



001
Volmolen in Gouda (foto Carola Hein).

002
De Waterrad-methode (Carola Hein en een groep onderzoekers van Digital Humanities aan de Technische Universiteit Delft).

001
Watermill De Volmolen in Gouda (photo Carola Hein).

002
The Waterwheel methodology (Carola Hein and a research group working on Digital Humanities at Delft University of Technology).



Het Nederlandse waterlandschap: een vernuftig historisch systeem met lessen voor de toekomst

Carola Hein

'Je kunt niet twee keer in dezelfde rivier stappen, want het is steeds ander water dat op je toestroomt' is een vermeende uitspraak van de Griekse filosoof Heraclitus. En geheel in lijn daarmee dient elk onderzoek naar watersystemen het constant in beweging zijn als een wezenlijk onderdeel ervan te beschouwen. Wie Nederland bestudeert met water als uitgangspunt kan dan ook niet om die voortdurende beweging heen. Het polderlandschap is ondenkbaar zonder de dijken en dammen die de natuurlijke loop van rivieren en de gegraven kanalen in toom houden. In de regel wordt water op kaarten afgebeeld als een blauwe lijn, wat een statische indruk maakt, maar in feite is het water voortdurend in beweging. Op de analytische kaarten in 'Watersysteem en stadsvorm in Holland. Een verkenning in kaarten: 1575, 1680, 1900 en 2015' is ernaar gestreefd om het begrip van water als iets statisch te ondervangen door nadruk te leggen op stromingen en verbindingen en door met pijlen de complexiteit van afwateringen en kanaalstelsels inzichtelijk te maken. Een dergelijke ruimtelijke indeling, zeg maar waterlandschap, vraagt om zorgvuldig waterbeheer en overleg tussen alle betrokkenen, hetgeen heeft geleid tot een uitgebreide bestuursstructuur die misschien niet altijd even goed begrepen of op waarde geschat wordt.

Toeristen uit de gehele wereld zien Nederland als een land waar het watererfgoed een belangrijke rol speelt. Van de tien Nederlandse objecten die er op de Werelderfgoedlijst van Unesco staan, hebben er acht een relatie met water.¹ Daaronder bevindt zich natuurerfgoed zoals de Waddenzee, 's werelds grootste nog bestaande ecosysteem onder invloed van getijdenwerking, en cultuurerfgoed zoals de molens van Kinderdijk, die op windkracht water uit lager gelegen poldergebied in drie stappen naar de rivieren pompen, of het ir. D.F. Wouda-stoomgemaal, op olie gestookt, dat water uit lagere gebieden van Friesland wegpompt. Deze Unesco-wereld-erfgoederen alsmede veel andere monu-

¹
whc.unesco.org/en/list/1314.

The Dutch Waterscape: An intricate historical system with lessons for the future

Carola Hein

'You cannot step into the same river twice, for fresh waters are ever flowing in upon you' is a saying attributed to the Greek philosopher Heraclitus. And like Heraclitus, any study of water systems must acknowledge constant flow as an essential property. Studying the Netherlands from the perspective of water, therefore, means taking constant flow into account. In fact, the polder land of the Netherlands depends on dykes and dams that facilitate the flow of natural rivers and artificial canals. Maps generally show water as a blue line, which appears static, but in fact it is constantly moving. The analytical maps of the Dutch water system in 'Water system and urban form in Holland. A survey in maps: 1575, 1680, 1900 and 2015' aim to overcome the notion of water as a static entity by focusing on flows and connections and by adding arrows that demonstrate the complex system of water drainage and channelling. Such a spatial system—effectively a waterscape—requires careful water management and negotiation among all stakeholders, creating an intricate governance structure, albeit one that is not widely understood or recognised.

Tourists from around the world recognize the Netherlands as a country with an important water heritage. Among the ten Dutch UNESCO World Heritage sites, eight are related to water.¹ These include natural sites, notably the Wadden Sea, the largest remaining intertidal ecosystem in the world, and cultural sites, such as the Kinderdijk windmills designed to pump water from low-lying areas in a polder into the rivers in three steps. Or the D.F. Wouda steam pumping station that uses petroleum to pump water from the low-lying areas of Friesland. These UNESCO World Heritage sites and many more water heritage sites recognised by the Dutch Cultural Heritage Agency (RCE) stand as reminders of this unique heritage.

Tourist brochures may depict these water heritage sites as single dots on the map, but water does not stay in one place and these single dots are effectively part of a larger system of fresh-

¹
<https://whc.unesco.org/en/list/1314>

menten op de lijst van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed getuigen van die unieke geschiedenis. In de toeristenfolders staan die objecten als stippen afgebeeld. Maar water is niet gebonden aan één plaats en die losse stippen maken in feite deel uit van een veelomvattend systeem met zout en zoet water. Ze vormen niet alleen uitgebreide verbindingen in ruimtelijke zin, maar ze zijn ook institutioneel met elkaar verbonden. Het waterbeheer in Nederland zit zeer ingewikkeld in elkaar, omdat het te maken heeft met een veelheid van vaak onderling conflicterende behoeften en belangen. Om tot een goed beheer te komen, werden hier enkele van de vroegste besluitvormende organen ingesteld, bestuurd door meerdere partijen. De hoogheemraadschappen zijn eeuwenoude instituties die op zich al een erfgoedstatus zouden verdienen. De huidige Rijkswaterstaat is als landelijke beheersorganisatie belast met een overvloed aan taken.

Deze rijksdienst moet het land beschermen tegen het water door middel van dijken, dammen en uitgebreide pompstelsels, en tegelijkertijd zorg dragen voor het onderhoud van kusten, stranden, duingebieden en de Waddenzee. Ook heeft het tot taak om de landbouw van voldoende water te voorzien, met inachtneming van de uiteenlopende zouttolerantie van de verschillende gewassen. Verder zijn het zorgen voor schoon drinkwater zonder het grondwater uit te putten en het recyclen van afvalwater opdrachten die op de lange termijn grote consequenties kunnen hebben, aangezien het grondwater op het juiste peil moet worden gehouden. Ook het bevaarbaar houden van de zee, rivieren en kanalen valt onder de verantwoordelijkheden.

De complexe systemen van het Nederlandse waterlandschap vallen onder het bestuur van waterschappen, waarvan de verantwoordelijkheidsgebieden niet altijd samenvallen met de bestuursgrenzen. Op kaarten van waterschappen en hun bestuursgrenzen (zie p. 70-71) is een complex systeem in constante ontwikkeling te zien alsmede aanwijzingen voor impliciete voor- en nadelen voor bepaalde plaatsen en bevolkingsgroepen. Een voorbeeld daarvan is de geschiedenis van de Grote Volmolen in Gouda (afb. 001). Op deze foto staat het enig overgebleven exemplaar van een tweetal volmolens, gebouwd in 1631. Volmolens waren watermolens waarin gewezen wolven stof werd nabewerkt (met het 'vollen' werd de wol gewassen en de weefselstructuur dichter en vaster gemaakt). Het informatiebord aan de muur vermeldt dat ze hun naam niet dankten 'aan het feit dat ze het laaggelegen achterland weer vol water maalden. Dat deden ze echter wel. Via een duiker stroomde het IJsselwater de molen binnen en zette een groot scheprad in beweging. De twee

volmolens loosden daardoor via de stadsgrachten evenveel water op het achterland als vijf windmolens er weer uit konden malen. De polderbesturen en het hoogheemraadschap van Rijnland waren razend, maar Gouda had er maling aan. Pas in 1869 werd een compromis bereikt en heeft Gouda zich ingeperkt.' Dit is slechts één voorbeeld van de bestuurlijke, maatschappelijke en culturele dimensie van het Nederlandse waterlandschap, waarin zoveel met elkaar verbonden is.

Historische GIS (Geografisch Informatie Systeem) kartering is een goed hulpmiddel bij onderzoek naar die complexe systemen, door ze te visualiseren en door verschillende sociaal-ruimtelijke dataverzamelingen te combineren en zo de veranderingen die ze in de loop van de tijd hebben ondergaan aanschouwelijk te maken. De abstracte kaarten van het Nederlandse waterlandschap en de steden in 'Watersysteem en stadsvorm in Holland' zijn bijzonder geschikt voor professioneel onderzoekers en belangstellenden om beter inzicht te krijgen in de veelomvattende relatie tussen water en land. De kaarten kunnen ook dienen als uitgangspunt voor een beter begrip van de complexe samenhang van ruimtelijke, maatschappelijke en culturele structuren. Doel is om het bewustzijn te vergroten ten aanzien van de onderlinge verbondenheid van water en steden door de tijd heen, met extra nadruk op de rol van sociaal-culturele ontwikkelingen bij het vormgeven van de toekomst. De speciale aandacht die het artikel heeft voor het Nederlandse watersysteem en de ontwikkeling van individuele steden laat zien dat het waterbeheer niet alleen het land als geheel heeft vormgegeven, maar ook elke stad op uiteenlopende, specifieke manieren.

Toekomstgericht onderzoek

Er zal veel meer onderzoek moeten plaatsvinden om goed inzicht te krijgen in de relatie tussen water en nationale en stedelijke ontwikkelingen. De kaarten in deze publicatie zijn het resultaat van diepgaand archiefonderzoek en zorgvuldige kartering door wetenschappers met ervaring in GIS technieken. De digitalisering van historische gegevens biedt alle gelegenheid om de sociaal-ruimtelijke implicaties van het Nederlandse waterlandschap nog beter over te brengen. Een nieuwe, holistische watercultuur vraagt om een grondige kennis van de sociaal-ruimtelijke patronen van watersystemen om inzicht te krijgen in vroegere voorbeelden van watertransities en in de gevolgen op lange termijn van beleidsvorming en organisaties om zo een basis te kunnen creëren voor toekomstige ontwerpen.

Bij Digital Humanities aan de Technische Universiteit Delft en dan in het bijzonder de leer-

water and saltwater. They are intricately connected in space but also connected institutionally. Dutch water management has the very complex task of managing a broad range of often competing needs and interests. To manage these tasks, the Dutch set up some of the first decision-making bodies run by multiple participants (often called democratic). The water boards (*hoogheemraadschappen*) are a centuries-old phenomenon that is itself deserving of heritage status.

Today, Rijkswaterstaat, the national organization in charge of water, is entrusted with a plethora of tasks. It has to keep water out of the land via dykes and dams and intricate pumping systems, while also maintaining shores, beaches, coastlands and the Wadden Sea. It is also tasked with providing sufficient water for agriculture, taking into account the varying salt tolerance of different crops. Providing clean drinking water without depleting groundwater, and recycling waste water are additional tasks with potentially long-term consequences as groundwater must be maintained at the right level. Keeping sea, rivers and canals navigable is yet another responsibility.

The administration of the complex water systems that form the Dutch waterscape is in the hands of water authorities whose area of responsibility does not always coincide with administrative borders. Maps of water authorities and their administrative boundaries (see p. 70-71) show an evolving and complex system and hints at implicit advantages and disadvantages for certain places and population groups. The history of the Grote Volmolen in Gouda is one example (fig. 001). The photo shows the remaining survivor of a pair of fulling mills (*volmolens*) in Gouda, built in 1631. *Volmolens* were watermills used to process woolen cloth (fulling served to clean and thicken the cloth). As the plaque on the wall explains, although their name did not derive from the fact that they filled the hinterland with water, that is what they in fact did. Via a culvert, the IJsselwater streamed into the mill and set a waterwheel in motion. The two watermills delivered their water into the city's canals and the hinterland and it required five windmills to drain the water out again. The leadership of the polder boards and the water board were furious about Gouda's inconsiderate actions, but it was not until 1869 that Gouda's leaders curbed this practice. This is just one example of the political, social and cultural dimensions of the interconnected Dutch waterscape.

Geospatial historical mapping allows for research into these complex systems via visualisation and the overlaying of different socio-spatial datasets so as to reveal the changes they have undergone in different time periods. The abstract maps of the Dutch water system and of the vari-

ous cities in 'Water system and urban form in Holland' help professionals and citizens gain greater understanding of the intricate relationship between water and land. The maps also provide the foundation for a better understanding of the complex relation between space, society and culture. The aim is to build greater awareness of the interconnection of water and cities through time, underscoring the role of socio-cultural development in shaping the future. As the article's focus on the Dutch water system and the development of individual cities shows, water management has shaped not only the country as a whole, but also each city in various specific ways.

Future research

Much more research needs to be done to fully understand the relation between water and national and urban development. The maps included in this publication are based on extensive archival research and careful mapping by scholars versed in geospatial techniques. The digitization of historical data provides opportunities to gain even more insight into the socio-spatial implications of the Dutch waterscape. A new, holistic water culture requires a thorough understanding of the socio-spatial patterns of water systems to gain insight into earlier water transition events and into long-term implications of policies and structures, helping to build a foundation for future design.

Taking advantage of the vast number of longitudinal datasets recently digitized or undergoing digitization, a group working in digital humanities at Delft University of Technology and notably in the Chair of the History of Architecture and Urban Planning has collaborated to imagine a new methodology for historical multi- and trans-disciplinary analysis. The proposed methodology aims to advance our understanding of the past in order to both protect existing and develop future cities in their relationship to water, based on long-term comparative analysis. To get a better understanding of how cities developed in, on and along bodies of water, how the relationship between sea, river and land has changed over time, and how key stakeholders have dealt with water-related issues and water-related interventions aimed at building resilience, we need a methodology.

The proposed methodology has been given the tentative, metaphorical title of Waterwheel (fig. 002). A waterwheel is a device for converting the energy of flowing or falling water into useful forms of power, often in a watermill. The Waterwheel stands for the continuous geospatial mapping process of collecting, preparing, analysing, visualising and sharing data. It also emphasises the circular quality of the approach, which allows

stoel Geschiedenis van Architectuur & Stedenbouw is een samenwerkingsverband opgezet om aan de hand van grote, lange periodes overspannende dataverzamelingen die recentelijk zijn gedigitaliseerd of momenteel gedigitaliseerd worden een nieuwe methodologie tot stand te brengen ten behoeve van historische, multi- en transdisciplinaire analyses. De voorgestelde methodologie heeft tot doel ons begrip van het verleden te vergroten om vervolgens op basis van vergelijkende langetermijnanalyses zowel bestaande steden te beschermen als toekomstige steden te ontwikkelen in hun relatie tot water. Om een beter overzicht te krijgen van hoe steden zich in, op en aan het water hebben ontwikkeld, hoe de relatie tussen zee, rivier en land in de loop van de tijd is veranderd en hoe de belangrijkste betrokken partijen zijn omgegaan met watergerelateerde kwesties en zijn overgegaan tot watergerelateerde ingrepen om een goede weerbaarheid op te bouwen, is een nieuwe methodologie nodig.

De voorgestelde methodologie heeft de voorlopige, metaforische naam Waterrad (afb. 002) gekregen. Een waterrad is een toestel, vaak onderdeel van een watermolen, dat de kracht van stromend of vallend water omzet in nuttige vormen van energie. Het Waterrad staat voor het doorlopende GIS karteringsproces van het verzamelen, bewerken, analyseren, visualiseren en uitwisselen van gegevens. Het wil ook het circulaire karakter benadrukken van deze benadering waarin ruimte is voor het voortdurend verwerven van nieuwe kennis en het toepassen van bevindingen uit de ene analyse in de volgende. Het is in lijn met de Benadering Historische Stedelijke Landschappen van de Unesco² (en andere benaderingen zoals de Hydrobiografie, een term van Eric Luiten uit 2014³) waarbij historisch gericht onderzoek en GIS kartering worden gebruikt als uitgangspunt voor zaakkundige planning en beleidsvorming, onderwijs, publieksbereik en training.

De vijf stappen van de Waterrad-methodologie

Stap 1

Definities, verzamelingen, beoordelingen

Het zoeken naar of opbouwen van een uiterst betrouwbare dataverzameling is een van de grootste uitdagingen waar onderzoekers zich voor gesteld zien. Voor een dataverzameling die de veranderlijke relatie tussen zee en land in delta-steden in kaart brengt, dien je historische kaarten te beoordelen en met elkaar in overeenstemming te brengen. Ook moet je een glossarium met specifieke termen en definities aanleggen voor de identificatie van zowel water- en havengerela-

teerde locaties als immateriële praktijken en watergerelateerde vraagstukken, en tevens verbanden leggen tussen die informatie en andere visuele, geschreven of gegevensbronnen. In bestaande dataverzamelingen zijn echter niet alleen definities, maar ook beslissingen impliciet aanwezig. Die zijn een weerslag van lokale bijzonderheden en keuzes in het verleden die van invloed kunnen zijn op hedendaagse antwoorden. Het aanleggen van zo'n dataverzameling vraagt dan ook om de juiste informatie op het terrein van geestes- en sociale wetenschappen en om onderzoek naar het tot stand brengen van dataverzamelingen en het produceren van zinvolle, betrouwbare resultaten.

Stap 2

Bewerking van verzamelde gegevens

Het bewerken van de verzamelde ruimtelijke gegevens omtrent de interactie tussen water en land in stadsdelta's is tijdrovend en vraagt om wetenschappelijke expertise. Voordat gegevens kunnen worden gebruikt voor GIS-kartering dienen ze te worden bijgesteld door middel van georectificatie van oude kaarten, geolokalisering van niet-ruimtelijke informatie, optimalisering van de database en semantische verrijking van de gegevens. Daarmee wordt een nieuwe ordening gecreëerd van historische gegevens op het gebied van water- en havenerfgoed. Met de toepassing van de circulaire waterrad-methodologie staat de database open voor verdere verrijking en kan hij gebruikt worden voor onderzoek aan uiteenlopende plaatsen. Samenwerking met informatici die gebruikmaken van crowdsourcing en kunstmatige intelligentie kan wetenschappers helpen big data toe te passen om steden in historisch verband beter te leren begrijpen in het licht van hoe waterlopen en de vorm en functie van havens veranderd zijn.

Stap 3

Analyse van verzamelde en geordende gegevens

De GIS dataverzamelingen maken het mogelijk om een big data-analyse uit te voeren met gebruikmaking van een combinatie van kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen om inzicht te krijgen in de maatschappelijke gevolgen op lange termijn van beslissingen en om verbanden te leggen tussen de ruimtelijke, maatschappelijke en culturele aspecten van water en de invloed van een haven op natuurlijk en gebouwd erfgoed. Sociaal wetenschappers, historici en geesteswetenschappers kunnen de dataverzamelingen gebruiken om tot een completer beeld te komen van de gevolgen op korte en lange termijn van water- en havenontwikkelingen in stadsdelta's en havensteden. Vergelijkende analyses van locaties in verband met

2

whc.unesco.org/en/news/1026.

3

www.gebiedsontwikkeling.nu/artikelen/experimenten-met-erfgoed/.

for the process of consistently accumulating new knowledge and of integrating findings from one analysis to the next. It is in line with the UNESCO Historical Urban Landscape approach² (and other approaches like Hydrobiography, a term coined by Eric Luiten in 2014³) using historically grounded investigation and geospatial mapping as a basis for informed planning and policy-making, education, outreach and training.

The five steps of the Waterwheel Methodology

Step 1

Definitions, collection, assessment

Finding or building the most reliable dataset is one of the biggest challenges in research. To establish a dataset that shows the changing relationship between sea and land in delta cities, we need to evaluate historical maps and align them with one another. We also need to establish a glossary of appropriate terms and definitions for the identification of water and port-related sites as well as intangible practices and water-related challenges, and to cross-reference this information with other visual, written or data sources. Implicit in existing datasets are not only definitions, but also decisions; these reflect local particularities and historical choices that may shape contemporary answers. Establishing this dataset requires the right humanities- and social-science-based knowledge and research to process datasets and obtain meaningful and reliable results.

Step 2

Preparation of the collected data

Preparation of the collected spatial data on waterland territories in urban deltas is time-consuming and involves scholarly expertise. Before it can be used for a GIS-based mapping, the data needs to be adjusted by means of georectification of historical maps, geo-localisation of non-spatial information, optimisation of the database, and semantic enrichment of the data. This results in a new organisation of historical data related to water and port heritage. Following the circular waterwheel methodology, the database is open to further enrichment and can be used to investigate diverse localities. Collaboration with computer scientists using crowdsourcing and artificial intelligence allows scholars to utilise big data to get a more comprehensive understanding of historical cities in light of changing water patterns and port form and function.

Step 3

Analysis of the collected and organised data

The geospatial datasets allow for a big data analysis using a combination of qualitative and quantitative approaches to understand the long-term societal effects of decisions and to connect spatial, social and cultural aspects of water and of a port's impact on natural and built heritage. Social scientists, historians and humanities scholars can use the datasets to draw a more complete picture of short- and long-term effects of water and port developments in urban deltas and port cities. Comparative analysis of sites in relation to water-related challenges can allow for an assessment of contemporary proposals in light of long-term developments.

Step 4

Data visualisation

Once collected, organised and analysed, the findings need to be visualised by means of geospatial mapping and infographics to show the complex correlation between spatial structures, spatial changes through time, and social phenomena. Used as a gap-finder, the visualisations can help identify sites and urban areas vulnerable to new, climate change-based challenges as well as evidence of existing resilience. In-depth analysis can reveal the long-term effects of previous decisions on the water system and allows findings to be shared with large and diverse audiences.

Step 5

Sharing, dissemination, pilot studies

The collected data, its analysis and visualisation can be presented in an open source format, which allows for the co-development of interpretations. The datasets and their visualisation can then be used to educate academics, professionals and ordinary citizens. An online platform enables stakeholders to explore the visualisations as a source of inspiration for developing new spatial perspectives for living with water. Summer schools or workshops can bring together academics and practitioners and help connect local partners to global ones. Such a comprehensive investigation of urban deltas and port cities can promote the integration of longitudinal knowledge into design and become a foundation for subsequent turns of the wheel.

Conclusion:

The third dimension of water

Methods for comprehensively analysing spatial water systems at the architectural, urban or regional scale are lacking. Such a study can also

2

<https://whc.unesco.org/en/news/1026>

3

<https://www.gebiedsontwikkeling.nu/artikelen/experimenteren-met-erfgoed/>

watergerelateerde vraagstukken maken het mogelijk om hedendaagse voorstellen met het oog op ontwikkelingen op lange termijn te beoordelen.

Stap 4

Visualisatie van gegevens

Als bevindingen eenmaal verzameld, geordend en geanalyseerd zijn, volgt de visualisatie met behulp van GIS kartering en infographics om de complexe samenhang duidelijk te maken tussen ruimtelijke structuren, ruimtelijke veranderingen in de loop van de tijd en maatschappelijke verschijnselen. Visualisaties kunnen helpen om locaties en stedelijke gebieden te identificeren die kwetsbaar zijn voor nieuwe problemen op het gebied van klimaatverandering, maar ook bewijzen vinden van reeds bestaande weerbaarheid, en zo eventuele omissies aanvullen. Grondige analyses kunnen de gevolgen op lange termijn aantonen van vroegere besluiten ten aanzien van het watersysteem en maken het mogelijk om bevindingen op grote schaal uit te wisselen met uiteenlopende doelgroepen.

Stap 5

Uitwisseling, verspreiding, proefonderzoeken

Verzamelde gegevens, analyses en visualisaties kunnen in een opensourceformat gepresenteerd worden, wat een gezamenlijke vorming van interpretaties mogelijk maakt. De dataverzamelingen en de visualisaties kunnen vervolgens gebruikt worden om academici, professioneel onderzoekers en gewone belangstellenden te informeren. Via een online platform kunnen betrokkenen de visualisaties bestuderen ter inspiratie van de ontwikkeling van nieuwe ruimtelijke perspectieven rond het leven met water. Zomerscholen of workshops kunnen academici en vakmensen samenbrengen en lokale partijen aan internationale contacten helpen. Een dergelijk diepgaand onderzoek naar stadsdelta's en havensteden kan ervoor zorgen dat er in ontwerpen rekening zal worden gehouden met over lange periodes opgedane kennis en kan als uitgangspunt dienen voor verdere draaiingen van het rad.

Conclusie:

De derde dimensie van water

Er is gebrek aan methodes voor uitvoerige analyses van ruimtelijke watersystemen op bouwkundig, stedelijk of regionaal niveau. Dergelijk onderzoek zou belangrijke inzichten kunnen opleveren voor andere steden in stadsdelta's. Overal ter wereld zijn megasteden gelegen in delta's waar de kansen die de scheepvaart en de aanwezigheid van vlakke, vruchtbare grond verschaffen, grote aan-

tallen mensen, bedrijven en industrieën naar zich toe trekken. De kansen die deze locaties nu te bieden hebben, worden gefrustreerd door veelsoortige problemen die vaak met water te maken hebben en onderling verbonden zijn. Steden in stadsdelta's, in de buurt van rivieren en zeeën, hebben zowel te maken met problemen die universeel zijn als met vraagstukken die meer specifiek zijn voor hun locatie. Zo zorgt de nabijheid tot de zee en de aanwezigheid van brak water voor extra moeilijkheden voor een goede drinkwatervoorziening en voor de levering van water voor de landbouw en de industrie. Hun ligging op of vlak boven zeeniveau kan een probleem betekenen voor de afvoer van rioolwater. De vroegere aanwezigheid van moerassen kan oorzaak zijn van grondverzakkingen die tot schade aan gebouwen kan leiden. Andere specifieke kwesties die spelen in de buurt van water zijn landaanwinning ten behoeve van landbouw en stedelijke uitbreiding, alsook de bescherming tegen de stijgende zeespiegel, het tegengaan van verzilting en de noodzaak om waterwegen en havens begaanbaar te houden voor de scheepvaart.

Dit zijn watergerelateerde problemen die verband houden met elkaar en om een gecoördineerde en geïntegreerde aanpak vragen van alle betrokkenen: stedelijke en regionale overheden, particuliere en publieke partijen, havenautoriteiten alsmede ngo's en de gewone bevolking. In havensteden in stadsdelta's zijn formele en informele tradities ontstaan op het terrein van instituties en planning, waardoor ze uiteenlopende problemen zinvol, krachtig en snel kunnen adresseren en oplossen. Ondanks de uitvoerige lijst publicaties over individuele haven- en watersteden ontbreekt er nog een grondige benadering van de vraag wat de weerbaarheid van havensteden en steden in stadsdelta's zo groot maakt.

De zorgvuldige analyse van het Nederlandse watersysteem in dit nummer van *OverHolland* toont aan hoe waterbeheer het land als geheel heeft gevormd en hoe het elke stad op verschillende, maar specifieke manieren heeft veranderd. Om de invloed van water op het landschap volledig te leren begrijpen, dienen er nog meer stappen gezet te worden, bijvoorbeeld door de Water-rad-methodologie te volgen. Water wordt tegenwoordig weliswaar gezien als iets wat in beweging is, het blijft toch grotendeels een horizontaal gegeven. Maar om de complexiteit van de watersystemen en het waterbeheer in Nederland in hun volle omvang te kunnen bevatten, moeten we ook aandacht schenken aan de verticale component ervan. Wat zich onder onze voeten bevindt, is net zozeer onderdeel van onze ingrepen in het waterlandschap als de lucht.

Een verticale studie naar watersystemen zal

zeker over baggeren moeten gaan en over het aanleggen van ondergrondse structuren of kanalen. Maar ook alles boven de grond is van belang. De aanleg van grootschalige bovengrondse infrastructuur (snelwegen, spoorwegen en grote bruggen) beperkt de mogelijkheden om nog veranderingen aan te brengen in het watersysteem en beïnvloedt scheepvaartbewegingen. Door een stijgend waterpeil kunnen bruggen te laag worden voor de doorvaart en droogte kan rivieren onbevaarbaar maken. De nieuwe verticale terminal voor cruiseschepen in Hamburg is een voorbeeld van een andere visie op waterinfrastructuur vanuit een verticaal perspectief. De verticale component van watersystemen (inclusief de verschillende waterlagen) vraagt nog altijd om meer aandacht en nieuwe benaderingen om ze te visualiseren.

provide important insight for other cities in urban deltas. Many megacities around the world are located in deltas where the opportunities provided by shipping and the availability of flat fertile lands have attracted large numbers of people, industries and businesses. The opportunities that these locations offer are offset by multiple, often water-based, challenges that are interconnected. Cities in urban deltas, near rivers and seas, experience some challenges that are universal and others that are more specific to their location. Their proximity to the sea and the presence of brackish water adds an additional challenge to the provision of clean drinking water and the delivery of water for agricultural and industrial purposes. Their location at or close to sea level can present a challenge for sewage water discharge. The historical existence of swamps can result in soil subsidence that can damage buildings. Other specific water issues include reclaiming land from the sea for agriculture and development, as well as protection against rising sea levels, defence against salinisation and the need to keep waterways and ports open for shipping.

These water-related challenges are interconnected and require coordinated and integrated responses from all stakeholders: city and regional governments, private and public actors, port authorities, as well as NGOs and citizens. Port cities in urban deltas have developed formal and informal institutional and planning traditions that have allowed them to address and overcome diverse challenges meaningfully, forcefully and rapidly. Despite the extensive list of publications on individual port and water cities, a comprehensive approach to the question of why port cities and cities in urban deltas are so resilient, is lacking.

The careful analysis of the Dutch water system presented in this volume of *OverHolland* shows how water management has shaped the country as a whole, and how it has transformed each city in different, but specific ways. To fully understand water's impact on the landscape, there are more steps to be taken, for example by using the Waterwheel Methodology. While water is nowadays pictured as something that moves, it still remains largely a horizontal object. But to fully understand the complexity of Dutch water systems and management, we also need to consider its verticality. What is below our feet is as much part of the interventions in the Dutch waterscape as the air.

A vertical exploration of water systems needs to include dredging as much as the creation of underwater structures or canals. The areas above the ground are just as important. The construction of large-scale above-ground infrastruc-

ture – highways, railroads and major bridges – limits changes in the water system and has transformed shipping patterns. Rising waters can render bridges too low for passage, and droughts can render rivers unnavigable. The new vertical cruise ship terminal in Hamburg is an example of rethinking water infrastructure from a vertical perspective. The verticality of water systems – including the various layers of water – still requires consideration and new approaches to visualisation.