



Delft University of Technology

## De klimaatschuit

### Trekvaarten, klimaatadaptatie en ruimtelijke ontwikkeling in Zuid-Holland

Mostert, E.

#### Publication date

2024

#### Document Version

Final published version

#### Citation (APA)

Mostert, E. (2024). *De klimaatschuit: Trekvaarten, klimaatadaptatie en ruimtelijke ontwikkeling in Zuid-Holland*. Delft University of Technology.

#### Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable). Please check the document version above.

#### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

#### Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights. We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*This work is downloaded from Delft University of Technology.*

*For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to a maximum of 10.*

# De klimaatschuit

Trekvaarten, klimaatadaptatie en  
ruimtelijke ontwikkeling in Zuid-Holland

E. Mostert



## COLOFON

**Titel** De klimaatschuit: trekvaarten, klimaatadaptatie en ruimtelijke ontwikkeling in Zuid-Holland.

Eindrapport project Erfgoed onthult.

Trekvaarten binnen het waterverband

**Auteur** Erik Mostert, met input van Esmee Kuit, Coen Kramer, Fransje Hooimeijer, Olivier Hoes, Pieter-Jan Hofman en Max Hofman

**Uitgever** TU Delft

**Plaats van uitgifte** Delft

**Jaar van publicatie** 2024

**Coverillustratie** Studio Stephan Timmers

**Ontwerp en opmaak** Haagsblauw

Dit rapport is mede mogelijk gemaakt door een subsidie van de Provincie Zuid-Holland in het kader van de erfgoedlijn trekvaarten.



Dit rapport wordt gepubliceerd onder een Creative Commons BY-NC-SA 4.0 Internationale licentie. Deze licentie is niet van toepassing op delen van het rapport die zich in het publieke domein bevinden of waarvoor toestemming verkregen is van de rechthebbenden (voornamelijk de illustraties) en voor vormen van gebruik die toegestaan zijn via een uitzondering of beperking in de Auteurswet.

# De klimaatschuit

Trekvaarten, klimaatadaptatie en  
ruimtelijke ontwikkeling in Zuid-Holland

E. Mostert

# Samenvatting

In het project *Erfgoed onthult; Trekvaarten binnen het waterverband* is gekeken naar de toekomstwaarde van trekvaarten voor klimaatadaptatie. Het project richt zich specifiek op het gebied tussen de steden Leiden, Den Haag, Delft, Rotterdam en Gouda met de trekvaarten de Vliet, de Schie, de Gouwe en de Oude Rijn. Tot het jaar 900 was dit gebied grotendeels een veenmoeras. Daarna is het ontwaterd voor de landbouw. Dit leidde tot economische groei en de opkomst van de steden in de dertiende eeuw. Een neveneffect van ontwatering was bodemdaling. Bovendien werd er veel veen afgegraven voor de energievoorziening van de steden. Om het gebied droog te houden, zijn er in de middeleeuwen afwateringskanalen gegraven, zoals de Vliet en de Schie. Deze zijn in de 17e eeuw aangepast om als trekvaart tussen de steden dienst te kunnen doen.

In de toekomst zullen de waterproblemen in het gebied toenemen. Naar verwachting zullen in 2100 extreme regenbuien nog extremer worden en zullen er vaker lange periodes zonder regen zijn. Tegelijkertijd zijn er plannen om veel nieuwe huizen te bouwen. Dit alles kan leiden tot veel meer wateroverlast en grotere droogteproblemen.

In dit project is gekeken of extra tijdelijke waterberging een oplossing kan bieden voor deze problemen. Dat is zo, maar dan is er wel 34 miljoen m<sup>3</sup> aan extra berging nodig. Voorgesteld wordt om in de verschillende polders 7,5 miljoen m<sup>3</sup> aan nieuwe waterberging aan te leggen, vooral voor de opvang van piekbuien, en daarnaast ten oosten van Zoetermeer een Bentmeer aan te leggen met 26,5 miljoen m<sup>3</sup> waterberging als extra bron van zoetwater tijdens droogtes. Uitgaande van twee meter verschil tussen het hoogste en het laagste waterpeil, zal het Bentmeer een oppervlakte moeten krijgen van 13,3 km<sup>2</sup>. Dit biedt uitgelezen kansen voor recreatie en natuurontwikkeling.

Om het water het Bentmeer in en uit te krijgen, zal een verbinding aangelegd moeten worden met de Rotte in het zuiden en de Oude Rijn in het noorden. Hierdoor zou een oude scheepvaartverbinding tussen de Rotte en de Oude Rijn hersteld worden. Voor de verbinding met de Oude Rijn zijn drie opties bekeken. Voor één van deze opties is een ruimtelijk schetsontwerp gemaakt. In deze optie wordt het Bentmeer verbonden met de Benthuizervaart en wordt de Benthuizervaart via een nieuw te graven vaart verbonden met de huidige Hoogeveense vaart. Deze laatste staat in verbinding met de Oude Rijn (zie de figuren 15 en 16). Langs een deel van de nieuwe vaart zullen futuristische “groene” appartementen aangelegd worden met uitzicht over de polder of de vaart. Om de hoogteverschillen voor de scheepvaart niet te groot te maken, kan de Hoogeveense vaart verhoogd aangelegd worden. De appartementsgebouwen langs de vaart kunnen dan ook hoger aangelegd worden, wat ze minder kwetsbaar maakt bij overstromingen (figuur 1).



▲ **Figuur 1** Impressie van het studiegebied met het voorgestelde Bentmeer en de herstelde Hoogeveense vaart

In alle drie de opties spelen de trekvaarten een essentiële rol voor het transport van water uit en naar het Bentmeer en voor het lozen van overtollig water uit het hele gebied op de Nieuwe Waterweg en de Noordzee. Daarnaast zijn de trekvaarten een goede insteek om de geschiedenis van het landschap te vertellen en te reflecteren op mogelijke toekomst. Om die reden wordt voorgesteld om langs de nieuwe vaart een jaagpad aan te leggen zodat er met een trekschuit – de “Klimaatschuit” – op gevaren kan worden. Deze kan dienen als varende tentoonstellingsruimte en als locatie voor toekomstdiscussies.

De voorstellen in dit rapport zijn nog niet in detail uitgewerkt en de toekomst is onzeker. Wij kunnen echter niet wachten totdat er zekerheid is. Als we vroeg of laat grootschalige waterberging in Zuid-Holland nodig hebben, moeten we daar nu al over nadenken en snel ruimte reserveren. De kosten zullen hoog zijn, maar de kosten van inactie kunnen nog hoger zijn. Bovendien liggen er ook nieuwe kansen.



# 1. Inleiding

Erfgoed kan gedefinieerd worden als materiële en immateriële overblijfselen uit het verleden die waarde hebben voor het heden en de toekomst.<sup>1</sup> Dit kan een economische waarde zijn, bijvoorbeeld voor de toeristenindustrie.<sup>2</sup> Veel erfgoed heeft ook nog steeds een functionele waarde: veel oude dijken keren nog steeds water, veel historische huizen zijn nog goed bewoonbaar, en historische technieken en oplossingen kunnen helpen bij het oplossen van de huidige problemen.<sup>3</sup> En in de derde plaats heeft erfgoed een belangrijke sociaal-culturele waarde. Erfgoed is een middel om verhalen te vertellen over hoe vroegere generaties met elkaar en met hun omgeving omgingen en zo Nederland vorm gegeven hebben.<sup>4</sup> Het kan een bron zijn van nationale en regionale trots en identiteit.<sup>5</sup> Het kan verbinden, maar ook scheiden als groepen uitgesloten worden van “onze” geschiedenis, als de zwarte bladzijden uit de geschiedenis overgeslagen worden en als de geschiedenis gereduceerd wordt tot zwarte bladzijden.<sup>6</sup>

In dit rapport staat de toekomstwaarde van één specifiek type erfgoed centraal: trekvaarten.<sup>7</sup> Veel trekvaarten zijn in de zeventiende eeuw ontstaan door langs bestaande waterwegen een jaagpad aan te leggen en andere voorzieningen te treffen om zo geregeld personenvervoer per trekschuit mogelijk te maken.



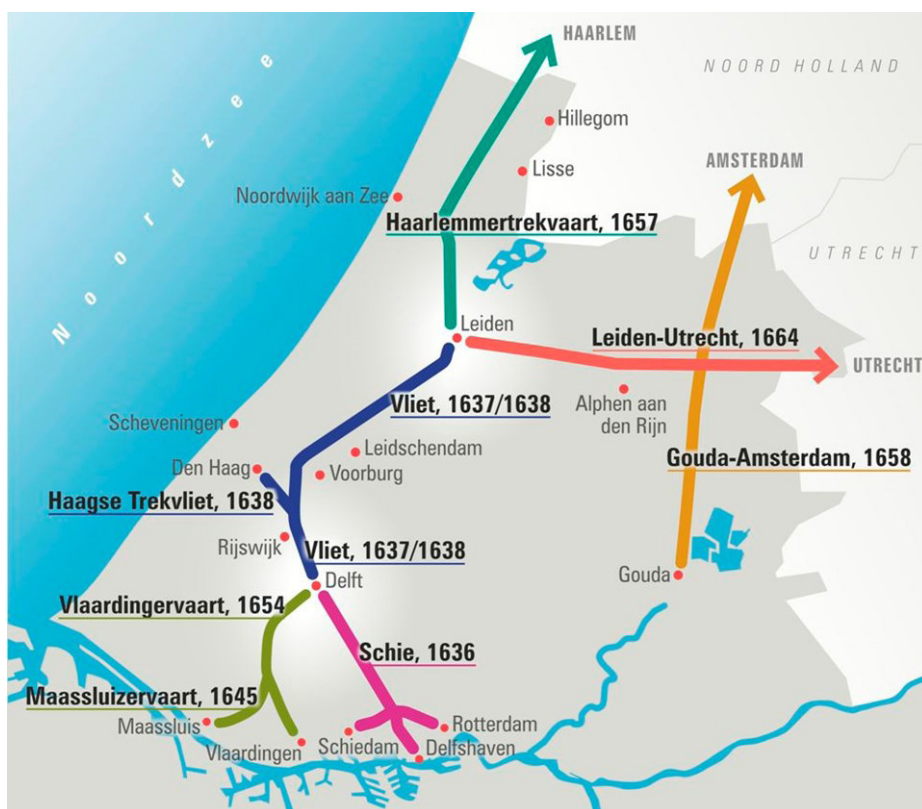
▲ **Figuur 2** Trekschuit omstreeks 1830 (Karl-Christiaan Fuchs, 1825-1835, Rijksmuseum Amsterdam)



De vaarwegen zelf hadden een natuurlijke oorsprong, zoals de Oude Rijn, of waren gegraven om de afwatering van een gebied te verbeteren, zoals de Schie en de Vliet. Andere trekvaarten zijn speciaal als trekvaart gegraven, zoals de trekvaart tussen Leiden en Haarlem.

In het midden van de negentiende eeuw zijn de trekschuiten weggeconcentreerd door de trein, die even duur als de trekschuit was maar veel sneller.<sup>8</sup> De trekvaarten zelf zijn echter niet verdwenen. Zij zijn nog steeds essentieel voor de aan- en afvoer van water en worden nog steeds voor scheepvaart gebruikt. Daarnaast hebben ze een grote landschappelijke, recreatieve en cultuurhistorische waarde.

Dit rapport richt zich op de Vliet en de Schie met het achterland tot aan de Hollandse IJssel en de Gouwe in het oosten. De noordgrens is de Oude Rijn en de zuidgrens de Nieuwe Maas. Afgezien van de Nieuwe Maas en de Hollandse IJssel,



▲ **Figuur 3** Trekvaarten in Zuid-Holland en het studiegebied: Vliet en Schie tot en met de Oude Rijn, Gouwe, Hollandse IJssel en Nieuwe Maas (Erfgoedhuis Zuid-Holland).

waren dit allemaal trekvaarten (figuur 3). Door klimaatverandering, zeespiegelstijging en bodemdaling zullen in dit gebied droogte en wateroverlast vaker gaan voorkomen. Tegelijkertijd ligt er een grote woningbouwopgave voor Zuid-Holland van 342.700 woningen tot 2042, waarvan vele in het plangebied.

In dit rapport worden strategieën ontwikkeld hoe om te gaan met klimaatverandering in dit gebied. Hierbij is inspiratie opgedaan uit de geschiedenis. Belangrijke onderdelen van de voorgestelde oplossingen zijn de aanleg van extra waterbergingen en het herstellen van een verbinding van de Rotte naar de Oude Rijn. De trekvaarten zijn hierbij essentieel voor de uitwisseling van water tussen de verschillende delen van het gebied en voor het lozen van overtollig water op de Nieuwe Waterweg en de Noordzee.

De basis voor het onderzoek is gelegd in twee afstudeerscripties van studenten aan de TU Delft. Dit zijn *Water as a carrier for future values; A design for the longterm transition for the Benthuiser Noordpolder, the Netherlands*, van Esmee Kuit, en *A climate proof buffer for South Holland; Bringing back history in the future's landscape*, van Coen Kramer. Beide scripties zijn beschikbaar via de website van de TU Delft bibliotheek.<sup>10</sup> Deze twee onderzoeken zijn begeleid door medewerkers van de faculteiten Civiele Techniek en Bouwkunde. Vervolgens zijn de twee onderzoeken geïntegreerd en aangevuld, met dit eindrapport als resultaat.

Het onderzoek is mede gefinancierd door de Provincie Zuid-Holland in het kader van de erfgoedlijn trekvaarten. Centraal in het erfgoedbeleid van de Provincie Zuid-Holland staan de betekenis van erfgoed voor de omgeving en de bijdrage die het levert aan de ruimtelijke kwaliteit en de identiteit van het landschap en aan de leefbaarheid en het welbevinden van bewoners en bezoekers.<sup>11</sup> Sinds 2012 maakt de provincie binnen zijn erfgoedbeleid gebruik van zeven zogenaamde “erfgoedlijnen”. Dit zijn geografische structuren (kust, oude duinenrij, etc.), die monumenten met één gemeenschappelijk historisch verhaal verbinden tot een lijn op de kaart. De erfgoedlijn trekvaarten is één van deze erfgoedlijnen.

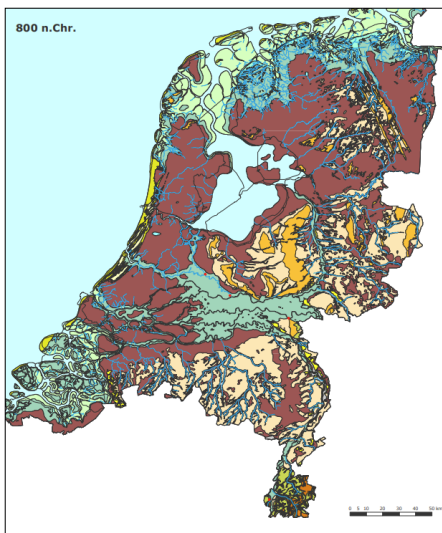
De opbouw van dit rapport is als volgt. In het volgende hoofdstuk worden de ontwikkeling van het gebied vanaf ongeveer het jaar 900 en de huidige toestand beschreven, met nadruk op de relatie met het water. Hierbij is uitgebreid gebruik gemaakt van de beschikbare historische literatuur op dit gebied. Het tweede hoofdstuk gaat in op de toekomstige klimaatuitdagingen en mogelijke oplossingen hiervoor. Dit hoofdstuk is voornamelijk gebaseerd op het werk van Coen Kramer. Het derde en laatste hoofdstuk werkt één onderdeel van de oplossingen verder uit en bevat een eerste ontwerp voor de Benthuiser Noordpolder, met als centraal nieuw element een herstelde verbinding van de Rotte naar de Oude Rijn. Dit hoofdstuk is grotendeels gebaseerd op het werk van Esmee Kuit.

## 2. De ontwikkeling van het gebied

### Het natuurlijke milieu

Het studiegebied heeft vanaf de laatste ijstijd een lange ontwikkeling doorgemaakt.<sup>12</sup> Elfduizend jaar geleden lag de zeespiegel veel lager dan nu en kon men van Nederland naar Engeland lopen. Daarna is de zeespiegel gaan stijgen. Zo'n 6000 jaar geleden nam de zeespiegelstijging af en ontstonden er zandbanken voor de kust. Achter deze zandbanken ontstond een zoetwatermilieu met riet en moerasbossen. In dit natte milieu werden de resten van de vegetatie niet helemaal afgebroken en ontstond er laagveen. Op sommige plekken groeide het laagveen tot boven hoogwaterniveau en ontstonden er hoogveenkoepels met veenmos en gras, zoals rondom Zoetermeer.

Door dit gebied stroomden de Oude Rijn en de Maas naar de zee. Deze rivieren zetten rivierklei af en langs hun oevers ontstonden oeverwallen. In het zuidwesten van het gebied, tot aan de omgeving van Delft en Rodenrijs, kreeg de zee in de laatste eeuwen voor het begin van de jaartelling veel invloed. Hier ontstonden getijdegeulen en werd er klei op het veen afgezet. In latere eeuwen kreeg het veen hier weer de overhand. Figuur 4 geeft een reconstructie van de toestand in het jaar 800.



◀ **Figuur 4** Paleogeografische kaart van Nederland in het jaar 800. Bruin is veen.<sup>13</sup>

▶ **Figuur 5** Slagturven omstreeks 1742 (Jan Caspar Philips, Rijksmuseum Amsterdam). Het veen wordt gebaggerd met behulp van een baggerbeugel en daarna uitgespreid op de legakkers en aangestampt. Als het stevig genoeg is, worden er turfjes van gesneden, die opgestapeld worden om verder te drogen. Op de achtergrond wordt het eindproduct per turfschip afgevoerd. In een later stadium werden ook de legakkers afgegraven.

## Ontginning

De eerste bebouwing in het studiegebied vond plaats op de oeverwallen langs de Oude Rijn, de Nieuwe Maas en de kleinere getijdenkreken. De bestaansmogelijkheden in het veen zelf waren beperkt. Dit veranderde toen het veen ontgonnen werd voor de landbouw. Al in de ijzertijd en de Romeinse tijd zijn er in het zuidwesten van het studiegebied greppels gegraven en dammetjes aangelegd om het waterpeil beter te beheersen. Deze ontginningen hebben echter niet veel sporen in het landschap achtergelaten.<sup>14</sup>

Vanaf de tweede helft van de negende eeuw werd het veen grootschalig ontgonnen. Uitgaande van een bestaande waterloop werden er sloten dwars op dat water gegraven om het veen te ontwateren en zo geschikt te maken voor landbouw. Dit werkte in het begin goed, maar leidde ook tot bodemdaling. Het veen kromp doordat water verwijderd werd en daarna werd het langzaam chemisch afgebroken doordat er nu zuurstof in kon komen. Langs de waterloop werd een eerste dijkje nodig om overstromingen vanuit die waterloop te voorkomen. Om de instroom van water uit nog niet ontgonnen gebieden te voorkomen, moesten er ook zij- en achterkades aangelegd worden.

De eerste middeleeuwse veenontginningen in het studiegebied vonden waarschijnlijk plaats in de buurt van Vlaardingen en Rotterdam. Ook de ontginningen bij Delft en Pijnacker moeten al van voor 1063 dateren. De laatste ontginningen bij Zegwaard en Bentveld vonden omstreeks 1400 plaats. Het voornaamste doel van deze ontginningen was waarschijnlijk turfwinning.<sup>15</sup>



## Turfwinning

Turfwinning was voor het waterbeheer een minstens zo grote uitdaging als bodemdaling. Al in de middeleeuwen werd veen afgegraven om als brandstof te dienen. Vanaf 1530 werd veen steeds vaker opgebaggerd (“slagturven”: zie figuur 5). Hierdoor ontstonden er grote en diepe veenplassen, zoals de Noordplas bij Benthuizen en de plassen aan weerszijden van de Rotte (figuur 6). Bijna al deze plassen zijn in de achttiende en de eerste helft van de negentiende eeuw drooggelegd. Zij zijn in het huidige landschap te herkennen aan hun zeer diepe ligging (figuur 7).

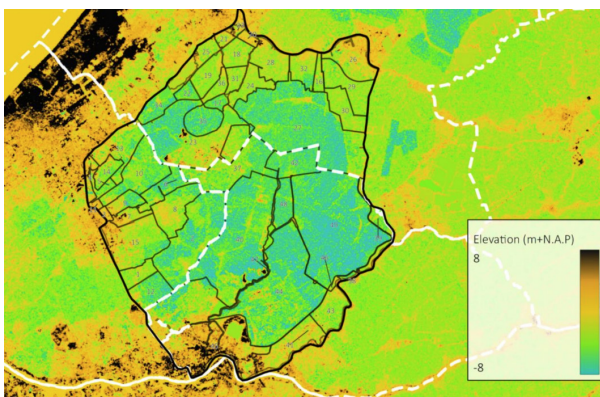
## Economische ontwikkelingen en verwickelingen

Door de ontginningen groeide de bevolking van het gebied gestaag. De arbeidsmogelijkheden in de landbouw waren echter niet oneindig en door vernatting en turfwinning namen zij alleen maar af. De turfwinning zelf bood wel veel werkgelegenheid, en aan het eind van de vijftiende eeuw was turfwinning in veel dorpen het belangrijkste middel van bestaan.<sup>17</sup> Verder waren er goede mogelijkheden voor scheepvaart en handel, en in de 13<sup>e</sup> eeuw ontstonden er handelssteden op strategische plekken langs waterlopen, zoals Schiedam en Rotterdam (bij de dammen in de Schie en de Rotte), Leiden (bij de grafelijke burcht aan de Oude Rijn) en Gouda (bij de monding van de Gouwe in de Hollandse IJssel). Tussen deze steden werden in de zeventiende eeuw trekvaarten aangelegd om het personenvervoer te vergemakkelijken en de handel te bevorderen.<sup>18</sup>



▲ **Figuur 6** Kaart van de Rottestroom omstreeks 1750. Het noorden is rechts. Geheel rechts is een deel van de Noordplas te zien, en iets boven het midden staat de Hildam aangegeven.<sup>16</sup>

De steden werkten niet altijd goed samen en zeker niet waar het de binnenvaart in Holland betrof. De gebruikelijke binnenvaartroute van Rotterdam en Delft naar Amsterdam liep over Gouda. Door de kleine sluizen in Gouda was hier vaak oponthoud. Kortere en snellere routes liepen over de Schie en de Vliet via de Leidschendam en over de Rotte en de Hoogeveense vaart via de Hildam (figuur 8). Gouda wilde echter de handel voor de eigen stad behouden en heeft vele juridische procedures gevoerd tegen de aanleg en vergroting van schutsluizen in de Leidschendam en de Hildam. In 1492 en 1493 stuurde Gouda zelfs een groot



◀ **Figuur 7**  
Hoogtekaart van het studiegebied, met daarin aangegeven de huidige polders en de grenzen tussen de drie hoogheemraadschappen.  
(PDOK data, Kramer p. 82)



▲ **Figuur 8** De Leidschendam omstreeks 1678 (Coenraet Decker, Rijksmuseum Amsterdam). Door tegenwerking van vooral Gouda werd hier pas in 1648 een bescheiden verlaat (soort schutsluis) aangelegd. In 1886-87 werd het verlaat vervangen door de huidige veel grotere sluis.

contingent van timmerlieden en smeden, gewapend met bijlen, zagen, hamers en rampalen, naar de sluizen om deze te vernielen. Dit werd in 1590 nog eens dunnetjes overgedaan, toen Gouda de windas bij de overtoom op de Hildam liet vernielen.<sup>19</sup>

## Waterbeheer

Het waterbeheer in Holland was in eerste instantie een lokale aangelegenheid. De landeigenaren en -gebruikers waren verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van de sloten en de dijken. Hierop werd toezicht gehouden door het lokale ambacht, de voorloper van de gemeente. Op den duur werden de problemen met waterbeheer echter te groot om lokaal op te lossen en werden er regionale hoogheemraadschappen opgericht. In het studiegebied waren dat er drie: Rijnland, Delfland en Schieland.

Het Hoogheemraadschap Rijnland is in de dertiende eeuw ontstaan als toezicht-houdende instantie op nieuwe kanalen tussen de Oude Rijn en het Haarlemmermeer en de sluizen te Halfweg tussen het Haarlemmermeer en het IJ. Deze werken waren nodig geworden omdat de monding van de Oude Rijn te Katwijk was verzand.<sup>20</sup> In Delfland werd voor 1262 de monding van de Schie afgedamd. Om de afwatering van de gebieden die via de Schie afwaterden te verzekeren, werd de Poldervaart aangelegd: een kaarsrechte vaart van de Delftse Schie naar de Nieuwe Maas met aan het einde vijf sluizen.<sup>21</sup> Verder was de Maasdijk tot stand gekomen, die niet alleen de aangrenzende ambachten beschermde, maar ook de ambachten die verder land-inwaarts lagen. Ook deze dijk vereiste regionaal toezicht.

Grote delen van Schieland waterden af via de Rotte. Zij hadden een gemeenschappelijk belang bij de dam in de Rotte, aangelegd rond 1270, bij de sluizen in de dam, en bij de buitendijken die het gebied beschermden.<sup>22</sup> Evenals de hoogheemraadschappen van Rijnland en Delfland had het Hoogheemraadschap Schieland oorspronkelijk vooral een toezichthoudende taak. Pas in latere eeuwen gingen de hoogheemraadschappen zelf taken uitvoeren, gefinancierd via de waterschapsomslag. Schieland is in 2005 gefuseerd met het aangrenzende Hoogheemraadschap Krimpenerwaard tot het Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard.

De trekvaarten en de andere wateren die het studiegebied begrenzen zijn allemaal ouder dan de hoogheemraadschappen. De Oude Rijn, Hollandsche IJssel en Nieuwe Maas (voorheen "Merwede") zijn van oorsprong natuurlijke rivieren. De Gouwe is van oorsprong een veenstroom die bij het latere Gouda in de Hollandsche IJssel uitstroomde en voor 1244 bovenstreams verlengd is tot aan de Oude Rijn.<sup>23</sup> De Schie is van oorsprong een getijdenstroom of veenstroom, althans het deel van Overschie naar Schiedam.<sup>24</sup> De Delftse Schie tussen Overschie en Delft is in meerdere etappes gegraven en bestond al, geheel of gedeeltelijk, in het midden van de elfde eeuw.<sup>25</sup> De ouderdom van de Vliet is bij gebrek aan schriftelijke bronnen niet exact te bepalen. Het tracé van de Leidsche Vliet, tussen Leiden en de Hoornbrug bij Rijswijk, volgt grotendeels het tracé van de Romeinse Corbulogracht.<sup>26</sup> De Delftsche Vliet vormt de verbinding tussen Leidsche Vliet en Delft en is op zijn vroegst in het laatste kwart van de 12<sup>e</sup> eeuw gegraven.<sup>27</sup>



▲ **Figuur 9** Een poldermolen ("In de maand juli", Paul Gabriël ca. 1889, Rijksmuseum Amsterdam)



Tussen de drie hoogheemraadschappen bevonden zich de zogenaamde "landscheidingen".<sup>28</sup> De landscheidingen zijn ontstaan door het aan elkaar groeien van de achterkades van verschillende ontginningen. De landscheidingen mochten niet doorgegraven worden en er mocht geen turf in de buurt gewonnen worden. Zij waren vooral voor Delfland en Schieland van belang omdat het boezemwater in Rijnland vaak hoger stond dan in deze twee hoogheemraadschappen. Desondanks werden ze steeds verder verzwakt door turfwinning, ook aan de Delflandse en de Schielandse kant. Veelal bleven zij alleen behouden doordat de veenplassen die ontstonden, drooggemaakt werden. De landscheidingen vormen de verklaring voor het fenomeen dat veel watergangen bij de grenzen tussen de hoogheemraadschappen doodlopen.

Vanaf de vijftiende eeuw werden er in het gebied polders opgericht. Particulieren en groepen particulieren scheidden hun land af van het "boezemwater" door middel van kades en dammen en plaatsten daarna een poldermolen om het waterpeil in hun polder te kunnen verlagen. Dit leidde op den duur tot nog meer bodemdaling. De poldermolens zijn later vervangen door gemalen en veel polders zijn toen gecombineerd omdat één groot gemaal vaak goedkoper was dan meerdere kleine. Ook het bestuur van de polders werd steeds grootschaliger. In 1973 zijn alle polderbesturen in Schieland opgegaan in het hoogheemraadschap. Delfland volgde in 1976 en Rijnland, na wat tussenstappen, in 2004.

Vanaf de achttiende eeuw werd de boezem steeds meer bemalen. In eerste instantie was dit alleen ter ondersteuning van natuurlijke lozing als het buitenwater tijdelijk te hoog stond. Schieland liep hierbij voorop: al in 1741 liet Rotterdam een molen plaatsen en in 1772 volgde het hoogheemraadschap met acht grote boezemmolens. Rijnland kreeg zijn eerste boezemgemaal in de vijftiger jaren van de negentiende eeuw als compensatie voor de droogmaking van het Haarlemmermeer. Door de droogmaking nam het oppervlakte aan boezemwater sterk af, en zonder compensatie zouden de waterstanden op de overgebleven boezemwateren te hoog kunnen worden als natuurlijke lozing tijdelijk niet mogelijk was. In Delfland kwam het eerste boezemgemaal in 1864 tot stand.

Naast water uitmalen kunnen de hoogheemraadschappen ook water inlaten vanuit de Hollandse IJssel en, via een pijpleiding onder de Nieuwe Waterweg, vanuit het Brielse Meer. Dit is vooral van belang in de zomer (zie het volgende hoofdstuk).

Het waterbeheer heeft door de eeuwen heen vele bestuurlijke veranderingen ondergaan. Deze kunnen hier niet allemaal behandeld worden. Voor nu is van belang dat de hoogheemraadschappen nog steeds verantwoordelijk zijn voor het waterpeil binnen hun gebied en voor het tegengaan van wateroverlast en droogte.<sup>30</sup>

## Het huidige gebied

Het studiegebied is tegenwoordig sterk verstedelijkt. Zoetermeer is vanaf het midden van de negentiende eeuw gegroeid van een dorp met 1010 inwoners tot een stad met 127.031 inwoners en Delft is gegroeid van een stad met 17.000 inwoners tot een

stad met 106.094 inwoners.<sup>31</sup> Ook de andere steden en dorpen in het gebied zijn sterk gegroeid. De bebouwing is daardoor sterk toegenomen. Daarnaast zijn er veel kassen en is er veel nieuwe infrastructuur bijgekomen, zoals de spoorlijnen in de negentiende eeuw, de snelwegen in de twintigste eeuw, en de HSL in 2009. In de resterende open gebieden zijn enkele kleine natuurgebieden, zoals de Ackerdijkse plassen, en meerdere recreatiegebieden, zoals de Delftse Hout, de Vlietlanden bij Voorschoten en het Bentwoud bij Benthuizen. De rest van het open gebied is landbouw: weiland op het veen en akkerbouw in sommige droogmakerijen (figuur 10).

Ondanks de sterke versnippering bevat het gebied vele waardevolle elementen, zoals de historische binnensteden. De trekvaarten verbinden de binnensteden met elkaar. Zij vormen visueel aantrekkelijke fiets- en vaarroutes. Als zodanig staan ze niet op zichzelf, maar zijn ze onderdeel van grotere netwerken van fiets- en vaarroutes. Verder verbinden de trekvaarten de polders in het gebied met de rivieren en de zee. Zij waren en zijn essentieel om overtollig regenwater af te voeren; de Delftse Schie en de Vliet zijn hier zelfs speciaal voor gegraven. Zij zijn onlosmakelijk verbonden met de ontginning van het gebied en met de opkomst van de steden.

De trekvaarten hebben ook de potentie om maatschappelijk te verbinden. Zij bieden de inwoners van Zuid-Holland recreatiemogelijkheden dicht bij huis en zijn voor bijna iedereen bereikbaar, los van inkomen. Bovendien kunnen ze gebruikt worden om het verhaal te vertellen over hoe eerdere generaties met elkaar en met hun omgeving omgingen en zo Zuid-Holland vormgaven, en om de dialoog over de toekomst aan te gaan.



◀ **Figuur 10**

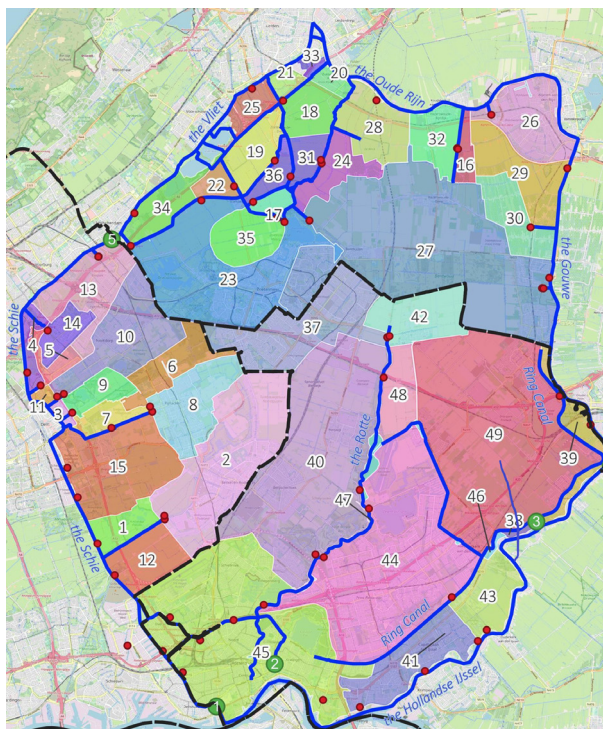
Het studiegebied met directe omgeving in 2022. Mosterdkleur zijn kassen.<sup>32</sup>

# 3. Klimaatadaptatie

De verwachte klimaatverandering zal grote gevolgen voor het waterbeheer in het studiegebied hebben. In dit hoofdstuk worden strategieën ontwikkeld om de gevolgen te beperken en tegelijkertijd meerwaarde te creëren voor recreatie, natuur en landschap.

## Het huidige waterbeheer

Op dit moment zijn er in het studiegebied 49 polders. Het waterpeil in de polders verschilt en is vooral laag in de drooggemaakte veenplassen, tot -7,00 m NAP in de Prins Alexander en Eendragtspolder (nr. 44 in figuur 11). De polders malen hun overtollige water uit op de boezem. Ook het boezempeil verschilt. In Rijnland is het -0,61 m NAP in de zomer en -0,64 m NAP in de winter, in Delfland is het -0,43 m NAP, en op de Rotte in Schieland -1.02 m NAP, met een ruime marge van -0.90 m tot -1,2 m NAP. De ringvaart van de Zuidplaspolder, ten oosten van de Rotte, is een aparte boezem met een peil van -2,15 m NAP. Vanuit de boezem malen grote boezemgemaal het overtollige water uit op het buitenwater: de Hollandse IJssel, de Nieuwe Maas en de Noordzee. Twee polders (nummer 41 en 43 in figuur 11) en een deel van Capelle aan de IJssel malen direct uit op de Hollandsche IJssel.

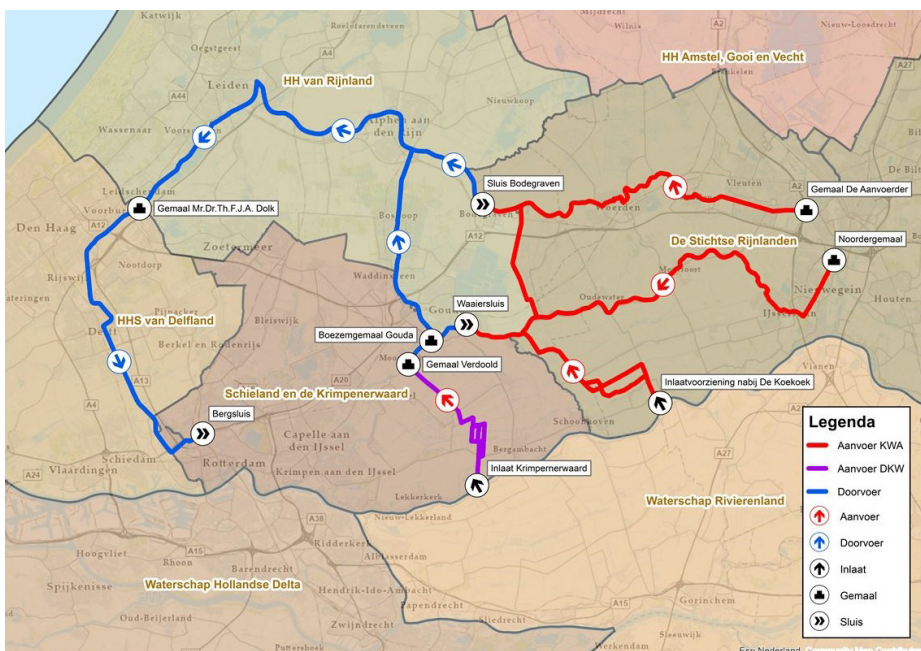


◀ **Figuur 11**

Polders, boezemwateren, poldergemaal (rood) en boezemgemaal (groen) in het studiegebied (Kramer)

Via de boezem kan er ook water ingelaten worden. Rijnland kan water uit de Hollandsche IJssel inlaten bij Gouda, Schieland bij Moordrecht, en Delfland kan via het gemaal Winsemius en een pijpleiding onder de Nieuwe Waterweg water pompen uit het Brielse Meer. Verder kunnen de hoogheemraadschappen onderling water uitwisselen. Delfland kan in Leidschendam water uit het Rijnlandse deel van de Vliet oppompen (gemaal Mr.dr. Th.F.D.A. Dolk).<sup>33</sup> Schieland kan water vanuit Delfland inlaten in de Rotteboezem via de Bergsluis in Rotterdam. Bij grote droogte kan bovendien water aangevoerd worden via de Leidse Rijn en de Oude Rijn, het Amsterdam-Rijnkanaal, en de Lopikerwaard. Dit is de zogenaamde Klimaatbestendige Wateraanvoerverzorging (KWA), voorheen Kleinschalige Wateraanvoerverzorging genoemd (figuur 12).

Het inlaten van water is nodig in de zomer als er weinig of geen neerslag is, er veel water verdampt en de gewassen veel water nodig hebben. Bovendien is er dan water nodig om de polders door te spoelen. Door de lage ligging van het gebied, komt er vanuit de grondwater met een relatief hoog zoutgehalte omhoog en dit moet de polders uit. Het probleem is echter dat de rivierafvoeren in de zomer vaak laag zijn en het zoute zeewater dan via de Nieuwe Waterweg ver de rivieren optrekt. Het zoutgehalte bij Moordrecht kan dan te ver oplopen en in uitzonderlijke situaties zelfs bij Gouda. Dat is de reden dat in de jaren 1986-1988 het gemaal Winsemius gebouwd is en dat sinds 2003 de KWA ontwikkeld is.

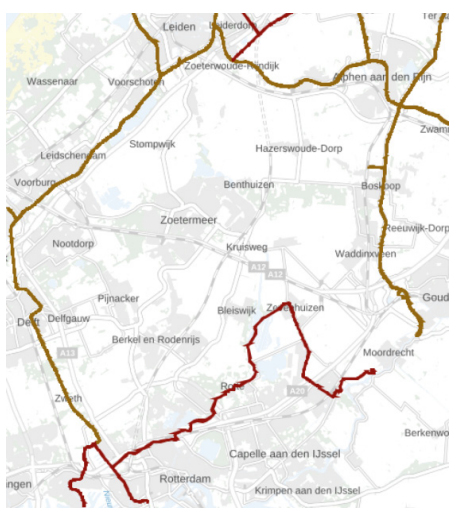


► **Figuur 12** De Klimaatbestendige Water Aanvoer (KWA) en de Doorstroom Krimpenerwaard (DKW) (bron: Hoogheemraadschap Delfland)

De polder- en boezemwateren en de gemalen in het gebied zijn alle in beheer bij de drie hoogheemraadschappen. De hoogheemraadschappen zijn ook verantwoordelijk voor de boezemkades en de buitenwaterkeringen – de dijken langs de Hollandsche IJssel, Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg en de duinen. Verder zijn zij verantwoordelijk voor de chemische en ecologische waterkwaliteit en voor de zuivering van stedelijk afvalwater. Zij hebben weinig mogelijkheden om lozingen vanuit de landbouw of door bouwmaterialen aan te pakken.<sup>35</sup>

Ook op het gebied van de ruimtelijke ordening zijn de bevoegdheden van de hoogheemraadschappen beperkt. Ruimtelijke ordening is echter van groot belang voor het waterbeheer. Bij nieuwe woonwijken en bedrijventerreinen neemt het areaal verhard oppervlakte toe. Hierdoor kan er bij regen minder water de grond intrekken en komt een groter deel direct in het oppervlaktewater terecht. Dit vergroot de kans op wateroverlast. Daar komt dan bij dat de normen voor wateroverlast in bebouwd gebied strenger zijn dan in open gebied. Kosten die een waterschap moet maken om wateroverlast te voorkomen, zoals het vergroten van gemalen, dienen uit de grondexploitatie betaald te worden. Verder is er tegenwoordig veel aandacht voor het vergroenen van de gebouwde omgeving en het vervangen van ondoorlaatbare bestrating door doorlaatbare bestrating.<sup>36</sup>

Waterschappen zijn in veel gevallen niet verantwoordelijk voor het vaarwegbeheer. Dat is voor de Rijkswateren, zoals de Nieuwe Maas en Hollandsche IJssel, het Rijk. Voor de provinciale vaarwegen, zoals de Schie, Vliet, Oude Rijn, Gouwe en Gouwekanaal, is dit de provincie.<sup>37</sup> Voor de zogenaamde regionale waterwegen zijn de waterschappen en/ of de gemeenten verantwoordelijk (figuur 13).



◀ **Figuur 13**  
Provinciale (groen) en regionale waterwegen (rood) in het studiegebied <sup>40</sup>

Ruimtelijke ingrepen op en langs provinciale en regionale vaarwegen zijn alleen toegestaan als ze geen afbreuk doen aan de huidige recreatieve bevaarbaarheid. Dit betekent bijvoorbeeld dat bij aanpassing van bruggen en viaducten de doorvaarhoogte en -breedte niet mag afnemen en dat bij nieuwe kunstwerken rekening moet worden gehouden met het huidige recreatieverkeer.<sup>38</sup> Verder zijn er veel wateren die niet officieel als vaarweg zijn aangewezen, maar waar wel recreatieverkeer plaatsvindt. In deze gevallen is de waterbeheerder, het waterschap, verantwoordelijk. Voor deze wateren gelden de bepalingen uit de Provinciale Omgevingsverordening over onder andere het behoud van doorvaarhoogte en -breedte niet. De waterbeheerder mag echter niet geheel voorbij gaan aan het belang van recreatievaart.<sup>39</sup>

Riolering en drinkwatervoorziening behoren niet tot de verantwoordelijkheid van de waterschappen, maar tot de verantwoordelijkheid van respectievelijk de gemeenten en de drinkwaterbedrijven.

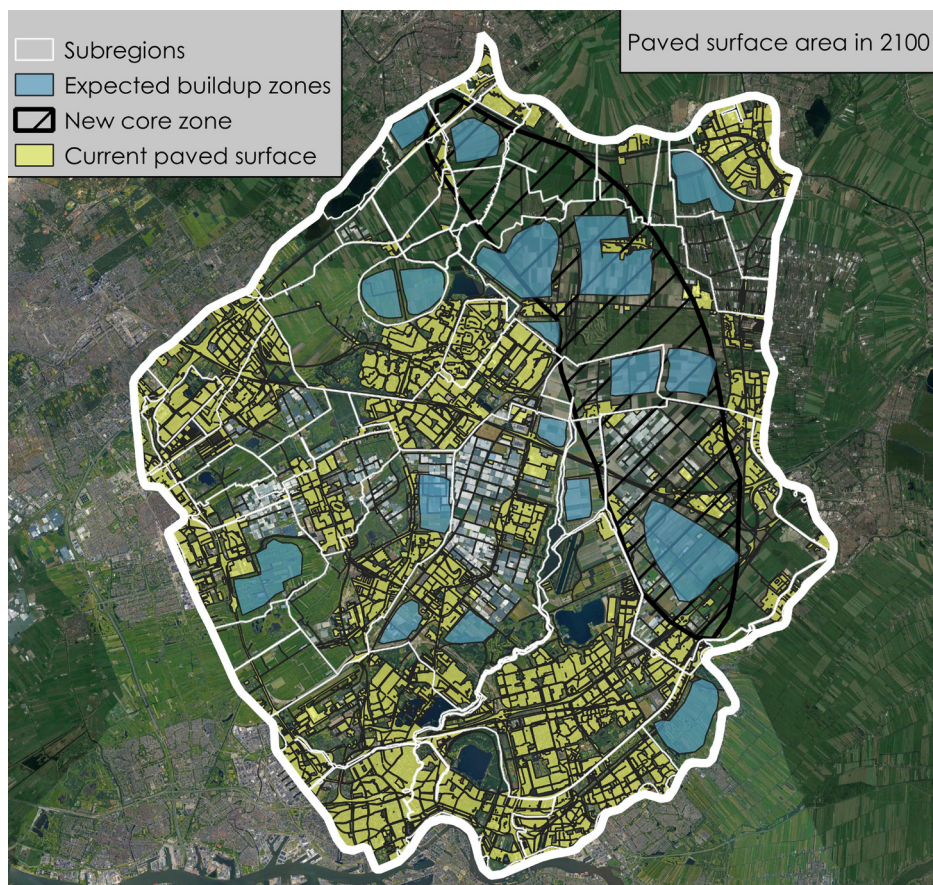
## **Uitdagingen**

Het waterbeheer in het studiegebied kent een aantal uitdagingen. In de eerste plaats zullen de buitendijken versterkt moeten worden als de zeespiegel verder stijgt. Dit kan gecombineerd worden met de afsluiting van de riviermondingen en de bouw van zeer grote "riviergemalen". Naar deze opties wordt al onderzoek gedaan.<sup>41</sup> In dit rapport wordt ervan uitgegaan dat deze uitdaging effectief aangepakt zal worden en richt de aandacht zich verder op het gebied achter de dijken.

In de tweede plaats kan er vaker wateroverlast optreden als de buienintensiteit gaat toenemen als gevolg van klimaatverandering. Niemand weet precies hoe snel en met hoeveel het klimaat gaat veranderen. Om toch enig houvast te hebben, heeft het KNMI vier klimaatscenario's voor Nederland opgesteld, die gebaseerd zijn op de wereldwijde klimaatscenario's van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).<sup>42</sup> Voor het studiegebied kan klimaatverandering inhouden dat de neerslag in een nat jaar toeneemt van 1015 mm (2001) tot 1430 mm of 1521 mm in 2100, afhankelijk van het scenario.<sup>43</sup> Tegelijkertijd zijn er plannen voor 342.700 nieuwe woningen in Zuid-Holland tot 2042, waarvan vele in het studiegebied. Hierdoor zal de hoeveelheid verhard oppervlak sterk toenemen (figuur 14). Zonder extra maatregelen zal hierdoor de wateroverlast nog meer toenemen.

In de derde plaats kunnen droogteproblemen toenemen. In het studiegebied kan de neerslag in een droog jaar afnemen van 679 mm (2018) tot 638 of 622 mm in 2100, afhankelijk van het gekozen klimaatscenario.<sup>40</sup> Bovendien kan de lengte van periodes dat er helemaal geen neerslag is, toenemen. De watertekorten zullen verder toenemen omdat de verdamping en het watergebruik door gewassen zullen toenemen als gevolg van hogere temperaturen. Tegelijkertijd zal de beschikbaarheid van zoet rivierwater afnemen. De laagste afvoeren van de Rijn kunnen met maximaal 50% afnemen als gevolg van toenemende droogte in Duitsland en Frankrijk en het krimpen van de gletsjers in de Alpen.<sup>44</sup> Samen met zeespiegelstijging zorgt dit ervoor dat het zoute zeewater verder het gebied in kan trekken.<sup>45</sup>

De vierde uitdaging is de waterkwaliteit. Net als elders in Nederland wordt in het studiegebied lang niet overal voldaan aan de eisen van de Kaderrichtlijn water, wat tot hoge Europese boetes kan leiden.<sup>46</sup> Dit rapport richt zich niet specifiek op waterkwaliteitsproblemen, afgezien van zout. Oplossingen voor droogte en wateroverlast zouden echter wel een bijdrage kunnen leveren aan het oplossen van waterkwaliteitsproblemen.<sup>47</sup>



▲ **Figuur 14** Mogelijke toename in verhard oppervlakte in 2100 (Kramer, p. 42)

## Oplossingsrichtingen

De meest voor de hand liggende oplossing voor het aanpakken van wateroverlast lijkt het vergroten van de gemalen te zijn. De capaciteit van een poldergemaal is nu vaak zo'n 0,5mm/ uur. Alle regen die meer valt moet tijdelijk geborgen worden, bijvoorbeeld in de bodem en het oppervlaktewater. Als extra regen alleen door extra gemaalcapaciteit opgevangen moet worden, moet deze onevenredig toenemen. Stel, een polder kan 100 mm neerslag in een dag aan: 15 mm wordt uitgemalen en 85 mm wordt tijdelijk geborgen. Als die 100 mm door klimaatverandering met 15% omhoog moet, naar 115 mm/ dag, en de tijdelijke berging blijft 85 mm, dan moet de gemaalcapaciteit naar 30 mm/ dag. Dat is een toename met 100%.

Los van de kosten die een dergelijke capaciteitsvergroting met zich meebrengt, is ook de doorvoercapaciteit van veel poldervaarten te klein voor zoveel water. Bovendien wordt de boezem extra belast. Dat betekent dat de capaciteit van boezemgemalen sterk zal moeten toenemen en ook sommige boezemwateren hebben een te kleine capaciteit, zoals de Binnenrotte in Rotterdam. Dit alles suggereert dat vergroting van de gemalen niet de enige oplossing kan zijn en dat er extra tijdelijke waterberging moet komen.

Droogteproblemen kunnen in theorie opgelost worden door meer zoetwater in te laten. Het water in de Nieuwe Maas en de Hollandsche IJssel zal echter steeds vaker te zout zijn. Water zal dan van verder bovenstrooms moeten komen, bijvoorbeeld door uitbreiding van de capaciteit van de Klimaatbestendige Wateraanvoerverzorging. Of dat kan en tegen welke kosten is niet duidelijk. Bovendien zullen de rivierafvoeren in de zomer naar verwachting afnemen en zal ook elders in het land de vraag naar zoet rivierwater toenemen.

Een andere optie is het tegengaan van zoutwaterindringing door het aanleggen van een sluis in de Nieuwe Waterweg. Bij het schutten van de sluizen zullen echter grote hoeveelheden zout water het gebied in blijven komen. Maatregelen om dat tegen te gaan, zoals een bellenscherm achter de sluis, kosten veel energie of ruimte.<sup>48</sup>

Ook voor het tegengaan van droogteproblemen lijkt extra waterberging een veelbelovende oplossing. Waterberging tegen droogte kan gecombineerd worden met waterberging tegen wateroverlast. Er zit echter wel spanning tussen deze twee doelstellingen. Voor het tegengaan van droogte moet de berging zolang mogelijk vol blijven zodat het water beschikbaar is als het echt nodig is. Voor het tegengaan van wateroverlast moet de berging echter zo lang mogelijk leeg blijven zodat de volledige capaciteit beschikbaar is als er extreme regen is.

Volledigheidshalve moet nog vermeld worden dat er voor de droogteproblematiek nog een andere oplossing is: aanvaarden van verzilting. De kosten van deze oplossing voor het waterbeheer zijn laag, maar de maatschappelijke kosten zijn hoog. Het heeft niet alleen grote gevolgen voor de landbouw, maar ook voor veel bestaande natuurgebieden. Voor nieuwe brakke natuur biedt het goede mogelijkheden.



## Waterberging

Een centrale vraag bij extra tijdelijke waterberging is hoe groot de berging moet zijn. Voor de berekening hiervan is een waterbalansmodel opgesteld van alle polders in het studiegebied (Box). Een waterbalans is een overzicht van de belangrijkste waterstromen die een gebied in- of uitgaan. Gaat er meer in dan uit, dan kan de beschikbare berging vol raken en kan er wateroverlast optreden. Gaat er meer uit dan in, dan droogt het gebied uit. Planten groeien dan minder goed of gaan zelfs dood, veengrond droogt uit en kan sneller gaan inklinken, veenkades kunnen verzwakken, en houten funderingen van huizen kunnen droog komen te staan en gaan rotten.

### Het waterbalansmodel van het studiegebied

Voor het waterbalansmodel zijn de belangrijkste waterstromen die de polders ingaan of uitgaan in kaart gebracht. De belangrijkste stromen die de polder ingaan zijn de neerslag (nu gemiddeld 858 mm/ jaar), kwel vanuit de bodem (tussen 0 en 375 mm/ jaar, afhankelijk van diepteligging en ondergrond) en waterinlaat vanuit de boezem. De belangrijkste stromen die de polder uit zijn verdamping, infiltratie in de ondergrond (tussen 0 en 260 mm/ jaar) en uitmalen op de boezem (van 250 mm/ jaar tot meer dan 1000 mm/ jaar). Daarnaast vindt er uitwisseling van water tussen polders plaats, via bijvoorbeeld duikers en de ondergrond.

Complicerende factoren voor de waterbalans zijn drinkwater, dat van buiten de polders komt, en de riolering, dat water afvoert naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) buiten de polder. In het geval van een gescheiden rioolstelsel met aparte buizen voor afvalwater en regenwater wordt er veelal alleen afvalwater afgevoerd. De instroom van drinkwater en de uitstroom van afvalwater kunnen dan zonder al te grote problemen tegen elkaar weggestreept worden. Bij gecombineerde rioolstelsels wordt een mengsel van afvalwater en regenwater afgevoerd.

Lang niet alle data zijn aanwezig om de waterbalans van de polders helemaal sluitend te maken. Het inlaten van water wordt niet gemeten, en de verdamping wordt grotendeels geschat. Verdamping vanuit open water is goed te berekenen, maar verdamping vanaf het land is zeer complex. Deze bestaat uit verdamping vanaf natte oppervlaktes, zoals daken en bladeren (interceptie), verdamping vanuit vochtige bodems (bodemverdamping) en watergebruik door de vegetatie (transpiratie). Hoeveel dit is, hangt af van het percentage verhard oppervlakte, het type vegetatie (bv. grasland of bomen), het seizoen, hoe vaak het regent, hoeveel het regent, de temperatuur, zonnestraling en wind.

Waar geen data is, moeten aannames gemaakt worden. Voor open-watervedamping is uitgegaan van de referentieverdamping. Dit is de verdamping van grasland bij voldoende water. Voor verdamping vanaf het land is de referentieverdamping vermenigvuldigd met een vast percentage. Dat percentage is zo gekozen dat de berekende hoeveelheden water die uitgemalen moeten worden zo goed mogelijk overeen komen met de gemeten hoeveelheden.

Meer details over het model zijn te vinden in de MSc thesis van Coen Kramer, vermeld in de inleiding.

Het model is vervolgens gebruikt om de mogelijke effecten van klimaatverandering in 2100 te voorspellen. De huidige neerslagdata zijn vervangen door de neerslagdata uit de verschillende klimaatscenario's van het KNMI, de huidige (referentie)verdamping is vervangen door de verwachte verdamping in 2100, en er is rekening gehouden met zeespiegelstijging en verdergaande bodemdaling, die belangrijk zijn voor de hoeveelheid kwel.<sup>49</sup> Verder zijn er aannames gemaakt over de toename van verhard oppervlakte. Hierbij is ervan uitgegaan dat 30% van het nieuwe verharde oppervlak waterdoorlaatbaar zal zijn.

Het resultaat van deze exercitie is dat de watertekorten in droge jaren in 2100 naar verwachting zullen toenemen. Tegelijkertijd zullen ook de neerslaghoeveelheden tijdens piekbuien toenemen. Om een toename in wateroverlast te voorkomen, zal 7,5 miljoen m<sup>3</sup> extra waterberging nodig zijn, en om grotere droogteproblemen te voorkomen, zal 34 miljoen m<sup>3</sup> extra waterberging nodig zijn. Omdat de extra waterberging tegen droogte ook gebruikt kan worden tegen wateroverlast, is er in totaal 34 miljoen m<sup>3</sup> extra waterberging nodig. Hierbij is ervan uitgegaan dat in 2100 de weersvoorspellingen verbeterd zijn en dat zeer zware neerslag 48 uur van tevoren voorspeld kan worden. Mocht de waterberging dan helemaal vol zitten, dan is er 48 uur om alvast water uit de berging te pompen en zo extra bergingscapaciteit te creëren.<sup>50</sup>

## **Eén groot Bentmeer**

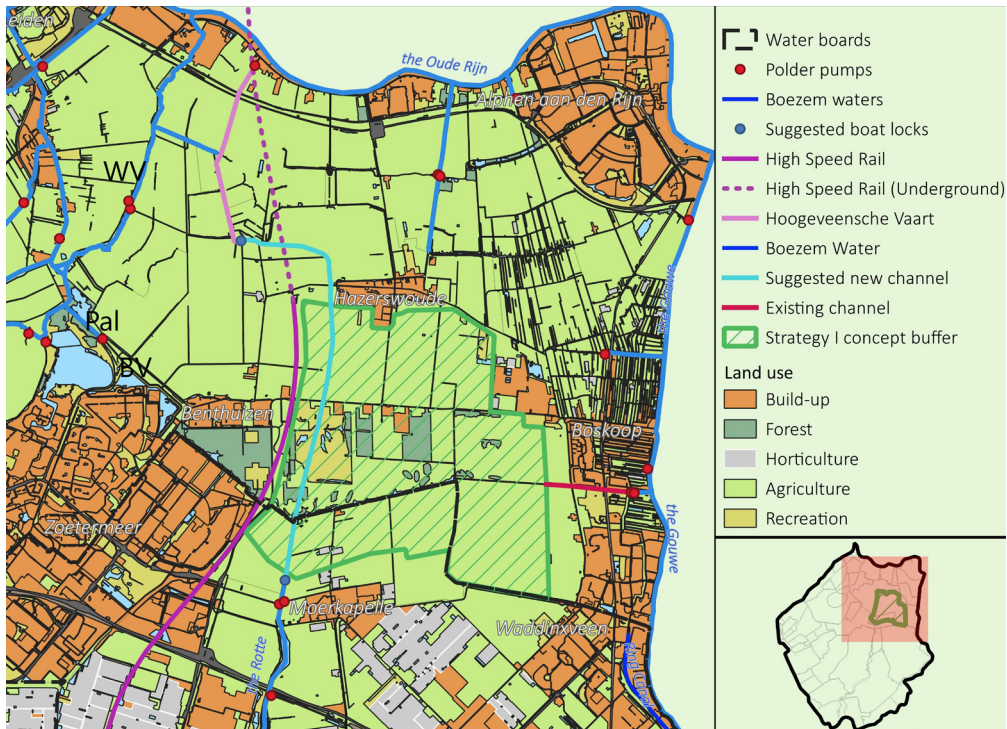
Voor het creëren van extra waterberging zijn er vier opties:

- Één centrale waterberging voor het hele gebied
- Een nieuwe waterberging per waterschap, dus drie in totaal
- Extra waterberging op polderniveau
- Combinatiestrategie

Een geschikte locatie voor een centrale waterberging is ten oosten van Zoetermeer in de polders de Noordplas (Rijnland) en de Wilde Veenen (Schieland; zie figuur 15). De Noordplas is vanaf de zestiende eeuw ontstaan door verving en is in de jaren 1759-1766 drooggelegd.<sup>51</sup> De Wilde Veenen zijn ook een voormalige veenplas, die al in het midden van de zeventiende eeuw drooggemaakt is. In het gebied ligt het Bentwoud, een natuur- en recreatiegebied waarvan de inrichting in 2016 afgerond is. Er is weinig bebouwing.

Door de diepe ligging van beide polders zijn zij ideaal om tijdelijk veel water op te slaan. Uitgaande van een maximaal hoogteverschil tussen laag en hoog water van 1,7 m, zou de plas een oppervlakte van 20,1 km<sup>2</sup> moeten krijgen. Ter vergelijking: de Kralingse Plas is ongeveer 1 km<sup>2</sup> en het huidige Bentwoud 8 km<sup>2</sup>. Een goede naam voor de nieuwe plas is het Bentmeer.

Een toekomstig Bentmeer biedt goede mogelijkheden voor waterrecreatie. Bovendien biedt het mogelijkheden voor het herstel van de Hoogeveense vaart, die via de Hildam de Rotte met de Oude Rijn verbond. Het zuidelijke deel hiervan is verdwenen in de Noorderplas en na droogmaking van deze plas niet opnieuw aangelegd.



▲ **Figuur 15** Strategie I: centrale waterberging: het “Bentmeer” (Pal: Gemaal Palenstein, BV: Benthuizenervaart, WV: Weipoortse Vliet) (Kramer, p. 54)

Via de Oude Rijn, de Schie en de Vliet kan er water uitgewisseld worden met andere delen van Rijnland en met Delfland. De route van en naar Schieland loopt zuidwaarts direct naar de Rotte.

De voorzieningen die getroffen moeten worden hangen voor een deel af van het toekomstige waterpeil van het Bentmeer. Als dat 30 tot 200 cm beneden de ondergrens voor het boezempeil van de Rotte ligt (tussen -1,5 NAP en -4.20 NAP), dan is het bij dreigende wateroverlast goed mogelijk om snel veel water uit de Rotte en de Rijnlandse boezem het meer in te laten stromen. De doorvoercapaciteit van de Rotte en de Hoogeveense vaart moet dan wel groot genoeg worden. De belangrijkste beperking is de capaciteit van de poldergemalen, die het water eerst de boezem in moeten pompen (zie hierboven).

Bij droogte moet het water zo'n twee meter uit het Bentmeer opgemalen worden. Dit vereist twee gemalen: één aan de noordkant voor de watervoorziening van Rijnland en Delfland en één aan de zuidkant voor Schieland. Voor scheepvaart zullen er verder schutsluizen nodig zijn.

Bij dit alles wordt ervan uitgegaan dat de verbinding met de Oude Rijn op boezemniveau wordt aangelegd. Als deze op het lagere polderniveau wordt aangelegd, beneden het peil van het Bentmeer, dan zal het gemaal aan de noordkant van het Bentmeer zeer groot moeten worden om bij dreigende wateroverlast snel grote hoeveelheden water het meer in te kunnen pompen. Bovendien zal bij de Oude Rijn een derde, kleiner gemaal nodig zijn om bij droogte het water op te malen van het polderniveau naar boezemniveau. Daar zal dan ook een derde schutsluis nodig zijn.

Omdat in grote delen van het Bentmeer de waterstand in de zomer te laag kan worden voor recreatieschepen, zal er een vaargeul gebaggerd moeten worden. Bovendien zullen er aanpassingen nodig zijn aan de brug van de A12 en de spoorbrug over de Rotte bij Moerkapelle. Tenslotte zullen er nieuwe kades nodig zijn rondom het Bentmeer en langs de verbinding met de Oude Rijn als deze op boezemniveau aangelegd wordt.

Meer details over de verbinding tussen het Bentmeer en de Oude Rijn en de complicaties hierbij zijn te vinden in het volgende hoofdstuk.

### **Drie grote bergingen**

Een Bentmeer van meer dan 20 km<sup>2</sup> is natuurlijk erg groot. Een alternatief is om niet één centrale waterberging aan te leggen, maar één per waterschap (figuur 16). In dit alternatief wordt de oppervlakte van het Bentmeer 6,8 km<sup>2</sup> en is deze waterberging exclusief bedoeld voor Rijnland. Er is dan geen gemaal nodig om tijdens droogte water uit het Bentmeer de Rotte op te pompen. Uitgaande van een hoogste waterpeil beneden het peil van de Rotte, kan er bij dreigende wateroverlast in Schieland nog steeds water vanuit de Rotte ingelaten worden mocht de berging in het Bentmeer nog niet vol zitten. Hetzelfde geldt voor overtollig water vanuit Delfland, dat via de Schie, Vliet en Oude Rijn het Bentmeer kan bereiken. Net als in de eerste strategie hangen de voorzieningen die in Rijnland getroffen moeten worden, af van het toekomstige waterpeil van de verbinding met de Oude Rijn. De aan te leggen gemalen kunnen wel kleiner worden.

Een goede plek voor extra waterberging in het Schielandse deel is in de Eendragtspolder, waar de bestaande berging uitgebreid kan worden met 8 mln. m<sup>3</sup>. De Eendragtspolder ligt tussen De Rotte en de Ringvaart en is dus goed verbonden met de rest van het gebied. De capaciteit is echter beperkt en daarom zal ook extra berging aangelegd moeten worden in de Zuidplaspolder, het enige deel van Schieland binnen het studiegebied dat nog niet grotendeels bebouwd is. Hier zou 6,9 km<sup>2</sup> nodig zijn (uitgaande van 1,7 m verschil tussen het hoogste en het laagste waterpeil). Ook hier zullen nieuwe gemalen nodig zijn.

Goede plekken voor extra waterberging in het Delflandse deel zijn de polder Berkel en de polder Schieveen. In de polder Berkel is al een waterberging aangelegd, maar de capaciteit hiervan kan vergoot worden van 1,2 mln. m<sup>3</sup> tot 2,8 mln. m<sup>3</sup>.



▲ **Figuur 16** Strategie 2: waterberging per waterschap (Kramer, p. 56)

Voor de polder Schieveen bestaan plannen om deze te veranderen in natuurgebied. Dit is te combineren met waterberging, hoewel de natuur in een weidevogelgebied, wat het nu is, wezenlijk anders is dan de natuur in een meer. Met een oppervlakte van 3,26 km<sup>2</sup> en uitgaande van 1,7 m verschil tussen hoogste en laagste waterstand, is hier ruimte voor 5,54 mln. m<sup>3</sup> extra berging. De totale extra berging in de drie waterschappen is daarmee hetzelfde als in de eerste strategie.

De belangrijkste beperking van deze strategie is dezelfde als die van de eerste strategie: de beperkte capaciteit van de poldergemalen. Deze zal disproportioneel moeten toenemen als er geen extra berging in de polders komt.

## **De decentrale optie**

De derde strategie is extra waterberging in de polders. De capaciteit van de bestaande poldergemalen speelt dan veel minder snel omdat extra neerslag niet eerst op de boezem uitgemalen hoeft te worden voordat het geborgen kan worden. Flessenhalzen in de boezem spelen ook geen rol, maar flessenhalzen binnen de polders, zoals te kleine duikers, wel. Die moeten echter ook in de eerste twee strategieën aangepakt worden. Belangrijke nadelen van waterberging in de polders zijn, in de eerste plaats, dat niet in iedere polder ruimte is voor extra waterberging. In de tweede plaats kan het bij lokale wolkenbreuken gebeuren dat er in een polder wateroverlast optreedt, terwijl er in andere polders nog genoeg berging beschikbaar is. Het water moet dan wel snel van de ene naar de andere polder kunnen. En in de derde plaats komen er nauwelijks of geen extra mogelijkheden voor waterrecreatie.

## **Combinatiestrategie**

De combinatiestrategie bestaat uit decentrale berging in de polders (7,5 mln m<sup>3</sup>) en grootschalige berging in het Bentmeer (26,5 mln m<sup>3</sup>). De decentrale berging in de polders is primair bedoeld tegen wateroverlast. Indien in een polder niet voldoende ruimte is om extra waterberging te creëren, kan dat ook in de naastliggende polder gebeuren. Die polders moeten dan via een duiker of een ander kunstwerk met elkaar verbonden worden, als ze dat nog niet zijn. De decentrale bergingen kunnen ook als wateropslag tegen droogte gebruikt worden. Als de waterbergingen vol zitten en er dreigt zware regenval, dan zal er voorbemaling moeten plaatsvinden om voldoende opslagcapaciteit te creëren.

Het Bentmeer wordt in deze strategie exclusief als wateropslag tegen droogte gebruikt. Tijdens droogte kan eerst de voorraad in de decentrale bergingen aangesproken worden zodat de maximale capaciteit voor het tegengaan van wateroverlast weer beschikbaar komt, en daarna kan de voorraad in het Bentmeer aangesproken worden.

Het Bentmeer wordt in deze strategie kleiner dan in eerste strategie, 15,6 km<sup>2</sup>, maar dit biedt nog steeds veel ruimte voor waterrecreatie. Bovendien kan het waterpeil hoger worden omdat er bij dreigende wateroverlast niet snel water in hoeft te stromen. Als het gemiddelde waterpeil het zomerpeil van de Rijnlandse boezem wordt (-0,61 m NAP), resulteert dat bij een maximaal verschil tussen hoog water en laag water van 1,7 m, in een waterpeil van tussen -1,56 m NAP en +0,24 m NAP. Dit is 1,74 m hoger dan in de eerste twee strategieën. Het gevolg is een grotere waterdiepte voor de recreatievaart, minder opwarming in de zomer en daarmee waarschijnlijk een betere waterkwaliteit en minder vaak blauwalgen. Ook is het mogelijk om het verschil tussen hoogste en laagste peil te vergroten tot bijvoorbeeld 2 meter. Hierdoor wordt de benodigde ruimte voor het Bentmeer verder teruggebracht tot 13,3 km<sup>2</sup>. Het Bentwoud, dat in de eerste strategie zou verdwijnen, zou hiermee gespaard kunnen worden.

Een variant van de combinatiestrategie is 7,5 mln m<sup>3</sup> berging in de polder en 26,5 mln m<sup>3</sup> berging per hoogheemraadschap, als in de tweede strategie maar dan wat kleiner. Net als in die strategie kan er in deze variant via de Vliet en de Schie en via de Rotte water uitgewisseld worden tussen de drie hoogheemraadschappen, mochten bijvoorbeeld de droogteproblemen in één waterschap groter zijn dan in een ander.

## **Discussie**

Alle vier de strategieën gaan uit van een grote extra vraag naar waterberging. Deze is vooral zo groot vanwege droogte. Het uitgangspunt is dat watertekorten tijdens de zomer niet mogen toenemen en dat er geen extra zoet water van buiten ingelaten wordt. Als deze uitgangspunten losgelaten worden, bijvoorbeeld omdat er een oplossing gevonden wordt voor de zoutindringing via de Nieuwe Waterweg, dan kan volstaan worden met minder extra waterberging. De onzekerheden zijn echter groot. Als in bijvoorbeeld 2050 zou blijken dat extra waterberging toch nodig is, dan moet nu al extra ruimte gereserveerd worden.

De maatschappelijke kosten van extra waterberging en van ruimtereservering zijn hoog. De kosten van alternatieve vormen van klimaatadaptatie zijn echter ook hoog.<sup>52</sup> Bovendien hebben de hier gepresenteerde strategieën belangrijke baten voor waterrecreatie, natuurontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit en minder tastbare maar niet minder reële baten van erfgoed.

Bij de ontwikkeling van de vier strategieën is gebruik gemaakt van historische elementen zoals de trekvaarten als vaarwegen en aan- en afvoerroutes van water en veenplassen als vormen van waterberging. De aanleg van veenmoerassen is overwogen, maar uiteindelijk is hier niet voor gekozen. Veenmoerassen kunnen het proces van bodemdaling stoppen en zelfs tot bodemstijging leiden als er hoogveenkeopels ontstaan. Als extra bonus wordt hierbij CO<sub>2</sub> vastgelegd.<sup>53</sup> Veenmoerassen zijn echter geen optie voor bestaand bebouwd gebied. De extra bergingscapaciteit is veel kleiner dan in veenplassen met een sterk variabel waterpeil, en bovendien is het twijfelachtig of onder de huidige omstandigheden weer (voedselarm) hoogveen kan ontstaan.<sup>54</sup> Maar ook zonder veenmoerassen benadrukken de vier strategieën de historische band tussen water en Zuid-Holland.

# 4. Een nieuwe Hoogeveense vaart en ruimtelijke inrichting

In het voorgaande is meerdere malen de Hoogeveense vaart ter sprake gekomen. De Hoogeveense vaart is eind 14<sup>e</sup> eeuw gegraven en was onderdeel van een alternatieve binnenvaartroute van Rotterdam richting Amsterdam, die de binnenstad van Gouda ontweek.<sup>55</sup> Het zuidelijk deel van de Hoogeveense vaart is opgegaan in de Noordplas en is na droogmaking van deze plas niet opnieuw aangelegd. Het noordelijke deel tot aan de Oude Rijn bestaat nog steeds.

Een herstelde Hoogeveense vaart zou een nieuw Bentmeer met de Oude Rijn kunnen verbinden. Bij gelijktijdige totstandkoming van een verbinding met de Rotte zou zo de vaarverbinding tussen de Rotte en de Oude Rijn hersteld kunnen worden. Er is echter geen reden om het verdwenen deel van de Hoogeveense vaart op precies dezelfde plaats aan te leggen als waar hij vroeger lag. Bovendien zijn er alternatieve manieren om het Bentmeer met de oude Rijn te verbinden.

In dit hoofdstuk zullen eerst de waterbeheersaspecten van de Hoogeveense vaart en zijn alternatieven aan bod komen. Hierbij wordt uitgegaan van de combinatiestrategie uit het vorige hoofdstuk: een Bentmeer met 26,5 mln m<sup>3</sup> tijdelijke waterberging tegen droogte en een oppervlakte van 15,6 km<sup>2</sup>, en daarnaast decentrale waterberging in de verschillende polders. Daarna zal de ruimtelijke inrichting van het gebied aan bod komen.

## **Waterbeheer**

De Hoogeveense vaart is bedoeld voor de aan- en afvoer van water naar het nieuwe Bentmeer en als onderdeel van een nieuwe recreatieve vaartroute. Een voor de hand liggende optie om verder uit te werken als het alleen om de aan- en afvoer van water zou gaan, is het volgen van bestaande watergangen. Het Bentmeer zou aan de oostkant van Benthuizen, via een onderdoorgang onder de HSL-lijn, verbonden kunnen worden met de ringvaart van de Noordplas polder, die in open verbinding staat met de Benthuizenvaart. Aan het einde van deze vaart bevindt zich het gemaal Palenstein, dat het water kan uitmalen op de Elleboogse Wetering, die via de Noord Aa en de Weipoortse Vliet een open verbinding met de Oude Rijn heeft (figuur 17, links). Vervolgens kan het water via de Vliet en de Schie ook naar Delfland.



De te overbruggen hoogteverschillen zijn in deze optie beperkt: het Bentmeer heeft een voorgesteld waterpeil tussen  $-1,56$  m NAP en  $+0,24$  m NAP, het waterpeil van de ringvaart en de Benthuizenvaart is  $-1,89$  m NAP, en het waterpeil van de Elleboogse Wetering en de Weipoortse Vliet is dat van Rijnlands boezem,  $-0,61$  m NAP in de zomer en  $-0,64$  m NAP in de winter. Bij de aansluiting van het Bentmeer op de Ringvaart zal een nieuw gemaal nodig zijn om het water op te pompen naar het meer.

Het grootste nadeel van deze optie is dat de mogelijkheden voor doorgaande scheepvaart beperkt zijn. Rijnland heeft de Weipoortse Vliet aangewezen als kwetsbaar water. Motorboten zijn hier alleen toegestaan met vergunning van Rijnland en die wordt niet snel verleend. Zeilboten zullen al snel aanlopen tegen de beperkte doorvaarhoogte onder de HSL. Een ophaalbrug in de HSL lijkt niet haalbaar en andere oplossingen, zoals een extra tunnel, zijn zeer kostbaar.

Twee andere verbindingen die bekeken zijn, lopen via de huidige Hoogeveense vaart. In het ene geval wordt het Bentmeer aan de noordkant verbonden met het overgebleven deel van de Hoogeveense vaart (figuur 15), en in het andere geval wordt een nieuw deel Hoogeveense vaart aangelegd van de Benthuizenvaart in het zuiden naar het de huidige Hoogeveense vaart (figuur 17, rechts). In beide gevallen moeten er mogelijk grotere hoogteverschillen overbrugd worden. Het peil van de huidige Hoogeveense vaart varieert van  $-2,47$  m NAP in de zomer tot  $-2,57$  m NAP in de winter. Het waterpeil in de tussenliggende Polder de Noordplas gaat tot  $-6,50$  m NAP. Dit betekent dat er extra gemalen nodig zullen zijn. Een alternatief is om het nieuwe deel van de Hoogeveense vaart verhoogd aan te leggen, op het niveau van de Benthuizenvaart of de huidige Hoogeveense vaart (zie de volgende paragraaf).



◀ **Figuur 17** Verbindingen van het Bentmeer via de Weipoortse Vliet (links) en via de Hoogeveense vaart (rechts).

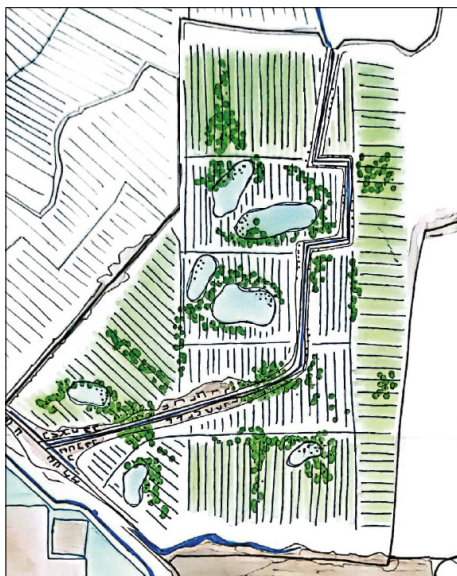
Zie figuur 15 voor derde optie (directe verbinding Bentmeer – bestaande Hoogeveense vaart) (Kuit, p. 87; uitsnee)

De route via de Benthuizenervaart gaat net als de Weipoortse-Vlietroute onder de HSL door en kent dezelfde beperking wat betreft doorvaarthoogte. De “noordoptie” heeft deze beperking niet omdat de HSL daar door een tunnel loopt. De hoogte van het tunneldak beperkt wel de maximale doorvaartdiepte. In beide gevallen zullen er grote aanpassingen nodig zijn aan de huidige Hoogeveense vaart. De diepte daarvan is slechts 90 cm en bovendien bevinden zich in het traject drie duikers (onder andere onder de spoorbaan Leiden – Utrecht en de N11) en een drietal bruggen. Verder zal er een sluis gebouwd moeten worden aan de Oude Rijn, en de ruimte daar is beperkt.

Dit alles betekent dat het moeilijk en duur zal worden om een scheepvaartroute van het Bentmeer naar de Oude Rijn aan te leggen. De route van de het Bentmeer naar het zuiden kent minder problemen, maar ze zijn wel groot. De belangrijkste zijn de brug in de spoorlijn Rotterdam/Den Haag – Utrecht en de brug in de A12. Als beide routes niet of niet helemaal mogelijk blijken, dan kan het Bentmeer nog steeds van belang zijn voor waterrecreatie, maar dan valt te denken aan kleine zeil- en roeiboten en eventueel sloepen in plaats van grotere kajuitjachten.

### Ruimtelijke ontwerp

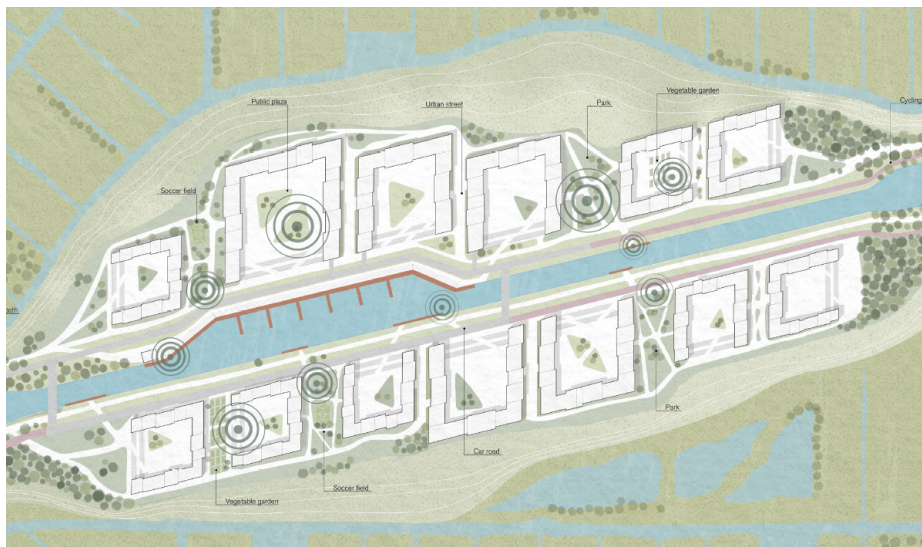
Voor de nieuwe Hoogeveense vaart optie is een ruimtelijk schetsontwerp gemaakt van het zuidoostelijke deel van de Gelderwoudse Polder en de Benthuizer Noordpolder (figuur 18). Deze liggen in de drooggemaakte Noordplas direct ten noorden van Zoetermeer en Benthuizen. Het dominante landgebruik is grootschalige akkerbouw. Oorspronkelijk was de verkaveling fijnmazige, maar veel sloten zijn hier als gevolg van mechanisatie en schaalvergroting in de landbouw dichtgegooid.



◀ **Figuur 18** Schetsontwerp zuidoostelijke deel van de Gelderwoudse Polder (driehoekig stuk links) en de Benthuizer Noordpolder (Kuit, p. 113; uitsnee)

In figuur 18 is de herstelde Hoogeveense Vaart duidelijk te zien. Deze volgt vanaf de Benthuizer vaart een oude kreekrug in oost-noordoostelijke richting en buigt daarna af in noordelijke richting naar de bestaande Hoogeveense vaart. De oude kreekrug biedt een stevige basis voor nieuwe bebouwing. De Hoogeveense vaart wordt verhoogd aangelegd om de hoogteverschillen voor de scheepvaart niet te groot te maken. Bovendien biedt dit een goed aangrijpingspunt om het verhaal van het landschap met zijn letterlijke en figuurlijke ups en downs te vertellen. Om aan de benodigde grond te komen, zullen er een aantal plassen gegraven worden, die extra waterberging opleveren en een hoge natuurwaarde kunnen krijgen.

In figuur 18 is te zien dat de kleinschalige verkaveling teruggebracht wordt. Drainagebuizen worden uitgegraven en oude kavelsloten worden weer open gegraven. De landbouw moet dan wel geëxtensiveerd worden of vervangen worden door natuur.



▲ **Figuur 19** Deel van de voorgestelde bebouwing langs de nieuwe Hoogeveense vaart en inrichting van de oevers met wandel- en fietspaden en aanmeerplekken (Kuit, p. 150-151)



▲ **Figuur 20** Voorgestelde bebouwing in perspectief (Kuit, p. 165-165)

Langs de plassen kunnen moerassen aangelegd worden en zou er op kleine schaal weer veengroei kunnen plaatsvinden.

De bebouwing langs het zuidelijke deel van de nieuw te graven vaart sluit aan op de bebouwing van Zoetermeer. Er wordt voorgesteld om hier geen rijtjeshuizen of dure villa's te plannen, maar middelhoge appartementsgebouwen met vier of maximaal vijf woonlagen. Zo kunnen er meer wooneenheden aangelegd worden en kunnen meer mensen van de mooie locatie genieten. Deze huizenblokken zullen goed te zien zijn vanuit de polder en vanaf de rand van Benthuizen. Daar staat tegenover dat een groter deel van de polders open kan blijven dan bij minder intensieve bebouwing.

De voorgestelde appartementsgebouwen zullen een vierkante vorm krijgen met één open zijde die naar de polder of naar de vaart gericht is. Dit kan een levendiger beeld opleveren dan strokenbebouwing langs de vaart, en alle appartementen kunnen een mooi uitzicht krijgen (figuren 19 en 20).

Er zijn nog geen gedetailleerde ontwerpen gemaakt voor de voorgestelde bebouwing. Het is de bedoeling om futuristische en groene appartementsgebouwen neer te zetten die energieneutraal zijn, comfortabel zijn bij hoge temperaturen en bestand zijn tegen grote overstromingen. Wateroverlast hoeft helemaal geen probleem te zijn omdat de appartementsgebouwen verhoogd, boven polderniveau, aangelegd worden.

De paden langs de nieuwe vaart kunnen ingericht worden als trekpad. Er heeft hier nooit een trekvaart gelegen, maar als Zoetermeer in de 17<sup>e</sup> eeuw al een stad was geweest, dan was het hoogstwaarschijnlijk opgenomen geweest in het netwerk van trekvaarten. Op de trekvaart zou een replica van een historische trekschuit kunnen gaan varen, zoals bij Maassluis. Deze trekschuit zou een soort tijdmachine zijn. Komende uit het verleden en varende naar de toekomst, kan de trekschuit het verhaal vertellen van de ontginning van het gebied, de opkomst van de steden en de aanleg van de trekvaarten, maar ook van bodemdaling, turfwinning en klimaatverandering en van de uitdagingen voor het waterbeheer. De bestemming ligt nog niet vast, maar de trekschuit zou een goede plek bieden voor discussie hierover.

Figuur 1 geeft een impressie van het studiegebied met het voorgestelde Bentmeer en de herstelde Hoogeveense vaart.

Wat Nicolaas Beets in 1837 over planvorming in Nederland schreef is nog steeds waar: "De Plannen varen bij ons te lande altijd nog met de trekschuit". Het zou mooi zijn als een trekschuit de voortgang wat kan versnellen zodat wij de bestemming op tijd bereiken. Een naam voor die trekschuit is er al: de "Klimaat schuit". Want wat het klimaat betreft zitten we allemaal in hetzelfde schuitje.

## NOTEN

- 1 Zie Renes, H., 2022, *Landscape, heritage and national identity in modern Europe*, Basingstoke, Palgrave Macmillan, p. 8, en art. 1.1 Erfgoedwet. De nadruk bij erfgoed ligt niet op het verleden, maar op de waarde voor het heden en de toekomst, voor specifieke doelen en groepen (zie bv. Graham, B., Ashworth, G. & Turnbridge, J., 2000, *A geography of heritage*, London, Arnold). Erfgoed is niet altijd historisch correct. Voorbeelden hiervan zijn de restauraties door Pierre Cuypers, die middeleeuwse gebouwen terug restaureerde naar zijn beeld van de middeleeuwen, met veel kantelen en spitsbogen, en daarbij soms originele elementen verwijderde.
- 2 Dommelen, S.V. & Pen, C.-J. 2013, *Cultureel erfgoed op waarde geschat; Economische waardering, verevening en erfgoedbeleid*, Den Haag, Platform31.
- 3 Zanten, M.V. & Vissinga, A., 2020, Cultuurhistorie bij klimaatopgaven, *H2O-Online*, 1-9; Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed n.d., *Cultuurhistorie als kennisbron voor de klimaatstresstest*, Amersfoort, [www.cultureelerfgoed.nl/publicaties](http://www.cultureelerfgoed.nl/publicaties); CAS 2022, *NKWK Klimaatbestendige Stad 2021 - Kansen van cultuurhistorie*; en de MOOC (gratis online cursus) *Water Works: Activating Heritage for Sustainable Development* (<https://online-learning.tudelft.nl>).
- 4 Zie voor wat betreft de rol van water en waterbeheer bv. Ven, G.P. van de, 2003, *Leefbaar laagland; Geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland*, Utrecht, Matijis; en Beukers, E. & Aten, D., 2007, *Hollanders en het water: twintig eeuwen strijd en profijt*, Hilversum: Verloren.
- 5 Zie bv. Mostert, E., 2020, Water and national identity in the Netherlands; the history of an idea, *Water History*, 12, 311-329, en Renes, t.a.p..
- 6 Vergelijk de discussies over de term "Gouden Eeuw" (Historiek; online geschiedenismagazine, 13 september 2019). Mogen we trots zijn op de zeventiende-eeuwse droogmakerijen, die (mede) met geld dat in Indië verdiend is tot stand zijn gekomen? Moeten we het kind niet met het badwater weggooien of zijn kind en badwater niet te scheiden?
- 7 Zie Wellenberg, M. & Zee, A. van der (red.), 2021, *Atlas van de trekvaarten in Zuid-Holland*, Bussum: Uitgeverij Thoth; en de website *Geschiedenis van Zuid-Holland*, thema Trekvaarten (<https://geschiedenisvanzuidholland.nl/thema-s/trekvaarten/verhalen>).
- 8 De Vries, J., 1981, *Barges and capitalism: passenger transportation in the Dutch economy, 1632-1839*, Utrecht: HES Publishers.
- 9 ABF Research 2023, *Inventarisatie Plan capaciteit voorjaar 2023*, Delft: ABF Research.
- 10 <https://repository.tudelft.nl>.
- 11 Omgevingsvisie Provincie Zuid-Holland van 20 februari 2019, geconsolideerde versie zoals laatst gewijzigd op 8 maart 2023, <https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/omgevingsbeleid>.
- 12 Zie voor de ontwikkeling van het gebied vooral Tielhof, M.V. & Dam, P.J.E.M. van, 2006, *Waterstaat in stedenland: het hoogheemraadschap van Rijnland voor 1857*, Utrecht: Matijis; Ham, W. van der & Jacobs, I. (red.), 2004, *Hoge dijken, diepe gronden. Land en water tussen Rotterdam en Gouda: een geschiedenis van Schieland*, Utrecht: Matijis; Abrahamse, J.E. & Zee, A. van der (red.), 2016, *Atlas van de Schie : 2500 jaar werken aan land en water*, Bussum: Uitgeverij Toth.
- 13 Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, TNO en Deltares 2022: [www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/paleografische-kaarten](http://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/paleografische-kaarten).
- 14 Bruin, J. de, 2017, *Rurale gemeenschappen in de Civitas Cananefatium 50-300 na Christus*, proefschrift Universiteit Leiden.
- 15 Gouw, J.L. van der, 1987, *De landscheidingen tussen Delfland, Rijnland en Schieland*, Hilversum: Verloren.
- 16 Gedownload van <https://geschiedenislokaal010.nl>.

- 17 Fruin, R.J., 1876, *Enquete ende Informatie upt Stuck van der Reductie ende Reformatie van den Schiltaelen, voertijts getaxeert ende gestelt geweest over de landen van Hollant ende Vrieslant: gedaen in den jaere 1494*, Leiden: Brill.
- 18 De uitzondering was de route Rotterdam-Gouda, waar geen trekvaart werd aangelegd (Wellenberg en Van der Zee, t.a.p.).
- 19 Een overtoom is een installatie om kleine schepen over een dam of dijk heen te trekken. Smit, J.C., 1994, De strijd om de binnenvaart door Midden-Holland in de vijftiende en zestiende eeuw, *Tijdinge van die Goude*, 12, 14-24, 29-39; Van der Gouw, t.a.p., hoofdstuk 11; en Wellenberg en Van der Zee, t.a.p., hoofdstuk 12.
- 20 Van de Ven, t.a.p., en Tielhof en Van Dam, t.a.p.
- 21 Abrahamse en Van der Zee, t.a.p..
- 22 Van der Ham en Jacobs, t.a.p.
- 23 Goudriaan, K. 1997, Jonkvrouw Sophie van der Goude, haar familie en haar stad, *Historisch Tijdschrift Holland*, 29, 63-90. Volgens Jasper de Bruin, t.a.p., p. 27, was er mogelijk al in de Romeinse tijd een verbinding tussen de Hollandsche IJssel en de Oude Rijn.
- 24 De Bruin, t.a.p., p. 29-30.
- 25 Abrahamse en Van der Zee, t.a.p., p. 43-49.
- 26 Knoester, H., 2022, Het kanaal van Corbulo als Romeins waterbouwproject, *Tijdschrift voor waterstaatsgeschiedenis*, 31, 2-15.
- 27 Abrahamse en Van der Zee, t.a.p., p. 43-49.
- 28 Van der Gouw, t.a.p.
- 29 Zie naast de literatuur in de overige eindnoten vermeld ook Tielhof, M. van, 2021, *Consensus en conflict; Waterbeheer in de Nederlanden 1200-1800*, Hilversum: Verloren; Giebels, L., 2002, *Hollands water: het hoogheemraadschap van Rijnland na 1857*, Utrecht: Matijns; Postma, C., 1989, *Het hoogheemraadschap van Delfland in de middeleeuwen 1289-1589*, Hilversum: Verloren; en Dolk, T.F.J.A., 1939, *Geschiedenis van het hoogheemraadschap Delfland*, 's-Gravenhage: Nijhoff.
- 30 Zie voor de huidige taken en bevoegdheden en bestuursstructuur onder andere Mostert, E., 2022, *Nederlands waterrecht van oud naar nieuw*, Delft: Delft Open (<https://textbooks.open.tudelft.nl/textbooks/catalog/book/54/>); en Vollaard, H. & Binnema, H. (red.), 2023, *Waterschappen; Democratie in een onbekend bestuur*, Amsterdam: Boom.
- 31 Aa, A. J. van der, 1839-1851, *Aardrijkskundig woordenboek der Nederlanden*, Gorinchem, J. Noorduy en Zoon; <https://zoetermeer.incijfers.nl/>; <https://delft.incijfers.nl>.
- 32 Nationaal Georegister, <https://app.pdok.nl>.
- 33 Zie voor de voorgeschiedenis Noort, J. van de, 2003, Eerst het zout, dan het zoet; Verzilting en de aanvoer van zoet water voor Zuid-Holland, *Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis*, Vol. 12 nr. 2, 89-98.
- 34 Delfland voert extra zoetwater aan vanwege droogte, nieuwsbericht 14 juli 2022, <https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuwsoverzicht/2022/juli/delfland-voert-extra-zoetwater-vanwege/>
- 35 Zie Mostert, E., 2023. De speelruimte voor het waterschapsbestuur, in Vollaard en Binnema, t.a.p., p. 227-242.
- 36 Zie bv. het NK tegelwippen ([www.nk-tegelwippen.nl](http://www.nk-tegelwippen.nl)) en Horn, D. van, 2023. *Paving the way; Exploring the potential of green parking and collaborative information sharing between municipalities and companies*, MSc thesis TU Delft, <http://repository.tudelft.nl>.
- 37 De provinciale vaarwegen in het gebied zijn tevens boezemwateren, waarvoor het waterschap verantwoordelijk is. Zij hebben dus twee beheerders.

- 38 Zuid-Hollandse Omgevingsverordening – toelichting, p. 53.
- 39 Art. 2.1 Waterwet, Bijlage bij art. 1.1 Omgevingswet, deel A, en Mostert (2023), t.a.p.
- 40 Zuid-Hollandse Omgevingsverordening, geo-informatieobjecten (GIO's), initiële versie 15-12-2021, <https://ruimtelijkeplannen.zuid-holland.nl/ZHOV>.
- 41 Zie bv. Haasnoot, M., Diermanse, F., Kwadijk, J., Winter, R.D. & Winter, G., 2019, *Strategieën voor adaptatie aan hoge en versnelde zeespiegelstijging; Een verkenning*, Delft: Deltares; Haasnoot, M. & Diermanse, F. (red.), 2022, *Analyse van bouwstenen en adaptatiepaden voor aanpassen aan zeespiegelstijging in Nederland*, Delft: Deltares.
- 42 KNMI 2023, *KNMI '23 klimaatscenario's voor Nederland*, De Bilt: KNMI.
- 43 Zie Kramer, t.a.p., p. 37-39 voor de onderbouwing.
- 44 Klijn, F., Hegnauer, M., Beersma, J. & Sperna Weiland, F., 2015, *Wat betekenen de nieuwe klimaatscenario's voor de rivierafvoeren van Rijn en Maas; Samenvatting van onderzoek met GRADE naar implicaties van nieuwe klimaatprojecties voor rivierafvoeren*, Deltares en KNMI, p. 18.
- 45 Zie Haasnoot et al., t.a.p.
- 46 Wieringen, D.R.G. van, Nieuwkamer, R.L.J., Handgraaf, S., Loesink, A., Slagter, L., Wijngaart, T. van der, & Ruijgrok, E.C.M., 2022, *Analyse KRW-doelbereik en mogelijke consequenties*, Utrecht: Witteveen + Bos.
- 47 Sinds november 2022 is dit zelfs overheidsbeleid: Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, Kamerbrief Water en Bodem sturend, 25 november 2022, Kamerstukken II, 27.625 nr. 592.
- 48 Deltares, 2023, *Sluizen in Rotterdam: geen rechtdoorzee oplossing voor droogteprobleem*, [www.deltares.nl/expertise/onze-expertises/droogte/sluizen-in-rotterdam-geen-rechtdoorzee-oplossing-voor-droogteprobleem](http://www.deltares.nl/expertise/onze-expertises/droogte/sluizen-in-rotterdam-geen-rechtdoorzee-oplossing-voor-droogteprobleem).
- 49 Er is gebruik gemaakt van de KNMI scenario's uit 2013 omdat de nieuwe KNMI scenario's voor het onderzoek te laat kwamen.
- 50 Kramer, t.a.p.
- 51 Teixeira de Mattos, L.F., 1906, *De waterkeeringen, waterschappen en polders van Zuid-Holland, Deel I: Algemeene provinciale reglementen. Het vasteland, afd. 1: Het Hoogheemraadschap van Rijnland*, 's-Gravenhage: Nijhoff.
- 52 In dit onderzoek zijn deze kosten niet gekwantificeerd. Zie voor een kwantificering van enige kosten en baten van een vaarverbinding tussen de Rotte en de Oude Rijn het rapport *Rijn-Rotte-Vliet; Van vaarverbinding naar groenblauwe gebiedsontwikkeling* uit 2017. Hierin ontbreken de kosten van alternatieve maatregelen om wateroverlast aan te pakken en de kosten van droogte en maatregelen tegen droogte.
- 53 Op dit moment wordt er in het Groene Hart naar schatting 1,4 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar uitgestoot als gevolg van veenoxidatie. Dat is meer dan de CO<sub>2</sub>-uitstoot van alle woningen in Groene Hart-gemeenten (elektra, gas en warmte), die geschat wordt op 1,3 miljoen ton. (PBL, 2015, *Het Groene Hart in beeld; Een uniek veengebied midden in de Randstad*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving)
- 54 Vgl. Jansen, A.J.M., Duinen, G.A. van, Tomassen, H.B.M., en Smits, N.A.C., 2014, Herstellende hoogvenen, in: *Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats*, Deel II, p. 671-700, [www.natura2000.nl](http://www.natura2000.nl).
- 55 Van Tielhof en Van Dam, t.a.p., p. 56-57 en 75 en de literatuur vermeld in noot 19.
- 56 Hildebrand, 1839, Varen en rijden, *Camera Obscura*. Haarlem: Erven F. Bohn, p. 139-156. Eerder gepubliceerd in *Studenten almanak voor het jaar 1838*, Leiden: L. Herdingh en zoon.





 **TU Delft**

