

Graduation Plan

Master of Science Architecture, Urbanism & Building Sciences



Graduation Plan: All tracks

The graduation plan consists of at least the following data/segments:

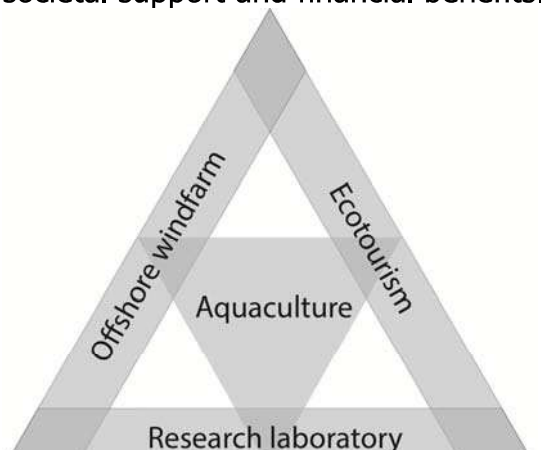
Personal information	
Name	Jirka Berka
Student number	1558528
Telephone number	0619518903
Private e-mail address	j.p.a.berka@student.tudelft.nl

Studio	
Name / Theme	Delta interventions
Teachers / tutors	Coordinator; Ir. Taneha K. Bacchin (T.Bacchin@tudelft.nl) First tutor; Robert Nottrot Second tutor; Jan van de Voort Delegate BE; Dirk Dubbeling
Argumentation of choice of the studio	Architecture was my first choice in university, recently my interests are shifting towards more rational, technical aspects in the built environment in combination with waterworks. D.I. is for me a welcome studio solution.

Graduation project	
Title of the graduation project	Integrated offshore, aquaculture, windfarm design

Goal	
Location:	Prinses Amalia offshore Windfarm, approximately 20 km off coast close to Ijmuiden.
The posed problem,	Around 19 th century oyster banks in the North Sea were completely destroyed due to loss of habitat as a result of extensive fishing and overexploiting. Hard substrate oyster reefs provided intensive and rich ecosystems capable of improving water quality over a vast area. The loss of oyster reefs in the North Sea caused problems in surrounding ecosystems and fish industry declined, Oyster reefs functioned as coastal protection and had breakwater capabilities.
research questions and	In what way could an integrated windfarm-agriculture design contribute to the enhancement of water quality as a step towards restoring 19 th century oyster banks.

	<p>Sub; What is needed in a sustainable water/wildlife/aquaculture laboratory</p> <p>Sub; In what way could a windfarm contribute to a healthy ecosystem.</p> <p>Sub; Which hydrodynamic issues should be considered</p>
--	--

<p>design assignment in which these result.</p>	<p>The primary architectonic focus will be on the laboratory that is involved in this integrated aquaculture windfarm design, the windfarm integrated with aquaculture will form the context, tourism could generate; understanding, societal support and financial benefits.</p> 
---	---

The design proposal will be a translation of the aforementioned diagram. Literature research provided necessary basic understanding of the oyster and its demands for a feasible habitat. A basic understanding of the different components in an aquaculture together with available precedents, sometimes in offshore windfarm surroundings, gave me the possibility to bring the four segments in the diagram together with the architectural knowledge that I have gained through study.

The architectonic delta intervention will ultimately be a probable intervention in an offshore windfarm environment that can embrace a larger scale aquaculture. Part of this aquaculture will be the laboratory to gain on-site knowledge of ecosystem development and permanent observation in a protected surrounding.

Thorough understanding of all the particular subjects in each discipline could transform autonomous separate designs into one integrated design.

The mechanical hydro dynamical issues should be solved through basic understanding of offshore engineering, in a meeting M. Stive gave advice concerning this subject.

Process

Method description

Historical context formed a basic understanding of the Dutch coastal changes, how did the coastal area and their estuaries evolve, why is the coastal line where it is right now and how is it protected. Many of the changes are not really relevant for offshore conditions, although the shape of the Netherlands formed the network of waterways and all sorts of other classifications of the North Sea around the Prinses Amalia windfarm.

Layer approach has been used to see the historical changes through time, other than students onshore, the situation offshore involved other circumstances. This approach showed the intensive use of the North sea and the availability of space.

Typological research involved the classification of the different subjects in an aquaculture, a windfarm a laboratory in offshore conditions. Outcome was the understanding of requirements for the proposed design.

Site visit is until now still not conducted, the offshore safety precautions will not allow everyone to enter these harsh surroundings unfortunately.

Praxeological research – the study of human actions and conduct – is also because of the lack of site visit quite difficult, through literature research one is able to form impressions of the way people are thinking about these topics. The visit of an oyster company in Yerseke provided some insight in the economical attitude these people have concerning the oyster and a research design within this topic.

Research of precedents provided the most interesting tangible information, it showed actual possible outcomes of an aquaculture environment in offshore situations, sometimes first steps were made towards the combination within a windfarm. Issues between several authorities seems to be an obstacle most of the time.

Literature and general practical preference

M. Stive provided collegedictaat CT 2320 'Inleiding waterbouwkunde', to learn more about coastal engineering, he also proposed the book; 'Introduction to bed, bank and shore protection' by Gerrit J. Schiereck.

Further literature and general practical preference was formed by visits to professionals at the faculty of civil engineering in Delft the Yerseke oyster company and communication with several other professionals outside of the Delft university; Imares, Wageningen university, Vliz in Belgium, Eneco, stichting De Noordzee and some more individuals.

Many journals have been used for literature research, these can be seen in the suffix in the Theory of urbanism journal.

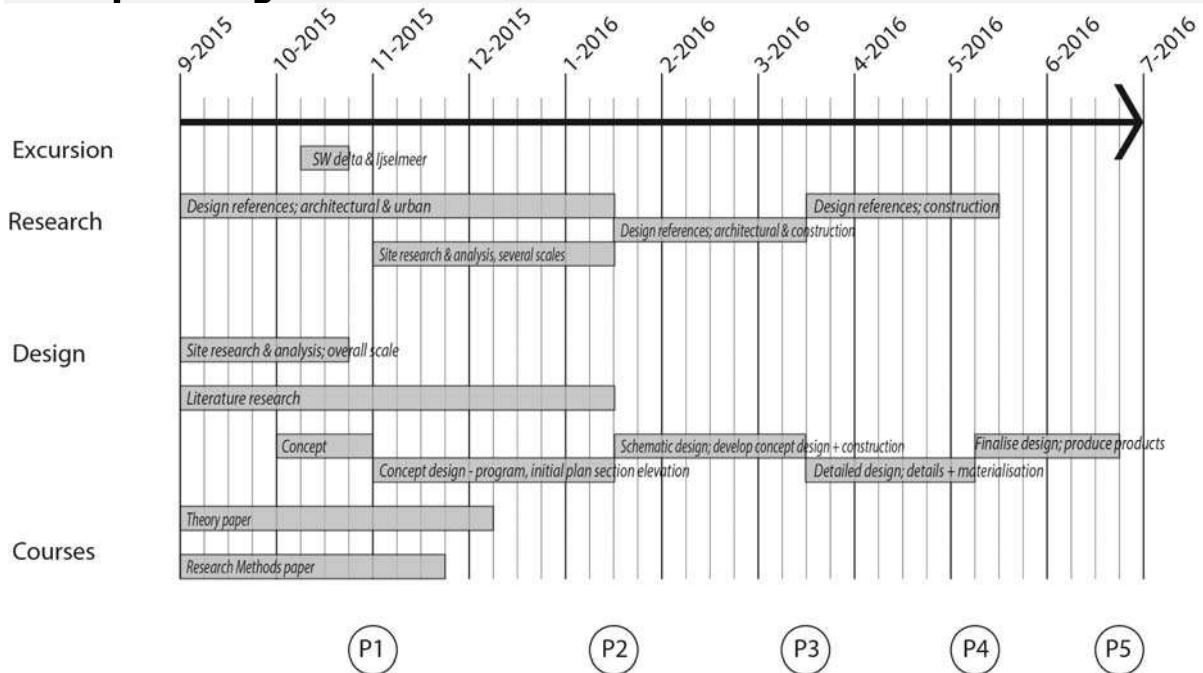
Reflection

Relevance

This graduation project consists of several themes enabling us to create a frame of understanding necessary to solve problems within the field of Delta interventions and architecture. By practicing and using these skills we are preparing ourselves for the future and use it as well in our everyday work situations.

The recent Paris Climate Change Conventions and promises that have been made by the Dutch government for carbon emissions towards 2020 encourage everybody to think of the environment and take steps. We will not reach these goals with small interventions, nation-wide interventions on a larger scale are needed to turn the tide, ecosystems like oyster banks are also part of this. This research can be an example of how an integrated offshore design can help us, the Netherlands, to be more ecological and less dependent on others.

Time planning



Windfarms; arable aquaculture habitats

Possibilities of Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) in offshore windfarm design to enhance ecology.

Course AR3U022, Theory of Urbanism
MSc Architecture, Delft University of Technology

Jirka Berka

1558528_j.p.a.berka@student.tudelft.nl
Studio; Delta Interventions

January, 2016

Abstract – The presented study focusses on the current situation of the European flat oyster (i.e., *Ostrea edulis*) within an ecosystem, its development and decline during past centuries and the habitat conditions necessary to survive. Among these conditions substrate quality proved to be an important factor for the colonization of oyster larvae, literature research revealed that cultch (e.g., scallops) and non-CACO₃ materials (e.g., concrete and granite) are among the most viable substrates for oyster reef restoration. The more feasible offshore conditions in windfarms create optimal situations for reef recovery in combination with Aquaculture, Integrated Multi-Trophic (IMTA). The combination of Windfarms and IMTA can be a first step towards oyster reef restoration in the North Sea by creating the assumed right conditions for oyster growth and survival. Research showed that giant steps still have to be made, the presented results in this abstract are promising.

Key words – Oysters, wind farm, aquaculture, IMTA, offshore, *Ostrea edulis*

Introduction

The native European flat oyster (*Ostrea Edulis*) influenced food consumption along coastal regions all over Europe. Among the remnants of kitchen refuse, large amounts of oyster shells were found dated to the Stone and Iron age, excavations of Viking settlements showed similar results. In the early ages only intertidal accessible oysters were consumed for own needs. Being a delicacy, Roman fishermen already started cultivating oysters, around the 12th and 13th century, commercially operated

fisheries started to develop (Gercken & Schmidt, 2014). Through legislation governments tried to regulate oyster catch, rigorous exploiting during the last few centuries could not have been prevented. In France the region of Brittany and particularly the estuaries and sheltered coastline along the Bay of Biscay were rich in natural oyster beds, in the beginning of the 19th century 100 million oysters were harvested. In the Wadden Sea, 100,000 oysters per year were mentioned. Dredges even intensified harvesting by dragging weighted frames behind their boats,

sometimes seven at the same time to scrape the oysters from the seabed. Half a century later stocks were decimated until commercial fishing was no longer profitable, out of 23 harvested beds, 18 biogenic oyster structures were completely destroyed (Gercken & Schmidt, 2014; Smaal, Kamermans, Have, Engelsma, & Sas, 2015). The biogenic reefs along the coast of Belgium were fully transformed into gravel fields (Houziaux, Fettweis, Francken, & Van Lancker, 2011). By overexploitation oyster reefs have no chance to recuperate, the possibilities for recruitment (attachment of oyster spat onto a shell or another hard substrate) greatly diminishes. Not only in Europe oyster populations suffered by over-exploitation, all around the world a similar decline was noticeable, also because of diseases and pollution. Habitat loss and disturbance are ranked globally as the greatest threats to biodiversity (Milbrandt, Thompson, Coen, Grizzle, & Ward, 2015). To prevent further decline all sorts of oyster restoration projects were initiated involving translocations which already took place 100 years ago and continue to the present day (Smyth, Kregting, Elsässer, Kennedy, & Roberts, 2016). The destruction of these biogenic reefs not only affected oysters, it also led to a decrease in water quality and Europe-wide decline of the fishery.

Large scale conservation efforts were needed to secure and enhance existing oyster stocks or beds. Oysters have a high ecological value and are vital to the health of an estuary, they improve water quality by effectively filtering nutrients, algae, bacteria, fine sediments and toxins. Oysters are able to filter more than 100 liters a day, entire reefs can improve water quality on a large scale. Improved water conditions allow sunlight to reach further, this eventually leads to expansion of seagrass that again will boost water quality and creates important fish nursery habitats (Vriend, van, & Aarninkhof, 2014). Oysters are able to instigate the purification and rehabilitation of entire ecosystems. Besides filtration capabilities, these reefs provide important forage and refuge habitat for hundreds of invertebrates, such as Crustacea (e.g., shrimps, crabs), molluscs (e.g., clam, snails) worms as well as many species of fish, who will spend

most of their juvenile phase of their life on oyster reefs. Investigations in Chesapeake Bay U.S. showed that a tenfold increase in oyster biomass will reduce Chlorophyll levels, increase Dissolved Oxygen (DO) levels, attract a great amount of biomass and removes tons of nitrogen through enhanced denitrification (Cerco & Noel, 2007; Grizzle, 2009-2012).

During the 19th century the oyster stocks in the Netherlands continued to steadily decrease, stocking on impoverished banks did not help. From 1894 to 1930 large amounts of oyster spat (i.e., small juvenile oysters that are desperately looking for some hard structure/substrate to attach themselves to) from the Netherlands, France and Norway were distributed in the North Frisian Wadden Sea as a desperate move to continue commercial fishing (Gercken & Schmidt, 2014). Imported oysters were not as strong as their native peers and were not all strong enough to reproduce. The Wadden area was dependent of spat from the Netherlands until 1930. In 1868 the zoologist Karl Mobius was commissioned to do research in this area, he once wrote; “The preservation of oyster beds is as much the role of the State as preservation of forests” and; “The oyster and the oyster industry”. These quotes clearly state the shifting position towards sustainable reasoning. Rehabilitation of oyster reefs have the potential to trigger an environmental transformation towards cleaner and more dynamic functioning ecosystems.

Offshore conditions

Oyster reefs are delicate ecosystems already affected by minor alterations in their habitat conditions. Studies show that low salinity will likely contribute to spat on shell mortality (i.e., the attachment of juveniles on shell/substrate) (Grizzle, 2009-2012). Salinity levels are better in offshore conditions, the same can be said of nutrients, PH (Blackford & Gilbert, 2007), chlorophyll and sedimentation levels, bacteria like the *V. Vulnificus* and *Marteilia Refringens* are significantly reduced when exposing them to offshore depths (Gercken & Schmidt, 2014; Kolian & Sammarco, 2005). Dissolved Oxygen levels in the North Dogger area are higher in lower temperatures e.g., deeper waters

(Greenwood et al., 2010). Oysters are capable of indirectly improve DO-levels, but on the other hand Hypoxia can cause near total faunal depletion within the hypoxic zone (Cerco & Noel, 2007).

A substrate is needed for oysters to attach themselves, different types of hard substrate such as rock, gravel, muddy sand with cultch (e.g., scallops), roof tiles and concrete are appropriate to conceive oyster spat. Research shows that oyster larvae have a preference for settlement on living shells, also proximity is highly important. The Dutch institute Imares conducted research in which they tested three types of collectors; Calcium coated discs, bundles of plastic tubes with rough outer surface and musselshell-filled mesh bags. Because of their ease of use and low costs the discs and shell bags were recommended. Mussel harvesters in the Grevelingen area are using broken mussel shells as substrate material (Gercken & Schmidt, 2014). The underwater structure of the FINO 1 platform in the North Sea provides an artificial hard substrate as well, just like ship wrecks on the bottom of the ocean (Schröder, Orejas, & Joschko, 2006), these 'hard' substrates are capable of upgrading entire ecosystems. Successful attachment is dependent on the one hand on available larvae supply, thus on the water masses passing the structure, and on the other hand on the suitability of the substrate. Conducted research from Pamlico Sound, North Carolina showed that the porosity of marl may make it vulnerable to infestation by carbonate bioeroders e.g., clinoid sponges. Further results showed the preference of non-CaCO₃ materials (e.g., concrete and granite for their antagonistic function towards clonic sponges), oyster shell growth is similar both on shell and concrete one year after construction (Dunn, Eggleston, & Lindquist, 2014). Concrete-based Reef Balls are now being used as well as substrates for oyster recruitment.

Until recently artificial hard substrates are developing rapidly through the numerous wind farms currently being build. The various foundations (e.g., monopile, jacket, tripod) and the scour foundations (i.e., to prevent hydraulic vortexes creating scour holes) are now being colonized by Benthic life, among them the blue mussel. These mussels generate layers of shell

structures on the hard substrate that eventually could be used for colonization by oyster larvae. Evidence for the attachment of the *Ostrea edulis* (e.g., flat oyster) was found in the intertidal area of monopiles at the Dutch windfarm Egmond aan Zee OWEZ and on scour protection of monopiles in the 2002 erected Horns Rev windfarm in Denmark (Gercken & Schmidt, 2014). OWEZ acts as a new type of habitat with a higher biodiversity of benthic organisms, increased use of the area by fish, marine mammals and some bird species (Lindeboom et al., 2011). Three years after construction the Prinses Amalia Wind Farm showed similar results on its monopiles, the hard substrate positively affected ecosystem in the periphery (Vanagt, Van de Moortel, & Faasse, 2013). In reasonable close proximity Japanese oysters tends to overgrow flat oysters in the Grevelingen area, luckily the Japanese oyster will not grow at larger depth whereas the flat oyster will. For this reason windfarms are as well ideal for flat oyster conservation (Smaal & Lucas, 2000).

Water currents will affect oysters in various ways, food particles are transported via tidal currents, a stronger current will cause larvae to drift away from their original location. Oyster larvae can travel great distances, it is expected that the stocks in the oyster beds in the Wadden Sea traveled all their way from the oyster grounds in the southern North Sea. The windfarms near the coast of IJmuiden in the Netherlands are on these route and have great potential, furthermore water conditions proved to be beneficial, the water depths protect oysters from climatic conditions (Gercken & Schmidt, 2014). Similar results of impressive hydrodynamic forces showed larvae displacement over vast areas in Ireland (Smyth et al., 2016).

The current fabrication of offshore windfarms involve about the same skills and techniques currently associated with fabrication of platforms. To increase vitality and feasibility it would be an interesting challenge to combine these techniques as well with mariculture operations. Technical requirements of, i.e., longlines for mussels or oysters or algae cultivation systems could be combined with mechanical requirements for monopiles (Kolian

& Sammarco, 2005; Vandenbroucke & Metzloff, 2013).

Several management divisions can cause problems, a Marine Aquaculture Zone (MAZ) (e.g., the National Offshore Aquaculture Act (NOAA)) should be responsible for regulations and legal issues facing. Single zoning has been a useful land based tool in U.S., one federal agency is responsible for zonal management (Kolian & Sammarco, 2005).

3. Aquaculture, Integrated Multi-Trophic windfarms

In a semi-Florida embankment research have been done for multiple habitat restoration strategies, the integrated approach strengthened the ecosystem on a larger scale (Milbrandt et al., 2015). A similar approach can be seen in combined aquacultures, ecological aquacultures, but the most promising will be Aquaculture, Integrated Multi-Trophic (IMTA) *'The farming, in proximity, of aquaculture species from different trophic levels, and with complementary ecosystem functions, in a way that allows one species' uneaten feed and wastes, nutrients, and by-products to be recaptured and converted into fertilizer, feed, and energy for the other crops, and to take advantage of synergistic interactions between species. Farmers combine fed aquaculture (e.g., finfish or shrimps) with extractive aquaculture, which utilizes the inorganic (e.g., seaweeds or other aquatic vegetation) and organic (e.g., suspension and deposit-feeders) excess nutrients from fed aquaculture for their growth.'* (Vandenbroucke & Metzloff, 2013).

Regulative and management framework conditions, as well as offshore co-management and inclusion of stakeholders should be a prerequisite. Onshore aquaculture restaurants and tourism could eventually be included in the framework.

Because modern aquaculture is difficult to develop along the coast, due to its scale and absence of space along the coast, it is more preferable to move offshore. Offshore aquaculture or open aquaculture in a marine environment is fully exposed to all kinds of oceanographic conditions and located at least 8 miles off the coast. Because of the shared hostile

environment it would be favorable to work together with all the users.

In 1998 a proposed IMTA consisted of fixed underwater structures attached to wind turbines for the operation of aquaculture facilities, these days IMTA's consist of large self-supporting ecosystems, preferably Non-fed (e.g., no fish meals/oils are used as either the major protein or energy sources) (Vandenbroucke & Metzloff, 2013).

Mermaid proposed the Gemini project, the study area was located 55 km north of the Wadden Sea Islands of the Netherlands. Here they made a conceptual design of three stages within a large windfarm consisting of seaweed, shellfish and wind (Carlberg & Christensen, 2015), Normal fish cages can be added to create a more extensive ecosystem, together with crabs on the bottom. Extractive aquaculture produces valuable biomass. The circular system will start with 'Fed' aquaculture (e.g., Finfish), large particulate matter (POM) will sink to the bottom where various invertebrates are living (i.e., Deposit Extractive Aquaculture). On the same level as the fishes small POM is drifting through a Suspension Extractive Aquaculture, at first an organic layer (e.g., Shellfish) then a nutrient buffer zone and finally an Inorganic layer (e.g., seaweeds) also feces and pseudo-feces from the shellfish and dissolved inorganic nutrients (DIN) will sink towards the Invertebrates. This system should be self-supporting. The only risks involve possible escapee (i.e., escaping fishes). 'The building with nature' quotation (Vriend et al., 2014), could be transformed to; 'Building with aquaculture'. IMTA has the potential to reduce the amounts of dissolved (i.e., inorganic) and solid (i.e., organic) forms of nitrogen, carbon, phosphorus (Vandenbroucke & Metzloff, 2013).

Precedents are found in Sweden in the Ostrea Sverige AB breeding farm where water is pumped out of the fjord into two pools, after the passage UV light is being used for water treatment (e.g., pasteurization). Algae cultivation is used for feeding of the oyster, the whole company is almost self-sufficient. Also in Denmark a similar treatment is being conducted; Danish Shellfish Center (DSC) is producing healthy oysters, free of infestation and viable for production of oyster spat for Dutch restoration programs (Gercken & Schmidt, 2014).

4 Conclusions

By discouraging difficult regulations in the Netherlands, it seems that many promising projects eventually will be canceled. The costs become most of the time an antagonist, good ideas end here, while other countries are sometimes more adventurous. There are many valuable examples throughout the world that could be of great asset in the Netherlands but the Dutch government doesn't try to take a bold step especially in favor of environmental aspects. It seems that the Dutch government has other preferences.

One of the things the Netherlands became famous of are the waterworks and its delta interventions, these operations on a massive scale were the results of the flooding in 1953. It seems that impressive and astonishing creations only occur after something terrible has happened. Unfortunately this 'isn't' the case for ecology, although it seems that the climate conference in Paris 2015 started a paradigm shift.

The Netherlands conducted a climate policy in which they composed a goal for the year 2020, it seems in the year 2015 that they are behind schedule, although the Dutch government is not willing to admit. The Dutch government also lost a climate liability lawsuit that puts even more pressure on achieving their goals before 2020.

Hopefully these two important incentives motivate the Netherlands to liberalize laws and regulations in favor of ecology. Encouraging steps are needed in forms of financial support together with a proactive attitude of the government. IMTA could really be possible and feasible if all associations work together and if Marine Aquaculture Zones are being created (Kolian & Sammarco, 2005). The predicted offshore windfarm development to achieve the 2020 goals embrace ecological possibilities. The future of benthic ecosystems looks a bit more promising.

5 Further Research and Recommendations

In the previous chapters of this essay a position of objectivism, based mainly on statistical analysis, is being used to ensure an unbiased and unprejudiced point of view towards previous research. The fast extirpation of the oyster has been used as a starting point because of the enormous effects this destruction now has on declining ecosystems, due to reducing water qualities in estuaries and oceans. Previous research in this field of specialism is still cautious, findings are sometimes difficult to link to one another and eventually categorize. This is likely due to the fact that ecosystems are incredibly complex and not easy to rationalize. The latter chapters about IMTA are more touchable and easier to categorize. Future research could be conducted in the field of two epistemes; 'typology and praxeology'. In the field of praxeology one can think of human action and reaction on certain topics i.e., wind farm use in combination with ecology. Field research could encourage public support, understanding and possibly even local initiatives

Future typological research can be conducted by scientifically compartmentalising an ecological wind farm. Categorize and systematize every part on its own to eventually create some sort of a deterministic chart that could be used in various locations and conditions. A possible outcome would be a viable, easy applicable apparatus for the design of ecological windfarms.

References

- Blackford, J. C., & Gilbert, F. J. (2007). pH variability and CO₂ induced acidification in the North Sea. *Journal of Marine Systems*, 64(1-4), 229-241.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2006.03.016>
- Bouma, S., & Lengkeek, W. (2013). Benthic communities on hard substrates within the first Dutch offshore wind farm (OWEZ). *Nederlandse faunistische mededelingen / Nationaal Natuurhistorisch Museum*(41), 59-67.

- Buck, B. H., Berg-Pollack, A., Assheuer, J., Zielinski, O., & Kassen, D. (2006). Technical Realization of Extensive Aquaculture Constructions in Offshore Wind Farms: Consideration of the Mechanical Loads: American Society of Mechanical Engineers.
- Carlberg, L. K., & Christensen, E. D. (2015). Go offshore - Combining food and energy production. Technical University of Denmark.
- Cerco, C. F., & Noel, M. R. (2007). Can oyster restoration reverse cultural eutrophication in Chesapeake Bay? *Estuaries and Coasts*, 30(2), 331-343. doi:10.1007/bf02700175
- Dunn, R. P., Eggleston, D. B., & Lindquist, N. (2014). Effects of Substrate Type on Demographic Rates of Eastern Oyster (*Crassostrea virginica*). *Journal of Shellfish Research*, 33(1), 177-185. doi:10.2983/035.033.0117
- Gercken, J., & Schmidt, S. (2014). Current Status of the European Oyster (*Ostrea edulis*) and Possibilities for Restoration in the German North Sea. Retrieved from https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/meeresundkuestenschutz/Dokumente/2015-06-02_Auster_Machbarkeitsstudie-barrierefrei-english.pdf
- Greenwood, N., Parker, E. R., Fernand, L., Sivyver, D. B., Weston, K., Painting, S. J., . . . Laane, R. W. P. M. (2010). Detection of low bottom water oxygen concentrations in the North Sea; implications for monitoring and assessment of ecosystem health. *Biogeosciences*, 7(4), 1357-1373. doi:10.5194/bg-7-1357-2010
- Grizzle, R. (2009-2012). OYSTER RESTORATION RESEARCH PROJECT (ORRP) FINAL TECHNICAL REPORT. ORRP Phase I: Experimental Oyster Reef Development and Performance Results. Retrieved from http://www.hudsonriver.org/download/ORRP_PhaseI.2013.pdf
- Houziaux, J., Fettweis, M., Francken, F., & Van Lancker, V. (2011). Historic (1900) seafloor composition in the Belgian–Dutch part of the North Sea: A reconstruction based on calibrated visual sediment descriptions. *Continental Shelf Research*, 31(10), 1043-1056. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2011.03.010
- Kolian, S., & Sammarco, P. W. (2005). Mariculture and Other Uses for Offshore Oil and Gas Platforms: Rationale for Retaining Infrastructure. *Journal of Applied Ichthyology*. Retrieved from http://www.ecorigs.org/mariculture_report_final_lo_res.pdf
- Lindeboom, H. J., Kouwenhoven, H. J., Bergman, M. J. N., Bouma, S., Brasseur, S., Daan, R., . . . Scheidat, M. (2011). Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. *Environmental Research Letters*, 6(3), 035101. Retrieved from <http://stacks.iop.org/1748-9326/6/i=3/a=035101>
- Milbrandt, E. C., Thompson, M., Coen, L. D., Grizzle, R. E., & Ward, K. (2015). A multiple habitat restoration strategy in a semi-enclosed Florida embayment, combining hydrologic restoration, mangrove propagule plantings and oyster substrate additions. *Ecological Engineering*, 83, 394-404. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.06.043
- Schröder, A., Orejas, C., & Joschko, T. (2006). Benthos in the Vicinity of Piles: FINO 1 (North Sea). In J. Köller, J. Köppel, & W. Peters (Eds.), *Offshore Wind Energy* (pp. 185-200): Springer Berlin Heidelberg.
- Smaal, A. C., Kamermans, P., Have, T. M. v. d., Engelsma, M. Y., & Sas, H. (2015). Feasibility of Flat Oyster (*Ostrea edulis* L.) restoration in the Dutch part of the North Sea. Retrieved from Yerseke: <http://edepot.wur.nl/335033>
- Smaal, A. C., & Lucas, L. (2000). Regulation and monitoring of marine aquaculture in The Netherlands. *Journal of Applied Ichthyology*, 16(4-5), 187-191. doi:10.1046/j.1439-0426.2000.00266.x
- Smyth, D., Kregting, L., Elsässer, B., Kennedy, R., & Roberts, D. (2016). Using particle dispersal models to assist in the conservation and recovery of the overexploited native oyster (*Ostrea edulis*) in an enclosed sea lough. *Journal of Sea Research*, 108, 50-59. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.seares.2015.12.009
- Theuerkauf, S. J., Burke, R. P., & Lipcius, R. N. (2015). Settlement, Growth, and Survival of Eastern Oysters on Alternative Reef Substrates. *Journal of Shellfish Research*, 34(2), 241-250. doi:10.2983/035.034.0205
- Vanagt, T., Van de Moortel, L., & Faasse, M. (2013). Development of hard substrate fauna in the Princess Amalia Wind Farm.
- Vandenbroucke, K., & Metzlauff, M. (2013). Abiotic Stress Tolerant Crops: Genes, Pathways and Bottlenecks. In P. Christou, R. Savin, B. Costa-Pierce, I. Misztal, & C. B. Whitelaw (Eds.), *Sustainable Food Production* (pp. 511-560): Springer New York.
- Vriend, H. d., van, K. M., & Aarninkhof, S. (2014). 'Building with nature': the new Dutch approach to coastal and river works. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering*, 167(1), 18-24. doi:doi:10.1680/cien.13.00003

P4 & P5 Reflection

Project name:

Integrated offshore, aquaculture, windfarm design

multi-trophic aquaculture and a biological research laboratory in a durable offshore windfarm environment together with energy storage.

Name: Jirka Berka

Student nr.: 1558528

J.P.A.Berka@student.tudelft.nl

Delta Interventions

Graduation tutors: Robert Nottrot, Jan van de Voort

the relationship between the theme of the graduation lab and the case study chosen by the student within the graduation framework.

When someone is talking about; 'Delta Interventions', it probably reminds you of 'de waterwerken', one of many subjects with which Dutch engineers got well known all over the world, but the graduation course Delta Interventions as a part of the T.U. Delft also covers other issues such as urban planning, civil engineering, hydraulic engineering and architecture, as well as ecology. Through various research techniques students are motivated to analytically investigate a location. Spatiality, morphology and change through time is translated into a 3x3 analysis, this analysis shows how various categories are changing over time. Integrated flood management, 'Green-blue infrastructures, are topics that will be addressed as well. Students are encouraged to design in a pragmatic way to develop research skills. The supervisors in the studio encouraged me to think as free as possible in the beginning within the aforementioned framework of Delta Interventions, however, I noticed that this freedom eventually got somewhat constricted. My design direction went beyond the framework of the studio, so I was delicately forced to find a tutor outside the studio, eventually I got in contact with Robert Nottrot, he was actually a supervisor of the studio Explorelab. Cooperation with Mr. Nottrot and Mr. Van den Voort was very pleasant, and I am grateful for the freedom that my studio gave me to find a tutor outside the studio that better suits my design topic.

In retrospect I can say that my project fits well within the studio Delta Interventions because of its multidisciplinary structure that is in line with the design topics of the studio and the overall direction of my design. An event around 1900 became the primary subject for my research; Clustered oysters off the coast of the Netherlands developed into oyster beds which then became a habitat for all living organisms, the oyster beds also protected the Dutch coast from the water; around 1900 the European flat oysters off the coast of the Netherlands got extinct because of extensive fishing. On the foundations of windmills oysters were recently spotted, the oysters are using the new hard substrate to attach themselves onto, this gave me an opening for an investigation, and a research question was born.

I decided to focus on the Princess Amalia Wind Farm off the coast of IJmuiden because the oyster was found here. The wind farm is a technical masterpiece of ingenuity, the next step was a manmade archipelago that protected the area and the habitat of the oyster within the wind farm. An added 'Valmeer' is part of the archipelago and will be used to store excess produced energy of the wind turbines primarily during the night. These islands together can serve as breeding grounds for birds and other organisms. The eventual hybrid architectural design brings all the concepts together; a fishery which focuses on aquaculture within the wind farm, a laboratory with an algae farm that produces food for the aquacultures and a museum that functions as an umbrella to connect everything for the visitors. Visitors will create awareness of the cleverness of Dutch engineering and science. A man made archipelago that shows the knowledge and expertise of Dutch engineers in the field of renewable energy, ecology and engineering; This certainly is a project that fits in with the studio Delta Interventions.

the relationship between the methodical line of approach of the graduation lab and the method chosen by the student in this framework.

Students in the studio Delta Interventions develop a 3x3x3 approach. This research method focuses on the layers of land, water and human adjustments (such as urbanization) over time. The outcome of this research method consists of at least nine maps with and with an extra dimension (such as scale) may lead to 27 maps or more, these maps can easily be compared with each other so that you, as a designer, can anticipate on the chronological development of the various themes. Especially on the mainland this research method gives beautiful, clear results, but in my case -at sea- this was different. My site was located 20 km off the coast, water is all there is until you look more careful,

the sea-bottom gives identity and an idea of context. Together with the dimension; 'Man-made' it does provide some degree of stratification. Therefore the research method was partly used in my context, but then again you can hardly speak about context at sea.

The relationship between research and design

The Dutch coast plays an important role with regard to flood protection; the dunes, beaches and dikes must be monitored constantly. Through wind, tides and current sand continuously disappears and moves along the coast, sea level rise makes it even worse. Sand has to be constantly added to protect the coast and keep the coastline intact, one possibility to do this is by pumping sand on the beaches, the 'Zandmotor' at Hoek van Holland works according another more passive principle and uses the natural current along the coast to apply sand. The Zandmotor is a man-made protrusion of sand against the coastline, slowly this sand is deported along the coast. The sand descends along the entire coastline and ensures that maintenance on the coast is less often needed. To my surprise, the area off the coast in the North Sea is used extensively, ammunition dumps, drilling platforms, shipping routes, a network of pipelines and data cables, wind farms and other fixed destinations densely fill the sea map.

The Dutch are world famous for constructing artificial islands, even nowadays plans are executed to reclaim new lands; an archipelago called; 'Marker Wadden' in the Markermeer provides breeding grounds for birds and other animals, there has even been a plan for an expansion of Schiphol off the coast of the Netherlands. The island on which the runways would be situated would have the shape of a tulip. Other plans show new islands along the coast in the North sea, the row of Wadden islands will be stretched all the way to the coast of Belgium. This would create a buffer that would protect the coastline of the Netherlands from flooding and in addition it creates extra space for urban expansion and nature.

Plans for land reclamation were part of my research on precedents, they showed me the possibilities for the development of a functional space at sea of which nature could benefit. During my research on water management in the Netherlands I came across the extinct oyster beds off the coast of the Netherlands that I wanted to investigate further. I did some literary research on plan Lievense, a plan to create a closed ring dike in the Markermeer with a water buffer inside. Surplus wind energy at night will be used to power pumps and fill the lake, during the day when more energy is needed the water level slowly decreases and turbines are powered to generate energy . The lake can be seen as a battery in order to cope with peak yields.

I was intrigued by the impact and massive approach these master plans have and saw potential for such an approach to the coast of the Netherlands. An approach that would enhance the development of oysters. I was familiar with the delicious taste of the oyster, but I did not know much about the background of the oyster. My interest in the story behind the vanished oyster beds off the coast of the Netherlands was a reason for further research so I decided to do a literature research on the oyster. As indicated previously, the oyster off the coast of the Netherlands were almost disappeared entirely due to overfishing. trawls were drawn on the seafloor which caused oyster beds to be completely destroyed. The hard substrate needed for oysters to clamp themselves was gone. Now with the rise of drilling rigs, wrecks and steel piles of windmills new substrate is created where the oyster can attach to, yet this is not easily done. Oysters are susceptible to diseases and natural influences, they survive in a protected area. The Princess Amalia Wind Farm became the context for my project because the oyster was spotted here, so I wanted to improve the conditions for the oyster and strengthen the overall idea.

Field research was difficult because of many security measures taken around the wind farm, as a visitor you must have attended several safety courses that I did not take, so a visit was difficult. however I managed to visit IJmuiden from which the wind farm can be seen on a clear day and I could taste the maritime environment. I went to visit an oyster farm in Yerseke and came into

contact with the industry behind the oyster. I have contacted the research laboratory Imares and I talked to prof. Han Lindeboom of Wageningen University to learn more about the oyster, underwater life in general and environmental opportunities for my project.

Several topics come together in my project; ecology, renewable energy, land reclamation, a 'Valmeer' and the underwater life. All these topics are very interesting, but not really if this location is only accessible by specialists and ecologists of the wind farm, so I decided to combine this location with a museum to make visitors aware of the consequences of man and nature. This design part brought a new phase of research with it, which consisted mainly of typological research, but also on a smaller scale on researching precedents (such as underwater laboratories). Typological study consisted of the specification of possible morphological forms in water surroundings and the precise location in the context, and what are the effects of water pressure on its form? And where does the visitor have the ability to see the most aspects in this area. The final design consisted of three main functions; a laboratory for research, a fishery focused on aqua cultures in the region and a museum for visitors. A technical department is located in a remote pumping station close to the 'Valmeer'. The investigation on precedents focused primarily on buildings and other volumes that are exposed to water pressure.

the relationship between the project and the wider social context

The research and design of the museum could contribute to the awareness of expanding towards the North Sea. What does it mean for the ecology in the area and what are the hybrid potentials of wind farms. I think that there are many opportunities for offshore wind farms, combining them with aqua cultures must not go unnoticed. In this way a more sustainable partnership is created that fits in the future climate approach. As in hybrid buildings where collaboration is critical, I think the sustainable sector should cooperate more with ecology, next to that the community should be involved in this process to strengthen social interest which must not be underestimated in order to get more support.

The hybrid structure of my design brings multiple disciplines together and makes it clear to visitors, in addition researchers in the field of ecology work closely with engineers in an offshore environment. A case study in the laboratory can be tested immediately. The laboratory also focuses on algae cultivation and production of algae for aquacultures. The visitors will become aware of the use and application of algae, the algae are in fact increasingly being used in the food industry. The restaurant and the shop gives visitors the possibility to get acquainted with everything this area has to offer; algae, oysters, mussels, lobster, fish and seaweed, they also see where it comes from. Because of the good connection to the mainland and Amsterdam by ferry this will definitely be an exciting day out for foreign tourists. Tourists will see what the Dutch engineers are capable of in the field of renewable energy, land reclamation and ecology.

Reflection on method.

During my graduation I ran into some problems that caused some delay, I will describe these problems chronologically. Early in the process, I did a literature research which was a logical result of my personal interest and a fixed case, namely the disappearance of the oyster off the Dutch coast. My focus then shifted to the entire Amalia Wind Farm, with a considerable area of several square kilometers. I have not previously worked on such a scale, but by studying reference projects in which also new land was created in the sea I acquired the knowledge I needed for this scale. The next problem arose due to lack of knowledge in the field of large civil engineering, which was required for the construction of levees and energy lakes. This knowledge was acquired by getting in contact with professors at other faculties, for example the Faculty of Civil Engineering. On 'building' scale I had some difficulties in translating (somewhat irrational) design concepts into a rational design but I gradually developed my design process. Larger scale design problems were cut into smaller, more rational, design goals. The goals I set on separate smaller scale issues, provided me with more small

scale answers instead of the absence of only one answer to a comprehensive problem. By dividing and sorting of small parts, eventually a clear idea emerged on a larger scale. Instead of; Top-down I went to; 'Bottom up', as a way to address design problems. A good example was a global morphology study I did; I was too busy with one perfect shape, so instead I aimed to make at least 5 models in which quality was less important, It provided me with more answers and ultimately a better outcome on a larger scale. Target quantification has been a useful tool for me.

De periode tussen de P4 en P5.

De periode na de P4 vloog voorbij, de presentatie van de P4 was goed gegaan, dit kwam mede doordat ik hulp had gekregen van een cabaretière om zo mijn presenteerkwaliteiten te verbeteren. Kritiek tijdens de P4 presentatie ontstond vooral doordat ik een paar onderdelen niet uitgebreid genoeg had uitgelegd. Deze onderdelen had ik wel uitvoerig onderzocht. De redenen voor de specifieke vorm van mijn gebouw had ik niet uitgebreid genoeg benoemd, zo had ik niet aangegeven dat mijn gebouw taps naar boven uitloopt, met op de zeebodem een kleinere oppervlakte dan aan het zeeoppervlak. De druk op het gebouw op een diepte van 20 meter is enorm en grote drukk balken waren noodzakelijk om de krachten op te vangen, daarnaast zijn er ook ringbalken aangebracht die hetzelfde werken als de ringen rondom een eiken vat. Daarnaast had ik tijdens de presentatie ook soms wat moeite met het vinden van de juiste woorden voor de juiste omschrijving. Zo sprak ik over een halfronde vorm in het gebouw, die eigenlijk een kegelsnede was.

Wanneer ik terugkijk naar de periode tussen de presentaties in, dan zijn er toch ook een aantal punten waar ik mijzelf kan verbeteren. Zo was ik bijvoorbeeld tot ver voor de P5 presentatie bezig met het (overbodig) optimaliseren van 3d-tekeningen en ben ik te lang bezig geweest met de optimalisatie van een Grasshopper-bestand. Helaas heeft dit zoveel tijd gekost met als gevolg dat ik minder tijd over had voor de uiteindelijke presentatie. Tijdens het afstuderen had ik behoefte aan regelmaat van begeleidingen, dit omdat ik anders geen regelmaat had in mijn werkwijze, ik zag het als kleine toetsmomenten. Wel kreeg ik het idee dat de begeleidingen tussen de P4 en de P5 bij mij niet zo geordend verliepen als daarvoor, je werkt niet meer samen naar oplossingen, maar je laat eerder de voortgang zien en hoopt op reflectie. Mogelijk had ik dit beter moeten sturen, zodat ik mijn begeleidingen efficiënter kon benutten.

In zijn totaliteit ben ik erg tevreden met de zekerheid van slagen die je hebt na de P4 presentatie, het zorgt voor meer rust die denk ik ten goede komt aan kwaliteit. Wanneer ik terugkijk naar de Studio waar ik deel van uitmaakte, kan ik zeggen dat dit anders is gelopen dan ik verwacht had. Ik had in het begin de gedachte dat mijn afstudeeronderwerp perfect zou passen binnen de studio, de voormalige hoofden van de studio gaven echter aan dat mijn onderwerp buiten hun vakgebied viel en dat ik zelf op zoek moest gaan naar begeleiders. Uiteindelijk was dit naar volle tevredenheid gelukt en ben ik terecht gekomen bij Robert Nottrot en Jan van de Voort. Nu, aan het eind van mijn afstuderen heeft Taneha Bacchin het stokje overgenomen in de Delta Interventions studio en krijg ik het gevoel dat de studio nog meer te bieden heeft dan voorheen. Taneha was van begin af aan wel enthousiast geweest over mijn afstudeeronderwerp. Zoals ik al eerder aangaf, was ik zeer tevreden over mijn begeleiders, ik heb dan ook werkelijk waar geen negatief punt te noemen. Ik kreeg het idee dat ik samen met mijn begeleiders aan het werken was naar het best haalbare, anders dan ik eerder tijdens mijn studie had meegemaakt, waren zij niet alles aan het afkraken tot in het extreme, maar hadden ze ook oog voor de positieve kanten in het ontwerpproces.

Wanneer ik terugkijk naar de ontwerpmethodiek, kan ik zeggen dat ik redelijk volgens planning heb gewerkt, althans de planning van de te nemen stappen, de periode heeft wel wat langer geduurd dan verwacht. De gebruikte onderzoeksmethode die aangeboden wordt door de studio Delta Interventions was niet echt toepasbaar op mijn ontwerprichting, de gelaagde benadering door de tijd heen (3x3x3) was niet zichtbaar op mijn locatie, 20 kilometer uit de kust van IJmuiden. De overige methoden zoals literatuuronderzoek etc. waren natuurlijk wel goed toepasbaar op mijn onderwerp.

Wanneer ik terugkijk op mijn hele studie kan ik met zekerheid zeggen, dat ik nooit had gedacht dat ik zoveel verschillende onderwerpen zou gaan behandelen. Anders dan bij andere universiteiten in het buitenland, krijgt de student in Delft de vrijheid elke willekeurige richting op te gaan, er is dan ook geen strenge Delftse school, maar een vrijheid die naar mijn idee meer oplevert. Ik weet nu alleen niet of ik bij een architectenbureau zou willen werken, ik denk wel dat ik mijn analytische en conceptuele onderzoeksmethodiek goed kan gebruiken binnen andere werkrichtingen.

De relatie tussen het thema van de studio waar men afstudeert en de casus gekozen door de student binnen de kaders van het afstuderen.

Wanneer men spreekt over; 'Delta Interventions', dan denk je al snel aan de waterwerken waarmee de Nederlandse ingenieurs onder andere bekend zijn geworden, maar de afstudeerrichting Delta Interventions aan de T.U. Delft gaat ook over andere zaken zoals stedenbouw, civiele techniek, waterbouw en architectuur, maar ook ecologie. Middels verschillende onderzoekstechnieken wordt de student gemotiveerd om op analytische wijze een locatie te onderzoeken. Ruimtelijkheid, morfologie en verandering door de tijd heen wordt bestudeert en vertaald in een 3x3 analyse, deze analyse laat van verschillende categorieën zien hoe deze veranderd door de tijd heen. Geïntegreerd overstromingsrisicobeheer, 'Green-blue infrastructures' zijn onderwerpen die aan bod komen, de student wordt aangemoedigd om pragmatisch en onderzoeksmatig te ontwerpen. De begeleiders in de studie moedigde mij in het begin aan zo vrij mogelijk te denken binnen de hiervoor genoemde kaders, toch merkte ik pas later dat deze vrijheid later iets werd ingeperkt. Mijn ontwerprichting ging het werkveld van de studio te buiten waardoor ik genoodzaakt was een begeleider te zoeken buiten de studio, uiteindelijk ben ik terecht gekomen bij Robert Nottrot, hij was eigenlijk begeleider van de studio Explorelab. De samenwerking met dhr. Nottrot en dhr. Van den Voort was erg prettig, ik ben dan ook dankbaar voor de vrijheid die mijn studio mij heeft gegeven om een begeleider te zoeken buiten de studio die beter past bij mijn afstudeeronderzoek.

Achteraf kan ik zeggen dat mijn project wel degelijk past binnen de studio Delta Interventions, dit vanwege de multidisciplinaire opzet en de richting van mijn ontwerp. Een gebeurtenis rond 1900 zorgde voor het ontstaan van mijn onderzoek; Geclusterde oesters voor de kust van Nederland vormden oesterbanken die vervolgens een biotoop werden voor allerlei levensorganismen, daarnaast beschermde deze oesterbanken ook de Nederlandse kust tegen het water; rond 1900 stierf de platte oester voor de kust van Nederland uit door overbevissing. Op de funderingen van windmolens zijn recentelijk oesters gevonden die gebruik maken van het nieuwe harde substraat wat door de mens gevormd is, dit bood voor mij een opening voor een onderzoek waardoor de oorsprong van mijn onderzoeksvraag was geboren.

Ik besloot mij te focussen op het Prinses Amaliawindpark voor de kust van IJmuiden omdat hier de oester aangetroffen was. Het windpark was tegelijkertijd een technisch staaltje vernuft, zo ontstond een ontwerp voor een opgespoten archipel die het gebied en de habitat van de oester binnen het windpark beschermd. Een toegevoegd 'valmeer' maakt deel uit van de archipel om de overcapaciteit van de windmolens 's nachts op te vangen. Deze eilanden samen, in de Noordzee, kunnen dienen als broedplaatsen voor vogels en andere organismen. Het uiteindelijke hybride architectonische ontwerp brengt de verschillende richtingen samen, een visserij die zich richt op de aquacultuur binnen het windpark, een laboratorium met algenkwekerij die ook voedsel produceert voor de aquacultuur en een museum als overkoepelende functie om bezoekers bewust te maken van de kracht van de Nederlandse techniek en wetenschap. Een opgespoten archipel die de kennis en kunde van Nederlandse ingenieurs laat zien op het gebied van duurzame energie, ecologie en waterbouwkunde; dit lijkt mij zondermeer een project wat past binnen Delta Interventions.

De relatie tussen de gebruikte onderzoeksmethode in de studio van de afstudeerrichting en de gekozen methode door de student.

Studenten van de studio Delta Interventions wordt aangeleerd om te werken met de 3x3x3-benadering. Deze onderzoeksmethode richt zich op de lagen land, water en menselijke aanpassingen

(zoals verstedelijking), door de tijd heen. De uitkomst van deze onderzoeksmethode bestaat uit minimaal 9 kaarten die met een extra dimensie (zoals schaalgrootte) kan uitmonden in 27 kaarten of meer, deze kaarten kunnen gemakkelijk met elkaar vergeleken worden zodat je als ontwerper kan anticiperen op de chronologische ontwikkelingen van de verschillende thema's. Vooral op land geeft deze onderzoeksmethode mooie, overzichtelijke resultaten, maar in mijn geval -op het water- was dit anders. Mijn locatie bevond zich 20 km uit de kust waar in eerste instantie niet veel meer is dan water, pas wanneer je gaat kijken naar de bodem dan krijgt deze omgeving meer identiteit. Samen met de dimensie; 'door de mens gemaakt' geeft dit toch een mate van gelaagdheid. De onderzoeksmethode was daarom deels toepasbaar in mijn context, al kan je op zee amper spreken over context.

De relatie tussen onderzoek en het ontwerp.

De kust van Nederland is een belangrijk aandachtspunt met betrekking tot de bescherming tegen overstromingen; de duinen, stranden en dijken moeten constant gemonitord worden. Door de wind, zee en stroming verdwijnt en verplaatst er continu zand van de kust. Daarnaast verliezen de stranden terrein door de stijging van de zeespiegel. Steeds opnieuw moet er zand aangebracht worden om de kust te beschermen en de kustlijn in tact te houden, dit gebeurt bijvoorbeeld door zandopspuiting maar ook de zandmotor bij de Hoek van Holland heeft als doel de kust op natuurlijke wijze te voorzien van zand wat door zeestroming aangevoerd wordt. De Zandmotor is een opgespoten uitstulping van zand aan de kust die langzaamaan zijn zand meegeeft met de stroming langs de kust. Het zand daalt neer langs de gehele kustlijn en zal ervoor moeten zorgen dat onderhoud aan de gehele kust minder vaak nodig is. Tot mijn verbazing wordt het gebied voor de kust in de Noordzee zeer intensief gebruikt, er zijn munitiestortplaatsen, vele boorplatformen, vaarroutes, een netwerk van pijpleidingen en datakabels, windmolenparken en andere vastgelegde bestemmingen. De Nederlandse droogleggingen zijn wereldberoemd, ook nu nog zijn er plannen om nieuwe stukken land droog te leggen, zo is er begonnen met het creëren van een archipel, genaamd; 'Markerwadden', in het Markermeer en zijn er ook plannen geweest voor een uitbreiding van Schiphol voor de kust van Nederland. Het eiland waarop de landingsbanen zouden komen kreeg de vorm van een tulp. Voor de kust zijn er ook plannen om als het ware de Waddeneilanden door te trekken tot de kust van België. Op deze manier zou een buffer gecreëerd worden die de kustlijn van Nederland zou beschermen tegen overstromingen en daarnaast wordt er extra ruimte gecreëerd voor stadsuitbreiding en natuur.

De plannen voor zandopspuiting maakten deel uit van mijn onderzoek naar precedentes, zij lieten mij zien wat de mogelijkheden zijn voor de ontwikkeling van een functionele ruimte op zee die tevens ecologisch verantwoord kan zijn. Tijdens mijn onderzoek naar de gebeurtenissen in Nederland op het gebied van waterbeheer stuitte ik op de oesterbanken voor de kust van Nederland, dit wilde ik graag verder onderzoeken. Ik kwam in aanraking met het plan Lieveense, een plan om een afgesloten ringdijk te creëren in het markermeer met daarbinnen een waterbuffer. Deze waterbuffer kan aangevuld worden door een overschot aan windenergie 's nachts in te zetten om pompen aan te drijven en water in het meer te pompen, wanneer er meer energie nodig is, dan laat men dit meer leeglopen zodat turbines aangedreven worden die vervolgens energie opleveren. Dit meer kan gezien worden als een batterij om piekproducten op te vangen.

Ik raakte geïntrigeerd door de kracht en massale aanpak van deze masterplannen en zag mogelijkheden voor een dergelijke nieuwe aanpak voor de kust van Nederland. Een aanpak die samen zou gaan met de oester. Ik was bekend met de heerlijke smaak van de oester, maar ik wist nog niet veel over de achtergrond van de oester. Mijn interesse voor het verhaal achter de verdwenen oesterbanken voor de kust van Nederland was de aanleiding voor verder onderzoek daarom heb ik besloten een literatuuronderzoek te doen naar de oester. Zoals eerder aangegeven was de oester voor de kust van Nederland bijna geheel verdwenen door overbevissing. Sleepnetten werden over de bodem getrokken waardoor de oesterbanken volledig vernietigd werden. Het harde

substraat wat oesters nodig hebben om zich aan vast te houden was er niet meer. Nu met de komst van booreilanden, wrakken en sokkels van windmolens ontstaat er weer nieuw substraat waar de oester zich aan kan hechten, toch gaat dit niet erg makkelijk en snel. Oesters zijn gevoelig voor ziektes en natuurinvloeden, ze zoeken graag bescherming. Het Prinses Amalia Windpark vormde de context voor mijn project omdat hier de platte oester gesignaleerd was, vervolgens wilde ik de omstandigheden voor de oester verbeteren en het algehele idee versterken.

Veldonderzoek was lastig, vanwege de vele veiligheidsmaatregelen die genomen zijn rondom het windpark, als bezoeker moet je verschillende veiligheidscursussen gevolgd hebben, deze heb ik niet dus werd een bezoek erg moeilijk. Wel heb ik IJmuiden bezocht van waaruit het windpark op een heldere dag te zien is en heb ik de maritieme omgeving kunnen proeven. Ik ben op bezoek gegaan bij een oesterkweker in Yerseke en kwam in aanraking met de industrie achter de oester. Ik heb contact gezocht met het onderzoekscentrum Imares en heb ik gesproken met prof. Han Lindeboom van de universiteit Wageningen om meer te weten te komen over de oester, het onderwaterleven in zijn algemeenheid en de ecologische mogelijkheden voor mijn project.

Verschillende onderwerpen komen samen in mijn project; ecologie, duurzame energie, opspuiten van land, een 'valmeer' en het onderwaterleven. Allemaal interessant, maar erg jammer wanneer dit alleen toegankelijk is voor werklui van het windpark en ecologen, daarom heb ik besloten dit alles te combineren met een museum om bezoekers bewust te maken van de gevolgen van de mens en de natuur. Dit ontwerpdeel bracht een nieuwe fase van onderzoek met zich mee, wat vooral bestond uit typologisch onderzoek, maar ook uit onderzoek naar precedënten op kleinere schaal (zoals onderwaterlaboratoria). Typologisch onderzoek bestond uit het specificeren van de mogelijke morfologische vormen in het water en de precieze locatie in het gebied, wat betekent waterdruk voor deze vorm? Waar kan de bezoeker de meeste facetten in dit gebied zien. Het uiteindelijke ontwerp bestond uit drie hoofdfuncties; een laboratoriumgedeelte voor onderzoek, een visserij gericht op de aquaculturen in het gebied en het museumgedeelte voor de bezoekers. Een technisch gedeelte bevindt zich in een afzonderlijk pompstation bij het 'valmeer'. Het onderzoek naar precedënten richtte zich vooral op gebouwen en andere volumes die blootgesteld zijn aan waterdruk.

De relatie tussen het project en de maatschappelijke context.

Het onderzoek en het ontwerp van het museum kan in de toekomst zorgen voor grotere bewustwording van de mogelijkheden die uitbreiding naar de Noordzee te bieden hebben. Wat het te betekenen heeft voor de ecologie in deze omgeving en de hybride mogelijkheden van windmolenparken. Ik denk dat er legio mogelijkheden zijn voor de offshore windmolenparken, het combineren met aquaculturen mag zeker niet onopgemerkt blijven, op deze manier ontstaat ook een duurzamere samenwerking wat weer past bij de toekomstige klimaatbenadering. Net als in hybride gebouwen, waar samenwerking cruciaal is, denk ik ook dat de duurzame sector meer moet samenwerken met ecologie, de bevolking moet betrekken in dit geheel en het maatschappelijk belang niet moet onderschatten om meer draagvlak te krijgen.

De hybride opbouw van mijn ontwerp brengt meerdere vakgebieden samen en maakt deze inzichtelijk voor de bezoekers, daarnaast kunnen onderzoekers op het gebied van ecologie nauw samenwerken met ingenieurs in een offshore-omgeving. Een casus in het laboratorium kan direct buiten getest worden. Het laboratorium richt zich daarnaast op algenkweek en de productie van algen voor de aquaculturen. De bezoekers worden zich bewust van het gebruik en de toepassing van algen, de algen worden immers steeds vaker gebruikt in de voedingsmiddelenindustrie. Het restaurant en de shop in het bezoekersgedeelte kan bezoekers kennis laten maken met alles wat deze omgeving te bieden heeft; algen, oesters, mosselen, kreeft, vis en zeewier, ook zien ze waar het vandaan komt. Vanwege de goede verbinding met het vasteland en met Amsterdam per ferry is het ook zeker voor buitenlandse toeristen een spannend dagje uit, toeristen zullen zien waar de

Nederlandse ingenieur toe in staat is op het gebied van duurzame energie, creatie van land op zee en ecologie.

Reflectie op werkwijze.

Tijdens het afstudeertraject liep ik tegen een aantal problemen op die ervoor zorgden dat ik enige vertraging opliep, ik zal deze problemen omschrijven met daarbij het verloop. Vroeg in het traject heb ik een literatuuronderzoek gedaan wat een logisch gevolg was op mijn persoonlijke interesse en een vastgestelde casus, namelijk de verdwijning van de oester voor de Nederlandse kust. Mijn focus kwam vervolgens te liggen op het gehele Amalia Windpark, welke een aanzienlijke oppervlakte heeft van enkele vierkante kilometers. Op een dergelijke schaal heb ik niet eerder gewerkt, maar door bestudering van referentieprojecten waarbij ook nieuw land in zee werd gecreëerd kreeg ik feeling voor deze nieuwe schaal. Het volgende probleem deed zich aan, mijn gebrek aan kennis op het gebied van grote civieltechnische/waterbouwkundige werken die nodig is voor de bouw van dijken en een energiemeer. Deze kennis heb ik tot mij genomen door contact op te nemen met professoren aan andere faculteiten, met name de faculteit voor Civiele Techniek. Tijdens het ontwerpproces op gebouwschaal had ik enige moeite met de vertaling van ontwerpconcepten naar een rationeel ontwerp, gaandeweg ben ik hier steeds beter in geworden. Basale ontwerppgedachten ben ik gaan opdelen in kleinere, meer rationele, ontwerpdoelen. De doelen die ik mij op een kleinere schaal stelde, zorgden ervoor dat ik meer antwoorden op kleine onderdelen kreeg in plaats van de afwezigheid van een antwoord op een allesomvattend probleem. Door het opdelen en het uitzoeken van kleine onderdelen, ontstond uiteindelijk een duidelijk beeld op grotere schaal. Ik ging in plaats van; 'top down' naar; 'Bottom up', als methode om ontwerpproblemen aan te pakken. Een goed voorbeeld was het maken van globale massastudies, ik was teveel bezig met één perfecte vorm, maar door mij als doel te stellen voor een volgende begeleiding bijvoorbeeld minimaal 5 modellen te maken waarbij kwaliteit van minder groot belang was, kreeg ik toch meer antwoorden en uiteindelijk een betere uitkomst. Doelen kwantificeren is voor mij een handig middel gebleken.