



Tekenkamer
van de Industrie
powered by ISPT

Public Summary

A scenario study of transition in the Rotterdam Harbor Industrial Cluster

Carbon feedstock transition of the petrochemical industry under spatial limitations



Gemeente
Rotterdam



provincie
Zuid-Holland



QuoMare
Quantitative Optimization



Deltalinqs



Institute for
Sustainable
Process Technology

"The insights from this study can be applied to strategic policies for transitioning to a circular and CO₂-neutral industry, making effective use of space, and fostering planning and collaboration to accelerate the shift to renewable feedstocks in South Holland."

- Arne Weverling, Provincial Executive of South Holland

"These results give us valuable insights into the possible transition for the petrochemical industry in Rotterdam to sustainable raw materials. It shows which spatial challenges exist. This gives us a direction for the Port Vision 2050, which we are currently drawing up together with the Port of Rotterdam, the province of South Holland, Deltalinqs and the government."

- Petra de Groene, Director Economy and Sustainability at municipality Rotterdam

"The study shows that government decisions play a crucial role in determining where production will take place in the future. Will we shift production—and with it, our responsibility for climate and the environment—elsewhere, or will we take our fair share in tackling global challenges?"

- Anne-Marie Spierings, Programme Director Transitions at Deltalinqs

"The transition risks becoming a game of cat and mouse between the government and industry, amplified by the systemic complexity of energy and feedstocks. We are proud to have contributed to bridging these worlds. Through our system optimization approach, we have learned together what is possible, where the win-win opportunities lie, and who needs to take action, or facilitate the next steps, at the right time. My hope is that our approach will foster mutual understanding, effective policies, and a sustainable, economically thriving port area."

- Rutger de Mare, founder Quo Mare

"Our climate ambitions are high, and the transition to circularity and renewable feedstocks adds an extra layer of complexity. In this challenging shift, we have identified clear strategic directions that remain relevant even in an uncertain world. The next challenge is to work together to turn these insights into action."

- Andreas ten Cate, Program Director ISPT



Gemeente
Rotterdam



provincie
Zuid-Holland



Institute for
Sustainable
Process Technology

Public Summary

We live in a moment in time with great challenges. Climate change evidence is piling up, geopolitical dynamics grow, and political shifts take place across the globe. We studied how, under different scenarios, adhering to the net-zero and circularity targets for 2050 steer the change in the refinery sector and the chemical industry in the Harbor Industrial Cluster (HIC) Rotterdam and its customers.

The fossil refineries in The Netherlands process around 55 megatons of crude oil per year of which over 45 megatons are done in the HIC Rotterdam. This serves 4 major sectors: road mobility, aviation, shipping, and the chemical industry for plastics and chemicals. To reach our climate goals the supply chain needs change from crude to renewable feedstocks like biomass, used cooking oils and waste. This change is shown in figure 1.

We looked at how alternative processes that make fuels and chemicals from renewable feedstocks like biomass and spent cooking oils can fit in the Rotterdam HIC. Demand for fossil fuels will reduce due to growing electric transport and demand replacement by sustainable alternatives. Not one single value chain will emerge, but rather, a set of alternative routes to produce hydrocarbons from renewable feedstocks to supply the demand up to 2050, resulting in a more complex system. Hydrotreated Vegetable Oils, syngas and pyrolysis are the main processes identified to fulfil demand. We looked at how limiting the available space to the area currently used by the refinery and cracking industry influences transition. New factories can be built when space is cleared due to the turn-down of refinery capacity. Without restrictions we need at least 1.4 times the currently used area. Restricting space influences the time path due to sequential build-up and makes us more reliant on importing end products. This increases vulnerability to market disturbances. Building up these new supply chains requires a long-term vision and policy support and alliances that work together to bring them into the market.

The fossil refineries in The Netherlands process around 55 megatons of crude oil per year of which over 45 megatons are done in the HIC Rotterdam. This serves 4 major sectors: road mobility, aviation, shipping, and the chemical industry for plastics and chemicals. To reach our climate goals the supply chain needs change from crude to renewable feedstocks like biomass, used cooking oils and waste. This change is shown in figure 1.

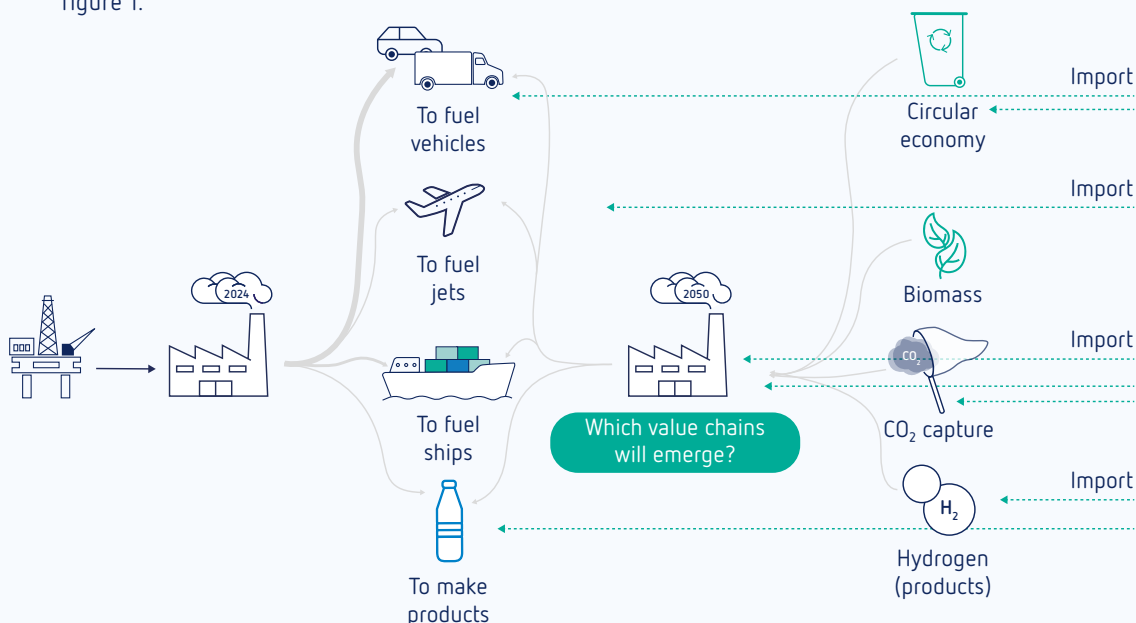


Figure 1: Carbon sourcing to industry, now and in the future. Fossil feedstocks transition to alternative sources to supply four key sectors.

The key objective of the study was to explore how the transition from fossil feedstocks to renewable alternatives can take place in the HIC, knowing there is a lack of space.

The Rotterdam HIC, a major logistic and industrial hub, is exposed to a major challenge for space, strongly increased by the energy transition. There is space claim for new infrastructure (e.g. power lines, hydrogen transport and CCS) as well as a claim by new industry.

In this study we explored how limitations in space influence the transformation of carbon feedstocks from fossil to renewable. Previous studies indicated that renewable feedstock processing requires between 2 and 4 times more space for the same productivity as today from fossil feedstocks. The total area for refineries and steam cracking units in The Netherlands is around 1500 hectares. The HIC refineries cover 944 hectares while the total port of Rotterdam area covers roughly 7000 hectares. What happens when we need to make the feedstock transition in the limited area currently used for existing processes?

To address this challenge, the Transition of the Dutch Energy System model (TDES, developed with in-house tool TEACOS) was used. The model describes the full Dutch energy system including the refinery and plastics industry. It determines the planning of new facilities needed for the transition. The model includes current and adopted EU policies such as ReFuelEU and ETS, as well as a prognosis of trends in demand change and feedstock availabilities. It balances supply and demand by removing and adding processes. The model can introduce alternative processes (at TRL's larger than 8) like the Hydrotreated Vegetable Oils process (HVO) for biodiesel and sustainable aviation fuel (SAF), gasification to convert biomass or municipal solid waste to produce syngas, and methanol synthesis or Fischer-Tropsch for fuels and hydrocarbon production. The space requirement of alternative processes is included in the model. The model evaluates space needed when making selections. By constraining the space the model will try to find solutions within the given space.

To explore the transition a scenarios study was done focused on these three central questions:

- Which renewable value chains may emerge in the Rotterdam HIC towards 2050?
- What are the consequences of limited space?
- What are the consequences of global uncertainty?

Which renewable value chain may emerge in the Rotterdam HIC towards 2050?

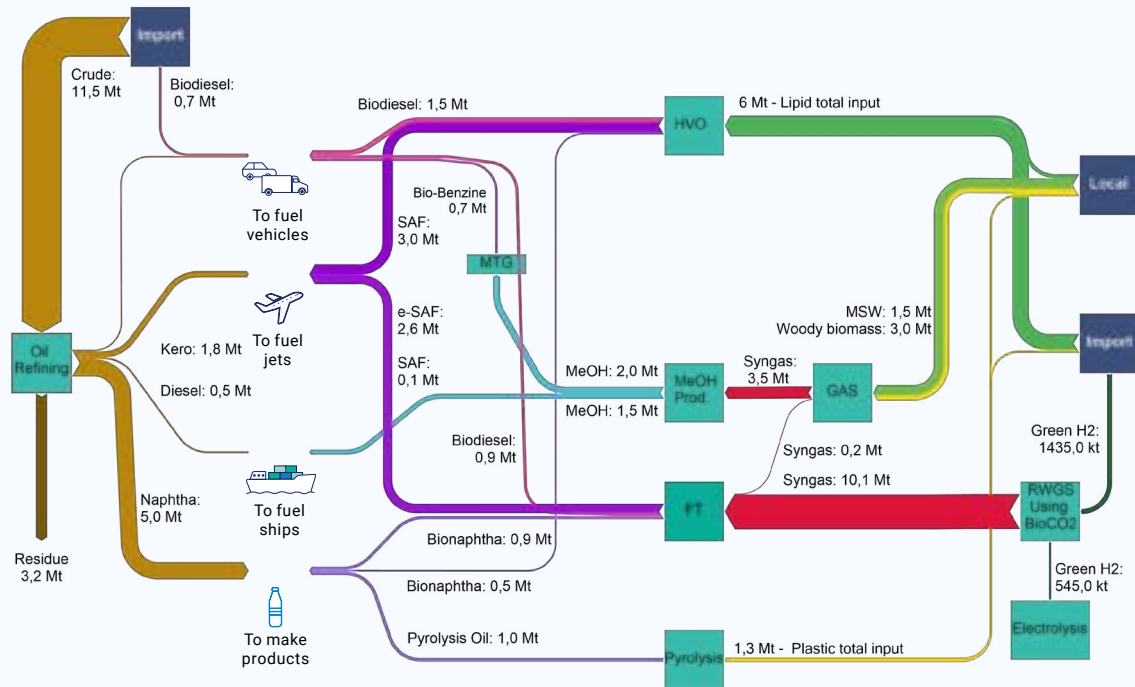


Figure 2: Example of how fuels and materials are supplied in 2050 in our analysis in unconstrained use of space (see also figure 3.2).

An example of how new carbon supply chains can develop by 2050 is given in figure 2. The crude intake has significantly reduced from 55 to 11 million tons and end markets are supplied through a diverse set of processes. Vegetable oil is processed in the HVO process, gasification turns waste and biomass into syngas and further to methanol which feeds methanol-to-gasoline (MTG) for road transport. Reverse water gas shift (RWGS) also is active to make syngas out of biogenic CO₂ that feeds the Fischer-Tropsch process to supply fuels and naphtha. The pyrolysis of plastic waste finally also produces pyrolysis oil for plastics production. Electrolysis and import of hydrogen both are needed to supply green hydrogen to the methanol and RWGS processes.

Not one single value chain, but rather, a set of alternative routes to produce hydrocarbons will emerge resulting in a more complex system. The total volume processed may be reduced by half compared to the current processing of crude oil, but the remaining demand is still very large. Replacement cannot be achieved by a single renewable feedstock and more than one processing route will be needed. This introduces complexity but may also lead to a versatile and robust processing cluster.



Figure 3.3 (a-d): Sector profiles between 2020 and 2050 for marine fuels, Light and Heavy-duty vehicles (LDV/HDV) jet fuels, and the basic chemical industry under spatial limits. The graphs show the energy [TWh] or materials [Mt/a] used to meet final demand (see also figure 3.3 in the report).

Trends in the use of hydrocarbons in transport and base chemicals industry are leading to the reduction in oil and feedstock use. Figure 3 gives a good example of how these may decrease and change in composition over time.

The growing number of electric cars (EV's) changes fuel demand and is the primary reason for a reduction in hydrocarbon demand. The change in fuel consumption is mainly driven by the expected growth of electric vehicles. With ongoing trends of lowering prices for EV's and batteries, strengthened by policies like ETS2, electric vehicles become economically the first choice. Growth in the electrification of heavy-duty vehicles may further expand this trend.

Regulation for the mandatory shift to sustainable aviation fuels pushes SAF production effectively into the market. A regulation to create demand for products that are made from renewable sources can effectively jump-start production and secure long-term use. FuelEU and ReFuelEU introduce quota for SAF, like what has been done before to bioethanol in automotive fuels.

The bunker fuel for the shipping market may change significantly. Downward pressure in fuel consumption for shipping may also be expected, with the International Maritime Organization embracing climate targets globally and international trends looming to replace heavy fuel oil with (bio-)LNG, green ammonia and methanol, and potentially even with nuclear drivetrains. There is large uncertainty about which replacement will grow and how heavy fuel oil markets may respond.

Emergence of alternative routes for chemical feedstocks and circular plastics is limited without supporting regulation. We observe a limited growth of circular plastics. On the one hand, mechanical recycling we expect to grow, putting pressure on virgin supply. On the other hand, chemical recycling only emerges to a limited extent. Regulations (such as the EU Packaging and Packaging Waste Regulation, PPWR, and more) to drive demand for circular plastics were only recently adopted in Europe and not included in the current analysis. They will certainly have a significant positive impact on this material flow. On the other hand, due to a retracting fuel market the refineries will want to supply more naphtha to the chemicals and plastics sector, increasing competition with sustainable feedstocks.

Imports are and remain important. Currently the crude feedstock processed in HIC is almost fully imported. Domestic supply of renewable energy and carbon will be used but is not sufficient. Alternative feedstocks and hydrogen will also for a substantial part need to be imported.

What are the consequences of limited space?

A side-by-side comparison was made of a case with no space limitations to one with space limitations. The development of turndown of fossil industry and development of alternative processes is shown in figure 4, which presents the area these processes cover. When space is not restricted there is no requirement to free up space before an alternative process is installed. Due to the declining demand for fossil fuels, space is freed up and alternative processes are installed in parallel. Under space constraints, new process routes must be built within the area of existing industrial zones of refineries and steam crackers of around 1500 hectares. Each time fossil capacity reduces three years later an alternative process can occupy the space and start operations.

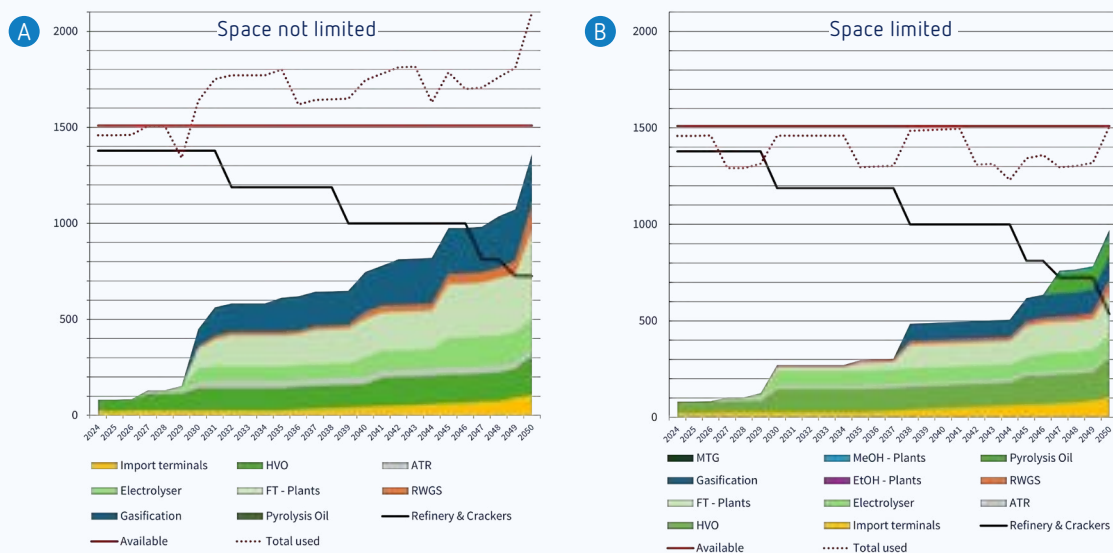


Figure 4: The rebuilding of carbon processes within the current carbon-intensive industries without (A) and with (B) spatial limitations. The graph shows that space covered by factories that reduce (black line for refineries and steam cracker installations) or are built over time (renewable and climate neutral processes). The horizontal red line indicates the total space available for carbon-intensive fossil and Sustainable industries. The dotted red line 'total used' represents the sum of space occupied. Under space limitation, new installations can become available three years after closing a fossil industry (see figure 3.6 in the report for further discussion).

Transitioning from fossil to renewable feedstock by the refinery and cracking industries needs at least 1.4 times the space that is currently occupied by these industries. A one-on-one replacement of fossil processes with the same output as today would require much more space. However, as a strong decrease in fuel demand is expected towards 2050, the change balances out at about 1.4 times the current scope if we do not limit our need for space. This can be seen in figure 4 A when the red dotted line (around 2030) crossed the red line that indicates current land use. (Note that in the analysis the extra space needed for break-down and build-up activities during the transition have not been included). When we do limit the space to the currently used area, transition may still be possible, but it comes with clear downsides.

Limiting operations to the current industrial zones has significant impact on the transition path. Under space limitations no extra space is made available beyond currently used areas and new processes can only be installed three years after existing plots are cleared. We see the following effects on the transition path, compared to the unrestricted case:

- Build-up of new processes changes from parallel to sequential construction. This slows down the introduction of new processes and reduces the robustness to serve markets as there is less flexibility in serving sectors from multiple feedstock sources.
- Less space promotes the use of CCS and reduces CCU.
- The order of introducing new processes seems independent of the limitations in space – steered by economic attractiveness due to regulations (both fuels and chemicals are covered, and fuel policy is a strong driver) and availability of feedstocks. (First HVO to max feedstock availability, then syngas processes, finally pyrolysis).
- Shut-down of fossil refinery capacity occurs earlier in time because space is needed to build the new processes required.
- Limitations in space increases vulnerability to market disturbances. With sequential build-out you have deeper dips in production during closure and build-up phases and less options to assure security-of-supply in times of crisis. The limitations in space result in higher costs, less flexibility, and more end-product imports.
- Overall, fitting the transition within existing interdependent industrial zones is challenging and puts pressure on the economic strength of the cluster. To implement these changes a high degree of coordination and cooperation between existing sites is required.

What are the consequences of global uncertainty?

The impact of uncertainty created by external forces on the transition of the Rotterdam Harbor Industrial Cluster was studied in three scenarios:

Nostalgia - a weak EU, gripped by fear of change and a longing for the past – Societies cling to the perceived “golden eras,” leading to slow climate progress, effectively disregarding the Paris agreement, and heavy reliance on fossil-based value chains.

Climate - a strong EU, confronted with fear of climate change – Escalating climate crises spark EU legal mandates to abandon the consumption of fossil feedstocks by 2050, propelling a rapid but uncoordinated shift to renewable feedstocks.

Green Growth - a strong EU, confronted with global competition – EU prioritizes strategic autonomy, rapidly advancing renewables and CCS to achieve net-zero climate goals, with rising geopolitical tensions over trade and resources.

Each of these scenarios are based on trends and drivers we observe daily. Political tension and right-leaning politics are growing across the globe, concern for climate change and escalating nature-driven events such as wildfires and floods dominate the news. European countries compete internally to secure strong positions for their home industry, and divisions between nations and political groups weaken the position of the European Commission.

Key findings for each scenario are:

- In the conservative **Nostalgia** scenario, we observe that due to suppression of ETS regulation CO₂ emission reduction goals are not reached. At the same time global drivers for sustainable development still push down demand for crude oil products and create demand for renewable fuels. Fossil products keep being produced, but feedstock transitions also take place and HVO and Syngas routes evolve.
- In the **Climate** scenario, an accelerated phase-out of fossil feedstock ensures that climate targets for 2050 are met but this comes at the cost of increased import dependency. Fossil feedstock remains in use until phase-out is enforced by policy in 2050. The rapid change leads to a shift to imported renewable fuels and chemicals.
- In the **Green Growth** scenario, we aim to develop a new green industry locally. The climate target is reached by a mix of CCS and a shift to a diversified green portfolio where besides the usual HVO and syngas also green methanol and ethanol emerge and balanced with imports to satisfy demand for which processing doesn't fit anymore. Renewable fuel consumption competes with electrification which may emerge more broadly.

We come to the following observations when comparing outcomes across the scenarios:

In each scenario the domestic production capacity declines. Both policy and economic trends push down the use of fossil fuels in all scenarios. This reduction is felt even before 2030, with closure of the first refining capacity. Policies can accelerate this process and without policies in place to build up an alternative clean industry this may lead to significant de-industrialization which gives large economic risks.

Crude oil as a feedstock persists until 2050, though in every scenario at a much lower level than today. Even though fuel demand is under pressure, in each scenario the use of fossil fuel products persist for as long as possible or allowed even in the Climate scenario that drives to fossil-phase-out. Installed capacity remains in use to meet demand in slowly adapting sectors.

Import dependency remains but what import do we want to depend on – feedstocks or end products? Import dependency will always be there due to a lack of domestic raw material availability compared to our consumption. Without a sustainable industry we become dependent on importing renewable products like biodiesel and SAF, for which a global market needs to be fully developed. With a renewables-based industry we import raw materials like biomass and used cooking oils. In each case we need to have imports, but if we lose industrial capacity, we are exposed to market risks for products, if we build up our own production capacity we can hedge with importing feedstocks as well as products. In the meantime we develop a circular economy, create added value with our domestic industry which provides jobs and needs a high-tech knowledge base.

In each scenario hydrotreatment of vegetable oils and syngas value chains emerge. Even with varying policies across scenarios, renewable hydrocarbon production appears. HVO plants are relatively space efficient and economically within reach. Syngas production routes are flexible to source carbon and have multiple product outlets (methanol and hydrocarbons – providing base chemicals, plastics and fuels), showing to be robust and future-proof technologies. The markets for these products are at the scale of millions of tons. Building up this kind of industry is done by major operating companies. This asks for long-term strategic planning with the entire value chain and with the strategic support of the government.

Costs will inevitably increase, so we need to spend our money wisely. All scenarios – also the conservative Nostalgia – show increased system costs by 2050 of 60% to 100% above today's expenses. This is a significant increase. We will shift away from fossil feedstocks that will be replaced by feedstocks with a lower energy content and processed using renewable energy from solar PV and windpower. This requires large infrastructure investments, development of logistics for novel supply chains, and high-capex investments for processing. This is a significant increase, but because the contribution to the costs of fuel and end products that reach the consumer makes up only a small fraction of what you pay as consumer, they do not have to become unsurmountable.

The central question is about which choice we want to make. Transition clearly comes with making trade-offs. We can choose to invest in an industry that creates value-adding jobs and secure our market position through home-based production of renewable products. Or we can choose to take the risk of not making investments, rapidly reducing our emissions, but also reduce our industrial capacity. This leaves us only the choice of buying clean products from a global market that still needs to develop and where prices are determined outside of our control. Whatever we choose the time to make choices and take decisions is now.

Choose wisely!

Recommendations

In the coming years, stretching out into the coming decades, the Rotterdam HIC will face very large changes. To face the future, the focus of our goals for the area must shift from short-term 2030 energy transition targets to long-term targets for 2050 and beyond to define its regional role as a renewable feedstock hub. We give the following recommendations reflecting the build-up of our report, addressing (1) the generic implications of feedstock transition, (2) dealing with limited space, and (3) dealing with uncertainty.

Move beyond CO₂ emission reduction in planning and organizing - together! Feedstock transition is key and of national interest. **HVO processing and Synfuels are key value chains to develop.** Focus on establishing the entire value chain from energy and raw material sourcing to reaching the end customer. Determine which part of the value chain should find a home in the HIC and how it is connected robustly upstream and downstream. Work together across stakeholders from local companies to national and European policy makers to secure coordination, alignment and progress.

Space is limited, and you can only spend it once for the next decades. A lack of space limits your options and reduces transition speed. Make room for renewable and circular processing. Allocate space wisely, and work with current land users. Determine which activities fit typically well in the HIC and integrate into existing value chains from refineries and local chemical industries. Plan strategically how you extend value chains beyond the HIC cluster.

Focus on robustness. Don't bet on one horse, but rather, think how a mix of feedstocks and processing routes can make you stronger, more robust to external pressures and tendencies, and allows us to hedge our European market position for the long term.

Recommendations for policy makers

The next five years are critical for shaping the transition. **Industry Policy** must come in place that cements a healthy long-term development that focuses on the following priorities.

The time for planning only on developing no-regret options has sailed. A no-regret option is a safe choice, one that works in all scenarios, one where no mistakes can be made. But given that we have limitations – in space, in budget, in workforce, and much more – and given that there are large uncertainties, we will need to make trade-offs and take decisions where inevitably also mistakes will also be made. Which we will regret. But for the long term, it is important to choose our direction. A national vision needs to be shaped on which value chains we will develop and how they tie into our national energy and circular economy plans.

Allocate space to specific areas from a coherent vision. Think strategically and in connected segments – power – hydrogen – syngas – feedstock sourcing – conversion – product delivery. Allocate space to functional hotspots connected with the appropriate infrastructure – think the same way as how we think about allocating areas to wind parks.

The greatest uncertainty comes from swinging societal moods. Sustainable choices are not just about green, but about long-term security and risk management. Create a public-private partnership with long-term objectives to plan, orchestrate and develop the feedstock transition. Look for the win-wins that serve society and make robust business cases.

Recommendations for industry

Systemic change cannot be achieved by one company alone. If we keep on focusing on the transition plans of individual companies in splendid isolation, a system change cannot be achieved. Work actively together with upstream and downstream peers, with infrastructure providers and with the government to create a future-proof Rotterdam HIC that creates the efficiencies needed for globally competitive operations.

Start experimenting at pilot and demonstration scale to build up a track-record. The value chains are new and full of challenges to overcome, building them up takes decades. Work with your partners to build robust technical solutions and the business models that balance costs, risks and revenues fairly across the supply chain.

Space is limited, and partly in the hands of industry that must make a transition. Think about how to use your plot wisely and think outside of your own gate. Your choices will have an influence on your direct environment, and on the value chain partners you will be working with.

Despite uncertainties that create risks, there are also some basic truths that offer value. The Rotterdam HIC connects the world to the NW-European hinterland. There is a large market, high trust and rule of law. There is a shallow seabed with unique energy production potential. There is a long-term fruitful business environment for heavy industries with an ecosystem of suppliers, innovation centers and expertise. All these ingredients are key success factors to progress towards sustainable hydrocarbon industries, even in uncertain times.

Colophon

Title

A scenario study of transition in the Rotterdam Harbor Industrial Cluster

Carbon feedstock transition of the petrochemical industry under spatial limitations

Publication date

March 17, 2025

Authors

Andreas ten Cate, Paco Rutten (ISPT)

Rutger de Mare, Jaron Davelaar, Jim van der Valk-Bouman (Quo Mare)

Eline van Krimpen (Deltalinqs)

Visual Design

Franka Wijnbergen (ISPT)

Copyright

© Institute for Sustainable Process Technology (ISPT)

Published by

Institute for Sustainable Process Technology (ISPT)

Address

Groen van Prinstererlaan 37, 3818 JN Amersfoort, The Netherlands

Telephone number

+31 (0)33 700 97 97

E-mail

info@ispt.eu

Website

ispt.eu

This work is licensed under the Creative Commons Attribution – No Derivatives License.

To view a copy of the license, visit Creative Commons — [Attribution-NoDerivatives 4.0 International - CC BY-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/). Retain with the licensed material a reference to Stichting ISPT and an identification of the authors (if supplied).

About this study

This project was jointly assigned by the **province of Zuid-Holland**, The Netherlands, and the **municipality of Rotterdam**. Throughout the execution of the project the research team (consisting of ISPT, Quo Mare and Deltalinqs) worked closely with the representatives of these two organizations.

De Tekenkamer van de Industrie

The *Tekenkamer van de Industrie* conducts research and explorations into the role of industry in the transition to a society based on renewable energy and renewable resources. It provides decision-makers from both the private and public sectors with insights and a comprehensive overview. This enables transparent, fact-based, and forward-looking discussions. The transition to a circular and CO₂-neutral industry is a complex process involving numerous stakeholders, each with different interests and potential choices. The *Tekenkamer van de Industrie* uses fact-based and validated models and data to explore these choices and deliver actionable insights.





Tekenkamer
van de Industrie
powered by ISPT

Join us!

WWW.ISPT.EU



**The Institute for Sustainable
Process Technology (ISPT)**

Groen van Prinstererlaan 37
3818 JN Amersfoort
The Netherlands
t. +31 (0)33 700 97 97
info@ispt.eu

Andreas ten Cate

Program Director
andreas.tencate@ispt.eu
t. +31 (0)6 158 74 702



Tekenkamer
van de Industrie
powered by ISPT

Publiekssamenvatting

Een scenariostudie van de transitie van het Rotterdamse Haven Industrieel Cluster

Koolstof grondstoftransitie van de petrochemische industrie binnen beperkte ruimte



Gemeente
Rotterdam



provincie
Zuid-Holland



Deltalinqs



Institute for
Sustainable
Process Technology

QUOTES



Gemeente
Rotterdam



provincie
Zuid-Holland



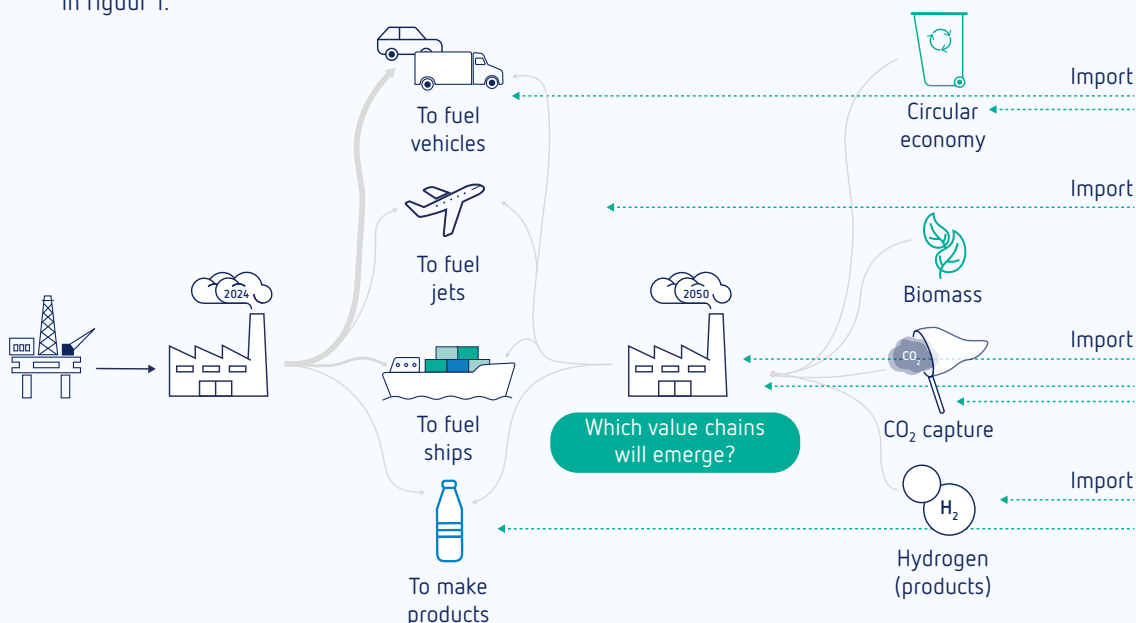
Institute for
Sustainable
Process Technology

Publiekssamenvatting

We leven in een tijd vol grote uitdagingen. Het bewijs voor klimaatverandering stapelt zich op, de geopolitieke dynamiek neemt toe en ons concurrentievermogen staat onder druk. Tegen deze achtergrond zijn wij door de Provincie Zuid-Holland en de Gemeente Rotterdam gevraagd om te onderzoeken hoe, in verschillende scenario's, het behalen van de doelen voor een klimaat-neutrale en circulaire samenleving in 2050 richting geeft aan de veranderingen in de raffinagesector en de chemische industrie in het Haven Industrieel Cluster (HIC) Rotterdam en bij hun klanten.

We hebben gekeken naar hoe alternatieve processen ingepast kunnen worden in het Rotterdamse HIC om brandstoffen en chemicaliën te produceren uit hernieuwbare grondstoffen zoals biomassa en gebruikte frituurolie. De vraag naar fossiele brandstoffen zal afnemen door de groei van elektrisch vervoer en vervanging door duurzame alternatieven. Er zal niet één enkele waardeketen ontstaan, maar eerder een aantal alternatieve routes om koolwaterstoffen uit hernieuwbare grondstoffen te produceren om aan de vraag tot 2050 te voldoen, wat resulteert in een complexer systeem. Gehydrogeneerde plantaardige oliën, synthesegas en pyrolyse zijn de belangrijkste processen die geïdentificeerd zijn om aan de vraag te voldoen. We hebben onderzocht hoe de transitie kan verlopen als we deze beperken tot het gebied dat momenteel wordt gebruikt door de raffinage- en krakerindustrie. Nieuwe fabrieken kunnen worden gebouwd wanneer ruimte vrijkomt door de afname van de raffinagecapaciteit. Zonder beperkingen hebben we minstens 1.4 keer de momenteel gebruikte oppervlakte nodig. Blijven we binnen de bestaande ruimte, dan beïnvloedt dat het tijdsplan door een stapsgewijze opbouw en maken we ons meer afhankelijk van de import van eindproducten. Dit vergroot de kwetsbaarheid voor marktverstoringen. Het opbouwen van de nieuwe toeleveringsketens vereist een langetermijnvisie, beleidsmatige ondersteuning en samenwerkingsverbanden om ze succesvol op de markt te brengen.

Momenteel verwerken de fossiele raffinaderijen in Nederland jaarlijks ongeveer 55 megaton ruwe olie, waarvan meer dan 45 megaton in het HIC Rotterdam. De producten van deze raffinaderijen bedienen vier belangrijke sectoren: wegvoertuigen, luchtvaart, scheepvaart en de chemische industrie voor plastics en chemicaliën. Om onze doelen te bereiken, moet de toeleveringsketen van grondstoffen veranderen van ruwe olie naar hernieuwbare grondstoffen zoals biomassa, gebruikt frituurvet en afval. Dit is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Koolstof en waterstofvoorziening voor de industrie, nu en in de toekomst. Fossiele grondstoffen zullen overgaan naar alternatieve bronnen die vier sectoren voeden.

Het belangrijkste doel van deze studie was om te onderzoeken hoe de overstap van fossiele grondstoffen naar hernieuwbare alternatieven in het HIC kan plaatsvinden, in de wetenschap dat er weinig ruimte beschikbaar is.

Het Rotterdamse HIC is een belangrijk logistiek en industrieel knooppunt dat blootgesteld staat aan een competitie om schaarse ruimte, die nog versterkt wordt door de transitie. Er is onder andere behoefte aan ruimte voor nieuwe infrastructuur (zoals hoogspanningsleidingen en CO₂ en waterstofleidingen) en voor nieuwe industrie.

In deze studie hebben we onderzocht hoe beperkingen in ruimte de transitie van koolstofgrondstoffen van fossiel naar hernieuwbaar beïnvloeden. Eerdere studies gaven aan dat de verwerking van hernieuwbare grondstoffen tussen de 2 en 4 keer meer ruimte vereist voor dezelfde productiviteit als vandaag met fossiele grondstoffen. De totale oppervlakte voor raffinaderijen en stoomkrakers in Nederland bedraagt ongeveer 1500 hectare. De HIC-raffinaderijen beslaan 944 hectare, terwijl de totale haven van Rotterdam ongeveer 7000 hectare beslaat. Wat gebeurt er als we de overgang naar hernieuwbare grondstoffen moeten maken binnen de beperkte ruimte die momenteel wordt gebruikt voor bestaande processen?

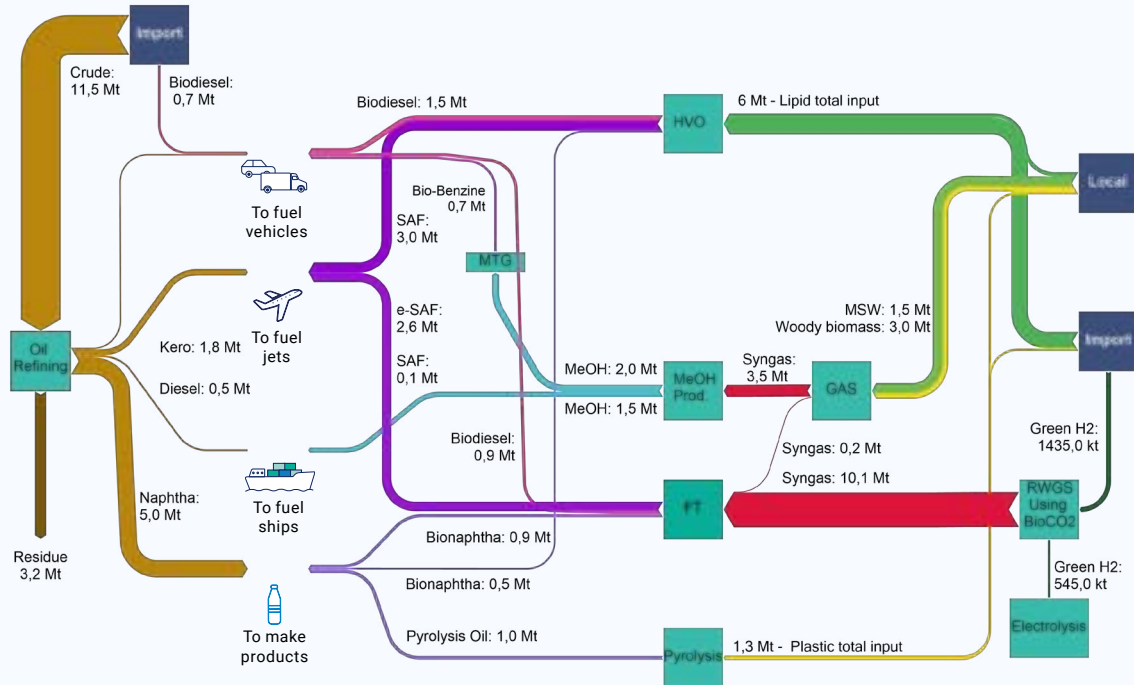
Om deze uitdaging aan te gaan, hebben we gebruikgemaakt van het 'Transition of the Dutch Energy System' model (TDES, ontwikkeld met de in-house TEACOS tool). Dit model beschrijft het volledige Nederlandse energiesysteem, waaronder de raffinaderij- en kunststofindustrie. Het bepaalt de planning van nieuwe installaties die nodig zijn voor de transitie. Deze wordt gedreven door het huidige en in de toekomst verwachte EU-beleid (zoals ReFuelEU), en door een prognose van trends in vraagverandering en grondstofbeschikbaarheid. Er worden door de tijd op basis van een techno-economische afweging processen toegevoegd of verwijderd. Het model kan hiervoor processen introduceren die alternatieve grondstoffen verwerken. Zo produceert het HVO-proces (Hydrotreated Vegetable Oils) biodiesel en duurzame vliegtuigbrandstof (SAF), kan vergassing biomassa of huishoudelijk afval omzetten in synthesegas (voor groene methanol of brandstoffen via het Fischer-Tropsch proces) en kan het alleen kiezen uit technologieën met een Technology Readiness Level (TRL) hoger dan 8. De benodigde ruimte voor alternatieve processen in onze modellering meegenomen. Door deze ruimte expliciet te beperken, zal het model op zoek gaan naar oplossingen die binnen die beperkingen passen.

Om de transitie te verkennen, is er een scenariostudie uitgevoerd rond drie centrale vragen:

To explore the transition a scenarios study was done focused on these three central questions:

- **Welke hernieuwbare waardeketens kunnen zich in het Rotterdamse HIC ontwikkelen richting 2050?**
- **Wat zijn de gevolgen van beperkte ruimte?**
- **Wat zijn de gevolgen van mondiale onzekerheid**

Welke hernieuwbare waardeketens kunnen zich in het Rotterdamse HIC ontwikkelen richting 2050?



Figuur 2: Een voorbeeld hoe in 2050 brandstoffen en materialen worden geproduceerd uit hernieuwbare grondstoffen in een analyse waarin ruimtebeperking niet meegewogen wordt. (zie ook figure 3.2).

Een voorbeeld van hoe nieuwe koolstofketens zich tegen 2050 kunnen ontwikkelen, staat in figuur 2. De aanvoer van ruwe olie is hierin aanzienlijk afgenomen van 55 naar 11 miljoen ton, terwijl de eindmarkten worden voorzien via een diverse set aan processen. Zo wordt plantaardige olie verwerkt in het HVO-proces, worden afval en biomassa vergast tot synthesegas en omgezet in methanol, die vervolgens naar het methanol-naar-benzineproces (methanol-to-gasoline) gaat voor wegtransport. Reverse watergas shift (RWGS) wordt eveneens ingezet om uit biogene CO₂ synthesegas te maken voor het Fischer-Tropsch proces, dat brandstoffen en nafta levert. Door pyrolyse van plastic afval ontstaat bovendien pyrolyse-olie voor de productie van kunststoffen. Elektrolyse en de import van waterstof zijn beide nodig om groene waterstof aan te voeren voor de methanol- en RWGS-processen.

Er ontstaat niet één enkele waardeketen, maar eerder een reeks parallelle routes voor de productie van koolwaterstoffen, wat leidt tot een complexer systeem. Het totale volume kan halveren ten opzichte van de huidige stroom ruwe olie, maar het resterende aandeel is nog altijd zeer groot. Volledige vervanging kan niet worden bereikt met één enkele hernieuwbare grondstof, en er zijn meerdere verwerkingsroutes nodig. Dit vergroot de complexiteit, maar kan ook leiden tot een flexibel en robuust verwerkingscluster.



Figuur 3.3 (a-d): Sector profielen tussen 2020 and 2050 voor scheepvaartbrandstoffen, wegvervoer en vrachtwagens (LDV/HDV), vliegtuigbrandstoffen, en de basischemie – onder ruimtelijke beperking. De grafieken tonen de energie [TWh] of massa stroom [Mt/a] om aan de finale vraag te voldoen (zie ook figuur 3.3 in het rapport).

Trends in het gebruik van koolwaterstoffen voor transport en basis chemische industrie leiden tot de afname in olie en grondstoffengebruik. Figuur 3 geeft een goed beeld van hoe deze af kunnen gaan nemen en over de tijd in samenstelling kunnen veranderen.

De groei van het aantal elektrische auto's (EV's) verandert de brandstofvraag en is de belangrijkste oorzaak van de dalende vraag naar koolwaterstoffen. De verandering in brandstofverbruik is grotendeels toe te schrijven aan de verwachte toename van elektrische voertuigen. Door de aanhoudende trend van dalende prijzen voor EV's en batterijen, én de stijgende kosten voor fossiele brandstoffen via ETS2, worden elektrische voertuigen economisch gezien steeds vaker de eerste keuze. Ook de verdere elektrificatie van zwaar transport kan deze trend verder versterken.

Regulering die de verplichte omschakeling naar duurzame vliegtuigbrandstoffen voorschrijft, drijft de productie van SAF effectief de markt in. Een geregleerde vraag naar producten uit hernieuwbare bronnen kan de productie effectief op gang brengen. Dit is het duidelijkst zichtbaar bij duurzame vliegtuigbrandstoffen (SAF). FuelEU en ReFuelEU introduceren quota, vergelijkbaar met wat eerder is gedaan met bio-ethanol in autobrandstoffen. Dit versnelt de ontwikkeling van nieuwe ketens.

Ook bunkerbrandstof voor de scheepvaartmarkt kan flink veranderen. Er wordt een dalende vraag naar fossiele scheepsbrandstof verwacht nu de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) wereldwijd klimaatdoelen omarmt en internationale trends wijzen op een overstap van zware stookolie naar (bio-)LNG,

groene ammoniak en methanol, en mogelijk zelfs nucleaire aandrijving. Er heerst grote onzekerheid over welke vervangende brandstof zich in welk tempo zal ontwikkelen en hoe de markt voor zware stookolie zal reageren om marktaandeel te behouden.

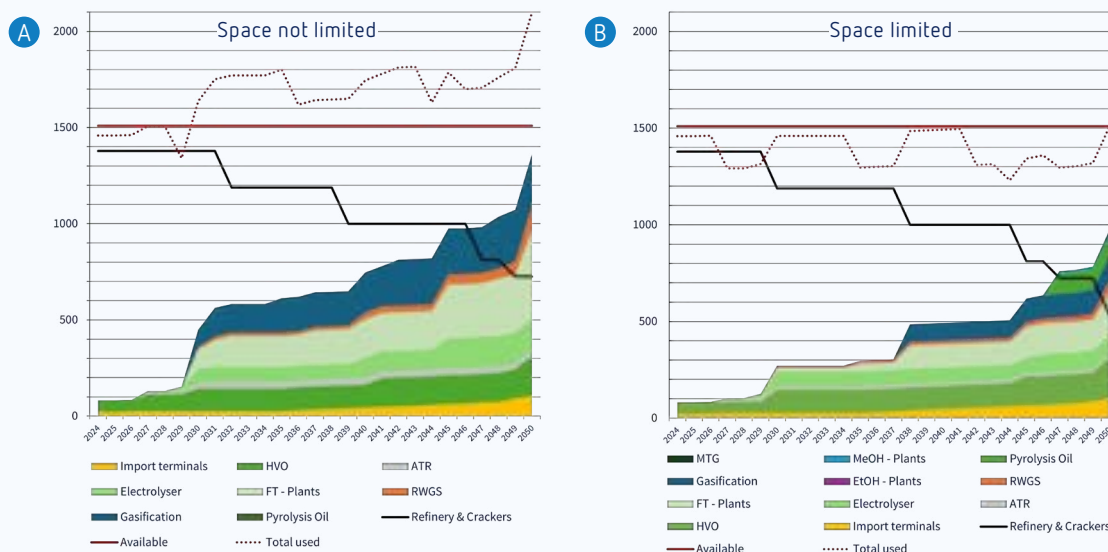
Het ontstaan van alternatieve routes voor chemische grondstoffen en circulaire kunststoffen

blijft beperkt zonder ondersteunende regelgeving. We zien slechts een beperkte groei in circulaire kunststoffen. Aan de ene kant zal de mechanische recycling naar verwachting toenemen, wat druk zet op de vraag naar primaire materialen uit nieuwe grondstoffen. Aan de andere kant zien we dat chemische in zeer beperkte mate van de grond komen. Regelgeving (zoals de EU-verordening inzake verpakkingen en verpakkingsafval, Packaging and Plastic Waste Regulation, PPWR) die de vraag naar gerecycled plastic in nieuwe producten verplicht stelt, is pas recent in Europa aangenomen en was niet opgenomen in deze analyse. Deze regelgeving zal zeker een aanzienlijke invloed hebben op deze materiaalstromen. Ook blijkt uit onze analyse dat de raffinaderijen door de krimpende brandstofmarkt relatief meer gaan leveren aan de chemische en kunststofsector, wat de concurrentie met duurzame alternatieven vergroot.

Import is en blijft belangrijk. De ruwe olie die in het HIC wordt verwerkt, is momenteel vrijwel volledig afkomstig uit het buitenland. Binnenlands aanbod van hernieuwbare energie en koolstof zal niet voldoende zijn om aan de vraag te voldoen, waardoor we onze koolstof houdende grondstoffen en waterstof ook voor een belangrijk deel uit het buitenland moeten blijven betrekken.

Wat zijn de gevolgen van beperkte ruimte?

Er is een vergelijking gemaakt tussen een scenario zonder ruimtelijke beperkingen en een scenario mét ruimtelijke beperkingen. In het laatste geval moeten nieuwe procesroutes worden gerealiseerd binnen de bestaande industriële zones van raffinaderijen en stoomkrakers. De afbouw van de fossiele industrie en de groei van alternatieve processen wordt weergegeven in figuur 4, waarin het oppervlak wordt getoond dat deze processen beslaan. Wanneer er geen ruimtelijke beperkingen zijn, is het niet nodig om eerst ruimte vrij te maken voordat een alternatief proces wordt geïnstalleerd. Door de afnemende vraag naar fossiele brandstoffen komt er ruimte vrij en kunnen alternatieve processen parallel worden geïnstalleerd. Onder ruimtelijke beperkingen moeten nieuwe procesroutes worden gebouwd binnen de bestaande industriële zones van raffinaderijen en stoomkrakers, die samen ongeveer 1500 hectare beslaan. Telkens wanneer de fossiele capaciteit afneemt (daling in de rode stippellijn in figuur 4-B), kan drie jaar later een alternatief proces de vrijgekomen ruimte innemen en in bedrijf gaan.



Figuur 4: De herstructurering van koolstofprocessen binnen de huidige koolstofintensieve industrieën zonder (A) en met (B) ruimtelijke beperkingen. De grafiek toont de ruimte die wordt ingenomen door fabrieken die afnemen (zwarte lijn voor raffinaderijen en stoomkrakerinstallaties) of in de loop van de tijd worden gebouwd (hernieuwbare en klimaatneutrale processen). De horizontale rode lijn geeft de totale beschikbare ruimte aan voor koolstof intensieve fossiele en duurzame industrieën. De gestippelde rode lijn 'totaal gebruikt' vertegenwoordigt de som van de ingenomen ruimte. Onder ruimtelijke beperkingen kunnen nieuwe installaties drie jaar na de sluiting van een fossiele industrie beschikbaar komen (zie figuur 3.6 in het rapport voor verdere bespreking).

De overstap van fossiele naar hernieuwbare grondstoffen in de raffinage- en kraker industrie vraagt minimaal 1.4 keer de ruimte die nu in gebruik is. Een één-op-één vervanging van fossiele processen met dezelfde output als vandaag zou veel meer ruimte vragen. Omdat de brandstofvraag naar verwachting sterk zal dalen richting 2050, stabiliseert de benodigde ruimte op ongeveer 1.4 keer de huidige omvang. Dit is zichtbaar in figuur 4-A, waar meer dan de huidige ruimte nodig is zodra de rode stippellijn (rond 2030) boven de getrokken rode lijn komt die het huidige ruimtebeslag aangeeft. (Let wel: in deze analyse is niet meegerekend dat er tijdens de transitie extra ruimte nodig is voor het afbreken en opbouwen van installaties.). Wanneer we binnen de bestaande ruimte blijven (figuur 4-B) zou transitie nog mogelijk kunnen zijn, maar daar kleven ook duidelijke nadelen aan.

Het beperken van de activiteiten tot de huidige industriële zones heeft een aanzienlijke invloed op het transitiepad. Bij ruimtelijke beperkingen komt er geen extra ruimte vrij buiten het gebied dat nu in gebruik is, en kunnen nieuwe processen pas drie jaar na het vrijmaken van bestaande locaties worden gerealiseerd. Ten opzichte van het scenario zonder beperkingen zien we de volgende effecten op het transitiepad:

- De bouw van nieuwe processen verandert van parallelle naar sequentiële constructie. Dit vertraagt de introductie van nieuwe processen en vermindert de robuustheid om markten te bedienen, omdat er minder flexibiliteit is om verschillende sectoren te voorzien vanuit een meer divers palet grondstoffen.
- Minder beschikbare ruimte bevordert het gebruik van CCS en drukt het gebruik van CCU.
- De volgorde waarin nieuwe processen worden geïntroduceerd lijkt onafhankelijk van ruimtelijke beperkingen — die volgorde wordt vooral bepaald door economische aantrekkelijkheid gestuurd

- door beleid (zowel brandstoffen als chemicaliën worden geproduceerd, en juist beleid rond brandstoffen geeft een sterkere sturing) en de beschikbaarheid van grondstoffen. (Eerst HVO voor maximale benutting van beschikbare grondstoffen, dan syngas processen, en als laatste pyrolyse.)
- Fossiele raffinagecapaciteit wordt eerder gesloten omdat de ruimte nodig is voor het bouwen van de nieuwe processen.
 - Beperkingen in ruimte vergroten de kwetsbaarheid voor marktverstoringen. Met sequentiële bouw ontstaan er grotere productiedalingen tijdens de sluiting en bouw, en zijn er minder mogelijkheden om de leveringszekerheid te garanderen in crisistijden. De ruimtelijke beperkingen leiden tot hogere kosten, minder flexibiliteit en meer import van eindproducten.
 - Al met al blijkt dat het inpassen van de transitie binnen de bestaande, onderling afhankelijke industriële zones uitdagend is en druk legt op de economische kracht van het cluster. Om deze aanpassingen uit te kunnen voeren vraagt dit om een hoge mate van coördinatie en samenwerking tussen de bestaande sites.

Wat zijn de gevolgen van mondiale onzekerheid?

De invloed van externe onzekerheden op de transitie in het Rotterdamse HIC is onderzocht met drie verschillende scenario's:

Nostalgia - een zwak Europa, beheerst door angst voor verandering en een verlangen naar het verleden. Samenlevingen klampen zich vast aan de veronderstelde "gouden tijden," waardoor de voortgang op klimaatgebied traag verloopt, het Akkoord van Parijs in feite wordt genegeerd en de afhankelijkheid van fossiele waardeketens groot blijft.

Climate - een sterk Europa, geconfronteerd met de angst voor klimaatverandering. Toenemende klimaatcrises zetten de EU aan tot verregaande wetgeving om het verbruik van fossiele grondstoffen tegen 2050 te beëindigen, wat leidt tot een snelle maar ongecoördineerde overstap op hernieuwbare grondstoffen.

Green Growth - een sterk Europa, geconfronteerd met mondiale concurrentie – de EU geeft prioriteit aan strategische autonomie en ontwikkelt snel hernieuwbare energiebronnen en CCS om de klimaatdoelen te halen. Tegelijkertijd nemen geopolitieke spanningen rond handel en grondstoffen toe.

Deze scenario's zijn gebaseerd op trends en drijfveren die we dagelijks waarnemen. Politieke spanningen en een rechtser koers nemen wereldwijd toe. Zorgen over klimaatverandering en natuurrampen, zoals bosbranden en overstromingen, domineren het nieuws, terwijl conflicten en economische concurrentie de geopolitieke spanningen verder aanwakkeren. Tegelijkertijd concurreren Europese landen intern om sterke posities voor hun eigen industrie te verwerven, en leiden verdeeldheid tussen landen en politieke groepen tot een verzwakte positie van de Europese Commissie.

De belangrijkste bevindingen per scenario zijn:

- **Nostalgia-scenario:** Door het onderdrukken van ETS-regelgeving worden CO₂-reductiedoelen niet gehaald. Tegelijkertijd zorgen mondiale ontwikkelingen voor duurzame groei toch voor een daling in de vraag naar ruwe-olieproducten en creëren zij vraag naar hernieuwbare brandstoffen. Fossiele producten blijven bestaan, maar er vindt ook een transitie van grondstoffen plaats: HVO- en syngas routes ontwikkelen zich terwijl de industrie onder druk staat.
- **Climate-scenario:** Een versneld uitfaseren van fossiele grondstoffen garandeert dat de klimaatdoelen voor 2050 worden gehaald, maar gaat gepaard met een grotere afhankelijkheid van import. Tot aan de door beleid verplichte uitfasering in 2050 blijft er fossiele grondstof in gebruik. Door deze snelle verandering verschuift men naar geïmporteerde hernieuwbare brandstoffen en chemicaliën.
- **Green Growth-scenario:** Hier wordt ingezet op de ontwikkeling van nieuwe, groene industrie in eigen land. De klimaatdoelen worden bereikt door een combinatie van CCS en een verschuiving naar een divers groen portfolio, waarbij naast HVO en syngas ook groene methanol en ethanol een rol spelen. Import vult aan voor de vraag waarin niet langer lokaal kan worden voorzien. Het verbruik van hernieuwbare brandstoffen concurreert met verdere elektrificatie, die breder zou kunnen doorzetten.

We komen tot de volgende bevindingen die gelden voor alle scenario's:

In elk scenario daalt de binnenlandse productiecapaciteit. Zowel beleid als economische aantrekkelijkheid van elektrificatie drukt het gebruik van fossiele brandstoffen in alle scenario's naar beneden. Deze afname is al vóór 2030 merkbaar. Beleid kan dit proces versnellen en zonder aanvullend beleid om een alternatieve, schone industrie op te bouwen kan dit leiden tot aanzienlijke de-industrialisatie, met grote economische risico's als gevolg.

Ruwe olie als grondstof blijft tot 2050 bestaan, al is het in elk scenario op een veel lager niveau dan vandaag. Ondanks dat de vraag naar brandstoffen onder druk staat, wordt in ieder scenario het gebruik van fossiele brandstoffen voortgezet zo lang het kan of mag. Zelfs in het Climate-scenario worden fossiele brandstoffen geproduceerd richting 2050 zolang er economische redenen voor zijn. Bestaande capaciteit blijft in gebruik om te voldoen aan de vraag van sectoren die zich langzaam aanpassen.

Door een gebrek aan binnenlandse koolstofhoudende grondstoffen blijft de afhankelijkheid van import bestaan. De vraag is van welke stromen we voor import afhankelijk willen zijn: van grondstoffen of van eindproducten? Import afhankelijkheid zal er altijd zijn omdat we meer koolstoffen verbruiken dan we we zelf met eigen grondstoffen kunnen produceren. Als we geen duurzame industrie opbouwen—zoals in het Climate-scenario—worden we steeds afhankelijker van de import van hernieuwbare eindproducten zoals biodiesel en SAF, waarvoor een wereldmarkt zich nog volledig moet ontwikkelen. Als we inzetten op de ontwikkeling van een nieuwe industrie om onze markten te ondersteunen, zullen we grondstoffen zoals biomassa, afval en gebruikt frituurvet moeten importeren. In beide gevallen is import noodzakelijk, maar wanneer we onze industriële capaciteit verliezen, zijn we zeer kwetsbaar voor marktfluctuaties op een prille groene productenmarkt, als we eigen groene industrie ontwikkelen kunnen we ons indekken omdat we zowel grondstoffen als producten kunnen importeren. Hierbij ontwikkelen we een eigen circulaire

economie en we waarde-toevoegende economische activiteiten die banen opleveren en een hoogwaardige kennisbasis vergen.

In alle scenario's zien we dat de ketens rond plantaardige oliën (HVO) en syngas opkomen. Zelfs met wisselende beleidskeuzes tussen scenario's ontstaat er steeds hernieuwbare koolwaterstofproductie. HVO-fabrieken zijn relatief ruimte-efficiënt en economisch haalbaar. Syngas routes zijn flexibel wat betreft koolstofbron en kunnen meerdere producten leveren (methanol en koolwaterstoffen—de basis voor chemicaliën, kunststoffen en brandstoffen), waarmee ze robuuste en toekomstbestendige technologieën zijn. De markten voor deze producten liggen op een schaal van miljoenen tonnen. Het opbouwen van deze industriële basis is een taak voor grote bedrijven. Dit vraagt om langdurige, strategische planning van de hele waardeketen, met strategische steun van de overheid.

De kosten zullen onvermijdelijk stijgen, dus we moeten ons geld verstandig besteden. Alle scenario's – ook die waarin we ons verzetten tegen transitie – laten zien dat de systeemkosten tegen 2050 zo'n 60% tot 100% hoger uitvallen ten opzichte van de huidige kosten. We stappen af van fossiele grondstoffen met een zeer hoge energiedichtheid en vervangen die voor grondstoffen met een lagere energiedichtheid die zullen worden verwerkt met hernieuwbare energie van zonne- en windenergie. Dit vraagt om grote investeringen in infrastructuur, de ontwikkeling van logistiek voor nieuwe toeleveringsketens en dure installaties voor processing. Dat is een flinke stijging, maar omdat de uiteindelijke brandstof- en productprijzen voor de consument vaak maar deels worden bepaald door de productiekosten hoeven deze niet onoverkomelijk te zijn.

De centrale vraag is welke keuze we willen maken. Bij transitie moet je afwegingen maken. We kunnen investeren in een industrie die werkgelegenheid met toegevoegde waarde creëert en onze marktpositie veiligstelt door het zelf produceren van hernieuwbare producten. Of we kunnen het risico nemen om geen investeringen te doen, met als gevolg dat onze industrie krimpt, we onze emissies wel zien dalen, maar we ook aangewezen zijn op producten van de wereldmarkt die nog moet ontstaan en waar prijzen buiten onze invloed worden bepaald. Wat we ook kiezen, het moment om keuzes te maken is nu – en niet kiezen is ook een keuze.

Kies verstandig!

Aanbevelingen

In de komende jaren tot decennia staat het Rotterdamse HIC voor zeer grote veranderingen. Om voorbereid te zijn op de toekomst moet onze focus op de doelstellingen voor het gebied verschuiven van kortetermijndoelen voor de energietransitie (2030) naar langetermijndoelen voor 2050 en verder, zodat de regionale rol als hub voor hernieuwbare grondstoffen kan worden gedefinieerd en ontwikkeld. We doen hierbij de volgende aanbevelingen, aansluitend op de opbouw van het rapport en gericht op (1) de algemene implicaties van de grondstoffentransitie, (2) omgaan met beperkte ruimte, en (3) omgaan met onzekerheid.

Kijk voorbij CO₂-reductie in planning en organisatie – en doe dat samen! De grondstoftransitie is cruciaal en van nationaal belang. **HVO-verwerking en synthetische brandstoffen zijn belangrijke waardeketens om te ontwikkelen.** Richt je op het tot stand brengen van de volledige keten: van energie- en grondstofvoorziening tot aan de eindgebruiker. Bepaal welk deel van de waardeketen een plek moet krijgen in het HIC en hoe dit robuust kan worden verbonden met upstream- en downstream-processen. Werk samen met alle belanghebbenden, van lokale bedrijven tot nationale en Europese beleidsmakers, om coördinatie, afstemming en voortgang te waarborgen.

Ruimte is beperkt – je kunt het maar één keer uitgeven voor de komende decennia. Een gebrek aan ruimte beperkt je keuzemogelijkheden en vertraagt de transitie. Maak ruimte vrij voor hernieuwbare en circulaire verwerkingsprocessen. Wijs grond zorgvuldig toe en werk samen met huidige gebruikers. Bepaal welke activiteiten typisch goed passen in het HIC en hoe ze kunnen worden geïntegreerd in bestaande waardeketens van raffinaderijen en lokale chemische industrie. Plan strategisch hoe je waardeketens ook buiten het HIC kunt uitbreiden.

Focus op robuustheid. Wed niet met alles op één paard, maar bedenk hoe een mix van grondstoffen en verwerkingsroutes je sterker en veerkrachtiger maakt voor externe invloeden en ontwikkelingen. Zo kun je je Europese marktpositie voor de lange termijn waarborgen.

Aanbevelingen voor beleidsmakers

De komende vijf jaar zijn van cruciaal belang voor het vormgeven van de transitie. Er moet een **industriebeleid** komen dat een gezonde ontwikkeling op de lange termijn verankert, met de volgende prioriteiten:

De tijd van 'no-regret'-opties is voorbij. Een no-regret optie is een veilige keuze, een die in ieder scenario werkt en een waar geen fouten mee kunnen worden gemaakt. Maar omdat we allerlei beperkingen hebben – in ruimte, in budget, in arbeidskracht, en veel meer – en gegeven dat er grote onzekerheden spelen, zullen we wel degelijk afwegingen moeten maken en besluiten nemen waarbij we ook fouten zullen maken. Die soms ook wel 'regrets' geven. Maar voor de lange termijn is het belangrijk dat we richting gaan kiezen. Er is een nationale visie nodig op welke waardeketens we willen ontwikkelen en hoe deze aansluiten op onze nationale energie- en circulaire economieplannen.

Wijs ruimte toe vanuit een samenhangende visie. Denk strategisch en in samenhangende segmenten: energie – waterstof – syngas – grondstoffenvoorziening – conversie – en productlevering. Richt specifieke ‘hotspots’ in die zijn gekoppeld aan de juiste infrastructuur—vergelijkbaar met hoe we gebieden voor windparken aanwijzen.

De grootste onzekerheid komt uit schommelende maatschappelijke opvattingen. Duurzame keuzes gaan niet alleen over ‘groen’, maar ook over lange termijn zekerheid en risicobeheer. Vorm een publiek-private samenwerking met doelen op de lange termijn om de grondstoffentransitie te plannen, te orkestreren en te ontwikkelen. Zoek naar win-wins die de samenleving als geheel ten goede komen én een degelijke businesscase opleveren.

Aanbevelingen voor industrie

Systemische verandering kan niet door één enkel bedrijf worden bereikt. Zolang we gericht blijven op de transitieplannen van individuele bedrijven in splendid isolation, wordt een systeemverandering moeilijk bereikt. Werk daarom actief samen met partners in de keten, van upstream tot downstream, met infrastructuurontwikkelaars én met de overheid. Zo bouwen we aan een toekomstbestendig Rotterdams HIC dat de efficiëntie biedt die nodig zijn om wereldwijd te kunnen concurreren.

Begin met experimenten op pilot- en demoschaal om praktijkervaring op te doen. De waardeketens zijn nieuw en kennen volop uitdagingen, en de opbouw kost decennia. Werk tijdens dit proces samen met je partners om robuuste technische oplossingen voor elkaar te krijgen en ontwikkel samen de bijbehorende businessmodellen die kosten, risico’s en opbrengsten eerlijk verdelen over de keten.

Ruimte is beperkt en deels in handen van een industrie die moet transformeren. Denk na over hoe je je terrein zo verstandig mogelijk kunt benutten en kijk ook buiten je eigen hek. Je keuzes hebben invloed op je directe omgeving en de ketenpartners waarmee je samenwerkt.

Ondanks de onzekerheden die risico’s vormen, zijn er ook enkele basale waarheden die waarde bieden. Het Rotterdamse HIC ligt op een knooppunt dat de wereld met het Noordwest-Europese achterland verbindt. Er is een grote afzetmarkt, veel onderling vertrouwen en een sterke rechtsstaat. De ondiepe zeebodem biedt uniek potentieel voor energieproductie. Daarnaast is er een stabiele omgeving die ingesteld is op grote energie-intensieve industrieën, met een stevig ecosysteem van toeleveranciers, innovatiecentra en expertise. Al deze ingrediënten zijn essentiële succesfactoren voor de ontwikkeling van een duurzame koolwaterstofindustrie, zelfs in onzekere tijden.

Colophon

Title

A scenario study of transition in the Rotterdam Harbor Industrial Cluster

Carbon feedstock transition of the petrochemical industry under spatial limitations

Publication date

March 17, 2025

Authors

Andreas ten Cate, Paco Rutten (ISPT)

Rutger de Mare, Jaron Davelaar, Jim van der Valk-Bouman (Quo Mare)

Eline van Krimpen (Deltalinqs)

Visual Design

Franka Wijnbergen (ISPT)

Copyright

© Institute for Sustainable Process Technology (ISPT)

Published by

Institute for Sustainable Process Technology (ISPT)

Address

Groen van Prinstererlaan 37, 3818 JN Amersfoort, The Netherlands

Telephone number

+31 (0)33 700 97 97

E-mail

info@ispt.eu

Website

ispt.eu

This work is licensed under the Creative Commons Attribution – No Derivatives License.

To view a copy of the license, visit Creative Commons — [Attribution-NoDerivatives 4.0 International - CC BY-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/). Retain with the licensed material a reference to Stichting ISPT and an identification of the authors (if supplied).

About this study

This project was jointly assigned by the **Province of Zuid-Holland**, The Netherlands, and the **Municipality of Rotterdam**. Throughout the execution of the project the research team (consisting of ISPT, Quo Mare and Deltalinqs) worked closely with the representatives of these two organizations.

De Tekenkamer van de Industrie

The *Tekenkamer van de Industrie* conducts research and explorations into the role of industry in the transition to a society based on renewable energy and renewable resources. It provides decision-makers from both the private and public sectors with insights and a comprehensive overview. This enables transparent, fact-based, and forward-looking discussions. The transition to a circular and CO₂-neutral industry is a complex process involving numerous stakeholders, each with different interests and potential choices. The *Tekenkamer van de Industrie* uses fact-based and validated models and data to explore these choices and deliver actionable insights.





Tekenkamer
van de Industrie
powered by ISPT

Join us!

WWW.ISPT.EU



**The Institute for Sustainable
Process Technology (ISPT)**

Groen van Prinstererlaan 37
3818 JN Amersfoort
The Netherlands
t. +31 (0)33 700 97 97
info@ispt.eu

Andreas ten Cate

Program Director
andreas.tencate@ispt.eu
t. +31 (0)6 158 74 702