van Alternatieve Brandstoffen – Bioresources voor Rotterdamse Havengebied



Eerder toonden we aan dat het Rotterdamse Havengebied in absolute zin veel patenteert in Alternatieve Brandstoffen – Bioresources, maar het relatieve aandeel in Europa iets terugloopt. Er lijkt potentie in de regio aanwezig te zijn. Figuur 6.8. toont dat complementaire kennis met name zit in regio's die we tot nu toe weinig zijn tegengekomen. Het gaat om een bonte verzameling van regio's als Sachsen-Anhalt, Lower Normandy, West Finland, Rheinhessen-Pfalz, Munster en Upper Austria.

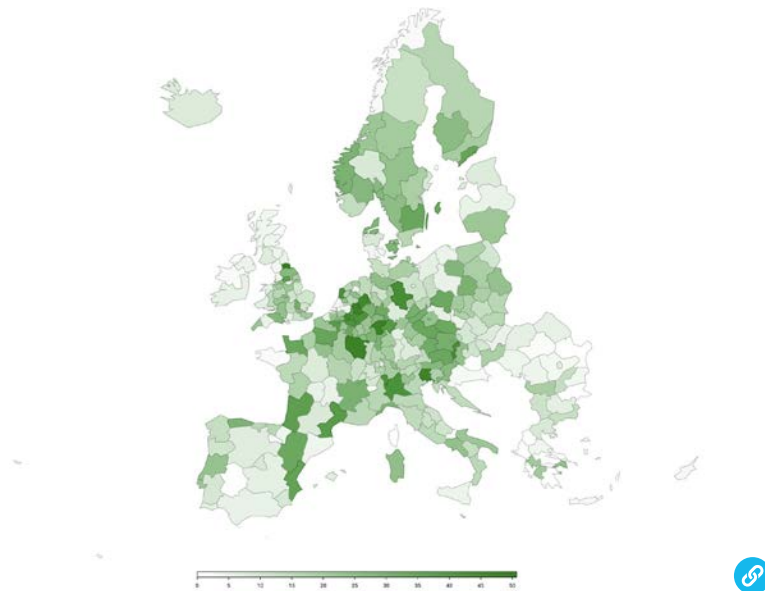
Ook op het gebied van Waterstof hadden we eerder geconstateerd dat het relatieve belang in het Rotterdamse Havengebied gestaag toeneemt maar ook bescheiden blijft. Figuur 6.9. toont dat regio's in Duitsland (Sachsen-Anhalt, Rheinhessen-Pfalz), Frankrijk (Rhône-Alpes, Aquitaine) en België (Limburg, Brabant) interessante partners zouden kunnen zijn voor het Rotterdamse Havengebied, omdat ze over complementaire kennis beschikken die de regio niet in huis heeft.

Figuur 6.9. Complementariteit op gebied van Waterstof voor Rotterdamse Havengebied



Tot slot wordt in Figuur 6.10 getoond waar complementaire kennis zit in Europa op gebied van Carbon Capture. Echter, deze informatie is van nul of generlei waarde omdat we al eerder aantoonen dat het Rotterdamse Havengebied geen expertise heeft in Carbon Capture: er wordt niet echt gepatenteerd, en er lijkt weinig relevante technologie aanwezig te zijn in de regio, getuige de lage mate van gerelateerdheid. Daarom lijkt het aangaan van partnerships met andere regio's in Europa weinig zinvol.

Figuur 6.10. Complementariteit op gebied van Carbon Capture voor Rotterdamse Havengebied





Conclusies en aanbevelingen

Dit rapport heeft op een vernieuwende manier de ontwikkelingspotenties van het Rotterdamse Havengebied in kaart gebracht. Deze inschatting van kansen voor de regio is tot stand gekomen door voor elke technologie en elke sector te berekenen in hoeverre deze kunnen voortbouwen op bestaande relevante kennis (dat wil zeggen, gerelateerde kennis) in de regio, en in hoeverre deze activiteiten complex zijn. Technologieën zijn met behulp van patentdata geanalyseerd. Dit geeft inzicht in de mate en aard van nieuwe kennisontwikkeling in een regio. Ontwikkeling van nieuwe kennis is cruciaal voor een regionale economie, omdat het veelal de bron vormt voor innovatie en economische vernieuwing. Naast patenten zijn ook sectoren geanalyseerd. Het is namelijk onzeker of nieuwe technologische kennis ook wordt omgezet in economische activiteit. Een ander voordeel van sectoranalyse is dat alle sectoren in een economie worden meegenomen, ook die waar meer low-tech en incrementele innovaties de boventoon voeren, terwijl patenten voornamelijk voorkomen in de (technologisch-hoogwaardige) industrie.

Kansrijke activiteiten in de regio zijn op meerdere manieren in kaart gebracht. Ten eerste is via patentanalyse een inschatting gemaakt van kansen van een negental prioriteiten die in beleidsdocumenten en door stakeholders als kansrijk zijn gekenmerkt. Het gaat om Advanced Maritime Engineering die in twee categorieën is onderverdeeld: Collision Prevention and Traffic Control en Autonoom Varen. Er zijn twee prioriteiten onderscheiden die vallen onder Digital: Blockchain en Kunstmatige Intelligentie. Tot slot worden vijf prioriteiten onderscheiden in Green: Elektrificatie – Fotovoltaïsche, Elektrificatie – Offshore Wind Turbines, Waterstof, Alternatieve Brandstoffen – Bioresources, en Carbon Capture. Deze negen prioriteiten zijn nauwkeurig gelinkt met patent-klassen door middel van tekstanalyse.

Uit de studie is naar voren gekomen dat het Rotterdamse Havengebied met name kansrijk is in prioriteiten rond Green. Enige uitzondering hierop is Carbon Capture waarin relevante kennisinbedding (d.w.z. gerelateerde technologieën) in de regio grotendeels ontbreekt. Het Rotterdamse Havengebied behoort tot een van de toonaangevende regio's in Europa op het gebied van nieuwe technologieontwikkeling in Elektrificatie – Offshore Wind Turbines. De studie laat tevens zien dat samenwerking met andere regio's in bijvoorbeeld Noorwegen, Schotland, Denemarken en Noord-Duitsland toegang zou kunnen bieden tot complementaire kennis in dit domein die in het Rotterdamse Havengebied zelf ontbreekt. Ook op het gebied van Elektrificatie – Fotovoltaïsche doet de regio goed mee, ofschoon het relatieve belang in Europa bescheiden is. Aanhaken bij complementaire kennis elders in Europa zou een uitkomst kunnen bieden, onder andere met de regio Rhône-Alpes. Kansrijk is het Rotterdamse Havengebied ook op het gebied van Alternatieve Brandstoffen – Bioresources, maar het relatieve aandeel in Europa loopt iets terug. Er bevindt zich relevante (gerelateerde) kennis in de regio waarop kan worden voortgebouwd, alsmede complementaire kennis in andere regio's in Europa. Op het gebied van Waterstof is het relatieve belang van de regio voorsnog bescheiden maar het neemt wel gestaag toe. Het Rotterdamse Havengebied beschikt zelf over een relevante kennisbasis maar samenwerking met bepaalde regio's in Duitsland, Frankrijk en België zou toegang kunnen geven tot complementaire kennis die de regio zelf niet in huis heeft.

Daarentegen zijn de kansen op gebied van Advanced Maritime Technologies geringer. De positie van het Rotterdamse Havengebied op het gebied van technologieontwikkeling in Autonoom Varen en Collision

Prevention and Traffic Control is de afgelopen jaren relatief verslechterd. Voor Autonoom Varen is niet helemaal duidelijk hoe dat komt, omdat het Rotterdamse Havengebied beschikt over aanzienlijke hoeveelheden relevante (gerelateerde) technologieën rond Autonoom Varen. Deze kennisbasis biedt aanknopingspunten om Autonoom Varen in de toekomst uit te bouwen tot een nieuwe specialisatie in de regio. Hierbij ligt het voor de hand om samenwerking te zoeken met andere regio's waar complementaire kennis kan worden aangeboord, zoals in Noord-Brabant, Zuid-Duitsland, en enkele regio's in Frankrijk en Groot-Brittannië. Het Rotterdamse Havengebied heeft echter veel minder te bieden qua relevante kennis op het gebied van Collision Prevention and Traffic Control. Elders in Europa is deze kennis wel voorradig, met name in Zuid-Duitsland en West-Engeland, maar ook in regio's in Zuid-Frankrijk en West-Zweden.

Voor de twee prioriteiten die vallen onder Digital, te weten Kunstmatige Intelligentie en Blockchain blijft het Rotterdamse Havengebied momenteel achter qua technologieontwikkeling bij andere delen van Europa. Er is wel wat maar niet veel relevante kennis op het gebied van Kunstmatige Intelligentie aanwezig in de regio. Interessante partners bevinden zich in Noord-Brabant, Zuidoost Engeland, Zuid-Duitsland en de Parijse regio. Op het gebied van Blockchain lijken de kansen voor de regio uitermate gering. Het ontbreekt grotendeels aan relevante kennis en expertise op dat gebied.

Het bleek niet mogelijk om voor elk van de negen prioriteiten de kansen in te schatten op basis van de sector-analyse. De wel uitgevoerde algemene sectoranalyse toont echter ook potenties-in-de-dop aan. Naast de analyse van de prioriteiten is derhalve ook meer in de volle breedte gekeken of het Rotterdamse Havengebied kansrijk is in bepaalde technologieën en sectoren. Het kan immers zo zijn dat er in de regio kansrijke activiteiten bestaan die niet worden genoemd in beleidsdocumenten, en die ook door lokale stakeholders over het hoofd zijn gezien. In het geval van technologieën liggen er in de regio zeker kansen, ook op gebieden die niet in de eerdere prioriteitenlijst voorkwamen. De studie heeft aan het licht gebracht dat het Rotterdamse Havengebied kansrijker is in meer complexe technologieën, en minder kansrijk in minder complexe technologieën. Dat is gunstig, want meer complexe activiteiten houden een grotere belofte in voor de economische toekomst van de regio. Dit geldt voor technologieën waar de regio al een relatief sterke positie in heeft weten op te bouwen, zoals op het gebied van Food Chemistry, Biotechnology en Analysis of Biological Materials. Ook is een aantal technologieën geïdentificeerd waar de regio nog niet een specialisatie in heeft opgebouwd, maar waar de regio wel kansrijk in is. Het gaat hierbij om technologieën als Organic Fine Chemistry, Digital Communication en Medical Technology. De regio beschikt in ruime mate over (gerelateerde) technologieën waarop deze genoemde technologieën kunnen voortbouwen. Deze zouden interessant kunnen zijn voor beleidsmakers om op in te zetten, omdat ze de economische structuur in het Rotterdamse Havengebied kunnen verbreden alsmede complexer maken.

In het geval van sectoren komt uit de analyse naar voren dat er kansrijke sectoren in de regio zijn. Het Rotterdamse Havengebied is bijvoorbeeld al sterk in sectoren als 'Vervaardiging van stalen buizen, pijpen, holle profielen en fittings daarvoor', 'Zee- en kustvaart (passagiersvaart en veerdienst)', 'Zee- en kustvaart (vracht-, tank- en sleepvaart)' en 'Afvalwaterinzameling en -behandeling'. De regio lijkt ook kansrijk in relatief nog onderontwikkelde dienstverlenende sectoren zoals 'Vertalers en tolken', 'Beveiliging via beveiligingsstelsel', 'Winning en distributie van water' en 'Vorbereiding tot recycling'. Beleid zou kunnen overwegen om aan deze kansrijke activiteiten extra aandacht te besteden. Daarentegen is de regio weinig kansrijk in sectoren zoals 'Gieten van Metalen' en 'Vervaardiging van Transportmiddelen'.

Vervolgstappen

In dit rapport kan nooit helemaal recht worden gedaan aan de enorme hoeveelheid informatie die uit de analyses naar boven is gekomen. Daarom zijn veel figuren interactief gemaakt, waarbij de gebruiker zelf kan nagaan welke activiteiten kansrijk zijn in de regio en welke niet. Door in kaart te brengen welke activiteiten kansrijk in de regio zijn kan beleid worden ontwikkeld om die te ondersteunen. Voorts is

gemeten in hoeverre andere regio's in Europa beschikken over complementaire activiteiten die in het Rotterdamse Havengebied zelf ontbreken maar die wel nodig zijn om een kansrijke activiteit in de regio verder te ondersteunen. Deze informatie kan worden aangewend om in kaart te brengen welke regio's een interessante strategisch partner zouden kunnen zijn, gegeven hun competenties. Op die manier kan beleid worden uitgestippeld en regio's worden benaderd om toegang te krijgen tot complementaire kennis die nodig is om kansrijke activiteiten in de regio te ontwikkelen. Dit is met behulp van patentdata voor alle 9 zelfbenoemde prioriteiten letterlijk in kaart gebracht.

Deze identificatie van kansrijke activiteiten is een stap op weg naar 'evidence-based' innovatiebeleid in het Rotterdamse Havengebied. Een vervolgstap is om deze resultaten weer terug te koppelen naar de regio. In hoeverre herkent men zich in de resultaten, welke kansen kunnen als echte kansen worden gezien (ook met het oog op belangrijke marktontwikkelingen), en hoe kan beleid hier van betekenis zijn? Sommige prioriteiten kwamen echt als kansrijk naar voren, terwijl dat voor andere prioriteiten weer minder gold. Deze studie heeft als doel om input te leveren aan deze vervolgdiscussie. Onze data-analyse levert inzichten op die hierbij kunnen worden ingebracht. Het biedt handvaten om tot goed onderbouwde speerpunten te komen, en stelt huidige prioriteiten die minder kansrijk lijken ter discussie. Uiteindelijk zal de definitieve prioritering tot stand moeten komen in de regio zelf, in samenspraak met lokale stakeholders, zoals bedrijven, burgers, experts, academici, universiteiten, bestuurders, politici, en belangengroepen.

Het benoemen en selecteren van kansrijke activiteiten is een continu doorlopend proces dat niet stopt met het schrijven van een beleidsplan, maar dat constant gemonitord, geëvalueerd en waar nodig bijgestuurd kan worden, in samenspraak met lokale stakeholders. Hierbij zal de lokale overheid of een overkoepelende organisatie als Smartport een initiërende en coördinerende rol kunnen vervullen.

Een belangrijke vervolgstap is om goed na te denken over hoe beleid in een regio moet worden vormgegeven, en op welk schaalniveau (Europees, nationaal en regionaal) beleidsinstrumenten kunnen worden ingezet. R&D-subsidies zijn een veel gebruikt instrument dat gericht (gekoppeld aan technologieën en patenten zoals in dit rapport gebruikt) kan worden ingezet om potenties in een regio aan te boren en verder te ontwikkelen. Een bijkomend voordeel van R&D-subsidies is dat dit veelal wordt vormgegeven in samenwerkingsprojecten waarin relevante partners (universiteiten, andere kennisinstellingen, bedrijven in uiteenlopende sectoren) bij elkaar worden gebracht die over complementaire (gerelateerde) kennis beschikken. Tevens kan op deze wijze toegang worden verkregen tot relevante kennis elders in Europa die in het Rotterdamse Havengebied maar in beperkte mate aanwezig is. Maar ook beleid op het gebied van menselijk kapitaal lijkt essentieel. Onderwijsbeleid kan bijvoorbeeld meer worden afgestemd op de lokale behoeften. Ook het aantrekken van mensen met de vereiste kennis en vaardigheden van elders dient te worden gefaciliteerd. Ook kan worden nagedacht over hoe ondernemersbeleid hierbij een rol kan spelen. Een mogelijk effectief beleidsinstrument is het stimuleren van spin-off-bedrijven in kansrijke activiteiten die relevante kennis uit gerelateerde activiteiten meenemen, waardoor hun kans van overleving toeneemt.

In het tweede en derde hoofdstuk kwamen meer aandachtspunten van het Rotterdamse regionale innovatiesysteem naar voren waar onze empirische analyse niet genoeg recht aan doet. De indeling in drie prioritaire technologievelden, met daarin 9 subvelden, laat nog veel gedetailleerde informatie achterwege over de honderden bedrijven en bedrijfstakken die dit basissysteem opbouwen. De belangrijke rol van incrementele innovatie zit grofweg in de sectorale analyses, maar verdient meer ook meer gedetailleerde uitwerking. En de ervaren institutionele belemmeringen van bedrijven (wetgeving, mededinging) en de korte-termijn overlevingsstrategieën van bedrijven zijn niet systematisch getoetst of afgezet tegen het lange termijn innovatieve ontwikkelingspotentieel zoals dat in de analyses van hoofdstuk 4-6 is gebruikt. Hiervoor is verdiepend onderzoek nodig.

Literatuurlijst

- Asheim, B.T., & M.S. Gertler (2005), The geography of innovation: regional innovation systems. In: The Oxford handbook of innovation.
- Asheim, B.T., M. Grillitsch & M. Trippel (2016) Regional innovation systems: past – present – future. In: Sheamur, R., Carrincazeaux, C. & Doloreux D. (2016) Handbook on the Geographies of Innovations, Edward Elgar Publishing.
- Balland, P.A. & R. Boschma (2019), "Smart specialization: beyond patents". Report for the European Commission, Directorate-General for Regional & Urban Policy, Brussels.
- Balland, P.A., R. Boschma, J. Crespo & D. Rigby (2019), "Smart specialization policy in the EU: relatedness, knowledge complexity & regional diversification". *Regional Studies* 53(9): 1252–1268.
- Balland, P.A. & R. Boschma (2020), Ontwikkelingspotenties in West-Nederland. Kansen voor West.
- Balland, P.A. & D. Rigby (2017), "The geography of complex knowledge". *Economic Geography* 93(1): 1–23.
- Balland, P.A., C. Jara-Figueroa, S. Petralia, M. Steijn, D. Rigby & C. Hidalgo (2020), "Complex economic activities concentrate in large cities". *Nat. Hum. Behav.* 1–7.
- Barber, B. (2013), *If mayors ruled the world. Dysfunctional nations, rising cities*. New Haven: Yale University Press.
- Barca, F. (2009) An agenda for a reformed cohesion policy: a place-based approach to meeting European union challenges and expectations, available on: https://ec.europa.eu/regional_policy/archive/policy/future/pdf/report_barca_v0306.pdf
- Barca, F., P. McCann & A. Rodríguez-Pose (2012), "The case for regional development intervention: place-based versus place-neutral approaches". *Journal of Regional Science* 52: 134–152.
- Bathelt H, A. Malmberg, P. Maskell (2004) Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in Human Geography*, 28(1), pp. 31–56. <https://doi.org/10.1191/0309132504ph469oa>
- Boschma, R. (2017), "Relatedness as driver behind regional diversification: a research agenda". *Regional Studies* 51(3): 351–364.
- Bristow, G. (2005). Everyone's a 'winner': problematising the discourse of regional competitiveness. *Journal of Economic Geography*, 5(3). <https://doi.org/10.1093/jeg/lbh063>
- Cheshire, P.C., M. Nathan & H.G. Overman (2014), *Urban Economics & Urban Policy: Challenging Conventional Policy Wisdom*. Cheltenham, UK & Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing.
- CPB (2021), "Actualisatie Verkenning middellange termijn 2022–2025", beschikbaar op: <https://www.cpb.nl/sites/default/files/omnidownload/CPB-Raming-Actualisatie-MLT-2022-2025-maart-2021.pdf>
- Faggio, G., O. Silva & W.C. Strange (2017), "Heterogeneous agglomeration". *Review of Economics & Statistics* 99, 80–94.
- Foray, D. (2015), *Smart specialization. Opportunities & challenges for regional innovation policy*. London: Routledge.
- Frenken, K., van Oort, F., & Verburg, T. (2007). Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. *Regional Studies*, 41(5). <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>
- Gertler, M. S. (2003), Tacit knowledge and the economic geography of context, or The undefinable tacitness of being (there). *Journal of Economic Geography*, 3(1), 75–99. <https://doi.org/10.1093/jeg/3.1.75>
- Glaeser, E. (2011), *Triumph of the city*. London: Penguin.
- Glaeser, E.L., & Gottlieb, J.D. (2008). 'The economics of place-making policies'. *Brookings Papers on Economic Activity* 2008(1): 155–253.
- Gobillon, L., T. Magnac & H. Selod (2012), 'Do unemployed workers benefit from enterprise zones? The

- French experience'. *Journal of Public Economics* 96(9-10): 881-892.
- Van Haaren, J., S. Vermeulen, M. Jansen (2020) Rotterdams talent: Onderzoek naar gewenste en gevraagde talentprofielen in de Rotterdamse economie, Rotterdam: Erasmus UPT, beschikbaar op: <https://www.eur.nl/upt/media/99327>
- Van Haaren, F. van Oort & J.D. Maasland (2021), "Local cluster strategies & firm performance in the Netherlands". Chapter in: D. Fornahl & N. Grashof (eds.), *Regional clusters in a global world*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Haberl, H. et al. (2020) A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part II: synthesizing the insights, beschikbaar op: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab842a>
- Hartmann, D., M.R. Guevara, C. Jara-Figueroa, M. Aristaran & C.A. Hidalgo (2017), "Linking economic complexity, institutions, & income inequality". *World Development* 93: 75-93.
- Hidalgo, C. & R. Hausmann (2009), "The building blocks of economic complexity". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 10570-10575.
- Hundt, C., L. Holtermann, S. Steeger & J. Bersch (2019), "Cluster externalities, firm capabilities & the recessionary shock". *Papers in Evolutionary Economic Geography* 1907.
- IAB (2012) "New Deal Cultuur": Advies Denktank Cultuur Rotterdam; "MICE-industry".
- IMF (2021), "World Economic Outlook: Managing divergent recoveries", beschikbaar op: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2021/03/23/world-economic-outlook-april-2021>
- Ioannides, Y.M. (2012), *From Neighbourhoods to Nations: The Economics of Social Interactions*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Jansen, M., S. Vermeulen, J. van Haaren (2020) *Thuishaven voor talent*. Rotterdam: Erasmus UPT, beschikbaar op: <https://www.eur.nl/upt/media/88679>
- Jensen, M. Johnson, B. Lorenz, E. & Lundvall, B. (2007) Forms of knowledge and modes of innovation, *Research policy*, 36(5), pp. 680-693
- Katz, B. & J. Wagner (2014), "The rise of innovation districts: a new geography of innovation in America". Brookings Institute, Washington.
- Kooij, H., K. van Assche & A. Lagendijk A (2012), "Open concepts as crystallization points & enablers of discursive configurations: the case of the innovation campus in the Netherlands". *European Planning Studies* 22(1): 84-100.
- Koster, H., F. Cheng, M. Gerritse & F. van Oort (2018), 'Place based policies, firm productivity & displacement effects: evidence from Shenzhen, China'. *Journal of Regional Science* 59: 187-213.
- Louter, P. & P. van Eikeren (2018), "De arbeidsmarkt van de CTNV regio". Delft: Bureau Louter.
- Louter, P. & P. van Eikeren (2020), "Relatiepatronen Hardenberg". Delft: Bureau Louter.
- Lundvall, B.A. (1992) *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers, London.
- Neffke, F., M. Henning & R. Boschma (2011), "How do regions diversify over time? Industry relatedness & the development of new growth paths in regions". *Economic Geography* 87(3): 237-265.
- Neumark, D. & H. Simpson (2015), "Place-based policies". In G. Duranton & J. V. Henderson (eds.), *Handbook of Regional & Urban Economics* 5. Amsterdam: Elsevier.
- Manshanden, W., F. van Oort, O. Koops & J. van Haaren (2019), "Toplocaties, hotspots en fieldlabs in de MRDH". Regioverkenning MRDH.
- Manshanden, W.J.J., van Oort, F.G., Burger, M.J. en van Haaren, J. (2021) *Monitor Herstel- en Vernieuwingsagenda Rotterdam (versie 1.0)*.
- Mazzucato, M. (2021), *Mission economy. A moonshot guide to changing capitalism*. New York: Harper Collins Publishers.
- Moulaert, F., & Sekia, F. (2003). Territorial innovation models: a critical survey. *Regional studies*, 37(3), 289-302.
- OECD (2015), *Governing the city*. Paris: OECD.
- Van Oort, F.G. (2012), "De weerbare regio. Ruimtelijk-economisch beleid in de Zuid-hollandse

- kenniseconomie". Den Haag: Provincie Zuid-Holland.
- Van Oort, F. & J. van Haaren (2019), "De levenscyclus van Rotterdamse sectoren. Kansen en bedreigingen voor lokale economische dynamiek". Rotterdam: Erasmus UPT & Gemeente Rotterdam.
- Van Oort, F.G., Manshanden, W.J.J., Koops, O. en van Haaren, J. (2020) Effecten investeringsprojecten Groeiagenda Zuid-Holland, beschikbaar op: <https://www.move-rdh.nl/documenten/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=1918837>
- Van Oort, F., A. Weterings, L. Nedelkoska & F. Neffke (2015), "Ruimte geven aan economische vernieuwing. Arbeidsmobiliteit en skill-gerelateerdheid in Nederlandse regio's". Utrecht: ESD².
- Van Oort, F., A. Weterings, L. Nedelkoska & F. Neffke (2016), Arbeidsmobiliteit, skill-gerelateerdheid en stedelijke innovatie. TPE Digitaal 10(2), pp. 104-121. Beschikbaar op: http://www.tpedigitaal.nl/sites/default/files/bestand/arbeidsmobiliteit_skill-gerelateerdheid_en_stedelijke_innovatie.pdf
- Pintar, N. & T. Scherngell (2020), "The complex nature of regional knowledge production: Evidence on European regions", *Research Policy*, doi.org/10.1016/j.respol.2020.104170.
- Ponds, R., F. van Oort, & K. Frenken (2010), Innovation, spillovers and university-industry collaboration: an extended knowledge production function approach. *Journal of Economic Geography*, 10(2). <https://doi.org/10.1093/jeg/lbp036>
- Putnam, R.D. (2000), *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. New York: Simon & Schuster.
- Regio Deal (2020), "Investeren 130 mln euro in MKB in Midden-West Brabant". Regio Deal Midden-West Brabant.
- Rigby D.L., C. Roesler, D. Kogler, R. Boschma & P.A. Balland (2021), "Do EU regions benefit from Smart Specialization principles?" *Regional Studies*, te verschijnen.
- Rodríguez-Pose, A. (2013). Do Institutions Matter for Regional Development? *Regional Studies*, 47(7), 1034–1047. <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.748978>,
- Rodrik, D., A. Subramanian & F. Trebbi, (2004) Institutions Rule: The Primacy of Institutions Over Geography and Integration in Economic Development. *Journal of Economic Growth* 9, 131–165. <https://doi.org/10.1023/B:JOEG.0000031425.72248.85>
- Speldenkamp, D. (2021), *Reconfiguring clusters. From contradictions to pathways*. Proefschrift, Radboud Universiteit Nijmegen.
- Storper, M., 1997. *The Regional World*, Guilford Press, New York.
- Wever, E. (2003), *We mogen niet klagen. De ontwikkeling van de Drentse economie na 1945*. Assen: Van Gorcum.
- Wever, E. (2008), *De opbloei van een muurbloem. De ontwikkeling van de werkgelegenheid in Drenthe sinds 1945*. Fagus, IJzerlo.
- Van Winden, W., L. de Carvalho, E. van Tuijl, J. van Haaren & L. van den Berg (2010), *Creating knowledge locations in cities*. London: Routledge.



Bijlagen

Bijlagen

Bijlage B1: Belangrijke termen patent analyse

In de navolgende lijst zijn belangrijke termen uit de documentenanalyse ingedeeld naar de hoofdstructuur zoals deze herkenbaar is in de beleidsstukken. Per term zijn onderliggende, aanverwante termen of synoniemen op een lager niveau weergegeven. Aan het einde is een lijst termen opgenomen die niet eenduidig zijn in te delen, of mogelijk minder relevant zijn voor de analyse. Een * betekent dat de term centraler staat in analyses en beleidsdocumenten.

Duurzame haven

- Alternatieve energiebronnen
 - Waterstof*
 - Waterstof productie
 - Water-Electrolyse
 - Offshore Electrolysis
 - SOFC Electrolysing*
 - PEM Electrolysing*
 - ALK Electrolysing*
 - Thermochemical Water Splitting*
 - Steam Reforming
 - + SMR GAS (with or without CCS)*
 - + Steam Methane Reforming*
 - Supercritical Water Gasification (link with biofuels)
 - Autothermal Reforming
 - + ATR Gas (with or without CCS)*
 - ATransport Integrated Gassification
 - Groene waterstof **
 - Grijze waterstof **
 - Turquoise waterstof
 - Blauwe waterstof
 - Waterstofopslag
 - Liquefied Hydrogen*
 - Liquid hydrogen
 - LH2*
 - Syngas
 - Alternatieve brandstoffen*
 - Biofuels
 - Biomassa*
 - Oil-biomass raffinates
 - Anaerobic digestion
 - Supercritical Water Gasification
 - Photo-Catalysis*
 - Windpower hub*
 - Offshore wind
 - Synthetic fuels*

- Sun-PV
 - Fotovoltaïsche panelen
 - Zonneparken
 - Zonnepanelen
- LNG*
- Alternatieve grondstoffen
 - Methanol
 - Waterstof*
 - Waterstof productie
 - Groene waterstof **
 - Grijze waterstof **
 - Turquoise waterstof
 - Blauwe waterstof
 - Pyrolyse
 - Pyrolysis & Gasification*
 - Stromen
 - Circulair
 - Afvalstromen
 - Reststromen
 - Recycling
 - Upcycling
- Elektrificatie van de haven (industrie, achterlandvervoer, walstroom)
 - Elektrificatie **
 - Elektriciteit
 - Walstroom
 - Cold ironing
 - Electricity Infrastructure
- Kooldioxide reductie (Carbon capture, Carbon storage, Carbon utilisation)
 - CO2*
 - Carbon Capture
 - CC
 - Carbon Storage
 - CCS
 - Salt Caverning
 - Carbon Utilisation
 - CCU
 - Beloningssysteem lage CO2-uitstoot
- Klimaatbestendig infrastructuur
- Green trade lanes

Slimme haven

- Digitalisering
 - Digitization*
 - Digitale planningtools
 - Platformen
 - E-marketplaces
- Autonomie

- Datastromen voor autonome voer- en vaartuigen
- Autonomous Ships*
- Situation Awareness (SA) Intelligence*
- Collision Avoidance Software*
- Ship Path Analysis*
- Path Planning
- Navigation*
- Sensor Components*
- Software Based Control System
- Motion Control System
- GPS/DGPS*
- Stereovision*
- Radar
- Inertial navigation
- Automatic Identification System (AIS)*
- Automatic Radar Plotting (ARP)*
- Route Sharing Systems (RSS)
- Ship-to-Ship interaction
- Ship-to-Infra interaction
- Controle Tower Wegverkeer
- Digital infrastructure
 - Glasvezel
 - 5G netwerken
 - Artificial Intelligence*
 - Quantum
 - Advanced Analytics
- Robotics*
- Cybersecurity

Overig (niet ingedeeld)

- Operations Research
- Traffic Service System
- Bunkering
- Waste Dispense
- Maintenance and Repair
- Fully Automated Locks
- Integrated Synchromodal Transport Systems
- Intermodaal transport
- Transport efficiëntie
- Achterlandverbindingen
- Logistiek
- Refineries
- Chemical production
- Transport Systems
- Industrial Gas
- Plastics Saturation
- Decarbonise Transport System
- Engine Technology
- (BASF, SHELL, TNO)
- Gaseous Tanking

- Salt Caverning
- Chlorine Production
- Steam Cracker Heating

Bijlage B2: Excel-overzicht belangrijke termen uit interviews

Term	Frequentie scores			Kwalitatieve scores		Totaal Score
	Absoluut	Relatief	Score	Score		
Autonomous shipping	78%	14%	11%	80%		8,96%
Waterstof	56%	9%	5%	80%		4,14%
Artificial intelligence	56%	6%	3%	48%		1,58%
Carbon capture storage	33%	4%	1%	80%		1,13%
Carbon capture utilisatio	33%	4%	1%	80%		1,13%
Elektrificatie	22%	3%	1%	80%		0,60%
port call optimisation	44%	3%	2%	32%		0,48%
Autonomous navigation	22%	3%	1%	80%		0,45%
Collision prevention	33%	3%	1%	48%		0,41%
Collision detection	33%	3%	1%	48%		0,41%
machine learning	22%	3%	1%	48%		0,36%
Blockchain	22%	3%	1%	48%		0,27%
alternatieve brandstoffen	22%	2%	0%	64%		0,24%
drones	22%	4%	1%	24%		0,23%
LIDAR	22%	2%	0%	32%		0,12%
control tower	22%	2%	0%	24%		0,09%
fuel cells	11%	2%	0%	48%		0,09%
AIS	33%	3%	1%	8%		0,07%
Unmanned surface vesse	11%	2%	0%	32%		0,06%
Loss-of-comms	11%	1%	0%	48%		0,05%
Power to heat	11%	1%	0%	32%		0,03%
Surveillance	11%	1%	0%	24%		0,02%
Digital twin	11%	1%	0%	24%		0,02%
Elektrolyse	11%	1%	0%	24%		0,02%
Elektro-optical systems	11%	1%	0%	16%		0,02%
RF communication (Radi	11%	1%	0%	16%		0,02%
4G LTE	11%	1%	0%	16%		0,02%
Autonomous docking	11%	1%	0%	12%		0,01%
Optical systems	11%	1%	0%	12%		0,01%
Optische systemen	11%	1%	0%	12%		0,01%
Night-vision	11%	1%	0%	12%		0,01%
Low-light	11%	1%	0%	12%		0,01%
Laser-range finder	11%	1%	0%	12%		0,01%
Mesh networking	11%	1%	0%	12%		0,01%
Sat-com (sattelite comm	11%	1%	0%	12%		0,01%
Redundancy	11%	1%	0%	12%		0,01%
SWARM port	11%	1%	0%	12%		0,01%
LoRa	11%	1%	0%	12%		0,01%
beyond-visual line of sig	11%	1%	0%	12%		0,01%
warmtepompen	11%	1%	0%	12%		0,01%
3D printen	11%	1%	0%	12%		0,01%
Radar	11%	1%	0%	8%		0,01%
Mapping	11%	1%	0%	8%		0,01%
Camera	11%	1%	0%	8%		0,01%
Bandwidth	11%	1%	0%	8%		0,01%
Walstroom / Cold Ironin	11%	1%	0%	8%		0,01%
cybersecurity	11%	1%	0%	8%		0,01%
pyrolyse	11%	1%	0%	8%		0,01%
platformen	11%	1%	0%	8%		0,01%
COLREGS	11%	1%	0%	4%		0,00%

Bijlage B3: Positionering SmartPort

Smartport is een netwerk en onderzoeksorganisatie die zich richt op de toekomst van de Rotterdamse haven. Ze werkt met drie “roadmaps” waarin onderzoek en ondersteuning is gebundeld.

Roadmap Smart Logistics: De roadmap Smart Logistics heeft als doel het Rotterdamse havengebied tot koploper in slimme logistiek te maken: transportketens worden duurzaam, betrouwbaar en efficiënt en Rotterdam is een spil in het mondiale logistieke netwerk. De roadmap focust op de containermarkt: deze heeft binnen het vervoersaanbod de sterkste groeipotentie maar vertoont tegelijk ook de hevigste concurrentie met andere havens. De leidende programma’s binnen deze roadmap zijn: Truck Platooning (ontwikkeling naar digitaal verbonden vrachtwagens die in een konvooi rijden), Smart Shipping (voorbereiden op het ontvangen van autonoom varende schepen in de haven), synchromodality (vergroten betrouwbaarheid van achterlandtransport door optimale inzet van de verschillende modaliteiten) en Self Organizing Logistics (efficiëntere logistiek door goederen die zelf hun transport kunnen organiseren).

Roadmap Smart Energy & Industry: Deze roadmap richt zich op een optimaal functionerend en duurzaam petrochemisch cluster. Implementatie van duurzame energie in zijn diverse facetten (productie, gebruik, opslag) wordt onderzocht. Centraal staat hoe en hoeveel windenergie kan worden opgenomen in de haven van Rotterdam en hoe de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen verkleind kan worden. De leidende programma’s binnen deze roadmap zijn: Grondstoffentransitie (circulariteit in grondstoffen en producten is een belangrijke toekomstige bouwsteen van de duurzame Nederlandse economie. Het circulair maken van (nu nog) lineaire ketens is een grote uitdaging op zowel technologisch, organisatorisch als politiek vlak maar kan veel CO₂-uitstoot besparen) en Elektrificatie (binnen dit programma speelt de opschaling en integratie van de waterstofeconomie een belangrijke rol).

Roadmap Futureproof Port Infrastructure: Deze roadmap is gericht op het optimaliseren van de waardecreatie van het havengebied door de combinatie van maritieme infrastructuur en waterwegen slim te benutten. Havenbouw en havenontwikkeling zijn toonaangevend, tijdens de aanleg en het gebruik is overlast voor de natuur, mensen en business minimaal. De leidende programma’s binnen deze roadmap zijn: Varen door Slib (het realiseren van een brede adoptie van varen door slib door de nautische sector. Varen door slib levert waardevolle opties zoals minder baggeren of schepen zwaarder beladen), Nautische Verkeersmodellen (optimaliseren van verkeersmodellen die inzicht geven in het scheepvaartverkeer in de haven om de veiligheid en de efficiëntie van de afhandeling van schepen te verhogen), Kades van de Toekomst (door het plaatsten van sensoren en de analyse van de data die dat oplevert, kan het gebruik van de huidige kades geoptimaliseerd worden en kunnen de ontwerpen van nieuwe kades verbeterd worden).

Bijlage B4: CPC-klassen van prioriteiten

Tabel B4.1: Autonoom Varen: 9 CPC-klassen

B63G8/001	Underwater vessels adapted for special purposes, e.g. unmanned underwater vessels
B63G8/14	Control of attitude or depth
G05D1/048	Control of altitude or depth specially adapted for water vehicles
B63G2008/004	Underwater vessels adapted for special purposes, e.g. unmanned underwater vessels
G01S13/91	Radar or analogous systems specially adapted for specific applications for traffic control
G01S15/88	Sonar systems specially adapted for specific applications
G01S17/88	Lidar systems specially adapted for specific applications
G01S13/88	Radar or analogous systems specially adapted for specific applications
B63B2035/006	Unmanned surface vessels, e.g. remotely controlled

Tabel B4.2: Blockchain: 10 CPC-klassen

H04L9	Cryptographic mechanisms or cryptographic arrangements for secret or secure communication
H04L9/0637	Modes of operation, e.g. cipher block chaining [CBC], electronic codebook [ECB] or Galois/counter mode [GCM]
G06Q20/308	Payment architectures, schemes or protocols characterised by the use of specific devices or networks using the Internet of Things
G06Q20/3827	Use of message hashing
G06Q20	Payment architectures, schemes or protocols
G06F21/602	Providing cryptographic facilities or services
H04L63/0428	Network architectures or network communication protocols for network security for providing a confidential data exchange among entities communicating through data packet networks wherein the data content is protected, e.g. by encrypting or encapsulating the payload
H04L2209/38	Chaining, e.g. hash chain or certificate chain
H04L63/0428	Network architectures or network communication protocols for network security for providing a confidential data exchange among entities communicating through data packet networks wherein the data content is protected, e.g. by encrypting or encapsulating the payload
H04L2209/56	Financial cryptography, e.g. electronic payment or e-cash

Tabel B4.3: Kunstmatige Intelligentie: 127 CPC-klassen

G06N3/002	Biomolecular computers, i.e. using biomolecules, proteins, cells
G06N3/123	DNA computers, i.e. information processing using biological DNA
G06N3/126	Genetic algorithms, i.e. information processing using digital simulations of the genetic system
G06N3/02	Computer systems using neural network models
G06N3/04	Neural network models - Architectures, e.g. interconnection topology
G06N3/0409	Adaptive resonance theory [ART] networks
G06N3/0418	using chaos or fractal principles

G06N3/0427	in combination with an expert system
G06N3/0436	in combination with fuzzy logic
G06N3/0445	Feedback networks, e.g. hopfield nets, associative networks
G06N3/0454	using a combination of multiple neural nets
G06N3/0463	Neocognitrons
G06N3/0472	using probabilistic elements, e.g. p-rams, stochastic processors
G06N3/0481	Non-linear activation functions, e.g. sigmoids, thresholds
G06N3/049	Temporal neural nets, e.g. delay elements, oscillating neurons, pulsed inputs
G06N3/06	Physical realisation, i.e. hardware implementation of neural networks, neurons or parts of neurons
G06N3/061	using biological neurons, e.g. biological neurons connected to an integrated circuit
G06N3/063	using electronic means
G06N3/0635	using analogue means
G06N3/067	using optical means
G06N3/0675	using electro-optical, acousto-optical or opto-electronic means
G06N3/08	Learning methods
G06N3/082	modifying the architecture, e.g. adding or deleting nodes or connections, pruning
G06N3/084	Back-propagation
G06N3/086	using evolutionary programming, e.g. genetic algorithms
G06N3/088	Non-supervised learning, e.g. competitive learning
G06N3/1	Simulation on general purpose computers
G06N3/105	Shells for specifying net layout
A61B5/7264	{Classification of physiological signals or data, e.g. using neural networks, statistical classifiers, expert systems or fuzzy systems (neural networks per se G01N3/00
B23K31/006	{relating to using of neural networks}
B25J9/161	{Hardware, e.g. neural networks, fuzzy logic, interfaces, processor}
B29C66/965	{using artificial neural networks}
B29C2945/76979	Using a neural network
B60G2600/1878	Neural Networks
B64G2001/247	{Advanced control concepts for autonomous, robotic spacecraft, e.g. by using artificial intelligence, neural networks or autonomous agents}
E21B2200/22	Fuzzy logic, artificial intelligence, neural networks or the like
F02D41/1405	{Neural network control}
F03D7/046	{with learning or adaptive control, e.g. self-tuning, fuzzy logic or neural network}
F05B2270/709	with neural networks
F05D2270/709	with neural networks
F16H2061/0084	{Neural networks}
G01N29/4481	{Neural networks}
G01N33/0034	{comprising neural networks or related mathematical techniques}
G01N2201/1296	using neural networks
G01S7/417	{involving the use of neural networks}
G05B13/027	{using neural networks only}

G05B13/0285	{using neural networks and fuzzy logic}
G05B13/029	{using neural networks and expert systems}
G05B23/024	{Quantitative history assessment, e.g. mathematical relationships between available data
G05B23/0254	{based on a quantitative model, e.g. mathematical relationships between inputs and outputs
G05B23/0281	{Quantitative, e.g. mathematical distance
G05B2219/25255	Neural network
G05B2219/32335	Use of ann, neural network
G05B2219/33013	Higher order multilayer artificial neural network ANN, input terms has square, cubic terms of input, output
G05B2219/33014	BAM bidirectional associative memory artificial neural network
G05B2219/33015	Time delay artificial neural network
G05B2219/33021	Connect plural macrocircuits, neural network modules in a larger network
G05B2219/33024	RAM artificial neural network, several lookup tables addressed by input section, output summed
G05B2219/33025	Recurrent artificial neural network
G05B2219/33026	Wavelet artificial neural network, wavelet orthogonal decomposition for artificial neural network approximation
G05B2219/33027	Artificial neural network controller
G05B2219/33029	ANNS artificial neural network with sigmoid function
G05B2219/33035	Slow learning combined with fast learning artificial neural network, two time scale ann
G05B2219/33041	Structure optimization and learning of artificial neural network by genetic algorithm
G05B2219/33044	Supervised learning with second artificial neural network
G05B2219/34081	Fuzzy art map neural network, one art for input map, lookup table, other for output
G05B2219/39271	Ann artificial neural network, ffw-nn, feedforward neural network
G05B2219/39286	Forward inverse, dynamics model, relaxation neural network model firm
G05B2219/39311	Multilayer, MNN, four layer perceptron, sigmoidal neural network
G05B2219/39312	Double neural network for tracking, slave microprocessor for servo control
G05B2219/40494	Neural network for object trajectory prediction, fuzzy for robot path
G05B2219/40529	Neural network based on distance between patterns
G05B2219/41054	Using neural network techniques
G06F11/1476	{in neural networks}
G06F11/2263	{using neural networks}
G06F30/27	using machine learning, e.g. artificial intelligence, neural networks, support vector machines [SVM] or training a model
G06F2207/4824	Neural networks
G06K7/1482	{using fuzzy logic or natural solvers, such as neural networks, genetic algorithms and simulated annealing}
G06N7/046	{Implementation by means of a neural network (neural networks using fuzzy logic G06N3/0436)}
G06T3/4046	{using neural networks}
G06T9/002	{using neural networks}
G06T2207/20084	Artificial neural networks [ANN]
G08B29/186	{Fuzzy logic

G10H2210/031	Musical analysis, i.e. isolation, extraction or identification of musical elements or musical parameters from a raw acoustic signal or from an encoded audio signal (neural networks for electrophonic musical instruments or musical processing G10H2250/311)
G10H2250/311	Neural networks for electrophonic musical instruments or musical processing, e.g. for musical recognition or control, automatic composition or improvisation (musical analysis G10H2210/031)
G10K2210/3038	Neural networks
G10L15/16	using artificial neural networks
G10L17/18	Artificial neural networks
G10L25/3	using neural networks
G11B20/10518	{using neural networks}
H01J2237/30427	using neural networks or fuzzy logic
H01M8/04992	characterised by the implementation of mathematical or computational algorithms, e.g. feedback control loops, fuzzy logic, neural networks or artificial intelligence
H02H1/0092	{concerning the data processing means, e.g. expert systems, neural networks}
H02P21/0014	{using neural networks}
H02P23/0018	{using neural networks}
H03H2017/0208	{using neural networks}
H03H2222/04	using neural networks
H04L2012/5686	{Use of neural networks}
H04L25/0254	{using neural network algorithms}
H04L25/03165	{using neural networks}
H04L2025/03464	{Neural networks}
H04L2025/03554	{between neural networks and tapped delay lines}
H04L45/08	{Learning-based routing, e.g. neural networks}
H04N21/4666	{using neural networks, e.g. processing the feedback provided by the user}
H04Q2213/054	Expert systems, e.g. neural networks
H04Q2213/13343	Neural networks
H04Q2213/343	Neural network
H04R25/507	{implemented by neural network or fuzzy logic}
Y10S128/925	Neural network
G06N5	Computer systems utilizing knowledge-based models
G06N7/005	Computer systems using probabilistic networks
G06N7/02	Computer systems using fuzzy logic
G06N7/04	Computer systems using fuzzy logic - Physical realisation
G06N7/06	Fuzzy logic - Simulation on general purpose computers
G06N7/08	Computer systems using chaos models or non-linear system models
G06N20	Machine learning
G16B40	ICT specially adapted for biostatistics
G16C20/7	Machine learning, data mining or chemometrics
G06F7/023	Methods or arrangements for processing data by operating upon the order or content of the data handled - adaptive, e.g. self learning
G06F16/33	Information retrieval

G06F16/35	Information retrieval
G06K9/46	Extraction of features or characteristics of the image
G06K9/00295	Classification, e.g. identification of unknown faces, i.e. recognising the same non-enrolled faces, e.g. recognising the unknown faces across different face tracks
G06K9/00268	Feature extraction
G06K9/00288	Classification, e.g. identification
G06T2207/20084	Indexing scheme for image analysis or image enhancement - Artificial neural networks [ANN]
G06K9/6259	Methods or arrangements for reading or recognising printed or written characters or for recognising patterns, e.g. fingerprints - {characterised by the incorporation of unlabelled data, e.g. multiple instance learning [MIL], semi-supervised techniques using expectation-maximisation [EM] or naïve labelling

Tabel B4.4: Carbon Capture: 4 CPC-klassen

Y02C10	CO2 capture or storage
B01D53/864	Removing carbon monoxide or hydrocarbons
Y02P10/122	Climate change mitigation technologies in the production or processing of goods by capturing CO2
Y02P40/59	CO2 capture, e.g. for large oxy-fuel furnaces

Tabel B4.5: Elektrificatie – Fotovoltaïsche: 42 CPC-klassen

B63H2021/003	{the power plant using fuel cells for energy supply or accumulation, e.g. for buffering photovoltaic energy}
B63H2021/171	{making use of photovoltaic energy conversion, e.g. using solar panels}
B63J2003/003	{using photovoltaic power generation, e.g. using solar panels}
B65D57/006	{the articles being substantially flat panels, e.g. wooden planks or photovoltaic panels}
C10J2300/1284	by renewable energy, e.g. solar energy, photovoltaic cells, wind
E04D3/4	Slabs or sheets locally modified for auxiliary purposes, e.g. for resting on walls, for serving as guttering
F03D9	Adaptations of wind motors for special use
F03G6/001	{having photovoltaic cells}
F05B2220/708	Photoelectric means, i.e. photovoltaic or solar cells
F21S8/006	{Solar simulators, e.g. for testing photovoltaic panels}
F24F2005/0067	{with photovoltaic panels}
F24H2240/09	with photovoltaic cells
G01R31/26	Testing of individual semiconductor devices (testing or measuring during manufacture or treatment {H01L22/00})
G01R31/4	Testing power supplies (testing photovoltaic devices H02S50/10)
G01T3/006	{using self-powered detectors (for neutrons as well as for γ - or X-rays), e.g. using Compton-effect (Compton diodes) or photo-emission or a (n,B) nuclear reaction (photovoltaic semiconductors H01L31/00)
G04C10/02	the power supply being a radioactive {or photovoltaic} source
H01G9/2068	{Panels or arrays of photoelectrochemical cells, e.g. photovoltaic modules based on photoelectrochemical cells}

H01J29/45	exhibiting internal electric effects caused by electromagnetic radiation, e.g. photoconductive screen, photodielectric screen, photovoltaic screen {(photoconductive layers for electrography G03G5/00)}
H01L25	Assemblies consisting of a plurality of individual semiconductor or other solid state devices {
H01L25/047	{the devices being of a type provided for in group H01L51/42, e.g. photovoltaic modules based on organic solar cells}
H01L27/142	Energy conversion devices (photovoltaic modules or arrays of single photovoltaic cells comprising bypass diodes integrated or directly associated with the devices H01L31/0443
H01L27/304	{in form of a fiber or a tube, e.g. photovoltaic fibers}
H01L31/02021	{for solar cells (electrical connection means, e.g. junction boxes, specially adapted for structural association with photovoltaic modules H02S40/34)}
H01L31/0203	Containers
H01L31/0232	Optical elements or arrangements associated with the device (H01L31/0236 takes precedence
H01L31/024	Arrangements for cooling, heating, ventilating or temperature compensation (for photovoltaic devices H01L31/052)
H01L31/04	adapted as photovoltaic [PV] conversion devices (testing thereof during manufacture {H01L22/00}
H01L31/0443	comprising bypass diodes integrated or directly associated with the devices, e.g. bypass diodes integrated or formed in or on the same substrate as the photovoltaic cells
H01L31/0488	{Double glass encapsulation, e.g. photovoltaic cells arranged between front and rear glass sheets}
H02J3/383	{Solar energy, e.g. photovoltaic energy (generation of electric power by conversion of light H02S)}
H02J3/385	{Maximum power point tracking control for photovoltaic sources}
H02J2300/24	of photovoltaic origin
H02J2300/26	involving maximum power point tracking control for photovoltaic sources (maximum power point systems in particular G05F1/67)
Y02T10/9	Energy harvesting concepts as power supply for auxiliaries' en
Y02E10/5	Photovoltaic [PV] energy
H01L31	Semiconductor devices sensitive to infra-red radiation, light, electromagnetic radiation of shorter wavelength or
Y02B10/1	Photovoltaic [PV]
Y02B10/12	Roof systems for PV cells
Y02B10/14	PV hubs
H02S	Generation of electric power by conversion of infra-red radiation, visible light or ultraviolet light, e.g. using photovoltaic [pv] modules
H02J7/35	Parallel operation in networks using both storage and other dc sources, e.g. providing buffering with light sensitive cells
Y02P20/133	Renewable energy sources, e.g. sunlight

Tabel B4.6: Waterstof: 21 CPC-klassen

C01B3	Hydrogen
H01M10/66	Heatexchange relationships between the cells and other systems, e.g. central heating systems or fuel cells
H01M16/003	{of fuel cells with other electrochemical devices, e.g. capacitors, electrolyzers}

H01M16/006	{of fuel cells with rechargeable batteries}
H01M2250	Fuel cells for particular applications
H01M2250/4	Combination of fuel cells with other energy production systems
H01M2250/402	Combination of fuel cell with other electric generators (combination of fuel cells with other electrochemical generator H01M16/003)
H01M2250/407	Combination of fuel cells with mechanical energy generators
H02J3/387	{using fuel cells (fuel cells per se H01M8/00)}
H02J2300/3	The power source being a fuel cell
H04R2225/31	Aspects of the use of accumulators in hearing aids, e.g. rechargeable batteries or fuel cells
Y02W30/84	Recycling of batteries or fuel cells
Y10S204/04	Electrolysis cell combined with fuel cell
Y10S903/944	Characterized by control of fuel cell
Y10S977/948	Energy storage/generating using nanostructure, e.g. fuel cel
H01M8	Fuel cells
Y02E60/3	Hydrogen technology
Y02E60/5	Fuel cells
Y02P90/45	Hydrogen technologies in production processes
Y02B90/1	Applications of fuel cells in buildings
Y02T90/4	Application of hydrogen technology to transportation, e.g. using fuel cells

Tabel B4.7: Alternatieve Brandstoffen – Bioresources: 22 CPC-klassen

B67D7/0498	{Arrangements specially adapted for transferring biofuels, e.g. ethanol-gasoline mixture}
F02D19/0652	{Biofuels, e.g. plant oils}
Y02E50/1	Biofuels, e.g. bio-diesel
Y02T10/3	Use of alternative fuels, e.g. biofuels
Y02T70/5218	Less carbon-intensive fuels, e.g. natural gas, biofuels
Y02E50/3	Fuel from waste, e.g. synthetic alcohol or diesel
C12P7/1	Ethanol, i.e. non-beverage produced as by-product or from waste or cellulosic material substrate substrate containing cellulosic material
C12P7/16	Butanols
C10J2300/0916	Biomass
Y02W30/95	Use of waste materials as fillers for mortars or concrete from building or ceramic industry
C04B24	Use of organic materials as active ingredients for mortars, concrete or artificial stone, e.g. plasticisers
C04B26	Compositions of mortars, concrete or artificial stone, containing only organic binders
C04B35/6264	Mixing media, e.g. organic solvents
Y02E10/46	Conversion of thermal power into mechanical power, e.g. Rankine, Stirling or solar thermal engines
Y02W30/78	Recycling of wood or furniture waste
Y02W30/4	Bio-organic fraction processing
Y02W30/74	Recovery of fats, fatty oils, fatty acids or other fatty substances, e.g. lanolin or waxes
Y02W90/1	Bio-packaging, e.g. packing containers made from renewable resources or bio-plastics

Y02P20/145	Feedstock the feedstock being materials of biological origin
Y02P30/2	Technologies relating to oil refining and petrochemical industry using bio-feedstock
C10G2300/1014	Biomass of vegetal origin
C10G2300/1018	Biomass of animal origin

Tabel B4.8: Elektrificatie - Offshore Wind Turbines: 5 CPC-klassen

B63G8/001	Underwater vessels adapted for special purposes, e.g. unmanned underwater vessels
B63G8/14	Control of attitude or depth
G05D1/048	Control of altitude or depth specially adapted for water vehicles
B63G2008/004	Underwater vessels adapted for special purposes, e.g. unmanned underwater vessels
G01S13/91	Radar or analogous systems specially adapted for specific applications for traffic control
G01S15/88	Sonar systems specially adapted for specific applications
G01S17/88	Lidar systems specially adapted for specific applications
G01S13/88	Radar or analogous systems specially adapted for specific applications
B63B2035/006	Unmanned surface vessels, e.g. remotely controlled

Colofon

©SmartPort
februari 2022

Ontwerp: IJzersterk.nu
Fotografie: Shutterstock

Alle opgenomen informatie is eigendom van SmartPort. Overnemen van inhoud, geheel of gedeeltelijk is toegestaan mits bronvermelding is toegepast.

Vrijwaring

SmartPort heeft de grootst mogelijke zorg besteed aan de samenstelling van dit document. Desondanks accepteert SmartPort geen aansprakelijkheid voor eventuele onjuistheden in de informatie, noch voor schade, overlast of ongemak dan wel andersoortige gevolgen die voortvloeien uit of samenhangen met het gebruik van deze informatie.



connecting
knowledge

HEEFT U VRAGEN?

SmartPort
info@smartport.nl
tel. 010 402 03 43