

Wat leert de geschiedenis ons over circulariteit?

Citation for published version (APA):

Lintsen, H., & Berkers, E. (2021). *Wat leert de geschiedenis ons over circulariteit? Een historisch essay over Rijkswaterstaat en circulariteit*. Rijkswaterstaat.

Document license:

Onbepaald

Document status and date:

Gepubliceerd: 13/12/2021

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Wat leert de geschiedenis ons over circulariteit?

Een historisch essay over Rijkswaterstaat
en circulariteit

Omslagbeeld: *Vlechtwerkzaamheden voor aanleg van betonwegen in de wegenbouw.*

Leeswijzer

In opdracht van Rijkswaterstaat, het Impulsprogramma circulaire economie, hebben Harry Lintsen en Eric Berkers, historisch onderzoek gedaan naar circulariteit bij Rijkswaterstaat vanaf haar oprichting. Beiden zijn techniek-historici bij de Stichting Historie der Techniek/TU Eindhoven. Ze bieden interessante inzichten en feiten over hoe we vroeger omgingen met materialen, grondstoffen, de rol van Rijkswaterstaat et cetera en dat alles in de verschillende historische contexten. Interessant om te lezen, maar vooral ook interessant om van te leren, voor nu en voor de toekomst.

Wat leert de geschiedenis ons over circulariteit?

Een historisch essay over Rijkswaterstaat
en circulariteit

Harry Lintsen
Eric Berkers

Stichting Historie der Techniek
Eindhoven 2021

Inhoud

Circulariteit: een grootse ambitie van Rijkswaterstaat 7

DEEL I: Een geschiedenis in vier perioden 9

1798 - 1850

Gebrekkige circulariteit 10

De oprichting van Rijkswaterstaat in tijden van chaos 10

In dienst van de Koning 11

Grondstoffen, materialen en arbeid 12

Circulair en problematisch 13

1850 - 1970

Succesvolle lineariteit 16

De eerste Grote Overgang: industrialisatie en modernisering 16

Superieure Rijkswaterstaat 17

Het innovatieve vermogen van Rijkswaterstaat 19

Lineariteit en de uitrustingsprocessen 22

1970 - 2015

Brede circulariteit	24
De tweede Grote Overgang: een verbijsterende cultuuromslag	24
Herwonnen kracht en het integraal waterbeheer	25
Duurzaam bouwen en het integraal ketenbeheer	26
Rijkswaterstaat, duurzaam bouwen en de markt	29
Klimaatakkoord en 'Nederland circulair in 2050'	32

2015 - 2050

Naar circulaire klimaatneutraliteit, een koersverandering	32
DEEL II: Lessen uit de geschiedenis	37
Circulariteit in context	38
Circulariteit en de uitruilprocessen	40
Het innovatieve vermogen van Rijkswaterstaat	41
De sturende rol van Rijkswaterstaat	43
Drie rollen van Rijkswaterstaat	44
Wat is de kans van slagen in 2030 en 2050?	44
Bronnen voor verder onderzoek	47

Circulariteit: een grootse ambitie van Rijkswaterstaat

‘Nederland circulair in 2050’ is de ambitie van de Nederlandse regering, die met het Rijksbreed programma ‘Circulaire Economie’ wordt nagestreefd:

‘Om de mensheid blijvend te kunnen voeden en voorzien van noodzakelijke goederen en om een menswaardig bestaan te garanderen, is een fundamenteel anders omgaan met grondstoffen noodzakelijk.’

Naast het ideële motief speelt ook de internationale politiek een rol. Nederland en Europa worden met een circulaire economie minder afhankelijk van de import van schaarse grondstoffen. Bovendien biedt een circulaire economie economische kansen voor Nederland. Het land heeft een goede uitgangspositie:

‘Het beschikt over een goede infrastructuur, mainports en toonaangevende bedrijven. Denk bijvoorbeeld aan de chemie, agri-foodsector, hightechsystemen en -materialen, logistiek, creatieve industrie en recycling.’

De Sociaal Economische Raad (SER) en de Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur ondersteunen de urgentie om de economie om te buigen. De regering stelt zich daarom de vraag:

‘Nederland circulair in 2050. Wat vergt dat?’²

Rijkswaterstaat heeft de uitdaging direct opgepakt en is het Impulsprogramma Circulaire Economie gestart. In 2050 zal er op zijn domein volledig circulair gewerkt gaan worden. De dienst is ook een prima partij voor de transitie naar een circulaire economie, zo stelt hij zelf. Hij is een grootverbruiker van asfalt, beton, zand en grond. Bovendien kan hij als de grootste opdrachtgever in de bouwsector zijn invloed aanwenden. Met zijn grote inkoopvolumes is hij voor marktpartijen interessant om te investeren in circulaire innovaties. Daarnaast koopt hij voor zijn bedrijfsvoering, waaronder kantoorinrichting en catering, op grote schaal in.

Het Impulsprogramma zet in op het verminderen van het gebruik van primaire grondstoffen voor het aanleggen, vervangen, renoveren, onderhouden en beheren van waterstaatswerken en infrastructuren. Ook stuurt het aan op het hoogwaardig hergebruik van alle vrijkomende materialen, op het verminderen van de CO₂-uitstoot en op het behoud van het natuurlijk kapitaal.

De ideeën voor een circulaire economie zijn niet nieuw, ook niet in de water- en infrabouw. Al eerder is gewerkt met concepten zoals ‘integraal ketenbeheer’ en ‘duurzaam bouwen’. Afval werd meer en meer gezien als grondstof. Het belandde niet meer op vuilnisbelten, maar werd verzameld en gesorteerd. Veel restmaterialen werden hergebruikt. De hoop was dat de economische groei dan gepaard ging met een reductie van grondstoffen en emissies. Wat is nieuw in het huidige tijdsgewricht?

Als we verder terugkijken in de geschiedenis blijkt, dat Rijkswaterstaat ooit al volledig circulair werkte. Alle vrijkomende materialen werden hergebruikt of losten probleemloos op in het ecosysteem. Er werd niet ingeteerd op het natuurlijk kapitaal. Wat is er mis gegaan en wanneer? Kunnen we iets leren van die periode?

Om die vragen te kunnen beantwoorden is een brede definitie van circulariteit nodig. In eerste instantie lijkt een circulaire economie vooral te gaan over het sluiten van ketens of het creëren van kringlopen van grondstoffen, materialen en producten zonder emissies. Dit is de beperkte definitie van circulariteit. Wie de documenten van het Impulsprogramma van Rijkswaterstaat goed leest, bemerkt dat er ook een brede definitie is. Het gaat namelijk om circulariteit in combinatie met het creëren van meerwaarde voor de samenleving. Die meerwaarde heeft betrekking op welvaart, welzijn, leefbaarheid, landschap, kortom op kwaliteit van leven. Met andere woorden, het sluiten van de ketens staat niet op zichzelf, maar moet ook in dienst staan van dergelijke maatschappelijke opgaven.

Met deze brede definitie als vertrekpunt is een essay te schrijven over Rijkswaterstaat en circulariteit in een historisch perspectief. We gaan in deel I van het essay uitgebreid in op de geschiedenis van Rijkswaterstaat in vier perioden: 1798-1850, 1850-1970, 1970-2015 en 2015-2050. Voor ieder van deze perioden zal een schets worden gegeven van een viertal aspecten:

- De maatschappelijke uitdagingen waarvoor Rijkswaterstaat stond
- De organisatie van de dienst en van het waterstaatsdomein
- De grondstoffen en materialen die op het waterstaatsdomein gebruikt werden
- De thema's die vanuit het gezichtspunt van 'circulariteit' en 'brede welvaart' aan de orde waren.

In deel II van het essay formuleren we een aantal historische lessen en sluiten we af met enkele strategische noties voor de toekomst.

We starten met een diepe duik in de geschiedenis van Rijkswaterstaat.

DEEL I: Een geschiedenis in vier perioden



Zitting Eerste Nationale Vergadering in Den Haag van 1 maart 1796 tot 31 augustus 1797. Bron: Collectie Rijksmuseum Amsterdam

1798 - 1850

Gebrekkige circulariteit

De oprichting van Rijkswaterstaat in tijden van chaos

Rijkswaterstaat was het opmerkelijk resultaat van een ‘fluwelen’ revolutie. Franse troepen waren in 1795 Nederland binnen gevallen en hadden een einde gemaakt aan de Republiek der Zeven Verenigde Provinciën. Een deel van de Nederlandse bevolking had de inval met enthousiasme begroet. Het had schoon genoeg van de regentenkliek in steden en provincies. In Frankrijk was de revolutie met haar idealen van vrijheid, gelijkheid en broederschap ontspoord in geweld, dictatuur en oorlog. Hier verliep de omwenteling zonder noemenswaardig bloedvergieten. Dat neemt niet weg dat er ongeveer twee decennia lang sprake was van bestuurlijke en politieke chaos in ons land.

De Nederlandse statenbond moest omgevormd worden tot een democratische eenheidsstaat. Het werken aan de nieuwe staatsinrichting bracht fundamentele vragen en oeverloze debatten met zich mee. Wat was de bevoegdheid van de volksvertegenwoordiging en hoe verhield die zich tot de regering? Met welke taken moest het rijk zich bezighouden en tot hoever strekte zijn bevoegdheden? Hoe was de verhouding tussen het rijk en de lagere bestuursorganen – de provincies, de steden en de waterschappen? Staatsgrepen en machtswisselingen volgden elkaar in rap tempo op en uiteindelijk lijfde Napoleon Nederland bij Frankrijk in. Na zijn val in 1813 kwam het land in rustiger vaarwater. Het werd een koninkrijk met Willem I als koning.

De politieke worstelingen zijn zichtbaar in de ontstaansgeschiedenis van Rijkswaterstaat. Zijn oprichting in 1798 was een uitdrukking van het streven naar een eenheidsstaat. De waterstaatszorg

ging evenals onderwijs en economie behoren tot de taken van het rijk. De waterschappen bleven echter grotendeels autonoom. De provincies kregen het toezicht op de waterschappen, de zee- en rivierwerken.³ Het rijk kreeg het oppertoezicht over de gehele waterstaatszorg en het beheer over een aantal zee- en rivierwerken van nationaal belang. Rijkswaterstaat werd belast met de uitvoering.

De organisatie bleek in de praktijk niet echt een nationale dienst. Zij werkte zowel voor het rijk als voor de provincies en weerspiegelde daarmee de onduidelijke en soms problematische relatie tussen de twee overheden. Als jonge organisatie had Rijkswaterstaat het al moeilijk om zich te handhaven. De tweeslachtigheid in de organisatie tastte ook haar positie aan. Welke van de twee ‘heren’ moest de waterstaatsingenieur bedienen? Daar kwam nog bij, dat de dienst intern verdeeld raakte. Hij had in sommige periodes een tweehoofdige leiding en die twee ‘hoofden’ lagen voortdurend met elkaar overhoop. Bovendien was de status van de waterstaatsingenieur in de toenmalige standenmaatschappij niet hoog.

De eerste generatie Rijkswaterstaters had grotendeels een ambachtelijke achtergrond en een opleiding in de praktijk. De bestuurders die zij dienden en de ambtenaren waarmee ze samenwerkten hadden veelal een adellijke achtergrond of een universitaire opleiding. Rijkswaterstaat was in de eerste helft van de negentiende eeuw een krachteloze organisatie.⁴ Haar voortbestaan kwam zelfs enkele malen in gevaar. Dat er toch nog een groot aantal waterstaatswerken onder haar leiding tot stand kwam, lag aan koning Willem I.



Willem I, koning der Nederlanden van 1815 tot 1840.
Bron: Collectie Rijksmuseum Amsterdam

In dienst van de Koning

Willem I regeerde als een verlicht despoot. De staat dat was hij. Een van de grootste ambities van de koning was de bevordering van de volkswelvaart. Het thema kwam in bijna al zijn troonredes terug.

Het verarmde Nederland moest tot bloei worden gebracht met ijver en vlijt en met nuttige kennis en producten. Een cruciaal onderdeel van zijn politiek was de ontwikkeling van de infrastructuur.

Voorspoed vereiste de eenwording van het land, zowel politiek als economisch en cultureel. Een goede infrastructuur was daarvoor een van de voorwaarden.

Onder Willem I kwam een samenhangend netwerk van landwegen met internationale verbindingen tot stand. Aanvankelijk was dat vooral het werk van de staat. Provincies, gemeenten en particulier kapitaal volgden met de verfijning van het netwerk, dat alle landsdelen met elkaar verbond. De koning zette ook in op de bouw van kanalen, waaronder het

Noord-Hollands Kanaal (1819-1824) en de Zuid-Willemsvaart (1822-1826).⁵ De aanleg van spoorwegen beperkte zich onder zijn bewind tot het traject Amsterdam - Haarlem als onderdeel van een treinverbinding van Amsterdam naar Rotterdam, en de voorbereiding van die van Amsterdam naar het Duitse achterland.

En dan was er natuurlijk het domein van de waterstaat. De rivieren bezorgden de koning voortdurend hoofdbrekens. De overstromingen in het rivierengebied die het land herhaaldelijk teisterden, waren in 1798 een belangrijke reden geweest om de Rijkswaterstaat op te richten. De dienst slaagde er echter niet in om de rivieren te beteugelen. Willem I spendeerde er twee commissies aan, maar ook zij losten de problemen niet op. Wat betreft de strijd tegen het zeewater had Rijkswaterstaat vooral bemoeyenis met een aantal dijken in Zeeland. Zeeweringen waren de taak van de waterschappen. Dat gold eveneens voor de beheersing van het binnenwater, de meren en de plassen.

Hier greep de koning in met het grootste waterstaatsproject van de negentiende eeuw, de droogmaking van het Haarlemmermeer (1849 – 1852).

Saillant detail: het meer werd drooggemalen met grote stoommachines (waaronder de Cruquius), terwijl de leiding van Rijkswaterstaat had gepleit voor windmolens. Met het project had de dienst



IJsgang en dijkbreuk te Vuren bij Gorinchem, 1799
Bron: Rijksmuseum



Een polderkeet, tijdelijke huisvesting van de polderwerkers bij de aanleg van kanalen, 1890. Bron: *Eigen Haard* 16 (1890), blz. 537.

aan prestige kunnen winnen, maar het gebrek aan innovatief vermogen en aan durf om risico's te nemen brak hem op. De invloed van Rijkswaterstaat was gering. Koning Willem I bepaalde met name het beleid en Rijkswaterstaat was zijn uitvoeringsorganisatie. De dienst vertaalde zijn wensen in ontwerpen en had de leiding over de werkzaamheden.

Grondstoffen, materialen en arbeid

Al met al verzette Rijkswaterstaat behoorlijk wat werk. Dat deed hij met een kleine organisatie van minder dan 60 ingenieurs. Onder leiding van de dienst werden de werkzaamheden aan wegen, kanalen, zee- en rivierwerken uitgevoerd door kleine aannemers, die een variëteit aan ambachtslieden mobiliseerden zoals metselaars en timmerlieden en bij een aantal werken een omvangrijke schare aan ongeschoolde arbeidskrachten inschakelden, de polderwerkers. De aannemers organiseerden ook de toevoer van allerlei grondstoffen en materialen.

Het domein van Rijkswaterstaat kenmerkte zich door het gebruik van een grote variëteit aan grondstoffen, materialen en producten.

Zand en klei waren de omvangrijkste categorieën. Natuursteen, grind en metaal werden eveneens in volumineuze hoeveelheden gebruikt. Dat gold ook voor turf en steenkool. Verder werden grote hoeveelheden hout en gras van verschillende soort verwerkt, en kleinere hoeveelheden grondstoffen zoals bijvoorbeeld schelpen voor kalkproductie en wegbedekking.

Klei, zand en grind werden voor een belangrijk deel onbewerkt of met minimale bewerkingen toegepast. Het ging bij waterstaatswerken in hoofdzaak om grondverzet. Bewerkingen waren wel nodig als bijvoorbeeld klei werd gebruikt voor de fabricage van bakstenen en klinkers. In dat geval waren grote hoeveelheden turf nodig. Verder ondergingen natuurstenen een bewerking voor het maken van steenglooiingen. Uit ijzererts werd smeed- en gietijzer geproduceerd. Met wilgen werden de rijswerken gevlochten. Uit dennenhout werden latten gezaagd en met stro krammatten gemaakt, et cetera.

De grondstoffen- en materiaalketens brachten een lange reeks van eenvoudige artefacten en ingewikkelde constructies voort, zoals brugjukken, kribben, sluisdeuren, kademuren, havenhoofden, aardebanen, windmolens en bruggen. Uiteindelijk werden op basis

daarvan de zee- en rivierwerken, kanalen en landwegen gerealiseerd. Het merendeel van de grondstoffen werd in Nederland gewonnen. Nagenoeg alle bewerkingen in de ketens gebeurden hier te lande. Uit het buitenland kwamen vooral natuurstenen (Duitsland en België) en hout (Duitsland en het Oostzeegebied).

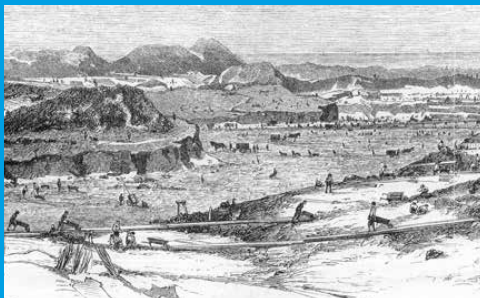
De bewerkingen waren deels ambachtelijk van aard. Op de bouw trof men onder andere de metselaars, timmerlieden en smeden. Ambachtelijk was ook het specialistische werk van de rijswerkers in Sliedrecht, de houtzagers van de Zaanstreek en de molenbouwers hier te lande. Het merendeel van de arbeiders was echter ongeschoold. Men trof deze

onder andere aan in de steenbakkerijen met veel vrouwen- en kinderarbeid of bij het heien voor funderingen door heiers.

Ongeschoolde arbeiders die in grote getalen de grote projecten bevolkten, waren de polderwerkers. De waterstaatswerken vereisten het versjouden van grote hoeveelheden grond en dat gebeurde hoofdzakelijk met kruiwagens en schop door deze grondwerkers.

Paardenvlees en mensenzweet': het 'circulair' aanleggen van een kanaalpand

Voor het aanleggen van een kanaal zoals de Zuid-Willemsvaart (1822-1826) en het Noord-Hollands Kanaal (1819-1824) moesten ettelijke miljoenen tonnen grond verplaatst worden. Dat gebeurde met duizenden arbeiders en talloze paarden. Mannen en vrouwen waren van 's morgens vroeg tot 's avonds laat bezig met kruiwagens, schoppen, draagmanden en paardenkarren. De uitgegraven grond werd vervoerd naar de kanaaldijk en daar uitgespreid en aangestampt. Het wegmalen van het grondwater geschiedde met pompen bediend met de hand of door tonmolens aangedreven door paarden.



Aanleg Noordzeekanaal. 1865

Bron: Archiefdienst Amsterdam

Het aanleggen van een kanaal bestond voor een belangrijk deel uit grondverzet en dat deel van het werk – zo zou men kunnen zeggen – gebeurde 'circulair'. Geen gebruik van fossiele grondstoffen, geen gebruik van betonnen of stalen damwanden en ook geen gebruik van klei of leem die van verre aangevoerd moest worden ter versteviging van de dijk. Dat alles had wel een prijs: 'paardenvlees en mensenzweet', zoals een volkswijsheid uit die tijd het uitdrukte. En zelfs meer dan dat. De polderwerkers, zoals zij ook werden genoemd, kwamen van heide en verre, woonden vaak in armzalige keten en leefden vaak in barre omstandigheden.

Het arbeidersvolk stond bekend als ruig, zedeloos en drankzuchtig. Opstootjes in de omgeving en conflicten met het plaatselijk gezag waren aan de orde van de dag. Was het werk klaar, dan vertrokken zij weer en haalde de lokale gemeenschap opgelucht adem, ofschoon er door de plaatselijke middenstand, met name café's ook goed aan werd verdiend. Met de komst van de stoomkracht en de graaf- en transportmachines verdween dit mensonterende aspect van de toenmalige, circulaire waterbouw.

Circulair en problematisch

Het domein van Rijkswaterstaat in de eerste helft van de negentiende eeuw kan in belangrijke mate als ‘circulair’ gekarakteriseerd worden. Kanalen, landwegen, zeekeringen en rivierwerken behoorden tot het onroerend goed met een levensduur van meerdere decennia. Indien projecten het einde van hun levensduur bereikten, dan werd het merendeel van de materialen hergebruikt. Bakstenen, natuurstenen, houten balken en ijzeren onderdelen werden bij de sloop of het onderhoud zorgvuldig gesorteerd en met dezelfde functionaliteit elders opnieuw ingezet. Indien dat niet lukte, werden stenen vergruisd en als wegenbedekking gebruikt, werd hout verbrand en ijzer omgesmolten of bewerkt tot producten met een andere functionaliteit. Voor zover bio-grondstoffen zoals hout, twijgen, wiepen en stro achter bleven, werden die grotendeels zonder problemen opgenomen in het ecosysteem. Datzelfde gold ook voor de minerale grondstoffen.

Dit ‘circulaire’ beeld kende enkele uitzonderingen. Zo bracht het gebruik van turf in de ketens uitputting van deze fossiele grondstof met zich mee. Ook aan het gebruik van hout zaten haken en ogen. Nederland importeerde op grote schaal constructiehout (naaldhout en eikenhout) onder andere voor waterstaatswerken.

Dat droeg bij aan de ongebreidelde kap en de omvangrijke kaalslag in grote delen van het Zwarte Woud en andere streken. De omvang van de houtkap oversteeg verre de mogelijkheid tot natuurlijk herstel van de bossen.⁶

De situatie op het domein van Rijkswaterstaat mag weliswaar in engere zin grotendeels als ‘circulair’ betiteld worden, in bredere zin was de situatie problematisch. ‘Circulariteit’ betekent immers meer dan het al of niet sluiten van ketens. Zij moet tevens geplaatst worden in de context van ‘brede welvaart’. Wat droeg de toenmalige ‘circulaire’ werkwijze van Rijkswaterstaat bij aan de kwaliteit

van leven van tijdgenoten, de toekomstige generaties en de bevolking elders in de wereld.

De Rijkswaterstaat had – zoals we zagen – een belangrijke opdracht, namelijk het beschermen van de bevolking tegen de rivieroverstromingen. Daarin slaagde zij niet. Dat lag deels aan de bestuurlijke en politieke verhoudingen, maar deels ook aan de werkwijze en de beschikbare technologie. De meest perspectiefvolle oplossing – de normalisatie van de rivieren en het verleggen van riviermondingen – kon met de toenmalige ‘circulaire’ werkwijze en technologie niet gerealiseerd worden. Zwaarder materieel gedreven door stoomkracht was hiervoor nodig – zo bleek in de tweede helft van de negentiende eeuw – en die technologie was in deze periode nog in ontwikkeling. Opeenvolgende generaties in het rivierengebied bleven in angst leven voor de regelmatig terugkerende overstromingen.

Nog in een ander opzicht was de situatie problematisch. ‘Circulariteit’ moet gepaard gaan met een optimale levenskwaliteit voor de bevolking onder andere in termen van gezondheid, voeding, huisvesting en veiligheid. Vanuit hedendaags perspectief ontbrak het daaraan met betrekking tot de factor arbeid. De winning van basalt, bijvoorbeeld, gebeurde in steengroeven in het naburige Duitsland en België. De arbeidsomstandigheden waren er zwaar en onveilig. In Nederland maakten veel arbeiders op het waterstaatsdomein lange werkdagen tegen een lage beloning en verrichtten zij zware arbeid onder vaak moeilijke omstandigheden (te koud, te heet of te nat). Vooral de polderwerkers waren te betreuren (zie kader). Zij kwamen uit heel Nederland massaal op de grote werken af, werden slecht betaald, slecht gehuisvest en door de omgeving als buitenstaanders vijandig bejegend. Rijkswaterstaat en politiek hielden zich niet specifiek bezig met deze problemen op het waterstaatsdomein.



Het fabriekscomplex van L.I. Enthoven & Co aan de Trekvljet, ca. 1870. Bron: SHIE

1850 - 1970

Succesvolle lineariteit

De eerste Grote Overgang: industrialisatie en modernisering

Het midden van de negentiende eeuw is een breekpunt in de geschiedenis van Nederland. Rond 1850 startte een proces, dat historici later zullen betitelen als de eerste, diepe transitie of de eerste, grote overgang. Het land moderniseerde in vele opzichten. Er was sprake van een industriële revolutie, van een revolutie in de landbouw en van een infrastructurele revolutie. We zien de geboorte van een parlementaire democratie, de eenwording van Nederland en het ontstaan van een verzorgingsstaat. We spreken over een demografische revolutie, de trek naar de stad en de opkomst van een consumptiemaatschappij. Dat alles zou tussen 1850 en 1970 in verschillende golven plaatsvinden van krachtige dynamiek en diepe crises. Rond 1970 kanteelde de geschiedenis opnieuw en ving de tweede, diepe transitie aan ofwel de tweede, grote overgang, maar daarover later meer.

Voor onze analyse zijn de staatkundige omwenteling en de technisch-economische revolutie van belang. In 1848 herschreef Thorbecke de grondwet van Nederland. Aan de grote politieke en bestuurlijke macht van de koning kwam een einde. Willem I had toen al geruime tijd het historisch toneel verlaten. Zijn opvolgers vervulden voortaan vooral een ceremoniële functie. Ministers moesten zich voor hun beleid niet langer verantwoorden tegenover de koning, maar tegenover het parlement (dat aanvankelijk slechts door een klein deel van de mannelijke bevolking werd gekozen). Ook kwam er een duidelijk taakafbakening tussen staat, provincies en gemeenten.

Aan de tweeslachtige positie van Rijkswaterstaat kwam een einde. De dienst was er nu voor de rijkstaken. Vanaf deze periode debatteerde het parlement uitvoerig over waterstaatskwesties en Rijkswaterstaat.

De technisch-economische revolutie openbaarde zich ook op het waterstaatsdomein. Ze voltrok zich in twee golven. Het gebruik van steenkool en ijzer waren de grote veranderingen in de tweede helft van de negentiende eeuw. Steenkool werd de energiebron van een breed machinepark, dat werd ingezet bij de water- en infrabouw. Stoommachines dreven de baggermolens, elevatoren, graafmachine, grondzuigers en tal van andere machines aan, die de bouwplaatsen van de projecten gingen 'bevolken'.

Ijzer en staal waren het constructiemateriaal van deze machines, van honderden kilometers rails en van kunstwerken zoals sluizen en stuwen, stationsoverkappingen en spoorwegbruggen. Aardolie en beton brachten de grote veranderingen in de twintigste eeuw. Olie werd het substituut voor de steenkool als energiebron voor machinerie en transport. Daarnaast kregen olieproducten nog diverse nieuwe bestemmingen, zoals – na 1945 – de toepassing van kunststoffen in constructies. Verreweg de belangrijkste, nieuwe toepassing was het gebruik van bitumen, dat als bindmiddel werd gebruikt bij de productie van asfalt. Beton werd het belangrijkste constructiemateriaal.

De bouw van de Noordersluis in IJmuiden (1919-1930) gold als de doorbraak van gewapend beton in de waterbouw. In de wegen- en brugbouw paste Rijkswaterstaat het materiaal al volop toe. Bij de Deltawerken zou gewapend beton de status van een onmisbaar materiaal voor de waterbouw krijgen.

Superieure Rijkswaterstaat

Veel uitdagingen waren in het midden van de negentiende eeuw nog hetzelfde als een halve eeuw daarvoor: de rivieren moesten nog steeds onder controle worden gebracht en de kusten – met name de zeeeringen in Zuidwest-Nederland en rond de Zuiderzee – vereisten voortdurend de aandacht. Wat betreft de infrastructuur was een nationaal

wegennet ver gevorderd, terwijl een nationaal kanalenet nog om de nodige aanvullingen vroeg. Verder vroeg de toegang tot de havens van Rotterdam en Amsterdam om ingrijpende maatregelen. Ook was er een grote uitdaging bijgekomen: de aanleg van een nationaal spoorwegennet.

Een nieuwe generatie van theoretisch opgeleide ingenieurs kreeg de leiding over de rivierverbetering (1850-1900). Zij brachten dat ambitieuze project tot een succesvol einde. De aanleg van het spoorwegennet (1860-1890) werd ondergebracht in een aparte dienst, maar vele ingenieurs van Rijkswaterstaat werden in die dienst gedetacheerd. Ook dat project werd met succes afgesloten.

Rokende en ratelende machines: het ‘lineair’ aanleggen van een riviervak



Grondverzet bij bouwprojecten werd in het laatste kwart van de 19^e eeuw steeds vaker machinaal gedaan door bijvoorbeeld excavateurs. Zoals hier bij graafwerkzaamheden voor de Nieuwe Maasmond

grondgraafmachines, stoomtreintjes en kipkarren de bouwplaats. De polderwerker met schop, paard en kruiwagen was grotendeels uit het beeld verdwenen. Zijn plaats was ingenomen door rokende en ratelende machines.

In een van de riviervakken kwam 65% van het grondverzet van ‘droge’ graafmachines, 26% van ‘natte’ graafmachines en 9% van handmatig grondverzet. De werkzaamheden waren in zoverre ‘lineair’, dat op grote schaal gebruik werd gemaakt van steenkool. Het gebruik van fossiele energiebronnen is een cruciaal onderdeel van een lineaire economie. De vervanging ervan door hernieuwbare energiebronnen zal een van de grootste opgaven worden in de water- en infrabouw.

Op 26 januari 1883 werd het startsein gegeven tot het laatste grootschalige rivierverbeteringsproject van de negentiende eeuw: de verlegging van de Maasmond.

Er werd een nieuwe rivier gegraven die moest zorgen voor een betere afvoer van het water

van de grote rivieren. Het graafwerk was verdeeld over zeven riviervakken. Wat opviel was het ontbreken van de grote aantallen polderwerkers. Voorheen zouden dergelijke projecten duizenden arbeiders op de been hebben gebracht. Nu ‘bevolkten’ tientallen stoombaggermolens, zandzuigers,

De strijd tussen beton en asfalt

De petrochemie was onderdeel van een nieuwe, technologische golf aan het begin van de twintigste eeuw. Olie was de grondstof die de revolutionaire technologie voedde en de auto het technisch artefact dat voor de dynamiek zorgde. De petrochemische industrie leverde niet alleen de brandstof voor de auto, maar ook de grondstof voor de autowegen. Daar ging een harde strijd aan vooraf.

Met de opkomst van de auto voldeden de klassieke wegverhardingen als macadam en klinker niet meer. Het rijden op deze wegen bracht enorme stofwolken, veel lawaai en hinderlijke trillingen met zich mee. De zoektocht naar een nieuw type wegverharding was begonnen. Beton en asfalt waren de kanshebbers.

Het voordeel van beton was de machinale fabricage van betonplaten. Bovendien reed men redelijk trillingvrij over de vlakke betonplaten en slipte de auto minder door het stroeve materiaal. Amerika was een van de eerste met de toepassing van betonnen wegdekken en inspireerde als koploper van de modernisering andere landen. In Nederland bleek de slappe veenbodem een nadeel. Er vond klink en scheuring van het beton plaats. De eerste autosnelwegen in ons land vlak voor de Tweede Wereldoorlog waren deels van beton en deels van klinkers. Na de oorlog begon de opkomst van asfalt.

Asfalt is een mengsel van zand, steentjes, vulstof en bitumen. Bitumen kwam beschikbaar als rest-

product van de raffinage van aardolie. De Bataafsche Petroleum Maatschappij (het latere Shell) was er alles aan gelegen om een bestemming te vinden voor dit restproduct. Zij deed vanaf 1920 onderzoek naar bitumen en asfalt en startte een charmeoffensief. De Technische Hogeschool Delft (nu TU Delft) volgde in haar voetspoor en begon eveneens met onderzoek. Rijkswaterstaat richtte in 1927 het Rijkswegenlaboratorium op, dat onderzoek deed, standaards ontwikkelde en kwaliteitscontroles uitvoerde. De technisch-wetenschappelijke infrastructuur voor asfalt en ander typen wegverhardingen was daarmee opgebouwd.

Asfalt moest zich nu bewijzen ten opzichte van beton en andere materialen. Hoe duur was de aanleg van een asfaltweg? Hoe lang ging hij mee en wat waren de kosten van het onderhoud? Hoe veilig waren asfaltwegen? Welk type asfalt was geschikt voor welk type weg?

Uiteindelijk zou Rijkswaterstaat voor auto-snelwegen in de jaren vijftig overschakelen van beton naar asfalt (zogenaamd dicht **asfaltbeton** met een kleine hoeveelheid steenslag voor het afwalsen van de deklaag om voldoende stroefheid te krijgen). De innovatie droeg bij aan de moderne automobiliteit. De 'lineaire' karakteristieken van asfalt speelde in het hele innovatieproces geen enkele rol. Die stonden pas decennia later ter discussie.

De aanleg van de Nieuwe Waterweg (1863-1872) om de toegang tot de haven van Rotterdam te verbeteren was eveneens het werk van Rijkswaterstaat. Alleen de aanleg van het Noordzeekanaal (1863-1876) ten behoeve van Amsterdam werd door een particuliere maatschappij gedaan. Dat hing samen met het liberale klimaat indertijd.

Het bedwingen van de zee was een van de grootste opgaven van RWS in de twintigste eeuw. De uitvoering

van de Deltawerken was het indrukwekkende resultaat van deze ambitie. In de rivierenproblematiek volgde na de normalisatie de fase van de kanalisatie (het werken aan de bevaarbaarheid van de rivieren). Bovendien werden de rivieren onderdeel van een samenhangend watersysteem, dat verzoeting en verzilting, verdroging en vernatting beheersbaar moest maken.



De bouw van de spoorbrug te Culemborg, 1866 – 1868. De tijdelijke steiger in de rivier bevatte alleen al 2300 kubieke meter hout en 51 ton ijzerwerk.

Foto: P. Oosterhuis.
Bron: Museum Elisabeth Weeshuis, Culemborg

Op het gebied van de infrastructuur betekende de komst van de auto een nieuwe fase van het wegennet, de bouw van autosnelwegen.

Het prestige van Rijkswaterstaat steeg snel in de tweede helft van de negentiende eeuw. Rijkswaterstaat, provinciale waterstaat en waterschap kenden onderling een duidelijke taakverdeling, waarbij Rijkswaterstaat de rol kreeg van de deskundige organisatie bij uitstek.⁷ Aan het begin van de twintigste eeuw had de dienst enige moeite om zijn stevige positie te handhaven. *Vanaf 1930 herwon zij weer aan kracht zelfs zodanig dat de dienst na 1945 het imago kreeg van een staat in de staat. Zij had tot de jaren zeventig een nagenoeg onaantastbare positie.*⁸

Het innovatieve vermogen van Rijkswaterstaat

Wie nam het voortouw in de transitie in de water- en infrabouw? Wie was bereid tot het nemen van risico's? Welke rol speelde Rijkswaterstaat? Was hij koploper of volger?

Rijkswaterstaat was een volger in de transitie naar de stoomtechniek. Stoommachines, stoombaggermolens, stoomzandzuigers en andere stoom

werktuigen werden hoofdzakelijk in het buitenland ontwikkeld. Ook de eerste toepassingen vonden daar plaats. Rijkswaterstaat keek de kat uit de boom. Hij was op de hoogte van de buitenlandse ontwikkelingen, maar behoedzaam bij de toepassing van de buitenlandse innovaties en op cruciale momenten durfde hij geen risico's te nemen. De droogmaling van de Haarlemmermeer met stoom onder leiding van een staatscommissie en niet van Rijkswaterstaat was een jarenlang trauma voor de dienst. De weigering van de leidinggevende rijkswaterstaatsingenieur om stoombaggermolens in te zetten bij de aanleg van de Nieuwe Waterweg kwam het rijk letterlijk duur te staan en leverde een deuk op in het imago van de organisatie. Het project overschreed verre de begroting en liep vertraging op. De toepassing van de stoomwerktuigen ging gepaard met onzekerheden, leverde regelmatig conflicten op in de top van Rijkswaterstaat en zorgde voor een afwachtend beleid.

Op een nieuw domein als dat van de spoorwegen durfden Rijkswaterstaatsingenieurs soms meer risico's te nemen. Onder hun leiding werd bijvoorbeeld de spoorbrug bij Culemborg gebouwd volgens een internationaal baanbrekend ontwerp

Bouw van caissons voor de Deltawerken in 1953.



(1866-1868). Het betrof een vakwerkbrug van ijzer en staal met een nog nimmer vertoonde lengte van 154 meter. In het algemeen ging Rijkswaterstaat voorzichtig en zorgvuldig met innovaties om. Dat gold ook de toepassing van gewapend beton rond 1900. Een probleem was de inwerking van zout met betonrot als gevolg. Ook was onbekend hoe gewapend beton zou reageren op golfslag en op de wisselende omstandigheden van hoog en laag water. Het gebruik van beton hield gelijke tred met de toepassing ervan in het buitenland.

Tussen 1920 en 1970 werd de situatie geheel anders en kreeg Rijkswaterstaat een niet eerder vertoond innovatief elan. Een reeks studiediensten, onderzoeksafdelingen en gespecialiseerde bouwdiensten onder andere voor de bruggen en de sluisen, werden in de jaren twintig en dertig opgericht. De leiding gaf te kennen een toonaangevende rol te willen spelen in de civiele techniek en alle onderdelen van het vak technisch en wetenschappelijk te willen beheersen. Natuurkundigen, wiskundigen en specialisten in de civiele techniek deden hun intrede. Daarnaast werd het gebruikelijker dat Rijkswaterstaat een beroep deed op grote aannemers en ingenieursbureaus.

Na de Tweede Wereldoorlog zou het opgebouwde innovatieve vermogen een cruciale bijdrage leveren aan de totale 'verbouwing' van Nederland: het revolutionaire Deltaplan en de indrukwekkende Deltawerken; de gedurfde Haringvlietssluisen, de slimme sluis bij Driel en een verregaande controle over de Nederlandse waterhuishouding; een modern rijkswegennet van honderden kilometers autosnelwegen met tunnels, bruggen en klaverbladen. Deze en andere grote werken leverden Rijkswaterstaat een ongekende heroïsche status op. Zijn draagvlak in politiek en onder de bevolking was enorm.

Hergebruik na de Tweede Wereldoorlog

'Hergebruik van afvalstoffen in de wegenbouw is niet nieuw. Ook in de eerste jaren na de Tweede Wereldoorlog toen de grondstoffenvoorziening in ons land nog slecht functioneerde, werd puin als funderings- en toeslagmateriaal voor asfalt gebruikt en werd zelfs asfalt warm hergebruikt.'

Ir. F.P. de Groot in Otar 72 (1987) no. 9, 308.

Het verdwijnen van mensonterende arbeid



Steenmakersploeg van een steenfabriek, 1900.

Bron: Nederlands Openlucht Museum

De overgang van ambachtelijke ‘circulariteit’ naar moderne ‘lineariteit’ op het domein van Rijkswaterstaat bracht verschillende thema’s van uitruil met zich mee (zie de hoofdstekst). Een belangrijke uitruil was het verdwijnen van mensonterende arbeid door de overgang naar ‘lineaire’ technologieën en daarop afgestemde wetgeving. Dat gebeurde in verschillende fasen.

Het massale handwerk met kruiwagens en schop maakte plaats voor met stoom aangedreven machines. Daarmee verdween het zware werk van de polderarbeider. Dan nog bleven er gevoelige arbeidsvraagstukken bestaan op verschillende locaties in de waterstaatketens (de steenkolen- en ijzerertsminen, de metaal- en machinefabrieken, de

constructie- en bouwplaatsen): lange arbeidstijden, kinder- en vrouwenarbeid, lage lonen en erbarmelijke arbeidsomstandigheden bleven bestaan. Zo nam het aantal bedrijfsongevallen toe door het werken met door stoom aangedreven machines.

Rijkswaterstaat hield zich niet specifiek met deze problematiek bezig. Wel werd het arbeidersvraagstuk een nationale kwestie door de opkomst van socialistische bewegingen.

Rijkswaterstaatsingenieurs namen rond 1900 deel aan dat debat en werden actief binnen vooruitstrevende verenigingen en politieke partijen. Op deze wijze droegen zij bij aan de totstandkoming van de arbeidswetgeving in die periode.

Lineariteit en de uitruilprocessen

De transitie naar een 'lineaire' water- en infrabouw heeft Nederland veel opgeleverd. Zij droeg in hoge mate bij aan een veilig en welvarend Nederland. De rivierenproblematiek kwam tot een vooralsnog acceptabele oplossing. De Afsluitdijk en de Deltawerken beschermden het lage land tegen de zee als nooit tevoren. De spoor- en autowegenetten zorgden voor een moderne infrastructuur. De verbeterde toegang tot de havens van Rotterdam en Amsterdam werd de ruggengraat voor de toenemende, internationale handel. Industrialisatie, economische groei en welvaart in Nederland hingen hiermee samen.

Al die werken waren niet of slechts moeizaam te realiseren met de ambachtelijke 'circulaire' werkwijze.

Het ambacht met klassieke gereedschappen, werktuigen en materialen moest plaatsmaken voor moderne machines en bouwstoffen. Dat bracht wel een fundamentele uitruil met zich mee, ofwel Nederland betaalde er ook een prijs voor.

Fossiele grondstoffen werden cruciaal voor de waterstaatswerken en de 'lineariteit' van de fossiele keten werd een belangrijk kenmerk van het domein van Rijkswaterstaat. Die ontwikkeling stond niet op zichzelf, maar was kenmerkend voor een groot deel van de productie- en consumptieketens in Nederland. Lange tijd zag men dat nauwelijks als een probleem.

De problemen begonnen onder andere in de olie en petrochemie. Zo kreeg de lucht van Rotterdam en Amsterdam reeds voor de Tweede Wereldoorlog te maken met hoge concentraties zwaveldioxide en zwarte rook. Aanvankelijk werd dat nog gezien als horend bij de toegenomen welvaart. In de loop van de jaren zestig werd het steeds meer beoordeeld als onacceptabele luchtvervuiling, eerst als lokale en vervolgens als nationale luchtvervuiling.

Het gebruik van ijzer, staal en beton als constructiemateriaal was aanvankelijk ook weinig problematisch. Het had een langere levensduur dan hout en maakte constructies mogelijk die met hout niet mogelijk waren. Bovendien was het indertijd gebruikelijk om ijzer en staal te recyclen. Het materiaal was te kostbaar om af te danken en – mits niet te zwaar vervuild – opnieuw te gebruiken met behoud van zijn oorspronkelijke functionaliteit. Een van de problemen die al vroegtijdig werd geconstateerd, was de lozing van zware metalen op het oppervlaktewater. Na de oorlog kreeg dit vraagstuk veel maatschappelijke aandacht.

De toegenomen 'lineariteit' kenmerkte zich niet alleen door toegenomen emissies gedurende winning, productie en gebruik, maar ook door het afval aan het einde van de ketens. Tussen 1960 en 1980 werd vermoedelijk het grootste deel van het bouw- en sloopafval gestort op speciale stortplaatsen. Aannemers en sloopbedrijven behoorden tot de eerste die voor dit type afval een alternatieve bestemming zochten. Gebroken natuursteen werd indertijd veel gebruikt voor wegverharding. Import en het breken van natuursteen was duur. Was de apparatuur voor het breken van steen ook niet in te zetten voor het breken van puin? Een groot probleem was het ontwikkelen van recycling-apparatuur die het staal uit puin verwijderde.



Demonstranten bieden de voorzitter van de Tweede Kamer A. Vondeling een petitie aan tegen de wapenwedloop, 18 april 1978.

Bron: Foto: Koen Suyk/ Anefo, Nationaal Archief.

1970 - 2015

Brede circulariteit

De tweede Grote Overgang: een verbijsterende cultuuromslag

In de jaren zestig voltrok zich in Nederland een cultuuromslag, die ronduit verbijsterend was.⁹ Het land was tot die tijd een keurig, verzuilde samenleving geweest, waarin de verschillende religieuze en ideologische stromingen elkaar met beschaafde spelregels bejegenden en grote conflicten bezwoeren. De consensus onder de bevolking die de crisis van de jaren dertig en de Tweede Wereldoorlog had meegemaakt, was tijdens de wederopbouw groot geweest.

Deze generaties hadden ingezet op industrialisatie en economische groei, op het verdrijven van armoede en het brengen van welvaart. En met succes. De welvaart was in de jaren zestig definitief doorgebroken voor het overgrote deel van de bevolking.

De basisbehoeften waren verzekerd en de consumptiemaatschappij met koelkast, wasmachine, auto en TV had zich gevestigd.



De televisie werd een symbool van de consumptiemaatschappij en de welvaart waarin na-oorlogse generaties opgroeiden.

Bron: Privécollectie R. Platvoet, Purmerend

Het heeft een zekere tragiek om te zien hoe jongere generaties – de ‘babyboomers’ grofweg geboren tussen 1945 en 1955 – weinig waardering konden opbrengen voor de prestaties van hun ouders. Zij groeiden op onder een gelukkig gesternte, hadden meer vrije tijd en kenden de rijkdom aan nieuwe ontplooiingsmogelijkheden. Tegelijkertijd ervoeren zij het keurslijf van de bestaande orde. In plaats van dankbaar te zijn voor de geboden kansen, eisten zij meer speelruimte en dwongen zij een democratisering van de maatschappelijke instituties af. Het onbehagen openbaarde zich op allerlei fronten, in de muziek (popmuziek), op de universiteiten (democratisering), in de politiek (een nieuwe partij als D66), over de positie van de vrouw (de feministische golf), in de kerken en de zuilen (ontkerkelijking en secularisatie). Aan een periode van grenzeloos optimisme kwam abrupt een einde: de bewustwording over de eindigheid van de grondstoffen (rapport Club van Rome 1972), de confrontatie met de eerste energiecrisis (1973), de aantasting van het milieu (Vereniging Milieudefensie 1971) en het verzet tegen het technocratisch denken (bijvoorbeeld tegen de schaalvergroting in de landbouw).

De cultuuromslag raakte ook direct Rijkswaterstaat. Een storm van protest stak op tegen het ingrijpen in het rivierengebied (langdurig vertraagd), de autosnelweg door Amelisseweerd (toch gerealiseerd), de drooglegging van de Markerwaard (niet doorgegaan) en de Oosterschelddedam (doorgegaan met een geheel nieuw ontwerp). De dienst was totaal niet voorbereid op de protesten, net zo min als het waterbouwkundig complex en de politieke instituties waarvan hij deel uitmaakte. De val was dan ook diep en hard: de helden van de

Deltawerken degradeerden tot kortzichtige ingenieurs, autoritaire specialisten, asfaltboeren, milieuvervuilers en landschapsvernietigers. De tweede 'grote overgang' was begonnen en zal een lange periode gaan omvatten. De problemen van energie en klimaat, milieu en natuur, uitputting van grondstoffen en maatschappelijke ongelijkheid zijn hardnekkig.

Ruim een eeuw industrialisatie heeft onze huidige samenleving gevormd op basis van massaconsumptie, mechanisering, grootschalig gebruik van fossiele brandstoffen en onuitputtelijk gewaande hulpbronnen.

Deze klassieke principes zitten in de 'genen' van onze instituties en vormen de ruggengraat van mobiliteit, voeding, huisvesting en energievoorziening van onze samenleving. Zij hebben in het verleden geleid tot welvaart en welzijn, maar blokkeren nu een nieuwe transitie. Het werken aan een duurzame en inclusieve samenleving is een moeizaam proces en zal in verschillende golven plaatsvinden. Dat geldt ook voor de water- en infrabouw, die een eerste golf achter de rug heeft (1970-2015) met integraal waterbeheer als succesvol traject en nu aan een tweede golf (2015-2050) is begonnen met klimaatneutrale en circulaire water- en infrabouw als ambitie.

Herwonnen kracht en het integraal waterbeheer

Na 1970 was Rijkswaterstaat in een neergaande spiraal terecht gekomen. Daar kwam nog bij dat het met de economie in de jaren tachtig slecht ging en de rijksoverheid ging bezuinigen. De grote projecten liepen af. De investeringen vielen terug. Toch was het ook een periode van nieuwe kansen, inspirerende uitdagingen en grote mogelijkheden. Rijkswaterstaat maakte daar gebruik van, vernieuwde haar innovatieve basis en ontwikkelde een nieuw regime, essentieel voor de opgaven waarvoor zij in het nieuwe tijdperk stond.

Een eerste, belangrijke verandering vond plaats in het waterbeheer. Waterkwantiteit (ofwel de beheersing van het water en de waterhuishouding) was tot de jaren zeventig het dominante thema geweest van Rijkswaterstaat, waterkwaliteit een ondergeschoven kind.

Na de Tweede Wereldoorlog verschoof de aandacht langzaam maar zeker door de toenemende vervuiling van de grote rivieren en het oppervlaktewater. Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) werd overgeplaatst van het ministerie van Sociale Zaken naar Rijkswaterstaat. Een doorbraak was de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater in 1970 met de ambitieuze doelstelling om de Nederlandse wateren binnen 15 jaar schoon te krijgen. Daarmee startte een omvangrijk, gesubsidieerd programma met een centrale rol voor de dienst en het RIZA.

Ingrijpend voor de dienst was het heftige debat rond de Oosterscheldedam. Nadat er in 1974 een politiek compromis werd bereikt in de vorm van een beweegbare stormvloedkering, toog Rijkswaterstaat aan het werk en bouwde hij een van de



Bouw van de Oosterscheldekering, 1976-1986.
Bron: Rijkswaterstaat

meest innovatieve kunstwerken uit de Nederlandse geschiedenis.

Het project was een absoluut keerpunt in termen van visies, kennis en netwerken. De noodzaak om ‘ecologisch’ te ontwerpen – aanvankelijk door Rijkswaterstaat als noodzakelijk kwaad omhelsd – vormde uiteindelijk de opmaat voor een nieuw regime. In de jaren daarop kwam een nieuwe generatie opzetten van jonge professionals uit de civiele techniek en nieuwe disciplines, met name de biologie en de ecologie. Daarmee haalde Rijkswaterstaat naast nieuwe expertise ook nieuwe netwerken en nieuwe attitudes binnen. In de loop van de jaren tachtig werden de contouren van het nieuwe regime zichtbaar in de tweede Nota Waterhuishouding (1984) en vooral de derde (1989) onder de noemer van integraal waterbeheer. Het zou een van de bouwstenen van ‘circulariteit’ worden.

Met de verankering van een nieuw regime in de organisatie was succes niet bij voorbaat verzekerd. Zo was het debat rond de dijkverzwaring van de grote rivieren in een loopgravenoorlog terecht gekomen. Twee regeringscommissies, ‘Becht’ en ‘Boertien’, trachtten als intermediair op te treden en met een ‘integrale’ benadering de boel los te trekken. Dat lukte niet. De rivieren zorgden zelf voor een doorbraak met bijna-overstromingen in 1993 en 1995. Het Deltaplan Grote Rivieren – inmiddels onder het regime van het integraal waterbeheer ontwikkeld – kon beginnen. Vervolgens werd er een integrale en innovatieve aanpak gekozen met het programma Ruimte voor de Rivier (2007-2019). Daarbij werd niet alleen ingezet op dijkversterking, maar vooral op het opvangen van water bij zeer hoge waterstanden door meer ruimte voor het water te creëren. Bovendien werd het vergroten van waterveiligheid gecombineerd met het versterken van de ruimtelijke kwaliteit.

Voor de wegensector trachtten de overheid en Rijkswaterstaat eveneens een integraal beleid te ontwikkelen. Daarbij ging het om het zoeken naar een goede verhouding tussen bereikbaarheid,

leefbaarheid, milieu en veiligheid. De dienst kwam met innovatieve ontwerpen zoals een verdiepte weg en een zogenaamde vliesconstructie voor Amelisweerd (niet gerealiseerd) en deed tal van experimenten bijvoorbeeld met rekeningrijden en dynamisch verkeersmanagement.

Een integraal beleid kwam echter niet uit de verf, de eenzijdige dynamiek van het autosysteem werd niet doorbroken en zelfs de klassieke doelstelling – optimale bereikbaarheid – werd niet behaald.

Het gebruik van de auto nam voortdurend toe. Files bleken een hardnekkig probleem. De aanleg van nieuwe autowegen bleef de burger beroeren. Het was voortdurend aanmodderen met de automobilititeit. Het autosysteem liet zich moeilijk bijsturen. De autolobby was te krachtig. De automobilist was te gehecht aan zijn voertuig. De belangen van leefbaarheid en milieu waren hiertegen niet opgewassen. Men kwam eraan tegemoet met flankerend beleid: ecoducten, wildtunnels en natuurcompensatie.

In een opzicht liep de wegensector bij Rijkswaterstaat wel voorop, namelijk bij het hergebruik van grondstoffen en materialen. Maar daar ging een andere geschiedenis aan vooraf.

Duurzaam bouwen en het integraal ketenbeheer

Integraal beheer verwijst naar het realiseren van verschillende doelstellingen in ontwerp, beleid en uitvoering. Het kan als de eerste stappen naar een circulaire water- en infrabouw worden gezien. Immers, integraal beheer wil milieu, ecologie, landschappelijke inrichting, leefbaarheid en andere thema’s incorporeren. Die thema’s passen in een brede definitie van ‘circulariteit’.

Met een focus op grondstoffen en emissies deed integraal ketenbeheer zijn intrede. Ook die heeft de bouwstenen geleverd voor de hedendaagse circulaire ambities.

1991: naar een Rijkswaterstaat-breed milieuzorgsysteem

In het najaar van 1991 inventariseerde een werkgroep van de directie Friesland van Rijkswaterstaat de mening van de medewerkers over meer milieugericht werken. De werkgroep had de taak een intern milieuzorgsysteem op te zetten, zodat de directie in de toekomst minder milieubelastend zou werken.

Op basis van 40 interviews concludeerde ze 'een duidelijke bereidheid en enthousiasme om mee te werken aan het opzetten en invoeren van een intern milieuzorgsysteem.' Enkele uitspraken:

- 'De voorbeeldfunctie van Rijkswaterstaat moet versterkt worden. Laat onze busjes maar op aardgas rijden.'
- 'Milieuzorg is geen kwestie van regels opleggen, maar een bewustwordingsproces.'
- 'Milieu betreft de gehele levenssfeer, inclusief de sociale contacten, in de zin van het leven wederzijds aangenaam maken.'
- 'Milieu is het samenspel van levensvormen waar we zelf deel van uitmaken.'
- 'Milieu is mijn overjas. Als er scheuren en gaten

in zitten is het fout. Ik moet zorgen dat de jas goed blijft.'

- 'Bij milieuvervuiling worden kosten naar de toekomst verschoven.'
- 'Bij milieuzorg moet een redelijke verhouding blijven bestaan tussen offer en nut.'

Desalniettemin bleek milieugerichter werken niet vanzelfsprekend. Tijdsdruk, geldgebrek, ontbrekende kennis en een gemis van uitdrukkelijke ondersteuning van de directie werden in de interviews als belemmerende factoren genoemd. Geconcludeerd werd dan ook dat de ontwikkeling en invoering van een milieuzorgsysteem alleen met vereende krachten kan slagen. 'De toekomst zal uitwijzen dat het bestaansrecht van Rijkswaterstaat voor een belangrijk deel aan het resultaat van die inzet zal kunnen worden ontleend.'

Bron: Samen zorgen voor Rijkswaterstaat van morgen (Rapport RWS-directie Friesland, februari 1992)

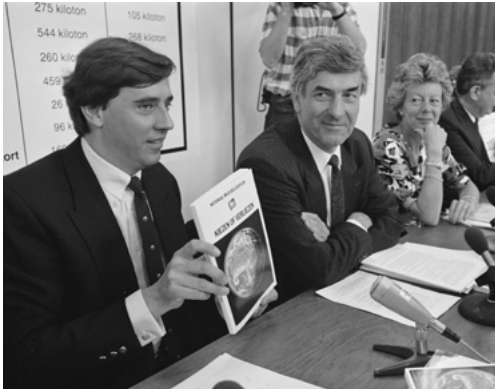
Het is moeilijk voor te stellen, maar in de jaren zeventig ontstond een discussie over een tekort aan klei, zand en grind. Hoe is dat mogelijk in een land dat vergeven is van klei, zand en grind? In tweede instantie is de logica helder. De bouw gebruikte na de oorlog massale hoeveelheden van deze bulkgrondstoffen. Tegelijkertijd werd ruimte in Nederland schaarser. Woningen, kantoren,

bedrijven, wegen, landbouw, natuur, recreatie legden allemaal een claim op de beschikbare ruimte.

De winning van delfstoffen kwam daardoor steeds meer in het gedrang.

In 1987 verscheen Gegrond Ontgronden. Ontwerp landelijke beleidsnota voor de oppervlakedelfstoffenvoorziening voor de lange termijn (tot circa 2010). Met diverse provincies werd onderhandeld over de 'taakstellingen' in de levering van oppervlaketstoffen. Tevens moest het onderzoek naar 'maatschappelijk verantwoorde winning' van grondstoffen fors worden uitgebreid. Bovendien zette de nota in op hergebruik van bouwmaterialen en de toepassing van alternatieve materialen ter vervanging van oppervlakedelfstoffen. De ideeën voor het hergebruik sloten aan op de intenties van de afvalstoffenwet uit 1978 en de 'Ladder van Lansink', genoemd naar het CDA-kamerlid Lansink.





Presentatie van het Nationaal Milieubeleidsplan door minister Ed Nijpels (VVD) in 1989.
Bron: Foto Rob C. Kroes/ Anefo, Nationaal Archief

Deze had in het parlement een gewenste hiërarchie in het omgaan met afvalstoffen gepresenteerd: preventie van afval, hergebruik van reststromen uit productie, hergebruik van grondstoffen uit afvalstromen, omzetting van energie en als laatste gecontroleerd storten van niet-verwerkbaar afval.

Veel bemoeienis had Rijkswaterstaat – een enkele uitzondering daargelaten – met deze ontwikkelingen niet gehad.¹⁰ Een doorbraak in de houding van de dienst kwam met de presentatie van het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) door het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieuhygiëne (VROM) in 1989. Dit domein-overschrijdende, ambitieuze plan was het Nederlands antwoord op het twee jaar eerder verschenen Brundtland-rapport van de Verenigde Naties.

In beide stond het begrip duurzame ontwikkeling centraal. Dit betekende dat beleid erop gericht moest zijn om in de behoeften van de huidige generatie te voorzien zonder daarmee de mogelijkheid voor toekomstige generaties in gevaar te brengen om in hun behoeften te voorzien.

De Hoofddirectie van Rijkswaterstaat raakte geïnspireerd en wilde een voortrekkersrol in de grond-, weg- en waterbouw (GWW) vervullen.

‘Rijkswaterstaat zal zich op alle niveaus in de organisatie, en samen met anderen inspannen voor het initiëren, uitdragen en uitvoeren van Duurzame Ontwikkeling.’¹¹ Om het belang ervan te benadrukken, werd duurzame ontwikkeling in de nieuwe strategische beleidsnota consequent met hoofdletters geschreven. De dienst beschouwde voortaan milieu, veiligheid en economie als gelijkwaardige thema’s bij de uitvoering van haar vier kerntaken (water, verkeer en vervoer, beveiligen tegen overstromingen en verkeersveiligheid).

Het strategisch beleidsplan bepaalde dat duurzame ontwikkeling als uitgangspunt moest worden genomen, indien er in de besluitvorming sprake was van een belangenafweging. En ook naar buiten toe wilde de dienst zich voortaan profileren als voorloper bij duurzame ontwikkeling.¹²

De Bouwdienst werd opgedragen een plan van aanpak voor duurzaam bouwen in de GWW-sector te maken. Het moest een bijdrage leveren ‘aan de strategische beleidsdoelstelling van een mentaliteitsverandering t.a.v. het bouwen in de GWW-sector ten gunste van een duurzame ontwikkeling van de samenleving.’¹³ Het plan kwam in 1991 gereed en ging in dat jaar van start als het rijkswaterstaatsprogramma ‘Duurzaam Bouwen in de GWW-sector’.

Duurzaam bouwen = de kosten niet doorschuiven

‘Vaak wordt beweerd dat duurzaam bouwen meer zou kosten. Maar ik ben er van overtuigd dat als we ons meer zouden inspannen om de kosten en de baten te kwantificeren en in kaart te brengen, dat dan zal blijken dat met de huidige beschikbare middelen, duurzaam bouwen niet heel veel duurder hoeft te zijn. Ook de kosten die niet op voorhand in geld zijn uit te drukken dienen hierbij te worden inbegrepen [...] De objecten die

Rijkswaterstaat bouwt gaan in de regel meer dan vijftig jaar mee [...] we mogen geen rofbouw plegen op toekomstige generaties.'

Gerrit Blom, Directeur-Generaal van Rijkswaterstaat, op de Duurzaam Bouwen-dag van Rijkswaterstaat, 29 maart 1994.

In diezelfde jaren was de overheid bezig met de voorbereiding van het *Bouwstoffenbesluit*. Hierin werd het omgaan met bouwstoffen geregeld om de kwaliteit van bodem en oppervlaktewater te beschermen. Een ontwerp werd gepresenteerd in 1991. Het besluit trad in 1996 en 1998 gefaseerd in werking.

Beide ontwikkelingen zorgden voor een verhoogde activiteit in de GWW-sector op het gebied van duurzaam bouwen, dat in de rapporten ook wel werd aangeduid als integraal ketenbeheer. De ambitie was om kringlopen zoveel mogelijk te sluiten, afvalstromen zoveel mogelijk te voorkomen en hergebruik van bouw- en sloopafval zoveel mogelijk te bevorderen. Tevens ging het om het verminderen van emissies naar het milieu bij de productie van bouwmaterialen en bij het productieproces in de bouw.

Rijkswaterstaat organiseerde conferenties, voorzag in cursussen, stelde checklists op en kwam met leidraden. Zo kwam er een Leidraad Afvalstoffen Rijkswaterstaat in 1992, een Checklist Duurzaam Ontwerpen in 1993, een Leidraad Energiezuinig Ontwerpen in 1994 en een Checklist Materialen en Milieu in 1996. Ingenieursbureaus werden ingeschakeld. Voorlichtingsbijeenkomsten werden georganiseerd. Er kwam een telefonische helpdesk. De vragen die over het *Bouwstoffenbesluit* naar boven kwamen, werden door Rijkswaterstaat verzameld en met de antwoorden gebundeld en als een co-productie van het ministerie van VROM, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten en het Interprovinciaal Overleg uitgegeven ten behoeve van de gehele sector: 'eigenaren van werken,

opdrachtgevers, provincies, gemeenten, inspectie-medewerkers, medewerkers van Rijkswaterstaat en de regionale directies, aannemers, wegenbouwers, producenten van bouwstoffen etc.'¹⁴

Rijkswaterstaat, duurzaam bouwen en de markt

De twintigste eeuw werd afgesloten met aantoonbare successen op het integraal waterbeheer. Integraal ketenbeheer stond in de steigers en integraal infrabeheer ontbrak. Daarmee waren diverse elementen voor een breed circulair beheer in de grond- weg- en waterbouw – het domein van Rijkswaterstaat – aanwezig. In de nieuwe eeuw kregen de in gang gezette initiatieven naar 'circulair' te maken met een nieuwe context.

In de jaren negentig was het *New Public Management*-denken opgekomen, dat er – kort gezegd – van uitging dat de markt veel beter (efficiënter, sneller, goedkoper) de taken kon uitvoeren dan overheidsdiensten. Er kon en moest veel meer aan de markt worden overgelaten. Bovenop deze opvatting die politiek-bestuurlijk steeds dominanter werd, kreeg Rijkswaterstaat in 2001 te maken met de bouw-fraude-affaire, die een forse (maar tijdelijke) deuk voor het imago betekende. Het eerste decennium van de nieuwe eeuw kwam daarmee in het teken te staan van het adagium 'Markt tenzij' en van een herbezinning op relaties en rollen van de verschillende partijen. Rijkswaterstaat werd in 2006 omgevormd tot een uitvoerend agentschap. Zo werd het beleid rond bouwgrondstoffen niet langer een kerntaak van het ministerie van Verkeer en Waterstaat en werd de regierol van Rijkswaterstaat afgebouwd.¹⁶

Wat betekende dit voor het interne beleid en de praktijk rond duurzaamheid en circulariteit? 'Rijkswaterstaat wil de markt graag de ruimte geven om met goede ideeën bij te dragen aan betere en efficiëntere oplossingen in de grond-, weg- en waterbouw. Dat betekent meer ruimte voor innovatieve contracten. Het een en ander vergt professioneel opdrachtgeverschap', aldus de dienst

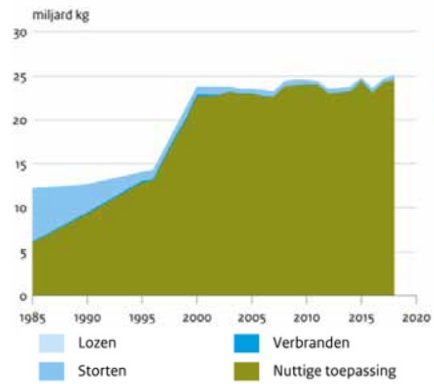
in 2002.¹⁷ Tegelijkertijd wilde men de ambities op het gebied van duurzaam bouwen borgen en de rol van voortrekker niet opgeven. Hoe en op welke momenten kon Rijkswaterstaat tijdens het proces van contractvorming en aanbesteding marktpartijen bewegen duurzaam bouwen als criterium te hanteren? Welke instrumenten kon men hiertoe hanteren of moesten daarvoor ontwikkeld worden? ‘Duurzaam aanbesteden’ zou mogelijk zijn, maar ‘niet eenvoudig’, zo was de conclusie.¹⁸

Het accent kwam in deze periode te liggen op het uitgeven en vernieuwen van leidraden voor ontwerpen, contracten en aanbestedingen. Dit vond men temeer van belang, omdat met de reorganisaties vakspecialisten en materiaaldeskundigen waren vertrokken. Dat zou kunnen worden opgevangen met het gebruik van de leidraden. De leidraden hadden ook een juridische status in verband met arbitrages.¹⁹ In de praktijk bleek bovendien dat beleid en leidraden elkaar aanvulden.

Voor het integraal waterbeheer, bijvoorbeeld, ontwierp Rijkswaterstaat leidraden en computermodellen voor kust- en rivierwerken, waarin onder andere criteria voor veiligheid, natuur, leefbaarheid, hergebruik en milieu waren verwerkt. De dienst ontwikkelde samen met partners in de wegenbouw een model voor het integraal ketenbeheer om een afgewogen keuze uit bouwstoffen te maken in verband met milieu, gezondheid, veiligheid, omgevingskwaliteit en andere maatschappelijke aspecten. Verder werkte de dienst jarenlang aan algemene beoordelingsinstrumenten voor duurzaam bouwen en aan een uitgebreide database met milieu- en modelleringsgegevens van diverse materialen, materieel en processen. Dat resulteerde in modellen voor Life Cycle Analyses (LCA), DuBoCalc, de MilieuKostenindicator (MKI) en de CO₂ prestatieladder.



Grafiek: Vrijgekomen bouw- en sloopafval, 1985-2018



Bron: Compendium voor de leefomgeving, diverse jaren

De gevolgen van het Bouwstoffenbesluit van 1996 en 1998 zijn goed te zien in deze grafiek. In 1985 vond circa de helft van het bouw- en sloopafval een ‘nuttige toepassing’. De rest werd gestort (en voor een klein deel verbrand). Vanaf die tijd is men bezig met de voorbereiding van het Bouwstoffenbesluit en neemt het aandeel ‘nuttige toepassing’ van afval toe. In 1996 en 1998 treedt het besluit in werking en stijgt het aandeel ‘nuttige toepassing’ met een sprong naar 97% (!). De grafiek geeft echter geen antwoord op de vraag of er sprake is ‘downcyclen’ of ‘upcyclen’ van het hergebruik. Dat is een ander thema in het debat over circulariteit.

Nederland koploper in de wereld als het gaat om hergebruik van asfalt

‘Samen met Japan lopen wij ver voor op de rest van de wereld. Nederland is slechts een klein land met weinig gebieden waar je materiaal kan winnen en nauwelijks gebieden waar materiaal gestort kan worden. Vandaar dat het van maatschappelijk belang is om te hergebruiken. Deze koppositie hebben we de afgelopen 20 à 30 jaar bereikt en daar zijn we erg trots op.’

Jan van der Zwan, projectmanager hergebruik asfalt bij RWS, in: Otar 87 (2006), okt., 8.



Galgeplaat, Oesterdam 2015, Bron: RWS, Loes de Jong

2015 - 2050

Naar circulaire klimaatneutraliteit, een koersverandering

Klimaatakkoord en 'Nederland circulair in 2050'

Door twee gebeurtenissen in 2015 en 2016 veranderde de situatie rond 'circulariteit' ingrijpend. Tot die tijd was er in het beleid over 'circulariteit' vooral sprake van kwalitatieve doelstellingen: 'zo zuinig mogelijk omgaan met bouwstoffen', 'zo maatschappelijk verantwoorde winning', 'bevordering van hergebruik', 'handhaven en ontwikkelen van flora en fauna', 'aanzet tot het afweegbaar maken van milieuspecten'.

Deze kwalitatieve benadering liet nog veel open. Wat zouden concrete resultaten op termijn moeten zijn met betrekking tot hergebruik, emissies, milieu, natuur en leefbaarheid? In sommige gevallen was wel sprake van een kwantitatieve doelstelling, zoals in het bouwstoffenbesluit uit 1998 om de afvalstromen in de bouw tot nagenoeg 0% terug te brengen. Een dergelijk besluit had dan ook verregaande gevolgen. Dat was nog niet het geval met de opdracht van de Tweede Kamer in 2009 aan Rijkswaterstaat om in januari 2010 100% (!?) duurzaam in te kopen. Het kwam erop neer dat de dienst in alle inkoopcontracten duurzaamheidseisen ging formuleren. Ook besloot het kabinet om de uitstoot van broeikasgassen in 2020 met 20% te verminderen ten opzichte van 1990 en nam de SER het besluit om in dat jaar 14% hernieuwbare energieopwekking te realiseren.²⁰

De vraag was hoe serieus die ambities moesten worden genomen.

Met het Klimaatakkoord van Parijs in 2015 en 'Nederland circulair in 2050' uit 2016 kwam de situatie heel anders te liggen.

Het Klimaatakkoord werd door staatssecretaris Dijksema namens Nederland als een van de 28 lidstaten van de Europese Unie (EU) ondertekend. De EU zou in 2030 minimaal 40% minder CO₂ en andere broeikasgassen moeten uitstoten dan in 1990. Nederland wilde nog verder gaan en de uitstoot omlaag brengen naar 49%. Op dit moment wordt er gesproken van een reductie van 55% of 60%, omdat ook de EU haar klimaatdoelen heeft aangescherpt.

'Nederland circulair in 2050' is de inzet van de Nederlandse regering met een rijksbreed programma dat vele aspecten van de economie raakt. De ambitie is in 2030 50% minder gebruik van primaire grondstoffen te realiseren en in 2050 uiteindelijk een vermindering van 100%, om daarmee in 2050 volledig circulair te zijn.

De vraag is hoe serieus deze concrete streefpercentages en streeftermijnen zijn?

'50% minder gebruik van primaire grondstoffen' in 2030 is niet realistisch. Het aanbod van vrijkomende secundaire materialen zal aanzienlijk lager liggen dan de vraag naar materialen voor bouw en renovatie (zie het commentaar bij figuur 1 op blz. 34).²¹ 100% circulair in 2050 heeft vooral een symbolische waarde. Afgezien van de praktische haalbaarheid gaat het ook voorbij aan de grenzen die de fysica stelt. Het percentage staat voor een ideaal, een beter ingerichte samenleving. Aan partijen om daar handen en voeten aan te geven, bijvoorbeeld bij Rijkswaterstaat in het Impulsprogramma Circulaire Economie.

Voor de klimaatdoelstellingen ligt de situatie anders. Nederland had zich gecommitteerd aan '20% minder' in 2020 en '49% minder' in 2030. De doelstellingen zijn aanzienlijk beter te monitoren dan in het geval van materialen. Uit de berekeningen bleek voortdurend dat Nederland slecht scoorde wat betreft het terugbrengen van de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen. Bovendien bungelde het onderaan in de lijstjes van EU landen over de inzet van hernieuwbare energiebronnen.

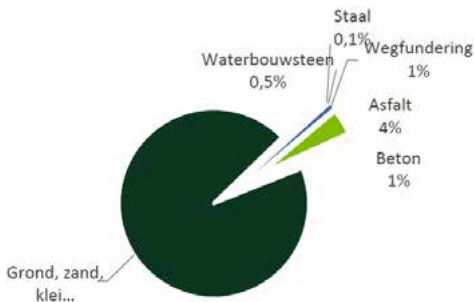
Veel beweging zat er lange tijd niet in, zelfs zo weinig dat de stichting Urgenda in 2016 een rechtszaak aanspande en de rechter de Nederlandse staat tot de orde riep om klimaatverandering en de daarbij behorende doelstellingen serieus te nemen.

Daarbij kwamen nog de alarmerende berichten over extreme weersomstandigheden in de wereld, óók in Nederland.

De klimaatdoelstellingen staan momenteel hoog op de agenda van politiek en bedrijfsleven. Het halen van die doelstellingen kan op maatschappelijk draagvlak rekenen. Over de wijze waarop de doelstellingen gerealiseerd moeten worden, is (en zal) veel discussie ontstaan. Een dergelijke urgentie ontbreekt bij 'Nederland circulair in 2050'. Weliswaar zijn er veel initiatieven van de grond gekomen, maar de doelstellingen zijn vrijblijvender en de Nederlandse staat zal niet aangesproken worden op falend beleid. Dat brengt met zich mee dat op het 'circulaire' speelveld CO₂, de fossiele grondstoffen en de fossiele energiebronnen de hoogste prioriteit zullen krijgen en dat de andere dimensies van circulariteit daarvan een afgeleide zullen worden. Brede circulariteit wordt onderdeel van klimaatbeleid en moet daarvan niet los worden gezien.

Rijkswaterstaat doet met het Impulsprogramma Circulaire Economie een serieuze poging om de thematiek van circulariteit 'handen en voeten te geven'. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft in 2019 het initiatief genomen tot het programma 'Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfraprojecten'. Het ministerie stelt daarin samen met Rijkswaterstaat en ProRail concrete doelen: 'in 2030 werkt Rijkswaterstaat circulair en zijn hun infraprojecten klimaatneutraal, in 2050 zijn de infraprojecten van ProRail klimaatneutraal en circulair.'²² Zogenaamde *roadmaps* voor verschillende 'transitiepaden' moeten die doelstellingen veilig stellen (zie de figuren 1, 2 en 3). Wat leert ons de geschiedenis over het behalen van dergelijke ambities?

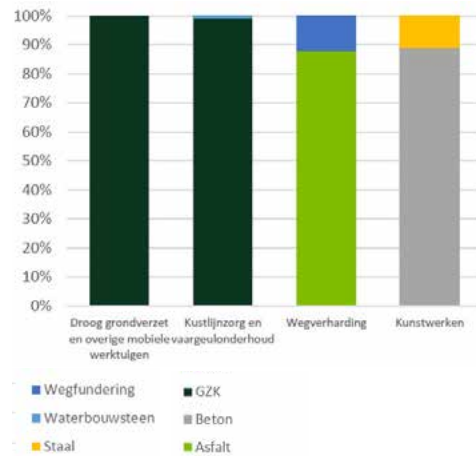
Figuur 1: Het materiaalgebruik op het domein van Rijkswaterstaat in procenten (100% = 52.000kton), 2017



Bron: Primum+, *Feitenbasis strategie klimaatneutrale en circulaire GWWS-projecten Rijkswaterstaat* (rapport Primum+, CW/183583, 28 juni 2018/primum), 12

Commentaar: Circa 93% van het gebruikte materiaal in de water- en infrabouw van Rijkswaterstaat is grond, zand en klei. Dat levert voor de analyse van circulariteit een probleem op. Grond, zand en klei zijn nagenoeg geheel afkomstig van de kustlijnzorg (zandsuppletie), het vaargeulonderhoud (baggerspecie) en het droog grondverzet. In hoeverre kan men hierbij een onderscheid maken tussen primaire en secundaire grondstoffen? Is bijvoorbeeld het gebruik van zand bij zandsuppletie aan de kust primair of secundair gebruik van zand? Indien men dit zand als primaire grondstof beschouwt, dan wordt de doelstelling '50% minder primaire grondstoffen in 2030' voor Rijkswaterstaat niet haalbaar. Indien men dit zand als secundair materiaal beschouwt, dan is de doelstelling grotendeels al gerealiseerd. Gelijksortige vragen kunnen ook gesteld worden bij vaargeulonderhoud en droog grondverzet (zie ook noot 21). Een ander thema van grond, zand en klei is de omvangrijke CO₂ uitstoot (zie figuur 3).

Figuur 2: Materiaaltypen per transitiepad



Bron: Primum+, *Feitenbasis strategie klimaatneutrale en circulaire GWWS-projecten Rijkswaterstaat* (rapport Primum+, W/183583, 28 juni 2018), 11

Commentaar: Bij het streven naar klimaatneutraliteit en circulariteit maken Rijkswaterstaat en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een onderscheid in een viertal transitiepaden:

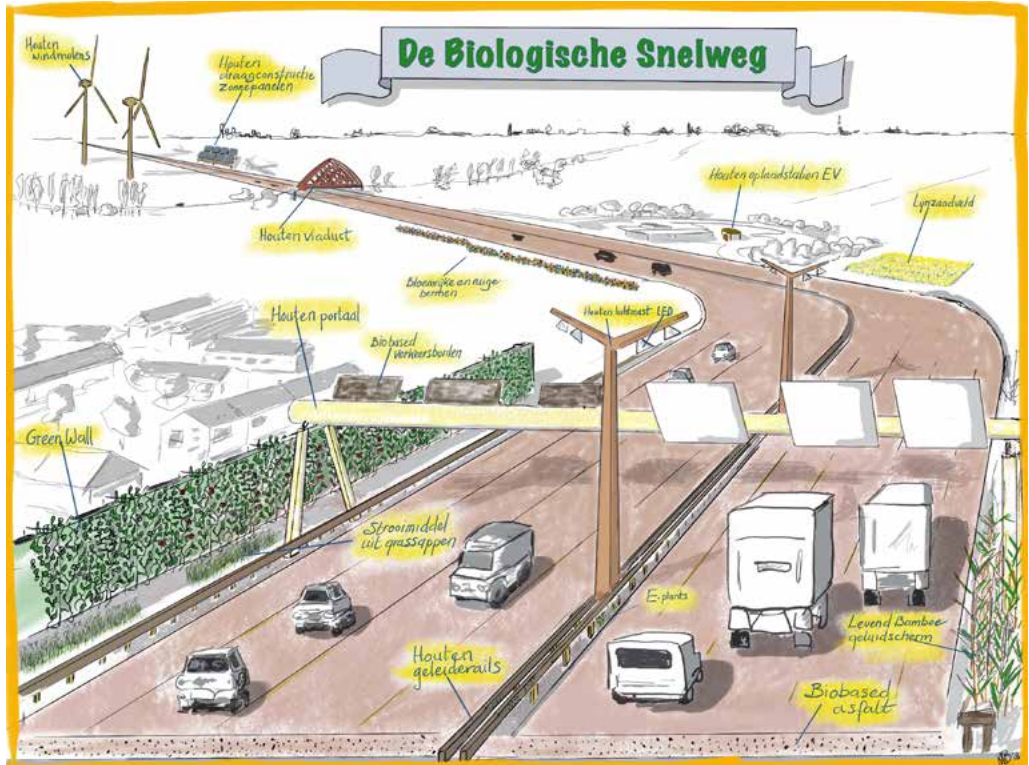
- (1) Droog grondverzet en overige mobiele werktuigen,
 - (2) Kustlijnzorg en vaargeulonderhoud,
 - (3) Wegverharding en
 - (4) Kunstwerken.
- Ieder transitiepad heeft zijn eigen karakteristieken wat betreft materiaaltypen en CO₂ uitstoot (zie ook figuur 3). Het doel is voor ieder transitiepad zogenaamde *roadmaps* te ontwikkelen, dat wil zeggen routes naar 2030 met concrete resultaten voor klimaatneutraliteit en circulariteit. Dat wil men doen in samenwerking met bedrijven, waterschappen, provincies, kennisinstellingen en andere partijen uit de sector.

Figuur 3: CO₂ uitstoot per transitiepad op het domein van Rijkswaterstaat in procenten (100% = 612 kiloton), 2017



Bron: Primum+, Feitenbasis strategie klimaatneutrale en circulaire GWW-projecten Rijkswaterstaat (rapport Primum+, CW/183583, 28 juni 2018), 11

Commentaar: De totale CO₂ uitstoot op het domein van Rijkswaterstaat (circa 610 kton in 2017) wordt deels veroorzaakt door de inzet van machines en transportwerktuigen (circa 270 kton CO₂ uitstoot) en deels door de winning, productie en toepassing van beton, asfalt, wegverharding en staal (circa 340 kton CO₂ uitstoot). In opdracht van Rijkswaterstaat wordt op de Maasvlakte een windmolenpark gebouwd dat volgens een optimistische schatting per jaar 416 GWh groene stroom gaat leveren en daarmee circa 230 kton CO₂ uitstoot van grijze stroom voorkomt.²³ Het zou een van de opties voor Rijkswaterstaat zijn om de doelstellingen voor 2030 te bereiken. Nog afgezien van het gegeven dat de compensatie onvoldoende is, is het de vraag of dit de juiste strategie is om circulaire klimaatneutraliteit te realiseren. Het aanleggen van het windmolenpark is natuurlijk te loven. Het zal echter in belangrijke mate gepaard moeten gaan met de vervanging van dieselmotoren door elektro- of waterstofmotoren in kustlijnverzorging, vaargeulonderhoud en *grondverzet*. En verder met materiaal- en energiezuinig ontwerpen, energiezuinige installaties, beperken van transport, hergebruik van materialen, beperken van transport, et cetera.



Eén van de scenario's die door het Living Lab van InnovA58 is uitgedacht over een circulair wegontwerp, 2018.



De bouw van het eerste circulaire viaduct.



DEEL II: Lessen uit de geschiedenis

Kornwerderzand, bermtegels worden schoongemaakt en geschikt gemaakt voor hergebruik in de bermen van de Afsluitdijk (A7).

Bron: RWS, Jan Wessels

Circulariteit in context

‘Circulariteit’ kan op verschillende manieren gedefinieerd worden, zoals we ook aan het begin van het essay stelden. In een beperkte definitie heeft circulariteit betrekking op het creëren van kringlopen van grondstoffen, materialen en producten zonder emissies en afval. In een ruime definitie zijn dergelijke kringlopen geen doelstellingen op zichzelf, maar gaat het tevens om het creëren van gesloten kringlopen op dusdanige wijze dat zij meerwaarde hebben voor de samenleving. In het geval van Rijkswaterstaat is die meerwaarde gekoppeld aan de politieke opdracht aan de dienst. We gaan hier uit – zoals ook Rijkswaterstaat doet – van de ruime definitie. Dat brengt met zich mee dat, wie de geschiedenis van circulariteit bij Rijkswaterstaat wil begrijpen, moet beginnen met het plaatsen van circulariteit in historische contexten.

In de beginperiode van Rijkswaterstaat (1800-1850) waren de kringlopen op het domein van water- en infrabouw in belangrijke mate gesloten. De maatschappelijke opgaven in die tijd waren het scheppen van welvaart, het bestrijden van armoede en de strijd tegen het water. Ook koning Willem I als verlicht despoot had die ambities en stelde Rijkswaterstaat in dienst van zijn beleid. Rijkswaterstaat kon deze meerwaarde echter mede vanwege de beschikbare technologie niet leveren. In feite was er sprake van gebrekkige circulariteit.

De inzet van de eerste Grote Overgang (ofwel de eerste Diepe Transitie) tussen 1850 en 1970 op het gebied van de water- en infrabouw bleef dezelfde: een bijdrage aan de welvaart en de zorg voor de veiligheid, beide doelstellingen met hoge urgentie. De industrialisatie bracht de toepassing van geheel

nieuwe technologieën met zich mee. Een moderne infrastructuur legde mede de basis voor de welvaart. Met geavanceerde waterstaatswerken werden de gevaren van zee en rivieren bezworen. Daarvoor moesten kringlopen opengebroken worden met name door het gebruik van fossiele grondstoffen, staal en beton. In deze periode was sprake van succesvolle lineariteit. Die had echter ook een keerzijde.

De tweede Grote Overgang (ofwel de tweede Diepe Transitie) begon rond 1970 met een culturele revolutie. De transitie zal tot ver in de 21^{ste} eeuw duren. Opeenvolgende maatschappelijke vraagstukken – veelal een erfenis van de eerste Diepe Transitie – hadden een verregaande invloed op het domein van Rijkswaterstaat en leverden de basis voor nieuwe vormen van circulariteit.

In de **jaren zestig** was de vervuiling van het oppervlaktewater een belangrijk thema. Rijkswaterstaat kreeg er een maatschappelijke opgave bij – de waterkwaliteit – en een belangrijk programma – de waterzuivering.

In de **jaren zeventig** ontstonden er felle debatten over grootschalige waterstaatkundige projecten en hun uitwerking op ecosystemen, milieu, landschap en leefbaarheid. Rijkswaterstaat ging aan de slag met integraal beheer.

In de **jaren tachtig** werd het omgaan met oppervlaktedelfstoffen (klei, zand en grind) in Nederland een urgent politiek vraagstuk. Rijkswaterstaat raakte betrokken bij het beleid over grondstoffen, bouwstoffen, hergebruik en afval.

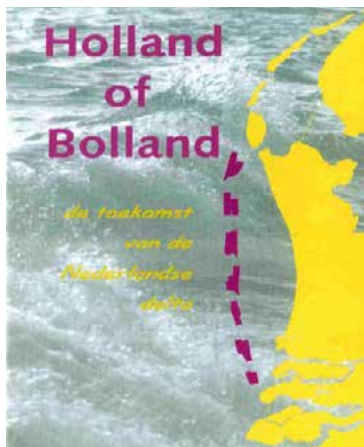
Vervolgens maakte het Brundtland-rapport veel los in overheidskringen. Het inspireerde Rijkswaterstaat vanaf de **jaren negentig** tot een traject rond duurzaam bouwen.

Aan het begin van deze eeuw stagneerde de wisselwerking tussen Rijkswaterstaat, politiek en maatschappij. 'Markt tenzij ...' en 'Rijkswaterstaat als een agentschap ...' vereisten andere routes voor maatschappelijke betrokkenheid en nieuwe invullingen aan bouwstenen voor circulariteit (eisen bij uitbesteden). Ook kreeg Rijkswaterstaat in 2010 de zorg voor een duurzame leefomgeving op zijn domein. Deze taak werd ondergebracht bij de dienst Water, Verkeer en Leefbaarheid (WVL).

In **het afgelopen decennium** kwam door de verontrusting over de klimaatverandering de focus te liggen op fossiele grondstoffen en CO₂. Dit thema zal het debat over duurzaamheid en circulariteit in de jaren twintig zeker gaan beheersen en mogelijk ook in het decennium daarna. Het kan echter ook afgelost worden door een ander thema.

Mogelijk dat de zeespiegel in deze eeuw een dramatische stijging laat zien met twee meter, zoals een uitzonderlijk scenario in het recente IPCC rapport aangeeft. Nederland wordt dan een soort 'leeggepompte, verzilte en verdroogde badkuip' met aan de randen steeds hoger staand water. Rijkswaterstaat staat dan voor een grootse opgave met bijvoorbeeld het – op circulaire wijze – aanleggen van een nieuwe kustlijn ('Holland-Bolland').

Al deze trajecten hebben bijgedragen aan bouwstenen voor brede circulariteit. Zij hebben deels als inzet het creëren van gesloten kringlopen (het behoud van voorraden primaire grondstoffen zonder emissies) en deels het realiseren van meerwaarde voor de samenleving (in termen van biodiversiteit, milieu, leefbaarheid en dergelijke). Het is niet haalbaar en niet praktisch om een allesomvattende strategie voor brede circulariteit na te streven.



Geeft een eilandrij voor de Hollandse kust bescherming tegen de zeespiegelstijging? Afbeelding J. Dronkers, bron: Publiwiki

Daarvoor is het thema te complex en te contextafhankelijk. Beter is het om aan te sluiten bij maatschappelijke en politieke urgentie van het tijdsgewricht, omdat dan stappen gezet kunnen worden met betrekking tot circulariteit. In dat geval is het wel zaak om veel aandacht te schenken aan de uitruilprocessen.

Koudwaterrees

'Duurzaam bouwen is een nieuwe term, maar het idee er achter is dat allermindst ... In de negentiende eeuw al rezen er vragen hoe een economie eruit zou moeten zien die een duurzaam evenwicht met zijn **natuurlijke** bronnen handhaaft. Indien er geen evenwicht is tussen een economie en de natuurlijke hulpbronnen, raakt de economie vroeger of later ondermijnd. Het is een kwestie van rechtvaardigheid tussen de generaties. [...] Op dit punt gebeurt er het een en ander bij Rijkswaterstaat. Maar het is nog te weinig ... Het beeld dat mij in het oog springt is dat Rijkswaterstaat bang is zich aan koud water te branden.'

Lucas Reijnders van Stichting Natuur en Milieu op de Duurzaam Bouwen-dag van RWS, 29 maart 1994.

Circulariteit en de uitruilprocessen

Het behoort tot het wezen van Rijkswaterstaat dat zij functioneert in een maatschappelijk krachtenveld. Waterstaatsprojecten dienen verschillende belangen. Die belangen hoeven niet parallel te lopen, kunnen haaks op elkaar staan of zijn mogelijk zelfs tegenstrijdig. Waterstaatsprojecten brengen nagenoeg altijd discussies met zich mee. Soms vallen de belangen samen of krijgt een van de belangen een dusdanige hoge prioriteit dat andere belangen naar de achtergrond verschuiven en er snel consensus ontstaat. Zo werd het Deltaplan na de Watersnoodramp in 1953 in zeer korte tijd door politiek en bevolking omarmd. Doorgaans vindt er een afweging plaats, waarbij gezocht wordt naar het integreren van belangen, maar waarbij ook het ene cluster van belangen ten koste gaat van het andere. Met andere woorden, Rijkswaterstaat wordt voortdurend geconfronteerd met integratie- en uitruilprocessen.

Iconisch was het integratie- en uitruilproces van de Oosterscheldekering. Waterveiligheid ging hier gepaard met natuurontwikkeling en het behoud van de mosselen teelt, maar de bouw was aanzienlijk duurder dan de gesloten kering en droeg niet bij aan het tegengaan van de verzilting, een van de doelstellingen van het Deltaplan.

Een ingrijpend uitruilproces in de geschiedenis zagen we bij de eerste Grote Overgang. De transitie in de water- en infrabouw naar fossiel, beton en staal had als opbrengst waterveiligheid, welvaart-genererende-infrastructuur en menswaardige arbeid op de bouwplaats, maar ging ten koste van milieu, natuur, leefbaarheid en klimaat. De tweede Grote Overgang zet in op klimaatneutrale en circulaire water- en infrabouw om daarmee een bijdrage aan duurzame welvaart te leveren. Dat betekent het einde van fossiel, de overgang naar hernieuwbare energie en integraal beheer van minerale en biobased ketens (gesloten kringlopen met maatschappelijk acceptabele oplossingen voor leefbaarheid). De uitruilprocessen daarvan zijn nog niet systematisch in beeld gebracht, maar zullen

eveneens ingrijpend zijn. Wat laat een eerste impressie zien?

Fossiele *energiebronnen* zullen volledig vervangen moeten worden door hernieuwbare energiebronnen, hoewel met CO₂-opslag de termijn waarop gerekend kan worden. Kernenergie lijkt (nog) niet haalbaar door grote maatschappelijke tegenstand vanwege de uitruil (risico's, opslag radioactief afval, non-proliferatie). Dan blijft 'hernieuwbaar' over, met name zonnepanelen en wind met elektriciteit en (groene) waterstof (of methaan) als belangrijkste secundaire energiebronnen en de elektro- en waterstofmotor als belangrijkste motoren. De discussie over de uitruil is in volle gang onder andere over windturbines op land (het landschap en de gezondheid), over de fluctuerende opbrengst en de opslag van elektriciteit, over de explosie-*risico's* van waterstof en over de energietransitie en de kritische metalen. Voor de sector van de grond-, weg- en waterbouw zal het machinepark aangepast moeten worden. De dieselmotoren van zandzuigers, baggermolens, vrachtwagen, et cetera zullen vervangen moeten worden. Een gigantische operatie. Wat gaat dat kosten? Wat zijn de consequenties?

Fossiele *grondstoffen* zullen volledig vervangen moeten worden door bio- en minerale grondstoffen. De belangrijkste toepassing is die voor bitumen, een op aardolie gebaseerd materiaal.²⁴ Bitumen is het bindmiddel in het asfalt en asfalt is na grondverzet de grootste materiaalstroom van Rijkswaterstaat. Inzicht in de mogelijke alternatieve oplossingen is voor de dienst cruciaal, bijvoorbeeld in volledig biobased bitumen. Dat zal een lang traject worden. Het biobased asfalt zal de strijd moeten aangaan met ZOAB over prijs en verkeersveiligheid. Bovendien zal zeker een discussie ontstaan over de verdringing van biomassa voor de voedselvoorziening.

Klimaatneutraal gaat niet alleen over 'fossiel', maar ook over 'mineraal' in het bijzonder de winning en productie van beton en staal. Daar komen

geweldige hoeveelheden CO₂ vrij. Vervanging van de bouwmaterialen is maar beperkt mogelijk. Hout zou een optie kunnen zijn, maar het telen van hout vergt ruimte en alleen al de vervanging van beton – m³ voor m³ – door hout vergt circa drie aardoppervlakken. In zekere zin is biobased materiaal veel schaarser dan de grondstoffen voor de betonproductie (zand, grind en kalksteen).

De focus zal komen te liggen op het klimaat-neutraal sluiten en het integraal beheren van de minerale ketens. Hoogwaardige recycling en het behoud van de functionaliteit van staal en beton zal de inzet moeten zijn. In het geval van staal betekent dat, dat de uitruil onder andere betrekking heeft op economische haalbaarheid (een totale reorganisatie van de keten is noodzakelijk: wat zijn de meerkosten?) en het gebruik van hernieuwbare energiebronnen (staalproductie op basis van 'groene' waterstof: welke uitruil brengt dat met zich mee? zie hierboven).

Hergebruik van beton levert betongranulaat op, een uitstekend materiaal voor wegfundering, maar is in feite een degradatie van het materiaalgebruik omdat de oorspronkelijke functie van beton als bouw materiaal verloren is gegaan. Hoogwaardig hergebruik van beton betekent echter de vermindering in het aanbod voor wegfundering.

Betongranulaat moet dan vervangen worden door bijvoorbeeld steenslag uit buitenlandse steengroeven, waarmee de vragen over uitruil zich verplaatsen (onder andere aantasting landschap, CO₂-uitstoot bij winning en bouwstoffentransport). Voor hergebruik van oud beton in nieuw beton is een positieve uitslag van de CO₂-uitstoot en de milieuprestatie nog lang niet zeker. Dit komt omdat er vooral wordt ingestoken op vervanging van grind en niet van het cement. Ondanks het grote volume is de milieu-impact van grindwinning zeer beperkt in vergelijking met die van cementproductie. Bovendien is nog onduidelijk hoeveel energie het 'slim' breken, ziften en zeven van beton kost.

Deze korte impressie van de uitruilprocessen van een klimaatneutrale, circulaire strategie maakt duidelijk dat een systematische analyse noodzakelijk is. De impressie laat ook zien welke veranderingen in hoofdlijnen noodzakelijk zijn. Dat brengt de vraag met zich naar innovaties en het innovatieve vermogen van Rijkswaterstaat.

Mentaliteit

'Duurzaam bouwen vraagt om een mentaliteitsverandering. We moeten bestaande gewoonten en denkwijzen doorbreken. Daarvoor is durf nodig. Maar door samenwerking, discussie, opleidingen en consistente voorlichting, waarbij de ervaringen worden doorgegeven, zal duurzaam bouwen op den duur een vanzelfsprekend uitgangspunt worden bij de opzet van onze projecten.'

Ad van den Berg, RWS directie Noord-Brabant op de Duurzaam Bouwen-dag van RWS, 29 maart 1994.

Het innovatieve vermogen van Rijkswaterstaat

De innovatieve infrastructuur van Rijkswaterstaat is in de afgelopen decennia compleet veranderd. De dienst oogstte een groot deel van de 20^{ste} eeuw groot succes met de inbreng van het Rijkswegenlaboratorium (1927), de Meetkundige Dienst (1931), de Studiedienst voor de Zeearmen, Benedenrivieren en Kusten (1930) en diverse andere specialistische diensten. Verwonderlijk was het niet dat Rijkswaterstaat over zo'n groot aantal eigen laboratoria en ingenieursbureaus beschikte. De verwetenschappelijking van de civiele techniek bracht het ontwikkelen en toepassen van een geheel nieuw type kennis met zich mee. Over die vaardigheid beschikten weinig organisaties in Nederland, ook bijvoorbeeld 'Delft' niet. Het Waterloopkundig Laboratorium (1927) was een van de weinige laboratoria buiten Rijkswaterstaat die wetenschappelijk onderzoek deed en daarin excelleerde. De dienst moest de wetenschappelijke

en innovatieve uitdagingen op eigen houtje aangaan en deed dat met verve. Die benadering is inmiddels achterhaald. Delft en andere universiteiten; Deltares, TNO en diverse technische instituten; gerenommeerde ingenieursbureaus zoals Royal HaskonigDHV en grote bouwconcerns zoals Koninklijke BAM Groep beschikken over veel gespecialiseerde kennis.

Het innovatieve vermogen van Rijkswaterstaat bestaat daarin, dat zij enerzijds de relevante kennisnetwerken weet te organiseren en anderzijds over voldoende eigen kennis beschikt om te weten wat extern beschikbaar is, intern aanwezig is en wat intern of extern aan kennis ontwikkeld moet worden. Dat geldt ook voor het innovatieve vermogen met betrekking tot circulariteit.

Indien circulaire klimaatneutraliteit het uitgangspunt is, dan liggen de prioriteiten voor innovaties op het terrein van het machinepark, wegverharding, beton en staal. Bij het machinepark gaat het om het ontwikkelen van nieuw type motoren (elektro en waterstof) en het inbouwen ervan in de variëteit aan machines op het domein van Rijkswaterstaat.

CO₂-reductie bij wegverharding is allereerst gebaat bij het hoogwaardig recyclen van asfalt, waarbij bitumen in opeenvolgende cycli kunnen worden geregeereerd en opnieuw gebruikt. Verder vraagt hier de vervanging van bitumen door andere materialen (onder andere lignine) de aandacht. Bij staal is de meeste CO₂-winst te halen in een verandering van het productieproces (staalproductie op basis van groene waterstof), het hoogwaardig recyclen van vrijkomend staal (door het ontwerpen van dusdanige constructies, dat het inzamelen, scheiden en hergebruiken van vrijkomend staal per legering mogelijk wordt) en het verlengen van de levensduur (toepassing van nieuwe conserverende middelen).

CO₂-reductie in de betonketen moet vooral komen van hoogwaardige recycling voor verschillende functies van herbruikbaar beton. Het verlengen van de levensduur van betonconstructies kan een bijdrage leveren en hout als substituuat kan van enige betekenis zijn.

Daarnaast geldt voor beton, staal en wegverharding de vraag in hoeverre harde constructies vermeden kunnen worden door geheel andere werkwijzen (bijvoorbeeld meebouwen met de natuur in het waterbeheer) of geheel andere benaderingen van de maatschappelijke opgave (minder wegen infrastructuur met multimodaliteit in mobiliteit en mobiliteit als dienstverlening)

De innovaties op al deze terreinen zullen vooral van buiten Rijkswaterstaat komen. De dienst moet dan over de kennis beschikken om sturing te geven aan de innovatietrajecten of om een betekenisvolle partner te zijn. Die kennis zou onder andere opgeslagen moeten liggen in databestanden van materialen, materialenpaspoorten van kunstwerken en in methodieken van evaluatie, beoordeling en afweging van materialen en ontwerpen. Relevant is ook de kennis die met modelering van de kunstwerken beschikbaar komt.²⁵ Rijkswaterstaat heeft al veel kennis in huis. De vraag is of er voldoende kennis is over de problematiek van klimaatneutraliteit.

Tot slot, voor het klimaatneutraal ontwerpen zou er ook expertise aanwezig moeten zijn bij RWS Grote Projecten en Onderhoud (RWS GPO) en RWS Programma's, Projecten en Onderhoud (RWS PPO). In hoeverre is dat het geval? Ook voor dit thema zou een systematisch overzicht van de noodzakelijke kennis – binnen en buiten Rijkswaterstaat – wenselijk zijn.

Kennis en expertise moeten aanwezig zijn om sturing te geven aan innovatietrajecten, maar in hoeverre kan Rijkswaterstaat sturen?

Weeffout

‘Een opvallende weeffout in de bouw is dat alles in de bouw gefinancierd wordt, behalve sloop en recycling. Er wordt gebouwd voor onbepaalde termijn en als gebouwen verwijderd moeten worden, betaalt de gemeenschap of de investeerder in nieuwbouw.’

In: Beleidsverkenning Circulaire Economie in de Bouw. Een perspectief voor de markt en overheid (Rapport Rijkswaterstaat, 2015), 9.

De sturende rol van Rijkswaterstaat²⁶

De koning stuurde Rijkswaterstaat aan tussen 1800 en 1850. Regering en parlement had grote invloed op de rijkswater- en infrabouw tussen 1850 en 1950. Rijkswaterstaat gaf sturing aan de politiek tussen 1950 en 1970. De samenleving liet duidelijk van zich horen vanaf 1970. De markt was dominant tussen 2000 en 2015. In de afgelopen jaren is het accent verschoven naar samenwerking op het domein van Rijkswaterstaat.²⁷ Allerlei vormen van sturing zijn mogelijk. Hoe ligt de situatie in deze tijd speciaal in relatie tot klimaatneutrale circulaire water- en infrabouw?

Rijkswaterstaat is de grootste opdrachtgever in de grond-, weg- en waterbouw, en ook veruit de grootste gebruiker van grondstoffen. Toch brengt dat niet een dominante rol voor de dienst met zich mee. Zij is een van de vele klanten van materiaalproducenten en grondstoffenleveranciers. Rijkswaterstaat verwerkt grofweg 5 á 15 % van het totaal aan bouwstoffen in de bouwsector (zand, grind, klei, beton, metaal et cetera, exclusief zandsuppletie) en dat percentage verschilt per materiaal, voor beton is dat 0,5 á 1% van de Nederlandse markt en voor asfalt circa 15%. Op een enkele markt is Rijkswaterstaat echt dominant. Dat is met name het geval bij kustlijn-zorg en vaargeulonderhoud, waarbij grote hoeveelheden zand, grind en klei verplaatst worden door zandsuppletie en baggerwerk. In dat geval zou de dienst zijn invloed kunnen aanwenden voor de

ombouw van het machinepark naar elektro- en waterstofmotoren. Daarbij hoort wel de kanttekening, dat de Nederlandse baggersector een grote buitenlandse markt bedient en niet afhankelijk is van Nederlandse opdrachtgevers.

In het algemeen heeft de sturende rol van de dienst zijn beperkingen vanuit het perspectief van het marktaandeel en dat geldt ook in relatie tot de klimaatneutrale en circulaire infrabouw.

Samenwerking is tegenwoordig het devies (zie kader). Rijkswaterstaat kan het niet in zijn eentje. Draagvlak in de bouw is noodzakelijk. Aansluiten bij bestaande initiatieven en deelnemen in bestaande netwerken ligt voor de hand. Dat gebeurt bijvoorbeeld in het Betonakkoord, de Asfaltimpuls en de Houtketen (i.o). Rijkswaterstaat kan ook zelf het initiatief nemen, daar waar het nodig is. Maar ook als grootschalig inkoper van materialen en veelvuldig uitbesteder van activiteiten heeft de dienst invloed. En zelfs als toekomstige, grote leverancier van vrijkomende materialen bij rijkswaterstaatsprojecten zal zij de ontwikkeling in de circulaire economie mede gaan bepalen.

Samenwerking met de markt

In 2020 verscheen de publicatie *Nieuwe bruggen bouwen tussen overheid en markt. De ontwikkeling van inkoop bij Rijkswaterstaat sinds de bouwenquête*. Rob Peters, contractmanager Rijkswaterstaat, geeft daarin kernachtig weer hoe de verhouding tot de markt in het afgelopen decennium is veranderd.

‘Rijkswaterstaat voelde dat er een mismatch was ontstaan in de relatie met de markt. Dit werd door bouwers bevestigd. Rijkswaterstaat wil maatschappelijke waarde creëren in haar opdrachten en de bouwers spelen een cruciale rol om dit verwezenlijken. Lage marges en hoge risico-profielen maakten ons echter een minder aantrekkelijke opdrachtgever. Terwijl we voor een enorme opgave staan! ... We hebben de markt

weer positie gegeven in het krachtenspel en we krijgen oog voor elkaars belangen'.

Zo heeft Rijkswaterstaat voor complexe risicovolle projecten een twee-fasen proces ontwikkeld, waarbij de deelnemende partijen pas prijsafspraken maken als de risico's beter in te schatten zijn en duidelijke afspraken over de risicoverdeling en eventuele resterende onzekerheden gemaakt zijn.

Drie rollen van Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat kan in principe drie rollen vervullen in klimaatneutraliteit en circulariteit:

1. Die als volger (de markt neemt het initiatief, Rijkswaterstaat volgt),
2. Die als koploper (Rijkswaterstaat neemt het heft in eigen hand),
3. Rijkswaterstaat als regisseur (Rijkswaterstaat regisseert het proces van samenwerking).

Alle drie rollen zijn aan de orde in de transitie naar klimaatneutraliteit en circulariteit. De markt herbergt een groot transitiepotentieel en de bijdrage van de markt aan de transitie wordt door sommigen hoger aangeslagen dan die van de overheid. Rijkswaterstaat als volger gaat daar weloverwogen mee om. De markt kan ook falen en cruciale transitietrajecten niet van de grond krijgen, bijvoorbeeld met betrekking tot een duurzame energietechniek in de bouw. Krachtig ingrijpen van Rijkswaterstaat als koploper behoort tot de mogelijkheden. In andere gevallen zal de Rijkswaterstaat als regisseur het initiatief nemen tot samenwerking in een transitietraject, daarvoor eigen personeel inzetten en het proces financieel ondersteunen.

In alle gevallen vervult Rijkswaterstaat als prestigieus boegbeeld een voorbeeldfunctie.

Rijkswaterstaat ziet zichzelf graag als regisseur en koploper. Dergelijke rollen kan zij echter pas goed vervullen als zij voor het desbetreffende transitietraject de beschikking heeft over forse hoeveelheden financiële middelen. Focus in het programma is daarom noodzakelijk.

Betrouwbare overheid

'De toepassing van secundaire materialen wordt omgeven door risico's en onzekerheden. Voor de toepassing is het noodzakelijk dat het overheidsbeleid eenduidig is en zich vertaalt in ondubbelzinnige en langdurig geldende regelgeving...

Om beleidsdoelstellingen te realiseren zijn marktpartijen onontbeerlijk. Het bedrijfsleven is altijd bereid te investeren als de vooruitzichten voldoende aantrekkelijk zijn. Dat betekent dat de overheid een investeringsvriendelijk beleid moet voeren en betrouwbaar moet zijn als wet- en regelgever ... Betrouwbaar zijn betekent ook dat de overheid zelf bereid moet zijn risico's te nemen, bijvoorbeeld door als klant het gebruik van secundaire materialen te stimuleren...

De toepassing van granulaten in de wegebouw is een succes geworden omdat de tarieven voor het storten ervan scherp zijn gestegen.'

Jan van der Zwan, Rijkswaterstaat Weg- en Waterbouw, lezing in 2000.

Wat is de kans van slagen in 2030 en 2050?

Het wordt in vele documenten over een circulaire economie of over de klimaatverandering herhaald: '50% minder gebruik van primaire grondstoffen' of '49% CO₂ reductie', beide in 2030. Het Impulsprogramma Circulaire Economie van Rijkswaterstaat haalt deze ambities in zijn publicaties wel aan, maar verbindt deze wijselijk niet aan het domein van Rijkswaterstaat. 49% CO₂ reductie zal een problematisch verhaal worden om dat op een termijn van negen jaar te halen. Daarvoor zijn de noodzakelijke ingrepen onder andere in het

machinepark te groot. '50% minder gebruik van primaire grondstoffen' levert met name een problematisch verhaal op indien we zand en klei op het domein van Rijkswaterstaat buiten beschouwing laten (zie het commentaar bij figuur 1 en noot 21). Voor asfalt, beton en andere materialen is deze doelstelling met de kennis van nu niet haalbaar: te weinig aanbod van vrijkomende, secundaire materialen en te grote vraag naar materialen voor bouw en renovatie.

Het Impulsprogramma heeft het daarom over het verbruiken van 'zo min mogelijk primaire grondstoffen', het sturen op 'het hoogwaardig hergebruik' en het sturen op 'het behoud van natuurlijk kapitaal'. De haalbaarheid van dergelijk geformuleerde doelstellingen zal geen problemen opleveren. De politiek zal Rijkswaterstaat ook niet aanspreken op de kwalitatieve formuleringen. Daarvoor is de urgentie van de circulaire economie te laag.

Overigens heeft het programma ook een concrete doelstelling, namelijk het inkopen voor de bedrijfsvoering voor 100% circulair in 2030.

Voor de CO₂ reductie ligt de situatie anders. Het Impulsprogramma heeft het over 'zo min mogelijk CO₂' uitstoten. Of de politiek een dergelijke formulering als uitgangspunt voor beleid acceptabel vindt, is zeer de vraag. Daarvoor heeft de CO₂ reductie vanwege de klimaatproblematiek een te hoge urgentie. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I en W) heeft niet voor niks CO₂ reductie als kwantitatieve maatstaf genomen om het beleid voor de rijkswater- en infrabouw te evalueren. Bovendien is de doelstelling concreet 'uiterlijk in 2030 volledig klimaatneutraal. Dit betekent, '... dat er door I en W netto geen CO₂ wordt uitgestoten door opdrachtnemers en ketenpartners.'²⁸

Het Impulsprogramma mag dan kwalitatieve doelstellingen formuleren, het neemt de doel-

stellingen wel uiterst serieus. De jaarrapportage somt een omvangrijke hoeveelheid activiteiten, initiatieven, onderzoeken en projecten op met betrekking tot dataverzameling, ontwerpen, aanbesteden, samenwerking en dergelijke. Zelfs de interne bewustwording en implementatie bij Rijkswaterstaat staat op het programma. Wat opvalt is de focus op circulariteit en materialen. Wat ook opvalt is dat nergens concreet wordt aangegeven wat de resultaten van al die inspanningen op termijn oplevert voor het terugbrengen van primaire grondstoffen en het gebruik van secundaire materialen. Het moet toch mogelijk zijn om de opbrengst reëel te schatten voor 2030 en op basis van verschillende scenario's te schatten voor 2050.

Klimaatneutraal en CO₂ komen als termen wel voor in de jaarrapportage van het Impulsprogramma, maar zijn niet herkenbaar terug te vinden in de activiteiten, een uitzondering daargelaten.²⁹

Impliciet wordt ervan uitgegaan dat klimaatneutraliteit en circulariteit naadloos op elkaar aansluiten. Winst op het ene thema levert ook winst op voor het andere, en omgekeerd. In hoeverre is dat echter het geval? Zo zal een focus op klimaatneutraliteit het thema agenderen van het machinepark in de bouwsector inclusief het zoeken naar alternatieven voor de dieselmotoren. Dat is in het Impulsprogramma niet het geval. Dat is overigens ook niet het geval in het ambitieuze programma 'Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten'.³⁰ Het geldt bijvoorbeeld eveneens voor een totale reorganisatie van de staalketen in verband met productie en hergebruik.

Verder vereist de problematiek van de klimaatneutraliteit bij Rijkswaterstaat een aanvulling van de databestanden, een bijstelling van de modellen en een aanpassing van het instrumentarium om materialen te beoordelen. Ook uitruilprocessen komen in een ander daglicht te staan, bijvoorbeeld de landschappelijke kwaliteit in relatie tot de opwekking van duurzame elektriciteit.

Klimaatneutraliteit zal het komende decennium een (aanzienlijk) hogere prioriteit krijgen dan circulariteit.

Dat brengt een herijking van het Impuls-programma met zich mee, waarbij een onderscheid tussen een korte-termijn-programma (tot 2030) en een lange (tot 2050) noodzakelijk is. Het zetten van forse stappen in de CO₂ reductie op het domein van Rijkswaterstaat zal pas na 2030 gebeuren vanwege het ingrijpende karakter van de maatregelen.

De kans dat die stappen daadwerkelijk gezet zullen worden is vanwege het politieke draagvlak en de vrijkomende middelen groter bij een programma voor klimaatneutraliteit dan voor circulariteit.

Dromen

‘Dromen waarmaken is een kunst die we allemaal beheersen, als we maar het lef hebben om er werk van te maken. Dit is een van mijn lijfspreuken.’

Esther van Eijk, projectleider Van Hattum en Blankevoort, initiatiefneemster circulair viaduct, in: RWS, Wat leert het eerste circulaire viaduct ons? (nov. 2019).

‘Om circulair bouwen in het hart van onze infrastructuur toe te passen moeten we van samen denken naar samen doen! Samen met partners echt bouwen en de nodige kennis en ervaring opdoen, dat maakt dit circulair viaduct zo relevant! Daarbij vind ik het belangrijk dat we naast het doen, ook de opgedane kennis over het ontwerp en de uitvoering delen in de keten.’

Cees Brandsen, RWS HID Water, Verkeer en Leefomgeving, in: RWS, Wat leert het eerste circulaire viaduct ons? (nov. 2019).

‘Ik heb me later afgevraagd of ik dit wel had mogen ondertekenen, maar iedereen deed het en het ging om de intentie. Het heeft goed gewerkt.’
Evert Schut, senior-adviseur circulaire economie RWS, in: RWS, Wat leert het eerste circulaire viaduct ons? (nov. 2019).

Bronnen

voor verder onderzoek

Voor degenen die zich verder willen verdiepen in Rijkswaterstaat en circulariteit in historisch perspectief, is een beknopt overzicht van de literatuur samengesteld in drie categorieën:

- Algemene literatuur over de geschiedenis van Rijkswaterstaat. Daarnaast specifieke literatuur over de geschiedenis van Rijkswaterstaat in de periode 1800-1900 en de periode 1900-2020,
- Literatuur over de geschiedenis van 'afval' en van 'polderwerkers en arbeidsverhoudingen',
- Een serie oude technische leer- en handboeken. Hier vindt men gegevens over de wijze waarop waterstaatswerken vroeger gebouwd werden (grondstoffen, materialen, technieken et cetera).

Daarnaast wordt gewezen op de Publicatiedatabank I en W en Rijkswaterstaat Rapportendatabank.

Niet opgenomen is een overzicht van de archieven van Rijkswaterstaat.

Ook is niet opgenomen algemene literatuur over circulaire economie

Rijkswaterstaat: Algemene geschiedenis

A. Bosch en W. van der Ham, onder redactie van H.W. Lintsen, *Twee Eeuwen Rijkswaterstaat 1798-1998* (Zaltbommel 1998; gewijzigde herdruk Asten 2015)

A. van Heezik en B. Toussaint, *Van spelbepaler tot medespeler. Het opdrachtgeverschap van Rijkswaterstaat in de negentiende en twintigste eeuw*, deel 58 in Rijkswaterstaat-serie ('s-Gravenhage 1996)

A. van Heezik, *Strijd om de rivieren. Tweehonderd jaar rivierenbeleid in Nederland of de opkomst en ondergang van het streven naar de normale rivier* (proefschrift TUDelft 2007)

H. Lintsen en N. Disco, 'Het nijvere verbond', in: H. Lintsen e.a., *Made in Holland. Een techniekgeschiedenis van Nederland [1800-2000]* (Zutphen 2005), 75-93

H. Lintsen en A. van Heezik, 'In gevecht met de rivieren', in: H. Lintsen e.a., *Made in Holland. Een techniekgeschiedenis van Nederland [1800-2000]* (Zutphen 2005), 95-113

G.P. van de Ven, *Leefbaar laagland. Geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland* (Utrecht 1993)

Rijkswaterstaat:1800-1900

E. Berkers, *Technocraten en bureaucraten. Ontwikkeling van organisatie en personeel van de Rijkswaterstaat, 1848-1930* (Zaltbommel 2002)

A. Bosch, *Om de macht over het water. De nationale waterstaatsdienst tussen staat en samenleving 1798-1849* (Zaltbommel 2000, proefschrift)

R. Filarski, *Kanalen van de koning-koopman, goederenvervoer, binnenscheepvaart en kanalenbouw in Nederland en België in de eerste helft van de negentiende eeuw* (Amsterdam 1995)

R. Filarski en G. Mom, *Van transport naar mobiliteit. De transportrevolutie [1800-1900]* (Zutphen 2008)

G. Janssen, 'Baksteen', in: H. Lintsen e.a. (red.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890* (Zutphen 1993), Deel III, 250-271

W. van Leeuwen, 'Bouw, een complexe sector', in: H. Lintsen e.a. (red.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890* (Zutphen 1993), Deel III, 190-195

W. van Leeuwen, 'Woning- en utiliteitsbouw', in: H. Lintsen e.a. (red.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890* (Zutphen 1993), Deel III, 196-231

W. van Leeuwen, 'Waterbouw', in: H. Lintsen e.a. (red.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890* (Zutphen 1993), Deel III, 232-249

H. Lintsen, *Ingenieurs in Nederland in de negentiende eeuw. Een streven naar erkenning en macht* ('s-Gravenhage 1980)

H. Schippers m.m.v. A. den Ouden, 'IJzerconstructies', in: H. Lintsen e.a. (red.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890* (Zutphen 1993), Deel III, 270-300

Rijkswaterstaat: 1900-2020

E. Besseling, L. Sittoni, S. Janssen, *Onderzoek circulair gebruik van baggerspecie bij de waterschappen* (rapport Netics Deltares, 2019)

H. Buijter, *Het wonder van ZOAB* (niet gepubliceerd manuscript, 2020)

H. Dibbitts, *Nederland-Waterland. Een historisch-technisch overzicht* (Utrecht 1950)

B.P.G. van Diggelen, *De Zuiderzee, de Friesche Wadden en de Lauwerszee, hare bedijking en droogmaking* (Zwolle 1849)

Willem van der Ham, *Heersen en beheersen, Rijkswaterstaat in de twintigste eeuw* (Zaltbommel 1999)

W. van der Ham, *Meester van de zee. Johan van Veen (1893-1959) waterstaatsingenieur : de kust – de stormvloed – de delta* (Amsterdam 2003)

W. van der Ham, *Verover mij dat land. Lely en de zuiderzeewerken* (Amsterdam 2007)

Impulsprogramma Circulaire Economie 2017-2020 (z.pl z.jr) [Programmaplan Rijkswaterstaat; interne notitie]

J. van de Kerk, *Zestig jaren verandering in de organisatie van de Rijkswaterstaat deel 45 in de Rijkswaterstaat-serie* ('s-Gravenhage 1985)

D. Ligtermoet en H. de Visch Eijbergen, *Uitvoering en uitbesteding. Ontwikkelingen in de organisatie van waterbouwkundige werken bij de Rijkswaterstaat*, deel 52 in de Rijkswaterstaat-serie ('s-Gravenhage 1990)

Materiaalketenbenadering voor een circulaire GWW: aanpak en prioritering (z.pl. z.jr) [interne notitie RWS]

G. Mom en R. Filarski, *Van transport naar mobiliteit. De mobiliteitsexplosie, 1895-2005* (Zutphen 2008)

Movares, *RWS Carbon Footprint 2010. Verificatie onderzoek* (z.pl. 2010)

Nieuwe bruggen bouwen tussen overheid en markt. De ontwikkeling van inkoop bij Rijkswaterstaat sinds de bouwenquête (z.pl. z.jr.) [rapport Rijkswaterstaat vermoedelijk 2020]

K. van Olst, J. Nagel en E. Schut, *Eerste aanzet tot een circulaire materialenstrategie* (z.pl. 2020) [Rapport RWS-WVL, 30 juni 2020]

Primum+, *Feitenbasis strategie klimaatneutrale en circulaire GWW's-projecten Rijkswaterstaat* (z.pl 2018), rapport Primum+, CW/183583, 28 juni 2018 primum

P.C. Romijn, *De vernieuwde moerdijkbug en het hergebruik van de oude brugdelen te Keizersveer en Spijkenisse* (z.pl 1978) [Publicatiebank IenW, bijlage 228601]

Samen zorgen voor Rijkswaterstaat van morgen (Rapport RWS-directie Friesland, februari 1992)

H. Schippers, *Bouwt in beton. Introductie van het gewapend beton in Nederland (1890-1940)* (Gouda 1995)

A.G.M. Schotman (red.), *Ecologie van de toekomstige kust. Bouwstenen voor de nationale visie kust* (Wageningen 2012) [Publicatiebank IenW, bijlage Ecologie-van-de-toekomstige kust]

P. Torres e.a., *Scarce and Critical Metals in Rijkswaterstaat. Strategies for identifying and mitigating the risks of metal use in Dutch road network* (Transdisciplinary case study, geo4-2302, University Utrecht z.jr)

Wat leert het eerste circulaire viaduct ons? (z.pl. 2019) [Rapport Rijkswaterstaat]

Afval

Opmerking: Historische studies naar het omgaan met afval hebben vooral betrekking op het omgaan met feces, straatvuil en huishoudelijk afval. Een deel van die studies heeft de hygiëne en de gezondheidszorg als hoofdthema. Naar het omgaan met sloop- en bouwafval is geen historisch onderzoek verricht in ieder geval niet in Nederland en waarschijnlijk ook niet in het buitenland. Onderstaande literatuur bevat materiaal waarmee een beeld van de 'circulaire economie' in het verleden deels geconstrueerd kan worden. Dr. Henk van Zon heeft bijgedragen aan het samenstellen van deze lijst.

- K. Bouwer, J. Klaver en M. de Soet (1983). *Nederland stortplaats: Een milieukundig en geografische visie op het afvalprobleem* (Nijmegen 1983)
- H. Buijter en H. Lintsen, 'De stad, de stank en het water', in: H. Lintsen e.a., *Made in Holland. Een techniek-geschiedenis van Nederland [1800-2000]* (Zutphen 2005), 55-73
- W. van Dieren, *Een grondige zaak: 50 jaar vuilafvoermaatschappij VAM, 1929-1979* (Amsterdam:1979)
- Het vuilverwijderingsvraagstuk (Amsterdam, 1944)
- G. Hösel, *Unser Abfall aller Zeiten. Eine Kulturgeschichte der Städtereinigung* (München, 1990)
- F. Jarrige and Th. le Roux, *The contamination of the earth. A history of pollutions in the industrial age* (Cambridge 2020)
- F. Lambert, *Massastromen in Nederland in de jaren 1850, 1913, 1970, 2010* (Researchrapport Technische Universiteit Eindhoven 2017), open access
- H. Lintsen, M. Hollestelle en R. Hölsgens, *The plastics revolution how the Netherlands became a global player in plastics* (Eindhoven 2008)
- W. McGowan, 'American Wasteland: A History of America's Garbage Industry, 1880-1989' *Business and Economic History* 24(Fall 1995), no 1, 155-163. Papers presented at the forty-first annual meeting of the Business History Conference
- M. Melasi, *Garbage in the cities. Refuse, reform, and the environment* (Pittsburgh 2005)
- C. Smit, *Leiden met een luchtje: straten, water, groen en afval in een Hollandse stad 1200-2000* (Leiden 2001)
- G. Vis, *Van 'vulliscuyl' tot Huisvuilcentrale. Vuilnis en afval en hun verwerking in Alkmaar en omgeving van de middeleeuwen tot heden* (Hilversum 1996)
- A.J. Veenendaal, 'Spoorwegen', in: H. Lintsen e.a (red.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving* (Zutphen, 1993), deel II, 129-163
- A. van der Woud, *Koninkrijk vol sloppen. Achterbuurten en vuil in de negentiende eeuw* (Amsterdam 2010)
- H. van Zon, *Een zeer onfrisse geschiedenis. Studies over niet-industriële vervuiling in Nederland, 1850-1920* (proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen 1986)
- H. van Zon, 'Openbare hygiëne', in: H. Lintsen e.a (red.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890* (Zutphen 1993), deel II, 49-55

De afvalthematiek komt in de volgende twee tijdschriften regelmatig aan de orde:

Publieke Werken, tijdschrift van de Ver. van Directeuren van Gemeentewerken.

Water, Bodem, Lucht. Veel reinigingsdiensten hebben gedenkboeken uitgegeven.

Hergebruik is een thema in het *Chemisch Weekblad*.

Polderwerkers en arbeidsverhoudingen

E. Berkers, 'De handen van 'het genie'', *Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis* 7 (1998), no. 2, 97-105.

E. Berkers, *Technocraten en bureaucraten. Ontwikkeling van organisatie en personeel van de Rijkswaterstaat, 1848-1930* (Zaltbommel 2002)

C. Braam, *De woede van Abraham* (7^{de} druk Amsterdam 2004)

R. Burgler, *Stakingen van polderwerkers in de 19^e eeuw* (z. pl z. jr)

Directie van den Arbeid, *Verslag omtrent een onderzoek naar het leven der polderjongens*, uitgegeven voor rekening van het departement van Landbouw, Nijverheid en Handel, terAlgemeene Landsdrukkerij ('s-Gravenhage 1910)

J. Sprenger en V. Vrooland, *'Dit zijn mijn beren'. Een onderzoek naar de arbeidsverhoudingen bij de aanleg van het Noordhollands Kanaal* (Amsterdam 1976)

Oude technische boeken

Er is in de publicaties over de geschiedenis van Rijkswaterstaat doorgaans weinig gegevens te vinden over de wijze waarop waterstaatswerken gebouwd werden (grondstoffen, materialen, technieken et cetera). Oude technische leer- en handboeken bevatten die gegevens deels wel.

F. Baud, *Proeve van eenen cursus over de waterbouwkunde* (Den Haag 1836,1838)

W.C. Brade, *Theoretisch en practisch bouwkundig handboek*, ('s-Gravenhage

H.E. Boer en J.A. Kielman, *Weg- en waterbouwkunde*. Deel III (Amsterdam 1936)

P. Colijn, *Zee- en rivierwerken* (Amsterdam 1921)

Koninklijk Instituut van Ingenieurs 1847-1947. Gedenkboek ('s-Gravenhage 1897)

B. Plasschaert, *Beknopt practisch leerboek der burgerlijke en waterbouwkunde*. Deel II *Waterbouwkunde* (3^{de} druk vermeerderd en omgewerkt door B. Helweg) (Amsterdam z. jr. [1917])

M. Bolderman en A. Dwars, *Beknopt leerboek der waterbouwkunde* (Amsterdam 1919)

H.H.R. Roelofs Heyrmans, *Gedenkschrift van de Koninklijke Akademie en van de Polytechnische School 1842-1905* (Delft 1966)

D.J. Storm-Buysing, *Handleiding tot de kennis der waterbouwkunde*, 2^{de} deel (Breda 1857)

L.G. Volker, *Baggermaterieel, constructie en gebruik* (Amsterdam 1947)

C.F. Wiebeking, *Theoretisch-praktische Wasserbaukunst* (z. pl. 1798)

L. Zwiers, *Waterbouwkunde*, Deel V *Kanalen, rivieren en rivierwerken, zeekeringen en zeehavens* (Bewerkt door J. Altink) (Amsterdam z. jr. [1911])

Voor verder onderzoek naar 'Rijkwaterstaat en circulariteit' zijn de digitale Publicatiedatabank I en W en Rijkswaterstaat Rapportendatabank waardevolle bronnen. Zij zijn de openbare catalogussen van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat met interne publicaties vanaf 1822. De publicaties zijn gratis en direct te downloaden. De Publicatiedatabank I en W houdt in 2021 op te bestaan. In de Rapportendatabank zijn documenten te vinden over het werk, de organisatie en het beleid van Rijkswaterstaat, over algemene onderwerpen zoals duurzaam bouwen, recycling en afval en over meer specifieke onderwerpen zoals Dubocalc, bouwstoffenbesluit, secundaire grondstoffen, duurzaam aanbesteden, et cetera.

Een aantal relevante artikelen over duurzaam bouwen en circulariteit in de grond-, weg-, en waterbouw zijn ook te vinden in het vaktijdschrift *OTAR. Vakblad voor managers beheer en onderhoud infrastructuur* (voorheen: *OTAR. Technisch Tijdschrift van Waterstaatkundig ambtenaren van de Rijkswaterstaat*). Dit tijdschrift is (nog) niet geheel digitaal ontsloten.

Voor het overheidsbeleid met betrekking tot duurzaam en circulair bouwen zijn naast (digitaal beschikbare) beleidsdocumenten ook de *Handelingen der Staten-Generaal* waardevol.

Ten behoeve van het onderzoek voor de periode na circa 1980 zijn de volgende personen geïnterviewd:
Willem Zandvliet, d.d. 8 juni 2021
Jan van der Zwan, d.d. 6 juli 2021
Evert Schut, d.d. 17 augustus 2021.

Noten:

- 1 *Nederland circulair in 2050. Rijksbreed programma Circulaire Economie* ('s-Gravenhage 2016). De citaten staan respectievelijk op de pagina's 8, 11 en 13.
- 2 'Kamerbrief over Rijksbreed programma Circulaire Economie', *Kamerstuk*: Kamerbrief 14-09-2016
- 3 Preciezer geformuleerd: de provincies kregen de bevoegdheid om in te grijpen in de reglementen van de waterschappen.
- 4 Overigens kende Rijkswaterstaat in de eerste helft van de negentiende eeuw ook enkele gezaghebbende personen zoals Christiaan Brunings (1736-1805) en Jan Blanken (1755-1838). Toch werden de ontwikkelingen op het waterstaatsdomein vooral bepaald door de politieke omstandigheden, het centrale gezag en de oude waterstaatsinstituties. Wel ontwikkelde Rijkswaterstaat een kennisbasis (riviermetingen, cartering, wetenschappelijke scholing, etc.) en daarmee ook een machtsbasis voor de tweede helft van de negentiende eeuw.
- 5 Tot een samenhangend netwerk leidde dat niet. De kanalenbouw stond vooral in het teken van de economische politiek met hoge prioriteit voor de internationale handel gevolgd door de bevordering van landbouw, nijverheid en werkgelegenheid.
- 6 Overigens gold de houthonger niet alleen Nederland, maar ook de Duitse staten. Vooral hoogovens consumeerden grote hoeveelheden hout in de vorm van houtskool ten behoeve van de ijzerwinning.
- 7 De verhouding ten opzichte van de aannemerij veranderde. Met de opkomst van een aantal grote aannemers zoals Volker, Bos en Kalis kreeg Rijkswaterstaat met meer gelijkwaardige partners te maken bij de uitvoering van werken. Gezamenlijk zetten zij zich in voor diverse ingrijpende innovaties.
- 8 Aan het begin van de twintigste eeuw lag de dienst regelmatig onder vuur van pers en parlement. Rijkswaterstaat had te maken met een weinig daadkrachtige leiding, de top was intern verdeeld in belangrijke kwesties en de dienst ontbeerde deskundigheid van de moderne weg- en waterbouw. Illustratief was dat minister en civiel ingenieur Cornelis Lely de bouw van de Afsluitdijk (1927-1933) niet toevertrouwde aan Rijkswaterstaat, maar daarvoor een aparte organisatie in het leven riep, de Dienst der Zuiderzeewerken. Met de aanstelling van J.A. Ringers als directeur-generaal in 1930 kwam weer een krachtige persoonlijkheid in de leiding. Na een reorganisatie en de instelling van specialistische diensten won Rijkswaterstaat snel aan prestige,
- 9 H. Lintsen, F. Veraart, J-P Smits en J. Grin, *De kwetsbare welvaart van Nederland 1850 2050* (Amsterdam 2018), 311-315; 411-420.
- 10 Zo vond er in 1985 een pilot-onderzoek plaats naar hergebruik van asfalt bij de reconstructie van de A12 en van geleiderails. Als een van de actiepunten uit *Gegronde ontgronden* ging Rijkswaterstaat samen met nog vier andere bouwbedrijven van de rijksoverheid, tweejaarlijks het gebruik van alternatieven voor oppervlaktedelstoffen monitoren. Bij de eerste meting in 1987 bleek dat dat vooral bij de wegeaanleg alternatieve grondstoffen werden gebruikt. Ten opzichte van de nulmeting in 1987 was er twee jaar later overigens niet veel veranderd. Er werd door de meeste directies van Rijkswaterstaat (Gelderland, Utrecht en Zuid-Holland voorop) vooral geëxperimenteerd met de verwerking van asfaltgranulaat in regeneratie-asfalt. In de meeste gevallen was 20 tot 25 % hergebruikt asfalt verwerkt. In een enkel geval bestond het asfalt zelfs voor 100% uit asfaltgranulaat. Alle directies samen verwerkten meer dan 177 duizend ton asfaltgranulaat in ruim 460 duizend ton asfaltbeton. Daarnaast waren in de wegebouw nog 13 alternatieve materialen toegepast, waaronder mijnsteen, hoogovenslakken, betongranulaat, AVI-slakken (uit de huisvuil- en bedrijfsafvalverbranding) en baggerspecie. In de waterbouw ging het om mijnsteen, staal/LDslak, fosforslak, betongranulaat en betonpuin.
- 11 Ministerie van V&W, *Strategie voor de jaren negentig. Beleidsplan Rijkswaterstaat* (Den Haag juni 1990), 6.

- 12 Ministerie van V&W, *Strategie voor de jaren negentig*, 10-11.
- 13 C.A. Sanders, *Covernotitie bij het rapport: Duurzaam bouwen bij ontwerp en uitvoering van kunstwerken*. IVAM-onderzoeksreeks nr. 60 (Notitie van de Bouwdienst RWS, 1 februari 1993), 3.
- 14 'Het Bouwstoffenbesluit. Praktijkvragen en antwoorden over het Bouwstoffenbesluit en het IPO-Interimbeleid,' (Den Haag 1996), 5.
- 15 Zie hoofdstuk 10 'Een nieuw land. Keuzen voor de toekomst' in: *Twee eeuwen Rijkswaterstaat 1798-2015*, (gewijzigde herdruk Asten 2015), 295-319.
- 16 'Brief van de Staatssecretaris van V&W aan de Tweede Kamer, d.d. 23-05-2003' in: *Handelingen der S.-G.*, T.K. (2002-2003), 28 600 XII no.: 114.
- 17 RWS-Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Duurzaam Aanbesteden GWW (Den Haag april 2002). Rapport no. DWW-2002-044, 3.
- 18 RWS-Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Duurzaam Aanbesteden GWW (Den Haag april 2002). Rapport no. DWW-2002-044, 3.
- 19 Bovendien hadden de leidraden een functie in het beheersen van de risico's in de nieuwe contractvormen. Verder verkreeg men meer uniformiteit en transparantie door in de contracten te verwijzen naar de leidraad. RWS, *Leidraad Bouwstoffen Rijkswaterstaat 2008* (Weert: Schreurs dec. 2007), 2-3.
- 20 Het gaat hier om het SER-energieakkoord met 47 partijen. Ook werd besloten tot een jaarlijkse energiebesparing van 1,5%. Overigens was in 2020 11% van de energieopwekking hernieuwbaar.
- 21 K. van Olst, J. Nagel en E. Schut, *Eerste aanzet tot een circulaire materialenstrategie* (Rapport RWS-WVL, 30 juni 2020), 18
Op het domein van Rijkswaterstaat speelt in dit verband een speciaal probleem. Zie ook het commentaar bij figuur 1. Circa 93% van het materiaalgebruik bestaat uit grind, zand en klei. In hoeverre kan men hierbij een onderscheid maken tussen primaire en secundaire materialen? In hoeverre is dat het geval bijvoorbeeld bij de grond die vrijkomt bij het vaargeulonderhoud. Het gaat hier om grote hoeveelheden baggerspecie. Is baggerspecie een primair of secundair materiaal? Hoe moet men circulariteit in relatie tot baggerspecie interpreteren? Zie onder andere, E. Besseling, L. Sittoni, S. Janssen, *Onderzoek circulair gebruik van baggerspecie bij de waterschappen* (rapport Netics Deltares, 2019)
- 22 Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, *Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten* (Den Haag 2020), 7.
- 23 Volgens de website www.windparkmaasvlakte2.nl brengt het windmolenpark jaarlijks 416 GWh groene stroom op. Volgens de website www.klimaatplein.com/gratis-co2-calculator betekent dat jaarlijks een CO₂ reductie van 231 kton.
- 24 Een andere toepassing van fossiel is kunststof als constructiemateriaal. Kunststof is moeilijk te vervangen door biokunststoffen. Biokunststoffen met dezelfde functionaliteit zijn vooralsnog niet betaalbaar en als dat in de toekomst wel het geval zou zijn dat zal zeker de discussie ontstaan over de verdringing van biomassa voor de voedselvoorziening.
- 25 De laatste decennia is er binnen Rijkswaterstaat werk gemaakt van de modelering van constructies, kunstwerken en andere waterstaats- en infra-objecten. Veel kennis is beschikbaar van dergelijke objecten en veel kennis ligt opgesloten in dergelijke modellen. Bovendien is er een informatiestroom tussen de virtuele, digitale versie en het concrete object.
- 26 Voor deze paragraaf, zie de algemene historische literatuur en verder: K. van Olst, J. Nagel en E. Schut, *Eerste aanzet tot een circulaire materialenstrategie* (Rapport RWS-WVL, 30 juni 2020), 26-27; *De ontwikkeling van inkoop bij Rijkswaterstaat sinds de bouwenquête. Nieuwe bruggen bouwen tussen overheid en markt* (z.pl, 2020)
- 27 Zie de brief van de minister van Infrastructuur en Waterstaat aan de Tweede Kamer, Transitie 'Op weg naar een vitale infrastructuur' voortgang 2020, van 31 maart 2021.

- 28 Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, *Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten* (Den Haag 2020). Overigens heeft het ministerie het ook over volledig circulair, maar de uitwerking is in kwalitatieve termen: hoogwaardig hergebruik van grondstoffen met zo min mogelijk afval.
- 29 *De toekomst begint nu. Jaarrapportage 2019. Impulsprogramma Circulaire Economie Rijkswaterstaat* (z.pl. 2020). Een uitzondering is het in beeld brengen van de maatregelen die de meeste CO₂ reductie opleveren (pag. 47).
- 30 Zie het rapport: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, *Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten* (Den Haag 2020).

Dit is een uitgave van

Rijkswaterstaat

www.rijkswaterstaat.nl

Vormgeving

VormVijf

December 2021

