



MASTER THESIS – SUSTAINABLE BUSINESS AND INNOVATION

ACCELERATING THE IMPLEMENTATION OF
INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN THE CHEMICAL
INDUSTRIES OF EUROPE



**Universiteit
Utrecht**

Jan Zilch

Thomas Van Den NieuwenHuizen, EGEN
Simona Negro
Utrecht
Sustainable Business & Innovation, 2023

Abstract:

A major cornerstone of the European green deal is the development of the circular economy. To develop the Circular Economy (CE), innovative solutions for the implementation of industrial symbiosis (IS) are needed within the chemical industries of Europe. The implementation of IS in the chemical industries is a complex process involving various actors. The European commission launched the Hubs4Circularity (H4C) mission to create self-sustaining economic industrial ecosystems for full scale IS by closing energy and resource loops and bringing together all relevant stakeholders and technologies. To successfully complete the H4C mission, this research developed and executed an innovation system approach to evaluate the H4C mission ex ante. The innovation system takes a specific focus on the influence of public financial organizations, their resources and their barriers on the innovation system and the IS solutions being developed. A case study was performed on the Chemelot cluster by applying the innovation system, utilizing the research steps and relevant concepts of several innovation system approaches, such as the mission-oriented, the financial competence of the regional innovation system, and financial innovation literature. The results of the innovation system exposed four systemic barriers which inhibit the diffusion and implementation of IS in the chemical industry. The absence of common infrastructure and reluctance of the government to invest in common infrastructure leads to uncertainty amongst organizations. A combination of uncertainty and lack of control of organizations over common infrastructure prohibits organizations from developing innovative solutions. The European governments should send a direct message to organizations that the construction of common infrastructure will become reality as soon as practicable. Furthermore, the weak European institutional context concerning waste by-product and emission regulations creates barriers for actors to implement IS. A stronger lobby effort by industrial sectors can send a clear message to the EC that institutions should be changed to help the transition to a CE. The absence of commercialized IS solutions possess a barrier for a full implementation of IS in any chemical industrial site. Lastly, the financial landscape supports the development of IS solutions, however the financial landscape fails to provide financial resources when the solutions have to be implemented. The financial barriers are reduced by educating intermediary organizations, realizing a specialized IS investment fund or the utilization of a Special Purpose Vehicle when applying for funding. Further research should include the private financial sector in the analysis and research the implementation of social solutions.

Executive summary

There is an abundance of regional, national, and European financial resources to implement industrial symbiosis. The abundance also creates barriers for organizations to find the appropriate financial resource to finance their project. The Wheesbee funding search results in a public funding database which can be utilized to help clients find the appropriate financial resource. The criteria used in this research: target innovation phase, target group and collaboration essence are basic but efficient criteria to build the database. The database can be expanded with more public or private financial resources or more specific criteria.

The financial barriers opposing the implementation of IS arise from the novelty of IS projects and how to request funding for these types of projects. The financial challenges originate from the collaboration aspect of IS and by having no knowledge on IS projects. The challenges can be overcome by educating the organizations.

In conclusion, this research has addressed a first draft of a funding database including relevant financial resources and contrived the key financial barriers necessary to overcome for IS implementation. Both are cornerstones to build a blended finance strategy and finance manual for IS/IUS cases.

Contents

1.	Introduction	6
2.	Background information	10
2.1	Industrial symbiosis.....	10
2.2	Industrial Urban Symbiosis	11
2.3	Drivers and barriers to IS	12
3.	Conceptual framework.....	14
3.1	Innovation system.....	14
3.2	Components of an Innovation System.....	15
3.3	Types of innovation systems.....	16
3.4	System Functions of an innovation system	17
3.5	Financial organizations and resources.....	18
3.6	Financial resources in the innovation cycle	20
3.7	Conceptual framework	22
4.	Methodology	24
4.1	Research design	24
4.2	Data collection	25
4.3	Data analysis	27
4.4	Sampling strategy.....	28
4.5	Reliability & validity	29
4.6	Ethical issues	29
5.	Results	30
	Industrial symbiosis: a new era for Chemelot	30
5.1	Problem-solution diagnosis	31
5.1.1	Problem description	31
5.1.2	Solutions diagnosis.....	31
5.2	Structural analysis.....	35
5.2.1	Mission arena.....	35
5.2.2	Overall structure of the Innovation system	38
5.2.3	Institutional context.....	40
5.3	System Functions analysis	43
5.3.1	System Function 1: Entrepreneurial Activities.....	43
5.3.2	System Function 2: Knowledge Development	44
5.3.3	System Function 3: Knowledge Diffusion.....	46
5.3.4	System Function 4: Providing Directionality	47
5.3.5	System Function 5: Market Formation and destabilization	49
5.3.6	System Function 6: Resource allocation	51

5.3.7 System Function 7: Creation and withdrawal of legitimacy	65
5.4 Systemic barriers analysis.....	66
5.5 Reflection.....	68
6. Discussion.....	71
6.1 Limitations and further research.....	73
7. Conclusion	74
8. References.....	75
9. Appendix	85
Appendix 1: Interview scheme	85
Appendix 2: Regional Financial Resources	86
Appendix 3: National financial resources.....	88
Appendix 4: European financial resources	89
Appendix 5: Diagnostic questions	92
Appendix 6: Nvivo codes	95
Appendix 7: Transcribed interviews	96

1. Introduction

In 2019 the European Green Deal (EGD) was signed, by the European Commission, with the goal to reconcile our way of producing and consuming with our planet. The EGD is a set of climate, energy, transport, and taxation policy strategies to prioritize environmental protection (Eckert & Kovlevska, 2021). The target for the European Union (EU) is to reduce Green House Gas (GHG) emissions with 55% by 2030 compared to 1990 and reach net-zero GHG emissions by 2050 (European Commission, 2019).

The EGD outlines a roadmap for the EU to reach the target by 2050, which includes the development of the Circular Economy (CE). CE will reduce GHG emissions, reduce waste streams, reduce the dependency on strategic resources, and pre-empt potential supply crises in the EU (EIB, n.d.). An essential part to reach the EGD targets and develop CE, is to implement innovative solutions for Industrial Symbiosis (IS) and Industrial-Urban Symbiosis (IUS) (Interreg Europe, 2021; European Commission, 2022; Wadström, Johansson, Wallen 2021; Fraccascia & Giannoccaro, 2020). The concepts of IS and IUS describes the use of underutilized by-products of one organization by another organization (European Commission, 2021; Chertow, 2008). The environmental, social, and economic benefits of CE and IS are realized most effectively in the process industry (European Commission, 2021).

The European process industry processes raw materials into building blocks for products and applications relevant for society. It is mainly represented by the energy intensive industries, which are one of the largest energy users in the EU (Branca, 2021). Thereby being directly responsible for 15% of the total EU-28 GHG emissions (Mendez-Alva et al., 2021). The EEI represents the following sectors: steel, minerals, non-ferrous metals, engineering, chemicals, ceramics, and cement (Branca, 2021). The European chemical industry sector is the cornerstone of almost every other industry on the European continent. The sector produces annually 330 Mt of products, resulting in a carbon dioxide emission of 27% of the industrial emissions within the EU ETS system in 2018. The European chemical industry possesses a high clustering capacity which increases the possibility to form symbiotic by-product exchanges on a regional scale (Branca, 2021).

The implementation of IS/IUS within the chemical industries will contribute significantly to meeting the EGD targets for 2050 (European Commission, 2021).

To accomplish a CE in Europe and meet the EGD targets of 2050, the EC have initiated the Hubs4Circularity (H4C) project. The Hubs4Circularity (H4C) project aims to accomplish the implementation of IS/IUS within the process industries by:

“creating self-sustaining economic industrial ecosystems for full scale IS/IUS and CE, closing energy, resource and data loops and bringing together all relevant stakeholders, technologies, infrastructures, tools, and instruments necessary for their incubation, implementation, evolution and management” (European Commission, 2021).

To assure the completion of the H4C’s, the European Commission formed the following industry Mission statement:

“Empower the process industries and regions to create H4C’s through the exchange, consolidation, and creation of knowledge, thus overcoming existing bottlenecks for regional demonstrators of IS-IUS-CE, and providing significant impacts on resources efficiency, reduction of emissions and pollution and re-use of waste streams.”

The implementation of H4C’s and accomplishing the H4C Mission will be a complex process involving various stakeholders stemming from different regions and backgrounds. In order to measure the H4C mission, overcome existing bottlenecks and accelerate the H4C mission, the application of a Innovation system framework is desired. An Innovation system is a socio-technical configuration of actors, rules, physical infrastructures and their relations (Negro, Alkemade, Hekkert, 2012; Bergek et al, 2015). The systemic approach aims to understand how innovations are being developed, diffused and implemented. The Innovation system accomplishes this by analyzing key innovation activities which have to be fulfilled to have a successful implementation. Unfulfilled key innovation activities lead to the identification of systemic barriers. After which governance recommendations are developed on how to accelerate the development, diffusion, and implementation of the innovation (Negro et al, 2012; Wieczorek et al,2013; Hekkert, Suurs, Negro, Kuhlmann. Smits, 2007). Innovation System literature describes various Innovation System approaches such as the Technological Innovation System (TIS), National Innovation System (NIS), Regional Innovation System (RIS), or a Mission-oriented Innovation System (MIS) (Johnson, 2001).

The analytical focus of a TIS is on a single technology ((Bergek et al., 2008; Bergek et al., 2015). While the NIS and RIS are bound to geographical scopes (Wesseling & Meijerhof, 2021). A MIS is defined as:

“a temporary semi-coherent configuration of different innovation system structures that affect the development and diffusion of solutions to a mission that is defined and governed by a mission arena of different stakeholders”

The MIS is designed to systematically assess the impact of transformative mission policies (Hekkert, Janssen, Wesseling, Negro, 2020). The stated missions are furthermore temporary with a time bound goal between 10 and 30 years (Mazzucato, 2018). The temporality makes it unique amongst other Innovation Systems (Wesseling & Meijerhof, 2021; Hekkert et al, 2020). Missions also provide directionality to the outcome on the selection of solutions that will emerge. This may happen purposefully or involuntarily, but it requires a high level of reflexivity and coordination to prevent the removal of positive solutions (Wesseling & Meijerhof, 2021). The goal of a MIS is to assess a societal mission, whereas the H4C project is an industry mission that works towards the societal mission of achieving a CE (*European Commission, 2021*). However, the MIS framework is a novel instrument when assessing a mission, therefore the applicability of the MIS framework should be tested when assessing different types of missions (Wesseling & Meijerhof, 2021). The MIS research steps are utilized to evaluate the H4C industry mission.

The financial landscape is furthermore important to consider when analyzing the H4C mission through the Innovation system. The financial landscape is an essential resource and driver in an Innovation System to achieve long term systemic changes (Farla Markard, Raven, Coenen, 2012; Karhltorp, Guo, Sanden, 2017; Polzin, von Flotow, Klerkx, 2016; Dordi et al, 2020). Private financial trends have shown a decrease in clean technology investment (Mowery et al., 2010). IS solutions (clean technologies) have higher uncertainty, regulatory dependency, and capital intensity, which makes the solutions unattractive investments in comparison to dirty technologies (Hargadon & Kenney, 2012; Marcus et al., 2013; Polzin, 2017). The public sector possesses incentives to influence the solution development. High carbon prices should provide an incentive for organizations to invest in IS solutions, however the current carbon prices are not high enough (Aghion et al., 2009). IS solutions in general have a low level of maturity, making market revenues subject to high uncertainty (Olmos et al., 2012). Furthermore, regulation innovation incentives such as commitment to a specific technology can be cheaper than public financial resources. Nevertheless, such as regulation innovation incentive can have the effect of innovation lock in for the adoption of a suboptimal solution (Popp et al., 2009). The supply of public financial resources can pull the demand for later stage commercialization solutions and fund R&D to decrease the cost and improve the performance of early-stage R&D solutions (Olmos et al., 2012). The availability and the influence public financial resources have on the development of IS solutions is therefore essential to uncover in an innovation system.

The Innovation System is composed of different actors which have their own distinctive roles (Bergek et al., 2015). Innovation System literature has classified financial organizations under supportive organizations (Wesseling & Meijerhof, 2021). In view of the influence the financial landscape can have

on the Innovation System, the decision is made to analyze what financial organizations are active in the Innovation System and what financial resources are available in the Innovation System. Through the analysis a detailed understanding of the barriers financial organizations encounter will arise. While the influence of the public financial landscape on the development and diffusion of solutions is relevant literature to be tested in a innovation system (Wesseling & Meijerhof, 2021)

The complex interactions between actors and the financial landscape within a region are highly influential when implementing IS/IUS within an industrial ecosystem (Chertow, 2008; Cooke et al, 1997; Cooke, 2001). The financial competence of a region is explained by the infrastructural characteristics of a RIS. When the infrastructural characteristics of a RIS, the public budget of a region and the control over hard and soft infrastructures, are present they provide financial competence to the region which results in strong regional innovation potential for the implementation of IS/IUS (Cooke et al, 1997; Cooke, 2001). The Innovation system will therefore encapsulate the RIS infrastructural characteristics.

To accelerate the implementation of IS and achieve the H4C mission, this research utilizes an Innovation System framework that incorporates the research steps of the MIS and the infrastructural characteristics of the RIS. A detailed analysis of the financial organizations and their resources provides a comprehensive overview of the influence of the financial organizations on the innovation system and the development and diffusion of solutions. The detailed analysis supplies recommendations on how the role of the financial organizations is used to guide an Innovation System to achieve the H4C mission. While the H4C mission focuses on the process industries as a whole, the choice is made for this research to focus in on the chemical industry. By focusing in on the chemical industry a more exhaustive Innovation system analysis can be made with specified recommendations.

To accelerate the diffusion and implementation of IS in the chemical industry and to provide a detailed analysis of the influence of financial organizations and their resources, the following research question is constructed:

How can the diffusion and implementation of Industrial Symbiosis in the EU chemical industries be accelerated by applying an Innovation system framework?

The following two sub-research questions were formulated to answer the research question:

What are the active public financial organizations?

How is the development and diffusion of IS solutions affected by the public financial resources in the Innovation System?

What are the barriers public financial organizations encounter, and how to overcome these?

This deductive research was conducted in a qualitative manner. A critical analysis was performed on the Chemelot cluster by performing an Innovation System framework. Chemelot is located in the south of the Netherlands and is chosen as case study. The Innovation System framework incorporates the research steps of the MIS and infrastructural concepts of the RIS. After answering the research questions, a more precise identification of systemic barriers was possible, which lead to accurate governance recommendations to address the barriers. Resulting in an essential information for the achievement of the H4C mission.

2. Background information

Chapter two will discuss the literature essential for the research that is not incorporated in the conceptual framework. Industrial symbiosis and industrial urban symbiosis will be explained in more detail as well as the already known drivers and barriers to IS are explored.

2.1 Industrial symbiosis

Industrial symbiosis (IS) is a collaboration between organizations where by-products (materials, energy, water, capacity, waste and by-products) serve as inputs for each other, thereby improving their competitive advantage and improving their overall environmental and economic performance (Domenech, Bleischwitz, Doranova, Panayotopoulos, Roman, 2019; Johnson et al, 2015). The by-products are the result of normal processes within the companies. Instead of neglecting the by-products, they are used in other processes, either in the same company or another company, to replace production inputs or to generate new products. At least three different business entities exchange two or more types of by-products as substitutes for new or raw materials to be counted as IS. This relationship emphasizes the complex interactions that characterize IS rather than being one-way exchanges (Johnson et al, 2015). The types of resource exchanges are classified into three main types: by-product reuse, utility/infrastructure sharing and the joint provision of services (Chertow, 2008). The H4C project (2021) definition of IS reads:

“Industrial Symbiosis means the use of material streams or energy carriers that are underutilized by one company or sector, by another company or sector. In IS this is extended to industrial installations of different sectors and under different ownership. The streams that are exchanged in industrial symbiosis are usually well defined and do not vary much over time.”

The definition provided by H4C (2021) excludes the joint provision of services and limits IS in our framework to the exchange of material streams and energy carriers as by-products and utility/infrastructure sharing. The by-product exchanges can happen in three ways: a by-product exchange within a company, a by-product exchange among companies located in the same industrial cluster, or a by-product exchange among companies across a broader geographical region (Chertow, 2000).

The types of by-products which are exchanged in an IS network are dependent on the sectorial composition of the IS network and the geographical distance (Jensen, 2016; Domenech, 2018). Domenech (2018) found that the scope for exchanges of by-products between parties depends on the following factors. Firstly, the type of by-products with its physical and chemical characteristics. Secondly, the value of the by-product on the market. Thirdly, the geographical distribution of parties which are able to use the by-product. The average distance for by-product exchanges is 34 kilometers (Jensen, 2016).

The by-products which are exchanged within an IS network on a local scale seem to be energy, CHP, steam, heat, construction and demolition waste, and green/food waste. In general, the local IS by-products are bulky low value products. Steam and heat are also restricted to local IS exchanges as transportation over long distances is not possible (Domenech, 2018).

The regional IS exchange by-products are fly ash, common metal and metal products and mineral waste oil. These products can be transported over regional distances and have more value than the local by-products (Domenech, 2018).

The national or international by-product IS exchanges are scarce materials such as fly ash, rare earth metals and critical metals as the value is even greater (Domenech, 2018).

2.2 Industrial Urban Symbiosis

Industrial-Urban Symbiosis (IUS) expands the IS definition by coupling industrial production sites with their regional or urban environment (European Commission, 2021). The European Union had a urbanization rate of 72% in 2015 and a population density of 3000 inhabitants per square kilometer (European Commission - Joint Research Centre, 2019). On average, the cities within the European union cities are denser than cities in other parts of the world, with predominantly mid-sized rather than large cities. The collaboration between industries and cities is therefore crucial, as high-density

urbanized areas have implications for industries in terms of product/service demands and the availability of qualified professionals (Mendez-Alva et al., 2021). Moreover, cities enable a concentrated demand of industrial products and can also recirculate resources back to the industry at scale. The exchanges between industry and urban environment can be electricity, water, wastewater, and heating (European Commission, 2021). In this research IUS is included when referencing to IS, except when explicitly mentioned.

2.3 Drivers and barriers to IS

The implementation of IS is a complex and challenging process (Kosmol & Otto, 2020). Therefore, potential implementation barriers and drivers are important to consider. The economic barriers and drivers are essential to consider when implementing an IS relationship (Neves, Godina, Azevedo, Pimentel, Matias, 2019). Especially, the receiving of funding and finance are important drivers to secure long term IS relationships to overcome cost barriers, uncertainties and infrastructure and utility investments (Henriques, Ferrão, Castro, Azevedo, 2021). The economic and financial drivers and barriers are given respectively in Table 1 and 2.

Table 1: Drivers of Industrial Symbiosis				
Driver category	Sub-category		Driver	Source
Economic	Financial		Access to private funds	(Johnsen et al., 2015; Neves et al., 2019; Domenech et al., 2019; Henriques et al., 2021)
		Possibility of economic gains	Decreasing company costs	(Johnsen et al., 2015; Neves et al., 2019; Sommer, 2020; Henriques et al., 2021)
			New revenue streams	(Domenech et al., 2019; Sommer, 2020; Henriques et al., 2021)
	Market related		Increasing competitive advantage	(Johnsen et al., 2015; Sommer, 2020)
			Acquiring new clients and markets	(Johnsen et al., 2015; Domenech et al., 2019)
			Access to innovations/technologies	(Johnsen et al., 2015; Domenech et al., 2019)

Table 2: Barriers for Industrial Symbiosis				
Barrier category	Sub-category		Barrier	Source
Economic	Economic	Investment	High change costs for IS changes	(Domenech et al., 2019; Kosmol & Otto, 2020)
		Feasibility	Low virgin material prices and economic value of waste	(Neves et al., 2019; Henriques et al., 2021)
			Availability of raw materials	(Johnsen et al., 2015)
		Benefit sharing	Difficulty to identify and assign benefits among stakeholders	(Domenech et al., 2019; Kosmol & Otto, 2020)
		Costs	High transport costs	(Domenech et al., 2019; Kosmol & Otto, 2020)
		Uncertainty	Uncertainty of profitability and competitiveness	(Domenech et al., 2019; Sommer, 2020; Kosmol & Otto, 2020; Johnsen et al., 2015; Henriques et al., 2021)
		Risk	Long payback period	(Johnsen et al., 2015)
	Financial	Costs	High transaction, equipment and infrastructure costs	(Sommer, 2020; Johnsen et al., 2015; Neves et al., 2019; Domenech et al., 2019)
		Funding	Access to financial resources	(Kosmol & Otto, 2020; Henriques et al., 2021; Johnsen et al., 2015)
		Demand stability	Continuity of waste flow in sufficient quantity and quality	(Johnsen et al., 2015)

3. Conceptual framework

This chapter describes the literature concerning innovation systems. During the chapter certain aspects of innovation system literature will be joined together to build our conceptual framework. Firstly, the origins of innovation system literature are explained. The components of how an innovation system is composed are described next. After which the different types of innovation systems are unraveled. From the different types of innovation systems, the RIS and MIS are described more detailed. Lastly, literature on public financial organizations, the financial resources they distribute and the effects of the resources on the innovation cycle of organizations and technologies is explained. The conceptual framework is constructed utilizing concepts described in this chapter.

3.1 Innovation system

In order to understand innovation, it must not be perceived as an isolated phenomenon but as a part of a larger system called an innovation system (Johnson, 2001). The innovation system is the combined production of knowledge as a result of science and technology including innovation. The first utilization of an innovation system approach was used and popularized by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). The OECD started using the Innovation System approach in the 1960's to study decisions and choices regarding science, technology, and innovation (Godin, 2009). As globalization and subsequent competition increased, the use of the innovation System approach exploded. Now, the innovation system approach is widely used in research fields such as industrial dynamics, technology policy, social science and firm strategy (Johnson, 2001). In the new globalized world, the application of knowledge and technologies to the products of a business was needed to secure a competitive advantage. The businesses therefore started looking for scientific research to innovate their products which led to the discovery of networks between companies and research institutes (Albert, 2007). Nowadays an Innovation System is perceived as a sociotechnical configuration of actors, rules, physical infrastructures, and their relations (Negro, 2011). In its origin the goal of a innovation System is to develop, diffuse and utilize innovations (Johnson, 2001; Negro, 2011). The utilization of an innovation system is a unique approach and has the following features (Albert, 2007). Firstly, an Innovation System conceptualizes the production and dissemination of scientific and technological knowledge as an interactive process with different types of actors, i.e. organizations, governmental agencies, educational facilities. The many actors within an Innovation System are involved in an interactive process (Albert, 2007). The success of the innovation is also largely determined by the actors and their interactions (Hekkert et al, 2007). Secondly, within the Innovation System, innovation is viewed as the primary goal of science and technology. The reason

being that the production of innovative goods, services and manufacturing processes is critical for the competitiveness of businesses, communities, and society (Albert, 2007).

Lastly, an Innovation Systems has an evaluative and prescriptive dimension. With an innovation System it is possible to analyze the interactive process of innovations between the many types of relevant actors. With the analysis it is possible to create insight in the system and identify barriers that hamper the functioning of the system. Therefore it is possible to give policy recommendations to address the problems within the system in a systematic and coherent way (Albert, 2007; Edquist, 2000; Hekkert, 2011; Wieczorek, 2013).

3.2 Components of an Innovation System

The innovation system consists of structural components which are actors, institutions, networks and materiality/technological (Hekkert et al, 2007; Hekkert et al, 2020). The actors can contribute directly as developer or adapter, or indirectly as financier or educator (Wieczorek et al, 2013). The actors are categorized from different perspectives dependent on the literary source. Smits & Kuhlman (2004) categorize them from the role how the actors participate in the innovation process. The actors are divided in users, producers, intermediaries, and supportive organizations. Klein-Woolthuis, Lankhuizen & Gilsing (2005) complement this categorization with an economic perspective of the role the actors play and add the categories: companies, consumers, and knowledge institutes. The final actor's categories are: Knowledge institutes, Educational Organizations, Industry, Market actors, Government Bodies and Supportive Organizations.

Institutions are the habits, routines, shared concepts, rules, norms, and strategies used by humans in repetitive situations or known as the rules of the game in society (Crawford & Ostrom, 1995; Hekkert et al, 2007). The institutions are the constraints and boundaries in the innovation system and enable the actors to take act in the innovation process. The institutions are divided in formal and informal institutions. The formal institutions are the laws, rules and regulations that exist in the innovations system. The informal institutions are the customs, habits, and traditions in the innovation system (Wieczorek et al, 2013).

The networks in the innovation system are the interactions and relationships between the actors (Hekkert et al, 2007). They are dynamic and essential for the innovation process (Wieczorek et al, 2013).

The fourth component materiality encompasses the infrastructure that exists in the innovation system. The infrastructure is divided in three categories: physical, financial and knowledge infrastructures. The physical infrastructure encompasses artefacts, instruments, machines, roads, buildings, telecom networks, bridges and harbours. The knowledge infrastructure includes knowledge,

expertise, knowhow, and strategic information. The financial infrastructure includes subsidies, financial programs (Wieczorek & Hekkert, 2012; Wieczorek et al, 2013).

3.3 Types of innovation systems

Various innovation systems approaches have been described in scientific literature. Each of the innovation system approaches has a different analytical focus (Bergek et al., 2008; Bergek et al., 2015; Wesseling & Meijerhof, 2021). The Technological Innovation System (TIS) aims to understand the innovation system of a specific technology (Bergek et al., 2015). A TIS can focus on the dawn of new and radical innovations or on mature technological fields. The ability to focus on new and radical innovations creates an opportunity to utilize a TIS for sustainability research transitions (Markard et al., 2012). In our research more than one technology is analyzed, a broadened analytical focus is needed to encompass the H4C mission.

The NIS is defined as a complex of innovation actors and institutions that are related to the development, diffusion, and implementation of technological innovations within a nation (). The national focus is utilized to generate innovations while strengthening and maintaining national competitiveness. A NIS consists of three actor's groups who produce R&D activities: public research institutes, academia, and industry. Researchers have argued however that a national focus has lost its importance due to the globalized economy and a regional focus has become the focus point of economic activities (Chung, 2002). Chung (2002) argues that regional focus is more dynamic and reflexive than nations in R&D and economic activities. The Regional Innovation System (RIS) therefore focuses on the science and economic actors in a regional scope (Cooke et al., 1997). The RIS stresses the importance of the financial sector of an innovation system (Cooke, 2001). Cooke (1997) and Cooke (2001) explain how the financial competence of a region can be described by the infrastructural characteristics. A regional analytical focus does not encompass all the relevant actors of the H4C mission.

Instead of a technology, nation or region, or specific actor, the Mission-oriented Innovation system (MIS) shifts the analytical focus to a societal transformational mission (M. P. Hekkert et al., 2020). The MIS is designed to systematically assess the impact of societal mission (Hekkert, Janssen, Wesseling, Negro, 2020). The MIS provides directionality through actionable, measurable and time bound goals to a societal mission. As a mission requires socio-technical transformation, technological and social innovations are included (Wesseling & Meijerhof, 2021). A MIS describes research steps specifically designed to analyze a mission-oriented innovation system. The analytical research steps are derived from the structural-functional approach of TIS) but differentiated with the inclusion of transition, governance and Mission oriented policy literature, to research missions (Bergek et al., 2008; Hekkert

et al., 2007; Wesseling & Meijerhof, 2021). The five research steps are: (1) the problem-solution diagnosis, (2) the structural analysis, (3) system functions analysis, (4) systemic barriers analysis and (5) reflection of systemic governance actions.

However, a MIS tackles a societal mission whereas the H4C mission is an industry mission. The results is that H4C mission does not fit the definitions of the innovation system approaches mentioned, as the analytical focus is on more than one technology, it is not bound by a geographical border and does not tackle a societal mission. In this regard, the H4C mission encompasses analytical aspects of the MIS and RIS innovation system approaches.

3.4 System Functions of an innovation system

Innovation systems can have similar structural components but behave in a completely different way (TIS). The system functions are designed to analyze the structural components to evaluate how the innovation system is performing and functioning. The difference therefore between the structural components and the system functions is the evaluative character of the system functions. The evaluation of the innovation system is defined by a set of 'key innovation activities' (Hekkert et al. (2007), TIS, Wesseling). The system functions of our research will utilize the system functions defined by Wesseling & Meijerhof (2021). Wesseling & Meijerhof (2021) altered the system functions proposed by Bergek, Jacobsson, Carlsson, Lindmark, Rickne (2008) and Hekkert et al (2007) to adapt to a mission oriented nature. The seven mission oriented system functions for this research are explained in Table 3.

Table 3: Overview of system functions based on M. Hekkert et al (2007), M. P. Hekkert et al (2020), Wiczorek et al (2013).

System Function	Explanation
System Function 1: Entrepreneurial activities	System Function 1 concerns the Entrepreneurial Activities being performed in the Innovation system. Entrepreneurial activities are defined by the development of innovative technological and social solutions for the implementation of IS.
System Function 2: Knowledge development	System Function 2 describes the development of knowledge to understand the societal problem and knowledge on the technological and social solutions needed to complete the mission.
System Function 3: Knowledge diffusion	System Function 3 describes the dissemination of technical and social knowledge for the implementation of IS among the relevant actors in the Innovation system.

System Function 4: Providing directionality	System Function 4 provides an overview of the governance structures that have been established by the mission arena. The mission arena is key to provide direction to the governance structures in the MIS.
System Function 4A: Problem directionality	System Function 4A discusses if the stakeholders prioritize the societal problems related to the mission and to other societal problems?
System Function 4B: Solution directionality	System Function 4B describes the efforts of actors to identify and select the essential solution pathway.
System Function 4C: Reflexive governance	System Function 4C discusses the existence of monitoring and evaluation of the mission in the innovation system.
System Function 5: Market formation and destabilization	System Function 5 describes the state of the market around IS. It describes if the European or Dutch market is ready for the adoption and transition of the mission. The effects of the state of the market in the innovation system are discussed.
System Function 6: Resource allocation	System Function 6 concerns the mobilization of human, material and financial resources within the innovation system to enable the other six system functions.
System Function 7: Creation and withdrawal of legitimacy	System Function 7 narrates the legitimacy of the problem and the solutions for IS. Legitimacy is created within the innovation system if stakeholders support and try to convince other stakeholders to support the mission. System Function 7 is divided into problem and solution legitimacy.

3.5 Financial organizations and resources

The financial landscape stimulates innovation by delivering financial resources to innovation (Wonglimpiyarat, 2011). The financial landscape can enable financial resources to flow to desirable innovations (Cooke, Gomez Uranga, Etxebarria, 1997; Dordi, Gehricke, Naef, Weber, 2020). The correct allocation of financial resources can promote sector-specific innovation activities towards a given mission (Malerba, 2004; Mani, 2004; Oleyaran-Oyeyinka, 2006). The financial landscape therefore contributes to the fact that financial organizations are a critical component that can drive the implementation of our mission (Malerba, 2009; Mani, 2004; Oleyaran-Oyeyinka, 2006). In addition, the financial landscape can determine how the Innovation System operates its effectiveness (Lee & Park, 2006) as well. Distinct types of actors within the financial landscape can influence the acceleration of innovations to achieve the Mission. For instance, financial organizations can allocate financial resources through debt or equity financing to certain solutions, i.e. bio-based solutions, or

solutions in certain development phases, i.e. pilot and demonstration. The availability of the financial resources and their connection to the development phases of solutions can have essential influence on the innovation system. The financial organizations further influence the Innovation System by increasing investments into solutions for the H4C mission or by restricting financial resources to harmful practices. The financial organizations could also supply financial resources to certain solutions within the Mission, thereby neglecting investments into other beneficial solutions to the H4C mission (Dordi et al, 2020). The creation of a new market is formed with the implementation of IS. The distribution of public financial resources is needed to actively shape and guide the new market for IS (Mazzucato, 2018). The development of IS implementation by public financial organizations will encourage private financial organizations to direct their resources to IS solutions (Rogge & Reichardt, 2016; D’Orazio & Valente, 2019).

Previous innovation systems research categorized financial organizations under supportive organizations (Wesseling & Meijerhof, 2021; M. P. Hekkert et al., 2020). This innovation system research extracts the financial organizations from supportive organizations and be given their own actor category. The creation of a new category gives the innovation system the ability to a more in-depth description on the types of active financial organizations in the innovation system. The more in-depth description will increase transparency in the innovation system structure as the source of finance largely depends on the types of organization that are available in the innovation system (Mazzucato, 2017). The focus on financial organizations will also illuminate on the existence of previous unknown barriers in the innovation system.

Section 3.4 described the system function of an innovation system. System function 6: Resource allocation explains the mobilization of human, financial and material resources in the innovation system (Wesseling & Meijerhof, 2021; M. P. Hekkert et al., 2020). Taking in the consideration of the importance of the financial organizations and their resources, System Function 6 is essential for the functioning of the innovation system. The financial resources will be mapped in great detail in system function 6. Which will result in a deeper understanding on the influence these resources have on the development of solutions and thus the innovation system.

The last important aspect to include in the innovation system is the relationship between regionality and financial dimensions (Cooke, 2001). The financial competence of an innovation system is described by the infrastructural characteristics of the RIS. Two infrastructural characteristics are important to highlight the financial competence (Cooke, 2001). The first important infrastructural characteristic is the public budget of a region. As the public budget of a region is linked to its capacity to mobilize resources (Cooke et al, 1997). Three types of regional budget capacities are found (Cooke,

2001). The first one type of region has decentralized spending. Here the region is the medium through which governmental expenditure is settled. The second type of region has autonomous spending. This type of region can decide on how to prioritize their expenditures and therefore prioritize RIS policies. The third type has autonomous spending as well as taxation authority. Autonomous spending as well as taxation authority grants the region to design strong RIS policies. The second infrastructural characteristic that is borrowed from RIS, is the ability of a region to control investments in hard and soft infrastructures. Their ability to control and influence on the design and execution of infrastructure is vital in configuring a Innovation System (Cooke, 1997). However, the density and quality of infrastructures is just as important, as systemic relations need high density infrastructures (Cooke et al, 1997). If a region has no control or influence on infrastructure, it is important to denote the regional configuration of infrastructure. A city can have a high density of infrastructure, but the infrastructure could be developed in a national perspective.

3.6 Financial resources in the innovation cycle

System function 6 will describe the financial resources in more detail to understand the influence the financial resources have on the development of the solutions. The financial resources have influence on the innovation cycle of the solutions. The solutions have to follow the innovation cycle from basic R&D, to applied R&D, to pilot and demonstration, to commercialization, to finally be implemented. To successfully implement IS within Chemelot, the solutions required for IS implementation have to reach commercialization phase of the innovation cycle and be implemented (Polzin, 2017).

The IS solutions have to follow four stages in the innovation cycle. Figure 1 shows the innovation cycle which is derived and modified from Polzin (2017) and Olmos et al. (2012). The economic barriers for solutions range from the applied R&D phase to the commercialization phase. The financial barriers however range from the pilot and demonstration phase to the implementation phase (Polzin, 2017).

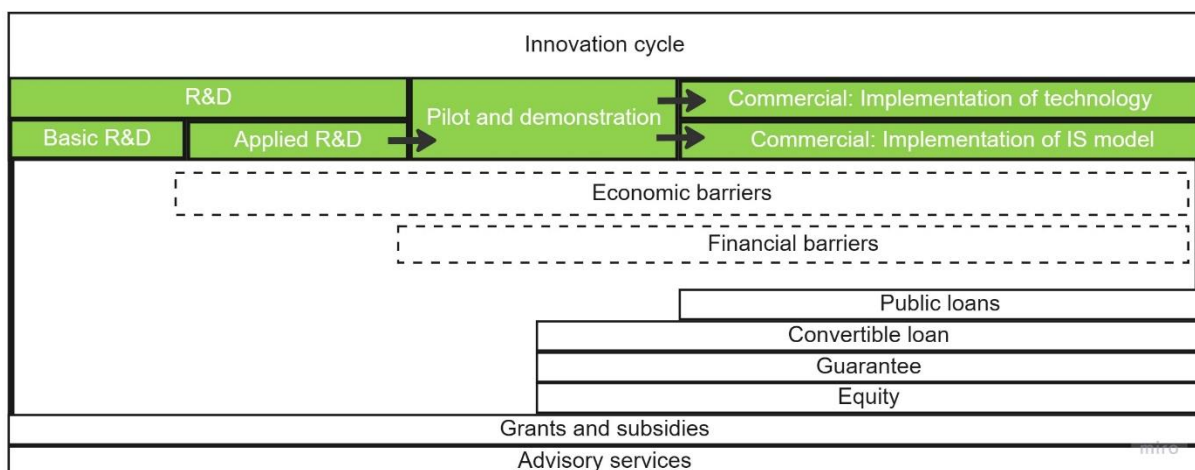


Figure 1: Innovation Cycle of solutions (Polzin, 2017; Olmos et al., 2012)

The first and second stage in the innovation cycle concerns the application of basic and applied R&D activities (Polzin, 2017). In these beginning stages grants and subsidies are made available to provide fiscal relief (Olmos et al., 2012). Pilot and demonstration activities are performed in the third stage. In the pilot and demonstration phase the activities have passed beyond research but are not commercial yet (Nemet et al., 2018). The valley of death is present when moving the activity from the pilot and demonstration towards commercialization phase. In the valley of death there is large capital required, a high technology risk, and an uncertain demand (Nemet et al., 2018). In this phase the social returns exceed the private returns, therefore public funding is especially essential (Nemet et al., 2018). At the fourth stage the solution has reached commercialization and is ready to be implemented. In the commercialization stage the solution can either be implemented as a single technology or utilized within an IS collaboration model between actors. In the early commercial phase startups and small innovative firms can be financed by public owned Venture Capitalists (VC) (Polzin, 2017; Mazzucato & Semieniuk, 2017). For further commercialization of IS models government agencies, public investments funds, and state banks are active in large scale implementation of commercial activities (Nemet et al., 2018; *Aggregate Trends of Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries in 2013-2020 | En | OECD*, n.d.).

The solutions for IS implementation on Chemelot are developed and diffused within a carbon-intensive technology environment creating barriers (Polzin, 2017). Public financial organizations have influence on the innovation cycle of solutions by providing financial resources (Polzin, 2017; D’Orazio & Valente, 2019). The organizations responsible for public financial resources are regional, national, multinational development financial institutions, governments, agencies, and specialized funds (D’Orazio & Valente, 2019).

The distribution of the public financial resources is a driver for the promotion of CE and the adoption of innovations by firms (Aranda-Usón et al., 2019). The characteristics of different public financial resources influence the development of circular activities in distinctive manners which determines the choice of public financial resources (Aranda-Usón et al., 2019). Public financial organizations have the ability to distribute the following financial resources: public loans, guarantees, convertible loans, grants, subsidies, equity, and advisory services (Olmos et al., 2012). Figure 1 displays where the public financial resources are utilized in the innovation cycle. Public loans involve lending funds to organizations. A guarantee is a loan backed by a public financial organization. A public loan is aimed at funding larger organizations while guarantees are available to a wider variety of organizations (Olmos et al., 2012). Public loans are aimed innovations in the commercialization phase. A guarantee can be utilized for innovations in a later demonstration or commercialization phase. A loan or

guarantee can be used to invest in organizations or special purpose vehicles (SPV), or in infrastructure projects (*Aggregate Trends of Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries in 2013-2020 | En | OECD*, n.d.). In an equity investment, the financial organization buys shares in the target organization. An equity investment can be made in the pilot and demonstration and commercialization phase. The target organization can range from startups to large organizations (Polzin, 2017; Olmos et al., 2012). A convertible loan starts as a loan that converts into equity. The convertible loan can therefore be given in the pilot and demonstration phase. Grants and subsidies are funds that do not need to be paid back and can be provided to any type of organization. The difference between grants and subsidies is the fact that grants need to be utilized for specific purposes while subsidies concern a tax break or direct contribution (Olmos et al., 2012). Grants and subsidies can be provided by public financial organizations to any type of receiving organization in any type of innovation phase (Polzin, 2017; Olmos et al., 2012). The selection of financial resources is made as they are used and researched most in innovation programs and innovation literature (Olmos et al., 2012). Different financial organizations are responsible for financial resources in different stages of the innovation cycle (Polzin, 2017).

3.7 Conceptual framework

Chapter 3 describes the concepts of IS, the MIS research steps, the financial competences of the RIS, the financial landscape and the innovation cycle of the solutions. Figure 2 displays how the concepts together form the conceptual framework to study the innovation system of this research.

The conceptual framework follows the five research steps from the MIS (black) in order to analyze the innovation system. The IS literature (orange) identified the relevant actors groups for the structural analysis. System function 6: Resource allocation is described in more detail by focusing on what financial organizations are active and the specifics of the financial resources available, coded in green in Figure 2. By identifying the active financial organizations and researching them, unperceived barriers are described. The barriers previously found in literature are explained through the perspective of industrial organizations. The identification of barriers perceived by financial organizations are then addressed through solutions.

A critical element in the transition is the development and diffusion of solutions to implement IS. As described the availability and specifics of financial resources influences the development of these solutions. By providing a detailed analysis of the available financial resources, the influence of the available financial resources is described which results in the identification of barriers originating from the availability of financial resources. The support the financial resources supply to the solutions at

the right phases of the innovation cycle is explored. Finally, the available financial resources for the actors on Chemelot are shown.

Shown in Figure 2 (blue) is the financial competence of the actors on Chemelot which is derived from RIS literature. The financial competence is important to explain the ability of Chemelot to control the (financial) barriers identified in the innovation system.

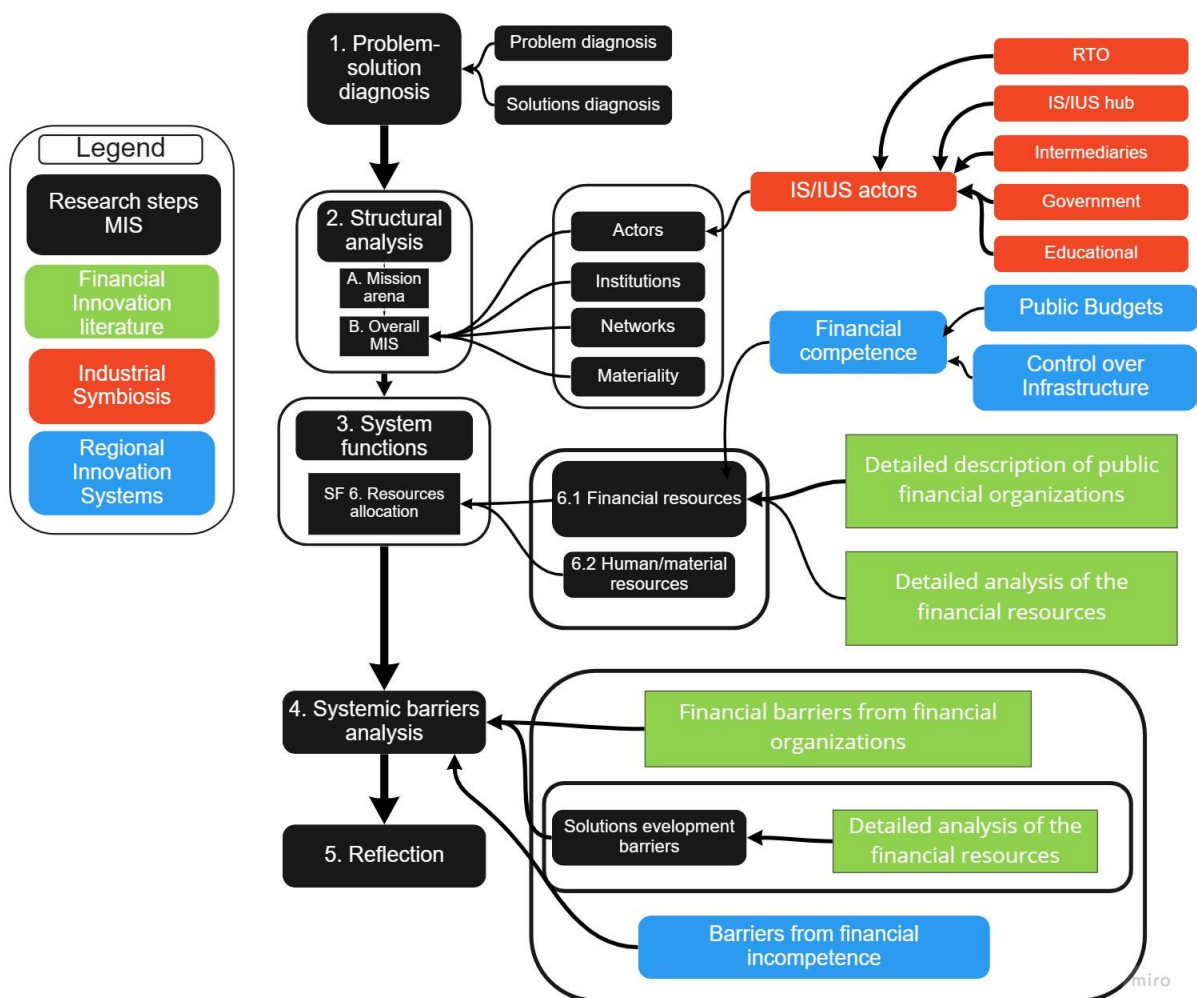


Figure 2: Conceptual framework

4. Methodology

Chapter four describes the research aim and design. The data collection and analysis methods are explained next. Lastly, the sampling strategy and the ethical issues concerning this research are clarified.

4.1 Research design

The research aim of exploring how the diffusion and implementation of IS in the EU chemical industries can be accelerated by applying an innovation system framework that has a more detailed description of the public financial organizations, their resources and the barriers they encounter is best reached utilizing a qualitative research approach. The research design suited a deductive qualitative research design best, as qualitative research can take an epistemological position (Bryman, 2021). To assess the application of the innovation system framework, a case study was applied on the chemical industrial site Chemelot in Limburg. To test the case study, the design of this research followed the conceptual framework described in Figure 2. The research design is deductive as it expands the innovation system literature by increasing the knowledge on the function of financial organizations and their resources. The case study on Chemelot provides valuable information for the H4C project, to utilize when creating H4C's in Europe.

The research aim is answered by following and answering the five research steps (Figure 2) of a MIS which are designed to systematically assess an innovation system (Wesseling & Meijerhof, 2021). The first research step is the problem-solution diagnosis. The societal problem of the implementation of IS in Europe related to the Mission statement is described. After which the technological and social solutions to the societal problem are discussed. Both descriptions display the multi-actor interrelated attributes of the problem-solution.

The second research design step is the structural analysis which concerns finding the structural components of the innovation system. The structural analysis is divided in the mission arena and the overall innovation system.

The functional analysis is the third research step. The System Functions are described in section 3.4. This research step describes each System Function and answers if they have either positive or negative fulfillment. System Function 6: Resource allocation will be described in more detail to answer the research aim following Figure 3.

The fourth research step entails the analysis of systemic barriers. The systemic barriers originate from system functions that perform not well. The systemic barriers can be traced back to the Mission Arena or the overall innovation system.

The final research step describes mission governance actions to the systemic barriers. The four tasks, Task 1: involving actors in the arena, Task 2: formulating a mission goal, Task 3: committing to mission

governance actions, and Task 4: engaging in reflexive governance, of the mission arena are reflected on. As the H4C project has recently started, the identified systemic barriers are explored ex ante, and potential mission governance actions are advised.

4.2 Data collection

In line with the research design and research questions, desk research, semi-structured interviews and a Wheesbee analysis are used as data collection methods.

The first data collection method used is the conduction of semi-structured interviews. Semi-structured interviews were chosen to ensure that important topics are discussed while leaving enough flexibility for the interviewee to leave input (*Bryman's Social Research Methods, 2021*). In total twelve interviews were conducted from the actor categories: IS hub actor, financial organization, and RTO, which were guided by an interview guide (Appendix 1). The information concerning the interviews is found in Table 4. The interviews were conducted via Microsoft Teams and took approximately 30 to 60 minutes. Furthermore, the interview questions were open-ended to ensure maximum information gathering potential (Jacob & Furgerson, 2015). Before the conducting of interviewees consent was asked, to ensure the building of trust between interviewee and interviewer (Jacob & Furgerson, 2015). The interviews were conducted to gather information on the problem-solution analysis, structural analysis and system functions.

Table 4: Interviewee refer list	
Actor	Referred to in thesis:
Industrial organization	I1
Industrial campus	I2
Financial organization	I3
Intermediary organization	I4
Financial organization	I5
Industrial organization	I6
RTO (mission arena)	I7
Consultant (mission arena)	I8
Industrial organization	I9
Financial organization	I10

RTO (mission arena)	I11
Financial organization	I12

Secondly, the data collection desk research method was used. Desk research entailed reading a substantiate amount of peer reviewed scientific articles found on Google Scholar. To find common literature on IS and identify IS barriers, the following search queries were used: “challenges” “industrial symbiosis”, “barriers”, “drivers” and “financial”. To find innovation system literature, the following search queries were used: “innovation systems”, “national innovation systems”, “regional innovation systems”, “financial innovation systems” and “mission-oriented innovation systems”.

To find literature on Innovation systems, the following terms were utilized: “Technological Innovation system”, “national innovation system”, “regional innovation system”, “financial innovation system”, and “mission-oriented innovation system”.

To acquire literature on financial resources and the innovation cycle, the following words were used: “innovation cycle”, “innovation funding instruments”, “innovation trajectory”, and “funding instruments innovation”.

In addition to the scientific articles and interviews, other types of data were extracted from the internet. This information consists of websites, governmental policy reports, technological reports, company reports and other relevant information.

Furthermore, the search tool Wheesbee was used. Wheesbee harvests, homogenises, indexes and analyses millions of documents, patents, scientific papers, funding programmes, web pages, funded R&D projects, and company information available on the internet. Through advanced AI algorithms, Wheesbee analyzes the information sources extracting relevant information and insights. Wheesbee possesses a database of 6000+ financial resources that is updated on a weekly basis. The utilization of Wheesbee is a novelty in innovation systems research. With the tool it is possible to generate a reliable database of the financial resources available in a location for a given time frame. Wheesbee provides the opportunity to gather data in a structured and reliable way. The algorithms are structured and reliable as they always work following the same methodology, as where a physical person could miss information. Wheesbee was therefore used to find public financial resources. In Wheesbee the search query “industrial symbiosis” was ran monthly from the 1st of July 2022 until the 1st of December of 2022. The period was aligned with the research time constraint of 6 months.

From the search results relevant regional, national, European public financial organizations and financial resources were extracted. In total 58 funding opportunities were extracted compromising of 15 regional, 11 national and 32 European opportunities and respectively are given in appendix 2, appendix 3, and appendix 4. The funding opportunities were extracted from Wheesbee and

categorized following the analytical questions from Table 4. The choice was made to include only financial resources that address IS directly, very closely describing IS or were addressed by interviewees to be important for financing IS/IUS. The desk research was used to find information that can not be extracted from the interviews.

4.3 Data analysis

To execute the research aim, the innovation system research steps were answered. Wesseling & Meijerhof, (2021) have constructed diagnostic questions for the problem-solution diagnosis, structural analysis and the system functions. The diagnostic questions are given in appendix 5 and are derived from previous TIS literature including Bergek et al (2008), Hekkert et al (2007) and Wieczorek & Hekkert (2012) but adapted to address a societal problem (Wesseling & Meijerhof, 2021). For System Function 6: Resource allocation extra questions were added to give a more detailed description of financial organizations and resources. The extra questions result in a specification of the financial organizations and resources into a database. From the database relevant conclusions are explained on which financial organizations are relevant, what type of financial resources is provided, if collaboration is needed to access the financial resources, what types of financial resources are available, which organizations can access the financial resources, for which IS solutions is financial resources available, how much funding is supplied with the financial resources and for which phase in the innovation cycle the financial resources are available. The extra questions are given in Table 5. A database was built from the 58 financial resources that were discovered with Wheesbee. The database was built in Microsoft Excel (Microsoft, n.d.). Utilizing the Data analysis Tool in Excel financial resource trends and barriers were extracted. The database also allowed to give detailed recommendations of financial resources to be used by actors on Chemelot. The twelve interviews were transcribed and coded in Nvivo (2023). Appendix 6 shows the codes that was utilized to answer the diagnostic questions. The initial coding framework was constructed utilizing the structural analysis and the system functions but was expanded on during the research process.

Table 5: Extra diagnostic questions for system function 6			
SF 6: Resource allocation	Questions	Explanation	Source
Question 1	What are the public financial resources?		Polzin, 2017; Olmos et al., 2012

Question 2	Who are the financial actors/entities that are active in the innovation system?		Wonglimpiyarat, 2011
Question 3	What types of funding is available?	convertible loan, debt, equity, grants, guarantees, subsidy	Choi, Kumar, Zambuto, 2016; Dordi et al, 2020; Wonglimpiyarat, 2011; Polzin et al, 2016; Zhang, 2020
Question 4	Is collaboration between parties needed to access the financial resources?		Interviewees
Question 5	For whom are financial resources available?	Startups, scale ups, SME's, midcaps, large companies, public authorities, research and technology organizations (RTO), non profit organizations	Interviews
Question 7	For which IS solutions are financial resources available?	Circular use of materials (biobased), circular use of materials (hydrogen), circular use of materials (plastic), energy storage, electrification, infrastructure, CCUS, industrial heat	Sommer, 2020; Scaler 2.1
Question 8	How much funding is supplied with the financial resources?	In euro's	Interviewees
Question 9	For which activities are financial resources available?	Basic R&D. applied R&D, pilot and demonstration, implementation of technology, implementation of IS model	Polzin, 2017; Olmos et al., 2012

4.4 Sampling strategy

The H4C mission and our innovation system comprises of a large group of actors. The writing of this thesis is restricted by time constraints. Therefore, the choice was made to focus on financial organizations, IS hub actors on Chemelot and Mission arena actors.

The choice was made to interview these representatives in order to gain enough information on the financial organizations, resources and barriers, information on the innerworkings of an IS hub and

information on the strategies of the Mission Arena. The interviews were chosen through a stratified purposive sampling strategy and snowball sampling. The first group of interviewees were chosen to match characteristics of typical cases within the actor groups. After the interviews, a question asked them if they propose another relevant person in the MIS to be interviewed. Non-probability sampling was chosen as this research does not need to reflect a population (Bryman, 2021).

4.5 Reliability & validity

Reliability and validity have to be assured to establish quality in research (Bryman, 2021). However, assuring reliability and validity in qualitative research is a subject of discussion as measurement validity is not a focus in qualitative research (Bryman, 2021). Therefore, two new criteria have been proposed for qualitative research to assure validity reliability and validity. To accurately assess qualitative research, the criteria trustworthiness and authenticity have been proposed (Guba and Lincoln, 1994). Trustworthiness is broken down into four components: credibility, transferability, dependability, and confirmability. To ensure credibility the results were discussed with other researchers. The database consists of multiple data collection types which enables the triangulation of data. Transferability is an empirical issue, as a consequence the description of data will be performed in great detail. By utilizing the thick description of data, a database is created which provides other the opportunity to judge if the data is transferable. The dependability of the research is assured by keeping detailed and accessible records of all research steps. This allows peers to check the conclusions of this research. Confirmability is ensured by acting in good faith during the entire research. It is furthermore assured as there are no external pressures that would benefit from certain results. Lastly, authenticity is assured by representing multiple actors groups within IS hubs. The conclusions of this research will also help relevant IS actors to understand the context in which the operate.

4.6 Ethical issues

The collection of data by semi-structuring interviews and desk research are assembled in a database. The following actions maintained the ethical standards of scientific research. Firstly, the database was handled with due diligence expected from scientific research by properly securing, handling and sharing the data. Secondly, before beginning an interview the methods and aims of the research will be stated to give the interviewee a transparent idea of the research.

5. Results

This chapter describes the results of the innovation system analysis through the five research steps of the conceptual framework. Firstly, the problem-solution diagnosis is described. Secondly, the structural analysis is performed with a distinction between the mission arena and the overall innovation system. The third research step the performance of the system functions. From the system function the systemic barriers are derived in research step four. Lastly, advice on governance actions to address the systemic barriers are proposed.

Industrial symbiosis: a new era for Chemelot

The H4C industry mission is aiming to build a circular economy by implementing IS in the chemical sector. From 1991 to 2017, the energy consumption has already been lowered by 55% (Mendez-Alva et al., 2021). The lowering of energy consumption has been realized by increasing energy efficiency, reducing the emission of nitrogen oxide and its clustering capacity (Mendez-Alva et al., 2021). In a direct response to the European green deal, the pressure of society, the market, and the needs of consumers, the energy consumption and waste by-product flows of the chemical industry need to decrease further. The production of waste by-products must become zero and climate neutrality must be achieved (Rijksoverheid, 2016; "Circular Economy Action Plan," 2019). The acceleration of the implementation of IS, is therefore needed within the chemical industries in order to reach the net zero emission targets by 2050.

In the Netherlands, the most effective chemical H4C implementation would be at Chemelot, the largest chemical site located in the Netherlands. Chemelot is situated in Sittard-Geleen in Limburg (Chemelot, 2018). The contribution of the Chemelot to the regional, national, and European economy is large as Chemelot houses organizations that are world leaders in product-market combinations. An example, is the production of acrylonitrile by Anqore on Chemelot. Anqore is the largest supplier of acrylonitrile to European markets (I6). Acrylonitrile is a critical part of many products or processes (I6). It has far reaching applications ranging from Lego, chemical for waste water treatment, to carbon fiber utilization in cars, planes, and windmills (I6). Chemelot has far reaching influence on the region of Limburg by employing over 8000 employees from 60 countries and providing education to 1200 students (Chemelot, 2018).

5.1 Problem-solution diagnosis

5.1.1 Problem description

The European green deal is the new policy agenda for Europe until 2050. The European green deal has set goals such as the achievement of climate neutrality, halt biodiversity loss, and create a circular economy. The transition from a linear economy to a circular economy is one of the main building blocks of the European green deal. The creation of the European circular economy is the societal problem most relevant to the H4C mission and the Innovation system. How the European circular economy will be created is adopted in the European Circular Economy Action Plan (CEAP). The CEAP will introduce the following measures. The CEAP will make sustainable products the norm in the EU and empower consumers in the process. It will concentrate on the sectors that utilize the most resources and where the potential for circularity is high, including the chemical sector. Lastly, the CEAP will ensure less waste in regions and cities. The necessity to implementing IS to achieve the circular economy is perceived high among the actors (I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I8, I10, I11, I12). However, the implementation of IS in the chemical industries is a complex process involving many actors, solutions and resulting barriers (I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10, I11, I12). On Chemelot certain solutions have already been implemented while other solutions are currently being developed on site. The innovation system framework analyzes the possible solutions to implement IS on Chemelot. The solutions that are not implemented and are being developed are analyzed further, in order to reach full-scale implementation of IS on Chemelot.

5.1.2 Solutions diagnosis

The research steps for a MIS discerns between describing the technological and social solutions necessary to complete the mission and implement IS on Chemelot (Wesseling & Meijerhof, 2021). The technological and social solutions are described in this section. The selection of solutions needs to reach the implementation innovation phase in order to be utilized within the Chemelot industrial site (I9). The results of the solutions analysis with their relevant criteria are given in Table 5.

Technological solution analysis

The chemical industry encompasses a large array of companies producing a vast array of chemical products. On Chemelot over 60 factories produce various products, i.e. acrylonitrile or polymers (I6, I9). Currently, the Chemelot site utilizes two main feedstocks, naphtha and natural gas, which are delivered by pipelines (I1, I2, I4, I6, I9). A major step in implementation IS on Chemelot is by replacing the fossil feedstocks with circular feedstocks and replacing fossil energy feedstocks with circular energy feedstocks (I6, I9). Radical innovations in the technological solutions are needed to realize this

on Chemelot or within other process industries (Sommer, 2020; SCALER Reports – SCALing European Resources, n.d.). Sommer (2020) and Scaler (2017) identified technological solutions needed for successful IS implementation within the process industries. The identified technological solutions were compared to the technological solutions mentioned by interviewees. A selection of relevant technological solutions for Chemelot was extracted which are essential for IS implementation on site (I1, I2, I4, I5, I6, I9, I10, I11). The selection of technological solutions is described as well as their respective innovation phase.

A holistic, circular use of materials in product, process design or new technologies which enable the utilization of waste products as secondary raw materials in industrial processes. Within Chemelot actors have focused on utilizing circular *hydrogen, bio-based or plastic* in their production processes (I6, I9). The actors on Chemelot have focused on replacing naphtha with either *plastic* or *bio-based* feedstock. The *plastic* feedstock is converted into pyrolysis oil which replaces naphtha (I9). Currently, two small factories exist in Spain which produce 2000-ton pyrolysis oil. The factories are developed by a collaboration between a *large organization and SME*. The technology has to be scaled up to 2.000.000-ton pyrolysis oil in order to fully replace naphtha (I9). In Europe roughly twenty factories are being build utilizing pyrolysis technology. However, the factories produce a maximum of 15.000 kiloton. The technology is in the *pilot and demonstration* phase and still needs to innovate to produce the millions of tons required for factories (I9).

The *bio-based* feedstock technology utilizes either tree-bark or cooking oil to replace naphtha in the production process. The bio-based technology is still early in its *applied R&D phase* as the technology produces liters instead of millions of tons (I9). The bio-based technology is being developed on campus by a *RTO*. Chemelot is furthermore researching the utilization of *hydrogen* as circular feedstock. The natural gas feedstock on site is utilized as energy carrier and for production processes. In production processes the natural gas is first converted into hydrogen, after which it is converted into artificial fertilizer (I6, I9). The circular technology to produce circular hydrogen utilizes the reworking of household waste (I9). The household waste is reworked into pallets which are produced elsewhere. The pallets would then be turned into hydrogen on site. A collaboration between *RWE and a large organization*, is currently developing a *demonstration* facility in Geleen.

The production facilities on Chemelot now utilize natural gas as energy source (I1, I2, I4, I6, I9). As IS is implemented in Chemelot, the production facilities will need to replace the natural gas. One way to realize this is by *electrification* of the production processes (I6, I9) (Nemet et al., 2018). The electrification of production facility technology is new, is very expensive and it's in *R&D phase*. A large

organization on Chemelot has therefore decided to develop this technology with its main competitor BASF (I9). Another way to realize a different energy source is the utilization of *hydrogen* as energy carrier. The hydrogen would need to be from a circular origin. The hydrogen could be delivered by pipeline from Rotterdam or utilize the technology reworking household waste described above (I1, I4, I9).

The *industrial heat recovery* and *energy efficiency* technology within production facilities on Chemelot have commercialized and implemented on Chemelot. The reason for the implementation of industrial heat recovery and energy efficiency technology is traced back to origins of Chemelot. As DSM was the sole developer of Chemelot, it was incentivized to maximize energy efficiency and heat recovery (I1, I2, I6, I9). The Dutch government also imposed strict regulations considering energy efficiency and heat recovery, further incentivizing DSM (I4, I6). Chemelot is working to further increase energy efficiency by implementing a IUS project where residual low grade steam will be shared with the urban environment (I4, I6, I9) (*Chemelot Unfolds Concrete Plans for a Climate Neutral Chemistry Site in 2050*, n.d.). In 2019 a similar project called the Groene net was being implemented. The Groene net would supply low grade steam to Sittard (I2).

Chemelot develops *Carbon Capture Utilization and Storage* (CCUS) technology to utilize carbon dioxide in its production processes (I4). Within the Chemelot cluster a *pilot and demonstration* project is currently envisaged following up on *R&D* on campus. The *RTO* wants to utilize carbon dioxide as feedstock for production processes instead of storing carbon (*Chemelot Unfolds Concrete Plans for a Climate Neutral Chemistry Site in 2050*, n.d.).

Social solution analysis

On Chemelot two social solutions have been developed to implement IS. The first social solution identified is the *implementation* of a utility company, Utility Support Group (USG), on Chemelot. The USG manages all the shared *infrastructure* on site including electricity, nitrogen, air, water, steam and industrial gasses (I1, I2, I4, I6, I9). The industrial actors on Chemelot buy the utilities from USG. However, the organizations on Chemelot also send by-products back to the infrastructural grid in exchange for money. For example, a production facility cracks naphtha by heating gas stoves, residual parts will be converted into 110 bar steam that is used to power turbines. From the turbines 18 bars of steam emerges which is transported into the infrastructural grid of USG in exchange for money. Another factory on site is then able to utilize 18 bar steam to produce polymers. From this process 3 bar steam emerges again. The process repeats itself until condensate appears which in turn is heated

again to 110 bar steam (I9). The utilization of a utility company decreases company costs, introduces new revenue streams which increases the shared competitive advantage compared to other chemical industrial sites. By having a utility company, the difficulty of assigning benefits among stakeholders is reduced. The shareholders of USG are also site owners which decreases the uncertainty of profitability and demand stability.

The second social solution that has been *implemented* on Chemelot is the utilization of an intermediary organization (I1, I2, I4, I6, I9). Intermediaries are essential for their role of developing innovations (Howells, 2006). The intermediary organization on Chemelot decides how to grow the industrial site by adding organizations. If the organization can locate itself on Chemelot, is based on the decision if the organization adds to the ecosystem and vision of Chemelot. The organizations need to add to the vision statement of Chemelot (becoming fully circular in 2050) and if the organization can utilize and add to the infrastructure of USG (I4). The intermediary organization on Chemelot therefore has a facilitating (i.e. providing opportunities for actors) and brokering (i.e. establishing and nurturing connections between actors) role on site (I4) (STEWART & HYYSALO, 2008). The role increases demand stability of by-products and the acquiring of new clients and markets.

Table 6: Summary of solutions and their characteristics on Chemelot

Solution category	Solution	Indicator analysis	Innovation phase on Chemelot	Target group	Collaboration
Technological Solution	Bio-based feedstock in production processes (PC)	circular use of materials (biobased)	Applied R&D	RTO	No
	Hydrogen feedstock in PC	circular use of materials (hydrogen)	implementation of IS model	Large company, large company	Yes
	Plastic feedstock in PC	circular use of materials (plastic)	pilot and demonstration	SME, large company	Yes
	Electrification of PC	Electrification	Applied R&D	Large company, large company	Yes

	Circular energy storage carrier		implementation of IS energy storage model	Large company, large company	Yes
	CCUS in PC	CCUS	pilot and demonstration	RTO	
	Energy efficiency technologies		Implementation of IS energy efficiency model	Public authority, large company	Yes
	Industrial heat recovery in PC	industrial heat	Implemented	NA	NA
Social solutions	Utility company	Infrastructure	Implemented	NA	NA
	Intermediary organization	NA	Implemented	NA	NA

5.2 Structural analysis

5.2.1 Mission arena

This section discusses the mission arena and its ability to influence the relevant actors in the Innovation system. The mission arena of the Innovation system consists of the twelve participating organizations of the H4C consortium (*The H4C Europe Consortium*, 2022). The H4C consortium provides direction to the H4C mission, and mobilizes the relevant actors to pursue the mission. The twelve organizations that embody the H4C consortium are given in Table 6. The consortium consists of four RTO's, three private companies, one non-profit company, three member communities related to IS and one educational institute. The consortium therefore has an overrepresentation of RTO's or educational institutes and an underrepresentation of private industrial organizations. Without the representation of private industrial organizations or industrial parks, the H4C consortium risks reaching limited mission awareness or commitment among the relevant actors. In order to prevent this risk, ten founding members have committed themselves to collaborate with the consortium towards the mission (European Commission, 2021). The founding members are the following regional initiatives and industrial parks from around Europe: Kalundborg, Mo Industrial Park, Eyde Cluster, Brightlands, Process4Sustainability Cluster, Heroya Industrial Park, Industrial Green Tech, Silesia PL, Evonik as park Manager of Antwerp and Ruhr Area, Currenta as Chempark manager Leverkusen and Dormagen (European Commission, 2021). The founding member Brightlands is located on Chemelot (*Brightlands | Chemelot Campus*, n.d.). The inclusion of Brightlands as one the founding members ensures the awareness and commitment among the actors on Chemelot in our case study.

Table 6: H4C consortium members

Name participant organization	Country of origin	Description of organization	Source
CiaTech PNO	Italy	CiaoTech PNO is the largest public financial resources and innovation consultancy organization in Europe. PNO has over 2.000 clients among Europe, develops over 20 consortia annually, and raises over 1 billion euros for its clients annually.	(PNO Consultants - Leading in Grants and Innovation, 2022)
ZEDO	Germany	ZEDO is a nonprofit organization which collaborates closely to TU Dortmund. ZEDO research information and knowledge processing in technical systems.	(E.V., n.d.)
CIRCE	Spain	CIRCE is a Spain based research center that consists of a multi-disciplinary team. The team research generation of technology transfer, with R&D and training within resource sustainability and effectiveness, energy grids and renewable energy, in order to improve the competitiveness of enterprises.	(CIRCE - Centro Tecnológico, 2022)
Covestro	Germany	Covestro is German based company which is the leading supplier of premium polymers. The polymers are designed with a focus on innovation and sustainability.	<u>(Introducing the Company Covestro, n.d.)</u>
DECHEMA	Germany	DECHEMA is a non-profit professional organization based in Germany. DECHEMA focuses on chemical engineering and biotechnology and promotes the exchange of scientific and technical information among experts from different disciplines, organizations and generations.	(DECHEMA / Gesellschaft für Chemische Technik Und Biotechnol

			<i>ogie e.V., 2021)</i>
Innovation Engineering	Italy	Innovation Engineering is a private company based in Italy. The company focuses on the design and development of advanced IT solutions to search, access and manage relevant knowledge within organizations.	<i>(R&D Activities », 2019)</i>
VITO	Belgium	VITO is an independent Flemish research organization in the area sustainable development and cleantech with an aim to accelerate the transition to a sustainable world. VITO creates innovative technological solutions and share the knowledge with businesses and governments.	<i>(Vision on Technology for a Better World, n.d.)</i>
SINTEF	Norway	SINTEF is Europe's largest independent research organization which delivers applied research, innovation, technology development, knowledge and solutions for customers. SINTEF collaborates with universities, companies, institutes, industry clusters, start-ups and authorities in a multidisciplinary approach to projects ranging from test projects, expertise evaluations to research programs.	<i>(SINTEF Industry, 2023)</i>
TNO	Netherlands	TNO is an independent research institute based in the Netherlands which aims to connect people with knowledge and innovations.	<i>(TNO, n.d.)</i>
Water Europe	Belgium	Water Europe is a value-based multi-stakeholder association with over 250 members. The members represent the whole diversity of the innovative water eco-system. It was established by the EC.	<i>(Water Europe, n.d.)</i>
EIT Raw Materials	Germany	EIT Raw Materials is an innovation Community within the EIT. The EU funded organization is committed to support Europe's transition towards CE by providing a collaborative environment for innovations by connecting business with academia, research and investment.	<i>(EIT RawMaterials, 2023)</i>
ACR+	Belgium	Network of cities and regions sharing the aim of promoting a sustainable resources management and accelerating the transition towards a CE.	<i>(ACR+, n.d.)</i>

5.2.2 Overall structure of the Innovation system

The overall structure of the Innovation system is discussed in this section. The overall structure of the Innovation system consists of a wide range of actors. The H4C project identified the following relevant actor groups for the implementation of IS: industrial organizations, SME's, research and technology organizations, local authorities, educational institutions, and civil society (European Commission, 2021; Heeres, 2004). Vermeulen & de Walle (2004) supplements the identification with the following actor groups: financial organizations and community and educational institutions. Aviso, Ladderan & Ngo (2022) stress that the park authority, regional and national governmental authority and intermediary organizations are also important for the implementation of IS. Figure 3 displays the accumulation of mentioned relevant actor groups and subsequent actors in each group for the innovation system.

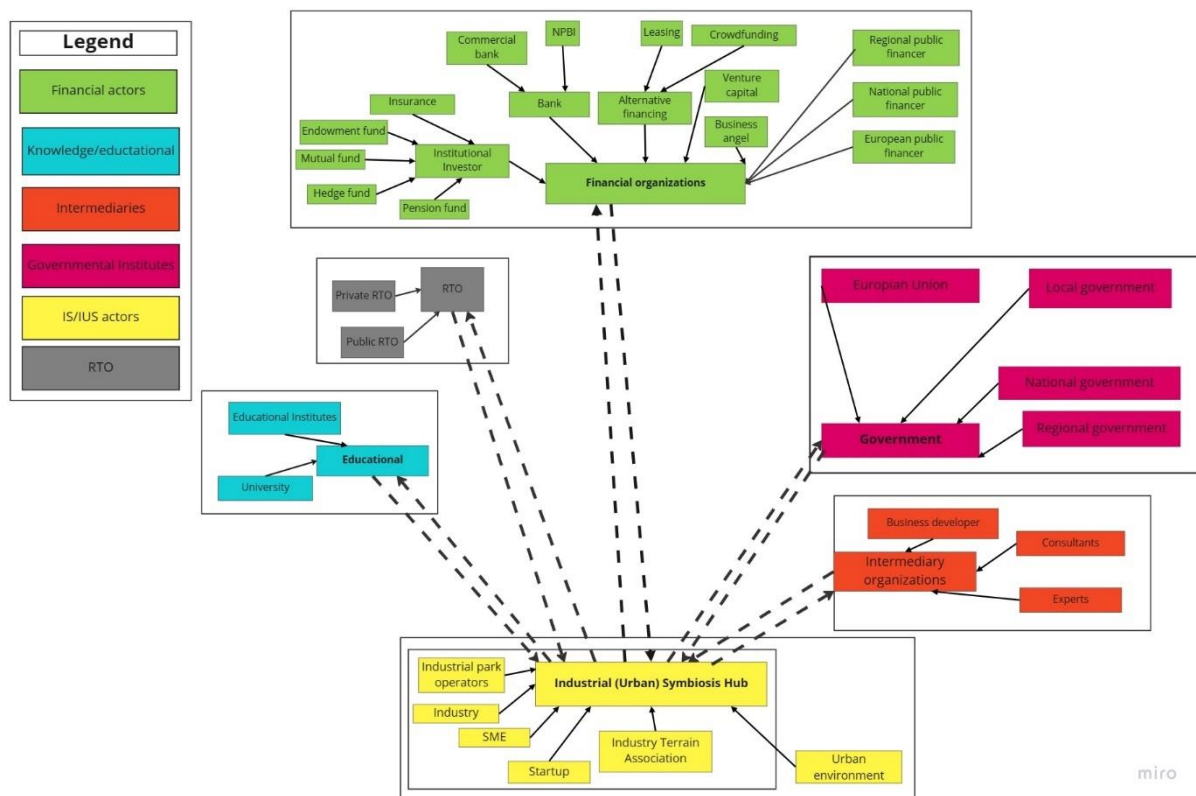


Figure 3: Relevant actors in IS

The Chemelot industrial site comprises of 150 companies of which 60 have factories. The primary site users are Sabic, OCI Nitrogen, Fibrant, AnQore, Arlanxeo, VYNOVA, Borealis, Sekisui, Polyscope, DSM, QCP, Mitsui Chemicals, Air Liquide, Carbolim and the Brightlands Chemelot Campus (I4) (Chemelot Circular Hub, 2021). The primary site users produce by-products which are then utilized by the remaining more specialized service providers (I4, I6, I9). On Chemelot USG, *shared utility organization*, who cares and develops the infrastructure and the Chemelot *intermediary organization* are also present (I1, I2, I4, I5, I6, I9).

The Brightlands Chemelot Campus (campus) is a knowledge and innovation hub where organizations can innovate and grow their business. The instigators for the campus were the Province of Limburg, University of Maastricht and DSM and is known as a triple helix organization. The campus houses the remaining R&D departments of Chemelot's industrial corporates, startups, SME's, scale ups, research and engineering organizations and educational organizations are facilitated (14). The campus tenants are given in Table 7. The tenants on the campus are given access to talent, knowledge, infrastructure, entrepreneurship, and collaborations. Within the campus five research tracks have formed where tenants collaborate towards. The five research tracks are: biomedical, electrification, recycling, materials and biobased technology. The relevant educational actors are also mentioned in Table 7.

Table 7: Organizations on Chemelot						
Organization type	Corporate	Startup	Startup2	SME/Scaleup	RTO	Education
Name of organization	Sabic	Neuroplast	Human Material loop	Fortimedix	Birghtlands Material Center	Maastricht University
	Sekisui	Novatechs	Aerobel	Ioniqa	Profcore	ZUYD
	Sappi	Triplemed	Lamoral	Innosyn	Ami-BM	Technische Universiteit Eindhoven
	Arlanxo	Hy2care	Sustamix	Viro	Chemelot Innovation and Learning Labs	RWTH Aachen University
	Fibrant	Bisping	Nanoloy	Yparex	TNO	Vista College
	Mitsubishi	Nutrocin	Sibo	Volantis	Brightsite	
	Basf	Imaas	Deep Branch	Huygen	Intertek	
	Lonza	Coolbroox	Metgen	Technoforce	InSciTe	
	Bilfinger	Sypox	Avantium	Torrcoal	Takenaka	
	Covestro	NitroCapt	ETB	Erforo	Sitech Services	
		Transform materials	Outlander			

		resolved technologies	BrigH2			
		Itero	Blue Plastics			
		Aduro clean technologies	EliBiTec			
		Lake3D	NanoScolo			
		Velor				

The governmental actors for Chemelot are operating and relevant on three levels. The relevant actors are provided in this section however the institutional contexts the actors are responsible for are further explained in the section institutional context.

On a regional scale the province of Limburg and the municipalities of Sittard, Geleen, Urmont and Stein are relevant actors for Chemelot as they influence the institutional contexts of the site (I1, I2, I4, I6, I9). The municipalities all lie within 300 to 400 meters of the Chemelot industrial site which promises the implementation of IUS. Not surprisingly, the national relevant governmental actor for Chemelot is the Dutch government (I2, I4). However, the government of Vlaanderen and the German bundsland Rhineland-Palatinate have the ability to become relevant as Chemelot is located closely to both borders. Lastly, on a European level the European Commission is the relevant actor (Chemelot Circular Hub, 2021).

The relevant public financial actors for Chemelot are operating and relevant on three levels. The relevant financial organizations are mentioned in this section and further elaborated on in System Function 6: Resource allocation. On a regional level, Limburgs Instituut voor Ontwikkeling en Financiering and Brightlands Venture partners are relevant (I4, I5). The Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO) and Invest-NL are relevant on a national level (I10, I12). On a European level, the EC, EIB, and ERBD are relevant (I3).

5.2.3 Institutional context

The Innovation system and Chemelot are embedded in the following institutional contexts: province of Limburg, the Netherlands, the Euregion, the ARRRRA-region and the European union (Chemelot Circular Hub, 2021). The institutional contexts are divided and explained on a regional, national and European level. The institutional contexts are interrelated where the institutional contexts are influenced top down, from European to regional level. The contexts differentiate themselves in the specific goals they set and the means to achieve these goals (Chemelot Circular Hub, 2021). This section describes the institutional contexts from regional, national, European respectively.

Regional institutional context

On a regional level Chemelot is embedded in the Circulaire Economie Limburg 2.0 policy framework (Provincie Limburg, 2020). The province Limburg has set the goal to use 50% less virgin materials in 2030 and fully circular in 2050 (Provincie Limburg, 2020). The goals are to be achieved by close collaboration with knowledge institutes, private companies and the regional development agency, Limburgs Initiatief voor Ontwikkeling en Financiering (LIOF), to reach an open innovation system. On the Chemelot campus an example for this close collaboration is Brightsite. Brightsite is a collaboration between Sitech, TNO, University Maastricht, and the Chemelot campus to develop sustainable technologies (Provincie Limburg, 2020).

Chemelot is also embedded in the Chemelot European Circular Hub Union (CECU) (Chemelot Circular Hub, 2021). The purpose of the European Circular hub is to transform Limburg into a circular society and become Europe's first Circular Hub, with Chemelot as the main axis (Chemelot Circular Hub, 2021). With the CECU, Chemelot will become the most sustainable, competitive, and safe industrial site in Europe by 2050 (I4). To become the first European circular hub, Chemelot is focused on utilization of circular materials and electrification (I4). The intermediary organization, discussed in Solution diagnosis, has stated their mission statements in accordance with the CECU (I4).

On a regional institutional level, Chemelot is influenced by the province of Limburg. The intermediary organization on Chemelot has a dome permit for the introduction of new businesses to the industrial site (I4). As a result, the intermediary organization can add new organizations to the Chemelot ecosystem and implement IS without conflict with the province of Limburg. The exception to the permit is the addition of organizations that utilize waste by-products (I4). The utilization of waste by-products is needed for the hydrogen, plastic, bio-based technological solutions, therefore creating a barrier of IS implementation on Chemelot.

National institutional context

Nederland Circular in 2050 is a government-wide CE development plan for the Netherlands. The Netherlands wants to reach a 50% decrease in use of virgin materials in 2030 and no waste in 2050 (Rijksoverheid, 2016). Three strategic goals have been formulated in order to transform into a CE that influence Chemelot. Firstly, by increasing the efficiency of the use of virgin material processes, a decrease in demand for virgin materials is expected (Rijksoverheid, 2016). Secondly, if new materials are needed, virgin materials will be replaced by sustainably, produced and generally available raw materials. Lastly, the development of new production methods, new products, and new consumer ways. The strategic goals, the way material flows are deployed and organized will change dramatically in the Netherlands (Chemelot Circular Hub, 2021).

In addition to a generic CE approach, five specific transition teams are listed per sector or chain. These five specific transition teams focus on sectors that are important for the Dutch economy, have a high environmental pressure, and that are in line with the priorities of the EC (Chemelot Circular Hub, 2021). The five transition teams are: biomass and food, plastics, manufacturing, construction and consumer goods. Chemelot is influenced in the plastic and manufacturing track (Chemelot Circular Hub, 2021).

European institutional context

In March 2020 the EC adopted the Circular Economy Action Plan (CEAP), which is an important part of the European Green Deal ("Circular Economy Action Plan," 2019). The European Green Deal has the aim to achieve climate neutrality and halt biodiversity loss by 2050. The CEAP targets areas in the EU with legislative and non-legislative measures with 35 actions. Chemelot is influenced by the following actions:

- More sustainable use of products.
- Reduce waste.
- Increase recycling, i.e., plastics and packaging.
- Focus on energy efficiency, renewable energy, and standards.

The actions influence the implementation of IS in Chemelot (Chemelot Circular Hub, 2021).

The chemical industrial processes at Chemelot are under European legislations to decrease environmental impacts. The most relevant legislations to Chemelot are listed below:

- Directive 2010/75/EU on industrial emissions (IED): the IED establishes the main principles for emissions for the industrial installations on Chemelot. The IED is a main driver for the high innovation phase for the energy efficiency technological solution on Chemelot (*EUR-Lex - 32010L0075 - EN - EUR-Lex*, n.d.).
- Directive (EU) 2015/2193 on medium combustion plants (MCPD): the emissions of sulphur dioxide, nitrogen oxides and dust from the combustion of naphtha and natural gas on Chemelot are regulated by the MCPD (*EUR-Lex - 32015L2193 - EN - EUR-Lex*, n.d.).
- Waste Framework Directive (WFD) (Directive 2018/851): the WFD describes the fundamental concepts related to waste management, such as definitions of waste, recycling or end-of-life. Organizations on Chemelot are unable to utilize the full potential of waste by-products in their production processes (I10, I12) (*L_2018150EN.01010901.xml*, n.d.).
- REGULATION (EC) No 1013/2006 on shipment of waste: originating from 2006, the Shipment Of Waste (SOW) prohibits the shipments of waste between EU countries. The SOW poses a barrier for cross country waste by-product utilization in IS processes. Within the Chemelot

cluster this is especially applicable due to the close proximity of both Belgium and German borders (I1, I2, I5, I9, I12, I10, I11) (EUR-Lex - 32006R1013 - EN - EUR-Lex (europa.eu)).

- Revised Renewable Energy Directive (RRED) (EU) 2018/2001: the RRED is an overarching policy which promotes the utilization of biofuels in the transport sector. It indirectly influences the actors on Chemelot by creating direct competition between the transport industry and chemical industry (I1, I6). The utilization of biofuels on Chemelot is inhibited by the increased price premium on biofuels (I1, I6) (*L_2018328EN.01008201.xml*, n.d.).

5.3 System Functions analysis

The following section will describe the System Functions for the H4C and Chemelot. The System Functions one to seven will each be separately analyzed and described.

5.3.1 System Function 1: Entrepreneurial Activities

Within the Innovation System and Chemelot, a broad range of *Entrepreneurial Activities* are performed. The Solution diagnosis describes the Technological solutions and Social solutions that are being developed inside Chemelot.

The Technological solutions Chemelot is developing are based on the replacing of fossil feedstocks with circular feedstocks, electrification of production processes, and replacing of fossil energy storage carriers with circular energy storage carriers (I4, I6, I9). The technologies concerning energy efficiency and industrial heat recovery have been implemented on Chemelot (I1, I2, I6, I9). The Directive 2010/75/EU on industrial emissions (IED) and Directive (EU) 2015/2193 on medium combustion plants (MCPD) are directly responsible for the implementation of energy efficiency solutions on Chemelot. While the Technology for energy efficiency has been implemented on Chemelot, a higher energy efficiency can be realized by collaborating with public authorities in an IUS project (I2).

The utilization of hydrogen in production processes, utilizing hydrogen as energy storage carrier, and the technology for energy efficiency by collaborating with public authorities have reached the implementation phase (I1, I2, I6, I9) (*Chemelot Unfolds Concrete Plans for a Climate Neutral Chemistry Site in 2050*, n.d.).

The remaining Technological solutions, bio-based and plastic feedstock technology, electrification of production processes, CCUS in production processes are in applied R&D or pilot and demonstration phase (I1, I2, I6, I9). The reasons for not reaching the implementation phase reach consensus around the technology being very new to the chemical industry (I1, I6, I9). And the chemical industry in general being reluctant to change by having low incentive, i.e. low virgin material prices (I4, I9, I8).

The Social solutions described are the emergence of a utility company and an intermediary organization. The implementation of both social solutions originates in historical perspective of the chemical site as Chemelot was built by one company (DSM), thereby maximizing resource re-usage and efficiency (I1, I2, I4, I6, I9). On Chemelot, the emergence of a utility company has been implemented leading to the successful sharing of by-products from old feedstocks (I1, I2, I4, I6, I9). The combined implementation of a utility company and intermediary organization allows Chemelot to survive and thrive in context to the worldwide chemical industry (I2). As the by-product flows are highly intertwined on Chemelot, despite having relatively high costs compared to other regions, it results in an increased competitive advantage (I2). The competitive advantage arises from benefit sharing, demand stability and costs (I4, I9).

On Chemelot, startups and scale ups are being hosted and are a driver in the development of solutions. I2 describes how a division has been created between large industrial companies and SME's, dividing production and operations opposite from innovations. The large industrial companies have focused entirely on operating and producing as efficiently possible on a large scale. The maximized production and operation of factories ensures high profits (I2). Historically large industrial companies had their own R&D divisions in order to produce innovation. Nowadays, innovation is produced by ever changing coalitions of large and small companies. However, this is true for 'new to the market innovations', the implementation of IS is seen as such (Tether, 2002). The smaller companies ensure the ability to swiftly adapt to changing conditions (I2). Table 5 displays how collaboration between organizations is essential to the development of solutions. For instance, on Chemelot campus a consortium of small and large companies develops a membrane to separate materials flows (I2). On the Chemelot Campus many startups and scale ups are located working on solutions, differentiating from two person labs to mini plants. The campus also houses the small R&D departments from the corporates on site that still exist (I1, I9). The ideal goal would be to settle startups on campus, successfully scale up the startups and move the company commercially to the industrial site(I1). I1 mentions that this has come close a few times, but so far it hasn't worked out. An example is the commercialization of Avantium. The pilot plant of Avantium was established on campus but chose built her commercial plant in Delfzijl instead (I1). An important reason is the availability of money (I1).

5.3.2 System Function 2: Knowledge Development

Overall research on the material flows between businesses and their arrangements started in the 1980's within the field of industrial ecology (I7). Industrial symbiosis itself became more popular in the 1990's and 2000's. The number of articles published took an exponential growth from the 2000's

on (Neves, 2020). The exponential growth after the 2000's can be explained after research started to focus more on how government initiations could develop IS relationships (M. Chertow & Park, 2016). Research on IS is divided in the following streams of research contributions: reporting and reviewing of case studies, the development of assessment frameworks for IS relationships, driver and barrier analysis and policy interventions for IS (Domenech, 2018). The Kalundborg industrial cluster in Denmark started their IS relationships in the 1970's (I7). The cluster has been recognized as the most researched and well-known case study while being held as a model for all IS relationships (Zhang et al., 2014). The knowledge produced by said research is theoretical.

The knowledge institutions active in the Innovation System and Chemelot are actively researching Solutions for IS implementation (I7, I11). For instance, what role the industrial heat pump can have when decarbonizing society (Boer, 2020) or utilizing the electrochemical conversion of CO₂ from Direct Air Capture Solutions (Gutiérrez-Sánchez et al., 2022).

Knowledge development within the Chemelot cluster occurs on campus. The campus was found as a triple helix connection between the University of Maastricht, province of Limburg and DSM (I1, I2). The campus was found with a mission in mind to develop a vital ecosystem that would bring prosperity and wellbeing for Chemelot (I2). The mission of Chemelot provides the acquiring of new clients and markets and new revenue streams. In order to develop a vital ecosystem, the campus is proactively searching for trends and strategies in the chemical industry market (I2). After a trend or strategy has been identified, the campus gathers companies to implement the trend or strategy, beneficial to the ecosystem (I1, I2). The implementation of IS within Chemelot has been one of such strategies on campus and site. System Function 1 describes the composition of these consortiums that are formed. Consortia of actors have led to the development of five tracks of research: biomedical, electrification, recycling, materials and biobased technology (I4).

The EIB sanctioned the Circular Economy Guide at the behest of the EC (I3). The Circular Economy Guide started in 2015 but has been updated in 2019, 2020 and 2021. The Circular Economy Guide lists the challenges that the EIB recognizes, the EU policy framework, the EIB lending to the CE, and the criteria for project eligibility (*Circular Economy*, 2019; EIB, 2020; EIB, 2021). The EIB identified the following challenges: the private sector is by nature focused on short-term gains and afraid of taking risks, production processes need to transform from linear to circular, it will require initial investments, modification of processes, feedstock, equipment and output, re-training of staff, and coordination within the wider value chain (*Circular Economy*, 2019; EIB, 2020; EIB, 2021). I3 mentions that not a lot has changed and that the same challenges are visible since 2015 which results in a small number of CE projects being funded. These projects include innovative business models, i.e., products as a service, but no IS projects (I3).

5.3.3 System Function 3: Knowledge Diffusion

The diffusion of knowledge among actors within the Innovation system and Chemelot happens on several different levels. Firstly, the H4C consortium includes the following independent knowledge institutes: TNO, VITO, CIRCE, and SINTEF (I7, I8). The inclusion of these independent research organizations ensures the diffusion of the knowledge created in System Function 2 among the consortium members in the Mission Arena.

The structural analysis describes the inclusion of the ten founding members. The inclusion of these private industrial organizations ensures that the generated knowledge of SF2 can be applied realistically on the actors in the Innovation system and Chemelot (I7). The generated knowledge can thereby also be subjected to feedback rounds. The inclusion of the Chemelot campus within the ten founding members ensures the dedication of actors on Chemelot to the H4C mission.

On Chemelot the knowledge developed in SF2 is distributed to students on campus. In 2022 the campus educated a total of 1200 students. The students are taught on MBO, HBO and University level education from Maastricht, University, ZUYD, TU Eindhoven, RWTH Aachen University and Vista College (I4). The curricula diffuse the knowledge developed within the five research tracks mentioned in SF2 to the students (I2). Especially, the University of Maastricht has developed new beta chemistry curricula for students which do not exist in other universities (I2). These curricula are housed in the Science and Engineering Faculty to remain close to the industry (I2).

The financial organizations interviewed collaborate closely with RTO's and educational institutes (I3, I5, I10, I12). Each organization works in a different manner, tailored to the needs of their targeting group. The regional development association in Limburg provides opportunities to their clients to gain knowledge on a specific topic. For example, if a group of clients are interested in learning about CCUS (I5). The organization will find educational/knowledge organizations to organize a meeting or offer an assignment to work with students (I5). I12 collaborates closely with educational/knowledge institutes, i.e. TNO, Wageningen University, NOVA TU Twente, and TU Eindhoven. The collaborations ensure the diffusion of knowledge on Technological Solutions and their efficiencies, i.e. bio polymers, recycling technologies, and the regulations surrounding the technologies to the organization (I12). I12 uses the information to build an overview of technologies and innovations to increase the visibility of the knowledge to other actors and reduce the perceived risk towards these technologies.

5.3.4 System Function 4: Providing Directionality

System function 4A: Problem directionality

The problem description addresses the societal problem of turning the European economy from a linear to a circular economy. The implementation of IS in the process industries is a means to achieve a CE in Europe. The implementation of IS within Chemelot would reduce a lot of carbon dioxide, resulting in the most attractive per ton of carbon dioxide emission reduction in the Netherlands (I7). The organizations within the Innovation system and Chemelot have stated various mission statements encapsulating their visions for the future of their organizations. The mission statements stated by interviewees are the following:

- The actor, representing the campus, wants to create a vital ecosystem that brings prosperity and wellbeing for Chemelot. Making Chemelot fully circular is the way to achieve this ambition (I2).
- The actor, representing the intermediary organization, has an integrated vision for all of Chemelot. The ambition is to not make the factories sustainable separately but come to a systemic solution to use only circular feedstocks and the electrification of processes. The vision includes also becoming safest, most sustainable, and productive site in Europe in 2025 and become the first circular hub in Europe (I4).
- The financial actor wants to make Limburg more sustainable and smarter by investing in the following themes: energy, circularity, digitalization and health (I5).
- The industrial actor has the ambition to produce a 100% of products with full circular feedstocks in 2050 (I6).
- The industrial actor mentions how the organization is in line with the ambition of Chemelot (I4), and wants to become the safest, most sustainable and productive site in Europe in 2025 and become the first circular hub in Europe (I9). The ambition therefore includes using only circular feedstocks and fully electrify processes.
- The financial actor wants to stimulate the Dutch sustainable economy by focusing on SDG 8: decent work and economic growth and SDG 13: climate action. The interviewee mentions that the remaining SDG's, i.e. CE and IS are still targeted but in a lesser extent (I10).
- The financial actor describes how making the Netherlands circular is one of the organizations priorities (I12).

As the mission statements above describe is implementing a CE in the Netherlands mentioned by all actor categories in the Innovation system and on Chemelot. The actors on Chemelot share the same ambitions to turn Chemelot into a circular hub (I2, I4, I6, I9). The financial organizations share the ambition to transition the Netherlands into a CE, however the financial organizations interviewed also

prioritize other missions such as health or climate action (I5, I10, I12). The problem in this prioritization lies in the fact that other projects have less risk and are therefore easier to invest in or the implementation of CE in chemistry is capital intensive (I3, I5, I10). I3 mentions that within CE investing in IS projects is even more riskier than other CE projects such as innovative business models.

System Function 4B: Solution Directionality

The solution description describes the dominant set of solutions. System Function 1 further elaborates on the solutions. The actors in the Innovation system have identified the dominant set of solutions (I1, I2, I4, I6, I9). The usage of the solutions is interrelated and described in this section.

The dominant set of Technological solutions developed on Chemelot are: bio-based feedstock technologies, hydrogen feedstock technologies, plastic feedstock in production processes, CCUS in production processes, circular energy storage carriers, and energy efficiency technologies (I1, I2, I4, I6, I9). The utilization of circular feedstock technologies will result in the development of all technologies. I6 and I9 mention how the feedstock of all technologies are needed in order to meet demand of the production facilities. For example, the demand for a replacement of naphtha feedstock cannot only be satisfied by transitioning to plastic feedstock technology. The circular feedstock technologies will need to be powered in a sustainable manner.

Currently, the production processes are powered by burning fossil-based natural gas (I4, I9). An option to realize a sustainable power supply, Chemelot can start to use non-fossil flexible *energy storage carriers* instead of the fossil-based natural gas. The example most mentioned is the utilization of hydrogen as energy carrier (I6). Another option for hydrogen utilization as energy carrier would be to build hydrogen pipelines from Rotterdam or Venlo (I9). The utilization of electricity is the option for production processes in Chemelot. Instead of utilizing energy carriers, the production processes could be directly powered by *electrification* (I9). Where the hydrogen energy storage project is the implementation phase, the electrification of production processes is in its applied R&D phase (I9). Moreover, the electrification of production processes would require Chemelot to need new electricity infrastructure. Specifically, a 380 Kv high-voltage power line from Maasbracht (I1). However, Chemelot is still developing both technological solutions (I6, I9). The inter dependency of the solutions troubles the directionality of which solution to actors can choose. The result is that Chemelot has chosen to develop all technologies (I1, I2, I4, I6, I9) (Chemelot Circular Hub, 2021; (*Chemelot Unfolds Concrete Plans for a Climate Neutral Chemistry Site in 2050*, n.d.).

System Function 4C: Reflexive Governance

The H4C project is expected to be formally monitored by EC guidelines (*EU Funding & Tenders Online Manual EU Funding Programmes 2021-2027, 2022*). Following these guidelines, the H4C project has deliverables and milestones planned (I7, I8). A quality control is also in place, by firstly reviewing each deliverable and milestone internally (I7, I8). The consortium leader, PNO, will install a second reader for each review for each deliverable and milestone. Halfway through and at the end of the H4C project, a midterm review and final review will take place which will be evaluated by external parties (I7, I8). The inclusion of the campus on Chemelot will make sure the development of IS on Chemelot will be monitored.

5.3.5 System Function 5: Market Formation and destabilization

The market for IS implementation is being obstructed by barriers. The first barrier restricting market formation for IS on Chemelot is the absence of commercial bio-based and plastic feedstock technology, electrification of production processes and CCUS in production processes technological solutions (I1, I6, I9). Without the presence of commercialized solutions, the Chemelot actors cannot implement the solutions. The solutions that have reached the implementation phase are obstructed by the economic and financial aspects. The reasons for obstruction are explained in System Function 6.

For a full IS market to form in the Innovation system and Chemelot there are two main prerequisites that are absolutely necessary (I1, I6, I9). The first prerequisite is the construction of common infrastructure that supplies raw materials and electricity to Chemelot (I1, I6, I9). The infrastructure required includes a pipeline that supplies: carbon dioxide, bio-LPG, bio-propane and hydrogen (I1, I6, I9). The European project, Delta corridor, which has finalized its feasibility study is planned to build the infrastructure (*Broad Industry Support for Delta Corridor Project, n.d.*). The Delta corridor will build a pipeline from Rotterdam to Venlo and the German hinterland. Chemelot would be connected by pipeline from Venlo (I1, I6). Another infrastructural investment required in Chemelot is the construction of the 380 Kv high-voltage power line from Maasbracht in order to supply enough electricity to Chemelot (I1, I2, I9). These infrastructural projects are extremely cost full investments, Chemelot therefore expects the government to finance this as it is common infrastructure (I1). The organizations on Chemelot simply cannot afford to make the investment (I1). When the government fulfills this prerequisite, the actors will have more incentive to make investments in innovations and technologies as a continuity of feedstock flow is guaranteed in enough quantity and quality (I9). But the delay of government interference produces uncertainty concerning the development of solutions (I6, I9).

The second prerequisite absolutely necessary is the institutional context surrounding by-product flows (I1, I2, I5, I6, I8, I9, I10, I11, I12). There are several regulation barriers inhibiting the formation of an IS market (I1, I4, I5, I10, I12). The institutional contexts described the regulations influencing Chemelot. The European WFD (Directive 2018/851) regulation provides a regulative barrier for Chemelot. The end-of-life status of waste by-products is decided through the WFD. By-products are labeled by regulations as a waste product (I10, I12). Regulation decides when in the value chain the by-products become waste (I12). If an organization wants to utilize these by-products as feedstocks, regulation inhibits the organization from doing so. REGULATION (EC) No 1013/2006 regulates the shipments of waste between countries. The regulations between countries is a barrier for organizations to utilize by-products (I1, I2, I5, I9, I12, I10, I11). Chemelot is situated between Germany and Belgium which affects the regulation surrounding the import and export of waste by-products (I1). The REGULATION (EC) No 1013/2006 prohibits waste by-products to cross the borders between countries (I2). Moreover, the regulation pressure is too high in Europe, which also affects the licensing procedures. If Chemelot wants to realize the availability of sufficient quantity and quality of feedstock on a large scale, appropriate, efficient and transparent regulations need to be installed (I1, I2, I11).

The institutional context in Europe creates tensions between markets (I1, I6). The EC wants to implement the CE to become self-sufficient and decrease resource consumption (I1, I6). A strategic decision must be made by the EC on which European markets or industries to focus in order for them to thrive. The RRED (EU) 2018/2001 regulates the requirements of the blending of biofuels into fossil fuels. The fuel suppliers are taking non-fossil feedstocks out of the market and into refineries which creates a direct competition between the fuel and chemical industry (I6). The competition is the reason why bio-propane is so expensive as the fuel industry are able to pay much higher prices (I6). I1 and I6 mention the importance of the chemical industry for Europe as 40% of all products contain chemicals and chemical products are not single use while blended fuels are burned one single time (I1, I6). A strategic decision to choose the basic industries, i.e. chemical industry, would increase the availability of material feedstocks with a more reasonable price.

The institutional context between Europe and other continents is important to uphold the competition position of the Europe (I6, I8, I10). The European regulative context is most decisive for organizations active in the chemical sector (I6). It is therefore essential to ensure that all organizations in Europe operate under the same rules (I10). A much-discussed regulation is a tax on carbon dioxide (I8). The carbon dioxide tax is a good regulation if it is imposed on the all of Europe to ensure fair

competition between countries. The tax would also need to be accompanied with a carbon dioxide tax on import goods (I6, I10). Without the import tax the goods would be manufactured in other areas without a tax (I6, I10).

5.3.6 System Function 6: Resource allocation

System Function 6 describes which public financial organizations are active within the innovation system, what resources the organizations provide, what barriers arise in the innovation system, and the financial competence of the region. To describe System Function 6, the aforementioned components are described in sequence. The results of the financial resource analysis are given in Appendix 2, appendix 3 and appendix 4.

5.3.6.1 Financial organizations

In total eight organizations are active in the Innovation System and provide funding for Chemelot which are: LIOF, Brightlands Venture partners, RVO, Invest NL, CBEJU, EIB, EBRD, and Invest International. Besides the organizations, the ECBF, EIF, and ERDF are funds active in the Innovation System. The relevant public financial organizations are active on a regional, national, and European scope. The regional financial organizations are shown Figure 4. The financial organizations in the innovation system are active on a regional, national, and European level.

Regional financial organizations

On a regional level, the regional development companies (RDC) LIOF provides financial resources to actors in the Innovation system. In the Netherlands every province has their own regional development company which finances startups, scaleups, and SME's (*Wat Is Een ROM?*, 2022). The LIOF works actively together with commercial banks to stimulate investments in IS solutions. An example is the 'Circo Hub Limburg' financial resource provided by LIOF and the Rabobank. The tracks provide SME's in Limburg with knowledge on how to integrate CE in their business model and subsequent investments (LIOF, n.d.-c).

Brightlands venture partners is a venture capital fund investing in innovative companies who participate on the Brightland campus. The venture capital fund has DSM, NV, LIOF, Rabobank and the Province of Limburg as partners. The investment focus of Chemelot ventures is on sustainable chemicals and materials (bio-based, hydrogen, plastic) (*Funds*, 2021).

National financial organizations

The national financial organizations are Rijksdienst voor Ondernemend Nederland and Invest NL. The RVO is the distributor for public funding in the Netherlands. The RVO provides all sorts of financial resources to all target groups, to projects in all innovation stages. The funding landscape in the Netherlands differentiates in comparison to other countries. The difference lies in the limited availability of risk capital for innovative companies. To counter the limited availability, the Dutch government started Invest NL in 2019 (*Impact En SDGs*, n.d.).

European financial organizations

In contrast to the regional and national funding landscape, the European public funding landscape is more dispersed and extensive. I9 mentions the importance European funding landscape for IS and the chemical sector. The EC is the distributor of public funding instruments to the Innovation system and actors on Chemelot. The EC distributes grants and advisory services directly to actors through the following public funding programs, i.e. Horizon Europe, LIFE, Interreg, JTF, JTM and the Innovation fund. The EC provides financial resources to actors indirectly through the funding of separate financial entities. These entities relevant to the Innovation system are the Circular Bio-based Europa Joint Undertaking (CBEJU), the European Investment Bank (EIB), and the European Bank for Regional Development (EBRD). The EC furthermore disperses financial resources to relevant actors by creating specialized investment funds. The funds are created when the EC believes certain investments are not realized enough. A fund than offers more options to expand a portfolio by enlisting a separate fund manager (I3). For our Innovation system the following funds are relevant: European Regional Development Fund (ERDF), European Investment Fund (EIF), and the Circular Bio Economy Fund (CBEF). For example, the CBEF specializes in investments in the circular bio economy.

Lastly, Invest International is financed by the Dutch government to stimulate the Dutch sustainable economy and fill in the void that is left by commercial banks (I10). The void is created as commercial Dutch banks no longer finances transactions under 15 -20 million. The investment focus of Invest International is the target group SME's (I10).

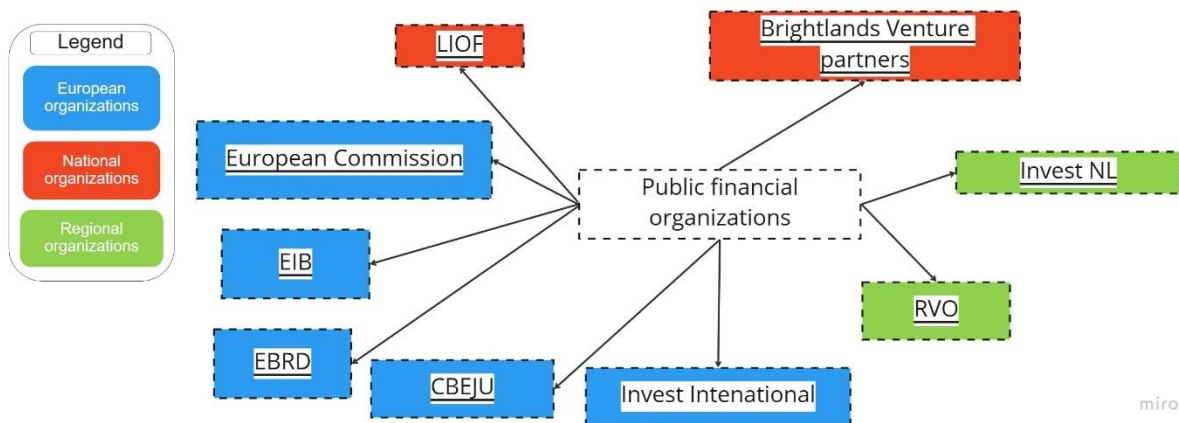


Figure 1: Relevant public financial organizations

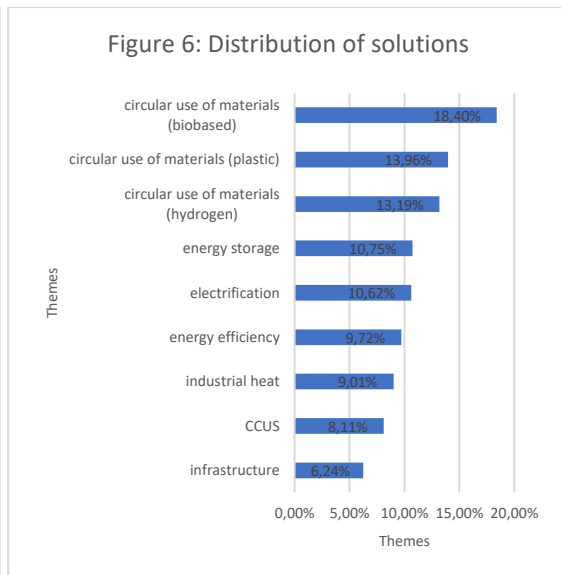
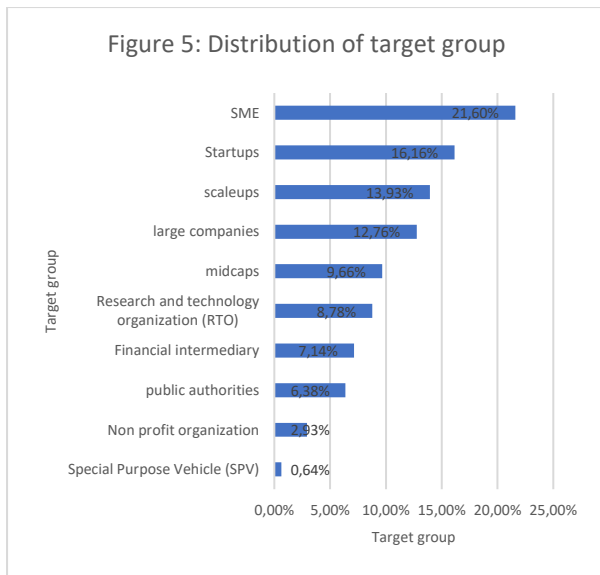
5.3.7.2 Public financial resources on Chemelot

The relevant public financial organizations in the Innovation system provide resources to the actors in the Innovation system and Chemelot. The solutions described in the Solutions diagnosis are in certain innovation stages. Table 5 describes the relevant solutions, the target group who is developing the solution, the current innovation phase of the solution, and if the solution is the product of collaboration. This section will describe what financial resources are available to actors and the solutions in the Innovation System and Chemelot. The first paragraph will explain the total financial resources available in the Innovation system. The second paragraph will describe what financial resources are available for each of the relevant solutions. Lastly, the financial barriers inhibiting the Innovation system are given.

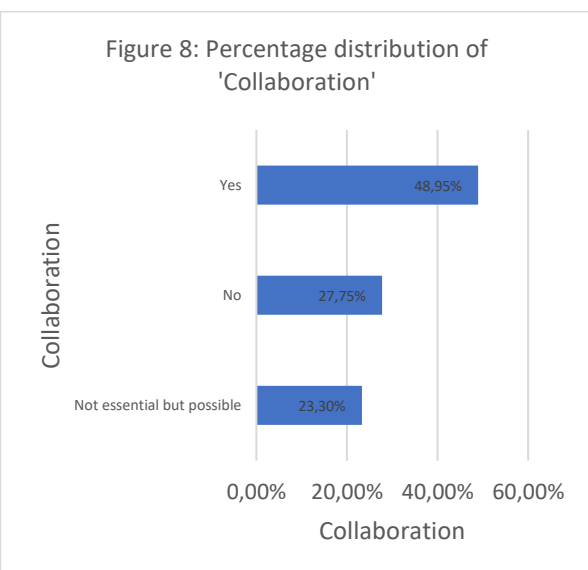
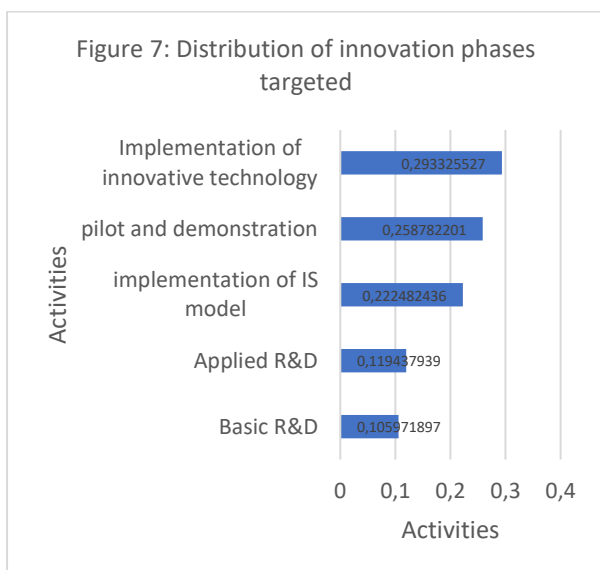
Total funding resources results

From appendix 2, appendix 3, and appendix 4 the total amount of financial resources are extracted and analyzed. In total 58 financial resources have been identified that are relevant for actors on Chemelot. As Figure 5 shows the financial resources in the Innovation system for the different target groups. The financial resources are aimed most at SME's (21,60%), startups (16,16%), and scale ups (13,93%). The RTO's can utilize 8,78% of the financial resources. Which means 60,91 % of the resources can be utilized on the campus. The large companies on the industrial site of Chemelot can utilize 12,7% of the financial resources.

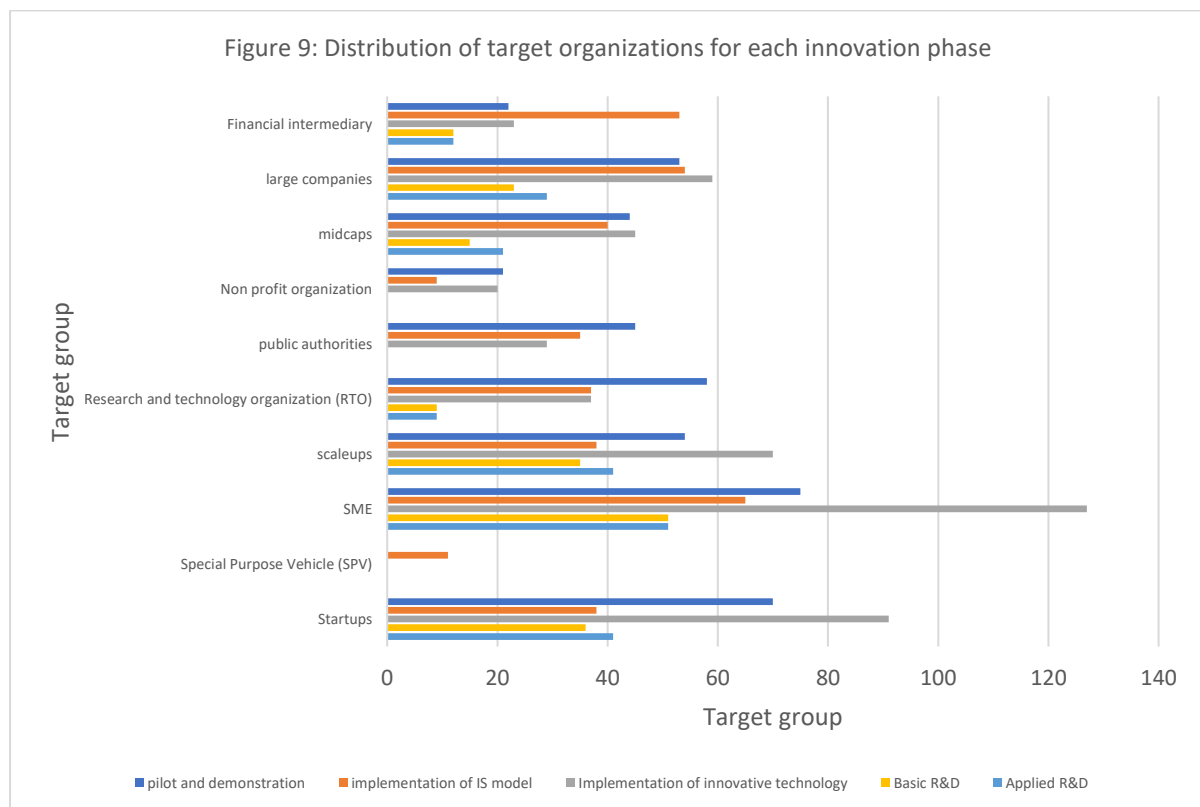
The distribution of financial resources for solutions is given in Figure 6. The largest portion of financial resources is aimed at replacing fossil feedstocks with biobased, plastic, or hydrogen feedstocks with over 44%. The utilization of carbon dioxide is less funded as feedstock with only 8,11%. Infrastructure is the less funded solution with only 6,24% of the financial resources.



The distribution of how the financial resources target the innovation phases of solutions is displayed in Figure 7. Almost 30% of the financial resources are aimed at the implementation of an IS technology by a single actor. Table 5 shows that the solutions that are being implemented on Chemelot are not being implemented by a single organization. Which means these financial resources cannot be utilized on Chemelot. Over 25% of the resources are aimed at the pilot and demonstration phase. In the pilot and demonstration phase the valley of death occurs. As the valley of death is capital intensive on projects, the abundance of financial resources is positive for the development of solutions (Nemet et al., 2018). For a sustainable IS implementation collaboration is key and a major driver (Johnson et al, 2015; Domenech & Davies, 2011). It is important that the available financial resources in Chemelot include a collaboration process. Figure 8 displays how for 48,95% of the financial resources that are available, a collaboration is necessary or not essential but possible (23,30%) which is positive.



How the financial resources are distributed among the target organizations for each innovation phase is shown in Figure 9. For financial intermediaries the financial resources are mostly aimed at implementing IS models. This is not surprising as financial intermediaries are backed by large financial organizations, often requiring certain profit requirements (*Co-investment Facilities*, n.d.; *Fondsinvesteringen*, n.d.). For large organizations an evenly distribution for innovation phases targeted is present. For public authorities, no financial resources are available to perform basic and applied R&D. In the case of Chemelot, the public authorities would only utilize funds for the implementation of solutions. The financial resources for the RTO's on Chemelot are targeted at pilot and demonstration phases with little resources for the execution of R&D. The startups, scaleups and SMEs on the Chemelot campus have financial resources available for all phases in the innovation cycle. The campus residents can therefore access financial resources to develop a solution from beginning to end. Financial resources are available in the case of organizations on Chemelot requesting financial resources in a SPV.

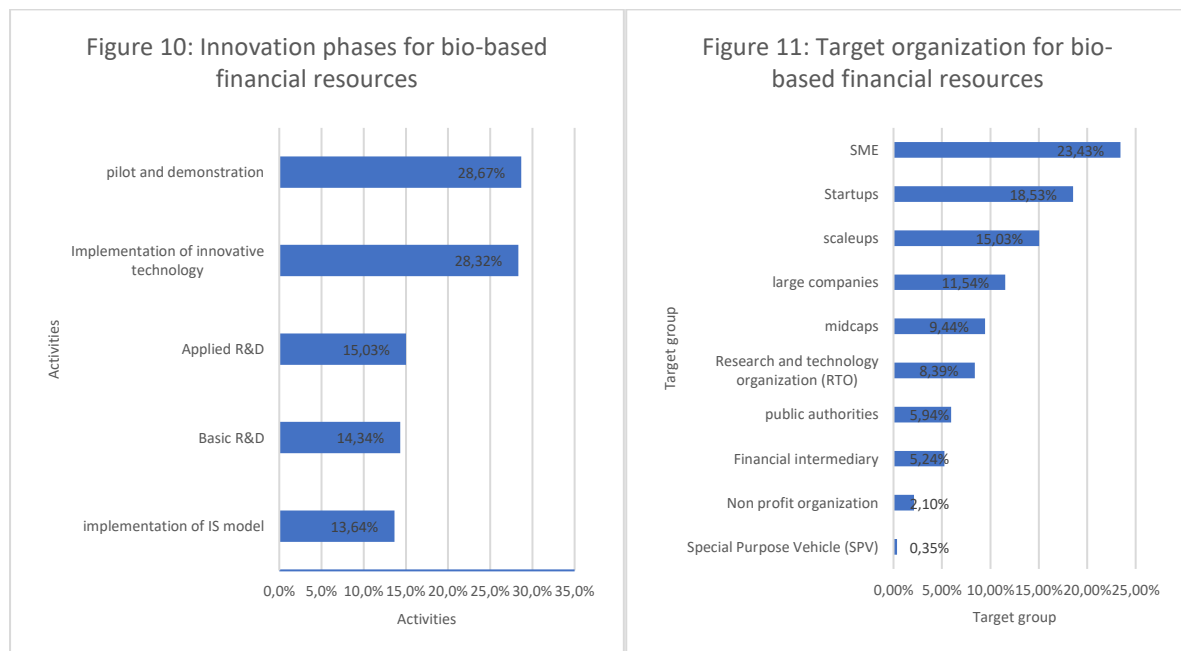


Financial resources analysis for solutions

The solution diagnosis, System Function 1, and System Function 4B elaborated on the solutions being developed on Chemelot. The relevant solutions for IS implementation on Chemelot are given in Table 5. This paragraph presents what financial resources are available for the solutions given the following criteria: their developing target group, innovation cycle phase and collaboration necessity. The available financial resources for the given solution is given based on the said criteria. The solutions Intermediary organization, Utility organization, and Industrial heat recovery have been commercialized and/or implemented at Chemelot and are therefore excluded from the analysis. For the solutions suggestions are given that can be utilized which are summarized in Table 8.

Bio-based

Within Chemelot *bio-based* technological solution is currently in its *applied R&D phase* and being developed by an *RTO* on the Chemelot campus (source). As the bio-based technological solution is being developed by a single RTO the collaboration process is not necessary (I9). Figure 10 displays what innovation activities are targeted by the financial resources for the bio-based solution. As shown 15,03 % of the financial resources can be used for applied R&D. Figure 11 shows what the target groups of the bio-based financial resources are. Most of the financial resources are aimed at SME, startups and scale ups while 8,39% of the financial resources are aimed at RTO's.



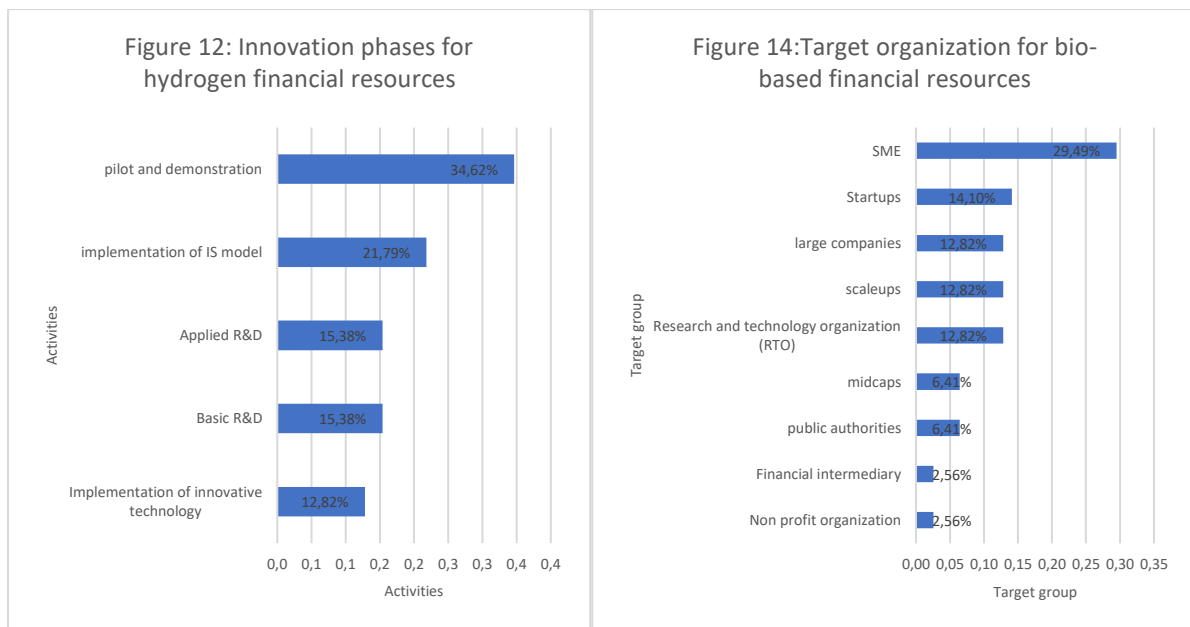
The RTO can utilize the JTF Zuid- Limburg or apply for funding at the CBEJU.

Hydrogen

On Chemelot the use of *hydrogen* as feedstock is currently being developed by a collaboration of two *large companies*. The solution has reached the implementation innovation phase. The financial resources focused on the utilization of hydrogen as feedstock are aimed at pilot and demonstration projects for 34,6% (Figure 12) . The implementation of IS model financial account for 21,79% of the financial resources which the actors in Chemelot can utilize (Figure 13).

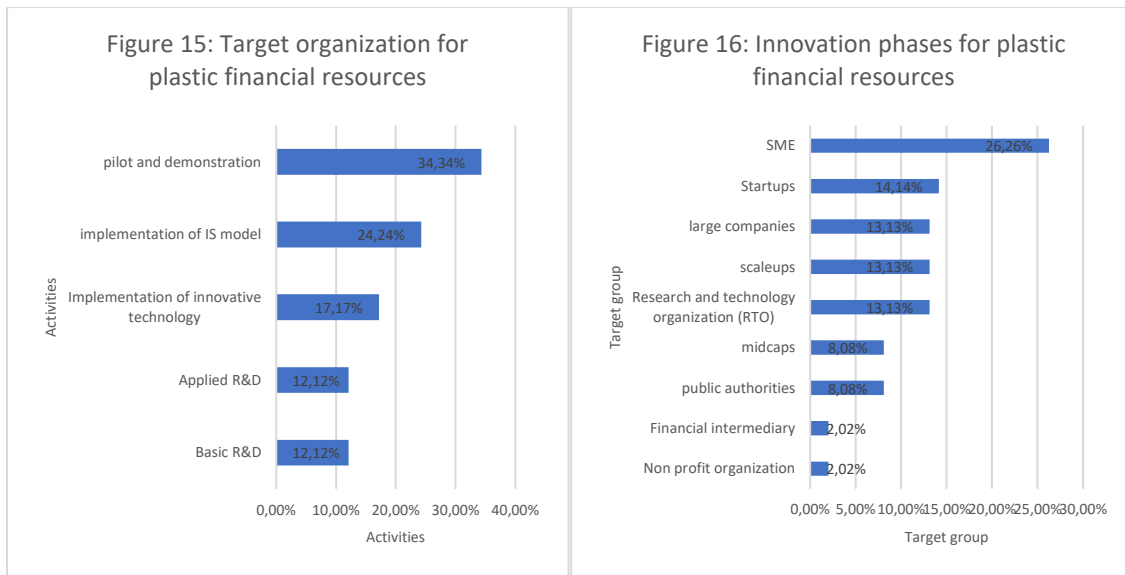
The target groups for the hydrogen solution are aimed at SME, startups and thirdly large companies. Large companies are eligible for 12,82% of the financial resources.

The Chemelot actor has various financial resources at its availability depending on the costs of the project. The actors can utilize the EIB loans for the private sector, JTF Zuid-Limburg, LIFE 2.1.2. Circular Economy and the Environment SIP and Innovation Fund for small projects.



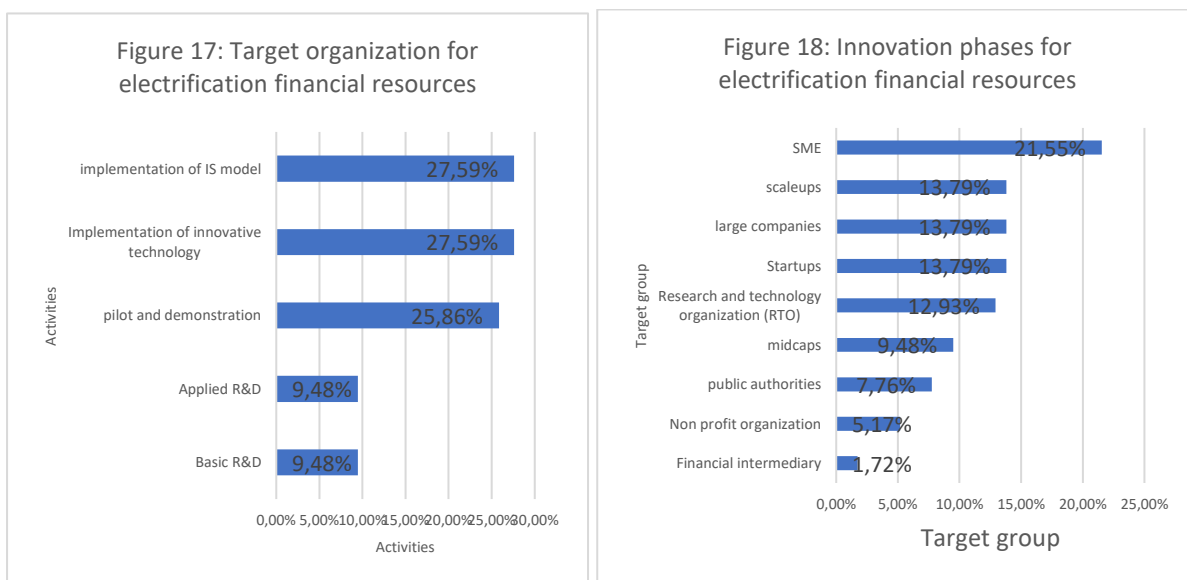
Plastic

The Technological solution utilizing *plastic* as feedstock is in the *pilot and demonstration* phase on Chemelot. The project is being developed in a *collaboration* between SME and large company. Figure 16 displays how the financial resources for plastic are distributed among the innovation activities. The pilot and demonstration phase has 34,34% of total financial resources. SME and large company respectively have 26,26% and 13% of the total financial resources (Figure 15). As the project is a collaboration between an SME and large company, the financial resources need to allow collaboration between actors for a funding application. The collaborating partners could apply for a Dutch DEI+ funding. The partners could also apply for the following European financial resources: HORIZON-CL4-2023-TWIN-TRANSITION-01-42, JTF-Zuid-Limburg, and LIFE 2.1.2. Circular Economy and the Environment SAP.



Electrification

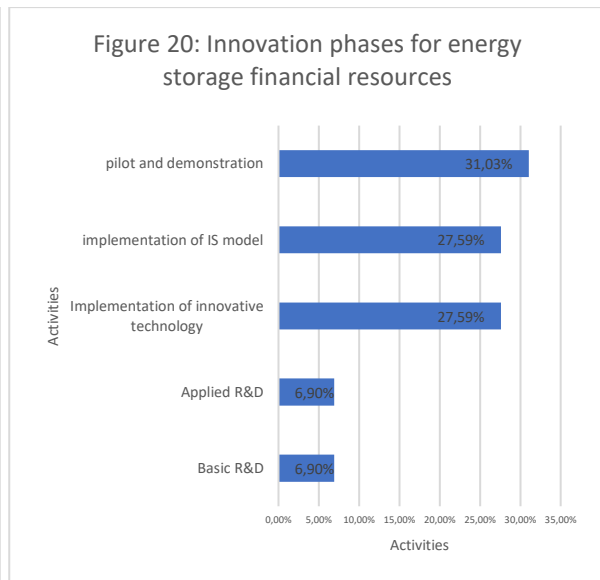
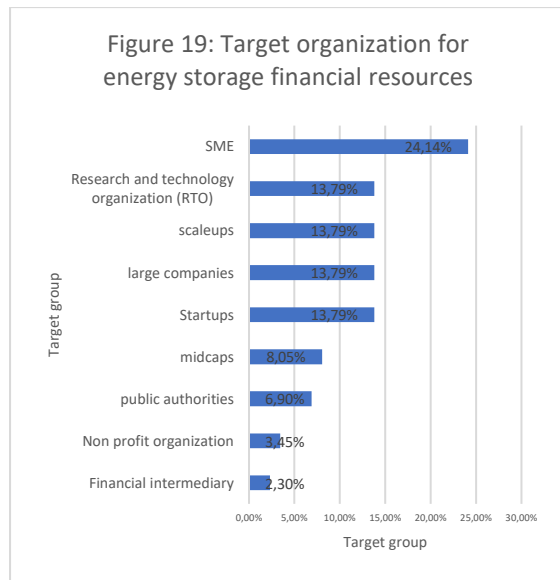
Within Chemelot the *electrification* solution is in *applied R&D* innovation phase. Two large companies are collaborating in order to develop the technology. As shown in Figure 17, the applied R&D innovation phase is 9,48% of the total financial resources. SME have the largest share of financial resources, but large companies can utilize 15,15% of the financial resources (Figure 18). If the collaboration of a large Chemelot organization and BASF develop the organization on Chemelot the actors can apply for the following national financial resources: MOOI, TSE industries and WBSO. Another option would be to apply for the Innovation fund: Application for large projects.



Energy storage

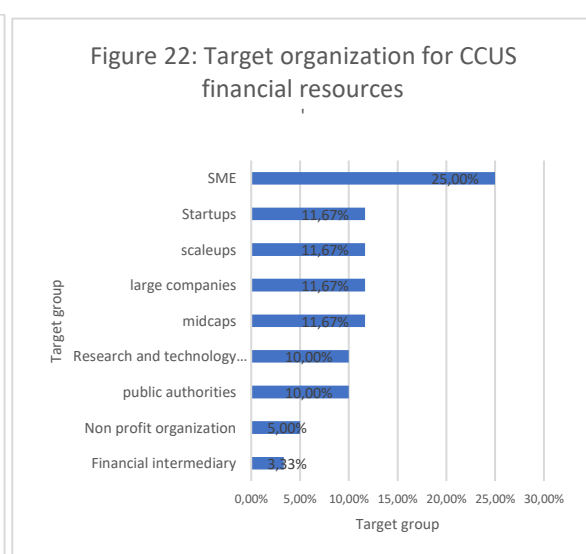
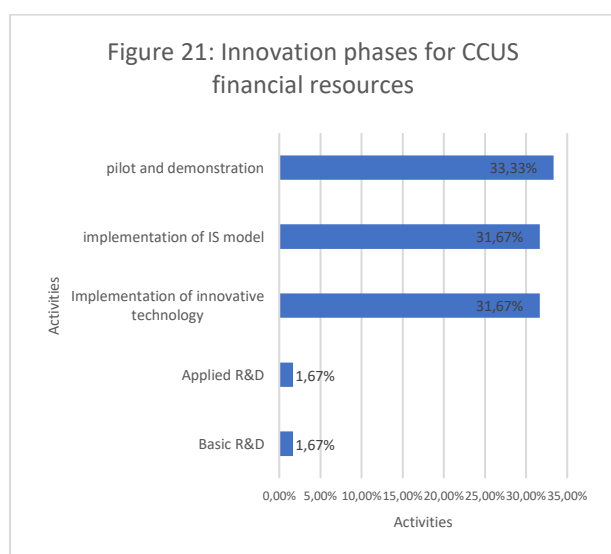
The *energy storage* solution on Chemelot is currently in the *implementation of IS* innovation phase. A collaboration of two large companies is developing the solution on Chemelot. The collaboration can utilize 13,79% if the financial resources from Figure 19. The innovation phase of implementation of IS

model is targeted by 27,59% of the financial resources (Figure 20). The collaboration can apply for the following European financial resources: Innovation Fund: Applications for large-scale projects, EBRD equity, EBRD Loans for large projects, EIB loans for the private sector and JTF Zuid Limburg.



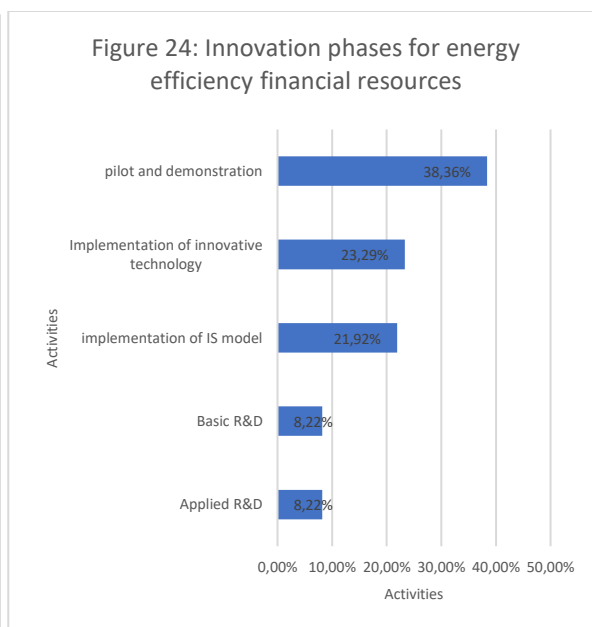
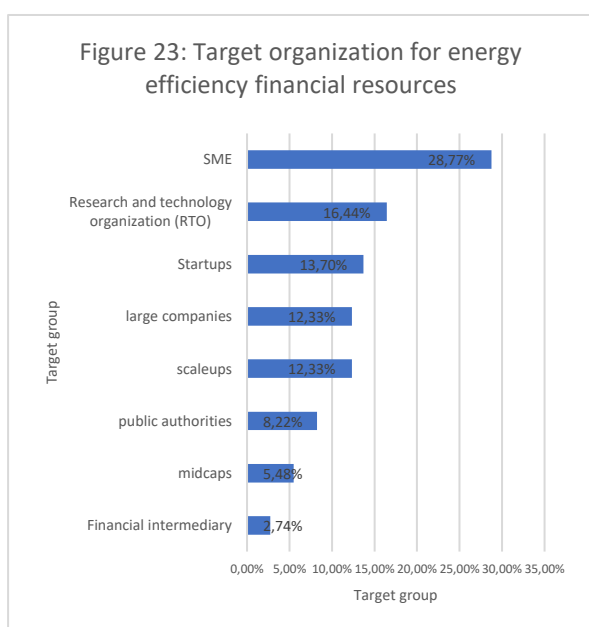
CCUS

The CCUS solution on Chemelot is being developed by an *RTO* on campus. The utilization of carbon dioxide is in *pilot and demonstration* innovation phase. For the CCUS solution most of the financial resources can be utilized for the pilot and demonstration phase (Figure 21). 10% of the financial resources are aimed for the funding of RTO's (Figure 22). For the RTO developing the CCUS solution on Chemelot a single grant scheme is available. If the application for HORIZON-CL5-2024-D3-02-11 is successful, it results in a grant of 7.000.000.



Energy efficiency

The *energy efficiency* solution on Chemelot is in the *implementation of IS* phase. It is a collaboration project between a *public authority* and *large company*. The financial resources for energy efficiency are aimed for 30% at the pilot and demonstration phase (Figure 24). For the implementation of IS model, 21,92% of the financial resources are available. Public authorities can utilize 8,22% of the financial resources (Figure 23). In the past the project was canceled because the public authority was not able to finance the project (I1, I6, I9). The energy efficiency solution between Chemelot and a public authority has several European financial resources available. The financial resources are: Just Transition Mechanism: Public sector loan facility (JTM PSLF), Invest International-Governments, EIB Loans for the public sector, EBRD equity product, JTF-Zuid-Limburg, and Innovation Fund: Applications for large-scale projects.



In total 17 financial resources can be utilized to develop the solutions on Chemelot. European financial resources are utilized 13 times while national financial resources are utilized 4 times. The JTF Zuid Limburg is utilized the most.

Table 8 : Summary financial resources possible for utilization on Chemelot						
Utilized for solution:	Name	Financial Entity	Financial instrument	Financing type*	Amount of funding	Source
Electrification	TSE industry studies	RVO	NA	grants	€ 2.000.000	(TSE Industrie Studies, n.d.)
Electrification	MOOI	RVO	NA	grants	4.000.000	(Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling En Innovatie (MOOI), n.d.)

Electrification	WBSO	RVO	NA	subsidy	Subsidy	(Slob, n.d.)
Plastic	DEI+	RVO	NA	grants	15.000.000	(Demonstratie Energie- En Klimaatinnovatie (DEI+), n.d.)
biobased	Circular Biobased Europe Joint Undertaking	CBEJU	NA	grants	10.000.000	(CBE JU Sets Funding Priorities for 2023 Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU), n.d.)
Hydrogen	Loans for the private sector	EIB	NA	Public loan	50.000.000	(Loans for the Public Sector, n.d.)
Hydrogen	2.1.2. Circular Economy and the Environment SIP	European Commission	LIFE	grants	20.000.000	(LIFE Programme 2021-2027, n.d.)
Plastic	2.1.2. Circular Economy and the Environment SAP	European Commission	LIFE	grants	6.000.000	(LIFE Programme 2021-2027, n.d.)
Electrification	Applications for large-scale projects	European Commission	Innovation Fund	grants	157.000.000	(Innovation Fund, 2023)
Hydrogen	Applications for small-scale projects	European Commission	Innovation Fund	grants	7.500.000	(Innovation Fund, 2023)
Plastic	HORIZON-CL4-2023-TWIN-TRANSITION-01-42: Circular economy in process industries: Upcycling large volumes of secondary resources (Processes4Planet partnership) (RIA)	European Commission	Horizon	grants	12.000.000	(Euresearch, n.d.)
Energy storage	Equity	EBRD	NA	equity	200.000.000	(EBRD Sector Profile: Equity, n.d.)
Energy storage	Loans for larger projects	EBRD	NA	Public loan	25.000.000	(EBRD Loans, n.d.)
CCUS	HORIZON-CL5-2024-D3-02-11: CCU for the production of fuel	European Commission	Horizon	grants	7.000.000	(Euresearch, n.d.)
Energy efficiency	JTM PSLF	European Commission	JTM	equity, Public loan	4.000.000	(Inforegio - Just Transition Fund, n.d.)
Biobased, energy storage, energy efficiency, plastic	JTF-Zuid-Limburg	European Commission	JTM	grants	5.000.000	(Programma JTF 2021-2027, n.d.)
Energy efficiency	Invest International-Governments	Invest International	NA	Public loan	60.000.000	(Silo, n.d.)

5.3.7.3 Financial barriers in the Innovation system

For the actors in the Innovation system and Chemelot financial barriers are present preventing financial resources to be distributed to the relevant actors or solutions. This section describes the barriers that arise when financing the solutions in the Innovation system and Chemelot.

The previous section described the abundance of financial resources provided by the public financial organizations to the Innovation system and Chemelot. As appendix 2, appendix 3, and appendix 4 show there is an abundance of financial resources for all target groups, themes, in every innovation phase. I9 provides an example of the successful application of a Dutch grant of 12.000.000 euros for the construction of a pilot and demonstration pyrolysis factory on Chemelot (I9). I4 mentions the presence of Brightlands venture capital on Chemelot is a stimulant for early innovation phase innovations and technologies to develop on Chemelot (I4). However, I2 proposes the abundance of financial resources can also act a barrier. As the abundance of financial resources lead to an

overwhelming, inconsistent and dispersed financial landscape for many smaller companies to utilize effectively. The financial resources needed for a pilot and demonstration or implementation project for green chemistry is capital intensive (I5). The regional financial organizations are therefore hesitant to provide financial resources for IS projects (I5). As Table 8 displays, no regional financial resources can be utilized for IS projects.

The main financial barriers for IS arise when solutions arrive at the commercialization phase and must be implemented. Specifically, when financial resources are required to fund the implementation of an IS model. In general a IS project has the following characteristics:

- A project requires a high level of collaboration (I3, I5, I10, I12).
- A project has an investment timeline of at least 10 years (I3).
- A project typically requires funds less than 15 million euros (I3, I5).

These characteristics leads to a broad scala of barriers who are mentioned below. The main barrier for investments in IS is the high perception of risk for IS projects (I3, I5, I10, I12). Investments in CE are inherently risk perilous as CE investment are reasonably novel and propose new business models or business ideas (I10, I12). Investments in CE projects, i.e., product as a service, have grown in recent years but investments in IS projects have not (I3). Most CE projects requires the rethinking of a business model which does not require a large investment and subsequent risk (I3). This is not the case with IS projects. Experimentation on financing IS projects is seen, however a financial organization has to be knowledgeable on IS. Otherwise the financial organization cannot see the benefits while perceiving risks, resulting in no finance (I3).

Within an IS project, the sharing of by-products requires a high level of collaboration. The collaboration makes the organizations collaborating in an IS project dependent on each other (I3, I12). The dependency is especially high when organizations adapt their processes to the specific by-products of other organizations (I3). The diversification of feedstock offering is therefore compromised and without feedstock the production holds, no production and no revenue ensues (I3). This accounts for a major risk perception factor (I3, I5, I12).

Another factor increasing risk and complicating investments in IS projects is again resulting from the high level of collaboration. A financial organization always performs a due diligence when investing in project. In a non CE or IS project, the due diligence is performed on the single organization requesting investment. The collaboration factor in IS projects means the financial organization has to perform their due diligence, and analyze multiple organizations (I3). This increases the complexity of the due diligence for which financial organizations are not prepared (I3). Another problem arises if a single organization requests investments in an IS project. In this case the financial organization would not have access to the data needed to perform due diligence (I3).

An IS project typically has an investment timeline of 10 years (I3). An investment timeline of 10 years is perceived as a barrier (I3, I8, I10, I12). An investment timeline of 10 years is long compared to other investments where an investment timeline of no longer than 4 years is acceptable (I8).

The financial resources required for an IS project is usually less than 15 million euros (I3, I5). This is a general range as projects vary often depending actors and solutions implemented (I3, I5). The requirement of a maximum of 15 million euros is perceived as a barrier by I3 and I5. As the investment is either too high or too low. I3 usually starts at 20 million euros while I5 ends at 5 million (I3).

An example where the implementation of IS model has failed is the The Groene net which was an IUS project. The IUS project was canceled before the implementation of the IS model. A low-grade industrial heat was supposed to flow from an organization on Chemelot to the city of Sittard (I2). The city of Sittard is located 5 kilometers from Chemelot (I2). The organization on Chemelot constructed a decoupling for low grade industrial heat from a factory to be used for the Groene net in 2019 (I4). The construction of the decoupling cost 200.000 euros of which a piece was subsidized (I9). To implement the IS model, infrastructure needed to be constructed, however the Groene net was canceled by the municipality (I1, I2, I4, I6, I9). The municipality could not get the business case to function because of the following reasons (I1, I2, I4, I6, I9). The construction would mean breaking up roads and building pipelines resulting in high investment costs (I1, I2, I4, I6, I9). District heat in general is very expensive, when transporting over longer distances investments become higher because of heat loss (I2). The municipality could not find outside financial resources for the Groene net. Risk perception is again the barriers for investments in these types of projects. Financial organizations would like the government to cover this risk. The government however is not able to cover this risk resulting in no business case (I12).

5.3.8.4 Financial competence

This section describes if the RIS infrastructural characteristics are present and provide strong innovation potential of the Innovation System and Chemelot. The public budget of Chemelot is explained after which the ability of Chemelot to control its hard and soft infrastructures is delineated. Chemelot itself is a location which houses industrial organizations, startups, scaleups, research and technology organizations and educational facilities (I4). The intermediary organization, described in section 5.1.2., decides how Chemelot will present itself to the world and the vision for the future. However, Chemelot nor the intermediary organization is an governmental organization, therefore the region has no public budget and governmental resources cannot be mobilized by the cluster itself. The cluster of organizations on Chemelot is the medium through which governmental expenditure is settled (I1, I4). While Chemelot is not able to settle governmental expenditures autonomously, the

province of Limburg is heavily invested in the development of Chemelot (I1, I2, I4). The Province of Limburg is heavily invested in Chemelot as Chemelot provides prosperity, employment, and welfare to the region (I2, I4). The province of Limburg furthermore is one third shareholder of the Chemelot campus, supplies funding for research and technology organizations on campus to research CE and IS topics, and has committed to invest 10 million euros in Brightlands venture capital (I1, I4) (*Funds*, 2021). In addition, Chemelot does not possess taxation authority. The national and European institutions have taxation authority. No taxation authority supplies Chemelot with uncertainty which has a negative influence on Chemelot. An example for a negative influence is the national carbon dioxide tax. The national carbon dioxide tax hampers the competitive position of Chemelot compared to other European countries (I6). Besides the investment of the province of Limburg in Chemelot, Chemelot is not able to decide its own spending or has its own taxation authority, which minimizes the influence Chemelot can have to design strong RIS policies (Cooke, 2001).

The control of a region on its hard and soft infrastructures is essential for the development of IS exchanges within an Innovation system and thus Chemelot (I1, I6, I9) (Cooke, 1997). Infrastructure, i.e. pipelines, electricity, are essential to orchestrate the exchange of by-products between organizations (I1, I8). Within Chemelot a division is made between the infrastructures inside and outside of the cluster. Chemelot has full influence over its infrastructure inside the boundaries of the cluster (I1, I2, I4, I6, I9). Section 5.1.2 described the social solutions relevant for Chemelot. A social solution explained was the utilization of USG, a utility company (I1, I2, I4, I6, I9). The industrial organizations on Chemelot are shareholders of USG, thereby extending control over the infrastructure. USG manages the maintenance of infrastructure, i.e., steam pipelines, but also manages the development of infrastructures needed in the future, i.e. hydrogen pipelines (I4, I6).

The problem for the development of IS within Chemelot lies in the control over the infrastructures outside of its boundaries. The development of hard infrastructure outside of Chemelot is a prerequisite for IS development in Chemelot (I1, I2, I4, I6, I9). The prerequisite is the construction of common infrastructure that supplies raw material to Chemelot (I1, I6, I9). The implementation the Technological solutions described in solution diagnosis, especially *electrification*, depend on the supply of raw (circular) materials (I1, I4, I6, I9). The infrastructure required includes a pipeline that supplies carbon dioxide, bio-LPG, bio-propane, and hydrogen (I1, I6, I9). The European project, Delta corridor, which has finalized its feasibility study is planned to build this infrastructure (*Broad Industry Support for Delta Corridor Project*, n.d.). The Delta corridor would build a pipeline from Rotterdam to Venlo and the German hinterland. Chemelot would be connected by pipeline from Venlo. The Delta corridor would build a pipeline from Rotterdam to Venlo and the German hinterland. Chemelot would be connected by pipeline from Venlo. Another infrastructural investment required in Chemelot is the

construction of the 380 Kv high-voltage power line from Maasbracht in order to supply enough electricity to Chemelot (I1, I2, I9). These infrastructural projects are extremely cost full investments, Chemelot therefore expects the government to finance this as it is common infrastructure (I1). The organizations on Chemelot simply cannot afford to make the investment (I1). When the government fulfills this prerequisite, the actors will have more incentive to make investments in innovations and technologies as a continuity of feedstock flow is guaranteed in enough quantity and quality (D7, B11)(I9). In conclusion, Chemelot has control over its own infrastructure by utilizing the USG but has no control over the even more important infrastructures outside of its boundaries.

5.3.7 System Function 7: Creation and withdrawal of legitimacy

The actors in the Innovation system and on Chemelot create legitimacy for the problem and solutions. SF 4A describes the mission statement of the actors in the Innovation system. The actors have stated in these mission statements the importance of CE and IS for society (I2, I4, I5, I6, I9, I10, I12).

From the institutional contexts description affecting the actors in the Innovation System a clear picture emerges that the institutions create legitimacy for the implementation of IS.

Legitimacy is created by the institutions in the following ways. Firstly, the public financial organizations have an enormous number of financial resources to distribute amongst the actors which is mobilized by institutions (D1) (I2). SF6 shows the access to financial resources is not a barrier on Chemelot. The abundance of financial resources sends a message of legitimacy to the actors. Secondly, the institutions create legitimacy on the three geographical levels thereby reaching actors operating in all levels. On a regional level, the actors on Chemelot are embedded in the Cirulaire Economie Limburg 2.0 policy framework and are actively participating in the Chemelot European Circular Hub. The national institutional context creates legitimacy on Chemelot. Nederland Circular in 2050 aims to implement CE and IS in five priority sectors: biomass and food, plastics, manufacturing, construction and consumer goods. Which creates legitimacy for the actors on Chemelot as plastics and manufacturing are national priorities. On a European level, the CEAP creates legitimacy amongst all actors for the implementation of IS.

The result of an IS market formation is that customers will have to pay a premium on products (I1, I6). The premium on products arises from the higher feedstock materials prices for circular materials than virgin feedstock materials prices (I6). For example, the price of fossil propane is 1500 euros per ton while the price of non-fossil propane 3700 euros per ton (I6). Organizations are uncertain that customers are aware or willing to pay the premium for circular products (I1, I6). However, as the

legitimacy of IS is high, companies seem to be willing to pay a part of this premium for marketing purposes, i.e., the price of circular plastics has risen from 750 euros per ton to 2000 euros per ton (I6).

5.4 Systemic barriers analysis

Within the MIS several mutually reinforcing barriers are identified. The main system functions that form a barrier are: system function 1: Entrepreneurial activities, system function 5: market formation and system function 6: Resource allocation from functioning. The remaining system functions support the implementation of IS.

From the System Function analysis several barriers have been identified who are displayed in Figure 27. This section describes the barriers.

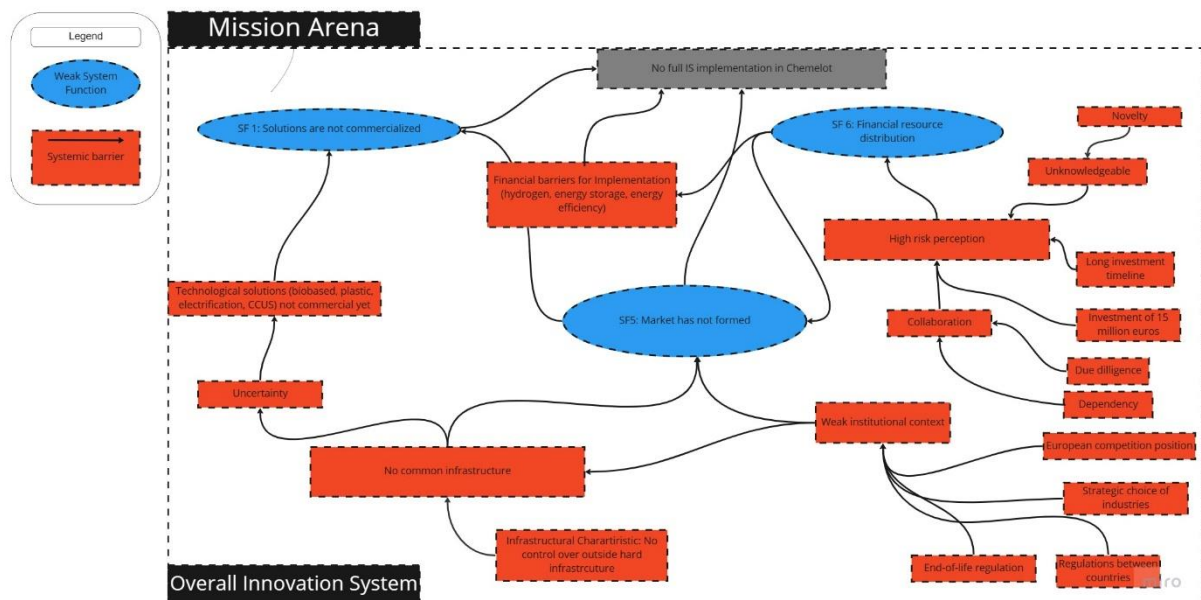


Figure 27: Systemic barriers in the innovation system

In the Innovation system there are two main weak System Functions that are prohibiting the Innovation system to work successfully for Chemelot. The two weak System Functions are System Function 5: Market Formation (SF5) and System Function 6: Resource allocation (SF6). The SF's do not perform well, because of the following systemic barriers. The first systemic barrier that will be addressed is the institutional context which affects the weakening of SF5 (Figure 27). Regulations are in place that prohibit organizations from collaborating together by regulating the end-of life status of waste and imposing regulations on cross border organizations. The end-of-life status of waste determines when by-products are labeled as waste in the value chain, which can inhibit organizations from utilizing these by-products as feedstocks. European regulations hold back organizations from utilizing cross border collaborations. The institutional context is furthermore weakened by the

strategic choices made by the EC, as the strategic choice favors other industries, i.e., fuel industry, in Europe. Even when more systemic and sustainable changes can be made by favoring the chemical industry. The last institutional context inhibiting the Innovation system is the uncertainty left by the unsure competition position of the European market in contrast to the world. The EC carbon tax regulations on European organizations must be accompanied with import taxes on non-European goods. Otherwise, many organizations will leave the EU and no CE or environmental gain will be accomplished.

The next systemic barrier for the Innovation system is the absence of common infrastructure (Figure 27). The absence of common infrastructure affects the market from forming (SF5). The actors on Chemelot appoint the building of infrastructure as the second prerequisite for IS implementation on Chemelot. The common infrastructure includes the construction of a pipeline supplying: carbon dioxide, bio-LPG, bio-propane, and hydrogen from the Delta corridor project. As well as the construction of a 380 Kv high-voltage power line from Maasbracht. The investments for common infrastructure inside Chemelot will be made by the actors on Chemelot. However, the investment is too large for the infrastructure outside of Chemelot. The absence of control over hard infrastructures therefore enlarges the systemic barrier. The absence of common infrastructure produces uncertainty for the development of solutions as certain solutions are dependent on the common infrastructure.

SF6 is prohibited from successfully assisting the Innovation system resulting from the high-risk perception of financial organizations. As SF6 is weak the implementation of IS solutions is hindered by financial barriers. The perception of high risk within the financial organizations originates from the following reasons. Firstly, IS projects require a collaboration process between organizations. The collaboration process between organizations inherently raises risk perception of financial organizations as it increases the dependency of organizations between each other. The dependency is especially increased if the production processes are altered to a new feedstock. The collaboration processes results in an increased due diligence for financial organizations. Before a financial organization invests in an IS solution, it will assess the (financial, production) data of the participating organizations. When the financial data is not available the IS solution cannot be financed. This problem is often the case in IS solutions because a single organization requests an investment. In this scenario the financial organizations cannot access the data required to perform the due diligence.

Risk perception is further enlarged by the novelty of IS solutions. Because of the novelty, financial organizations are unknowledgeable of the potential benefits or barriers of IS solutions. In general, IS solutions have a long investment timeline of 10 years which for is long for financial organizations when

compared to other investments. The investment scope of implementing IS solutions range between 5.000.000 and 15.000.000 million euros. For some financial organizations this poses a barrier as the investment scope is either too small or too large for the organization.

System Function 1 is weak in the innovation system. In the Innovation system twelve solutions for IS are being developed or are implemented. The technological solutions bio-based (applied R&D), plastic (pilot and demonstration), CCUS (pilot and demonstration), and electrification (applied R&D) have not reached the implementation phase. As the above-mentioned solutions are not ready to be implemented on Chemelot, it is not possible to realize the full IS implementation on Chemelot. The commercialization of the solutions has no barriers, except for the uncertainty of common infrastructure, but solutions need time to develop.

5.5 Reflection

As section 4.1 explained mission arena has four tasks which are Task 1: involving actors in the arena, Task 2: formulating a mission goal, Task 3: committing to mission governance actions, and Task 4: engaging in reflexive governance. This section reflects on the tasks in the innovation system.

Task 1 involves the mobilizing of actors in the H4C mission arena. As the section Structural analysis: Mission arena described, the H4C consortium consists of four RTO's, three private companies, one non-profit company, three member communities related to IS and one educational institute (*The H4C Europe Consortium, 2022*). The inclusion of ten founding members, including Brightlands Chemelot, reduced the problem of underrepresenting of private industrial organizations and ensures mission awareness and commitment. The industry mission statement by H4C expresses the goal to empower the process industries and regions to create H4C by exchanging, creating knowledge, and overcome existing barriers for IS industrial clusters in order to provide significant impacts on resources efficiency, reduction of emissions and by-products flows (*European Commission, 2021*). However, the Brightlands campus or the founding members were not included in the formulation of the mission statement or goal. The mission statements of the relevant actors in the Innovation system (SF4B) describe similar goals and visions for the future of the organizations (I2, I4, I5, I6, I9,, I10, I12). The ambition to implement IS, CE and thus create an H4C is shared amongst the relevant actors in the Innovation system. The exclusion of industrial organizations in the mission arena and mission formulation is neglected.

Task 3 concerns the provision and commitment of actors to mission governance actions (M. P. Hekkert et al., 2020). The H4C project is currently in the beginning stage of the project lifetime. The mission governance actions have therefore not been formulated yet (European Commission, 2021). Therefore, the engagement of reflexive governance has not happened yet (Task 4). The engagement of reflexive governance along the further stages of the H4C project is ensured by formally monitored EC guidelines mentioned in SF4C.

In this stage of the project, the H4C consortium is collecting relevant knowledge in order to build a knowledge center. The relevant knowledge that has been collected upon this stage of the project is the H4C actor ecosystem analysis, the outcomes of previous industry mission or projects, i.e. SPIRE, and the profiling of existing IS/IUS clusters. Alongside the building of a knowledge center, the H4C consortium is constructing a community of relevant actors (European Commission, 2021). After the relevant knowledge has been collected, the consortium will provide mission governance actions.

The application of our Innovation system of Chemelot has resulted in several proposed actions that target the systemic barriers ex ante which can be added to the knowledge center or to the governance actions of H4C. Table 9 displays the actions the interviewees proposed to address the barriers. Figure 28 shows how the proposed mission governance actions target the systemic barriers in the innovation system.

Systemic Barriers	Proposed actions	Source
Weak institutional context	Stronger lobbying initiative	I6
Financial barrier (collaboration)	Utilizing SPV	I3
Financial barrier (novelty, unknowledgeable, long investment timeline), Solutions development	Specialized investment fund	I3
Common infrastructure	Governmental action	I1, I6, I9
Financial barrier	Education of intermediary organizations	I1, I6, I9, I11

The weak institutional context is one of the prerequisites for IS implementation (I1, I2, I5, I6, I8, I9, I10, I11, I12). To address the flaws in the institutional contexts, I6 proposes to increase the lobbying from the Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI) at the EC in Brussel while also uniting more industries to join the lobby. The chemical industry is not the only industrial sector affected with weak European institutional contexts (I6). The fuel industrial sector, aviation sector, is very powerful in European or worldwide context. The uniting of more industrial sectors would increase their influence on the EC which could accelerate the regulations on end-of-life of waste

by-products or and waste regulations between countries (I6). To level the competition position between industrial sectors, I6 proposes to regulate the sharing of circular feedstocks between industrial sectors. To keep the European competition position of industrial sectors in Europe, a carbon tax must be accompanied with an import tax (I6, I10).

The remaining prerequisite is the construction of common infrastructure that delivers raw circular materials and electricity to Chemelot (I1, I6, I9). The construction of this infrastructure has not been realized in the Netherlands. Therefore, this prerequisite is essential not only for Chemelot but other potential H4C's, i.e. German Hinterland (*Broad Industry Support for Delta Corridor Project*, n.d.). The construction of this common infrastructure is a 'cause and effect' situation (I1, I6). The government is requesting the amounts of circular materials the Chemelot actors will require. However, the actors on Chemelot will not know how much is required until the infrastructure is constructed (I1, I6). The Dutch government should therefore take action and start realizing the project. This would reduce uncertainty and convey a clear message to actors that the IS transition is happening. In response the industrial actors would increase investments to IS solutions (I1, I6).

The financial barriers collaboration, which flows from due diligence and dependency, results in a large risk perception among financial organizations (I3, I5, I10, I12). To mitigate the risk perception to financial organizations, the collaborating industrial organizations must form a Special Purpose Vehicle (SPV) together (I3). An SPV is an entity created by a single or multiple organizations by transferring assets to the SPV with a specific goal or activity in mind (Carey & Stulz, 2007). By requesting financial resources in an SPV, the financial organization firstly has access to all the necessary data, which mitigates the barrier of due diligence. The organizations in a SPV are a single entity that requests financial resources; therefore the dependency barrier is mitigated.

The EC have formed several specialized investment funds, i.e. Circular Bio Economy Fund. The goal of such investment funds is to increase the flow of financial resources towards an investment focus (I3). The erection of a specialized fund for IS would dramatically reduce the financial barriers in the Innovation system. The specialization in IS investments would increase the overall knowledge on investing in IS solutions which would decrease the novelty barrier and knowledge barrier. As the fund would specialize in IS solutions the financial resources would be tailored to the needs of IS solutions. Therefore, the general amount of between € 5.000.000 and € 15.000.000 would not pose a barrier or would the long investment timeline.

The implementation of IS is a complex process involving many actors, many institutional contexts, and barriers (I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10, I11, I12). The financial barriers, due diligence, and dependency can be addressed by the application of intermediary organizations. The intermediary organization connects the relevant organizations for an IS project and provides data availability. The education of

intermediary organizations should focus on the specifics of IS projects combined with knowledge on the acquiring of financial resources for these projects.

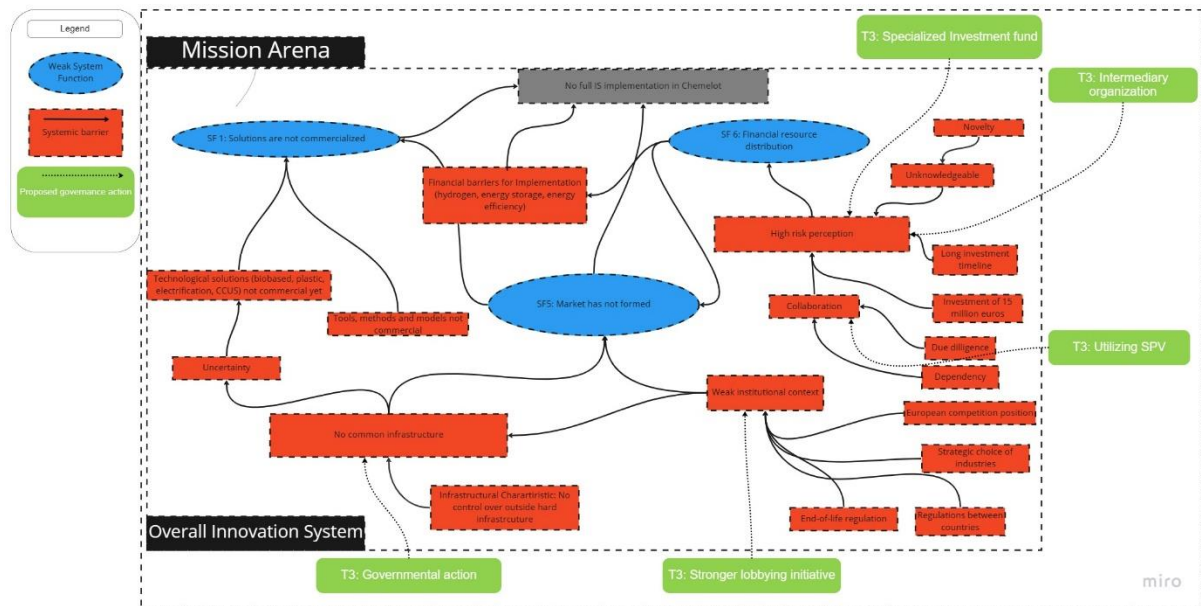


Figure 28: Proposed mission governance actions

6. Discussion

By extending the description of the public financial landscape in an innovation system, the goal was to create a better understanding of the public financial organizations, their resources, and the barriers on the innovation system and specifically the influence on the solutions within the innovation system. In line with Farla et al., (2012), Karhltorp (2017), Polzin (2016) and Dordi et al, (2020) the financial landscape is an essential resource and driver in an innovation system. For example, during the IUS project the Groene net, the actors and the institutions were aligned but the project was abandoned as the financial landscape did not provide financial resources. A problem in the case study was the subdevelopment of 5/12 proposed solutions. In order to further the development of these five solutions, the public financial organizations provide an abundance of financial resources which provides a necessary driver (Domenech et al., 2019; Sommer, 2020; Kosmol & Otto, 2020; Johnsen et al., 2015; Henriques et al., 2021). By providing a detailed description of the financial resources, the innovation system showed that the solutions were accessing financial resources until the implementation innovation phase. The financial barriers for the implementation innovation phase originated in the acquiring of financial resources (I3).

The separation of financial organizations in the innovation system provided this research with the identification of possible systemic barriers unknown in industrial symbiosis literature (Domenech et al., 2019; Sommer, 2020; Kosmol & Otto, 2020; Johnsen et al., 2015; Henriques et al., 2021). The

economic and financial barriers identified Domenech et al. (2019), Sommer (2020), Kosmol & Otto (2020), Johnsen et al. (2015), and Henriques et al. (2021) focus on the costs of IS, the availability to financial resources, the uncertainty of profitability and competitiveness, benefit sharing, and demand stability (Sommer, 2020; Johnsen et al., 2015; Neves et al., 2019; Domenech et al., 2019). While the barriers benefit sharing and demand stability still seem to be present, recent surge in raw material prices, abundance of financial resources, and institutional push have limited the other barriers (I4, I6, I9). Moreover, the barriers still present are perceived through the perception of the organizations implementing IS, not by the organizations financing IS. As I3 mentioned the resulting financial barriers can easily be overcome by requesting financial resources in an SPV.

The innovation system also included the infrastructural characteristics of a RIS. The financial competence of the actors in the innovation system is explained with these characteristics (Cooke, 1997). As the infrastructural characteristics are extracted from a regional innovation system, the infrastructural characteristics give an explanation for the influence the industrial actors have on the innovation system. For example, the Chemelot actors had no control over the hard infrastructures outside of their industrial site. By having no control over this hard infrastructure, the innovation system was severely hampered and created uncertainty amongst actors to develop solutions (I1, I2, I4, I6, I9). By including the infrastructural characteristic in the innovation system, origins of barriers are identified which otherwise would be unanswered.

The innovation system approach utilized the five MIS research steps from Wesseling & Meijerhof (2021). Wesseling & Meijerhof (2021) state that each mission is unique and can differ along different dimensions. The experimentation of introducing an industry mission instead of a societal mission builds upon the MIS literature. The result is that the MIS research steps can be utilized to analyze industry missions. This research had a strong focus on the development and diffusion of the technological and social solutions within an innovation system. The combination of a focus on solutions with the financial landscape uncovers the origins of the barriers for the solutions and if needed how to overcome the barriers in the innovation system.

The Chemelot case study also focused on chemical IS solutions. The technological solutions were identified by cross comparing Sommer (2020) and Scaler (2017) which both identified IS solutions for the process industries in general. Sommer (2020) and Scaler (2017) did not describe any social IS solutions. Chemelot has shown how the social solutions lead to a high energy efficiency and recovery of industrial heat on a cluster wide level which in turn results in an increased competitive advantage (I1, I2, I4, I6, I9). The inclusion of social solutions on Chemelot proves how social solutions play an important role in an innovation system.

6.1 Limitations and further research

In order to generate as much knowledge as possible from the interviewees, the choice was made to utilize semi-structured interviews. This choice can also create problems as semi-structured interviews leave room for interpretation and participation bias. The innovation system also includes a large amount of actors and actor groups (European Commission, 2021). To the result of time constraints twelve interviews could be conducted. Instead of interviewing one actor per actor category, this research decided to focus on three actor's groups: financial organizations, IS hub actors and Mission arena actors. This decision for these three actor's groups was based on the complexity of IS hubs (IS hub actors), the detailed analysis of the financial organizations (financial organizations), and the important governance role of the mission arena (mission arena actors) (Kosmol & Otto, 2020; Wesseling & Meijerhof, 2021). This was done as to ensure credibility and confirmability from interviews. If the innovation systems approach is performed again, all actor groups should be interviewed.

The MIS research steps by Wesseling & Meijerhof (2021) are designed to analyze a societal mission. This research utilized the MIS research steps to analyze an industry mission. From this case study, the results are positive. Experimentation on cases involving more industry missions is advised to evaluate the positive results. The research steps of the MIS have now been tested on the evaluating of a mission ex ante and tentatively evaluate ex ante by Wesseling & Meijerhof (2021). The application of the MIS research steps has not been tested to assess ex post the impact that previously implemented mission governance actions have had over time on the development of the innovation system. Further research should therefore focus on the application of the MIS research steps to a mission ex post.

The utilization of Wheesbee to find public financial resources is a novelty in innovation system research. Wheesbee proved to be a useful tool to build a database of financial resources. The tool provides other search options, i.e., patents, which can be utilized to gather data for other system functions. This research gathered data on public financial resources in a six-month timeframe.

The increased description of the financial landscape did not include the private financial organizations or financial resources. Public financial resources are utilized to create and shape new markets, which includes the development of the IS market (Mazzucato, 2018). Private financial organizations are shy when entering a new market because of the higher uncertainty surrounding the investments (Hargadon & Kenney, 2012; Marcus et al., 2013; Polzin, 2017). The private financial organizations were therefore excluded to increase the detail on the public financial landscape. However, in time when the IS market has matured the inclusion of the private financial organizations would be a valuable continuation of research.

Lastly, within the Chemelot cluster the social solutions, shared utility company and intermediary organization were already implemented (I1, I2, I4, I6, I9). The implementation of these solutions provides a significant competitive advantage in comparison to other industrial clusters in Europe as energy consumption and industrial heat recovery become very efficient (I4, I6, I9). Except for Chemelot, these solutions have only been implemented in PSHR in Germany (I2). In both cases have the solutions been developed because the industrial site was developed by a single company (I1, I2, I4, I6, I9). Further research on how these solutions can be developed on an industrial site without a single company developer, would supply the EC and literature with helpful information to increase the application of the solutions amongst industries.

7. Conclusion

The aim of this research was to analyze and understand how an innovation system approach with a more detailed analysis of financial organizations, their resources and their barriers could accelerate the diffusion and implementation of industrial symbiosis in the EU chemical industries. An analysis of 12 semi-structured interviews from relevant actors in the innovation system as well as an analysis on 58 regional, national, and European financial resources were utilized to perform an innovation system analysis. The Chemelot industrial cluster in Limburg was used as case study.

The application of an innovation system approach resulted in the identification of four systemic barriers that inhibit the diffusion and implementation of industrial symbiosis in the chemical industries in the EU.

The first systemic barrier results from the weak institutional context concerning IS. The regulation concerning end-of-life waste by-products, the regulations between countries, the strategic choice of industries, and the European competition position are barriers for organizations to implement IS. The second systemic barrier originates from the absence of common infrastructure in the region, multiplied by the lack of control over the infrastructure results in a standoff between organizations and the government. The third systemic barrier is the absence of commercialized solutions. The solutions are new and need time to develop. The drivers to develop the solutions are in place which means it takes time. The last systemic barrier concerns the financial barrier to implement a solution. The financial barrier originates not from the availability of financial resources but from miscommunications between actors.

An innovation system research approach is strengthened by a more detailed analysis of the financial landscape. The increased detail on financial organizations provides the opportunity to identify specific barriers that inhibit the innovation system from functioning which otherwise would not be perceived.

The increased focus on the financial resources and their intended solutions results in the identification of financial resource trends and financial barriers in the innovation system.

To conclude, this research aimed to accelerate the H4C mission to implement and diffuse industrial symbiosis in the chemical industries in Europe by applying an innovation system approach with a detailed analysis of the public financial landscape. As expected, the public financial landscape plays a crucial role in an innovation system by providing financial resources to organizations and technological or social solutions. By identifying systemic barriers, intervention points can be developed in order to overcome these barriers and accelerate the mission towards the full-scale implementation of IS.

Especially, when the innovation system analyzes a novelty such as industrial symbiosis. The effectiveness of an innovation system approach to assess a mission has been proven again by the identification of systemic barriers and providing intervention points to the systemic barriers. The transition towards a climate neutral earth and circular economy can overwhelm the people. However, policy makers and actors should remember that the application of an innovation system can always be utilized to give a fresh perspective on a situation.

8. References

'A new flagship initiative – Hubs for Circularity' Concept, (2021, April 14). European Commission - European Commission. Retrieved April 8, 2022, from https://ec.europa.eu/info/news/new-flagship-initiative-hubs-circularity-concept-opportunities-challenges-successful-implementation-2021-apr-14_en

ACR+. (n.d.). *ACR+*. Retrieved January 26, 2023, from <https://acrplus.org/en/about-acr/about-us>

Aggregate Trends of Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries in 2013-2020 | en | OECD. (n.d.). <https://www.oecd.org/finance/aggregate-trends-of-climate-finance-provided-and-mobilised-by-developed-countries-in-2013-2020-d28f963c-en.htm>

Aghion, P., Veugelers, R., & Serre, C. (2009). Cold start for the green innovation machine. Bruegel Policy Contribution 2009/12, November 23, 2009. *ECONSTOR*.

Ashton, W. (2008). Understanding the Organization of Industrial Ecosystems. *Journal of Industrial Ecology*, 12(1), 34–51. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2008.00002.x>

Behera, S. K., Kim, J. H., Lee, S. Y., Suh, S., & Park, H. S. (2012). Evolution of ‘designed’ industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-industrial Park: ‘research and development into business’ as the enabling framework. *Journal of Cleaner Production*, 29–30, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.02.009>

Bergek, A., Hekkert, M., Jacobsson, S., Markard, J., Sandén, B., & Truffer, B. (2015). Technological innovation systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 16, 51–64. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.003>

Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37(3), 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>

Boer, D. R. (2020). *Strengthening Industrial Heat Pump Innovation. Decarbonizing Industrial Heat | TNO Publications.* <https://repository.tno.nl//islandora/object/uuid:6094902d-a680-4861-82d9-3bf6e31a4548>

Boom-Cárcomo, E., & Peñabaena-Niebles, R. (2022). Analysis of the Development of Industrial Symbiosis in Emerging and Frontier Market Countries: Barriers and Drivers. *Sustainability*, 14(7), 4223. <https://doi.org/10.3390/su14074223>

Branca, T. A., Colla, V., Fornai, B., Petrucciani, A., Pistelli, M. I., Faraci, E. L., Cirilli, F., & Schröder, A. J. (2021). Current state of Industrial Symbiosis and Energy Efficiency in the European energy intensive sectors. *Matériaux & Techniques*, 109(5–6), 504. <https://doi.org/10.1051/mattech/2022014>

Brightlands | Chemelot Campus. (n.d.). Brightlands. <https://www.brightlands.com/en/brightlands-chemelot-campus>

Broad industry support for Delta Corridor project. (n.d.). Port of Rotterdam. <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/broad-industry-support-for-delta-corridor-project>

Bryman’s Social Research Methods (6th Revised edition). (2021). Athenaeum Uitgeverij.

Carey, M., & Stulz, R. M. (2007). *The Risks of Financial Institutions*. Amsterdam University Press.

CBE JU sets funding priorities for 2023 | Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU). (n.d.). <https://www.cbe.europa.eu/news/cbe-ju-sets-funding-priorities-2023>

Center, D. S. (2021, September 17). *Guide for Industrial Symbiosis facilitators*. Dansk SymbioseCenter. <https://symbiosecenter.dk/guide-for-industrial-symbiosis-facilitators/>

Chemelot Circular Hub. (2021). Circular Economy Action Plan : Chemelot Circular Hub's Transition Agenda. In *Chemelotcircularhub*. <https://www.chemelotcircularhub.com/sites/cch/files/2021-05/CEAP%20ENG%20final.pdf?token=spRa2DzxOQvYCetSmG-al1lacNaboz2PSt7ltlBE5jY>

Chemelot unfolds concrete plans for a climate neutral chemistry site in 2050. (n.d.). <https://www.chemelot.nl/news/chemelot-unfolds-plans-for-climate-neutral-site-in-2050>

Chertow, M., & Park, J. (2016). Scholarship and Practice in Industrial Symbiosis: 1989–2014. *Taking Stock of Industrial Ecology*, 87–116. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20571-7_5

Chertow, M. R. (2000). INDUSTRIAL SYMBIOSIS: Literature and Taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 313–337. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>

Chertow, M. R. (2008). “Uncovering” Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11–30. <https://doi.org/10.1162/jiec.2007.1110>

Chung, S. (2002). Building a national innovation system through regional innovation systems. *Technovation*, 22(8), 485–491. [https://doi.org/10.1016/s0166-4972\(01\)00035-9](https://doi.org/10.1016/s0166-4972(01)00035-9)

CIRCE - Centro Tecnológico. (2022, December 9). *WHAT IS CIRCE*. Circe. <https://www.fcirce.es/en/what-is-circe>

Circular economy. (n.d.). EIB.org. <https://www.eib.org/en/about/initiatives/circular-economy/index.htm>

Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. (2019). In <https://environment.ec.europa.eu>. https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en

Climate and Infrastructure Funds. (2022, May 5). <https://www.eif.org/InvestEU/climate-and-infrastructure-funds/index.htm>

Co-investment facilities. (n.d.). EIB.org. <https://www.eib.org/en/products/equity/coinvestment-facilities/index>

Cold start for the green innovation machine. Bruegel Policy Contribution 2009/12, November 23, 2009 - Archive of European Integration. (n.d.). <http://aei.pitt.edu/12219/>

Cooke, P. (2001). Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 945–974. <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.945>

Cooke, P., Gomez Uranga, M., & Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, 26(4–5), 475–491. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(97\)00025-5](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(97)00025-5)

corporate-body.EIB:European Investment Bank. (2020, June 5). *The EIB circular economy guide: supporting the circular transition*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/cffe38e5-a930-11ea-bb7a-01aa75ed71a1/language-en>

Credit enhancement for project finance. (n.d.). EIB.org. <https://www.eib.org/en/products/guarantees/credit-enhancement/index>

Debie, S. (n.d.). *Stimuleren Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++)*. RVO.nl. <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/sde>

DECHEMA | Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (2021, September 21). <https://dechema.de/>

Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+). (n.d.). RVO.nl. <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/dei>

Directe financiering. (n.d.). Invest-NL. <https://www.invest-nl.nl/financiering/directe-financieringen>

Domenech, T., Bleischwitz, R., Doranova, A., Panayotopoulos, D., & Roman, L. (2019a). Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe_ typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the Circular Economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 76–98. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.016>

Domenech, T., Bleischwitz, R., Doranova, A., Panayotopoulos, D., & Roman, L. (2019b). Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe_ typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the Circular Economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 76–98. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.016>

Domenech, T., & Davies, M. (2011). Structure and morphology of industrial symbiosis networks: The case of Kalundborg. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 10, 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.01.011>

D’Orazio, P., & Valente, M. (2019). The role of finance in environmental innovation diffusion: An evolutionary modeling approach. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 162, 417–439. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2018.12.015>

EBRD loans. (n.d.). <https://www.ebrd.com/work-with-us/project-finance/loans.html>

EBRD sector profile: equity. (n.d.). <https://www.ebrd.com/equity.html>

EIB. (n.d.). *Circular Economy Overview 2021*.

EIT Climate-KIC. (2020). S Y N E R G I E S O U T L O O K: List of 100 potential synergies to increase industrial resource sharing. In *Scaler*.

EIT RawMaterials. (2023, January 23). *EIT RawMaterials - Developing raw materials into a major strength for Europe*. EIT RawMaterials. <https://eitrawmaterials.eu/>

Energie-investeringsaftrek (EIA) voor ondernemers. (n.d.). RVO.nl. <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/eia/ondernemers>

Equity products. (2022, May 2). https://www.eif.org/InvestEU/equity_products/index.htm

EU Funding & Tenders Online Manual EU Funding Programmes 2021-2027. (2022). European Commission. Retrieved January 1, 2023, from https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUK Ewi636L3l6n8AhUVLOWKHSYpA1EQFnoECBwQAQ&url=https%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Finfo%2Ffunding-tenders%2Fopportunities%2Fdocs%2F2021-2027%2Fcommon%2Fguidance%2Fom_en.pdf&usg=AOvVaw3gJtkYdbakXnD9CwTUtwRy

Euresearch. (n.d.). *euresearch*. Retrieved January 20, 2023, from <https://www.euresearch.ch/en/our-services/inform/open-calls-137.html>

EUR-Lex - 32006R1013 - EN - EUR-Lex. (n.d.). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:32006R1013>

EUR-Lex - 32010L0075 - EN - EUR-Lex. (n.d.). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010L0075>

EUR-Lex - 32015L2193 - EN - EUR-Lex. (n.d.). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32015L2193>

European Commission - Joint Research Centre. (2019, January 2). *The Future of Cities*. European Commission. Retrieved October 18, 2022, from <https://urban.jrc.ec.europa.eu/thefutureofcities/urbanisation>

E.V., Z. (n.d.). *Home*. ZEDO. <https://www.zedo-ev.de/>

Fondsinvesteringen. (n.d.). Invest-NL. <https://www.invest-nl.nl/financiering/fondsinvesteringen>

Funds. (2021, April 15). Brightlands Venture Partners. <https://brightlandsventurepartners.com/funds/>

Gibbs, D. (2003). Trust and Networking in Inter-firm Relations: The Case of Eco-industrial Development. *Local Economy: The Journal of the Local Economy Policy Unit*, 18(3), 222–236. <https://doi.org/10.1080/0269094032000114595>

Guarantee products – calls for expression of interest. (2022, July 8). https://www.eif.org/InvestEU/guarantee_products_calls/index.htm

Gutiérrez-Sánchez, O., de Mot, B., Daems, N., Bulut, M., Vaes, J., Pant, D., & Breugelmans, T. (2022). Electrochemical Conversion of CO₂ from Direct Air Capture Solutions. *Energy & Fuels*, 36(21), 13115–13123. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.2c02623>

Hargadon, A. B., & Kenney, M. (2012). Misguided Policy? Following Venture Capital into Clean Technology. *California Management Review*, 54(2), 118–139. <https://doi.org/10.1525/cmr.2012.54.2.118>

Heeres, R., Vermeulen, W., & de Walle, F. (2004). Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons. *Journal of Cleaner Production*, 12(8–10), 985–995. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.02.014>

Hekkert, M. P., Janssen, M. J., Wesseling, J. H., & Negro, S. O. (2020). Mission-oriented innovation systems. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 76–79. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.11.011>

Henriques, J., Ferrão, P., Castro, R., & Azevedo, J. (2021). Industrial Symbiosis: A Sectoral Analysis on Enablers and Barriers. *Sustainability*, 13(4), 1723. <https://doi.org/10.3390/su13041723>

Holgado, M., Evans, S., Benedetti, M., Dubois, M., Li, Y., Morgan, D., Ferrera, E., Rossini, R., Baptista, A. J., Lourenço, E., Silva, E. J., & Estrela, M. A. (2018). MAESTRI Toolkit for Industrial Symbiosis: Overview, Lessons Learnt and Implications. *Sustainable Design and Manufacturing 2018*, 51–60. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04290-5_6

Home | Interreg Euregio Meuse-Rhine. (n.d.). <https://www.interregemr.eu/home-en>

Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy*, 35(5), 715–728. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.03.005>

Impact en SDGs. (n.d.). Invest-NL. <https://www.invest-nl.nl/over-ons/impact-en-sdgs?lang=nl>

Industrial Symbiosis Facilitator Key Study – INSIGHT. (n.d.). <https://www.insight-erasmus.eu/results/report-on-industrial-symbiosis-skills-competences-and-critical-knowledge/>

Inforegio - Just Transition Fund. (n.d.). https://ec.europa.eu/regional_policy/funding/just-transition-fund/just-transition-platform/opportunities_en

Innovation Fund. (2023, January 19). European Climate Infrastructure and Environment Executive Agency. https://cinea.ec.europa.eu/programmes/innovation-fund_en

Interreg VI - Grensregio. (n.d.). <https://www.grensregio.eu/over-interreg/interreg-vi>

Introducing the company | Covestro. (n.d.). Covestro AG. <https://www.covestro.com/en/company>

Investment Focus. (n.d.). ECBF. <https://www.ecbf.vc/investment-focus>

Investments in infrastructure and environmental funds. (n.d.). EIB.org. <https://www.eib.org/en/products/equity/infra-environment-funds/index.htm>

Jacobsen, N. B. (2008). Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark: A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1–2), 239–255. <https://doi.org/10.1162/108819806775545411>

Jefferson, M. (2008). Accelerating the transition to sustainable energy systems. *Energy Policy*, 36(11), 4116–4125. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.06.020>

Jensen, P. D. (2016). The role of geospatial industrial diversity in the facilitation of regional industrial symbiosis. *Resources, Conservation and Recycling*, 107, 92–103. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.11.018>

Johnsen, I. H. G., Berlina, A., & Lindberg, G. (2015). *The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions* (No. 978-91-87295-34–8).

Kang, H. S., Lee, J. Y., Choi, S., Kim, H., Park, J. H., Son, J. Y., Kim, B. H., & Noh, S. D. (2016). Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 3(1), 111–128. <https://doi.org/10.1007/s40684-016-0015-5>

Kosmol, L., & Otto, L. (2020). Implementation Barriers of Industrial Symbiosis: A Systematic Review. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://doi.org/10.24251/hicss.2020.741>

L_2018150EN.01010901.xml. (n.d.). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0851>

L_2018328EN.01008201.xml. (n.d.). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L2001>

Laura Nolan, L. (2020). Q U I C K G U I D E S: Helping industries increase efficiency through resource sharing. In *www.scalerproject.eu*. EIT Climate-KIC. Retrieved January 5, 2023, from <https://www.scalerproject.eu/wp-content/uploads/2020/02/SCALER-Quick-Guides.pdf>

LIFE close-to-market projects. (n.d.). European Climate Infrastructure and Environment Executive Agency. https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life/life-close-market-projects_en

LIFE programme 2021-2027. (n.d.). Welcomeurope. <https://www.welcomeurope.com/en/programs/life/>

LIOF. (n.d.-a). *BL-INC Program*. <https://liof.nl/fondsen-en-programmas/overige-programma-s/BL-INC-Program>

LIOF. (n.d.-b). *Business Innovation Program Food (BIPF)*. <https://liof.nl/fondsen-en-programmas/overige-programma-s/Business-Innovation-Program-Food-BIPF>

LIOF. (n.d.-c). *CIRCO Hub Limburg*. <https://liof.nl/fondsen-en-programmas/overige-programma-s/circo-hub-limburg-circo>

LIOF. (n.d.-d). *From Waste 2 Profit*. <https://liof.nl/fondsen-en-programmas/overige-programma-s/From-Waste-2-Profit>

LIOF. (n.d.-e). *From Waste 2 Profit*. <https://liof.nl/fondsen-en-programmas/overige-programma-s/From-Waste-2-Profit>

LIOF. (n.d.-f). *Limburg Startup Capital Fund*. <https://liof.nl/fondsen-en-programmas/Limburg-Startup-Capital-Fund>

LIOF. (n.d.-g). *Limburg Toekomstbestendig*. <https://liof.nl/limburgtoekomstbestendig>

LIOF. (n.d.-h). *Limburg Toekomstbestendig*. <https://liof.nl/limburgtoekomstbestendig>

LIOF. (n.d.-i). *Limburg Toekomstbestendig*. <https://liof.nl/limburgtoekomstbestendig>

LIOF. (n.d.-j). *MIT Zuid*. <https://liof.nl/en/Funds-and-Programs/Other-Programs/mit-zuid>

LIOF. (n.d.-k). *MIT Zuid*. <https://liof.nl/fondsen-en-programmas/overige-programma-s/mit-zuid>

LIOF. (n.d.-l). *Participatiefonds - financiering voor versterking eigen vermogen*. <https://liof.nl/fondsen-en-programmas/participatiefonds>

Lo, K. (2014). A critical review of China's rapidly developing renewable energy and energy efficiency policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 508–516. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.09.006>

Loans for the private sector. (n.d.). EIB.org. <https://www.eib.org/en/products/loans/private-sector/index.htm>

Loans for the public sector. (n.d.). EIB.org. <https://www.eib.org/en/products/loans/public-sector/index.htm>

Malerba, F. (2009). *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe* (1st ed.). Cambridge University Press.

Marcus, A., Malen, J., & Ellis, S. (2013). The Promise and Pitfalls of Venture Capital as an Asset Class for Clean Energy Investment. *Organization & Environment*, 26(1), 31–60. <https://doi.org/10.1177/1086026612474956>

Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955–967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>

Mazzucato, M., & Semieniuk, G. (2017). Public financing of innovation: new questions. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(1), 24–48. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grw036>

Mendez-Alva, F., Cervo, H., Krese, G., & Van Eetvelde, G. (2021). Industrial symbiosis profiles in energy-intensive industries: Sectoral insights from open databases. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128031. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128031>

MIA en Vamil voor ondernemers. (n.d.). RVO.nl. <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/mia-vamil/ondernemers>

Microsoft. (n.d.). *Microsoft Excel Spreadsheet Software | Microsoft 365*. <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/excel>

Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie (MOOI). (n.d.). RVO.nl. <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/mooi>

Mowery, D. C., Nelson, R. R., & Martin, B. R. (2010). Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work). *Research Policy*, *39*(8), 1011–1023. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.05.008>

Nemet, G. F., Zipperer, V., & Kraus, M. (2018). The valley of death, the technology pork barrel, and public support for large demonstration projects. *Energy Policy*, *119*, 154–167. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.008>

Neves, A., Godina, R., G. Azevedo, S., Pimentel, C., & C.O. Matias, J. (2019). The Potential of Industrial Symbiosis: Case Analysis and Main Drivers and Barriers to Its Implementation. *Sustainability*, *11*(24), 7095. <https://doi.org/10.3390/su11247095>

Nuboer, S. (2022, June 3). *Nationale Investeringsregeling Klimaatprojecten Industrie in de maak*. Egen.Green. <https://www.egen.green/nl/nieuws/nationale-investeringsregeling-klimaatprojecten-industrie-in-de-maak/>

NVivo. (2023, January 18). Lumivero. <https://lumivero.com/products/nvivo/>

Olmos, L., Ruester, S., & Liong, S. J. (2012). On the selection of financing instruments to push the development of new technologies: Application to clean energy technologies. *Energy Policy*, *43*, 252–266. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.001>

Oyelaran-Oyeyinka, B. (2006). Systems of Innovation and Underdevelopment. *Science, Technology and Society*, *11*(2), 239–269. <https://doi.org/10.1177/097172180601100201>

PNO Consultants - Leading in grants and innovation. (2022, December 30). PNO Consultants. <https://www.pnoconsultants.com>

Polzin, F. (2017). Mobilizing private finance for low-carbon innovation – A systematic review of barriers and solutions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *77*, 525–535. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.007>

Popp, D., Newell, R., & Jaffe, A. (2009). Energy, the Environment, and Technological Change. *NBER*. <https://doi.org/10.3386/w14832>

Profile of our Company. (n.d.). Covestro AG. <https://www.covestro.com/en/company/profile>

Programma JTF 2021-2027. (n.d.). Samenwerkingsverband Noord-Nederland. <https://www.snn.nl/strategie-en-programmas/jtf/Programma-jtf-2021-2027>

Programme 2021-2027. (n.d.). <https://www.nweurope.eu/programme-2021-2027/>

Provincie Limburg. (2020). *Circulaire Economie Limburg 2.0 : Beleidskader 2020-2023*. In *Provincie Limburg*. <http://www.limburg.nl/>

R&D Activities ». (2019, April 11). Innovation Engineering. <https://www.innovationengineering.eu/rd-activities/>

Rijksoverheid. (2016). A Circular Economy in the Netherlands by 2050: Government-wide Programme for a Circular Economy. In www.rijksoverheid.nl. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>

Rogge, K. S., & Reichardt, K. (2016). Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. *Research Policy*, 45(8), 1620–1635. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.04.004>

Scaler. (2017). Intermediaries & key enabling technologies. In www.scalerproject.eu. Scalerproject. <https://www.scalerproject.eu/wp-content/uploads/2019/07/Intermediaries-Technologies-SCALER-D2.1.pdf>

SCALER Reports – SCALing European Resources. (n.d.-a). <https://www.scalerproject.eu/resources/reports>

SCALER Reports – SCALing European Resources. (n.d.-b). <https://www.scalerproject.eu/resources/reports>

Silo, S. (n.d.). *Governments*. Invest International. <https://investinternational.nl/for-whom/governments/>

Silo, S. & Invest International. (n.d.). *Start-ups & SMEs*. Invest International. <https://investinternational.nl/for-whom/start-ups-smes/>

SINTEF Industry. (2023, January 19). SINTEF. <https://www.sintef.no/en/industry/>

Slob, M. (n.d.). *WBSO: fiscale regeling voor research en development*. RVO.nl. <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/wbso>

Sommer, K. H. (2020). Study and portfolio review of the projects on industrial symbiosis in DG Research and Innovation : Findings and recommendations. In *European Commission*.

Tether, B. S. (2002). Who co-operates for innovation, and why. *Research Policy*, 31(6), 947–967. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00172-x](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00172-x)

The H4C Europe consortium. (2022, November 10). Hubs4Circularity. <https://www.h4c-community.eu/the-h4c-europe-project/>

TNO. (n.d.). *TNO*. <https://www.tno.nl/nl/over-tno/missie-strategie/>

Transition, Lasthein, M. K., Lingås, D. B., Johansen, L. M., Baltic Industrial Symbiosis (project), & Transition (firma). (2021). *Guide for Industrial Symbiosis Facilitators*. Baltic Industrial Symbiosis.

TSE Industrie studies. (n.d.). RVO.nl. <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/tse-industrie-studies>

Venture debt. (n.d.). EIB.org. <https://www.eib.org/en/products/equity/venture-debt/index>

Versnelde klimaatinvesteringen industrie (VEKI). (n.d.). RVO.nl. <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/veki>

Vision on technology for a better world. (n.d.). VITO. <https://vito.be/en>

Walls, J. L., & Paquin, R. L. (2015). Organizational Perspectives of Industrial Symbiosis. *Organization & Environment*, 28(1), 32–53. <https://doi.org/10.1177/1086026615575333>

Wat is een ROM? (2022, December 15). <https://www.rom-nederland.nl/>

Water Europe. (n.d.). *Water Europe*. <https://watereurope.eu/>

Why ». (2022, October 21). Wheesbee. <https://www.wheesbee.eu/why/>

Wonglimpiyarat, J. (2011). The dynamics of financial innovation system. *The Journal of High Technology Management Research*, 22(1), 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2011.03.003>

Zhang, Y., Zheng, H., Chen, B., Su, M., & Liu, G. (2014). A review of industrial symbiosis research: theory and methodology. *Frontiers of Earth Science*, 9(1), 91–104. <https://doi.org/10.1007/s11707-014-0445-8>

9. Appendix

Appendix 1: Interview scheme

Interview scheme

- Thank you for your time
- Do I have permission to record this session?
- Introduce myself and the thesis/research aim

Introductory questions

1. Can you introduce yourself?
2. Are you familiar with IS or the H4C project?
 - Yes/no, please explain?
3. Can you describe your company/business model?

Content questions

4. What is X's vision to accelerate the implementation of the IS within the process industries?
5. What are the long-term goals of this vision?
6. How does X want to achieve these goals?
7. According to X, what are the (financial) barriers to implementing industrial symbiosis within the process industries?
8. How is X trying to overcome these barriers?
9. What financial resources is X making available/are available for this, from what purpose and for whom?
10. Does current national and European policy strengthen the implementation of industrial symbiosis?
11. Which (financial) organizations play an important role in implementing industrial symbiosis?
12. Are these organizations also involved in the process?
13. Is the European and Dutch market already ready for a circular economy and industrial symbiosis? Why not?
14. What technologies are utilized for IS?
15. Do you work collaborate with knowledge institutes?

Concluding questions

16. Is there any additional information that you could provide that would be of interest to this research?
17. Would you like to us to get in touch once the research is concluded to provide you with the outcome?
18. Are there other interesting organizations/persons that would be interesting for this research?

Appendix 2: Regional Financial Resources

Name of a financial scheme*	Financial Entity*	Financial instrument	Financing type*	Target group	Amount of funding*	Themes	Activities	Collaboration	Link
-----------------------------	-------------------	----------------------	-----------------	--------------	--------------------	--------	------------	---------------	------

Participatie Fonds	LIOF		Equity, Convertible loan	SME, large companies	5.000.000	biobased, hydrogen, plastic, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat	Implementation of innovative technology	No	(LIOF, n.d.)
Seed Fonds Limburg (SFL)	LIOF	Limburg Startup Capital Fund	Equity, Convertible loan	Startups, scaleups, SME	1.000.000	biobased, hydrogen, plastic, energy storage	Implementation of innovative technology	No	(LIOF, n.d.-a)
Limburg Vroege Fase Fonds (LVFF)	LIOF	Limburg Startup Capital Fund	convertible loan	Startups, Scaleups, SME	350.000	biobased, hydrogen, plastic, energy storage	Pilot and demonstration	No	(LIOF, n.d.-a)
CollectiefProject	LIOF	Limburg-Toekomstbestendig	Grants	Startups, Scaleups, SME	7.500.	biobased, hydrogen, plastic, energy storage	Basic R&D	No	(LIOF, n.d.-b)
AdviesProject	LIOF	Limburg-Toekomstbestendig	Grants,	Startups, Scaleups, SME	7.500	biobased, hydrogen, plastic, energy storage	Applied R&D	No	(LIOF, n.d.-c)
InnovatieProject	LIOF	Limburg-Toekomstbestendig	grants	Startups, scaleups, SME	500.000	biobased, hydrogen, plastic, energy storage	Pilot and demonstration	No	(LIOF, n.d.-d)
CIRCO Hub Limburg	LIOF	NA	grants	SME	NA	biobased, hydrogen, plastic	Basic Applied R&D R&D	Yes	(LIOF, n.d.-a)
Waste audit vouchers	LIOF/interreg EMR	From Waste 2 Profit	Grants	SME	2500	biobased, hydrogen, plastic	Basic R&D	No	(LIOF, n.d.-b)
Waste optimisation project	LIOF/interreg EMR	From Waste 2 Profit	Grants	SME	40.000	biobased, hydrogen, plastic	Implementation of innovative technology	No	(LIOF, n.d.-c)
Feasibility Project	LIOF	MIT Zuid	Grants	SME	20.000.	biobased, hydrogen, plastic	Pilot and demonstration	No	(LIOF, n.d.-h)
R&D Collaboration	LIOF	MIT Zuid	Grants	SME	350.000	biobased, hydrogen, plastic, electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat	Basic Applied R&D R&D	Yes	(LIOF, n.d.-i)
Business Innovation Program Food (BIPF)	LIOF	NA	grant	Startups, SME	NA	biobased	Basic R&D	No	(LIOF, n.d.-a)
BLINC Program	LIOF	NA	grant	Startups, scaleups, SME	NA	biobased	Basic Applied R&D R&D	Yes	(LIOF, n.d.-a)

BVP Fund IV	Brightlands Venture partners	NA	equity	Startups, scaleups	2.000.000	biobased, hydrogen, plastic	pilot and demonstration Implementation of innovative technology	Not essential but possible	(Funds, 2021)
Chemelot Ventures	Brightlands Venture partners	NA	equity	Startups, scaleups	2.000.000	biobased, hydrogen, plastic	Pilot and demonstration Implementation of innovative technology	Not essential but possible	(Funds, 2021)

Appendix 3: National financial resources

Name	Financial Entity	Financial instrument	Financing type*	Target group	Amount of funding	Themes or sector	Activities	Collaboration	Source
SDE++	RVO	NA	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO), Non profit organization	Subsidy	electrification, CCUS, energy storage, energy efficiency	Implementation of innovative technology	Not essential but possible	(Debie, n.d.)
TSE industry studies	RVO	NA	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies	€ 2.000.000	Biobased, hydrogen, plastic, industrial heat, electrification, CCUS	Applied R&D	Not essential but possible	(TSE Industrie Studies, n.d.)
VEKI	RVO	NA	grants	midcaps, SME, large companies	15.000.000	Biobased, hydrogen, plastic, energy efficiency, infrastructure	Implementation of innovative technology	No	(Versnel de Klimaatinvesteringen Industrie (VEKI), n.d.)
NIKI	RVO	NA	grants	SME, midcaps, large companies	NA	biobased, hydrogen, plastic, electrification, infrastructure	pilot and demonstration, Implementation of innovative technology	No	(Nuboer, 2022)
EIA	RVO	NA	subsidy	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, Non profit organization, Research and technology organization (RTO), public authorities	Subsidy	biobased, hydrogen, plastic, industrial heat, energy efficiency	Implementation of innovative technology	No	(Energie - investeringsoftrekk (EIA) Voor Ondernemers, n.d.)
MIA/VAMIL	RVO	NA	subsidy	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO), Non profit organization	Subsidy	biobased, hydrogen, plastic, industrial heat, CCUS	Implementation of innovative technology	No	(MIA En Vamil Voor Ondernemers, n.d.)

WBSO	RVO	NA	subsidy	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies	Subsidy	biobased, hydrogen, electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat	Basic R&D, Applied R&D	No	(Slob, n.d.)
DEI+	RVO	NA	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies	15.000.000	biobased, hydrogen, plastic, CCUS, infrastructure, energy efficiency, energy storage	pilot and demonstration	Yes	(Demonstratie Energie-En Klimaatinnovatie (DEI+), n.d.)
MOOI	RVO	NA	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies	4.000.000	Biobased, hydrogen, plastic, electrification, industrial heat	Basic R&D, Applied R&D	Yes	(Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling En Innovatie (MOOI), n.d.)
Direct investment InvestNL	InvestNL	NA	Public loan, convertible loan, equity	SME	50.000.000	Biobased, hydrogen, plastic, electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat	implementation of IS model, Implementation of innovative technology	Yes	(Directe Financiering, n.d.)
Fund investment InvestNL	InvestNL	NA	Public loan	Financial intermediary	25.000.000	biobased, hydrogen, plastic, electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat	Implementation of innovative technology, implementation of IS model	Yes	(Fondsinvestering, n.d.)

Appendix 4: European financial resources

Name of financial scheme	Financial Entity*	Financial instrument	Financing type*	Target group	Amount of funding*	Themes or sector	Activities	Collaboration	Source
Circular Biobased Europe Joint Undertaking	CBEJU	NA	grants	SME, large companies, SME, Research and technology organization (RTO)	10.000.000	biobased	Basic R&D, Applied R&D, pilot and demonstration, Implementation of innovative technology	Not essential but possible	(CBE JU Sets Funding Priorities for 2023 Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU), n.d.)
InvestEU Equity product	EIF	Invest EU	equity	Financial intermediary	NA	energy efficiency, industrial heat, biobased, hydrogen, plastic	Basic R&D, Applied R&D, pilot and demonstration, Implementation of innovative technology, Implementation of innovative technology, implementation of IS model	Not essential but possible	(Equity Products ,2022)
InvestEU Guarantee product	EIF	Invest EU	Guarantee	Financial intermediary	7.500.000	energy efficiency, industrial heat, biobased, hydrogen, plastic	Basic R&D, Applied R&D, pilot and demonstration, Implementation of innovative technology, Implementation of innovative technology, implementation of IS model	Not essential but possible	(Guarantee Products – Calls for Expression of

									Interest, 2022)
InvestEU climate and infrastructure funds	EIF	Invest EU	equity	Financial intermediary	NA	Biobased, hydrogen, plastic, electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat, infrastructure	implementation of IS model	Not essential but possible	(Climate and Infrastructure Funds, 2022)
European Circular Bioeconomy Fund	ECBF	NA	equity	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies	10.000.000	biobased	pilot and demonstration	Not essential but possible	(Investment Focus, n.d.)
EIB Investments in Infrastructure and environmental funds	EIB	NA	Public loan, equity	Financial intermediary	200.000.000	infrastructure	implementation of IS model	Not essential but possible	(Investments in Infrastructure and Environmental Funds, n.d.)
Loans for the public sector	EIB	NA	Public loan	public authorities	50.000.000	Biobased, hydrogen, plastic, electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat, infrastructure	implementation of IS model	Not essential but possible	(Loans for the Public Sector, n.d.)
Loans for the private sector	EIB	NA	Public loan	large companies, midcaps, Special Purpose Vehicle (SPV)	50.000.000	Biobased, hydrogen, plastic, electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat, infrastructure	implementation of IS model	Not essential but possible	(Loans for the Private Sector, n.d.)
Venture debt	EIB	NA	Public loan	SME, midcaps	50.000.000	Biobased, hydrogen, plastic, electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat, infrastructure	Implementation of innovative technology	Not essential but possible	(Venture Debt, n.d.)
Credit enhancement for project finance	EIB	NA	guarantees	Special Purpose Vehicle (SPV)	200.000.000	infrastructure	implementation of IS model	Not essential but possible	(Credit Enhancement for Project Finance, n.d.)
Equity	EBRD	NA	equity	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO)	200.000.000	electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat, infrastructure	implementation of IS model	Not essential but possible	EBRD sector profile: equity
Loans for larger projects	EBRD	NA	Public loan	large companies	25.000.000	electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat, infrastructure	implementation of IS model	Not essential but possible	(EBRD Loans, n.d.)
HORIZON-CL5-2024-D3-02-11: CCU for the production of fuel	European Commission	Horizon	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO), Non profit organization	7.000.000	CCUS, energy efficiency, energy storage	pilot and demonstration	No	(Euresearch, n.d.)
HORIZON-CL4-2023-TWIN-TRANSITION-01-42: Circular economy in process industries: Upcycling large volumes of secondary resources (Processes4Planet partnership) (RIA)	European Commission	Horizon	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO), Non profit organization	12.000.000	Biobased, hydrogen, plastic,	pilot and demonstration	No	(Euresearch, n.d.)
HORIZON-CL5-2023-D4-01-06 Integration of renewable heat or industrial waste heat in heat-to-cold conversion systems to generate cold for industrial processes	European Commission	Horizon	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO), Non profit organization	10.000.000	industrial heat	pilot and demonstration	No	(Euresearch, n.d.)

HORIZON-CL4-2024-TWIN-TRANSITION-01-38: Hubs for circularity for industrialised urban peripheral areas (Processes4Planet partnership) (A)	European Commission	Horizon	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO), Non profit organization	20.000.000	Biobased, hydrogen, plastic	pilot and demonstration	No	(Euresearch, n.d.)
HORIZON-CL4-2023-TWIN-TRANSITION-01-37: Hubs for circularity for near zero emissions regions applying industrial symbiosis and cooperative approach to heavy industrialized clusters and surrounding ecosystems	European Commission	Horizon	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO), Non profit organization	20.000.000	Biobased, hydrogen, plastic	pilot and demonstration	No	(Euresearch, n.d.)
2.2.1 Specifieke doelstelling B1: het bevorderen van energie-efficiëntie en het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen	ERDF	Interreg Vlaanderen - Nederland	grants	SME, Research and technology organization (RTO), public authorities	Not yet available	energy efficiency, infrastructure	pilot and demonstration	Yes	(Interreg VI - Gensregio, n.d.)
2.2.1 Specifieke doelstelling A1: De ontwikkeling en het versterken van de onderzoeken en innovatiecapaciteit en de invoering van geavanceerde technologieën	ERDF	Interreg Vlaanderen - Nederland	grants	SME, Research and technology organization (RTO)	Not yet available	electrification, energy storage, energy storage, energy efficiency	pilot and demonstration	Yes	(Interreg VI - Gensregio, n.d.)
Specifieke doelstelling B5: Het bevorderen van de overgang naar een circulaire en hulpbron-efficiënte economie	ERDF	Interreg Vlaanderen - Nederland	grants	SME, Research and technology organization (RTO), public authorities	Not yet available	Biobased, hydrogen, plastic	pilot and demonstration	Yes	(Interreg VI - Gensregio, n.d.)
2.2.3. Specific objective: 2.vi. Promoting the transition to a circular and resource efficient economy	ERDF	Interreg Euregio MeuseRhine	grants	SME, Research and technology organization (RTO), public authorities	Not yet available	Biobased, hydrogen, plastic	pilot and demonstration	Yes	(Home / Interreg Euregio MeuseRhine, n.d.)
2.2.1. Specific objective: 1.i. Developing and enhancing research and innovation capacities and the uptake of advanced technologies	ERDF	Interreg Euregio MeuseRhine	grants	SME, Research and technology organization (RTO)	Not yet available	Biobased, hydrogen, plastic	pilot and demonstration	Yes	(Home / Interreg Euregio MeuseRhine, n.d.)
2.2.1 Specific Objective 2.6 - Promoting the transition to a circular and resource efficient economy.	ERDF	Interreg NWE	grants	SME, Research and technology organization (RTO), public authorities	Not yet available	Biobased, hydrogen, plastic	pilot and demonstration	Yes	(Programme 2021-2027, n.d.)
JTF-Zuid-Limburg	European Commission	JTM	grants	Startups, scaleups, SME, large companies, Research and technology organization (RTO)	5.000.000	Biobased, hydrogen, plastic, infrastructure, electrification, energy storage, energy efficiency	Basic R&D, Applied R&D, pilot and demonstration, Implementation of innovative technology, implementation of IS model	yes	(Programma JTF 2021-2027, n.d.)
JTM PSLF	European Commission	JTM	equity, Public loan	public authorities	4.000.000	infrastructure	implementation of IS model	No	(Inforegio - Just Transition Fund, n.d.)
2.1.2. Circular Economy and the Environment SIP	European Commission	LIFE	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO), Non profit organization	20.000.000	Biobased, hydrogen, plastic	implementation of IS model	Yes	(LIFE Programme 2021-2027, n.d.)
2.1.2. Circular Economy and the Environment SAP	European Commission	LIFE	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO)	6.000.000	Biobased, hydrogen, plastic	pilot and demonstration	Yes	(LIFE Programme 2021-2027, n.d.)
LIFE close-to-market projects	European Commission	LIFE	grant	Startups	NA	Biobased, hydrogen, plastic, energy efficiency, industrial heat	Implementation of innovative technology	Yes	(LIFE Close-to-market Projects, n.d.)

Applications for large-scale projects	European Commission	Innovation Fund	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO), Non profit organization	157.000.000	electrification, energy storage, industrial heat, electrification, CCUS, infrastructure	pilot and demonstration, Implementation of innovative technology, implementation of IS model	Yes	(Innovation Fund, 2023)
Applications for small-scale projects	European Commission	Innovation Fund	grants	Startups, scaleups, SME, midcaps, large companies, public authorities, Research and technology organization (RTO), Non profit organization	7.500.000	Biobased, hydrogen, plastic, electrification, energy storage, CCUS, energy efficiency, industrial heat	pilot and demonstration, Implementation of innovative technology, implementation of IS model	Yes	(Innovation Fund, 2023)
Invest International-SME	Invest International	NA	Public loan	SME	4.000.000	Biobased, hydrogen, plastic	Implementation of innovative technology	Not essential but possible	(Silo & Invest International, n.d.)
Invest International-Governments	Invest International	NA	Public loan	public authorities	60.000.000	infrastructure	implementation of IS model	Not essential but possible	(Silo, n.d.)

Appendix 5: Diagnostic questions

MIS research step	Diagnostic questions
1. Problem-solution diagnosis	How do different societal problems and ‘wants’ relate to the mission? What technological and social solutions are relevant to the mission? How radically innovative are these solutions, and what is their state of technical and market development
2. Structural analysis	What actors are part of the mission arena and contribute to (a) the mission formulation, (b) mobilizing other MIS components in pursuit of the mission, and (c) the continued governance of the mission? What actors, networks, institutions, and materiality support the development and diffusion of the mission’s solution, including the phasing out of harmful goods and practices? How does the mission arena align with existing formal and informal institutional structures related to the mission?
3. System Functions	SF1: Entrepreneurial activities Are experiments to develop existing and new solutions conducted fast enough to complete the mission? Is production capacity created fast enough?

SF2:	Knowledge development	Is sufficient knowledge developed to understand the societal problem and the harmful effects of innovative goods and practices?
		Is knowledge to develop existing and new solutions created fast enough to complete the mission?
		Is knowledge created to help actors to unlearn practices harmful to the mission sufficiently rapidly?
SF3:	Knowledge diffusion	Is knowledge about the societal problem diffused sufficiently to formulate a broadly supported, clear, time-bound and ambitious mission?
		Is knowledge to develop and use solutions diffused amongst all stakeholders sufficiently rapidly to complete the mission?
SF4:	Providing directionality	Have the governance structures been set up to establish an influential and well-embedded mission arena, in which different stakeholder interests are reflected, to direct and help mobilize the overall MIS?
		Is an inside/political or outside/managerial governance approach taken?
4A:	Problem directionality	Do stakeholders prioritize the mission's societal problems and framework conditions in relation to other societal problems and demands?
4B:	Solution directionality	Do stakeholders know what solutions are necessary to complete the mission (both innovative solutions and phasing-out of old practices and technologies)?
		Do stakeholders agree on what the necessary solutions are, or do they agree that they do not know all necessary solutions yet?
		What solution directions are currently being prioritized over others, and by what system structures or system contextual factors?
		Is a dominant set of solutions emerging?
		Do stakeholders sufficiently recognize and exploit the interdependencies between different solutions?
4C:	Reflexive governance	Is the mission's progress monitored transparently (e.g., by a dedicated taskforce) and is the MIS on track to meet the mission?
		If not, have sufficient measures been taken to catch up?
		Is the impact and relevance of the mission governance actions regularly evaluated and, if necessary, are they adequately redesigned?
		Does multi-stakeholder deliberation take place to assess whether the mission still adequately captures a pressing societal problem?
		If it does not, is progress being made towards reorienting the mission?

SF5:	Market formation and destabilization	Do formal or informal policies support the sufficiently rapid diffusion of innovative solutions and the phasing out of harmful technologies and practices to complete the mission?
		Do stakeholders adopt the solutions sufficiently rapidly?
		Do stakeholders abandon harmful practices and technologies sufficiently rapidly?
SF6:	Resources (re)allocation	What financial actors are active in the innovation system?
		What are the relevant public funding resources? (Loan guarantee, grants, equity, subsidy, debt)
		What are the private relevant finance resources? (Debt, equity, loan guarantee)
		How much of solutions is financed/what percentage of a solution is financed?
		What are the specifics/criteria of the financial resources? (Example what TRL's)
		What are the criteria to access the financial resources?
		What innovation phases do the solutions have to have to be eligible? (R&D, demonstration, commercial or pilot)
		What organizations are responsible for the financial resources?
		What public/private funds/finance have already been granted or used for the MIS system?
		Are there plans to build financial resources for the implementation of IS in the future?
		Are there still funding/finance opportunities for technologies that oppose the implementation of IS?
		What costs are associated with the implementation of IS?
		Is the implementation of IS profitable for all parties? Yes/no, what are the reasons?
		What kind of organizations? W What opportunities?
		Have resources been withdrawn from harmful practices and technologies to stop their continuation?
SF7:	Creation and withdrawal of legitimacy	Do stakeholder groups and the public vocally support the mission's societal problem and solutions?
		Do stakeholders attempt to generate more support from the public or from other actors for the mission's societal problem and solutions (including lobbying to withdraw actors' support for harmful practices and technologies)?

Appendix 6: Nvivo codes

Codes
Driver IS
Person and organization
Campus
History DSM
Functioning site
Collaboration process
Vision
SF 1 Entrepreneurial activities
SF 2 Knowledge development
Knowledge created to unlearn harmful practices for the mission
history IS knowledge
What knowledge
Knowledge for solutions
Sufficient knowledge developed to understand the problem
SF 3 Knowledge diffusion
SF 4 Providing directionality
4A problem directionality
4B Solution directionality
4C Reflexive governance
Are there evaluation, monitoring, impact assessment procedures
SF 5 Market formation and destabilization
SF 6 Resource allocation
barriers
Financial solutions
How can the hub be financed

Codes
Investment focus
What are private finance resources
What are relevant public funding sources
What criteria are relevant to use financial resources
SF 7 Creation and withdrawal of legitimacy
Solutions
Social solutions
Technological solutions
Structural analysis
Actors
Chemelot
Institutions
What institutions are important but not there
What institutions are there
Urban IS
What is needed for H4C success

Appendix 7: Transcribed interviews

Interview 1: Joris de beer, Merijn Wetzels DSM

Joris

Mijn naam is joris de beer en ik ben verantwoordelijk voor onder andere land en real estate wat we hebben in Nederland. Maar het land is vooral de Chemelot site. En daarmee dus dicht betrokken bij het hele chemelot eco systeem. Ik werk dus ook veel met Loek radix.

Jan

Het chemelot cluster is ontstaan door DSM toch?

Joris

DSM is natuurlijk de staats mijnen. Daar stond DSM voor. We zaten in de mijn industrie. De grootste mijn in NL was de maurits mijn. Ook de grootste in Europa. De maurits mijn is de locatie waar nu de chemelot mijn gevestigd is. Bij de mijnbouw kwam er gas vrij en dat was de aanleiding om ook in de chemie te gaan. Met dat gas werden meststoffen geproduceerd. Met het sluiten van de mijnen in de tweede helft van de 60tiger jaren werd er grootschalig geïnvesteerd in de chemelot site. Met als bedoeling werkgelegenheid te creëren voor voormalig mijnindustrie medewerkers. Dat is de chemelot site die er nu is. Dat was allemaal van DSM zowel de grond, infrastructuur en alle installaties en R&D activiteiten. Vanaf 2002 is er een groot desinvestering programma gestart binnen DSM. We hebben feitelijk alle fabrieken verkocht aan derden. We hebben een campus opgestart met de universiteit Maastricht en de provincie limburg. Dat is de brightlands chemelot campus waar DSM 1 derde aandeelhouder van is. En we zijn eigenaar van de grond.

Jan

Dus alleen eigenaar van de grond en dus helemaal geen fabrieken meer?

Joris

We hebben nog een paar fabrieken maar die gaan met de verkoop van DSM engineering materials weg. Dat is de verkoop van onze engineering plastic business. Die fabrieken gaan dus over naar een andere eigenaar en dat zal ergens in de eerste helft van 2023 plaatsvinden.

Jan

Wat was de reden voor het vertrek van het chemelot cluster?

Joris

De reden is niet zozeer dat wij vertrekken van het chemelot cluster. De reden is dat de strategische herorganisatie die DSM doorstaan heeft waarbij we ons veel meer op gezondheid, voeding en biowetenschappen gaan toeleggen. Dat is de aanleiding om vanaf 2002 al allerlei fabrieken te verkopen. Die fabrieken liggen wereldwijd. We spraken net even over engineering materials die hebben fabrieken in azie en europa. Die gaan met de verkoop mee. Door die businesses te verkopen zijn er stukken op de site telkens verkocht. En nu is het een multitenant site. En voorheen was het een monosite. Er zitten ongeveer 60 fabrieken op en ongeveer 200 bedrijven actief. Daar werken zo'n 8000 mensen elke dag.

Jan

De fabrieken werken samen met het idee dat het 1 site was. Hoe kan dit systeem blijven bestaan wat is daar voor nodig?

Merijn

Op chemelot is een samenwerkingsverband ook op het gebied van acquisitie. Ook in het kader van het ontwikkelen van nieuwe en bestaande bedrijven. We zoeken natuurlijk naar bedrijven die passen binnen het ecosysteem maar ook die gebruik kunnen maken van reststromen van een ander. De ontwikkeling waarmee DSM toendertijd de site ontwikkelt heeft en vanuit de reststromen andere fabrieken opgezet. Dat blijft nu eigenlijk in stand doordat we in samenwerkings relaties juist op zoek gaan naar bedrijven die ook weer in de ontwikkeling passen. En die nu ook passen in onze strategie om in 2050 Co2 neutraal te produceren.

Jan

Dus als jullie op zoek gaan naar nieuwe partijen kijken jullie we hebben deze restroom wie past daar dan bij of word er ook actief gezocht?

Merijn

Er word natuurlijk actief gezocht andersom werkt het natuurlijk ook. Als we kijken naar bedrijven die nu werken met fossiele grondstoffen voor hun productie process te voeden. Word er ook gezocht naar bedrijven die juist die non fossil grondstoffen kunnen produceren. Een groot project waar we nu op de chemelot mee bezig zijn is RWE. Die produceren groene waterstof wat eigenlijk een onderdeel is van de chemisch processen die nu op de site geproduceerd worden. Die fossiele grondstoffen gebruiken om tot die waterstof te komen. Het is zowel een integratie aan de voorzijde als aan de achterzijde.

Jan

Wordt er ook gedacht om samen te werken met een stad of wijk?

Merijn

Er is een project geweest in het verleden. Ik weet niet of het nog bestaat of loopt maar er zijn projecten geweest hoer gekeken kan worden hoe chemelot op stadswarmte aangesloten kan worden. Door het gebruik van restwarmte. Maar volgens mij is het financieel niet haalbaar gebleken om dat te realiseren.

Joris

Dat heeft twee redenen. De aansluitingen bij onze fabrieken zijn al gemaakt om te gebruiken voor stadswarmte. Maar de gemeente eigenaar van het bedrijf dat die stadsverwarming in handen heeft mpet wel een connect maken naar die fabrieken. En daar is geen geld voor. De fabrieken zijn bereid mee te werken aan het afstand doen van hun restwarmte. Ook het feitelijk niet doen. Maar het transport van de restwarmte van de fabrieke naar de woningen.

Dat is waar de gemeente te lead moet nemen. En daar hinkt de gemeente tegen aan door de grote kosten.

Joris

Jan we moeten nog even 1 stapje terug. DSM was vroeger 100% eigenaar van alle installaties die erop stonden. Destijds ie er heel erg gekeken van welke producten produceren we met fabriek 1 en kunnen we vervolg trein erop zetten. Dus alle producten en de daarbij horende bijproducten die vrijkwamen zijn weer andere fabrieken aan gekoppeld. Dat maakt het enorm efficiënt. We hebben daarom een hele hoge integratie graat. De acquisitie nu waar merijn voor verantwoordelijk is die is echt gericht op circulariteit. Dus wat moeten we als site gaan doen om de hele energie mogelijk te maken. Wat moeten we doen om dat te realiseren. Dat is een ander concept en een andere benadering van wat we in het verleden met DSM gevolgd is om alle restproducten en bijproducten die waarde hadden om die vervolgens weer te koppelen aan andere fabrieken. Daardoor is er nu een prima ecosysteem op de site. Maar sinds 2015, 2016 zijn we echt helemaal gericht op acquisitie die gericht is op circulariteit om een klimaat neutraal systeem op chemelot te creëren.

Jan

Wat is er tot nu toe gebeurd om het circulair te maken? Wat voor bedrijven of technologieen?

Merijn

Er zijn twee hoofdstromen: aardgas en nafta. Als je kijkt naar de nafta kant is er een project gerealiseerd waarna ze vanuit waste plastics. We maken uit die nafta allerlei kunststof producten en die kunststoffen eindigen op een gegeven moment weer als afval op de markt. Dat is een project waardoor die kunststoffen doormiddel van een chemisch proces, een pyrolyse proces, weer terug gebracht word tot een soort olie. Die olie wordt vervolgen gezuiverd door een hydrageer proces. Dan worden er allerlei vervuilingen uitgehaald die toegevoegd waren aan die kunststoffen. Eindelijk word die olie weer terug gebracht in de fabriek waardoor je dus eigenlijk een heel circulair proces krijgt. Van het maken van kunststof uit fossiele stukken en weer terug gaat naar de oorspronkelijke grondstof. Dat project word op dit moment gerealiseerd op de chemelot site. En het groene waterstof project waar ik het net over had. Daar word waterstof uit huishoudelijk afval gemaakt. Dat is ook een van de projecten die op de site lopen. Dat soort processen moet je je voorstellen.

Jan

Werken jullie alleen in dit soort projecten of met wat voor partijen?

Merijn

Dat zijn hele grote netwerken met allerlei instanties die samen werken. Maar ook na te denken over hoe die transitie op de chemelot er eigenlijk uit moet zien. Dat zijn natuurlijk allerlei samenwerkingen verbanden met de universiteit en brightlands, provincie, TNO, DSM, chemelot site, sidecheck, of andere bedrijven die daarin actief zijn. En die gezamenlijk op zoek zijn naar een weg die het beste is.

Jan

‘Worden er dan ook startups of Mkb’ers in betrokken?’

Merijn

De campus is dus een innovatie campus waar juist de doelstelling is om vanuit de combinatie van de triple helix startups te ontwikkelen in volwaardige bedrijven. Daar zit de samenwerking. En op de site gaat het, als je het hebt over grotere investeringen zijn dat vaak al volwaardige bedrijven zijn die zoiets investering doen maar dat kunnen ook bedrijven zijn die hun eerste commerciële plant gaan ontwikkelen. En er juist voor kiezen vanwege het ecosysteem voor de chemelot site.

Joris

Voor de site users, maken we altijd onderscheid tussen het industriële park daar staan de grootschalige fabrieken en de campus (dat is voor startups en scale ups), en de bedrijven op het industriële park hebben vaak een entiteit op die campus waar ze R&D uitvoeren. Er zit een stevige connect tussen het industriële park en de campus. Wat helemaal ideaal zou zijn als een nieuwe startup zich vestigt op de campus die vervolgens succesvol processen opschaaft en die vervolgens doorverhuist naar het industriële park. Daar zijn we een paar keer dicht tegen aan geweest maar tot nu toe is het nog niet gelukt.

Jan

Waarom is dat niet gelukt dan?

Joris

Het is wel gelukt maar ze hebben een andere locatie gekozen dan chemelot. Om allerlei redenen. Dat heeft heel veel te maken met de beschikbaarheid van geld. Als de ene provincie voor een site meer geld heeft ter beschikking stelt dan dat wij dat kunnen. Dan heb je kans dat bedrijven ervoor kiezen die op de brightlands chemelot campus opgestart is. Dat als de stap naar industriële productie gaat maken dat ze kiezen voor een andere locatie. Dat is bij

Avantium gebeurd. De proeffabriek van Avantium staat bij ons op de campus. Maar avantium heeft gekozen om haar fabriek in delfzijl haar commercial plant te bouwen.

Jan

Over de IS projecten, hoe worden die gefinancierd?

Merijn

Het zal altijd een combinatie zijn. Dat is afhankelijk of er al een groot bedrijf achter staat. Het zal een combinatie zijn van verschillende financieringen. Wij helpen wel mee om het financieel haalbaar te maken maar de financiering van het project is natuurlijk voor de initiatief nemende partij.

Jan

Stimuleert het Europese of NL beleid IS of juist niet?

Joris

Definieer IS?

Jan

Ik definieer het als het hergebruik van reststromen door partijen.

Joris

Waar we erg op duwen op is het zogenaamde delta corridor. Het is buisleiding tussen Rotterdam, venlo en het duitse achterland. Maar ook van Venlo naar chemelot. Zoals de plannen er nu voor staan is dat er vier grondstoffen door heen gaan: LPG, Bio propeen, waterstof, CO2. Je zou het ook kunnen uitbreiden. Je vraagt wat houdt je tegen? Dat is een vrij kostbare investering om die aan te leggen. Hoe kunnen we nou de connect uit venlo en chemelot financieren. Dat is een kip ei verhaal. Als die connect er niet komt dan zal de grondstoffen en energie transitie heel lastig zijn. Komt die er dan word het vrij makkelijk. Het is een soort randvoorwaarde om de transitie mogelijk te maken. Partijen kijken naar chemelot en waar kijken naar de overheid. Want ja dit is gewoon common infrastructure, algemeen goed, infrastructuur. We kunnen het gewoon niet betalen. De bedrijven krijgen niet de handen op elkaar om daar een investering in te doen en de overheid zal hier voorop moet lopen. Als je het eenmaal hebt ga je het wel gebruiken. Maar als het er niet is en je vraag op voorhand commitment dat er niet gaat komen. Dan gaat die randvoorwaarde dus niet vervuld worden. Wat verwacht je van een overheid dat die een randvoorwaarde creëert voor die hele transitie. Om die transitie te kunnen realiseren. Binnen de hekken moet dat chemelot de verantwoordelijkheid nemen maar buiten de hekken zou de oubolieke sectro zich op dat gaan

nemen tenzij. Dat soort randvoorwaardelijke aspecten die moeten ingevuld worden door de overheden om de transitie mogelijk te maken. Zo zijn er meer voorbeelden. Zoals de 380 kv hoogspanningslijn connect. We willen weg van fossiele energie het alternatief is groene energie. Groene elektriciteit. 380 kv opgewekt met windparken op zee en zonnepanelen is nodig om de overstap van elektriciteit . en daar hebben we weer een connect nodig van maas bracht naar de site nodig. Dat zijn randvoorwaardelijke eisen waar al voldaan moet worden om de transitie mogelijk te maken. Als overheden daar in mee gaan dan word het voor de site users een stuk gemakkelijker om investeringen te doen om bijvoorbeeld naar elektrisch kraken gaan of groene waterstof productie die gebruikt kan worden voor de hele kunstmest tak. De keten die aar achter zit.

Merijn

Het andere aspect is de wetgeving rondom het hergebruik van afval producten. Vaak worden die afvalproducten bestempeld vanuit de wetgeving echt als een afvalproduct. Het moment als je het dan als grondstof wil gaan gebruiken dan lopen ze daar in de wetgeving tegen aan. Het tweede gedeelte is de afvalverwerking tussen landen. Hoe dat geregeld word. Dus als je kijkt naar chemelot ligt het tussen Duitsland en België. En zo is ook de wetgeving rondom het importeren en exporteren van afval. Ook in combinatie met de wetgeving van bestempeling van afval als een nieuwe grondstof. Dat zijn ook randvoorwaarden waar de wetgeving verantwoordelijk voor is. Zo moeten passende wetten gemaakt worden zodat er je ook daadwerkelijk die grondstof kan toepassen. En op een grotere schaal ook naar chemische clusters kunt brengen om voldoende feedstock te kunnen realiseren.

Jan

Is de Europese markt al klaar voor een circulaire economie en daarmee IS?

Joris

Dat is een moeilijke vraag. Ik denk als je die vraag stelt dan zou je moeten beginnen bij de consument bereid een premie te betalen voor goederen die volledig op basis van circulaire materialen en groene energie geproduceerd zijn. Daar merk je dat het de goede kant op gaat maar er is nog steeds veel weerstand. Dat is 1. Het tweede is dat we van de EU verwachten dat ze keuzes gaan maken met betrekking tot welke industrieën of sectoren echt zelfstandig moeten worden. Je hebt vaak genoeg gelezen dat de EU onafhankelijk wil zijn mede door Oekraïne. En door Covid. De EU moet keuzes maken. Welke industrieën zijn voor de toekomst van strategisch belang voor Europa. Dus in ons geval over de plastic industrie, kunststof, mest

industrie vind je het belangrijk om onafhankelijk te worden van andere continenten. En zo ja wat betekent dat dan. Hopelijk kiest de Eu er dan voor dat de basis industrie, die aan de basis staat van de welvaart in europa, als strategisch te beschouwen. En die keuze naar buiten uit te dragen. Zo zul je strategische acties moeten maken om de industrie hier te laten overleven. En ook perspectief te bieden. Dus aan de ene kant de overheden en de andere kant de consumenten. Als aan die twee kanten geduwd wordt dan is europa absoluut klaar. We roepen dan wel dat we klimaat neutraal moeten worden maar de consequenties die doorziet de maatschappij en overheden nog niet. Een goed voorbeeld is de circulariteit op chemelot. Als we circulair moeten worden wordt dat omarmd door alle gemeentes rondom chemelot. Totdat we zeggen dat betekent dus wel dat we het aantal vervoersstromen rondom chemelot gaat toenemen. Want we gaan van afval een product maken. Dan beginnen de omwoners te protesteren. Je moet het goed laten inzakken bij iedereen als je zegt dat je duurzaamheid omarmt. Dat je circulariteit belangrijk vindt. Die stap is nog niet genomen. Maar zijn we er klaar voor ja maar mensen begrijpen nog niet wat het betekent om echt circulair te worden. Of om die industriële symbiose te laten plaatsvinden.

Jan

wat is de visie?

Joris

Kijk op de site!

Interview 2: Eric Appelman, Chemelot campus

Eric

Ik ben 58. Ik ben chemisch technoloog van origine en heb meer dan 30 jaar in de internationale chemische industrie gewerkt. Bij bedrijven zoals Unilever, OCI, coatings. En 8 jaar lid van bestuur geweest in een Zweeds bedrijf, Perstork. Toen terug gekomen naar NL en ben nu ruim vijf jaar bij de Chemelot campus. Ik ben als process technoloog opgeleid. Altijd gewerkt aan de grens van commercie en techniek. Heel veel in de verkoop kant en product ontwikkeling kant. Maar altijd wel nog goed thuis in de engineering kant. Ik moet hier zorgen voor het aantrekken van meer bedrijven. Ik zal je zo uitleggen waarom. Ik ben hier ook het technisch geweten maar ik moet ook weten wat er in de chemische industrie speelt. Paar woorden over de campus. Heel lang geleden was dit een mijn gebied, tot 1965. Toen ontdekte we het gas in Groningen en zijn in 1 klap alle mijnen gesloten. En was er sprake van massa

werkeloosheid. Om dat te lenigen is het de bedrijf de staatsmijnen omgevormd naar een chemie bedrijf. Dat is heel simpel. Je trekt een pijp met olie vanuit rotterdam hierheen. En je trekt een pijp met gas uit groningen naar hier. Dan kan je vervolgens een petrochemische complex bouwen. Dat was een industrie die snel groeide in Europa, en zo kon je dus veel banen creëren. We hadden ook nog een oud mijn tereein hier. Dat ging hartstikke goed. Dat ging 30-40 jaar goed. En DSM was ook echt een technologisch lijdend bedrijf. Die vonden hier producten en processen uit en die schaalde ze op. Heel succesvol. Eind jaren 90 realiseerde DSM zich dat de wereld aan het veranderen was. En dat als je een succesvol petrochemisch bedrijf wilde zijn dan moest je je eigenlijk gaan vestigen in landen waar grondstoffen goedkoop zijn en landen waar heel veel groei in die chemie zat. En dat was allebei in europa niet het geval. Je zou dan moeten gaan denken aan het midden oosten of Texas voor de grondstoffen. Of denken aan China en India voor de groeiende markten. En DSM was nog steeds een bedrijf was op 1 plek was gevestigd. Dan kan je twee dingen doen: hetzelfde of iets heel anders doen. DSM besloot het laatste. En een concern te worden die speciale chemische producten ging werken. Daar hebben ze 20 jaar over gedaan. Het is toevallig een maand geleden dat ze de laatste chemische stukjes hebben verkocht. Dat is een mooi eind punt. Maar het was natuurlijk een werkverschaffing project. Dus ze begonnen hier dingen te verkopen want die hadden ze niet meer nodig. En dat werd verkocht aan allerlei bedrijven. Toen werd de provincie nerveus. Dan drijgt toch het werkgelegenheids project weg te vallen. Natuurlijk zag de provincie ook wel dat er inderdaad wel wat veranderde in de chemie. Wat er de laatste 40 jaar gebeurde ook niet meer de toekomst was. De provincie zie toen de ze bereid waren om wat geld op tafel te leggen om het opnieuw te ontwikkelen. Dat klinkt heel triviaal maar wel heel moedig. Want ja wat weet de provincie nou van chemie af. Helemaal niks natuurlijk. En het is eignelijk industrie politiek op een regionale schaal. Het valt ook samen met dat de landelijke overheid zich overal uit moest terugtrekken. Dus die gaf een heleboel regie af. Daar hebben we tegenwoordig wel last van. Want als je te veel aan de markt overlaat. Ik ben trouwens wel een markt mens. Maar als je bepaalde dingen als het energie net of het aardgas. Moet je toch maar niet aan de markt overlaten. Dus de provincie stapte erin en DSM deed mee. En dat is om een hele profane reden want ze hadden hier een hele hoop overtollig onroerend goed staan waar ze eigenlijk geen bestemming voor hadden. Maar daar zat ook een stuk maatschappelijk verantwoord ondernemen bij. DSM voelde zich ook verantwoordelijk voor om netjes de regio uit te gaan. En een derde partij die mee deed is de

universiteit Maastricht. Het is een hele grote medische universiteit maar totaal geen beta wetenschappen. En de medische tak van sport werd duidelijk meer en meer exacte wetenschappen. En als je dat dan niet hebt en de dichtste bij zijnde plek is in Eindhoven dan ga je dat verliezen. En die hadden zoiets van wij willen dat ook. En in Nederland mag je dus niet zomaar een tak van chemie oprichten. Dan moet je eerst aan alle andere scheikunde faculteiten vragen of ze dat een goed idee vinden. Dat vinden ze natuurlijk niet. Maar wat wel mag is een totaal nieuw iets oprichten. Dat heeft Maastricht heel slim gedaan namelijk allemaal nieuwe studies bedacht. Die uitgesproken beta zijn en die zitten in de faculteit Science en Engineering. En ja daarmee wilden ze dicht tegen de industrie aan zitten,. Nou die drie slaan de handen in elkaar en leggen geld op tafel. Die hebben destijds deze campus opgericht op het terrien van het oude DSM research. En dat is een hele mooie triple helix verband. Daar zit al een stuk samenwerking in. Maar wat wel altijd opvalt is dat het industrieel park dus de fabrieken. Die was er niet actief bij betrokken. Dat stukje symbiose was e rniel. Wat je wel krijgt, in 2012, partijen die op de site een fabriek hebben als die dan nog een stukje R&D hadden dan vestigen ze dat wel hier. Maar die bedrijven zijn hier niet proactief met de campus bezig. Er zijn goeie samenwerkingen aanwezig. We kennen elkaar en spreken elkaar. Wij zitten ook in het genootschap van de Chemelot partijen. We zijn een huurder ervan. En we proberen wel steeds de bedrijven erbij te betrekken. Dat lukt al wat beter dan vroeger. Maarja het waren vaak dochter ondernemingen van grote bedrijven met een hoofdkwartier elders. Dus de symbiose met het industrie park is wat dat betreft niet zo sterk als het zou kunnen zijn.

Jan

Ik neem aan dat jullie onderzoek doen.

Eric

Wij zijn geen onderzoeksinstelling. Wij zijn echt geen onderzoeksinstelling. De campus zoals die is opgericht is eigenlijk plat gezegd een onroerengoed bedrijf. Wij beheren hier voor de aandeelhouders een terrein van 30 hectare, 100000 m2 oppervlakte met gebouwen. Wij ontwikkelen dat ook. Wij zijn een onroerendgoed bedrijf met een missie. We zijn op pad gestuurd met twee missies. De eerste is zorg dat een heel vitaal ecosysteem ontstaat waarin de chemie van de toekomst wordt ontwikkeld. Met het idee dat in de provincie limburg blijvend wlevaart en welzijn te halen voor de chemische industrie. En het tweede was om dat te doen op een manier die over 10 jaar financieel vitaal zou zijn. Waarin geen geld

meer bij zou hoeven van de aandeelhouders. We zijn begonnen in 2012, het is ook een jubileum dit jaar. Dat tweede stuk is helemaal gelukt. We zijn geen eigenaar maar we beheren die gebouwen. We zorgen dat ze volkomen. Daar krijgen we een beheerfee voor. Een aandeel in de huuropbrengst. Daarmee kunnen we onze normale bedrijfsvoering betalen. Dat is heel bijzonder want er is in NL geen campus die dat kan. En dat betekent meteen dat we er wat zakelijker in zit. Het tweede is dat het ecosysteem heel goedgeslaagd is. Toen we begonnen hadden we 1000 mensen, waarvan 950 DSM. En nog wat catering en security. Dus eigenlijk 1 bedrijf. Nu hebben we 3000 professionals van ongeveer 20 bedrijven en instellingen. En Bovendien 1200 studenten in studie richtingen die nog niet eens bestonden. Het is een gigantisch succes geworden. Daarom hebben we ook een heel levendig ecosysteem van bedrijven. De bedrijven doen de innovatie. d

Jan

Leiden jullie dan wel de studenten op.

Eric

Nee de opleidingen worden gedaan door de universiteit maastricht. Dat is een huurder van pns. Of door het HBO of MBO op. De bedrijven nemen mensen aan en doen onderzoek. Werken samen. Het enige wat we doen op zowel onderwijs of innovatie dat we proactief de trends spotten in de markt. Daar proberen we dan weer partijen bij elkaar te brengen die dat gaan doen. We gaan niet zelf een studie, bedrijf of onderzoek. We hebben ook maar twee mensen met een engineers titel op de loon lijst. Het leeuwendeel is bezig met het beheer van de gastpartijen.

Jan

Jij trekt bedrijven aan en bedenkt strategieën.

Eric

En de bedrijven aantrekken is dus om het ecosysteem te verlevendigen. Maar is ook om huuropbrengsten op te brengen. We zitten wel op een industrie terrein. Dus we mogen geen advocaten kantoren aan trekken.

Jan

Het symbiose wat belangrijk is is dat de bedrijven samen werken maar ook dat ze elkaars reststromen gaan gebruiken.

Eric

Dat gebeurt niet op de campus maar op het industrie park. Dat is ook het thema van de Europese chemische industrie. Ze kunnen overleven ondanks dat ze betrekkelijk hoge kosten hebben. Is omdat ze heel goed met elkaar verweven zijn. Alle restwarmte en reststromen worden benut.

Jan

Wat is dan de reden dat ze zo optimaal benut worden?

Eric

Ze zitten gewoon heel dicht bij elkaar. Dit is wel een heel mooi voorbeeld. Het is natuurlijk allemaal neer gezet door 1 bedrijf. DSM heeft dit bedacht en die hebben natuurlijk. Het mooiste voorbeeld is wel dat er twee basis fabrieken op de site staan. Aan de noordkant op site komt de gaspijp uit Groningen aan of uit Rusland. Daar maken we ammoniak mee. Dat is een stikstof verbinding. Aan de zuidzijde komt er nafta pijp uit, een aardoliefractie, daar staan de stoomkrakers. Daar maak je producten mee zoals ethyleen en propyleen. Dat is een koolstof verbinding. In het noorden stikstof chemie en in het zuiden koolstof chemie. En daartussen in staan allemaal fabrieken die producten maken waarin zowel stikstof als koolstof zitten. Maar dat is dus een voorbeeld van een systematisch ontwerp van een site op basis van een paar enabling producten. Daar zie je dus die product stromen mengen maar ook optimaal gebruikt worden. En zon kraker maakt niet alleen ethyleen en propyleen maar ook veel meer. Wat je probeert te doen op zon site is dat je al die stromen op al die plekken probeert te benutten. En verstaat bijvoorbeeld een rubber fabriek. Daar maak je rubbers mee. Inplaats van te vershipen naar de andere kant van de wereld gebruik je het hier. Je ziet hier heel goed dat die materiaal stromen geïntegreerd worden. En DSM had dat ook echt ontworpen om dat optimaal te doen. De wereld is dynamisch dus soms raakt een product uit de mode. Dan mis je eens wat een gat. Soms moet je ook wat transporteren. Dat te minimaliseren, sommige processen zijn heel exotherm daar komt veel warmte bij vrij. Een andere heeft dat misschien weer nodig. Vaak probeert men het binnen de fabriek op te lossen. Maar als je structureel warmte over hebt probeer je daar wat mee te doen. Dat zijn integraties die je hebt. Maar op zon site zie je vaak verbund. Het is eigenlijk uitgevonden door PSHR. Dat is de duitse grootste verbund site in Europa. Is trouwens ook de enige die helemaal van 1 bedrijf is. Na niet helemaal. Dat zijn 100dereden fabrieken die geïntegreerd zijn. Chemelot is de een na grootste. Maar dat zitten intussen een stuk of 10 bedrijven op. En je ziet dat dat verbund concept op veel plaatsen is bedacht. En het bestaat ook nog wel. Alleen de eigendommen zijn

wat versnipperd geraakt. In Nederland heb je ook nog 1 echt verbund site van verdau in Terneuzen. Dat is een hele grote site. Maar bijvoorbeeld de Rotterdamse haven is dat niet. Dat zijn allemaal individuele bedrijven die een stuk land hebben. En dan is er vaak wel uitwisseling van stromen maar dat is veel minder logisch. Dat is veel meer per fabriek ontwikkelt. Hier is dat als 1 locatie ontwikkelt. In ludwigshaven ook. En in dauw ook.

Jan

Dan is het ook wat makkelijker plannen toch. Worden er op de site ook startups in betrokken?

Eric

Nee nee startups die site dat is echt productie. En je moet je realiseren dat productie en operations aan de ene kant de innovatie aan de andere kant. Dat zijn totaal verschillende onderwerpen. Vroeger was het nog wel zo dat bedrijven die veel produceerden die innoveerden ook veel. Dat gebeurt nog maar een beetje. Maar je merkt dat excellente operatie dat staat of valt met elke dag weer precies hetzelfde doen en op hele grote schaal. En steeds grotere fabrieken. En innovatie. Is iets heel nieuws. Die twee zijn incompatibel. Daar zitten ook twee verschillende soorten management stijlen. Vroeger zat dat nog wel. Dat is een grote drijfveer achter de campus. Toen ik begon met werken ging ik bij unilever werken. Was er een groot flatgebouw met twee duizend mensen academisch erin. Die zaten alles te bedenken. Wat zie je vandaag. Toen had unilever nog in elk land een eigen werk maatschappij. Je ziet nu dat de operaties steeds meer samen komen in enorme fabrieken die enorm strak geleid worden. Met geen enkele ruimte voor alternatieven. Aan de andere kant de innovaties. Dat is ook niet voorspelbaar. Bedrijven zijn steeds meer afgestapt van het idee van hele grote labs van 2000 man. Dat zijn skills die je een paar jaar nodig heeft en daarna weer terug. En je ziet dat innovatie steeds meer gebeurt in een samenstelling van grote bedrijven en kleine bedrijven. Die allemaal om elkaar heen draaien in wisselend coalities. En waar dus de kleine bedrijven in zitten, want die kunnen snel schakelen, en de grote bedrijven pakken dat dan op. Dat is precies wat deze campus doet. Dit is een soort symbiose van allerlei grote en kleine bedrijven die werken aan innovatie. En het industrieel park is een symbiose van hele grote strak geleide fabrieks complexen die ook samen werken. Met materiaal en industrie stromen. En de andere gaat over kennis.

Jan

Stel je zou een nieuw park bouwen, met reststromen, met verschillende bedrijven. Zou dat haalbaar en realistisch zijn?

Eric

Jaa dat gebeurt ook wel. In China worden ook nog hele nieuwe complexen gebouwd, ik heb er tovallig eentje bezocht. Dat is fantastisch om te zien want is de hele site zo ontworpen. Maar wat je ook ziet hier. Af entoe komt er wel een nieuw bedrijf naar het industrieel park. Dat een bedrijf een reststroom oppikt. Dat is natuurlijk een goedkope grondstof. Een voorbeeld hier is dat er heel veel lage rest warmte is. Als een bedrijf zou zijn, bijvoorbeeld een fermentatie bedrijf, die hebben vaak erg veel lage temperatuur rest warmte nodig. Die zou je hier perfect kunnen vestigen.

Jan

Worden ook steden of woonwijken erin betrokken? Die dicht bij liggen.

Eric

Nou dat verdraagt zich meestal niet zo goed. Dit zijn toch wel installaties met een risico profiel. Met overlast. Hoewel dat in de chemie nog wel mee valt omdat we zo voorzichtig zijn. Het is denkbaar, er word bijvoorbeeld in rotterdam al over gesproken. Maar dit is eigenlijk een grote mislukking aanhet worden. Daar willen ze industriële restwarmte gebruiken voor stadswarmte. Daar zijn ze een enorme pijp aan het leggen van rotterdam naar leiden. Maar jaa dat gaat op heel veel manieren mis. Dat zijn hele complexe samenwerkingen. Dat gebeurt wel. De stad Sittard ligt 5 km verderop. Maar er word al jaren gesproken over een restwarmte project maar het blijkt toch een heel moeilijke business case te zijn. Stadswarmte is heel duur. Als je het over wat grotere afstanden moet vervoeren, worden investeringen hoger en raak je veel veel warmte kwijt. Wat er ook speelt is dat in de chemie er wel is wat verandert. Dus ook die overschotten is ook niet altijd hetzelfde.

Jan

Over de financiering van de campus en de site en alles. Is dat vanuit de overheid, provincie?

Eric

Zoals gezegd wij zijn voor onze lopende werkzaamheden kunnen we onzelf bedruipen. Het vastgoed is in handen van een afzonderlijk bedrijf. Daar waar de provincie groot aandeelhouder in is. Dat is gewoon een belegging. Daar worden gewoon marktconforme prijzen voor gevraagd. En mensen betalen gewoon een normale huur. En dat gaat allemaal naar de eigenaar, de provincie toe. En die heeft daar een keurig rendement op. Dat kunnen ze aan de bewoners laten zien. Dat geld heeft een redement. Zeker de laatste jaren hadden de provincies nogal wat geld. Want ze hadden de nustbedrijven verkocht. Daar hadden ze

honderden miljoenen over. Dat kan je natuurlijk niet zo over de balie smijten. In Ilburg is dat geïnvesteerd met een rendement. Andere provincies moeten dan schatkist bankieren. Daar betaal je dan vaak voor. Terwijl hier dan wel 5 tot 6% rente op. Dat is keurig. Bij onze organisatie kost dus geen geld. Maar wat er wel gebeurt. Wij hebben nu de kans om snel te groeien. De duurzaamheids en energie transitie heel erg speelt. Dat is nu en over 5 jaar weg. We moeten sneller groeien, extra gebouwen neerzetten. Dat gebeurt net zoals in een groot bedrijf. Dan ga je naar de aandeelhouders en dan zeggen ze willen jullie kapitaal inleggen. Kunnen we daarmee bankair geld intrekken. En dan kunnen we de gebouwen neerzetten en word het bedrijf groter. Dan heb je meer goeie belegging gedaan. Voor de normale operaties hoeft dat niet. Bij andere campussen werkt het niet zo. Js delft dat is een verlengstuk van de universiteit. Die mensen die daar werken worden gewoon betaald. Dus daar gaat geld in. Dit is echt een bedrijf.

Jan

Als jullie nieuwe bedrijven willen aantrekken is daar vanuit de overheid het juist beleid voor? Helpt dat beleid of niet?

Eric

De overheid heeft daar niet zoveel mee te maken. De overheid stelt kaders dus in ons geval zijn het veiligheids en emissie regels. Als burger moet je dan gewoon willen. Verder mogen wij gewoon besluiten wie hier mag komen werken. Als je nou vraagt over hoe overheden kunnen helpen met industriële symbiose. Zoals gezegd gaat de symbiose hier over kennis, op de site over materiaal en energie stromen. In het algemeen zie je dat samenwerkingen zijn soms enorm ingewikkeld. In Europa en Nederland heb je te maken met veel regels. In vergelijking met de US. Dan kun je veel sneller schakelen. Als een overheid iets wil doen aan beide sybsioses dan kun je zeggen dat in Europa de regel druk te hoog is. Het duurt daarom gewoon te lang. Vergunningen procedures duren te klang. Niet perse minder regels maar zorg dat ze efficient kunnen worden toegepast en transparant zijn. Dan heb je het subsidie landschap. Voor alle bedrijven en instellingen zijn subsidies als stroop waar de vliegen op af komen. Dat is te versnipperd, te inconsistent, veel te veel kleine potjes. Er gaat veel te veel tijd op aan subsidiologie. PNO verdient daarmee. Subsidies zijn er veel te veel, veel te veel voorwaarden, veel te veel ambtenaren die geen weet hebben, veel te veel verantwoording worden afgelegd. En ook het promoten en de cultuur waarin honderden mensen maar bij elkaar zijn. De hele structuur van subsidies moet anders. Dat is gewoon een drama. Het is

zwak. Er zijn best voldoende subsidies. De Europese subsidies zijn sowieso legendarische met al hun voorwaarden. Ik heb bij mijn vorige bedrijf, mijn mensen verboden om met Europese subsidies te werken. Domweg omdat er veel te bureaucratie in zit.

Jan

Een prijs op afvalverwerking kwam worden er sneller reststromen gebruikt. Zou dat iets uitmaken voor jullie park?

Eric

Voor ons park is dat zeker een belangrijk thema. Ik zie niet hoe duurder afvalinzameling ons zou helpen. Dit is een mooi voorbeeld. Op dit moment is het zo dat als je plastic afval inzammelt en je verwerkt het met mechanische recycling. Dat je het opsmelt en zodanig hergebruikt. Als iemand dat dan afneemt geldt dat als recycled content. Dan hebben we dus een regel dat als je het chemische recycled. Dus chemisch afbouwt. Dat teldt niet als recycling. Er is gewoon heel veel afval wat te verontreinigd is of te lage kwaliteit. Dat kan je niet mechanisch recyclen. Hier heb je dus een domme regel. Het is achterlijk. Een andere regel is dat je met afval de grens niet over mag. Weer een andere regel is dat we op dit complex alle mogelijke chemicaliën mogen werken. Dat is mooi. Dat is een koepelvergunning. Het is wel zo dat telkens als je wat nieuws doet moet je wel uitleggen wat je ermee doet. Maar afval mogen we hier niet brengen. Dat valt niet onder de grondstof definitie. Daar word je mee van. Iedere keer dat iemand een nieuwe fabriek bouwt moet je uitleggen wat je doet. Want die koepelvergunning is leuk maar daarna moet je wel precies weten wat de risico's zijn. En als ik een nieuwe grondstof stroom breng dat moet je er even over nadenken of dat wel uitkomt. Maar voor afval moet ik een hele nieuwe vergunning aanvragen. Dit zijn drie van die regels wat echt tegen ons werkt. Dit geldt nogal voor grensoverschrijdend afval. Er zijn hier nogal wat grenzen in de buurt. Maar afval uit Düsseldorf wordt hem niet. Dat is echt ambtelijk gedoe. De regels veranderen te langzaam. Wat ook een verschil is. Maar echt een cultuur van de startups. In Amerika dat mensen iets beginnen. Dat doen ze met het idee om daar rijk van te worden. Dat is een gezonde drijfveer. Dat wordt goed ondersteund. Wat zit er in dat systeem. Ik wil dat gewoon. Nou wordt het in Amerika veel makkelijker. Je hebt markt van 350 miljoen mensen dus je kan heel snel schalen. Wat je ook hebt is dat overheden zich daar veel minder mee bemoeien. Hier worden rond die startups een hele maffia cultuur opgericht van consultants en overheden. Er worden prijzen uitgelooft. En die ondernemers worden eigenlijk alleen maar afgeleid door het hele knuffel systeem eromheen. Dat heb je in Amerika niet.

Tegelijkertijd heb je daar wel venture capital. Die nemen 10 bedrijven onder hun arm. Ze geven ze allemaal 1 miljoen. Waar ze een jaar of drie mee vooruit kunnen. Maar ik zit ze flink op de huid. Venture capital vs knuffelcultuur plus de schaal factor. Want daar spelen geen nationale onzin. Ik heb hier geen enkele belgische startup. België ligt twee kilometer verderop. Maar die houden hun startups lekker zelf. Terwijl dat misschien helemaal niet goed is voor die startup. Vanuit Duitsland een beetje nu. Vanuit Engeland en Oost Europa gaat dat wel goed. Zuid Europa ook een beetje goed. Het is veel te verpolitiekt. Het zou ontzettend helpen als de politiek misschien wel de middelen ter beschikking stelt. We hebben hier wel een goed venture fonds vanuit de provincie. Maar de knuffel cultuur weg. Bij ons moeten ze lekker hun eigen ding doen als ze wat nodig hebben trekken ze maar aan de bel. Dat is heel succesvol. We hebben een hele grote instroom met kleine kosten. Die overbemoedigen werkt niet. Het sturen werkt niet. Dit geval geloof ik wel in de markt.

Interview 3: Liesbeth Goovaerts, EIB

Liesbet

Ik ben binnen de EIB van het climate advisor. En op de GOP moeten we veel briefings schrijven voor de VP en evenementen. Ik ben chemical engineer en werk al bijna 10 jaar voor de climate investment bank. Voordien werkte ik voor VITO. Waardoor ik erg meer betrokken was bij het nieuwe klimaat beleid. Hier is mijn rol anders. Als process engineer ben ik enerzijds betrokken bij de beoordeling van projecten. Dus de gene die we willen financieren. Hier kijk ik naar de technologische en financiële aspecten als ook de milieu en sociale aspecten., en ik ben ook betrokken het department climate advisor. Zoals je misschien weet is de EIB sinds 2020 de European Climate Bank geworden. Onze ambitie is hierbij een beetje verlegd naar meer financieren van klimaat vriendelijke projecten. We hebben hier onze strategie voor geschreven, de climate bank roadmap. Daarmee zijn er ook nieuwe posities binnen de bank ontstaan. Onder andere de climate advisor. Mijn focus is wel voornamelijk op het uitrollen van die strategie binnen de bank alsook het meekijken met kritische projecten. Heavy industry and innovative projecten die helpen bij het verlagen van greenhouse impact. Voordien was ik niet bezig met climate maar was ik bezig met circular economy. Dus ik heb meegewerkt aan het rapport dat de EIB geschreven heeft over CE. Dat was in 2015 dus wel al een tijd geleden. Maar ik moet zeggen dat er niet zoveel veranderd is. Dat is jammer. Ik moet ook wel toegeven dat omwille van het feit dat ik heel weinig vooruitgang zie dat ik daarom

wat om klimaat begin inspelen. Omdat ik zie dat we daarbij meer vooruitgang kunnen boeken. Ook mede door de policies en het beleid. Dat er een hele grote push zie waar het bij CE wat minder zie. Het aantal projecten neemt toe maar dan hebben het eerder over innovatieve business modellen. Dus we zien dat we meer kijken naar products as a service. Maar vooral de digitalization wat een enabler is voor CE. IS, ik heb er een aantal op mijn desk gehad. Maar we zijn nog niet kunnen komen tot het effectief kunnen financieren van deze projecten.

Jan

Wat zijn daar dan redenen voor?

Liesbet

De reden is dat als we zien dat verschillende bedrijven. Dat maakt het mooi dat ze samenwerken. Ze gaan upstream, rest stromen nemen die dan het volgende bedrijf kan inzetten, zoals restwarmte maar ook afval stoffen. Ze zitten daarmee in een nauwe samenwerking wat soms wel echt. Je moet een bank bekijken als we hebben enerzijds mensen die technisch die projecten bekijken maar anderzijds heb je ook mensen die de financiële kant bekijken en de risico's. Een bank wil altijd zijn geld terug. Dan bekijken hoe het project zijn terugbetaling doen. Kunnen de projecten hun productie sustainen zolang wij in het project zitten. We zitten minstens 5 jaar in een project maar meestal meer 8 tot 10 jaar voordat het volledig is terugbetaald. Wij hebben een nauwe samenwerking. Als er IS is kunnen ze ook lange termijn contracten afsluiten. Dat is niet altijd zeker. De contracten die afgesloten worden om die input materials of feedstock te kunnen krijgen. Dan zien we ook vervolgens als ze die samenwerking hebben dat de processen aangepast moeten worden naar die specifieke stromen die binnen komen. Dat maakt dus eigenlijk dat je een industriële player heel afhankelijk hebt gemaakt van die ene upstream feedstock. Dan zitten wij al met een probleem. Als we niet meer die diversificatie kunnen zien van die gene die de feedstock aanbieden. Dan zitten wij al met een groot risico. Als het zou uitvallen zitten we zonder productie. Geen productie geen inkomsten. Vervolgens wat het complex maakt is omdat ze zo nauw betrokken met elkaar zijn is dat we niet 1 speler moeten gaan analyseren maar we moeten ze allemaal bekijken. Die gegevens zijn niet makkelijk te verkrijgen. We krijgen meestal een financierings verzoek van 1 speler. Wij hebben dan niet de informatie van al die andere bedrijven. Omdat die niet in ons portfolio zitten hebben we die gegevens niet. Die gegevens zijn natuurlijk heel beschermd die deel je niet met iedereen. Daar ligt het probleem. Dus enerzijds ze zijn heel afhankelijk van die ene speler, ze pasten daarboven hun productie aan.

En daar vragen ze de financiering voor aan. Ze moeten in hun technologie ingrepen doen om dat toe te laten. Dan komen ze bij ons en zitten wij met het probleem dat die afhankelijkheid een te groot risico is. En dat dan de complexiteit van de due diligence die we doen gewoon toe neemt. En daarvoor hebben we niks bedacht. Wat de oplossing zou kunnen zijn is dat eigenlijk een soort SPV opbouwen waar alle bedrijven samenkomen met een gemeenschappelijk verzoek. Dat hebben we nog niet gezien op dit moment. Of dat het binnen een sector zou kunnen spelen en we via framework loans kunnen werken. Want soms zijn de bedragen voor de aanpassingen die we moeten doen ook te klein voor ons.

Jan

Wat is dan te klein?

Liesbet

Minimum voor ons is 15 miljoen. Vaak zien we dat vaak niet nodig is. Ik heb 1 project gezien waar ik volledig achter stond. Maar omwille van de risico's van de ene kant de innovatie, twee de afhankelijkheid van de ene specifieke aanbieder van de feedstock dat ze bij ons bij risk management hebben gezegd. Van nee dat gaan we niet doen. Ik denk dat de andere projecten misschien niet bij ons komen gezien dat de financiering niet bij ons komen omdat de financiering niet hoog genoeg is. Wat de EIB zou kunnen doen als er een nood is binnen een sector of een cluster. Dat de cluster bij ons komt met 1 project waar al die partners samen inzitten. Als een SPV. Dat zou een oplossing kunnen zijn.

Jan

De EIB gaat niet zelf mensen benaderen?

Liesbet

De mensen moeten naar ons toekomen. Als we zien dat er aankondigingen of ideeën zijn dan kunnen we ze wel benaderen. We kunnen wel een hoger risico nemen. Wij doen dat ook wel. Maar als we ze niet zien dan nee. Ik ben er al een tijdje uit CE projecten. Ik zie wel wat we financieren. Dat draait rond het in kaart brengen van de stromen die er zijn. Het shift van het bedrijf van een product naar de markt brengen naar een service brengen. Dat zijn die dingen die we zien. En we zien ook wel secondary raw materials gebruiken. Maar dat past dan niet binnen het IS wat jij het over hebt. IS is meer een hele value chain hebt die samen tot een circulair project komt. We hebben dat in 2015 beschreven in het EIB rapport. Ik heb ook een boek geschreven en de challenges. Ik denk dat er tot op heden nog niks veranderd is.

Jan

Hoe zou dat kunnen veranderen? Bijvoorbeeld een andere regelgeving

Liesbet

Ik denk dat het allemaal gaat over de organisatie van z'n project. En hoe dat ze zich profileren. Dus vaak zijn er aparte spelers die komen. En niet SPV's. we zitten denk ik wel in een tijd dat het aan het veranderen is. We zitten ook in een tijd dat de prijzen van feedstocks aan het toenemen zijn. Dus het wordt interessanter om te doen. Ook het financieel plaatje. Daarin zou het kunnen veranderen. Ik denk dat de noodzaak erin ligt om het op een andere manier bij ons te brengen. Dat we veel meer gegevens hebben van alle spelers die betrokken zijn. Want vaak waar is de waardecreatie in de IS. Is dat bij 1 speler? Dat is ook een probleem. Vaak zit hij meer downstream dan upstream. Dus ergens moet je komen tot een project waar alle spelers samen zijn. En de benefits die gecreeert worden verdeeld worden over de spelers. Zo wordt het ook interessanter voor een bank om 1 of meerder spelers te financieren. Maar het gaat erom dat de complexiteit erin zit dat er verschillende promotoren hebben die elk hun eigen investering hebben. En die niet 1 lening aan gaan. Ze moeten wel allemaal een aanpassing doen maar waar zit de waardecreatie. Vaak maar paar 1 grote speler. Dus we zien de benefits niet. En dan is er ook minder afhankelijkheid omdat 1 volledig project zien. En zo wordt het meestal niet voorgesteld.

Jan

De literatuur zegt dat er een derde onafhankelijke organisatie komt die de investering doet en alle spelers bij elkaar brengt. Zou dat wel gefinancierd kunnen worden?

Liesbet

Het probleem is dat de organisaties die z'n circular hub willen uitbutten. Als jullie het kunnen dragen en het project management doet dan zouden we jullie kunnen financieren. Dan hebben eigenlijk een soort fonds waarin wij investeren. Het is gewoon de complexiteit van dat soort projecten. Onze riskmanagement zijn puur economen die de balance sheets bekijken. Die kijken wat komt er binnen. Als we geen contracten hebben die langdurig zijn wat ook niet vaak het geval is. Aan beide zijden dan is het moeilijk om die financiering te doen.

Jan

Jullie investeren dus wel echt een winstoogmerk. Verstrekken jullie dan vooral leningen?

Liesbet

Wij verstrekken leningen. Wij verstrekken geen grants. Daarvoor moet je bij de comissie zijn. Wat we wel kunnen doen is een combinatie grants en leningen. Wij willen kunnen wel lenen

met een garantie van de EC. Dus als we innovatieve projecten dan kunnen we dat risico nemen omdat wij gebackt worden door een guarantee van de EC. Zo financieren we het eigenlijk het meeste van onze CE projecten. Een enveloppe waar de EC de risico draagt tot de implementatie van het project. Alle voorbereidende fases, moet het project dan over de kop gaan. Dan kan de EIB zijn investering terug krijgen.

Jan

Jullie werken ook samen met de commissie?

Liesbet

Jaa wij hebben in 2015 dat rapport gedaan. Toen hebben we alle challenges die we zagen opgelijst. Dan heeft geresulteert in het circular bio economy fund . dat is een apart orgaan. De EIB is niet de fund manager. Wij hebben een fund manager extern aangeworpen. Om eigenlijk circulaire projecten te financieren met een bio focus. Omdat ze dan twee vliegen in 1 klap hadden. De circulaire portfolio was toen niet zo heel groot. Toen bood het het fonds een beetje meer opties. Ik denk dat we al een tweede investering hebben gedaan in dat fonds. De EIB volgen het beleid van de Europese commissie. De EC heeft het circulaire actie plan, dan gaat de EIB dat volgen en nieuwe financierings producten op de markt te brengen om dat tot de markt te brengen. Dat is de functie van de EIB. De ondersteuning van de implementatie van EC policy. Daarnaast doen we ook voorbereidend werk zoals bij CE. Dat we zeggen er is een financing gap. Kijk EC we zouden eigenlijk een dedicated fund moeten hebben. Waar jullie garanties achter stoppen zodat wij kunnen investeren.

Jan

Zou er iets beter kunnen aan dat beleid?

Liesbet

Nee geen idee. Ik denk dat er voldoende is. Er is dat bio fund. We zien ook dat er kleinere investeringen zijn. Dus dat kan ook bijna alleen maar met fondsen. Wat we ook doen is investeren in andere banken die circulaire programmas hebben. Wij hebben dat gedaan met belvius en de lage landen in NL en san paulo in Italy. Die CE credit lines op de markt zijn. We nemen een deel van het risico op ons. We bieden een heel interessante interest rate zodanig dat die doorgerekend kan worden naar de final beneficiaries. Want hoe hoger je risico, wat veel is bij CE projecten, hoe hoger de interest rate. Hoe meer je moet afbetalen en dan word het op termijn oninteressant om een lening aan te gaan.

Jan

Zou het niet kunnen dat omdat er zoveel veranderd dat dan het risico kleiner word?

Liesbet

Jaa ik vermoed dat dat nu de laatste twee jaar snel gaat. Denk wel dat we meer en meer projecten gaan zien en dat we die sneller kunnen gaan financieren omdat het financieel plaatje interessanter kan worden. Ik denk dat het hele CE plaatje, dat het CEAP de nodige push geeft maar dat het financieele achter blijft. Ik denk dat het hele economische plaatje nu wel klopt. Nu zouden we ze op onze desk moeten krijgen. Maar een portfolio uitbouwen is echt niet simpel. We zijn zeker geïnteresseerd. We hebben ook binnen de EIB, de innovation finance advisory. Die ook CE projecten kunnen bekijken. Dus als er een IS project is, als er partners zijn die samen iets willen opzetten kan dat bij de EIB via het EIB innovation advisory. We kunnen advies geven hoe het beste structuren om het gemakkelijk door de molen van due diligence te krijgen. Het hoeft niet bij de EIB. We doen niet alleen advies om tot een lening te krijgen. Ze kunnen naar een andere bank stappen.

Jan

Zijn er volgens jou ook andere private banken die hier in investeren?

Liesbet

We zien wel dat er dat de banken die we backen dat wel doen.

Jan

Zouden die dat ook zonder jullie backing doen?

Liesbet

Jaa die investeren ook zonder ons. Dat zijn banken die daar wel de zin van in zien. Die ook een bepaalde strategie hebben intern om daar meer op in te zetten. Het is niet zo dat alle circulaire projecten een innovatie nodig hebben. Het gaat soms om het omdenken van je business model. Dat vraagt zeker niet om een grote investering of groot risico. Dat is helaas niet zo bij IS. Daar zien we dat er veel geëxperimenteerd wordt. Je moet een bank hebben die kennis van zaken heeft. Een bank die niet met het concept bekend is zal het niet financieren want die kan de voordelen er niet van inzien. Dat kan alleen maar toenemen in de wereld van vandaag. Het economische/financiële plaatje moet kloppen.

Jan

Heb je een termijn waarin je denkt dat het kan gebeuren?

Liesbet

Nee zoals ik zei ik heb de laatste vijf jaar niet veel zien veranderen. De narrative die ik nu zie. We gaan elk jaar naar world CE forum. Met macarthur foundation. Ik moet zeggen dat er elk jaar dezelfde narratives naar boven komen. Er zijn heel veel barrières en obstakels. Er is innovatie nodig. En dat ontmoedigd een beetje. Dat er heel weinig veranderd is. En dat ik tegen jou moet zeggen de barrières die we toen zagen die zijn er nog steeds.

Jan

Dan zou er toch wat moeten veranderen.

Liesbet

Dat is het. De interesse van bedrijven groeit denk ik wel goed om meer te gaan samenwerken en naar meer alternatieven op zoek te gaan. Mede dankzij dat er problemen op de markt zijn om aan feedstock te komen. Alle supply chain challenges zijn bekend. En daarbovenop de decarbonisation strategies van veel bedrijven zorgt er ook voor dat ze wat meer circulair gaan denken. 2015 was te vroeg. Dat zien we wel meer. De banken die financieren, het is niet dat het geld uit de deur vliegt voor circulaire projecten. Het zijn moeizame projecten. Het duurt lang voordat ze op gang komen en dat heeft ook te maken dat die allemaal heel nauw samen moeten gaan werken en aanpassingen doen. een bedrijf doet dat niet makkelijk. Het komen tot zulke samenwerkingen is niet evident. Moet er dan meer beleid komen ik weet niet. Denk niet dat dat gaat helpen. Ik denk dat de economie zijn werk moet doen. De policy push is er nu wel. Ik denk door de feedstock problemen dat bedrijven gepushed worden om alternatieven te komen. Ik denk dat het dan makkelijker gaat worden om te financieren.

Interview 4: Loek Radix, Chemelot

Loek

Ik ben 10 jaar geleden vertrokken bij DSM maar ik ken de site uiteraard goed. Ik heb een goed netwerk in Limburg en dat is de reden dat ze mij benaderd hebben.

Jan

Wordt er al veel gedaan aan IS op de site?

Loek

Definieer IS?

Jan

Worden er afvalstromen, hitte hergebruikt door andere bedrijven?

Loek

Als dat jouw definitie is van IS dan is Chemelot het mooiste wat er te vinden is in Europa. Dat heeft alles te maken met het DSM verleden van de site. Aan de ene kant hebben we een geïntegreerd energie systeem, dus er staan 60 fabrieken die allemaal met elkaar verbonden staan, wat betreft energie stromen, dus de rest warmte van de 1 is de restwarmte van de ander, en op de tweede plaats is er een enorme verbondenheid wat betreft product stromen. Dus wij hebben op chemelot maar twee grondstofstromen dat zijn nafta en aardgas. Van het aardgas wordt amoniak gemaakt en van nafta wordt etheen en propeen gemaakt. En die worden op site gebruikt. Het meeste extreme geval wat ik kan bedenken is dat er vierstappen aan vooraf gaan. Dus dat de vierde stap afhankelijk is van drie voorgaande stappen door andere bedrijven.

Jan

Hoe is dat tot stand gekomen?

Loek

Dat komt natuurlijk door DSM. Het was vroeger 1 site van 1 eigenaar. En DSM heeft het in stukken en beetjes verkocht. Maar de verbondenheid is tot stand gebleven. Sterker nog, dat stamt ook uit de DSM tijd, er is 1 milieu vergunning voor de hele site. Dus de overheid beschouwt de site als 1 installatie. En er is een apart bvtje wat eigenaar is van de milieu vergunningen.

Jan

Dat is uniek als je het vergelijkt met andere clusters.

Loek

Jaa maar bij ons zijn het ook allemaal andere bedrijven. Er zijn 17 productie bedrijven maar eigenlijk geen stand alone.

Jan

Worden hier ook start-ups bij betrokken?

Loek

We hebben een campus er bij verbonden. Dat is ook uniek aan de site. De ouwe R&D locatie van DSM maar die is omgevormd tot een onderzoeks, onderwijs en ontwikkelings campus. En daar barst het ook van de startups. Van twee man aan een labtafel , nog heel embryiaan aal. Tot miniplants. En vanuit daaruit zou dus de stap naar grote commerciële plant op de site kunnen zijn. Dat heeft nog niet plaats gevonden maar zou wel kunnen.

Jan

Heb jij een overzicht van de belangrijkste technologische solutions die gebruikt worden voor IS?

Loek

Het is gewoon een kwestie van hergebruik. Er zit verder weinig techniek achter. Het vergt wel een organisatorische solution die we hebben is een gemeenschapplijk utility bedrijf op de site. Alle infrastructuur is van de utility company. Die company heeft aandeelhouders die tevens sitehouders zijn. Die zorgt voor de energie stromen op de site en dat ze geoptimaliseerd worden.

Jan

De campus onderzoekt hoe de andere bedrijven hoe ze verder kunnen ontwikkelen?

Loek

Nee de campus doet zelf niks. Is in feite een vastgoed bedrijf. Maar de campnys is trouwens een triplie helix organisatie. Dus DSM, maastricht university en de provincie limburg. En die faciliteren het gebruik van de campus. Er zit corporates kantoren. Dit zijn bedrijven die ook operations op de site hebben. Er zitten allerlei start-up bedrijven in, scaleups die al echt op semi commerciële schaal bezig zijn. Er zitten research instellingen in en onderwijs instellingen in. En dat loopt allemaal door elkaar heen. Als je bij de corporates begint: Sabic bijv hebben fabrieken. Die hebben allemaal kantoren op de campus maar ook operations op de site. Die startups en scale ups zie je op de site niet eteurg. We willen ze wel graag faciliteren op de site. En zeker als ze de site kunnen helpen met de verdere verduurzaming.

Jan

Want staat dat hoog op de agenda van de site?

Loek

Ik denk dat wij de enige site in NL zijn, maar ok in europa. Waar we ook een geïntegreerde visie hebben op verduurzaming van de site. Dus onze ambitie is niet die 60 fabrieken verduurzamen. Onze ambitie is tot een systeem oplossing te komen voor de hele site. En dat kan ik in twee woorden samenvatten. We gebruiken nu aardgas en nafta als grondstof en we willen nu naar circulaire grondstoffen toe. Dus biomassa of afval, plastic afval, huishoudfval. In combinatie met elektrificatie van processen.

Jan

Word er ook gedacht om samen te werken met een stad of een aantal wijken?

Loek

Voor restwarmte, dat loopt wat moeizaam. 1 van onze nafta krakers die heeft een uitkoppeling gemaakt voor restwarmte dus die kunnen we leveren. De andere kant van het verhaal , alleen de gemeente krijgt de business case nog niet rond voor een warmtenet.

Jan

Want dat is te duur?

Loek

Jaa die warmte kunnen ze voor niks krijgen in het beginsel.

Jan

Wat is dan de rol van de provincie limburg. Want je zei dat er een triple helix structuur was?

Loek

Alleen voor de campus!

Jan

Wat voor rol speelt de provincie limburg dan op de site of de campus

Loek

De provincie is dus mede eigenaar maar ook de belangrijkste financierder voor de gebouwen op de campus. Dus die zijn met vreemd vermogen gefinancierd. En dat vreemdvermogen is verstrekt met de provincie limburg. En daarnaast zijn er een aantal onderzoeksinstituten die subsidie krijgen van de provincie.

Jan

Weet je ook welke subsidie dat zijn?

Loek

Dat zijn adhoc subsidies die gegeven worden.

Jan

Dat zijn geen Europese subsidies die gebruikt worden

Loek

Nee die zullen ook gebruikt worden zover die beschikbaar zijn. Maar de provincie heeft eigen subsidie stromen richting de campus.

Jan

Worden jullie ook gefinancierd door pensioen fondsen of banken? Of private organisaties?

Loek

Nee de industrial site sowieso niet. Alle bedrijven op de site zullen hun eigen financiering hebben maar daatheb ik geen inzicht in. Maar dat zal in grote mate bancair zijn. Als je naar de campus kijkt, die is volledig gefinancierd door de provincie.

Jan

Zijn er beleidsplannen die belangrijk zijn? Bijvoorbeeld tax op afval? Is dat nodig?

Loek

Waar we met name naar opzoek zijn zijn bedrijven die kunnen helpen met het verduurzamen van de grondstof stromen die kunnen faciliteren. Op dit moment word er een pyrolyse fabriek gebouwd. Die breekt plastic afval af naar olie, wat weer gebruikt kan worden als grondstof. We zijn bezig met een bedrijf fat hetzelfde doet met autobanden. Ze halen het roet eruit zodat het hergebruikt kan worden. Dus het rubber terugwerken naar olie. We zijn met een heel groot project bezig met RWE. Dat gemenged huishoudelijk afval gaat vergassen en daar waterstof van kan maken. Wat waterstof weer een belangrijke grondstof is voor het maken van amoniak. Dat zijn typisch de bedrijven waar we maar op zoek zijn.

Jan

Zijn die bedrijven moeilijk te vinden?

Loek

Jaa, maar we hebben dus een aantal in de pijplijn zijn. En die zijn al een definitieve investeringsbeslissing aan het voorbereiden.

Jan

Zijn de bewoners op de hoogte wat er allemaal gebeurt en zijn die er tevreden mee?

Loek

Ik ben directeur van een stichting en die moet een raad van toezicht hebben. En in mijn raad van toezicht zitten alle grote site bewoners. En we komen 1 keer per maand samen en bespreken dan onder andere de strategie van de site. Ze worden er goed in meegenomen want we doen het niet voor onszelf. We doen het voor de verduurzaming van de bestaande activiteiten op de site.

Jan

Wat is de duurzaamheids strategie? Wat is de motivatie daarachter?

Loek

Circulaire grondstoffen en elektrificatie van processen zijn de twee onderdelen

Jan

Werken jullie ook samen met universiteiten of andere kennisinstituten?

Loek

Ja een van de instituten die op de campus aanwezig is heet brightside. Dat is een samenwerkingsverband van de universiteit Maastricht, TNO en de bedrijven op de site. Daar vind voornamelijk het onderzoek plaats naar lange termijn verduurzaming.

Jan

Heb jij kennis van het hubs4circularity project?

Loek

Wij maken zelf in Limburg, de Chemelot Circular Hub opgericht, waar een groot aantal partijen bij betrokken zijn, waar we met een gemeenschappelijke propositie willen komen omtrend de ontwikkeling van een circulaire regio. De partijen die erbij betrokken zijn mijn stichting, de campus, de gemeente, het Iliof (Limburgs Ontwikkelings Maatschappij), TNO, een groot aantal bedrijven, Hogeschool Zuid, Vista College, Universiteit Maastricht. Wij proberen gezamenlijk tot een soort investerings agenda voor de regio te komen, tot een circulaire hub te ontwikkelen,

Jan

Zijn er al bepaalde barrières gekomen bij het ontwikkelen van de strategie?

Loek

Nee je zou willen dat dat ook aansluit bij overheden, Den Haag en Brussel, dat je daardoor een streepje voor krijgt bij alternatieven die veel meer stand alone zijn. Dus we hebben een gemeenschappelijk programma op het gebied van innovatie en infrastructuur, onderwijs en arbeidsmarkt.

Jan

Wat gebeurt er als bijvoorbeeld een bedrijf failliet gaat?

Loek

Dan zit je met een probleem. Dan word het grote voordeel wat we hebben kan een nadeel worden. Dat je het risico loopt dat de hele zaak uit elkaar sodemitert. Daar zijn we ons wel van bewust.

Jan

Worden daar ook maatregelen tegen genomen?

Loek

Sabic heeft onlangs besloten om 1 van zn krakers te sluiten. En in 1 kraker word voornamelijk etheen en propeen gemaakt. Nou is etheen geen probleem want er ligt een uitgebreid etheen netwerk over west europa maar propeen word wel een probleem. Dus 1 van de grote afnemers van sabic is nu hals over kop bezig om een terminaal te maken en een buisverbinding te maken tussen de haven en de site. Om die propeen aanvoer te krijgen. En als dat niet op tijd lukt dan vallen ze stil.

Jan

Maar er worden geen contracten gesloten dat dat niet mag? Over een bepaalde periode ofzo?

Loek

Jaa dat stond er wel in maar je anticipeert, je gaat er niet van uit dat het gebeurt want ze hebben geen alternatieve afzet methode voor die propeen. Op een gegeven moment brengen ze dat naar buiten en twee en een halve jaar van tevoren zeggen ze het. Wat kortdag is in de wereld waarin we leven, dus dan moet er hals overkop een aantal zaken geregeld worden.

Jan

Alle bedrijven werken dan samen komen die dan ook samen om samen een strategie te bespreken.

Loek

Zoals ik al zei doen ze dat via de raad van mijn stichting. En de raad van mijn stichting heet in de volksmond ook de chemelotboard. Daar komen de grote bedrijven samen, inclusief de campus, en DSM om strategische issues te bespreken. In totaal zitten er tien partijen in mijn board. In deze context is de chemelot een showcase. We willen ons graag ook zo profileren. Dus mocht je informatie nodig hebben. Kom dan naar ons toe.

Jan

Heeft u een plaatje waar alle grondstof stromen rond gaan op de chemelot site?

Loek

Nee maar wel kwa grondstof stromen. Beetje ingewikkeld plaatje. Aan de bovenkant zie je het aardgas en aan de onderkant de nafta. Hier zie je hoe de grondstoffen de site over gaan. Dit is ook niet compleet. Er zijn er nog meer maar dit zijn de belangrijkste.

Interview 5: Martine Roussou, LIOF

Martine

Ik ben Martine Roussou. Ik ben business developer bij LIOF. Ik ben zelf iets langer dan een jaar bij het LIOF aan het werk. Ik heb daarnaast de rol van business developer, een focus op twee

themas: het ene is energie. Bij het LIOF werken we met focus op vier transities: energie, circulariteit, digitalisering en gezondheid. En ik heb stukje groene chemie bij me. Daar komt de link met Chemelot vandaan. Verder werken we samen met andere ROMS's binnen NL omdat de processindustrie dat is zo groot en breed dat speelt overal. Dat moeten we niet binnen Limburg gaan oplossen maar minstens over NL en anders Europees. Naast de energie kijk ik ook naar groene chemie.

Jan

Heef het LIOF een bepaalde visie waarmee ze proberen te investeren?

Martine

Ja onze visie ligt rondom de vier genoemde temas. Onze slogan is dan ook om Limburg duurzamer gezonder en slimmer maken. Specifiek voor energie dat we nul op de meter hebben. Dat gaat natuurlijk niet gebeuren maar we kunnen wel bedrijven helpen met het zetten van de eerste stappen. We focussen voornamelijk op hety MKB. We gaan niet een Sabic ondersteunen om hun processen te verduurzamen. Maar we helpen wel de MKBers met het verduurzamen van hun processen. Vaak is dat dan op een innovatieve manier. We proberen ook een beetje te pushen van kijk is naar die LED verlichting. En op het gebied van circulair, wat kunnen we met je reststromen doen, moet het vergin materiaal zijn. Aan de ene kant doen we dat met een stukje financiering, we hebben verschillende subsidies en andere financierings instrumenten zoals leningen en aandelen. We doen ook een stukje advies en netwerk. We organiseren events om de ondernemers te helpen.

Jan

Voor het stukje groene chemie helpen jullie de MKBers, zitten die dan ook op de campus?

Martine

Grotendeels wel maar is niet beperkt.

Jan

Hoe proberen jullie de groene chemie nu te helpen?

Martine

We hebben nu een nationaal initiatief. Dat is een green Chemistry accelerator programme. Dat is een investor readiness programma. Maar dan specifiek voor groene chemie. Dat is heel erg custom made voor de deelnemers die we hebben. We hebben daar nu uit elk provincie 1 bedrijf. Vanuit limburg is daar een bedrijf die op de chemelot campus zit.

Jan

Zijn er bepaalde barriers die jullie tegenkomen?

Martine

In de groene chemie is heel kapitaal intensief ontwikkelingstraject die je moet doorlopen. Als je een pilot fabriek moet neerzetten ben je een paar miljoen verder. Als je vergelijkt met andere bedrijven waar we mee spreken en die willen een app ontwikkelen. Dat kan je al met een paar duizend doen. Dus er is gewoon veel meer kapitaal en risico. Omdat je niet weet of dit de slagende technologie worden. Wat we zien dat verschillende financieringsinstrumenten voor verschillende fasen van een bedrijf heb je verschillende financieringsbehoeften. Wij willen gaan kijken om die beter op elkaar aan te laten sluiten. Wij als LIOF zijn de allereerste fase actief. Wij willen gaan kijken of we ondernemers kunnen helpen met straks die grote investering klaar maken.

Jan

Kunnen jullie het kapitaal verschaffen voor de groene chemie?

Martine

Dat doen we wel maar we gaan tot maximaal 5 miljoen.

Jan

Wat doen jullie dan als er een grotere investering nodig is? Een cofinancierder?

Martine

Jaa en meestal is het zo als ze grotere bedragen nodig hebben dat een ander financierder de lead is en dat we aansluiten.

Jan

Wie zijn dat dan met het cofinancieren?

Martine

Dat kunnen banken zijn. Dat kan de provincie zijn via het LEF (Limburg energie fonds). Dat kan brightland venture partners zijn. Dat kunnen ook reguliere investeerders zijn.

Jan

Versterkt het Nederlandse beleid of verzwakt het Nederlandse beleid?

Martine

Als je bijvoorbeeld kijkt naar de regels omtrent single use plastics. Daardoor zien we wel echt een enorme versnelling. Maarja regels zijn regels. Dan moet voor het beleid een bepaalde lijn getrokken worden die in de realiteit niet even realistisch is. Een voorbeeld is pla, een melkzuur plastic, staat ook op de lijst dat niet meer gebruikt mag worden terwijl dat juist 1 van de

initiatieven voor een duurzame plastic was. Beetje tegenstrijdig maar er moet ergens een lijn getrokken worden.

Jan

Financieren jullie ook consortia van partijen omtrent groene chemie?

Martine

We financieren ook consortia. Maar dat is ook afhankelijk van de fase en wie zijn de andere partners. Hebben ze ons dat nodig? In ons geval is dat een startup een goed idee heeft. En bijvoorbeeld zijn toekomstige klant als partner neemt. Dit soort klanten zijn de grote jongens. Dan maakt die miljoen van ons ook niet meer uit.

Jan

Wat zijn de criteria waarmee jullie investeren?

Martine

Ik ben business developer dus geen investeringen manager. Vanuit de subsidies en investering is het vrijwel hetzelfde. Maar we kijken naar het bedrijf, naar de ondernemer erachter, we kijken naar innovatieviteit, wij gaan geen bestaande technologieën helpen, op dat moment hebben ze het LIOF niet meer nodig en gaan ze naar banken, vervolgens kijken we naar het economisch perspectief. Hoe ga je het doen? Is het zinvol? Past het binnen het ecosysteem? En als laatste kijken we naar de maatschappelijke impact. Maar als je het hebt over de groene chemie dan is die maatschappelijke impact er sowieso wel.

Jan

Werken jullie ook samen met de provincie?

Martine

We werken zeker samen met de provincie. De provincie is ook groot aandeelhouder. Wij worden ook gefinancierd door de provincie. We werken ook samen op meerdere punten. De provincie heeft ook inhoudelijke teams op dezelfde thema's. het LEF is ook een fonds vanuit de provincie. Voornamelijk voor het opbouwen van een consortium.

Jan

Werken jullie ook samen met maastricht university of andere kennisinstituten?

Martine

Jaa maar daar vaak op een ander vlak. Wat we bijvoorbeeld doen om ondernemers ook de mogelijkheid geven tot het vergaren van kennis over een thema. Bijvoorbeeld veel

ondernemers willen iets met AI gaan doen dan zoeken we een partij om iets te organiseren?
Dan bieden we ook een opdracht aan om met studenten samen te werken.

Jan

Denk jij dat de NL of Europese markt al klaar is voor een circulaire economie?

Martine

Ja en nee. Op verschillende niveaus is er al een circulaire economie. Waar de afvalstroom van het ene product helemaal wordt omgezet in het andere product. Maar er zijn altijd hordes. Ik noem maar de logistiek en transport. Maar bijvoorbeeld ook als je gaat kijken naar de groene chemie. Dan zouden suikerbieten een grondstof kunnen zijn. Maar dan zit je in de voedselwaardeketens van ons als mens en dier. Wil je dat? Dan is Nederland qua oppervlakte ook niet heel groot. Op de grote schaal zijn we er nog niet klaar voor maar het gebeurt wel al gewoon.

Jan

Wat zou ervoor kunnen zorgen dat we wel klaar zijn?

Martine

Uhm ik denk dat er nog verdere technologische ontwikkelingen moeten zijn en het samenwerken over de grenzen. Nu wordt vaak per land of per regio gekeken. Ik zit hier in Maastricht. Dan zijn we langer bezig dan als we iets uit Luik moeten halen. Terwijl we dat nooit zouden doen op het gebied van circulaire economie. Op dit moment gebeurt dat vrij weinig.

Jan

Waarom gebeurt dat dan vrij weinig?

Martine

Omdat toch die landsgrens bepaalde hordes met zich mee brengt. Ik heb Luik als voorbeeld genomen omdat daar ook Frans gesproken wordt. Dat maakt het natuurlijk wel altijd lastiger om samen te werken.

Jan

Dus het is wel mogelijk qua regelgeving of?

Martine

Ik verwacht dat regelgeving ook bepaalde barrières opwerpt. Ik heb de discussie niet helemaal meegekregen over de end of life status van auto banden. Dan mag je echt niet over landgrenzen heengaan.

Jan

Jullie hebben subsidies voor bedrijven die in welke fase zijn?

Martine

Nee die echt helemaal aan het begin zijn van wat moet ik hiermee. Het kan ook een langer bestaand bedrijf zijn die een nieuw productieproces wil opstarten of willen verduurzamen

Jan

En de aandelen zijn voor een eerdere fase?

Martine

Dat is voor een latere fase. Eerst hebben we de subsidies en dan komt het aandelen kapitaal.

Jan

Kijken jullie ook naar de TRL?

Martine

Jaa daar word ook naar gekeken.

Jan

Kan je me vertellen welke instrumenten voor welke TRLs zijn?

Martine

Ik weet nu toevallig dat een bedrijf met aandelen op TRL 6 zit.

Jan

Wat is jouw rol als business developer? Komen bedrijven ook actief naar jullie toe of ?

Martine

Allebei, bedrijven komen ook naar ons toe maar we gaan ook op zoek naar innovatieve bedrijven in de regio. En de rol als BD houdt in dat we ze coachen met business development.

Het stukje subsidies valt daar ook onder. Maar we helpen ze ook met hun businessplan.

Jan

Zie jij een groei in het aantal circulaire bedrijven?

Martine

Ik zit er zelf dus nog niet zo lang. Maar ik ben wel verrast van de circulaire initiatieven die ik langs zie komen.

Jan

Wat voor bedrijven zijn dat vooral?

Martine

Bijvoorbeeld MS shoes, die maken werkschoenen en die zijn bijna volledig circulair. Ze hebben ook het stukje reverse logistics nagedacht. Je ziet het overal. In alle sectoren. In de textiel industrie is er bijvoorbeeld een bedrijf dat kleding gaat maken uit menselijk haar.

Jan

Heb jij misschien nog vragen voor mij?

Martine

Als je het hebt over een waterstof pijpleiding. De backbone en nog een andere. Als het goed is word chemelot daar op aangesloten. De vraag is nu of er nog een apart lijntje komt naar het zuiden van limburg of naar belgie. Het helpt bijvoorbeeld wel om bedrijven er bewust van te maken van dit gaat er komen. En dat ze moeten aangeven als dat voor hun interessant is zodat ze mee genomen kunnen worden in het project.

Interview 6: Pieter Boon, Anqore

Peiter

Grotendeels onderdeel geweest van DSM. En sinds 2015 zijn wij zelfstandig. Heeft DSM het bedrijf berkocht. We zijn een zelfstandig bedrijf. DSM is nog een klein beetje aandeelhouder. Als een hele stille vennoot. De eigenaar is de grootste, CVC capital, een private equity bedrijf. We maken hoogwaardige grondstoffen die een heel breed scala aan toepassingen gaat. Waarbij het aantal aanbieders van onze grondstof nitriël is Europa zijn dat er maar twee. In amerika naar een paar. Dus maar een beperkt aantal leveranciers maar een heel breed scala aan toepassingen. In ons geval gaat vrijwel alles naar Europa en doorverwerkt. Dat zijn over het algemeen ook groot grondstoffen die uniek zijn. Je kan het niet zomaar vervangen. Het is een kritisch onderdeel van hun product of process. Het zijn toepassingen die variëren van een kunststof ABS. Die het beste kent als lego. Bijna alle toepassingen waar een mooie en sterke kunststof behuizing. Is vaak ABS. Het zit veel in autos. Het gaat in chemicalien voor afvalwaterzuivering. Riïol aan gemeentelijk. Het is de grondstof voor carbonfiber. Dus alle kunststof vezel die vliegtuigen, autos, formules autos. Tegenwoordig in de wieken van windmolens. Dat kan alleen gemaakt worden met ons product acrylnitriël. Handschoenen. Daar leveren we aan. We maken ook als bijproduct blauwzuur. Dat staat bekend als een extreem giftig product wat je niet mag opslaan en vervoeren maar wel direct verwerken in vitamines in speciale nutrienten. Dus speciale kunstmesten voor planten. Het is heel groot. Veel gaat ook naar Azie. Maar europa is eigenlijk een eigen ecosysteem. Waarbij lokaal beschikbaarheid cruciaal is. We maken dat in gelee. Wat relevant is voor de symbiose is dat

we twee grondstoffen hebben, ammoniak en propaan. Basis bouwsteen voor heel veel polymeren. Wij combineren grondstoffen.

Jan

Cluster gezien komt er nafta en aardgas aan.

Pieter

Als je het cluster bekijkt. Nog 1 opmerking. Je had het over intern hergebruik van stromen. De chemelot is al extreem ingericht gebruiken van stromen. En dan moet je met name denken aan warmte en stoom. De stoom is de aandrijf motor. Wij maken ook als anqore veel stoom dat word hergebruikt door veel andere partijen om dingen te verwarmen. De stoom balans is een ver gevorderd stadium van integratie. En er word mee stoom gebruikt dan dat er word opgewekt door de fabriek. Je hebt daarnaast nog wat dedicated stoom productie. Een deel van de stoom van de stoom word opgewekt met restwarmte of restgassen die uit de fabrieken komen.

Jan

Wat is de reden dat alles zo goed geïntegreerd is?

Pieter

Het is hier inderdaad zo sterk gegroeid is omdat het onder 1 eigenaarschap was. Op de site wordt het heel veel hergebruikt. Als je het hebt over warmte naar de gebouwde omgeving is iets wat al heel lang op de agenda staat. En er is in principe nog laagwaardige restwarmte over. Als je het hebt over hoogwaardige restwarmte kan je het vaak goed gebruiken voor stoom of elektriciteit. Laagwaardige warmte naar huizen toe. In de praktijk klinkt dat heel interessant maar verschrikkelijk ingewikkeld omdat het heel veel investeringen vraagt in de infrastructuur. Met name in woonwijken en steden. Dat is in principe is dat mogelijk. Er zijn ook eisen dat je je warmte niet zomaar mag verspillen. Er zijn hele strenge eisen op energie besparing. Als je allerlei besparingsmogelijkheden hebt kwa energie zijn er vrij harde eisen dat je dingen moet doen. Op het gebied van energie besparing dat voordat er symbiose bestond. Dat vaak kosten gedreven er al allerlei redenen waren om dat soort stromen te hergebruiken.

Jan

Zijn dat eisen vanuit NL of EU?

Pieter

Ben ik overvraagd. In iedergeval NL. daar weet het uSG veel van. We hebben allerlei betajoule projecten. Deels ook misschien door europa. Volgens mij als je het hebt over europa besparingsmogelijkheden en die hebben een terugverdientijd van minder dan 5 jaar ofzo dan moet je ze doen.

Jan

Voor de investeringen naar een woonwijk, die zijn hoog, hoe zou dat wel moeten lukken? Moet dan een buitenstaander komen om die investering te maken ? en ook de waarde verdient.

Pieter

Sabic heeft ervaring in het investeren in het groene net. Dat is heel ingewikkeld. Ik ben onvoldoende ervaren. Contact hun. Je hebt natuurlijk als site altijd warmte over. Een woonwijk heeft soms geen warmte nodig. Maar mijn punt is de site heeft een historie van integratie en hergebruik. Je ziet dat vaker in de chemie. En de oorspronkelijke drijfveer was efficiëncy kosten. Alles aan energie wat in je grondstoffen zat komt stoom vrij. Het is een exotherm proces. En die energie moet je afvoeren. Dit wordt in de vorm van stoom gedaan. De site wordt inderdaad gevoed met nafta en aardgas. Bijna alles uit de site wordt afgeleid uit gas. Uit gas wordt ammoniak gemaakt. En vanuit nafta worden etheen, propaan en andere producten van gemaakt. Wij zijn een van de weinige die met beide stromen te maken hebben. We kopen ammoniak en propaan die op de site geproduceerd worden. Het is wel zo dat aan het veranderen is. Sabic gaat site aanpassingen doen aan zijn crackers. Wij kopen nu propaan van Sabic. En 2024 kopen wij geen propaan meer van Sabic omdat er geen propaan meer beschikbaar is. Dan moeten we het buiten de site kopen., dat heeft te maken met optimalisaties aan de kant van Sabic.

Jan

Moeten jullie dan grote veranderingen doorbrengen?

Pieter

Wij zijn met een gigantische grote investering bezig om die propaan aanvoer en opslaan. Dat kost veel geld. Een jaar geleden hadden we het niet voorzien en over een jaar moet het al werken. Maar dat zijn gevolgen van de hele CO2 transitie leid ertoe dat 4dingen gesloten worden. Fabrieken kunnen niet mee in het geweld. Daardoor veranderen grondstof stromen. Wij moeten propaan aangevoerd moeten krijgen vanuit andere leveranciers. Dat is geen probleem. De moleculen zijn gelukkig wel beschikbaar. Dus de transitie die Sabic doet om die

nafta te vervangen door andere grondstoffen, door d=bio nafta, grondstoffen basis van het recyclen van plastics. Die lopen door maar die primair bedoeld voor de fabrieken van Sabic.

Jan

Jullie staan redelijk hoog in de keten toch?

Pieter

We hebben gister gesproken met een bedrijf als Shell. Dat zijn bedrijven die maken zelf raffinaderijen. Of bedrijven die deductie producten maken. Die worden gevoed uit producten uit, Sabic koopt producten uit raffinaderijen. Er komt olie in, dan wordt het nafta, kraker en dan. Wat er gebeurt dat Sabic probeert Nafta te kopen uit bronnen die niet afkomstig zijn uit olie. Er zijn partijen die raffinaderijen hebben omgebouwd zodat ze ipv olie andere grondstoffen in kunnen zetten. Dat kunnen dingen zijn zoals dierlijke vetten, restmateriaal, used cooking oil. Een soort olie die ze kunnen maken uit de papier en hout industrie. Het zijn bedrijven die dat soort stromen om kunnen zetten naar in iets wat lijkt op nafta. Bio or renewable. Die kunnen dan bijvoorbeeld bij Sabic. Wij noemen dat niet fossiele grondstoffen. Die maken er dan propeen van. Het molecuul is niet hetzelfde maar de oorsprong is anders. Er zitten een aantal stappen in. Wij kopen het bij Sabic, we gaan die kopen bij andere partijen. Die niet fossiele zijn ook gecertificeerd. Wij gaan het deel van ons propeen vervangen door niet fossiel. Dat kan ook geclassificeerd worden als een symbiose. Want je maakt gebruik van reststromen uit andere industrie takken.

Jan

Je zie dat je propeen ging inkopen bij partijen zoals Shell. Je konne niet alles uit niet fossiele grondstoffen halen?

Pieter

Het punt is we hebben twee grondstoffen. Je hebt ammoniak en propeen. Een opmerking over ammoniak. Je hebt op de site twee ammoniak fabrieken. Nu is ammoniak heel duur in Europa door de gasprijzen. Ammoniak is niks anders dan aardgas omzetten naar ammoniak. Dat is bijna niet te doen. Je ziet ook dat veel ammoniak fabrieken in Europa stil staan. Dus wordt de ammoniak geïmporteerd uit Midden Oosten of Afrika. En het is meestal ammoniak die gemaakt wordt uit aardgas. We hebben ook in het verleden ammoniak gekocht die werd gemaakt uit biogas. Dus dat is beschikbaar in kleine hoeveelheden. Dus een niet fossiel grondstof. Wat je straks ziet gebeuren, OCI gaat. De eerste stap die je doet is van aardgas waterstof maken. En van waterstof maak je ammonia. Er loopt nu een project op de site om waterstof te maken met

kunststof afval. Er zijn plannen. Alleen is dat nog nauwelijks beschikbaar. Het kan best zijn dat een deel van de ammoniak op de site gemaakt wordt met biogas of groene waterstof. Op die manier gebruiken we nog steeds dezelfde materialen maar vanuit andere herkomst. Die ammoniak wordt gemaakt uit waterstof. Helaas is dat nog ver weg. Er zijn nu wel al investeringen in Afrika om ammoniak te maken uit zonneenergie en windenergie. Dat is iets wat binnen nu en een paar jaar beschikbaar is. Die ammoniak wordt dan geïmporteerd en is hartsikke groen.

Jan

Voor de financiering voor dat soort projecten hoe wordt dat gefinancierd? Zijn dat subsidies of private banken?

Pieter

Er zijn in Europa investeringsfondsen maar die zijn beperkt qua de scope. Er is geen subsidie op de extra kosten van dat soort grondstoffen. Je betaalt een marktprijs voor propaan. Als je dan niet fossiel propaan koopt is die heel erg duur. Als propaan per ton 1500 euro kost. Dan betaal je 2200 toeslag om het niet fossiel te krijgen. Dat wordt op geen enkele manier gesubsidieerd. Dus er wordt wel gekeken naar waterstofprojecten. Maar ook de ammoniak die je daarvan maakt zal zeker heel veel duurder zijn. Wij als Anqore zien er niks van. Ook de logistiek van propaan daar zien we niks van. Waarom is dat voor belang voor ons. Kijk wij hebben de ambitie, sinds 2019, het merk eco nitriël gelanceerd. Eco nitriël is de naam die wij gebruiken voor de molecuul acryl nitriël maar uit duurzame grondstoffen. Dat is een langdurig proces want je moet je klanten uitleggen hoe dat werkt. Het is belangrijk om certificering te krijgen door een papertrail aan te tonen dat het product daatwerkelijk afkomstig is van niet fossiele grondstoffen. Dat moet onze leverancier, wij en onze klanten doen. De klanten of een deel daarvan hebben producten gelanceerd waarbij ze kunnen laten zien dat er econitriël in zit. Dat loopt in kleine hoeveelheden maar bij een reek klanten. Dat is heel erg duur want die toeslagen kosten echt. Het is twee - drie keer zo duur. En dat is best een probleem. Onze ambitie is wel om ons aandeel in econitriël zo snel mogelijk heel hard te laten groeien. Het is een S-curve. In het begin traag maar dan snel. We willen begin 2050 100% op die manier willen werken. De zorg is dat: 1) de ammoniak zal wel beschikbaar zijn met zonne en windenergie, 2) de bottleneck wat uit de krakers gaat komen de propaan. Het is heel moeilijk om aan grondstoffen te komen. Dat is wel de ambitie die we hebben. Met iedereen waar we nu

contracten mee afsluiten bespreken we ook de mogelijkheid om hun niet fossiele propeen te leveren.

Jan

Wat is jullie drijfveer achter die ambitie?

Pieter

Omdat wij denken dat het in het kader van de toekomst voor ons product en de producten van onze klanten. Dat de noodzaak om. Mijn uitleg over de discussie van chemie is co2 speelt een rol maar dat is eigenlijk maar een voorspel. Je hebt de scope 1, 2 en 3 emissies. Scope 1 emissie reductie is mooi maar dat is niet de echte discussie. De echte discussie is scope 3. Wij kunnen namelijk al onze scope 1 emissie regelen in de fabriek. Maar nog steeds onze grondstoffen fossiel hebben. Wij focussen op scope 3, scope 1 is makkelijk. Wij zijn daar wereldwijd de koploper in en daar we zien we onze toekomst in. Waarbij je nou moet uitzoeken welke oplossingen kunnen het beste het absorberen. Want het is verschrikkelijk duur. Waar wij ontzettend veel last van hebben is het feit dat de chemie in rechtstreekse competitie is met de brandstof markt. Daar speelt europa een verschrikkelijk belangrijke rol in. Er zijn allerlei wetgevingen dat biobrandstoffen moet worden bijgemengd in benzine, diesel en kerosine. Dat is een keiharde eis van de EU. Dat betekent dat al die leveranciers die niet fossiele grondstoffen uit de markt halen en dat in raffinaderijen stoppen. Dat gaat allemaal naar de benzine pomp. Dat is eigenlijk een schande. Het is zo zonde dat. Diezelfde grondstof kun je ook omzetten in een kraker en je kunt er chemische producten van maken. Wat het verschil is dat chemische producten niet single use is. Bijvoorbeeld lego word niet weggegooid. De chemische producten hebben van nature een lange levenscyclus. Terwijl als jij de nafta bijmengd in diesel en je rijdt het zo weg. De reden dat waarom die propeen zo duur is. Omdat dat de prijzen zijn die de brandstof industrie kan betalen om te voldoen aan de regelgeving van de EU. Dus als we praten met partijen die groot zijn in renewable grondstoffen, nestle, die zeggen ook tussen brandstof of grondstof voor chemie. Die brandstof brengt zoveel geld op dat het een enorme barriere is. Het is bijna niet te betalen. Als je met sabc praakt. Daarom zijn die toelagen zo enorm hoog.

Jan

Dat is wel echt een fout vanuit de EU regelgeving.

Pieter

Wat er gebeurt. Ik begrijp dat je iets moet doen aan brandstoffen. Alleen je zou principieel strategisch uitspraak moeten maken dat je beide doet. Ik zorg ervoor dat eraan beide kanten wat gebeurt. Bijvoorbeeld dat er bepaalde hoeveelheden worden verdeeld. Dat er eisen van kostbare grondstoffen dat die ook terecht komen in de grondstoffen markt. 40% van alle producten zit chemie in. Ik praat niet over tasjes. In alles die echt nodig zijn. Dat is een battle die ingewikkeld is.

Jan

Word hij wel aan gestreden?

Pieter

Ik denk bij de vereniging van nederlandse industrie is de svic in brussel. Die lobby loopt wel maar dat is zeer moeizaam. De luchtvaartmaatschappijen sluiten een contract af en iedereen is dan blij dat de kerozine een deel word bijgemengd. Uiteindelijk is bijmengen na een km is het weg. De ultieme single use van hele schaarse producten. De beschikbaarheid van propeen en de premie is een serieus probleem. Het is een zondanige hoge premie, die we wel bereid zijn om te betalen maar dit zijn niveaus die zijn killing. De alternatieven waar bijvoorbeeld Sabic mee bezig is, met het gebruik van kunststof huisafval naar ook grondstoffen voor krakers, is een heel duur proces. Het is niet goedkoop want je moet de kunststof verzamelen, het schoonmaken, het is best energie intensief. Dat gaat ook geen grote stromen opleveren dat daar de hele chemie geleverd kan worden.

Jan

Jullie werken samen op de site, hoe werkt dat? Vertrouwen of contracten?

Pieter

Er zijn allerlei contracten. Voor stroom en utilities hebben we contracten met langjarige structuren. Allerelei langdurige contracten voor rioelen, afvalwaterzuivering enzovoorts. Dan heb je contracten tussen individuele bedrijven op de site. Als we ammoniak of propeen kopen dan zijn het contracten tussen partijen op de site. De site zoals die opgezet is jaren geleden met nafta en gas, die zal anders worden door een andere aanvoer van gas door de klimaatdiscussie. Misschien ook de ammoniak stroom. Er zijn wel dingen aan het veranderen. De fabrieken op de site zullen onmogelijk kunnen rekenen dat die grondstoffen in een hernieuwbare vorm ook op de site geproduceerd of geleverd kunnen worden. Daar zijn zulke hoeveelheden stroom voor nodig. Dat is fysiek niet mogelijk. Je moet ook zorgen dat een aantal andere stromen fysiek geleverd kunnen worden. Er lopen discussies over

infrastructuur. Dus bijvoorbeeld een van de dingen die echt nodig is voor IS op de site is heel veel elektriciteit. Daar kan Sabic wel iets over zeggen. Als je brandstof gebruikt en dat wil je elektrisch doen dat vraagt om gigantische hoeveelheden. Tweede de infrastructuur voor waterstof is bijzonder belangrijk. Tegelijk met wat er vroeger gebeurd is met het voorzien van aardgas leidingen. Een beetje kip en ei verhaal. Je kan zeggen geef maar aan hoeveel je nodig hebt. Aan de andere kant moet er ook een infrastructuur zijn. Waterstof en elektriciteit zijn enorm belangrijk. Er lopen ook discussies over grondstoffen. In NI loopt er een discussie tussen het delta corridor project, vanuit de haven rotterdam, waar ook gesproken word over propeen. En nog wat andere zaken. Dat is best ingewikkeld. De pijplijn vanuit rotterdam naar chemelot gaat niet de wereld oplossen. Namelijk wat wij nodig de hernieuwbare propeen komt uit allerlei fabrieken in Europa. Dus die moet je overal vandaan halen met pijpleidingen. Die pijpleiding vanuit rotterdam gaat dat niet zomaar oplossen. Het is een gamechangeer.

Jan

Bijvoorbeeld de infrastructuur voor de waterstof gaat anqore dat zelf betalen, met zn allen op de site? Hoe word dat gefinancierd?

Pieter

We zullen op de site wat dingen moeten doen. Net zoals met aardgas heb je leidingen naar jouw tuin. Die heb je niet betaald. Dat is iets wat moet komen. Bijvoorbeeld waterstof, chemelot is niet de enige die dat nodig heeft, maastricht ook. Iedereen heeft het nodig. Dat is iets wat uit de algemene middelen, de overheid moet investeren. Op de site kan het zijn dat we dingen gezamenlijk moeten doen. Als de industrie dat zelf zou moeten betalen is dat een doodlopende straat. Het uitgesloten. Het is onmogelijk op te brengen. Het zijn zulke gigantische bedragen. Ik denk dat geen land in europa dat zo organiseert. Het word ook niet verwacht dat wij een elektriciteits leiding vanaf de zeekust gaan aanleggen. Op de site dus wel. Uiteindelijk kan het best zijn dat, het een soort tolweg constructie, dat je als gebruiker betaalt. Dat doe je nu al met gas en elektriciteit.

Jan

Dat hoeft niet de overheid te zijn?

Pieter

Dat hoeft niet. Maar het is wel zeer complex. Ik denk dat het zeer ingewikkeld is. Ik ken geen behalve dan wat tolwegen. Die doen maar bepaalde stromen. Dat gebeurt eigenlijk niet in NL

of Duitsland. Wij regelen dat op een andere manier. Ik denk niet dat we dat op deze manier kunnen gaan regelen.

Jan

Denk jij dat de Europese markt of Nederlandse markt al klaar is voor een circulaire economie?

Pieter

Ik denk er heel veel goeie wil is maar dat er nog weinig mensen zich realiseren wat het gaat kosten. Je kunt producten kopen die volledig duurzaam zijn maar die zijn heel veel duurder. Die zijn niet duurder omdat de chemie bedrijven meer geld verdienen maar dat komt omdat de alternatieven voor aardolie en aardgas veel duurder zijn. Aardolie en aardgas zijn sowieso verschrikkelijk goedkoop en bijzonder efficiënt. Als mensen geconformenteerd worden met de duurdere duurzame productent. Ik denk niet dat mensen bereid zijn om dat te betalen. Ik denk in die zin dat iedereen het zegt. Maar dat dat heel ver weg is.

Jan

Denk jij dat er een groot verschil zit tussen het Europese en Nederlandse beleid?

Pieter

Ik denk dat er als je vanuit de chemie kijkt het speelveld Europa is. Iedereen die wat in de chemie wat doet is actief in Europa. Europa is daar zeer bepalend in. Ik denk dat er absoluut Europese regio nodig is. Nederland legt daar soms wat on top off met bijvoorbeeld de CO2 belasting. Dat kan wel is verstorend werken. Ik denk met name dat Europa in de lead is. Als Europa dingen oplegd aan de industrie of aan de gebruiker. Ik neem voor het gemak ammoniak. Als je allerlei maatregelen oplegd om CO2 te reduceren. En vervolgens importeer je het product uit gebieden buiten Europa waar die regelingen niet gelden. Dat is natuurlijk vreemd dan hou je jezelf voor de eek. Want al die emissies zijn hetzelfde of juist meer dan. Als je import zo toestaat in plaats van productie in Europa dan doe je niks op CO2 emissie. De EU is bezig met een belasting op CO2 gerelateerd in Europa. Dat is heel belangrijk.

Jan vragebn?

Pieter

Wat doet Europa en overheid. Wat word nu eigenlijk gesuport? Op het gebied van CO2 reductie vind ik het wel bijzonder teleurstellend wat er mogelijk is aan middelen. We hebben als bedrijf de mogelijkheid om veel CO2 te reduceren. Wat per ton CO2 het meest aantrekkelijk is in heel Nederland. Vervolgens komt het wel op onze schouders neer als relatief klein bedrijf. Er is geen enkele manier om dat mogelijk te maken vanuit de optiek je moet de

slimste dingen eerst doen. Dan loop je vast in allerlei ingewikkelde staatsteunconstructies. Dan is het teleurstellend om te zien wat voor middelen er zijn. Als je een hele grote vis hebt. In de praktijk is het soms ingewikkeld om goede dingen snel te laten gebeuren. Als je het allemaal neerlegt in de handen van grote chemie bedrijven loop je groot risico A) omdat het geld er gewoonweg niet is, B) of dat partijen zeggen van het is zo duur in europa, dan besteden we het geld ergens anders. Op die manier zie gewoon.

Jan

Speelt dat bij jullie ook?

Pieter

In ons geval speelt dat niet omdat we alleen hier actief zijn. Maar heel veel partijen wel. Met name grote bedrijven. Die maken zich ernstig zorgen om nog wat in europa te blijven doen. Dat kost niet alleen veel werkgelegenheid maar het lost helemaal niks op. Want de strengste wetgeving is in Europa.

Jan

Dan moeten er import tarieven komen?

Pieter

Daar lopen discussies over. Als jij een partij bent die in europa en in het midden oosten produceert. En je sluit in Europa dan heb je het leifst geen import, dat is ook weer een barriere. Het is daarom een heel ingewikkeld probleem. Maar het is vooral europese materia. Bij ons is het over de inzet van waardevolle grondstoffen die in een bodemloze put gaan voor brandstoffen. Een grove schande. Dat lukt onvoldoende om dat op de agenda te krijgen. Daarvan zijn de belangen van de auto en vliegtuig industrie te groot. Dat is het key element.

Jan

De chemie industrie is tcoh ook heel groot

Pieter

Dat valt in het niet bij die industrieen.

Interview 7: Roald Suurs, TNO

Roald Suurs

Oh donor. Yeah, yes. Tyvek Hey, Karen. afternoon. Good afternoon. I didn't know Kieran would join. But that's yeah, I

Roald

Suurs

didn't announce it but he's a new colleague with us. Okay. I invited him to this interview because I expect he will play a role in projects. Okay. He's, uh, he's well. He's a lot of knowledge on the, in the field of circular economy more than than I have probably. Yeah, that's why I thought maybe it's good to have him.

jan Zilch
Yeah, yeah, that's very nice. Well, thank you for joining joining Kieran.

Keiran

No, no problem. Did I miss anything before he jumped in? No, we just done

Keiran

no, it's okay. I'm kind of just jumping into this session. Marius was promised project a bit but what was the kind of intention of this?

Roald

Suurs

There's a European project called hubs for circularity. And the project basically is about I told you a little bit about its Kiran it's about, say industrial symbiosis and all kinds of innovations that are necessary for the transformation of industry focuses on the industry. In this project. And the idea is that there's a benefit in shutting up so called apps for circularity, where the different organizations that are part of industry industrial clusters, they they can coordinate and align on what needs to be done. On technology development, also, data sharing, changing of regulations, business models, development you name it. And Jan, he asked me a couple of weeks ago, if I could be part of an interview that he's doing for his internship.

Jan

So for my writing my master's thesis at it Egen which is one of the companies of the consortium of the hubs for circularity project. And Egen is tasked with finding or doing the funding part or the financial part of the hubs for circularity project. And so I'm combining my master's thesis with an internship there and for this so they tasked me with finding financial barriers or just barriers in general for the implementation of industrial symbiosis. So that's why I asked to go choose because for my within my framework, I need to do interviews with

different actors that are pursuing industrial symbiosis or that are engaging or just being busy with it. And go out is one of the consortium partners. And I also need to interview just universities or just like knowledge institutes and that's why I contacted Roald.

Roald

Suurs

Yeah. And I have to be honest, me this feels is quite new. I'm more involved in the project as an expert on innovation systems. Yeah, so let's see how it goes. And Kieran can help out at all some some maybe some questions he can answer. But let's try and we'll see how far we get

Yeah,

yeah,

I

Roald

I think I can also talk about this a bit, as well. I mean, depending on the questions, but then I have quite a bit of knowledge because there was a related project or the one that I was in did a lot of work on. Eco industrial parks, which then has a lot of kind of overlap with this kind of project, I think. Yeah, yeah, definitely.

Jan Zilch

Is there actually a lot of research done into the implementation of industrial symbiosis in Europe? Or is it still kind of in a in a new field?

Roald

Suurs

Yeah, Keiran you are better able to, to estimate than I am I will just add if think I can add something?

Keiran

The short answer is no. It's it has a really long field. This goes back really to kind of the 80s and things. So we think about the field of industrial ecology, and the kind of arrangements of kind of government businesses in terms of kind of interplays of resources I think industrial symbiosis really became much more popular in the late 90s and early 2000s. And there's a few kind of key examples earlier on, right Kalundborg in Denmark is the very famous example. But then, from like, early 2000s, you had a lot more kind of government initiations trying to kind of steer or create industrial symbiosis kind of arrangements. And then there's a few

studies that were compared, for example, the United States and Europe, in terms of how these policy approaches have done so in terms of a field and in terms of literature, there is a lot being written on this for a long time already. If you think of Martin certo. She's the kind of big name on this for a long time.

Jan Zilch
Okay. Okay. And so what will be the differences between the European and the US mentioned? The European and United States? What are the differences between those two?

Keiran

This is just I'm trying to remember but I think it was about who was the actor who's really initiated a lot of this. So this was in the Clinton administration there was a lot of governmental led initiatives to create eco industrial parks and industrial symbiosis experiments. Whereas I think that also happened in Europe. But the contrast that think and now I'm just thinking of Netherlands, a lot of these were very bottom up. They weren't there. Was maybe more of a facilitation role by governments or by local governments, but they very much emerged more bottom up. And in the US, it was then very much of a planned kind of process.

Jan Zilch
Yeah. And just in your view, what is the better way to implement industrial symbiosis more the bottom up, or the bottom up or the top down?

Keiran

And so there's two parts. So I'm just thinking now, there's one paper that was written on this and it was there was two kinds of aspects that were important the longevity, one was network familiarity. So generally, symbiosis arrangements already emerged in sectors and actors who already had pre existing relationships. And the second one was the interim, the bottom up ones have a longer longevity, because they weren't necessarily structured from like a financial stimulation that might end for example, like a subsidy.

Jan Zilch
Yeah. Okay. Nice. So, within two, you know, is there also research being done on the

implementation of industrial symbiosis? By which actors?

Keiran

Yeah, I'm sure, but I can't tell you where hearts like I shared, it's not my field. Yeah. It's our unit that's critical to see the circular economy. And I'm not sure what, how it was. Maybe make a note to them. I will look it up. I will look it up for you. But yeah, there's a lot of activity there. I'm not sure how you scope your study. Because industrial symbiosis in my view, is a quite specific topic about say, connecting different industries on a site and changing the heat and material flows and trying to reduce waste. Is that your, your ideas? Well,

Jan

Zilch

yeah, so maybe I can explain my framework a bit what I'm using. So it's called a mission oriented innovation system. And it's just a framework in which I structure the everyone who's busy with industrial symbiosis. So there are industry actors, governmental actors, financial actors. And in I need to interview all of these in order to find out who are the actors, so that they know is one of the actors who is busy with researching industrial symbiosis. And from them I from all these interviews, I will be able to identify systemic barriers in order to give policy recommendations on how to better so Okay, in the first part, it's a mission so the HPC project has a mission to make make these hubs and implement resource efficiency and all these things. So, are all the actors in the system working on input on successfully delivering the mission or not? And so you are as they know, one of the knowledge actors in this system or Bernie actively produced pursuing industrial symbiosis. So that's why I need to interview you. But maybe it's more Yeah. Well, if you don't really have a lot of expertise on this, but it's also always good to have a chat. Just yeah, no more

Roald

Suurs

than those. Yeah, let's not dwell on them because usually, I will just be guessing and yeah, and also, I'm also an important actor in this field at all. Yeah, I'm trying to find some overview, but because Tino has had a lot large portfolio of research and innovation, and I'm just I'm just looking if I can find some person that's good. Yeah. Find some some insight for you. And maybe I can, I can get back to you on that.

Jan

Zilch

Yeah. Yeah. It would be nice. Thank you. So just to be so for the H4C project. How will the progression be monitored? Do you know if there will be any indicators used or how will the results be evaluated?

Roald

Suurs

Well, I prefer a general answer. I think. Basically, we have projects planned that we are going to guide and we are held accountable to deliver all that the project plan, which contains milestones and deliverables. In terms of quality, I think there is standard quality control in place. In every deliverable that goes out, it will be checked in first within the consortium. I think PNO has consortium leader will make sure that that's this is done probably by installing some kind of second second reader or reviewer maybe from PNO themselves. But they can ask for examples TNO you know, to do it, but there has to be a second pair of eyes to kind of check. Yeah, and then it will be sent to the project officer for review. Like monitoring. I'm not sure what you mean. Otherwise, in terms of monitoring, I think monitoring is more something you do for policy instruments. Yeah. But yeah, there was so will be a midterm review. Of course there will be a final project review. And just standards European project stuff.

Jan

Zilch

okay. Thank you. So what do you think is most important to make the H4C project a success? How can you everyone participate in the best way? Are like a are all the relevant actors are engaged within the consortium or the project or?

Roald

Suurs

Yeah, yeah. Well, I think top of mind, what I think is a challenge is, of course, challenging, just providing the quality content that's basically what we have to do, and setting up the processes that we that we say can create communities of practice and services that we will develop, these are all challenges to deliver. But that's up to us. And I think we can we can do that. But what I think is a bigger challenge is say aligning the project what's being done in the project to tie to the broader ecosystem. And there's a lot of stuff that's relevant here. Like you have this SPIRE not sure if I, I have to recall it now. But there's a big initiative that is also very similar to what we are doing which is done by SPIRE. They also have a kind of web site, where they

also bring together a lot of organizations and we actually talked about this during the kick-off meeting, that it should be, but we are going to set up to become part of that. It will exist as separate worlds. That's I think a challenge because those are large existing networks that we need somehow we need to plug this in but it's not evident that that they will see this as valuable. I think connecting to the existing infrastructure ecosystem. I think that's a big challenge and also the policy officer, that she was also in the kickoff meeting. She also mentioned a lot of a lot of policy topics that are quite high on the agenda, where we should kind of provide input for. I think it was a very long list of very important topics. I can't repeat them now. But I was also thinking at the time. Yeah. We're not going to save the world with one project. So I think we need to be precise. The project as it's written down, it seems to be seems to be very general in what it will provide. I think we need to maybe narrow it down more. And maybe you can only do that in in the dialogue with the stakeholders that we want to involve. So that we will maybe for Kieran. There are some hubs, industrial clusters that are already kind of part of the project they have signed some letter of intent. So they kind of on board with this project. I think there are 10 of them. I think it will be very important to, in the short term to have very good conversations with them to align and scope and decide on find out your needs and make sure that we build on those. Yeah, those starting points. I think that's what's what what will make us successful.

Jan Zilch

And about these you mentioned these policy obstacles. What was her name?

Roald

Suurs

I can't maybe I can look it up on cordage. There are two people there I just don't.

Jan

Zilch

Okay. Okay. And do you think there would there is enough funding or financial capacity to fund like the implementation of industrial symbiosis within these hubs?

Jan Zilch

okay, I will contact Ron that's because that would be very, very good information for me. So I was asking, Do you think there is enough funding capacity or enough finance, both from

public or private parties to implement industrial symbiosis in these hubs?

Roald

Suurs

I can't really judge that, to be honest, maybe Keiran and as soon as an expert opinion.

Keiran

No, but I mean, this is something I don't think you know, until after the project is done when we do a kind of evaluation of it, because we're trying to do something new in order to facilitate industrial symbiosis processes you know, it's a large project there's a large consortium has a lot of members. So there's a good basis to work from but until but when we can't really know the effectiveness of that until the end.

Roald

Suurs

I think in terms of funding, if you look at for the hubs themselves, it is part of the project is to design business models for how the hub's themselves can be financed and it's probably a mixed funding story. So get partly will be public funding and they will also have to have to generate some income from providing the services to their members. And I think that's part of the project too we call them archetypes to say, describe archetypes for how this could possibly work. Some of the some of the industrial clusters already have some of these and some did they already are quite ahead. For instance bright lands. This console she did clustering, Limburg, they are quite well organized. It's also relatively small cluster in the sense that it's a single site, which I always think it's quite kind of hard to compare it to Rotterdam or Nord Rhein Westfallen. And I think this is always a lot. I have had this problem before in another European project that we had these clusters is was on board in the project. And and literally we had in one project we had Nord Rhein Westfallen as a case. And we had also Seen im sud in good support, where they had a lot of experience with industrial symbiosis. But that's basically a site with a handful of companies that that have a lot of nice experience with exchanging heat and other flows. I think it's hard to compare these different levels of aggregation, but somehow we have we tend to do that. What I what I wanted to say is, I guess we're going to study basically how our hub can function. Financing is part of it. Yeah. And I think it also depends on the scope. So single projects might be easier to fund and finance than a hub that should be the kind of an intermediary organization.

Jan Zilch

Yeah. It's also this is also my first interview doing for the thesis. So I'm also kind of still with working on on how to perform these interviews. Is there I need to know I need to know so much information that it's hard to ask the right.

Jan Zilch

Maybe what, you can do for answering this type of question, to at least have ever look on, say history of funding. So if you see the topic how much funding does the European Union in horizons projects how much do they put into these type of projects? You can look it up on Cordis, but some keywords I think you can find some trends there. And I'm not saying that you did that if your answer because is it sufficient? I don't know what who could do who can tell? I think the debate the more important question is, I guess, where are the hurdles And how can they be addressed? And funding is always part of that?

Jan Zilch

Yeah. Yeah, definitely. Yes. Okay. Thank you. We'll look on Cordis. So, Kieran Do you know if there has been done a lot of research on what kind of technologies are going to be important or has been researched on for industrial symbiosis?

Keiran

No, that wouldn't be really my domain. I think there would probably be a lot of literature out there. But again, it's very specific right because it depends on the sector. It depends on the particular business and particularly exchange, etc. But for myself I don't have anything on top of my head that I could add to that.

Keiran

What I can do though, is just tell you kind of like a number of the kind of general barriers that are always kind of in these things.

Keiran

I mean, it's the same kind of issues that are coming up a lot in the circularity discussion, which is really about, I mean, do companies have time and capacity to actually reorganize who they're receiving kind of something from right or waste stream or something? You always have issues. If it's something that's not like steam or heat or things that you have, and it's on the product or material level. There's always issues around quality control and quality variation. And then there's also the issue of price when we're just talking about materials. Because quite often, it's potentially more expensive.

Jan

Zilch

Yeah. It's more expensive. Yeah. Okay. Of course.

Keiran

So it just in terms of, you know, if you're buying a waste resource as opposed to something new. Very often there's not a kind of a dissimilar there's a price difference between the materials. It's not cheaper. Yeah.

Jan Zilch

So would you say that maybe regulation would be would influence this more?

Keiran

Yes, I mean, but in some ways, it will come down to kind of a quality control, which regulations can do? I think they can because I mean, basically, as a receiving party, you have to make sure that the input you're receiving has the kind of quality criteria that you need.

Jan Zilch

Yeah, yes, of course. Yeah. Okay. I think I've everything I want to know. It's just thank you.

Thank you for your time. Both.

Roald

Suurs

She also schedule talks with people from the Systemic project.

Jan Zilch
No, no. Would that be?

Roald Suurs
I think maybe it's, I'm not sure if it's in your scope but they are focusing on let's see that circular plastics.

Jan Zilch
What was the name systemic project system?

Unknown 27:21
PNO is also part of that. You can also check it with Ron. He was also involved there. My colleagues also I also involved in I will have to talk to them myself. If I speak to them, maybe I can also find out which persons are I think the most knowledgeable in this perspective, the type of questions you are asking. Yeah, yeah, I think but just for my understanding, is plastics recycling, if that's part of your scope.

Jan Zilch
If it would be done within an industrial cluster, then yes, because he's, I think the hubs for circularity also includes industrial urban symbiosis certain waste streams from urban cities or would include it.

Roald Suurs
I will keep that in mind. Yeah, I speak to them yeah, thank you. Yeah, I, I already want you for me, this is really a new type of new domain and we are we are starting to learn about this topic ourselves. I'm sure within the consortium, there are people that can also your questions. Yeah, easily. So yeah. So it would be very bad if everybody would have the same knowledge, as if, but I hope it's it will. It was at least good practice for you. So good luck with that. And I'll keep in mind coming in the coming months. It won't be weeks to have more be months. Yeah. So but I'm keeping my eyes if I if I find out about people who can be Thank

Jan

Are you the leader of the consortium project?

Ron'

I am the coordinator.

Jan

You have worked on Spire?

Ron

Spire is opgericht in 2019. Als association. I soggestart door de europese comissie. Council of chemical industries. Die de grote industrieen vertegenwoordigd. Ze vroegen of we ze konden helpen met het opzetten van een innovatie roadmap of visie voor de chemische sector. Ze wilden toen een veel groter platform opzetten met niet alleen de chemische industrie maar ook de staalindustrie, cement, keramiek en mineralen. Ze hebben er achte rbij elkaar gebracht. Nu hebben ze een update gemaakt maar die hebben wij niet gedaan. De update geeft aan wat voor onderzoek en innovatie er nodig is voor de acht industrieen. De update is gedaan met name door het nieuwe raamwerk programma. De eerste versie was voor horizon 2020. De nieuwe versie is voor Horizon europe. Nu heet het process 4 plant. P4p. waar opnieuw de rol van de process industrieen, ook de olie en pulp en paper. Glas nog niet. Wat de rol van de industrie is. Wat hun rol is in een carbon neutral society. Wat er voor nodig is, welke mechanismen je nodig hebt. 1 van die mechanisemes is dus h4c. dat is een spinoff voor hun visie. De visie is dat je onderzoek en innovatie niet alleen in een labsetting moet hebben maar ook echt in real life environments moeten zetten. Dus afval, zijstromen van de ene industrie kunnen een grondstof voor een ander zijn. Energie, water en materialen zijn.

Jan

Heb jij ook kennis over IS in NL?

Ron

Jaa een beetje. Ik ken een aantal ecosystemen in NL. Er is een cluster in zeeland, smart delta resources. Dat is een IS innitiatief. Opgericht in 2019. Dat is een samenwerkings verband van een dertiental industrieen. Opgericht door een grote fertilizer club. Een energie bedrijf en anderend. Laten we kijken of we samen kunnne optrekken. Warmte delen. Voor bijvoorbeeld kantoren. Het is een belangrijk voorbeeld voor CO2 word gebruikt voor de kassen. De planten hebben CO2 nodig om te groeien. Zijn die bedrijven zelf bij elkaar gekomen of was het een strategie. Het is een vlaams-nederlandse samenwerking. Ze zitten ook een gent.

Sommige van de partijen zijn onze klanten. Dow chemical bijvoorbeeld.

Dat is een region,

We werken heel nauw samen met Chemelot. Daar gebeurt ook vrij veel. Zij hebben als doelstelling om een circulaire regio te worden. Om een circulair hub te worden. Zij zijn ook een founding member.

Jan

Stellen deze partijen zich ook open om bepaalde industrial solutions toe te passen. Om ze uit te testen.

Ron

Nee dat moeten ze zelf doen. Wat wij doen is we maken een ECOP met kennis. Daar kunnen partijen die geïnteresseerd zijn. Gebruikers of grote proces industrieën. Of kleinere partijen die oplossingen aanbeiden. Iedereen kan aansluiten. De ECOP zal evenementen organiseren om partijen bij elkaar te brengen. Kennis te delen over IS/IUS. En er wordt een platform gemaakt waarbij allerlei kennis bij elkaar te brengen en toegankelijk te maken voor geïnteresseerden.

Jan

Wat is volgens jou het allerbelangrijkste om het te laten slagen. Worden alle relevante partijen erbij betrokken. Zie jij al bepaalde barrières? wat is er nodig om het tot een goed einde te brengen?

Ron

Het standaard probleem is bij zonneproject is kritische massa. Het kip en het ei probleem. Je moet voldoende kritische massa hebben om mensen geïnteresseerd te zijn voor informatie, voor dynamiek en interactie om het voor partijen interessant maken om deel te nemen. Voordat je dat bent, daar gaat tijd over heen. Dat is lastig om voor elkaar te krijgen. En daarom willen we onder andere gebruik maken van kennis die eerder is opgedaan uit eerdere projecten. En om dat ter beschikking te stellen om het platform.

Jan

Wordt de progressie van het project ook gemonitord en geëvalueerd? Tussentijds?

Ron

Ja zeker. We hebben een formele monitoring wat ons door de EC wordt opgelegd. Want daar komt de financiering vandaan natuurlijk. We hebben twee miljoen gekregen om de ECOP van

de grond te krijgen. Dat wordt halverwege het process wordt het geevalueerd door externe evaluatoren.

Jan

Uitleg wat ik voor scriptie doe

Ron

Wij doen ook bronnen onderzoek in ons project. We zijn aan het kijken wat de belangrijkste spelers in de wereld van IS. Die wordt uitgevoerd door onze analisten. Die doen een deel van het werk voor je. Daar zou je gebruik van kunnen maken. Dan kun je zien welke organisaties actief zijn in onderzoeksprojecten. Een overzicht van de kennisinstellingen en waar houden ze zich mee bezig.

Jan

Was dat de lijst van stakeholders die laatst gedeeld werd.

Ron

Jaa, een excel file van stakeholders.

Jan

Wordt er vanuit Europa het juiste beleid gevoerd om het te stimuleren? Kwa is de taks hoog genoeg voor waste products of is er geen subsidie.

Ron

Ik denk dat er voor een aantal IS mogelijkheden/kansen die liggen wss voor het oprapen. Het is een kwestie van in kaart brengen van IS mogelijkheden. En welke IS technologieën je kan gebruiken en welke samenwerkings afspraken je zou moeten maken. Om het te implementeren. Het is dan geen kwestie van beleid noch technolgoe. Maar een kwestie, hoe belangrijk het is voor de industriële partijen om het te doen. Er zijn op dit moment bijvoorbeeld veel partijen die waterstof affakkelen. Dat is een bijproduct. Dat is zonde omdat het natuurlijk zo belangrijk is voor de toekomst. Maar op dit moment is het voor zoon bedrijf economisch gezien daarmee marginaal voordat ze het initiatief nemen om dat te delen met anderen. Ze zullen andere stimulering moeten hebben. Ze moeten dus of zien dat het in de toekomst verplicht zal worden. Dus dan zou beleidsmaatregel wel een rol spelen. Ofwel belasting op bijvoorbeeld CO2 impact van je organisatie. Dat word wel heel erg duur misschien kunnen we beter kijken of we bijproduct stromen kunnen hergebruiken. Ik denk dat het heel erg afhangt van het type IS, van het type bijproduct. En de business case die erbij hangt. Ze doen het nooit als het niet economisch is tenzij het verplicht is. Als de business case

er is. Ik denk dat er heel veel business cases zijn mogelijkwijs maar die hebben marginale wijs. Als je een hele grote plastic fabrikant bent en je maakt polymeren. Dat gaat om miljarden. Als je dan een ton kunt besparen per jaar. Een voorbeeld. Dan zegt z'n bedrijf dat ze er zoveel voor moeten doen om dat tonnetje te besparen. Waarom zouden ze dat doen. Heel vaak zijn het economische vraagstukken dan technologische vraagstukken.

Jan

Weet jij of er alleen grote bedrijven bij worden betrokken of ook startups en SME?

Ron

Ja die worden betrokken uit het oogpunt van ontwikkelaars van oplossingen. Dat zijn bedrijven die bepaalde membranen ontwikkelen waarmee je afval stromen kan scheiden waardoor je ze weer kunt gebruiken. Een voorbeeld. In die zin worden ze wel betrokken. Je kunt ze voorstellen dat in een industrieel park ze ook als gebruikers zouden kunnen worden betrokken. Voor bijvoorbeeld warmte op kantoren op te warmen. Ipv via het net te halen laten we het gebruiken van de grote proces industrie te gebruiken. Dan bespaar je dus. Het zou dus kunnen maar ik weet niet in hoeverre dit gebeurt.

Jan

Welke financiële organisaties zijn belangrijk voor het implementeren van IS?

Ron

1 van de specifieke vragen als je praat over financiering is als je praat over gemeenschappelijke infrastructuur. Want je kunt je voorstellen als je afval van 1 industrie naar een andere industrie wil leiden moet dat met een pijpleiding, kan ook met mobiele oplossing, maar liever pijpleiding. Dat kost iets. Er is iemand die dat moet betalen. Bijvoorbeeld in Kalundborg is een beroemde case. Die zijn nu bezig met het investeren in een hele grote pijplijn van 30-40 km van de ene stad naar de andere te sturen, in water. Wie gaat de verantwoordelijkheid nemen om dat te financieren. En de opbrengst daarvan deel je dat of zoek je naar een derde partij. En dat zijn open vragen die vaak een barriere vormen voor IS. Niemand voelt zich verantwoordelijk voor A: om het IS potentie in beeld te brengen en B: om het project te managen. Zoals ik al zei is het voor grote bedrijven vaak subkritisch. Maar als een derde partij het zou doen, dus facilitators. Maar nog steeds wie gaat er investeren? Vaak zijn twee bedrijven niet genoeg, dat je meerdere bedrijven moet koppelen. In de SDR bijvoorbeeld hadden ze een plan om een hydrogen ring te maken, dus als je hydrogen had dan kan je dat daarin pompen. En de gene die het nodig had kon het er weer uit halen. Dus

een gemeenschappelijke infrastructuur kunnen zijn. Dat zou gemanaged kunnen worden door een trusted third party die daar dat of managed of ook de investering voor zijn rekening neemt en daar dan ook de revenues krijgt. En dus een business case van kan maken.

Jan

Speelt subsidie daar dan ook een rol in?

Ron

Jaa dat kun je je wel voorstellen. Dat de regio. In het chemelot hebben ze als strategische doelstelling om een circulaire plastic economie te realiseren. Dan word sabic als 1 van de grote plastic producers die daar een plant hebben die investeren zwaar in een recycling plant. Dat doen ze natuurlijk vanuit een business oogpunt, ook wel een beetje CSR. En daar investeert de regio, en de EC, dan krijgen ze 10 miljoen van het realiseren van een value chain. Hoe je alles aan elkaar knoopt. Jaa daar wordt in geïnvesteerd in Kalundborg vanuit de regio met subsidies in die pijplijn. In andere situaties, innovation fund, die wordt gebruikt als een van de laatste loodjes om te komen tot een commercial plant die veel minder CO2 uitstoot. Een voorbeeld is de cement industrie. Waarbij je CO2 afvangt en dat weer gebruikt voor de cement industrie. Daar wordt zwaar in geïnvesteerd door het innovation fund om bij te dragen om tot een business case te komen. Vaak het probleem is dat industriële partijen binnen vier jaar hun investering terug willen. Dat halen ze vaak niet met dure circulaire economie investeringen. Dat zegt de EC dan springen we bij als het op de lange termijn maar wel rendabel word. Subsidie speelt dus zeker een rol.

Jan

Spelen private organisaties hierbij ook een rol of alleen publieke organisaties?

Ron

Bedoel je pensioen fondsen? De EIB investeert hierin. Jaa de cofinanciering word vaak voor rekening genomen door private banken. Pensioen fondsen investeren ook vaak in CE projecten. SDR waren er gesprekken gaande met pensioenfondsen die bijvoorbeeld konden bijdragen aan de gemeenschappelijke infrastructuur. Ik heb er geen idee.

Interview 9: John Bruinooge, Sabic

John

Mijn naam is John Bruinogge en ik ben de site director van Sabic in Geleen. Sabic is ongeveer 40% van de site geleen. In 2002 heeft Sabic de petrochemische assests van DSM gekocht. Dat betreft twee krakers, een paar chemische downstream fabrieken en in totaal 7 of 8 polymeren

fabrieken. En daar nog een heel stuk logistiek met een haven en tanks. Dus sabic was de eerste die wat van DSM kocht daarna heeft DSM de rest ook verkocht. En heeft DSM alleen nog de grond. En zijn wij gedoemd tot samenwerken op allerlei gebieden. Als Chemelot willen we de meest veilige, duurzame en productieve site van Europa willen worden. In 2025. Daarnaast willen we graag de eerste circular hub van Europa zijn. In die context is dit een leuke case.

Jan

Je wilde wat meer uitleg over symbiose? Een definitie? Hergebruik van reststromen.

John

Dat past in mijn gedachte kader. Ik denk als je praat over restwarmte stromen daar was DSM al heel erg ver mee en zijn wij nog steeds heel keen op. Wij delen samen een energie leverancier, USG, dus DSM had allemaal fabrieken en zijn eigen stoom generatoren en stroom distributie. Toen DSM al zijn fabrieken verkocht had bleef dat eigenlijk over. Dat is een apart bedrijf geworden. Die hebben zelf stoom boilers en maken ook gedemineraliseerd water. Die distributeren stroom, stoom stikstof, waters, en die opereren ook het stoom netwerk. In mijn kraker kraken we nafta, dat doen we door gas die fornuizen te verwarmen. De restwarmte daarvan zetten we om in stoom daar drijven we onze turbines mee aan. Dat is 110 bar stoom en daar komt 18 bar stoom weer vandaan. Dat kan ik niet gebruiken maar dat gaat het 18 bar stoom netwerk in. Andere fabrieken gaan dat gebruiken. Met verschillende fabrieken doen we dat zo. In mijn polymeren fabrieken daar komt 3 bar stoom uit. Dat is heel laagwaardig stoom. Maar nog steeds interessant voor een aantal gebruikers. Die kansen zijn na genoeg helemaal uitgemolken. Om dat zoveel mogelijk te hergebruiken daarom hebben we een 3 bar stoom netwerk, 18 bar, 79 baar, 110 en dat komt omdat we in die trappen afneemt in druk. Dan heb je er een stuk energie uitgehaald maar dan heb je nog energie waarde over. Tot in het einde dan heb je condensaat. Dan heb je warm water en zelfs dat sturen we terug naar USG. Want met warm water stoom maken is makkelijker dan met koud water stoom maken. Die hele energie huishouding levert op heel veel op.

Jan

Wat levert het jullie dan op?

John

Ik krijg geld voor mijn stoom. Stoom is een waarde in euros per ton. Ik krijg daar dus geld als ik zoveel ton van 18 bar terug lever krijg ik daar zoveel geld voor. En daarmee voorkomen we dat USG nog een boiler moet neerzetten en aardgas moet verstoken. Dat is denk ik de eerste

circulariteit van stoom. Wil je niet een interview met USG? Wat er daarna gebeurt om het aan te vullen stoken ze aardgas om stoom te maken. Alleen in mijn fabrieken heb je restgassen, op het moment dat mijn kraker zijn werk heeft gedaan en ik heb etheen en propeen. Heb ik ook restgassen. Dat heeft een heel hoog methaan gehalte. Dat stoken we. En we hebben een centraal stookgas netwerk. Dus dat gas prop ik erin en dat gaat allemaal terug naar het YSG. En daar vult USG zijn gasbehoefte mee aan. Daar is er nog minder gas nodig want ze krijgen het van ons. En dat is niet alleen van mij. Maar ook andere fabrieken met wastegas dat nog genoeg calorische waarde heeft om stoom mee te maken. Dus dat is weer een circulariteit. Stoom, water en gassen. Dan heb je daarnaast fabrieken die leveren ook afvalgassen. Dus je brengt een hoeveelheid erheen binnen. De reactie vindt plaats maar niet al het gas reageert. Een voorbeeld van onze industrie terreinen in Saudi Arabie ziet je constant fakkel staan die afvalgassen verbrand. Die fakkel daar brandt altijd. Als je hier komt kijken, mijn fakkel brandt nooit. Maar dat komt omdat mijn gas waar ik opzich zelf niks meer mee kan gaat het centraal stookgas netwerk in de boiler. Maar het gas wat nog een hoge inhoud heeft van etheen en propeen wat niet gereageerd heeft krijg ik terug en stop ik mijn kraker terug in. Het is soms een beetje vervuild. Niet meer 100% etheen. Maar goed dat stop ik mijn kraker in en het eindstuk van de kraker scheidt gassen. Dat is wat hij doet. En dus win ik terug wat niet gereageerd heeft. Daarom staat er bij mij in principe geen vlam op de fakkel. Dat is niet onze verdoenste maar DSM. Daar heeft DSM in jaren 70, 80, 90, 2000 constant al nagedacht over hoe ik die waardevolle grondstoffen die ik binnenkrijg als nafta op LPG waar ik geld voor betaal dat ik niks verspil. Dus die gedachte van ik moet zoveel mogelijk terugwinnen dat zit verweven in chemelot. Het geluk is geweest is dat het altijd 1 leverancier/eigenaar is geweest. Want als ik moet investeren om jou iets terug te laten winnen dan wordt het al een stuk moeilijker. Alleen we waren ooit allemaal DSM en dan is het minder werk. Want dan besparen we bottomline euros van DSM.

Jan

Dus het USG is de infrastructuur provider van alle fabrieken op de site en zij verdienen in principe ook. Zij betalen jullie voor de gassen die jullie terug leveren en jullie betalen hun voor de. Zou dat principe ook op een ander industrieel terrein werken?

John

Ik denk dat zou kunnen werken met andere industrie. Dan wordt het echt wel een business case die bedacht wordt. Maar als we zien er heeft zich iemand aangekondigd om op de site te

komen wonen. Dat bedrijf heet blackbearcarbon. En die willen van autobanden carbonblack terugwinnen. Carbonblack is een waardevolle grondstof die in de inkt industrie gebruikt wordt. En daar gaan ze autobanden pyrolyseren. Dat is het proces wat ze doen. Onder hogere temperatuur zonder zuurstof dat product weer reduceren. Dan houd je carbonblack over en pyrolyse olie. Dat proces levert warmte en restgassen. Dus als zo iemand komt dan kijkt het acquisitie team of beoordeelt of dat z'n nieuwe site gebruiker of die in ons ecosysteem iets toevoegt. Loek radix die roept altijd van joh als hier een asfalt fabriek wil komen die voegt niks toe. Die samenvoeging of symbiose is geen meerwaarde. Want we hebben best veel m² te beschikken en het is zware chemie dus z'n asfalt centrale wil best bij ons komen.

Jan

Hoe zit het dan met het delen van restwarmte aan woonwijken of steden?

John

Dat is een interessante case. Ik heb in 2019 de ties ins gemaakt en de warmte wisselaar neergezet. En vervolgens heeft de provincie de bouw laten vallen. Dat heet het groene net wat we zouden gaan voeden vanuit onze kraker. Dat is fout gegaan

Jan

Wat is daar de reden voor dan?

John

Jaa dat kost geld en de infrastructuur die je dan in de wijken moet aanleggen kost geld. Kijk chemelot ligt rondom helemaal ingebouwd, gemeente sittard/geleen, urmont, stijn die zitten allemaal op 300/400 meter van ons vandaan. Dat zou fantastisch kunnen werken. Alleen dat betekent dat je de straten zou moeten opbreken en pijpen zou moeten leggen. Dat kost geld. Wij zeggen we hebben restwarmte, ik doe een aansluitstuk en pijp tot aan mijn grondgrens en dan is het voor jou beste gemeente. En wat precies de reden is. Waarom dit project fout is gegaan. Die symbiose met iemand buiten het hek is ons nog niet helemaal gelukt.

Jan

Om die aansluiting te maken koste niet heel veel geld?

John

Dat heeft wel een paar ton gekost. Ook hebben we een stukje subsidie gehad. En toch is het niet helemaal gelukt.

Jan

Ik had vernomen dat jullie een kraker zouden sluiten en er een biokraker van gaan maken?

John

We gaan inderdaad een nafta kraker sluiten maar dat is om een andere reden. Er is namelijk een behoorlijke overcapaciteit op de markt van etheen. En die kraker die we gaan sluiten is meer dan 50 jaar oud en die gaat enorm veel geld kosten. Om die binnen de doelstelling van CO2 neutraliteit dat gaan we met dat oude beestje niet redden. Anders dat we daar ongeveer ene miljard investeren. Dat verhaal staat er los van. Wat we wel aan het doen zijn, die kraker die we nog over hebben die willen we gaan CO2 neutraal te maken, daar hebben we allerlei plannen voor, dat is met name eletrificeren, die ontwerpen en er is een pilot fabriek in aanbouw dat doen we samen met bas f. dat is eigenlijk onze concurrent maar dat ontwikkelen we samen omdat het heel duur is om het zelf te doen. En een technologie provider Linder gaan we samen eletrische fornuizen ontwikkelen. En daar gaan we een keer de slag maken om onze carbon doelstellingen te maken. Als het gaat om feedstock, om grondstof, kijk nu trekken wij in een van die overige nafta krakers trekken wij ongeveer twee miljoen ton nafta binnen. Daar willen we vanaf. Of in iedergeval minder afhankelijk van zijn. Dat heb je twee mogelijkheden: 1 is wat wij noemen pyrolyse olie, en dus vanuit een gemixte plastic afval vanuit een pyrolyse proces een olie achtige substantie maken die de nafta kan vervangen. Dat doen we al. In spanje staan twee fabriekjes die maken twee duizend ton pyrolyse olie. Dat mixen we in de nafta en we hebben laten zien dat we daar gewoon plastic kunnen maken. Nu zijn we zelf een 20000 ton fabriek aan het bouwen dus een factor 10 groter. Die is op dit moment in aanbouw. We hopen dat we ergens begin volgend jaar dat ding af hebben en dan hebben we 20000 ton pyrolyse olie. Maar wat ik al zei van de nafta olie trekken we bijna twee miljoen ton binnen. Dus dan moeten we nog een stukje. Alleen hebben we ondertussen ook de goedkeuring voor een 200000 ton fabriek te engineeren. Om geld uit te gaan geven om dat te gaan ontwerpen. We are on our way. Dat is de circulaire kant dus mixed plastic waste omzetten in pyrolyse olie en en i de kraker laden. De andere poot is bio based. Daar hebben we de afgelopen jaar iets van 15000 ton van binnengehouden. Het is een heel breed scale waar dat vandaan komt. Het komt bijvoorbeeld uit de houtindustirei uit scandinavie. Daar hou je boomschors over en zit een olieachtige substantie in. Dit word eruit gehaald en die trekken we binnen. Maar ook bijvoorbeeld friet vet. Het word een beetje schoongemaakt en ka gebruikt worden. Dus we hebben het verhaal co2 neutraliteit, feedstcok transformatie van fossiel naar circulair en van fossiel naar biobased. En wij spelen op al die fronten mee als Sabic.

Jan

Wat zijn dan de grootste barrières bij al die transitie's?

John

Ik zou zeggen technologie. Dat is het verwijt wat wij als chemische industrie krijgen is we hebben er nooit geen zak aan gedaan. Jullie zijn altijd maar door gegaan. Ik denk dat dat ook wel waar is want we hadden niet zozeer de noodzaak omdat te doen. Fossiele grondstof was goed te krijgen genoeg te krijgen en goedkoop. En dus hebben we niet ontwikkeld. Dus pyrolyse bijvoorbeeld uit mixed plastic waste in om te zetten weer terug in een olie achtige substantie voor de kraker. Dat proces is heel nieuw, dat spaanse bedrijf met twee fabriekjes is ongeveer de enige die daar mee bezig is. En aantoonbaar dat kan leveren op die schaal. En wij weten dat er op dit moment in Europa ongeveer 20 fabrieken in aanbouw zijn die dit ook willen gaan doen. Allemaal met zelf ontwikkelde technologie. Maar geen van die technologie is zo goed ontwikkeld en groot dat je dat op miljoen ton kan doen. Dat is allemaal nog 15 kilon ton maar geen absoluut geen miljoen ton. De technologie om die enorme bergen kunststof te verwerken bestaat nog niet. Twee technologie het verhaal van de biobased. Waar haal ik nou die olien vandaan: uit plantaardig materiaal, uit bomen uit weet ik veel. Daar zijn heel veel bedrijfjes. In bergen op zoom zit de biobased campus, die zijn ook bezig om componenten uit suikerbiet en voedsel te halen. Alleen dat is allemaal op liter niveau. Dat is technologie ontwikkeling. De CO2 neutraliteit en elektrisch fornuis kan je gewoon niet kopen deze dag. De technologie bestaat nog niet maar is in ontwikkeling. Een fornuis stoken op waterstof dat is ander alternatief. Dat bestaat ook nog niet. Dat zijn we aan het piloten.

Jan

Is er wel subsidie beschikbaar voor dit soort praktijken?

John

Bijvoorbeeld voor de pyrolyse fabriek van 20000 ton, daarvoor hebben we 12 miljoen subsidie van gehad van de regering. Dat is een joint venture van ons en het spaanse bedrijf. We stoppen ieder 20/30 miljoen erin en krijgen 12 van de regering. Dus dat soort instrumenten zijn er wel.

Jan

Is dat dan een europees of nederlands instrument?

John

Nederland jaa. Het ene ding is technolgie. Het tweede deel is infrastructuur. Als je zegt waterstof wij hebben op site niet voldoende waterstof om bijvoorbeeld van fabrieken die waterstof gebruiken en die dat meer zouden willen gebruiken, dat hebben we simpelweg niet. Maar daarom is chemelot bezig met een bedrijf, RWE, onder de naam Vurek, die van huishoudelijk afval waterstof produceren. En in grote hoeveelheden. De bedoeling is dan dat ze een fabriek hier noordelijk van geleen in noord limburg. Gaan ze dat huishoudelijk afval bewerken, dan bewerken ze dat in pallets vorm krijgt. Dat komt dan met binnenschepen binnen en verwerken we hier dan weer. Dan maken we er hier weer waterstof van. Dat is ook in ontwikkeling. Maar subsidie daarvoor weet ik niet.

Jan

Wat vind jij van het Europese en Nederlands beleid? Stimuleert dat?

John

Jaa dat vind ik een moeilijke vraag. Mijn collega heeft daar meer verstand van. Hij is daar veel drukker mee. Daar kan ik niet zoveel over zeggen.

Jan

Nee inderdaad maar bijvoorbeeld de regelgeving omtrent afvalverwerking en landsgrenzen. Andere interviews vonden dat een enorme barriers.

John

Dat klopt alleen met onze mixed plastic waste gaan we een deel uit italie komen. Dus ik denk dat wij daar minder last van hebben. Maar met de autobanden is als afval bestempelt. Die mannen lopen daar op vast. Zo ver ik weet hebben wij daar weinig last van.

Jan

Werken jullie ook samen met TNO, brightlands of andere kennisinstituten?

John

Wij hebben op de campus een eigen R&D en dat is heel erg gericht op polymeren ontwikkeling. Maar voor een deel ook de circularie grondstoffen, die researchers werken bijvoorbeeld om die krakers Co2 neutraal te maken. 1 van de zaken waar we ook aan werken op site met Brightside. Dat is een vehicle dat we samen hebben opgezet om een aantal zaken die voor ons allemaal belangrijk zijn. Een van die zaken is circulair water. Daar zit TNO heel diep in. Daar zitten nog meer institutne in. Daar zijn we naar aan het kijken want we nemen natuurlijk grote hoeveelheden water in en we sturen ook grote hoeveelheden water terug de

maas in. Soms met wat er niet in hoort. En dat willen we natuurlijk voorkomen. Dus als we water zouden kunnen innemen en veel meer circulair gebruiken.

Jan

Is NL of Europa klaar voor een circulaire economie?

John

Wat ik zie dat we op chemelot met onze circulaire ambitie. Dat wij daar eigenlijk best wel erg daad bij het woord voegen. Het feit wat we doen met die warmte stromen die afval stromen die gasstromen. We hebben een bedrijf dat het QCP die doet mechanisch recyclen. We hebben een bedrijf die heet CEDO die doet landbouw plastic. In grote hoeveelheden. Wij zijn die pyrolyse fabriek aan het bouwen. Vurek en blackbear komt eraan. Itero komt eraan op de campus. Die gaat ook pyrolyse doen. Sabic heeft toevallig aangekondigd een samenwerking met een bedrijf dat heet sinova die kan weer op een andere manier afval plastic met een veel hogere temperatuur verwerken. Dan komt er geen olie uit maar dan komt er gelijk gas uit. De kraker kan dat weer splitsen. We zijn heel erg aan het proberen. Ik moet zeggen ik ben een manufacturing baas. Ik zit met mijn kop in de bouten en moeren. Wat doen onze concurrenten. Shell heeft ook aangekondigd dat ze iets met de pyrolyse gaan doen. Het bedrijf waar wij die joint venture mee doen doet het ook met Exxon en total. En aangekondigd om het Engeland te doen. Heel veel van onze concurrenten zijn daar ook mee bezig en ook pyrolyse olie te kopen van bedrijven die ergens anders zijn. Je ziet dan bijvoorbeeld die pyrolyse olie prijs die was een twee jaar geleden 750 euro per ton en die is nu bijna 2000 euro per ton. Omdat de eindklant er verpakkings materiaal van maakt. Unilever proctor and gambel dat soort mannen. Die geilen daar er erg op om op hun verpakking. Unilver doet dat al. Op hun magnum verpakking zit het al. Een teken dat het circulair plastic is. Dat is 100% circulair. Dat is die 2000 ton uit spanje. Die wensen daar mega premiums voor te betalen.

Jan

Dan word het wel makkelijker om dat allemaal te financieren voor al die investeringen.

John

Nee anders trek je dat niet. Dan helpt ook de subsidie niet. Want als je die fabriek neer zet en je blijft met verlies verkopen dat werkt niet. Wat ons nu nog moet gaan helpen is het zogenaamde scope 3 verhaal. Dat verhaal ken je toch. Scope 1 is mijn eigen uitstoot. Scope 2 is de energie inkoop en de daarmee samenhangende CO2 uitstoot. Wij hebben nu aangekondigd onszelf voor 15 jaar 90% groene stroom in te kopen van een windmolen park

in ijsselmeer. Dat is scope 2 werken we ook aan. Scope 3 wat we doen met die pyrolyse fabriek neem ik afval af wat normaal de verbrandings oven in gaat. Voor iedere ton afval die ik afneem bespaar ik twee ton CO2. Want zij zouden het gaan verbranden. Maar ik verband het niet en maak er weer plastic van. Daar gebruik ik ook CO2 voor maar dat is veel minder CO2 dan zij uitstoten door het verbranden. Daar krijg ik geen applaus voor. Ik krijg geen korting op mijn CO2. Kosten of alles. Dat is ook heel moeilijk. Want als ik claim dat ik bespaar bij jou hoe kan je dat nou administrenen en bijhouden. En zorgen dat ik geen hete lucht verhaal creeer. Dat is een moeilijk verhaal. De circuaire economie heeft daat hulp bij nodig. De CE bij default zit in dat scope 3 verhaal. Hetzelfde als de kringloop winkels. En nu gaan mensen het opnieuw gebruiken in plaats van verwerken. Wat dat bespaart in Co2, transport kosten. Om daar je hoofd.

Jan

Dat is ook een lastige kwestie. Ik ben door al mn vragen heen. Heb jij nog vragen voor mij?

Interview 10: Sven Bax, Invest International

Sven

Onze sweetspot, onze focus ligt buiten Europa. Dat heeft ook een praktische reden. Wij moeten opletten onze compititie vervalsing. Want als overheidspunt. Als je te goedkoop of te makkelijk geld verstrekt aan bepaalde projecten kan dat marktverstrend werken binnen de EU. Hoe verder je van NL afkomt hoe beter voor die discussie. Maar we zijn bezig met projecten in Polen, italie, engeland in frankrijk. Dus het kan wel maar dan moeten we een hele beslisboom door om te verantwoorden.

Jan

Is IS dat waar jullie in investeren?

Sven

Als je kijkt naar het geheel is het een enorm planning vraagstuk. Dan moet je bouwen van woonwijken afstemmen met bedrijven en kantoren. Daar moet je een vorm van een unit van maken. Dat is wel redelijk macro. We zijn wel een beetje betrokken bij Smart cities en dat soort discussies. Maar nog niet op echt uitvoerings niveau wat jij beschrijft. Dat is er helemaal niet toch?

Jan

Dat is er dus al wel. Ik neem het chemelot cluster als case study. Dat is een groot bedrijventerein. Was ooit van DSM. Allen DSM stukje bij beetje allerlei componenten

verkocht aan andere bedrijven. Maar er zijn nu dus nog maar twee grondstof stromen die binnenkomen. Voor de rest is alles aan elkaar gelinkt. De ene gebruikt weer de afvalstroom van de andere. En een warmte voor de ander. Dat is eigenlijk wat de EU graag wil zijn. Voor minder afhankelijkheid en minder afval. Het is ook weel vertrouwen dingetje.

Sven

Je moet een bepaalde reserve capacity inbouwen. Ik was laatst in Chemelot. Ze hebben daar een enorm probleem met de load factor van energie. Dus nu proberen ze dat op een bepaalde manier load sharing te gaan doen. Het is nu niet duurzaam. Dat soort componenten maken het zo onwijs complex. De impact kan enorm zijn. Sommige wil je niet meer terug. Het is is interessante topic. Ik ben een tijdje betrokken geweest bij een partnership bij bepaalde projecten in Nederland. Met name rond warmtenetten. Met burgerparticipatie bij de circulaire bouw. En je ziet dat een van de grote uitdagingen is, daat begint en staat alles mee. Iedereen ziet enorme risicos. Iedereen ziet enorme risicos. Die willen ze graag afgedekt zien door de overheid. Die overheid kan dat helemaal niet. Dat zou dan moeten gebeuren door de hele keten heen. Dan is de totale garantie groter dan de totale investering in de keten. Je bent alle risicos dubbel aan het garanderen. Terwijl als bedrijven zelf gaan samenwerken. En zeggen van kijk ik heb hier nu heel weinig risico en maak veel winst. En jij hebt veel risico naar omstandigheden. Dan zou er een soort sharing idee moeten komen. Dat is bij de wet ook al weer heel moeilijk. Dat is samenwerken in de keten en dat mag niet. Er zou een hoop over gegooid moeten worden. Voor jou symbiose. Stel ik heb veel zonnepanelen op mijn dak dan mag ik alsnog niet mijn overige stroom aan mijn buurman leveren. Dus ik moet het terug leveren. Een heel politiek processs dus.

Jan

Vanuit de literatuur stelt dat dit soort symbioses het langst blijven bestaan als ze vanuit zichzelf ontstaan. Vanuit de markt dus. Je ziet vaak dat als overheden beginnen met het maken van een strategie dan valt het snel. Want ze worden niet vanuit zichzelf gedreven. Dus hoe creer je dan de juiste omgeving zodat bedrijven zelf iet sgaan ondernemen.

Sven

Wat een hele belangrijke is, onder andere, we moeten het gevoel hebben dat de waarde creatie eerlijk verdeeld word. In de huidige organisatie vormen blijkt dat heel moeizaam te gaan. Wat er nu gebeurt is dat er iets word opgezet. Dan organiseert bijvoorbeeld vattenfal, die opereert dat. Dan gaat de winst allemaal naar vattenfal. Dus de mensen die daarzitten

doen het heel efficient. Dus wat je ziet en goed werkt is dat van die corporaties. Die zie je steeds vaker opkomen. Bijvoorbeeld met solar op de grote daken. Waar mensen lid van worden van de corporatie, die dan de productie benefit heeft. Dit soort corporaties geven een veel natuurlijker samenwerkingsverband is dan een bv. Waar 1 partij 5% van de aandelen heeft en dan de ander twee %.

Jan

Zou er dan een tussenpartij moeten zijn die investeert in de infrastructuur maar ook de benefits van neemt?

Sven

Ja en er moet ook een partij zijn, de mensen die erbij betrokken zijn moeten er voordeel van hebben. Bijvoorbeeld een windmolen park. Niemand wil een windmolen park in zijn. Waardan? 1 van de redenen is dat alleen maar nadelen hebben. In 1 project hebben we een relatief klein windmolenpark gemaakt waar de burgers de eigenaren zijn. Dan krijg je meer maatschappelijke buyin. Het is farfetchd. Maar hier moet de oplossing mee komen. Dat conflict dat is cruciaal.

Jan

Denk jij dat de Europese of Nederlandse markt al klaar is voor een circulaire economie?

Sven

Ik denk enerzijds dat we geen keus hebben. Ik denk wel dat het momentum er is. Er is veel geld beschikbaar. Ik denk dat er zoveel geld beschikbaar is dat niemand meer weet waar hij zijn geld moet halen. Je ziet letterlijk door de bomen het bos niet meer. Van het geld hebben naar het executie van het project. Daar ligt een heel groot probleem. Dat heeft te maken met vergunningen met buyin van mensen, met vertourwen. Want circulariteit implementen is bij uitstek natuurlijk een proces waarbij je moet samenwerken. Aan de front end moet je je producten designen dat of wel te recyclen zijn ofwel goed uit elkaar te halen. Maar ik denk dat we soms iets te ambitieus zijn. Dat we te snel naar het circulaire willen dus dat we misschien iets tussendoor bedenken waardoor een flinke impact gemaakt kan worden door simpele technologische aanpassingen. In de vorm van materiaal, misschien niet circulair, maar niet een rare earth metal is. Dat soort kleine tussenstappen. Ik denk dat we daar meer aandacht aan kunnen besteden want circulariteit komt daar uiteindelijk uit voort.

Jan

Denk jij dat het Nederlandse/Europese beleid dit stimuleert? Of willen ze te veel?

Sven

Naja kijk het is nooit genoeg. Ik zou zelf ook graag zien. Er moet een goeie balans zijn tussen bestraffen en belonen van goed gedrag. Dus vervuilers, tata steel, daar mag wel wat penalties, in de vorm van belastingen of accijzen, vanwege de grondstoffen die ze gebruiken en de uitstoot die ze hebben. Om meer incentive te geven om (technische) processen te veranderen. Technische gezien is dat geen enkel probleem. Het is een kwestie van concurrentie positie. Daarom is europa cruciaal om te zorgen dat heel Europa onder dezelfde regels gaat werken. Want als wij als Nederland dingen gaan doen gaan ze er in Duitsland ermee vandoor. Dus Europa speelt daarbinnen een belangrijke rol. Met name omdat europa, europa is niet alleen een regelbepaler voor europa zelf maar ook voor de rest van de wereld. Stel europa accepteert alleen schoon staal. Dan moeten andere staal producten ook mee want dan betaal je veel invoerrechten voor je vieze staal. Het is wel de grootste markt in de wereld. De macht van europa is groot dus kan je best veel dingen afdingen. Als NI niet. Wel op lokale leefomgeving. Bijvoorbeeld het chemelot wel. Ik denk dat het momentum er wel is maar ik merk met veel gesprekken. Iedereen kijkt naar elkaar. Wie is de eerste die de investering maakt. Om bijvoorbeeld, zon tata, als die alles wil omzetten op waterstof. Wat betekent dat voor hun concurrentie positie. Waarneer gaan andere producten over op waterstof. Het gevaar bestaat dat je richting al die duurzame deadlines. Dan zie je enorme activiteit rond al die investeringen. Dan is het gevaar dat er dan niet genoeg apparatuur is voor al die aanpassingen.

Jan

Hoe probeert Invest international daar op aan te passen? Wat is jullie visie?

Sven

Wij hebben twee hele belangrijke doelstellingen. Een daarvan is het stimuleren van de Nederlandse duurzame economie. En het verbetering van het klimaat. SDG 8 en 13 staan primair. Dat betekent niet dat de andere SDG's geen rol spelen. Steerker nog die spelen heel veel rol. Wij letten overal op. Wij willen als organisatie het deel opvullen wat de buitenlandse banken hebben achtergelaten toen ze zich steeds meer terugtrokken. En wij willen het gat opvullen dat Nederlandse banken niet meer kijken naar transacties onder de 15-20 miljoen. En het feit dat Nederlandse, onze sweet spot is klein bedrijf, SME, dus niet de axes van deze wereld want die kunnen voor zich zelf zorgen. Dat doen we dus enerzijds omdat ze minder steun krijgen van Nederlandse banken en anderzijds is het voor hun steeds moeilijker

om van buitenlandse banken financiering te krijgen door onder andere regelgeving zo ingewikkeld is geworden dat ze daar niet meer aan beginnen. Dus wij proberen in dat gat te stappen. Wij doen transacties van 100.000 tot 60 miljoen investeren. Maar wij hebben een combinatie van activiteiten. Drie grote activiteiten. Wij hebben van het ministerie van financiën een behoorlijk kapitaal gekregen waar we in alle investeringen kunnen participeren. En over alles buiten Nederland. Maar we hebben ook een paar investeringsfondsen overgekregen die voorheen door het RVO werden beheerd. En die zijn heel erg gefocused, een heet het Dutch Good Growth Fund, dat is heel erg gericht op startups en scale ups. Dus heel erg gericht op nieuwe technologieën en supply chains. Dat is officieel een lening maar eigenlijk is dat equity. Dat gebeurt daar onder. Maar ook grotere investeringen, zoals bijvoorbeeld een fabriek in Roemenie voor het maken van flessen collectie systemen. Maar dan groter. Dat zijn het typen projecten die door die fondsen gedaan worden. Wij hebben eerder ook nog jaarlijks geldstromen vanuit het ministerie van buitenlandse handel. Die de vroegere ontwikkelings samenwerking gelden. Maar dan de gelden die specifiek voor specifieke projecten zijn. Dus bijvoorbeeld moeten een nieuwe brug gebouwd. Dan deel een grant en een stuk lening. Afhankelijk van hoeveel grant wij geven dan zeggen we dan wel het moet bij een Nederlands bedrijf gebeuren. Vaak is dat niet zo. Maar soms wel. Publieke donaties en leningen. Van overheid naar overheid. Dat speelt ook een rol bij projecten als een smart city. Daar zijn nog geen duidelijke business modellen, dus daar kan je nog geen duidelijk financierings model op los laten. Dus dat doe je dan soms met grants. Daar hebben we dus ook mensen zitten. Als je kijkt public-private is het bij ons 50-50 kwa mensen. Wat wij ook nog doen is het voor financieren van feasibility studies. Je hebt bijvoorbeeld een nieuw idee om een waste-energy fabriek op te zetten in Ghana. Dan moet er een environmental study gedaan worden. Dat kunnen wij financieren tot een bepaald bedrag. Als het een succesvol project wordt dan moet dat geld terug komen. Als het niet doorgaat dan is het een grant. Dus we hebben een mooie hybride combinatie van instrumenten. Die ons in staat stellen om meer projecten te realiseren dan normaal zou kunnen. Ik moet er wel bij aantekenen dat wij ook met name aan de private kant. Wij zijn wel een investeerder. Het geld moet wel terug. Uiteindelijk moeten wij wel ons eigen broek op houden. Wij moeten in ieder geval geen verlies lijden. Soms denken partijen dat wij een blind risico acceptatie hebben. Dat valt is tegen. Wij nemen met name risico's op landen en op markten. Wij zullen sneller financieren als je een business model hebt dat een hele nieuwe product markt combinatie op gaat leveren. Dat

soort risicos. Landen risicos. Vaak ook langere financieringen dan private instellingen. En wij zijn open voor idereen. Maar we hebben vijf sectoren waar we op focussen. Energie, water/infrastructuur, helath care, agrofood en sustainable manufacturing. Elk project waar ik naar kijk moet zoveel co2 besparen, vrouwen in diens nemen. Wij kijken of een bepaald project niet de kosten ophoog gooit vanwege enorm water verbruik. Waardoor de beschikbaarheid of kosten omhoog gaat. Dat soort projecten doen we niet. Bijvoorbeeld een smart city project kan heel veel dingen betekenen zoals water en solid waste dat kan aan de IT kant liggen. Mobility infrascturatuur.

Wnat vergis je niet RVO werken 5000 man. Een van de grootste ambtenaren clubs.

Jan

Zouden jullie ook aan de hant van wat ik beschreef investeren in IS?

Sven

Nee wij investeren daarin. Maar wat we wel willen zien in een gerindfenced project. Er is een begin en eind punt. En vervolgens is er een verdien model. Als er geen verdienmodel is dan schuift het naar de publieke kant van ons. Zowel dezelfde loket maar andere afdeling. En vragen we of zei wat kunnen doen. Wij kijken bijvoorbeeld ook. Als je een waste project hebt. Dat moet gesorteerd worden. Die wil gewoon een contract afsluiten. Dat is vaak een publieke zaak. Dan proberen we samenwerking te vormen in een smart city project. Dat dit soort investeringen met publiek geld en het andere deel met privaat geld. Om dan wel een business case te maken. Anders is er gewoon een onder rendable business case. Dat is soms wel een uitdaging in een smart city project. Überhaupt is dat voor de mooiste projecten een uitdaging.

Jan

Wat zijn nog meer uitdagingen die jullie tegenkomen?

Sven

De stabiliteit van het systeem van een land. Dat is niet alleen in afrika. Hoe is de waste management, wetgeving omtrent milieu, water. Wat is het legal framework waarin je opereert. De technische ontwikkel niviea TRL. Een laboratorium is 2,3. Het upscalen kom je weer nieuwe problemen tegen. Wij zijn in principe wat later in het process instappen. Wij hebben de mogelijk een equity investeerder te zijn, dan kom je ietjes eerder in het proces.

Jan

Vanaf welke TRL's is dat dan?

Sven

Met financieringen komen we ongeveer vanaf trl8 , je hebt een pilot plant gehad, dat je volume kunt draaien. Dat kan je deels ondervangen met toezeggingscontracten te hebben voor afname. Dan zouden we ietsjes lager kunnen zitten, met equity ook wel TRL 5,6. Wij zijn geen VC. Daar heb je regionale ontwikkel maatschappijen voor. De innovation quarter. Utrecht heeft er net een gestart. Die zijn echt voor nog wat eerdere. Maar zelfs die zitten nog na de VC mensen. Of de partijen die nog echt op subsidies draaien. Die alleen nog een laboratorium stelling hebben. Dat wordt meestal gefinancierd door universiteiten. Of door angel investors, vrienden of familie. De TRL is soms een issue. Wij vereisen voor projecten in het buitenland een bepaalde nederlandse content. Dus dat is wel een beperking. Maar niet enorm. Op sommige vlakken, bijvoorbeeld solar, nederland heeft bijna geen solar producten. Dan wordt het moeilijk om dat soort projecten te financieren. We kunnen wel de infrastructuur er omheen financieren. Een andere belemmering is natuurlijk landen risicos. Het is natuurlijk een financiële crisis. In sommige landen die moeite hebben met de stijgende dollar en kosten. In emerging markets, gaat de financiële stabiliteit achteruit gaan.

Jan

Je hebt veel uitdagingen genoemd. Hoe overkom je deze?

Sven

Wat wij proberen te doen is samenwerkingen op te zetten. En dat noemen we convening. Je probeert zoveel mogelijke operationale risicos te leggen op de sterkste schouders. Stel jij wil een waste energy project opzetten in ivoorkust. Wie koopt jou energie dan? Wil die alles afnemen? Vaak is dat dan de lokale gemeente. Dat is best moeilijk om de financiële kracht van die gemeente te analyseren. En als we dat doen is dat meestal niet erg goed. Dus dan is het potentieel weer een risico. We kunnen ook zeggen met Unilever die daar in de buurt een ijsjes fabriek heeft, kunnen jullie meewerken? En die dat misschien wel kopen. Met unilever hebben we stuk minder het gevoel dat ze niet gaan betalen. Het is maar een voorbeeld. Dan kan je een project lostrekken omdat de output al zeker is . zo kun je dat risico mitigeren. Soms doen we dat door de lokale munteenheid te financieren. Of door met andere financierings maatschappijen samen te werken. Soms doen we dat door met een afrikaan development bank samen te werken, en dat zij een first loss accepteren. Laten we wel zeggen, we zijn er wel om meer risico te nemen. Maar je probeert het wel te mitigeren. Soms krijg je ook export verzekeringen vanuit a radius. Je moet proberen dat te doen. Samenwerken in de keten,

partijen bij elkaar brengen. Gezamenlijkheid is risico mitigeren. Ik zit al 30 jaar in dit leven. Het gaat voor 80% om vertrouwemnn. Heb je vertrouwen in het proces, technologie, personen, business model, projecties, integriteit van mensen. Geld is meestal niet het probleem. Maar er is genoeg geld maar de uitdaging van een ondernemer is om de juiste partij te vindne met geld. En bij de juist fase de juiste mensen te benaderen. Dat is niet makkelijk, er zijn veel keuzes. Wij zijn ook weer een nieuwe partij. Ook al zijn we deels een verzameling van oude opties. 1 van de doelstellingen van onze visie is om een aantal van deze optie te integreren. Hybrid offering. Maar dat is een uitdaging.

Jan

Heb jij nog misschien nog andere potentiële organisaties?

Sven

RVO sowieso., holland circular hotspot. De regionale ontwikkel maatschappijen.

Interview 11: Yve Vanderreydt, VITO

Jan

Je zit in het consortium van H4C. Wat is jou rol binnen het consortium?

Yve

Onze rol is dat we goede praktijken gaan identificeren rond de toepassing van CE strategieën of voor het gebruik van end of life als grondstof voor de industrie. Er zijn drie focus gebieden. Er gaat een andere partner gaat goede praktijken identificeren rond IS. Iemand gaat dat doen voor IUS. En wij gaan dat doen voor CE. Dat betekent dat we gaan kijken hoe kunnen we producten als die op het einde van hun leven zijn effectief de materiaal kringloop proberen te sluiten. We focuseren op het materiaal aspect en dat we echt focussen op hoogwaardig sluiten van de materiaal kringloop. We proberen af te stappen van het waste push perspectief. Dat we nu merken bij plastics. We willen minder plastics verbranden. We duwen die naar recyclage maar er gaat ook heel veel richting downcycling. En dan je discussiëren aan welke mate dracht dat bij op het minder gebruik van primaire grondstoffen. We willen echt gaan naar grote hoeveelheden plastics recycleren maar ook kwalitatief recycleren zodanig dat die industriële spelers. Momenteel is er een mismatch tussen, er wordt heel veel recycleert plastic aangeboden op de markt. Maar de kwaliteits vereisten komen niet overeen met de vraag waarmee de producten zitten. Zeg Philips zegt we willen onze devices meer recycleert content opnemen maar het gene dat de markt aanbied voldoet niet aan onze specificaties.

Jan

Wat is de reden voor deze mismatch?

Yve

Omdat we met de waste push zitten. We starten vanaf de afvalhierarchie vanuit dichtbevolkte gebieden in Europa. Sorteren dat is geen goed idee want dat zorgt vroeg of laat voor misserie. Dan gaan we liever naar verbranding maar dat heeft ook zo'n nadelen. We willen dus minder verbrandingsinstallaties. De oplossing is dus recyclage. We zien dat we in Vlaanderen al het verpakkingsmateriaal samen verzamelen en daar gaan we sorteren in een recycler. Die moet er dan voor zorgen dat ze er een recycleert van maken waarmee iemand nog wat kan doen. Daar wordt een heel grote spanning gecreeerd tussen kwantiteit en kwaliteit. Als we de afvalzak een hoop kwalitatief materiaal wil maken krijg je een kleine hoeveelheid. Met een lagere kwaliteit kun je een grotere hoeveelheid aanbieden, daar moeten we een optimum in zoeken.

Jan

Want er zijn al technologieën om hoogwaardig plastic te recyclen?

Yve

Opzich wel. Technologisch zullen we wel de oplossing vinden. Het gaat er vooral over wat dat gaat kosten. Want ja.

Jan

Ik stel me voor.

Yve

Zoals aangegeven is dat mijn achtergrond zich zit in de CE. Specifiek rond afvalverwerking. En zozeer rond het hergebruik. En de spanning dus rond verbranding en recyclage. En hoe kunnen we kwalitatief recyclen. Hoe verhoudt dat zich ten opzichte van hergebruik. Ik ben hier in Vlaanderen ook wel betrokken geweest bij het opzetten van het symbiose platform. In Vlaanderen waarbij we 10 jaar geleden gestart zijn met het kijken hoe pak je het het beste aan. Wat is daar voor nodig? Bij welke spelers zit die rol het beste? Op dat moment is het geïnitieerd door de openbare Vlaamse afval maatschappij. Dus we werken daar ook met recyclage en we hadden zoiets van IS als we dat kunnen toepassen met afval en materialen en meer kunnen doen met die materialen door minder afval te produceren is dat ook in hun belang. We zijn gaan kijken waar wordt het momenteel toegepast en wat zijn de randvoorwaarden om dat tot een succes te maken. We hebben in Vlaanderen. Het is een

initiatief waarbij de laatste jaren bestaat het voornamelijk dat we workshops organiseren. Meestal in industrie parken of rond bepaalde regio's waarbij we bedrijven uit verschillende sectoren samen kunnen brengen of er misschien potentieel IS is. De discussie die dan ontstaat is dat de afvalverwerkende bedrijven die ook naar de workshops komen als we nu meer gaan recycleren, valt dat dan ook onder IS? Maar dat is puur een discussie over systeem grenzen. Moet IS bijvoorbeeld sector overschrijdend zijn? Het belangrijkste doel is om meer te doen met minder grondstoffen.

Jan

Wat zijn de belangrijkste conclusies die uit de gesprekken komen?

Yve

Het gene dat we merken is dat er in eerste instantie een poging gedaan om te kijken waar zijn er potentiële matches tussen bedrijven puur op basis van informatie die zij verzorgen. Om zo een database te verzorgen en te zoeken naar een potentiële match. Maar daar hebben we vrij snel gemerkt dat gaat niet werken. Je gaat dan aan die bedrijven heel veel informatie vragen dikwijls ook vertrouwelijke informatie. Van welke stromen kan je eventueel aanbieden die iemand anders kan gebruiken. Over welke hoeveelheden, welke samenstelling, welke contaminanten die erin zitten, waar gaat het momenteel naar toe. We merkte al heel snel dat het vertrouwen tussen die bedrijven wordt gemaakt wanneer die mensen elkaar kunnen zien. Toen zijn we overgestapt op workshops, waar bedrijven op papier schrijven, waar iedereen zich voorstelt dat iedereen een idee heeft met welke sector je aan tafel zit. En wat denk je zelf welke stromen je bezit waar iemand anders iets mee kan doen. Beschrijf dat heel kort en noteer zou jij iets kunnen doen. Dan worden de papiertjes doorgegeven en wordt erover gediscussieerd zonder dat er direct duidelijk is van we lezen dit papiertje voor en dat gaat over dit materiaal. Het is ook onduidelijk welk bedrijf dat is. Maar als er iemand zegt ik ben geïnteresseerd om daar verder over te praten. Dan wordt het genoteerd op het papiertje en wordt achteraf die bedrijven in contact met elkaar gebracht. Op die manier merk je dat het essentieel contact is op kunstmatige manier gemaakt. Maar daarna laten we het aan die bedrijven om ook echt iets te doen. Het ligt voor die bedrijven ook vaak ook gevoelig om daarover te praten. We vragen achteraf of er ook effectief iets gebeurt is of niet maar dat is meestal al te ver.

Jan

Dus uiteindelijk weten jullie niet precies of die workshops gewerkt hebben of niet.

Yve

Nee we weten van een aantal bedrijven het wel en die gebruiken we ook ter illustratie. Maar van een heel groot deel hebben we geen idee.

Jan

Vanuit Europa is er een bepaald beleid voor IS implementatie, werkt dat beleid?

Yve

Ik zal niet zeggen dat er zonder beleid niks zou gebeuren. Het beleid blijft wel een stok achter de deur om IS aan de aandacht te brengen. Om bedrijven te stimuleren er aan te werken of er tenminst bewust van te zijn. Het is iets dat leeft. Dan zien ze dat andere bedrijven eraan werken en gaan ze zelf kijken ze iets kunnen betekenen. Als er geen beleid zou zijn zou er wel iets gebeuren puur vanuit een commercieel oogmerk. Maar dan zou het wel een stuk minder zijn.

Jan

Is de Europese markt al klaar voor een circulaire economie?

Yve

Voor beterde recyclage denk ik wel. Ik denk dat iedereen er wel van overtuigd is daar moeten we naartoe. Als ik een voorbeeld van plastic neem van iedereen we moeten meer doen want wat we nu al 10 jaar doen. We moeten de materiaal kringlopen kwalitatief sluiten. Dat vereist een andere mindset. Ik verwacht dat dat er wel gaat komen onder druk van de bedrijven die de recylcaten kunnen absorberen. Zij gaan zeggen er moet wel een match zijn. Al heel veel materialen gebeurt dat al heel goed als we kijken naar papier, karton en glas. Dan gebeurt dat al spontaan. Maar er zijn een aantal stromen waar een marginale verbetering kan zijn. Maar er zijn ook materiaal stromen zoals plastics waar nog heel veel potentieel is.

Jan

Waarom ontstaat dat niet vanzelf bij de plastics?

Yve

Omdat de prijs van de primaire plastics in verhouding met de recyclage te groot is. Het is veel makkelijker. Niet alleen van het economisch perspectief maar ook van het technologisch perspectief. Want ze zeggen we kopen primaire grondstoffen dan weten historisch gezien welke contaminaten erin zitten. We weten op welke manier we er goeie producten mee kunnen maken terwijl als je switcht naar recycleert materiaal blijft de kwaliteit een puntje.

Waar komt dat materiaal vandaan, wat zit erin. Dat samen met de prijs die betaalt voor recycled materiaal. Je betaalt evenveel dan is het een makkelijkere keuze om voor die primaire materialen te kiezen.

Jan

Voor het H4C project, hoe zou het project succesvol kunnen zijn?

Yve

Wat we in vlaanderen merken van onze ervaringen is dat we moeten kijken naar hoe moeten we een model uitrollen wat zichzelf kan onderhouden. Dat er op 1 of andere manier een businessmodel achterzit. Dat het kan werken zonder dat er constant input in moet blijven of geld in moet stromen. Tot op heden blijkt dat het enkel kan overleven met subsidies van de overheid. Op het begin was het idee dat je een percentage vraagt aan de bedrijven die meedoen met de workshops om een match vinden waar ze beiden beter mee af zijn. Zo dus kosten besparen. Misschien willen die wel een beperkt percentage winst dat ze maken aan dat platform doneren. Maar dat is onmogelijk om dat te traceren. Dat zou het meest ideale business model zijn. Waarbij je zegt dat vanaf dat het voor bedrijven iets begint op te brengen storten zij een heel klein deel door aan het platform. Dat triggert het platform ook om in werking te blijven. Maar helaas is dat niet gelukt. Als ik nu kijk naar H4C, moet je een bepaald samenwerkings model hebben waarbij dat je bij bedrijven op lange termijn met elkaar in overleg blijven om verder te kijken waar nog potentieel zit om samen te werken. Zonder dat daar structurele steun moet achter zitten. Dan komt de discussie om dat wel het optimale beleids instrument waar die beleidsmakers hun geld aan moeten geven. Ook voor de beleidsmakers is het geld niet oneindig en moeten ze kiezen. Als er een samenwerkingsmodel is waar alle stakeholders, dus niet alleen bedrijven ook lokale overheden, als die een model kunnen vinden zondanig dat de beleidsmakers een financieel moet bijdragen dan denk ik dat er potentieel in zit. Alleen is er een risico waar nog niet veel gedaan is rond IS gaat het in begin heel vlot met dingen in gang zetten. De vraag is op de lange termijn als het laag hangend fruit een maal geplukt is wat gaat er dan gebeuren. Maar ik denk dat als het laag hangend fruit al een hele grote stap is.

Jan

Misschien dat het balletje meer gaat rollen

Yve

Of dat de focus van die samenwerking ook kan veranderen. Dat je zegt we focussen nu vooral op materiaal stromen. We gaan dat ook meer doen voor energie of water stromen. Dat zou een extra dimensie kunnen geven.

Jan

Heb jij nog vragen?

Yve

Ik heb zelf geen economische achtergrond maar dat blijft wel de grote uitdaging en driver van IS. Er moet voor iedereen iets in zitten om iedereen aan tafel te kunnen krijgen. Daar ligt een grote uitdaging. Zelfs als economen er naar gaan kijken is de conclusie altijd er moet structureel input in blijven vanuit de overheid. Bij afvalverwerking word er concrete targets gezet rond bepaalde recycling rates voor bepaalde producten. Dat geeft wel een driver voor bedrijven om daarmee aan de slag te gaan. Maar dat is voor IS veel minder duidelijk welke targets dat zou kunnen zijn. Want dat kan wel een manier zijn van de beleidsmakers we gaan effectief targets op zetten waar bedrijven mee aan de slag moeten. Maar dan moet dat wel haalbaar zijn voor de bedrijven dus ik zie het in de praktijk nog niet direct gebeuren.

Interview 12: Xandra Weinbeck, Invest NL

Xandra

Propositie hulp geven we. Als een bedrijf klaar is voor een investering kan het naar kapitaal gaan. Dat is meer de partij die de investering uiteindelijk gaat doen. Dus ook het onderzoek starten, behoefts, partijen die mee doen. wat Invest NL toeveoegen. Dat kan een half jaar tot twee jaar duren. Het ligt aan de case die er is. Business development kan dus eigenlijk alle bedrijven klaar stomen voor dat hele process. We doen geen recon projecten. Dat is om meerdere partijen te helpen. Dat is om sneller op te kunnen schalen. Of meerdere partijen helepn met de verandering van regelgeving, marktonderzoeken. Als voorbeeld eindeafval statuts is een barriere voor veel circulaire ondernemers. Ze hebben nog geen product, geen volumes kunnen maken maar er moet ook uit het afval een product worden gemaakt. Dan moet er in het process, einde afval bepaalt worden, zeg maar het is nu een product. Dat is voor veel SME een probleem. Dan kan invest nl instappen en met de partijen overleggen en oplossingen vinden.

Jan

Investeren jullie alleen in midden en klein bedrijf?

Xandra

SME is natuurlijk heel breed gebied. Avantium is natuurlijk een human corp. Dat zijn niet hele kleine bedrijven. Dat is wel een beetje de schaal. Het niveau van Avantium, human corp. We investeren ook in fondsen, high tech fonds, maar ook in inventie zuid. Dat is weer een partij die kan investeren in ketens en bedrijven die bezig zijn met recyclen. De startups zijn te jong en te klein. Scale ups dat is eigenlijk ook nog kwa vraag kan dat ook nog te klein zijn. Maar als ze gaan opschalen is dat wel handig als die partijen bij ons komen. Dan kunnen wij helpen dat we een plan maken voor over 3 jaar. Dan is het handig om deze dingen bij ons in gang gaat zetten. Bijvoorbeeld investment manual. Dat we een netwerk van investeerders kunnen vinden. Als je de scale up goed plant kan dat goed werken.

Jan

Is er een visie achter het helpen van bepaalde partijen?

Xandra

Wij houden ons bezig die helpen bij het circulair maken van Nederland. Het valorisern van afval. Bijvoorbeeld een product maken van slib. Het opzetten van circulaire ketens.

Jan

Zouden jullie binnen die visie investeren in process industrieën? Bijvoorbeeld het chemelot cluster. Daar zijn natuurlijk veel grote chemische en kleine chemische bedrijven. Is dit binnen de scope?

Xandra

Jaa bedrijven die in het vak zitten.

Jan

Investeren jullie vooral in innovatieve technieken of infrastructuur projecten?

Xandra

We investeren niet in infrastructuur of vastgoed. Dat is een taak van andere partijen of de overheid. Het is semi overheid dus we nemen geen dingen over van andere overheden. Dat vinden ze niet fijn.

Jan

Wat voor barrières komen jullie zoal tegen in het investeren of helpen van partijen?

Xandra

Vaak is het samenwerken. Meestal is het hoe en met welke terms. Een ander probleem is hoe gaat het business model er uit zien. Hoe gaan we het transport regelen richting de fabriek en alle bedrijven. Wie gaan we voor financieren? Eigenlijk het fysiek ook samenwerken,

financieel samenwerken. Want je wil een hele keten maken. Iedereen moet er wel wat aan verdienen. Dan zou je op een gegeven moment verschillende modellen moeten creëren per keten. Sommige dingen moeten ook terug komen. Het is ook een beetje wie verdient waar aan. Dat is waar bedrijven angstig van worden. Van nu zit ik deze situatie, ik verkoop dit en er komt geld binnen. En als je het circulair gaat maken. Als je het circulair gaat maken komt er wellicht pas over 3 maanden geld binnen. De regelgeving,, einde afval status. Wie in de keten is het eindafval. Is het bij de inzameling plastics of is het bij het extruder. Waar i shte?

Jan

Want werkt het nl of europa beleid versterkend?

Xandra

Het is natuurlijk heel goed dat Europa bepaalde dingen van een directive naar een regulation gaat. Dat gaat wel goed. Want we willen niet vervelende componenten in onze flow hebben. Maar soms is het ook heel veel papierwerk. Als je kijkt naar bepaalde. Dat je eigenlijk al al ondernemer je je data voor elkaar moet hebben om sustainability aan te tonen. Daartoe ben je verplicht. Het zou fijn zijn als europa zou zeggen van we zetten nu al een paar guidelines om dat wat soepeler te laten lopen. Inplaats van het komt er aan, en we denken er nog over na hoe we het gaan implementeren. Maar MKB het komt eraan. Dat is natuurlijk ook redelijk lastig voor bedrijven. Verder in NL heb je verschillende organen, omgevings teams, provincies, INW, rijkswaterstaat, die hebben allemaal een eigen idee. Ik ben best wel nieuw bij INvest NL en ik sta versteld van waarom praten we niet vaker met elkaar. Ook weer het samenwerken.

Jan

Werkt het nederlandse en europese beleid elkaar tegen of alleen de organen?

Xandra

Vanuit europa heeft elk lidstaat een eiegn interpretatie. Ook nederland. Ene kant is dat natuurlijk goed omdat je als land moet kijken wat is werkbaar voor ons. Aan de andere kant is het ook verwarrend als eruopa een harmoniserend idee hebben om de process industrie circulair te maken. Dan moet je kunnen samenwerken en ook het gelijk moeten beoordelen van bepaalde stromen. Dus dan moet duitsland niet anders gaan interpreteren. Dan moet je ook als transport hamronsiren. En het interpreteren van afval stromen tussen landen. Dat is lastig. Gister was ik bij in duitsland en hebben ze ook weer allemaal eigen provincies. Die zitten ook weer verschillend te interpreteren. Interpretatie van allelei regelgeving.

Jan

Hoe zou je dat kunnen overkomen?

Xandra

Harmoniseren vind ik wel. Misschien nkijken naar de stromen wie wat nodig heeft. En ook meer een beetje pragmatisch gaan denken. Wat gaat ons de industrie nou echt helpoen, we hebben allemaal een ambitie. We gaan die regels opstellen.

Jan

Hoe zit het met de andere barrieres, hoe overkomen jullie die?

Xandra

Het financieren dat we als bedrijf. Als je als bedrijf in een keten dat er bepaalde constructies worden bedacht voor voor financieringsen. Of dat het bedrijf de producten kan leveren in de keten. Dus voor de voorfinanciering of andere business modellen. Daar zitten we dan over na te denken hoe we dat kunnen verbeteren. Invest NL kan daar wel over nadenken maar we moeten ook andere partijen meenemen. Veel strategie conferenties. Er word best wel veel beschreven over allerlei dingen. Maar als je kijkt naar banken, die hebben ook hun eigen visie. Maar die zijn wat beurs. Als invest NL zegt hier gaan we in investeren. Dan zijn we wel eerder bereid om mee te gaan in dit een voor financierign smodel of business modlelen

Jan

De projecten die jullie doen halen die hun financierings meer uit publieke of uit private?

Xandra

Het is een beetje een mix. Vaak zijn is het natuurlijk eerst de angels dan VC. Maar het is ook een mix met banken en INvest NI. ING en InvestNL hebben ook met Avantium samen gewerkt. Hoe serieuzer het bedrijf is, hoe meer opschaling er nodig is dan zijn banken wel bereid om verder te investeren. En het is ook een beetje kijken naar like minded investeerders. De ene vind het erg belangrijk de ander staat het nog niet zo hoog op de agenda. Het is ook beetje kijken naar welke partijen zijn hier geschikt voor of vindne het aantrekkelijk.

Jan

Voor banken is het natuurlijk best wel spannend om te investeren in ciruclaire bedrijven.

Xandra

Het zijn hele andere business modellen of business ideeen dat maakt het eng voor veel partijen. Wat voor financieke middelen heeft INvest NI voor bedrijven. Na de business development.

Xandra

Aandelen, deels medefinanciering met subsidies of privaat. Converteerbare lening

Jan

Wat bepaalt dan wanneer jullie welk instrument gebruiken?

Xandra

Wij zijn nooit een eerste investeerder. Dus we doen het als tweede partij. Maar in die zin is het meer ook een overleg met de hoofdinvesteerder hoe kunnen we het bedrag volledig maken. En wat voor een vorm daar dan bij hoort. Dat is een beetje case bij case.

Jan

Vind jij dat de nederlandse markt al klaar is voor een circulaire economie?

Xandra

Er moet nog veel gebeuren. Het verbeteren van de samenwerking. De angst wegnemen van nieuwe business modellen. Het door voorfinancieren. Zonder angst te kijken naar nieuwe producten. Als we kijken naar de process industrie, 1 partij produceert wat op chemelot en dan moet je een puzzel maken dat betekent dat we voor bedrijf B op de chemelot site dat t gebruiken. Eigenlijk zou je een soort netwerk moeten hebben of marktplaats achtig. Of een soort tinder voor grondstoffen. Dat is leuk dat is niet leuk.

Jan

Jan

Xandra

Kiezen voor biobased. Circulaire materialen inplaat svan fossiel dat het gewoon wat aantrekkelijker word om voor biobased te kiezen.

Jan

Hoe kan dat aantrekkelijker worden?

Xandra

Het aantrekkelijker worden van biobased. Het opzoek gaan naar likeminded personen. Dan kan je een soort massa creereb en laten zien dat het net zo goed is dan bestaande producten. Het is net zo goed als bestaande en fossielen dingen dan heb je al een pluys. En dat het sneller geïntegreerd word want dat is ook wel een beetje process indsutrie.het is leuk dat nieuwe molecuul. Maar is het net zo goed performance als we nu gebruiken. Als je een soort versnelling hebt in de het testen van nieuwe moleculen in bestaande producten. En ook misschien zeggen van toch wel wat regelgeving. Dat we zoveel recycled content moeten

gebruiken, zoveel percentage biobased moeten gebruiken. De regelgeving als je kijkt naar vroeger dan is het toch wel heel fijn voor biobased afdelingen om onderzoek te gaan doen.

Jan

Werken jullie samen met andere kennis instituten?

Xandra

We werken samen met TNO die onderzoekt veel technologie ontwikkelingen. Maakt ook een redelijk goede overzichten van welke technologieën en welke efficiency. Welke flows heb je dan nodig. We werken veel samen met consultancy bedrijven die LCA's kunnen maken. Dat helpt ook het zichtbaar maken van verbeterde producten. Universiteiten zoals Wageningen heeft onderzoek gedaan over bio polymeren, en de regelgeving en wat daar voor nodig is. Dat zijn onderzoeken die we wel publiceren op onze site. Verder werken we samen met instituten die heel specifiek zijn voor polymeren technologie, mechanisch recyclen, chemisch recyclen. Een overzicht kunnen geven over de technologieën of innovatie. Dat helpt natuurlijk wel over als je meer publiceert nieuwe innovaties. Dat het ook wat zichtbaarder is en dat het mogelijk is. Dat helpt ook voor de angst. Dat is heel menselijk. Daar maken we ook wel gebruik van. In NL en in het buitenland heb je partijen zoals NOVA die veel publiceert over processen en technologieën. Twente en Eindhoven TU ook.

Jan

Avantium zit daar ook. En niet alleen chemie maar ook voeding. Het hoeft niet alleen maar chemie te zijn. Dit component is goed voor de voeding.