

# REMOTE SENSING VOOR HET WATERBEHEER

➔ VAN TECHNIEK  
NAAR TOEPASSING



2020  
27



**stowa**

# REMOTE SENSING VOOR HET WATERBEHEER

➤ **VAN TECHNIEK  
NAAR TOEPASSING**



2020  
27

---

## COLOFON

---

Amersfoort, september 2020

### **Uitgave**

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer  
Postbus 2180  
3800 CD Amersfoort

**Tekst** | Moniek Löffler, Bureau Landwijzer

**Redactie** | Michelle Talsma, STOWA, Hans van Leeuwen, STOWA

**Vormgeving** | Vormgeving Studio B, Nieuwkoop

**Afbeeldingen** | iStock, ANP, Eleaf, Deltares, Miramap, Hydrologic, Waternet,  
Waterschap Noorderzijlvest, Hans Wouters - Brightwork Sneek

**Druk** | DPP, Houten

**STOWA** 2020-27

**ISBN** 978.90.5773.880.7

### **Copyright**

De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

### **Disclaimer**

Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

---

## TEN GELEIDE

---

**De uitdagingen voor het waterbeheer zijn groter dan ooit. De wereld om ons heen verandert en we krijgen steeds meer informatie tot onze beschikking.**

**De opkomst van sensoren - van microsensoren tot grote sensoren in satellieten - levert ongelooflijke uitdagingen en mogelijkheden op. We krijgen allemaal te maken met big data en digitalisering: als samenleving, als organisatie, als mensen. Ook de watersector moet 'omdenken' en inspelen op een werkwijze waar (remote sensing) data steeds belangrijker worden.**

Als STOWA en Het Waterschapshuis willen wij de waterschappen zo goed mogelijk ondersteunen bij het benutten van de mogelijkheden die remote sensing technieken bieden. STOWA onderzoekt en test nieuwe toepassingen, samen met de waterschappen. Het Waterschapshuis faciliteert de samenwerking tussen waterschappen, stelt businesscases op en begeleidt de implementatie van nieuwe toepassingen.

Samen willen we waterbeheerders helpen om de stroom aan remote sensing data te benutten voor hun dagelijks werk. De uitdagingen van de toekomst vragen erom.

Wij hopen dat dit boekje u inspireert,

**JOOST BUNTSMA**

Directeur STOWA

**GERARD SMITS**

Directeur Het Waterschapshuis





---

# INHOUD

---

<b>H1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>6</b>
<b>H2</b>	<b>WAT IS REMOTE SENSING?</b>	<b>8</b>
<b>H3</b>	<b>VOORBEELDEN VAN TOEPASSINGEN VOOR HET WATERBEHEER</b>	<b>12</b>
3.1	Verdampingsdata (SAT DATA)	17
3.2	Digitaal schouwen van sloten	20
3.3	OWASIS (dagelijkse informatie over het vochtgehalte in de bodem)	24
3.4	Beregeningsmonitor	28
3.5	De vegetatiemonitor van Rijkswaterstaat	30
3.6	Droogtescan veendijken	32
3.7	Monitoring waterkeringen met een RPAS (drone)	35
3.8	Ecowatch-sensor in het Paterswoldsemeer	39
3.9	Groene LiDAR voor het meten van de waterdiepte	42
<b>H4</b>	<b>VAN WETENSCHAP NAAR WATERSCHAP</b>	<b>46</b>
4.1	Landingsbaan als metafoor	47
4.2	Van vliegende start tot bestemming	48
4.3	Betrokken organisaties	53
	<b>TOT SLOT</b>	<b>56</b>
	<b>STOWA IN HET KORT</b>	<b>58</b>

---



---

# H1 INLEIDING



---

## H1 INLEIDING

**Toen graaf Willem II van Holland in 1255 het eerste waterschap oprichtte - het hoogheemraadschap van Rijnland - bestond de belangrijkste taak uit het controleren van het onderhoud van watergangen en dijken: de schouw. De informatie werd gebruikt om te bepalen welke werkzaamheden de boeren en landeigenaren dienden uit te voeren. Ruim 7 eeuwen later vormen inspecties en het verzamelen van informatie nog steeds de basis voor de kerntaken van de waterschappen: de zorg voor droge voeten, voldoende water én schoon en gezond water.**

In wezen is er, lijkt het, niet veel veranderd. Behalve dan dat Nederland toentertijd door een half miljoen inwoners bewoond werd, die vaak ook nog de hoger gelegen gebieden bevolkten, terwijl er nu bijna 17 miljoen mensen wonen, werken en recreëren. Nog steeds zijn de zorg voor watergangen en dijken belangrijke onderdelen van het werk van de waterschappen. Als gevolg van klimaatverandering en het intensieve landgebruik zijn de uitdagingen voor de waterschappen echter groter dan ooit: perioden van wateroverschot, watertekort en een slechte waterkwaliteit hebben steeds verdergaande gevolgen voor de directe veiligheid van de mensen, de natuur, het landgebruik en - daarmee - de economie.

Waarnemen, meten en vooral voorspellen speelt dan ook een steeds grotere rol in het werk van de waterschappen. Actuele, kwalitatief goede en vlakdekkende informatie is hierbij onontbeerlijk!

Het 'schouwen op afstand', of, zoals het verder in dit boekje wordt genoemd, de 'remote sensing' levert daarbij mogelijkheden die relatief kortgeleden ondenkbaar waren. Nieuwe of nauwkeurigere sensoren en de daarmee verkregen (grote hoeveelheden) data maken telkens weer nieuwe toepassingen mogelijk. Voor waterschappen is het daardoor soms lastig om door de bomen het bos te blijven zien.

Dit boekje geeft inzicht in de meerwaarde die remote sensing data kunnen hebben voor het waterbeheer en in de mogelijkheden om 'van techniek tot toepassing' te komen. Daartoe worden een aantal voorbeelden gegeven, waarin waterschappers, onderzoekers en andere betrokkenen hun ervaringen delen. Welke tips hebben zij? Ook bevat het boekje informatie over 'landingsproces' van toepassingen in de dagelijkse praktijk en over organisaties die hierbij een rol spelen.



---

## H2 WAT IS REMOTE SENSING?



**Remote sensing komt neer op het met ‘waarnemen op afstand’ en is de tegenhanger van ter plaatse waarnemen, zoals de visuele inspectie van een dijk. Met remote sensing beschikt de hedendaagse dijkgraaf over extra ogen die meer, vaker en beter zien dan ooit tevoren.**

Het waarnemen op afstand gebeurt met sensoren, die allerlei vormen van elektromagnetische straling kunnen registreren van objecten op het aardoppervlak. Er zijn passieve en actieve sensoren. Passieve sensoren meten de uitstraling van het aardoppervlak en actieve sensoren meten de terugkaatsing van golven die zij zelf uitzenden. Pyrometers, of infrarood temperatuursensoren, vallen onder de passieve sensoren, en worden gebruikt om warmtekaarten te maken. Bekende actieve sensoren zijn LiDAR (met lasersignalen) en Radar (met microgolven). Met behulp van de gemeten reflecties kunnen beelden van de aarde worden gemaakt, die alleen visueel vaak niet te (over)zien zijn. Veelgebruikte voorbeelden zijn hoogtekaarten en neerslagbeelden.

### Platforms

Sensoren zijn altijd verbonden aan ‘platforms’ die vast op het aardoppervlak staan of - vaak ver daarboven - bewegen, zoals satellieten, vliegtuigen, helikopters, drones, schepen of auto’s. De keuze voor een platform hangt samen met de beschikbaarheid, de kosten, de mobilisatiemogelijkheden en de vereiste meetfrequentie en meetbehoefte.

- Een voorbeeld van *vaste platforms* zijn de neerslagradars van het KNMI op een toren in Herwijnen en op het gebouw van de Koninklijke Marine in Den Helder. Een ander voorbeeld is het gebruik van vaste meetopstellingen, voorzien van een infraroodcamera, voor het bewaken van boezemkaden waar excessieve kwel optreedt. Als de kwel - in de periode tot versterking - plotseling verergert, kan tijdig worden ingegrepen, zodat de kans op overstromingen wordt beperkt. Zo’n meetsysteem kan binnen een dag operationeel zijn.
- *Satellieten* (objecten die in een baan om een hemellichaam worden gebracht) vormen momenteel het meest bekende platform voor bewegende remote sensing sensoren. Sinds de lancering van de eerste satelliet Sputnik in 1957 zijn er

---

ruim 8000 satellieten de ruimte in gezonden, waarvan er nu nog een kleine vijfduizend om de aarde draaien (UNOOSA) op enkele honderden tot enkele duizenden kilometers hoogte. Minder dan de helft functioneert nog, de rest is 'op', maar er komen continu nieuwe satellieten bij.

Met de sensoren die aan satellieten verbonden zijn kunnen grote gebieden in kaart worden gebracht. Er is een enorme toename in het aantal vrij beschikbare en commerciële satellietbeelden. Zo maken de Europese Sentinel satellieten wekelijks een opname van de hele aarde, met een resolutie van 10 meter (Copernicus programma).

Daarnaast zijn microsattelieten (cubesats) in opkomst: satellieten ter grootte van een melkpak, die beelden kunnen produceren met een hogere resolutie en een hogere opnamefrequentie. Voorbeeld zijn de PlanetScope cubesats, die dagelijks beelden produceren met een resolutie rond de 3m. Deze cubesats liften momenteel vooral mee met raketten die grote commerciële satellieten lanceren, maar aan nieuwe lanceermethoden wordt gewerkt. Verwacht wordt dat het aantal cubesats drastisch zal toenemen, met een stroom van nieuwe informatie als gevolg.

- Het afgelopen decennium heeft daarnaast ook het gebruik van *drones* voor remote sensing een enorme vlucht genomen. Het zijn compacte en flexibele systemen, die nauwkeurig kunnen worden ingezet en opnames kunnen maken met een hoge resolutie (in de orde van centimeters). Verder kunnen ze onder de wolken vliegen en daardoor gebruik maken van andere frequenties dan satellieten. De toepassing wordt vooral bepaald door het gewicht van de sensoren, de kosten en de wet- en regelgeving.
- Ook *vliegtuigen en helikopters* kunnen als platform voor remote sensing fungeren. Hiermee kunnen veel zwaardere sensoren worden meegenomen, waardoor meer omvattende opnames gemaakt kunnen worden, zoals driedimensionale terreingegevens. Nadeel is dat inzet erg duur is waardoor het alleen voor grote projecten in aanmerking komt.

### **Grote hoeveelheden ruwe data**

De sensoren produceren een enorme hoeveelheid ruwe en onbewerkte data. Soms leveren deze - na enige voorbewerking - direct al bruikbare beelden op, bijvoorbeeld van temperatuur of hoogte. Er worden steeds meer voorbewerkte satelliet-

---

data beschikbaar gesteld, onder andere via de site van de Netherlands Space Office (NSO) en de European Space Agency (ESA). Sinds een aantal jaren wordt satellietdata op basis van de Europese ruimtevaart agenda als open data aangeboden om het gebruik ervan verder te stimuleren.

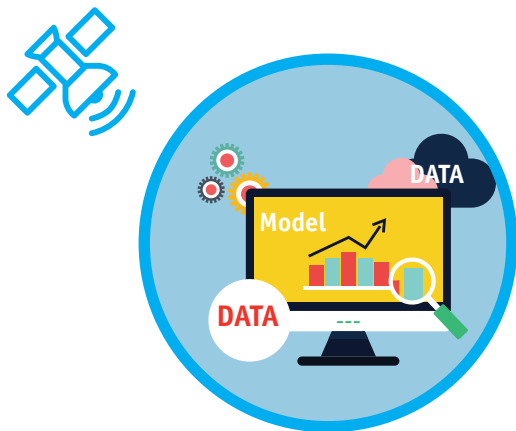
### **Bewerking van data**

Voor veel toepassingen moeten de data eerst worden bewerkt tot bruikbare ‘half-producten’. Een voorbeeld is het afleiden van actuele verdampingsdata uit satellietdata. Als primeur hebben de waterschappen deze actuele verdampingsdata inmiddels centraal ingekocht, omdat deze belangrijke input leveren voor het waterbeheer.

Een ander voorbeeld van bewerkte satellietdata is de Internationale Radar Composiet [zie hoofdstuk 4]. Deze toepassing, die nog in ontwikkeling is, geeft een vlakdekkend overzicht van neerslaggegevens.

### **Toepassing in modellen**

Remote sensing data krijgen pas echt zeggingskracht als ze worden gecombineerd met (veld)kennis en data over onder andere hydrologie, meteorologie, gewasfysiologie en geologie. Hiervoor worden modellen gebruikt, zoals het landelijke hydrologische model (LHM). Het slim combineren van data kan zeer bruikbare informatie opleveren voor de waterbeheerder. Zo kan uit data over verdamping, neerslag en bodemvocht de beschikbare waterberging in de bodem berekend worden. Dit soort toepassingen komen later in dit boekje aan bod.





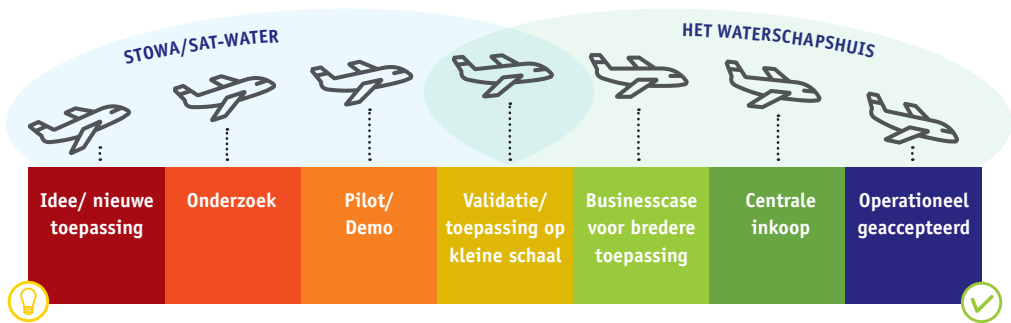
---

### **H3 VOORBEELDEN VAN TOEPASSINGEN VOOR HET WATERBEHEER**

### H3 VOORBEELDEN VAN TOEPASSINGEN VOOR HET WATERBEHEER

Bij het uitvoeren van hun kerntaken hebben waterschappen veel kennis en informatie nodig. Bijvoorbeeld over de hoogte en de sterkte van waterkeringen, over de doorstroming van water en de invloed van vegetatie daarop, over waterberging, neerslag, verdamping, ecologie, waterkwaliteit enzovoort. Dit boekje geeft enkele voorbeelden van remote sensing technieken die deze taken kunnen ondersteunen.

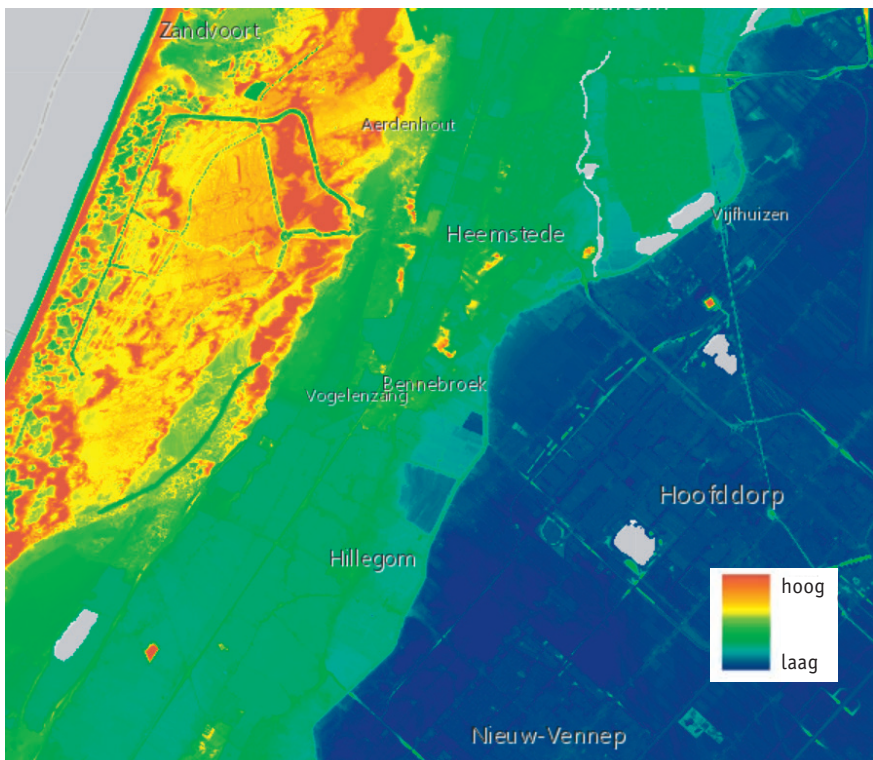
De voorbeelden zijn ingedeeld in de thema's waterkwantiteit, waterkwaliteit en veiligheid. Waterbeheerders en andere betrokkenen vertellen welke technieken zij gebruiken, welke haken en ogen hieraan zitten en hoe het proces 'van wetenschap tot waterschap' verloopt. Aan de hand van een 'landingsbaan' (zie onderstaande figuur) wordt voor elk voorbeeld een indicatie gegeven van de ontwikkelfase. In hoofdstuk 4 worden de onderscheiden fasen nader toegelicht.



“

**Michelle Talsma**, onderzoekscoördinator watersystemen bij STOWA is nauw betrokken bij het onderzoek naar remote sensing technieken. Zij vertelt: ‘Uit de verhalen van waterschappers blijkt dat er veel enthousiasme en bereidheid is om remote sensing toepassingen te testen en gebruiken. Tegelijkertijd zie je dat sommige technieken nog ‘ver weg’ zijn van de dagelijkse praktijk. Dat heeft te maken met zowel technische, economische als organisatorische aspecten. Maar als een techniek eenmaal is ‘geland’, dan wordt het gebruik al snel een dagelijkse routine, en remote sensing de normaalste zaak van de wereld. Dat is bijvoorbeeld het geval voor het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) en voor jaarlijks geleverde luchtfoto’s. Het zou mooi zijn als het proces van ‘wetenschap tot waterschap’ voor andere kansrijke remote sensing technieken net zo succesvol verloopt.’

”



Hoogte van het maaiveld op grond van het Actueel Hoogtebestand Nederland (bron: ahn.nl).

---

## VEELGEBRUIKTE TOEPASSINGEN MET REMOTE SENSING ALS BASIS

---

### HET AHN: VAN LANDMETEN TOT LASER

De waterschappen en Rijkswaterstaat hebben bij het uitoefenen van hun taken informatie nodig over de hoogte van de beheersgebieden. Aan de hand van de hoogte en het hoogteverloop van het maaiveld kunnen zij bepalen of het water voldoende van het land kan stromen en hoe hoog de waterpeilen in de sloten mogen zijn. Ook kunnen zij met de hoogtedata overstromingen voorspellen, inzicht krijgen in bodemdaling en bepalen of de dijken nog hoog genoeg zijn.

Waar vroeger de landmeters van het waterschap er op uittrokken met de waterpas en peilstokken om hoogtes te meten, raadplegen waterschappers nu meestal het AHN, een gedetailleerd bestand met hoogtegegevens van heel Nederland. De techniek achter het AHN maakt gebruik van pulsen laserlicht die door een scanner aan boord van een vliegtuig worden afgevuurd op het aardoppervlak (laseraltimetrie). Door van het gereflecteerde licht de looptijd te meten, wordt de afstand tussen oppervlak en vliegtuig bepaald. Dankzij deze techniek zijn er per vierkante meter in Nederland 6 tot 20 hoogtemetingen beschikbaar, met een precisie van 5 centimeter.

Het AHN is een samenwerking tussen de waterschappen, Rijkswaterstaat en de provincies en wordt ook door deze organisaties gefinancierd. De inwinning van de eerste data startte al in 1997 (AHN1), waarna de metingen steeds nauwkeuriger werden (AHN2 en AHN3). Het volgende hoogtebestand, AHN4, komt in 2022 beschikbaar.



---

Het AHN wordt getrokken door het Waterschapshuis (HWH). Programmamanager Erik Nobbe vertelt: 'Het AHN is gemeengoed geworden bij de waterschappen en van grote waarde voor het waterbeheer. Juist in Nederland kunnen geringe hoogteverschillen van belang zijn voor bijvoorbeeld de sterkte van waterkeringen of voor het optreden van wateroverlast. Als er een fout van een halve meter zit in het hoogtebestand, kan dat grote gevolgen hebben voor berekeningen en beheersmaatregelen. In een land zoals Zwitserland zal dat veel minder effect hebben. Het AHN heeft dan ook een hoge kwaliteit en is in Nederland één van de bekendste remote sensing producten geworden.'

#### HET PROGRAMMA BEELDMATERIAAL

In dit programma, net als het AHN getrokken door HWH, kopen tal van organisaties elk jaar luchtfoto's van heel Nederland in, met een grondpixelresolutie van tussen de 4 en 10 cm. Deze foto's leveren waardevolle informatie voor tal van doeleinden, zoals het identificeren van graafwerkzaamheden in de buurt van leidingen (Gasunie), inzage in percelen en kadastrale gegevens (het Kadaster) of het zicht krijgen op de actuele toestand van dijken, duinen en watergangen (Waterschappen). Omdat de foto's elk jaar beschikbaar komen, worden ze ook veel gebruikt voor analyse van ontwikkelingen.

#### VAN IDEE TOT TOEPASSING

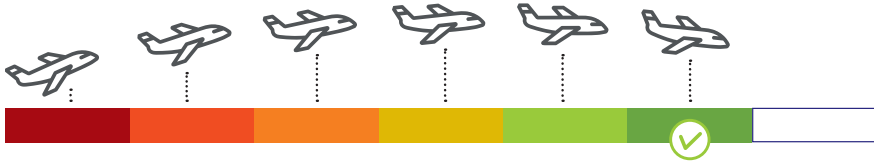
Erik Nobbe: 'Zowel het AHN als de jaarlijks geleverde luchtfoto's vormen ultieme voorbeelden van de succesvolle ontwikkeling en implementatie van een remote sensing techniek. Beide toepassingen zijn zo ingeburgerd, dat bijna niemand zich meer realiseert dat hiervoor remote sensing wordt gebruikt. Waarschijnlijk komt dit mede doordat er veel toepassingen zijn, voor vele organisaties. Dat maakt het gemakkelijker om samenwerking en centrale inkoop voor elkaar te krijgen. Voor meer gespecialiseerde toepassingen kan het lastiger zijn om een instrument te ontwikkelen, dat gemeenschappelijk aangekocht en onderhouden wordt. Juist daarom is het belangrijk dat waterschappen samen optrekken.'

---

## WATERKWANTITEIT

---

### 3.1 VERDAMPINGSDATA (SAT DATA)



*Deze toepassing is geïmplementeerd bij meerdere waterschappen en wordt centraal ingekocht op landelijk niveau.*

---

**Langdurige droge periodes komen steeds vaker voor. Zo was de zomer van 2018 zonnig en uitzonderlijk droog, en ook 2020 lijkt een droog jaar te worden. De waterbeheerders staan dan voor de taak om het beschikbare water goed te verdelen en problemen voor landbouw, scheepvaart en natuur zoveel mogelijk te beperken. Een lastig vraagstuk, want hoe droog zijn bepaalde gebieden precies en waar is het water het hardste nodig? Waterbeheerders maken in zo'n geval een waterbalans. Zij hebben daarvoor nauwkeurige informatie nodig over alle componenten van die balans, waaronder 'verdamping', die in de zomer de belangrijkste 'verliespost' vormt. Sinds kort kunnen zij daarbij dagelijks beschikken over centraal ingekochte - uit satellietdata afgeleide - gegevens.**

In het verleden werden verdampingsdata geëxtrapoléerd uit referentieverdampingsdata van de weerstations van het KNMI. Deze data gaven een landelijk beeld, maar waren niet betrouwbaar genoeg om op gebiedsniveau toe te passen. Waterbeheerders hebben gedetailleerdere, 'werkelijke' informatie nodig om beslissingen op te baseren. Dat geldt ook voor de andere componenten van de waterbalans, zoals bodemvocht (zie 3.3 OWASIS).

#### **Verdampingsdata**

Al in 2011 ontstond bij enkele waterschappen het idee om 'werkelijke verdampingsgegevens' af te leiden uit satellietdata. Dat leidde tot de oprichting van een samenwerkingsverband tussen waterschappen (SAT-WATER). Samen gingen zij aan de slag met het professionaliseren van de techniek en met het regelen van



---

centrale inkoop voor gebruik in het waterbeheer. Met succes: vanaf 2015 kregen de waterschappen tijdens het groeiseizoen de beschikking over werkelijke verdampingsdata met een resolutie van 250x250 meter (SAT DATA 2.0). Maar de ontwikkelingen stonden niet stil. Inmiddels zijn de technieken zo ver verbeterd dat de data het hele jaar door kunnen worden geleverd - dus ook buiten het groeiseizoen - met een resolutie van 100x100 meter (SAT DATA 3.0).

### **Beschikbaarheid**

De data worden centraal ingekocht door de gezamenlijke waterschappen en zijn dagelijks beschikbaar voor het waterbeheer via Meteobase. Dit is een database voor actuele neerslag- en verdampingsgegevens, die STOWA heeft laten ontwikkelen en sinds 2018 beheerd wordt door het project 'Weer Informatie Waterbeheer' (WIWB) van het Waterschapshuis.

### **Van idee tot toepassing**

De centrale aankoop van verdampingsdata is een mooi voorbeeld van een geslaagde innovatie, die inmiddels deel uitmaakt van de reguliere werkwijze van waterschappen. Hoe lukte het om de centrale inkoop te regelen?



**Jos van Duijnhoven**, omgevingsmanager bij Het Waterschapshuis (HWH) is hierbij intensief betrokken. Hij vertelt: 'In 2015 waren er tien waterschappen betrokken bij de centrale inkoop. Gezien het succes wilden zij meer waterschappen bewust maken van het nut en de noodzaak van de werkelijke verdampingdata. We hebben daarvoor samen met STOWA een aantal landelijke bijeenkomsten georganiseerd, met als resultaat dat alle waterschappen hebben besloten om mee te doen. Nu zijn we als HWH bezig om ervoor te zorgen dat een marktpartij de data - die dus gemeenschappelijk ingekocht worden - ook echt levert. Verder starten we een Community of Practice, waar ervaringen en kennis gedeeld kunnen worden en nieuwe ideeën voor toepassingen, vervolgprouden, of noodzakelijke aanvullende onderzoeken, geformuleerd kunnen worden.'



# Zo werkt Verdampingsmeting via Satelliet

De verdamping is een belangrijke maat voor de droogte van een gebied of de optimale groei van een landbouwgewas. Met satellietdata kunnen we de werkelijke verdamping en het verdampingstekort tot op perceelsniveau monitoren.

## 1 Data produceren



1. Overheden kopen de data gezamenlijk in

21 waterschappen & Rijkswaterstaat



2. Het Waterschapshuis verzorgt inkoop & contractbeheer

Het Waterschapshuis



3. Bedrijven & onderzoeksinstellingen schrijven in op de aanbesteding

Bedrijven & oz-instellingen



contractbeheer

aanbesteding

inschrijven

## 2 Data-opslag & ontsluiting

Opslag van de informatie als historisch archief



Een (Open) Data Portal infrastructuur is beschikbaar

Sat-Data 3.0

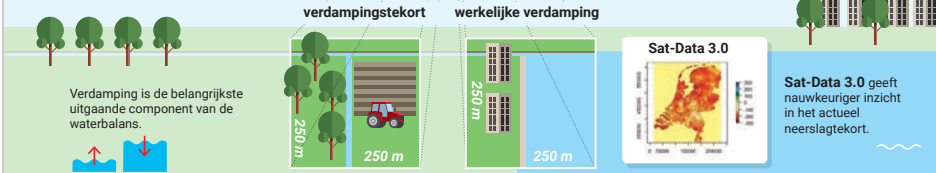
opslag

## 3 Data-gebruik

Deze data is voor iedereen toegankelijk. Het geeft dagelijks inzicht in de werkelijke verdamping en de verdampingstekorten.



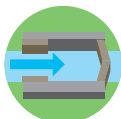
Klimaatadaptatie vraagt om betrouwbare en gedetailleerde verdampingsinformatie.



De toepassing van verdampingsmeting via satelliet zorgt voor een betere beslissingsondersteuning bij:



Efficiënter watergebruik bij droogte.



Waterverdeling bij schaarste



Peilbeheer



Veendijken inspecteren waar nodig

Open data zorgt voor toekomstige innovaties



Universiteiten

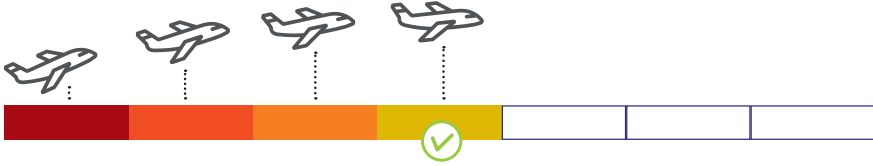
Burgers



---

## 3.2

### DIGITAAL SCOUWEN VAN SLOTEN



*De toepassing is geïmplementeerd bij Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD) en bevindt zich bij andere waterschappen in de ontwikkel-of testfase.*

---

**Hoe kunnen we zoveel mogelijk watergangen schouwen met een beperkt aantal medewerkers? Voor die vraag stond het Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD). De noodzaak tot slimme oplossingen leidde tot het gebruik van satellietdata en computerintelligentie. Met succes: sinds 2019 schouwt het waterschap haar sloten digitaal. De digi-schouw is een voorbeeld van een snel ingevoerde innovatie die haar vruchten direct afwerpt.**

De waterschappen beheren 7.500 kilometer aan wegen, 18.000 kilometer aan waterkeringen, en 350.000 kilometer aan watergangen. Nederland telt naar schatting 330.000 kilometer sloot. Dit is 8 keer de aarde rond, of bijna de afstand van de aarde naar de maan.

Voor een goede doorstroming van het water moeten al deze watergangen bijgehouden worden, vaak door de eigenaren van de aanliggende percelen. Elk jaar wordt geschouwd of de onderhoudsplichtigen hun werk naar behoren hebben gedaan. Daarvoor trekken overal in het land medewerkers van de waterschappen er op uit, om de sloten te controleren.

#### **Digitaal schouwen**

In het najaar van 2019 paste WDOD voor het eerst een nieuwe manier van werken toe: digitaal schouwen. Waar vroeger zestig medewerkers een week lang bezig waren om de 8000 sloten, met een totale lengte van 2.460 kilometer, te schouwen, waren in 2019 24 medewerkers in koppels van twee één dag op pad. In 2018 begon een eerste proef met satellietfoto's en machine-learning. In 2019 is de digitale schouw ingevoerd in het hele werkgebied van het waterschap.

# De NL-Veranderdetectie

Van beeldmateriaal naar beeldinformatie

## 1 Bronnen beeldmateriaal en data

De bronnen maken beeldmateriaal die gebruikt worden in het Machine learning algoritme.



Satellietdata



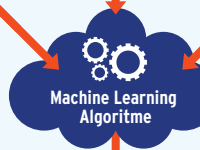
Publieke datasets



Luchtfoto's

## 2 Machine learning algoritme

Wanneer er nieuwe hoge resolutie beeldmateriaal beschikbaar komt (minimaal 6 x per jaar), worden de veranderingen landelijk doorgerekend.



## 6 De beoordelingen van de gebruiker worden teruggestuurd naar het ML algoritme.

Hierdoor wordt het algoritme (nog) slimmer en zal het dus de eerstvolgende keer (nog) beter presteren.

## 3 Detectie van verandering (Laten zien waar en wat er veranderd is)

De gebruiker kan de beeldinformatie opvragen in de eigen viewer.



Het is mogelijk om een eigen interessegebied in te stellen en (push)notificaties te ontvangen bij nieuwe veranderingen.

## 4 Weergave beeldinformatie

Door het weergeven van verandering wordt sneller duidelijk waar actie nodig is.

Het algoritme kan vele soorten veranderingen detecteren, namelijk

Het algoritme is ook toepasbaar op dijken.

### Verandering in de waterloop

Waar is correct gemaaid? (schoonprocedure)

Waar liggen onze kunstwerken (nieuw/verwijderd)

**Maar ook:**  
Welke waterlopen staan droog?

### Verandering waterloop

Bekend in het systeem

Werkelijke ligging

**Maar ook:**  
Zijn er waterlopen gedempt?

### Verandering in omgeving

Is er gebouwd of gepland in de buurt van de waterlopen?

Waar zijn chemische bestrijdingsmiddelen gebruikt?

**Maar ook:**  
Waar zijn grote verhardingen aangebracht? Welke percelen zijn wel/niet beregend?



## 5 Verificatie door gebruiker

De eindgebruiker geeft aan of de bepaling die is gedaan door het ML algoritme wel of niet juist is geweest.

---

In het najaar worden satellietfoto's gemaakt. Ter kalibratie worden op de grond foto's gemaakt - met gps - van verschillende types begroeiingen. Speciale software matcht de satellietdata met deze foto's, waardoor verschillende typen begroeiingen gelokaliseerd kunnen worden. Op basis van deze gegevens krijgt een sloot de beoordeling 'schoon' of 'niet schoon'.

Eigenaren en onderhoudsplichtigen van sloten met de beoordeling 'niet schoon' ontvangen een brief met het verzoek de sloot alsnog te onderhouden. De medewerkers kunnen hun controlerende taken beperken tot de sloten die het predicaat niet-schoon hebben gekregen.

De nieuwe werkwijze is succesvol: uit controle bleek 94% van de sloten schoon te zijn. Ook andere waterschappen volgen: het hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard heeft het onderhoud van sloten dit jaar voor een deel met behulp van satellietbeelden gecontroleerd.

#### **Van idee tot toepassing: een snel proces!**



**Jeroen Waanders**, innovatie-manager van WDOD vertelt: 'De aanleiding van het digitale schouwen was een reorganisatie waardoor we een twee keer zo groot gebied moesten inspecteren. Maar we kregen niet meer mensen, dus moesten we daar iets slims mee gaan doen. We zijn gaan kijken naar satellieten en computerintelligentie om ons daarbij te helpen.

Technisch ging alles voor de wind, we hadden binnen drie maanden een werkende oplossing, die het in een testgebied beter deed dan de traditionele werkwijze. Dan moet je de organisatie meekrijgen en dan wordt het wat spannender. Dat komt ook doordat er aan traditionele werkwijzen soms een sfeer van nostalgie hangt, zeg maar een emotionele kant, waarvan afscheid genomen moet worden.

Communicatie is belangrijk - je moet de mensen die het werk doen erbij betrekken, je moet uitleggen en ondersteunen. De nieuwe werkwijze betekent dat zij gericht en minder vaak naar buiten gaan. Maar je moet ook besluiten durven nemen!

'Wat ik andere waterschappen zou aanraden met betrekking tot remote sensing? Gewoon een keer starten, dat roep ik overal. Een klein beetje durf. En als het een keer mislukt is dat niet erg, dat hoort er ook bij. De medewerkers meekrijgen, is het probleem niet. Het zit vaak in de verantwoording, dat mensen bepaalde risico's niet durven te lopen. Maar dan verandert er nooit wat. Technisch kan er veel, maar het in bedrijf nemen is het grootste struikelblok. Dat vraagt om lef, communiceren en enthousiasmeren. Ik zeg wel

---

eens, als ik het niet leuk meer vindt, dan kan ik het ook niet verkopen. Het vraagt ook iets van overtuiging.'

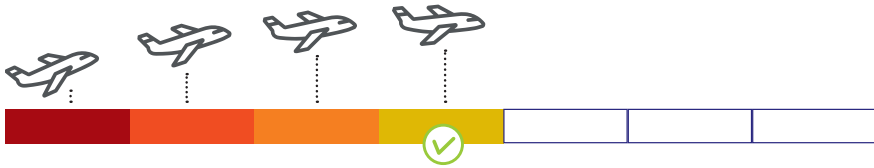
Hoewel meer waterschappen al experimenteren met de digi-schouw, is het nog geen landelijke 'business as usual'. Jos van Duijnhoven van het Waterschapshuis vertelt: 'Digitalisering betekent dat het hele schouwproces anders ingericht moet worden, met een andere organisatie, andere specifieke kennis. Dat zijn verandertrajecten die niet zonder slag en stoot plaatsvinden. Toch is het belangrijk om er mee door te gaan, want als je kijkt naar de leeftijdsopbouw binnen de waterschappen, dan gaan er de komende 5 tot 10 jaar heel veel mensen met ervaring weg. Ook daar moet je als waterschap op anticiperen.'



---

### 3.3

### OWASIS (DAGELIJKSE INFORMATIE OVER HET VOCHTGEHALTE IN DE BODEM)



*Nog niet centraal ingekocht, mogelijk binnenkort landelijk beschikbaar via het programma Slim Watermanagement.*

---

**Al eeuwenlang zijn de waterschappen bezig met het reguleren van waterstanden, via een complex stelsel van waterlopen, stuwen, gemalen en sluizen. Het is een ingewikkelde puzzel, zeker nu er door klimaatverandering meer perioden van droogte en extreme neerslag worden verwacht. Voor het slim verdelen van water gebruiken waterbeheerders sinds kort ook informatie over het actuele vochtgehalte van de bodem. Dit is mogelijk geworden door de komst van het informatiesysteem OWASIS: een slimme combinatie van modellen en remote sensing data.**

Het actuele vochtgehalte en de vullingsgraad van de bodem geven informatie over de hoeveelheid vocht die er nog beschikbaar is voor planten en omgekeerd over de hoeveelheid water die een bodem nog kan bergen. Op grond hiervan kan er worden besloten om in droge tijden het beschikbare water vast te houden of om in natte tijden water versneld af te voeren of te bergen.

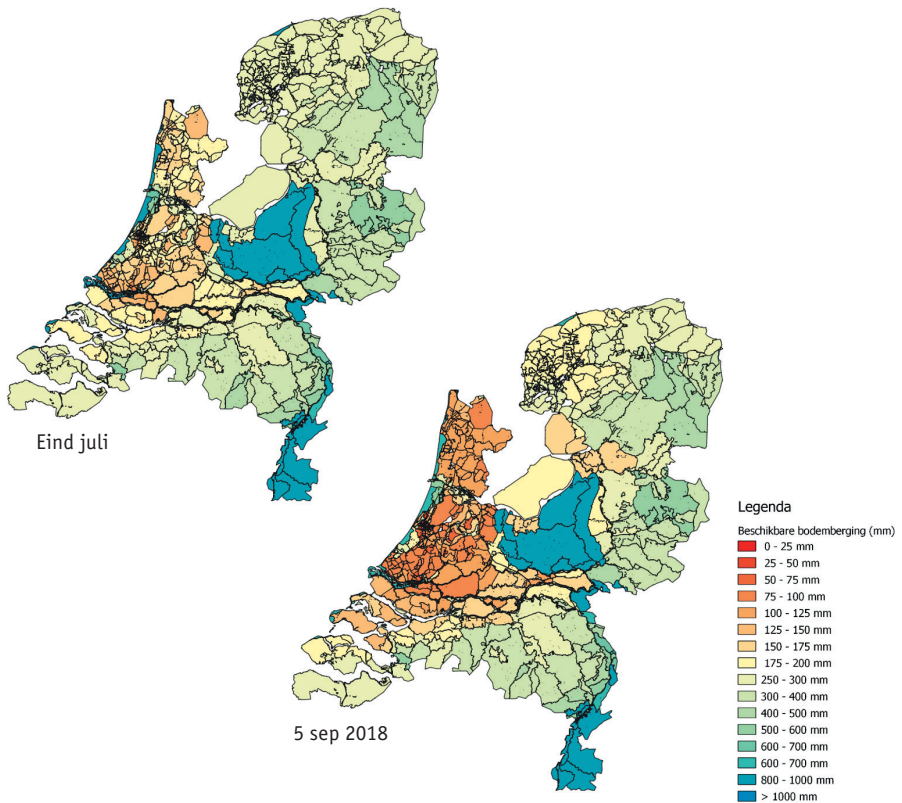
In het recente verleden werd het bodemvochtgehalte meestal gebaseerd op metingen van grondwater- en oppervlaktewaterstanden en daarvan afgeleide statistieken zoals de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Daarmee werd echter veel ruimtelijke variatie gemist en moesten beheerders soms op hun gevoel vertrouwen bij het nemen van besluiten.

#### **Het bepalen van bodemvocht met OWASIS**

Hevige regenval in het najaar van 2013 in het beheergebied van hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden gaf een impuls voor de ontwikkeling van een nieuwe methode om het bodemvochtgehalte te bepalen: OWASIS. Deze methode maakt gebruik van het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) en combineert hoge resolutie verdampingsdata van satellieten via een algoritme met andere bronnen, zoals neerslagdata op basis van regenradarstations en weersverwachtingen.

Met de gecombineerde data wordt vervolgens voor heel Nederland berekend hoeveel water nog geborgen kan worden, of hoeveel water nog beschikbaar is.

Elke nacht wordt een nieuwe geactualiseerde toestand en een verwachting voor de komende dagen berekend, gebaseerd op de actuele weerswaarnemingen. Op deze manier heeft de waterbeheerder elke ochtend een 'vers' beeld tot zijn beschikking om die dag zijn beslissingen op te baseren. De resultaten worden berekend per gridcel van 250x250m.



Weergave van de beschikbare waterberging in de bodem, eind juli (linkerkaartje) en begin september, na hevige regenval in West-Nederland (rechterkaartje). De rode en oranje kleuren in het rechterkaartje laten duidelijk zien dat de waterberging is afgenomen. Dit soort snelle inzichten kunnen waterschappen ondersteunen bij het nemen van maatregelen in tijden van wateroverlast of extreme droogte.

---

### *Door veel waterschappen toegepast*

Veel waterschappen maken voor hun beheer inmiddels gebruik van OWASIS. Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden gebruikt de OWASIS-data bijvoorbeeld voor het beslissingsondersteunende systeem VIDENTE. In combinatie met weersverwachtingen geeft dat de mogelijkheid om per peilgebied of afvoergebied advies te geven over de bemaling, zodat er (in aanloop naar) droge tijden geen onnodig water wordt afgevoerd uit een gebied.

Waterschap Brabantse Delta gebruikt de OWASIS-data voor het bepalen van de kwel/wegzijing van water en de bodemberging. Scheldestromen heeft OWASIS gebruikt voor de monitoring van het opzetten van het voorjaarspeil in een deel van Walcheren. In de regio Amsterdam-Rijnkanaal/Noordzeekanaal worden OWASIS-data beschikbaar gemaakt via een informatiescherm, dat is ontwikkeld in het kader van Slim Watermanagement. Het scherm brengt de regionale verschillen in bodemberging in beeld. Dat geeft waterschappen en Rijkswaterstaat de mogelijkheid om beheergrensoverschrijdende besluiten te nemen over de verdeling van het water.

### **Van idee tot toepassing: een kwestie van doorzetten en uitbouwen**



**Joost Heijkers**, hydroloog bij Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden, stond samen met zijn collega Wim van Buren (senior peilbeheerder) aan de basis van OWASIS en is van meet af aan betrokken bij de ontwikkeling ervan. Hij vertelt: ‘Het fundament werd eigenlijk al gelegd in 2011, op een vrijdagmiddag met vier andere waterschappers, een bijeenkomst die de officiële start van SAT-WATER was. Daar ontstond het idee - dat waterschappen nu volop toepassen - om satelliet data te gebruiken voor het waterbeheer, en hieruit ontstond uiteindelijk OWASIS. We voerden een pilotstudie uit, waarbij ook STOWA betrokken was, om te verkennen of de methode echt werkte. Vervolgens is het systeem - onder meer met financiering van de European Space Agency (ESA) - gebouwd en uitgebreid getest. Op dit moment kan elke waterbeheerder in Nederland er over beschikken.’

Uit de ontwikkeling van OWASIS kunnen algemene lessen worden geleerd. Om van idee tot toepassing te komen raadt Heijkers zijn waterschapcollega’s aan om daarover eerst met een paar directbetrokkenen te gaan praten of met innovatieve mensen die op de markt opereren. ‘Vraag bijvoorbeeld aan marktpartijen of ze willen participeren in de financiering van een pilot met als tegenprestatie dat ze het verdienmodel mogen uit-



.....

werken. Als het idee goed is zeggen ze waarschijnlijk ja. Om een innovatief idee naar de praktijk te brengen moet je gedegen technische kennis hebben om uit te leggen hoe het werkt en je moet enthousiast kunnen vertellen. Wat ook vaak helpt is om een innovatieve techniek te koppelen aan relevante beleids- en beheersdoelstellingen. De droogte van 2018 heeft bijvoorbeeld een enorme boost gegeven aan het gebruik van verdampingsdata en OWASIS. Dan wordt het duidelijk hoe nuttig die informatie is en ontstaat er vaak vanzelf draagvlak.'

Heijkers besluit: 'Ik merk dat steeds meer mensen enthousiast worden over de mogelijkheden van OWASIS. Zeker als ik aangeef dat het niet alleen inzicht geeft in bodemvocht, maar ook informatie verschaft over het verloop van de grondwaterstand. Uit een evaluatie die vorig jaar heeft plaatsgevonden bleek dat bijna 90 % van de ondervraagden enthousiast was en graag door wil met OWASIS. Maar een dergelijk systeem is nooit af. We hebben nog veel mooie ideeën over welke nieuwe dingen we willen doorvoeren en zijn met diverse partijen hierover in gesprek.'







*Deze toepassing bevindt zich in de verkenningsfase.*

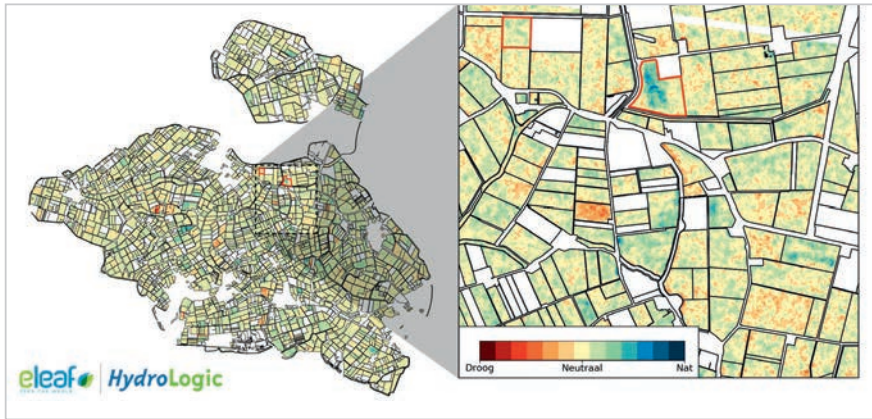
**In tijden van grote droogte stellen waterschappen soms een beregeningsverbod in. Dat betekent dat er geen grondwater en/of oppervlaktewater mag worden gebruikt voor bijvoorbeeld het besproeien van landbouwgebieden, tuinen of sportvelden. De ‘beregeningmonitor’ helpt waterschappen bij het handhaven van de verboden.**

Na het afkondigen van een beregeningsverbod trekken de handhavers van het waterschap het veld in, om te controleren of agrariërs of andere gebruikers zich houden aan het beregeningsverbod. Het is geen populaire taak, maar nodig om droogteschade te voorkomen of te beperken. Het handhaven kost flink wat menskracht en geld.

#### **De beregeningsmonitor**

Satellietdata over verschillende soorten straling vanaf het aardoppervlak kunnen de waterschappen helpen bij het opsporen van eventuele ‘overtreders’. Met behulp van radardata en thermische data kan bijvoorbeeld een inschatting gemaakt worden van de hoeveelheid vocht in de bodem of in gewassen. Daarnaast kunnen verschillende optische sensoren op satellieten de gezondheid en biomassa van een gewas inschatten aan de hand van de gereflecteerde zichtbare en onzichtbare straling. Om potentieel tot beregeningsdetectie te komen moet deze informatie worden gecombineerd met aanvullende data over bijvoorbeeld neerslag.

In Zuid-Afrika is deze techniek al enkele jaren in ontwikkeling. Met behulp van Nederlandse knowhow en ondersteund door WDOD en het ESA, is er een applicatie ontwikkeld waarmee de waterbeheerders op veldniveau kunnen zien op welke velden meer water is gebruikt (irrigatie) dan is afgesproken en toegestaan. De Zuid-Afrikaanse situatie wijkt echter sterk af van de Nederlandse, waardoor de techniek hier niet direct toepasbaar is.



Voorbeeld van één van de onderzoeksresultaten van de Beregeningsmonitor Pilot uitgevoerd door eLEAF en HydroLogic voor een onderzoeksgebied in het waterschap Scheldestromen. Blauw is een indicator voor vernatting, en kan daarmee op beregening wijzen, geel houdt in dat er geen significant verschil tussen opeenvolgende radar observaties is opgetreden en rood is een indicatie voor droge omstandigheden.

### **Van idee tot toepassing: een kwestie van doorzetten en uitbouwen**

Eind 2019 hebben zes waterschappen en STOWA de handen ineengeslagen om gezamenlijk te werken aan een praktisch hulpmiddel voor waterbeheerders. Dit startte met een workshop, waarin de waterschappen hun wensen en eisen rondom een beregeningsmonitor formuleerden. Vervolgens zijn marktpartijen aan de slag gegaan om de meest effectieve op satellieten gebaseerde parameters te bepalen voor een Nederlandse beregeningsmonitor. De resultaten worden gedeeld via STOWA. Ook het Waterschapshuis is betrokken, zodat de innovatie bij positieve resultaten kan worden uitgebouwd tot een landelijke beregeningsmonitor.

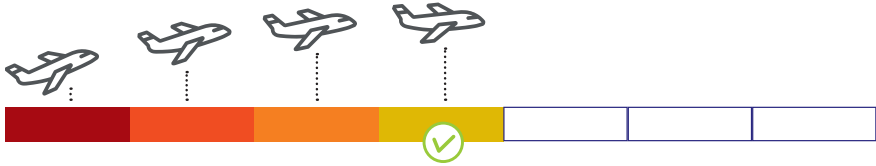


**Glenn Morvan**, namens Hydrologic betrokken bij de beregeningsmonitor, stelt: 'Deze toepassing kan in de toekomst ontzettend veel tijd en geld besparen, die nu wordt besteed aan het handhaven van beregeningsverboden. Verder is in Zuid-Afrika gebleken dat de beregeningsmonitor succesvol kan worden ingezet voor het vergroten van het bewustzijn van boeren over hun watergebruik.'



## WATERVEILIGHEID

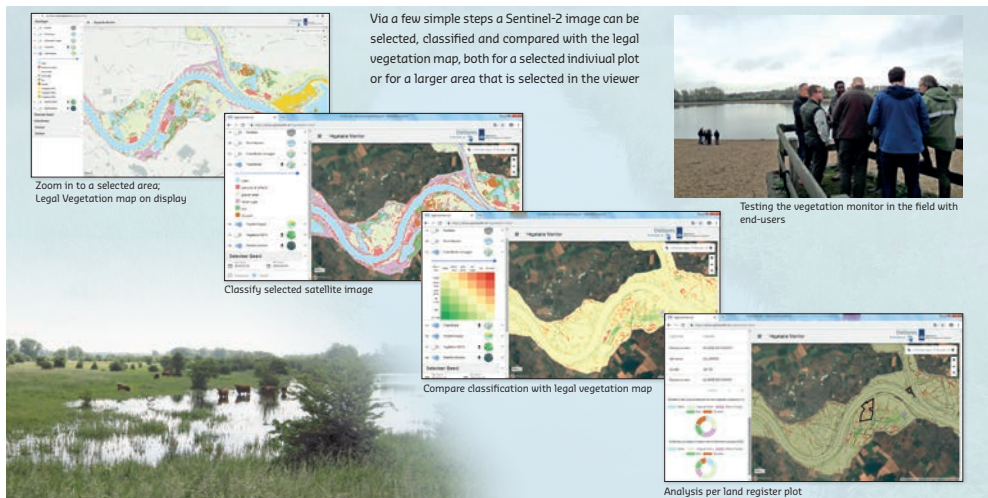
### 3.5 DE VEGETATIEMONITOR VAN RIJKSWATERSTAAT



*Deze toepassing is geïmplementeerd bij Rijkswaterstaat, maar niet (landelijk) operationeel bij de waterschappen.*

Tijdens hoogwater spelen de uiterwaarden van de grote rivieren een belangrijke rol. Ze zorgen ervoor dat grote hoeveelheden water gemakkelijk en snel kunnen worden afgevoerd. Rijkswaterstaat is wettelijk verplicht om de vegetatie in de uiterwaarden jaarlijks te monitoren, om te voorkomen dat deze de doorstroming belemmert. Daarbij wordt de vegetatiesituatie in de uiterwaarden van de Maas- en Rijntakken vergeleken met een wettelijk vastgestelde overzichtskaart, de zogenaamde Vegetatielegger. Sinds twee jaar wordt voor de monitoring gebruik gemaakt van satellietbeelden.

Via a few simple steps a Sentinel-2 image can be selected, classified and compared with the legal vegetation map, both for a selected individual plot or for a larger area that is selected in the viewer



Zoom in to a selected area; Legal Vegetation map on display

Classify selected satellite image

Compare classification with legal vegetation map

Analysis per land register plot

Testing the vegetation monitor in the field with end-users

---

Voorheen maakte Rijkswaterstaat elke zes jaar via handmatig geclassificeerde luchtfoto's een vegetatiekaart van de uiterwaarden. Deze werkwijze voldeed echter niet meer aan de wettelijke plicht om jaarlijks te monitoren.

Met een klein team mensen die verantwoordelijk zijn voor het beheer van de uiterwaarden en te maken hebben met ruim 12.000 terreineigenaren en pachters, werd het Rijkswaterstaat duidelijk dat er een nieuwe snelle werkwijze nodig was. Dit leidde in 2018 tot de ontwikkeling van de 'vegetatiemonitor'. Deze werd al in 2019 in gebruik genomen.

De vegetatiemonitor is een website, met voor iedereen vrij toegankelijke kaarten en maakt gebruik van de Google Earth Engine. Daarnaast kan het programma uitgebreid worden met andere algoritmes waardoor ook voorspellingen gedaan kunnen worden over de toekomstige vegetatie-ontwikkeling.



Eén van de betrokkenen bij de ontwikkeling van de vegetatiemonitor is **Ellis Penning** van Deltares. Zij vertelt: 'In 2018 hebben we een tool gemaakt waarmee satellietfoto's van de Sentinel2 satelliet vergeleken kunnen worden met de overzichtskaart uit de vegetatielegger. Hiermee was het voor Rijkswaterstaat, gebruikers en beheerders van de uiterwaarden mogelijk om gebieden te signaleren die van de vegetatielegger afweken. In 2019 is de software verder verbeterd. We leveren nu dagkaarten, en jaarkaarten, gebaseerd op gemiddelden. Zo kan Rijkswaterstaat prioriteiten stellen voor de controles of vroegtijdig in gesprek gaan met de terreinbeheerders.'

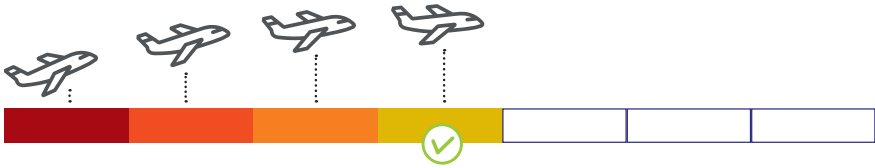
**Van idee tot toepassing: werk samen met de eindgebruiker**

Penning: 'De implementatie van de vegetatiemonitor is heel snel gegaan. Je ziet dat een urgente opgave, zoals het in kaart brengen van de vegetatie in de uiterwaarden, innovatief gebruik van remote sensing op gang kan brengen. Het is belangrijk dat je dit soort toepassingen in samenwerking met de eindgebruiker ontwikkelt. Je moet die gebruiker vervolgens ook trainen, zodat hij of zij beelden goed kan interpreteren en 'om bepaalde dingen heen kan kijken'. Als er eens een schapenwolkje op een beeld staat, moet je het ook als dusdanig kunnen interpreteren.'



### 3.6

### DROOGTESCAN VEENDIJKEN



*De Drogtescan wordt reeds gebruikt voor het bepalen van de vochttoestand van dijken, maar is nog niet bruikbaar voor het bepalen van de sterkte ervan. Dit laatste is punt van onderzoek.*

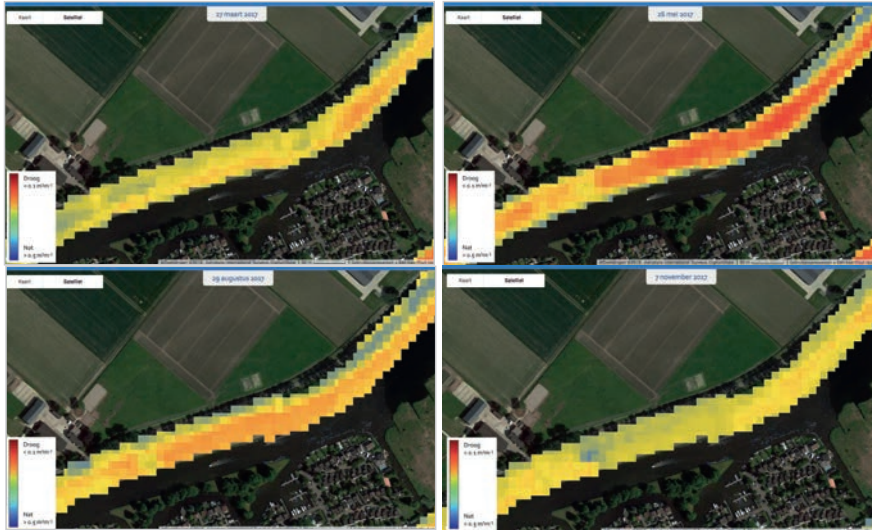
**In 2003 en 2004 bleek hoe gevoelig sommige veendijken kunnen zijn voor droogte. De kadeverschuivingen bij Wilnis en Terbregge en de verzakking van de kanaaldijk bij Stein waren aanleiding om de dijkinspecties in geval van droogte te verscherpen. Met de 'droogtescan' van dijken wordt verkend of satellietbeelden bij de inspecties kunnen helpen.**

Bij een neerslagtekort van 150 mm controleert het hoogheemraadschap van Rijnland 8 kilometer zeer droogtegevoelige keringen op schade. Loopt het neerslagtekort op tot 175mm dan worden ook de andere droogtegevoelige keringen gecontroleerd (ruim 400 kilometer) en bij een neerslagtekort van meer dan 200 mm inspecteert het hoogheemraadschap alle 1200 kilometer keringen. In zeer droge jaren is dat een arbeidsintensieve klus!



**Etienne Faassen**, teamleider beleid en advies bij het Hoogheemraadschap Rijnland, geeft een voorbeeld: 'Het jaar 2015 was heel droog. Ons calamiteitenbestrijdingsplan gaf aan dat we ruim 400 kilometer keringen moesten controleren. Normaal doen we dat in groepjes van twee personen, waarvan één iemand veel ervaring en kennis over dijkinspecties moet hebben. Maar met zoveel kilometers moest de halve organisatie worden opgetrommeld om mee te lopen, waaronder ook mensen met minder ervaring. De medewerkers vroegen zich al snel af of ze wel de juiste kilometers of strekkingen liepen. Dat was voor ons aanleiding om te verkennen of de inspectie van de keringen niet efficiënter kon. Toen kwamen we op het idee om satellietwaarnemingen te gebruiken.'





*Droogtescan van de ringdijk om de Haarlemmermeer bij Leimuideren in maart, mei, augustus en november 2017. Hoe roder de opname, hoe droger de dijk (bron Miramap).*

### De Droogtescan

Dit idee leidde tot de ontwikkeling van ‘de Droogtescan’, een applicatie, die het bodemvochtpercentage in de toplaag van de dijken meet met een resolutie van 10 bij 10 meter. De satelliet die de beelden maakt, vliegt eens in de vijf dagen over het gebied. Sinds 2018 worden op deze wijze de dijken gescand. De gegevens worden gevalideerd door ze te vergelijken met in situ sensors. In 2020 zijn daartoe in een aantal veenkades bodemvochtmeters geplaatst.



‘Met de Droogtescan hebben we het hele jaar een goed inzicht in de vochttoestand van de dijken’, zegt Faassen. ‘Een probleem is echter dat het vochtpercentage zelf nog niet direct iets zegt over de sterkte of stabiliteit van een dijk. Die hangt samen met de diepte, lengte en breedte van scheuren en met de grondsoort die eronder ligt. Bij klei vertoont de bovenste laag heel snel krimpstructuren, maar dat is op zich niet erg. Bij veen is dat wel een probleem omdat veen zich bijna niet meer herstelt. En op het moment dat je die scheuren hebt, en het weer slaat om, met hoosbuien, dan lopen die scheuren vol, en ben je verder van huis.’





---

Daarom is de applicatie pas echt bruikbaar als we een verband vinden tussen het bodemvochtpercentage en de sterkte/stabiliteit van de dijk. We hebben hiervoor samen met een aantal andere waterschappen (Delfland, Wetterskip, Schieland) en STOWA een nieuw onderzoek in gang gezet. Totdat er een correlatie is aangetoond, denk ik dat het op de dijk lopen, het in de grond prikken, het zien en het voelen nog even meer waarde heeft voor dijkinspecties dan de beelden van de satelliet, maar hoelang dat nog zo is weet ik niet. De ontwikkeling van technieken gaat snel!’



---

### **Van idee tot toepassing: innovatie wordt binnen ons waterschap gestimuleerd!**



Faassen: ‘Wij hebben bij Rijnland een ‘digital officer’, die de verschillende teams bijstaat om innovatie te stimuleren. Het idee om te kijken of we vanuit de ruimte konden worden geholpen bij de dijkinspecties werd dan ook meteen omarmd. Om het idee verder te ontwikkelen, hebben we gebruik gemaakt van de speciale Small Business Innovation and Research (SBIR) regeling van het Netherlands Space Office (NSO), de Nederlandse tak van de European Space Agency (ESA). Het NSO wil daarmee de toepassing van satellietdata door overheidsinstellingen stimuleren. Overheden zetten hun vraag vervolgens in de markt, waarbij de partijen met de beste ideeën een subsidie krijgen om die ideeën verder uit te werken. In het geval van de veendijken was dat het bedrijf Miramap’. Volgens Faassen ontbreekt het binnen het waterschap niet aan enthousiasme om de applicatie grootschalig toe te passen, maar is de techniek nog niet voldoende ontwikkeld om de sterkte van de dijken in droogteperioden goed te beoordelen. ‘Een innovatie ‘landt’ alleen als de techniek goed en betrouwbaar is.’

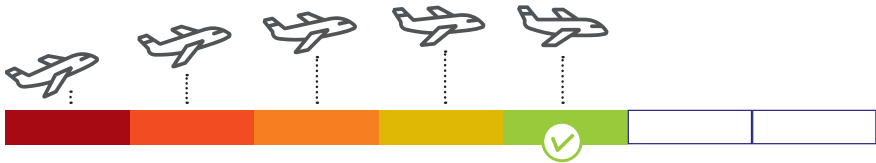




---

### 3.7

### MONITORING WATERKERINGEN MET EEN RPAS (DRONE)



*Deze techniek is klaar voor bredere toepassing.*

---

**Waterschappen zetten regelmatig drones in, onder andere voor het schouwen van watergangen, voor het opsporen van kwel in poldersloten of voor het detecteren van scheuren en natte plekken in dijken. De huidige wetgeving levert de nodige belemmeringen op voor het gebruik van drones, maar een versoepeling van de regels komt eraan. Dan bieden drones nog meer kansen voor het waterbeheer, al moet je van geval tot geval beoordelen of een drone het beste middel is om informatie te vergaren.**

De sensoren die onder drones hangen - of onder een ander vliegend platform - kunnen als extra ogen fungeren voor een waterbeheerder. Dit blijkt onder andere uit een pilot die 5 waterschappen en STOWA uitvoerden naar de inzetbaarheid van drones voor het monitoren van waterkeringen.





**Ronald Loeve**, namens Down2Earth Sensing betrokken bij de pilot, licht toe: 'Vanaf boven heb je een ander perspectief dan vanaf de grond en zie je bijvoorbeeld kale plekken gemakkelijker. En door te werken met andere sensoren, in een ander lichtspectrum, kun je extra dingen waarnemen. Bijvoorbeeld of het gras water nodig heeft, of er een ziekte inzit of dat er andere soorten tussen staan.

We hebben een algoritme ontwikkeld waarmee vanuit de lucht de bedekkingsgraad van een waterkering kan worden bepaald.

De beelden zijn gevalideerd met behulp van velddata. We waren tevreden met de resultaten en de waterschappen ook. Het voordeel is dat een waterschap de inspecteurs gerichter op weg kan sturen en eventuele afwijkingen objectief kan vastleggen, zoals de nieuwe toetsingsmethodiek van waterkeringen voorschrijft. Later hebben we de techniek ook voor een ander waterschap toegepast, op een net versterkte waterkering. De ontwikkeling van de vegetatie van gefragmenteerde en open zode naar een gesloten vegetatie was vlakdekkend en zeer gedetailleerd in beeld te brengen. Problemen in de grasmatontwikkeling konden tijdig worden waargenomen, naar volle tevredenheid van het waterschap.'



---

Drones kunnen verder ook worden gebruikt voor het monitoren van zandige waterkeringen in de duinen. Met sensoren ingewonnen hoogte- en vegetatiedata zijn onder andere bruikbaar voor vegetatieanalyses en voor kartering van de dynamiek (zoals de ligging van de duinvoet en locaties met erosie en depositie).

### **Toepassing bij Waternet**

Nick Cornelissen beaamt de mogelijkheden van drones voor het waterbeheer. Hij is robotica en remote sensing specialist en werkt als dronepiloot bij het Waternet.



**Cornelissen:** ‘De ideeën voor toepassingen ontstaan in samenwerking met verschillende afdelingen. We luisteren naar hun wensen en proberen samen tot nieuwe dingen te komen, waarbij de gebruikers als ‘interne opdrachtgevers’ fungeren. Op het ogenblik loopt er bijvoorbeeld een pilot naar het opsporen van kwel in de slootjes van de Baambrugge-Oostzijds Polder. Dat doen we met een drone en een warmtecamera. Grondwater is 10 graden, dus als de slootjes koud zijn, zie je aan de warme plekken waar kwel zit. De gegevens worden dubbel gebruikt. Enerzijds worden de modellen er mee verbeterd. Je krijgt namelijk inzicht in het extra water dat de polder in komt. Anderzijds kun je er de ernst van bepaalde problematieken op een overzichtelijke manier mee aantonen.’



### **Wetgeving**

De wetgeving is op dit moment streng, wat het werken met drones moeilijk en duur maakt. Er is echter een versoepeling van de regels in zicht. Daarmee vervalt de huidige verplichting om met twee personen te zijn. Ook de eis dat de drone binnen zichtveld moet blijven wordt bediscussieerd. En de regelgeving wordt meer risico gestuurd: hoe groter de drone, hoe meer maatregelen je moet nemen. Het gebruik van kleine drones - die vaak al voor dit soort werk voldoen - zijn dan aan minder regels gebonden. Een soepelere regelgeving zou het gebruik van drones aanzienlijk efficiënter en kansrijker maken.

### **Van pilot tot regulier werkproces**

Zowel Loeve als Cornelissen ervaren dat het soms lastig is om kansrijke remote sensing technieken in het reguliere werkproces onder te brengen. Gezien de snelle ontwikkeling van drones, sensoren en dataverwerking zien beide piloten echter een scala van mogelijkheden voor de waterschappen.



‘Na de pilots bleef het soms stil, ondanks het enthousiasme van de waterschappen’, vertelt Loeve. ‘Het heeft misschien te maken met budgetten en tijd. Voor pilots zijn altijd wel innovatiepotjes bij waterschappen, maar voor het inbedden van een innovatie in een regulier werkproces moet je ook tijd en geld investeren, naast de reguliere werkzaamheden. Soms lijkt de urgentie niet groot genoeg om een nieuwe werkwijze in te voeren. Onder het motto, het gaat nu toch ook?’

Cornelissen vult aan: ‘Ik zie ook dat er ondanks een succesvol verloop van pilots, wordt teruggegrepen op de oude werkwijzen. Misschien is dat ook een kwestie van cultuur, al heb ik nooit weerstand vanuit het uitvoerend personeel gevoeld, eerder omgekeerd. Een medewerker bijvoorbeeld, die eerst handmatig een petgat moesten inmeten, met een waadpak aan, zei: ik weet zeker dat jullie dit veel sneller en accurater kunnen dan wij. Nu heb ik tijd over voor leukere dingen.’ Cornelissen geeft hierover veel presentaties bij waterschappen en die zijn enthousiast. ‘Ik wil waterschappen wel aanraden om goed na te denken over de meest efficiënte werkwijze’, zegt hij. ‘Weeg af of je externe partijen inhuurt of dat je eigen piloten in dienst wilt nemen. In het laatste geval ben je een luchtvaartbedrijf en daar komt nogal wat bij kijken. Maar bedenk vooral steeds of het inzetten van drones voor een specifiek doel zinvol is. Als je een groot gebied wilt beoordelen is het gebruik van andere middelen zoals satellietdata of data ingewonnen met een vliegtuig wellicht efficiënter. En als je een klein gebied wilt bekijken, stuur er dan gewoon een inspecteur heen.’

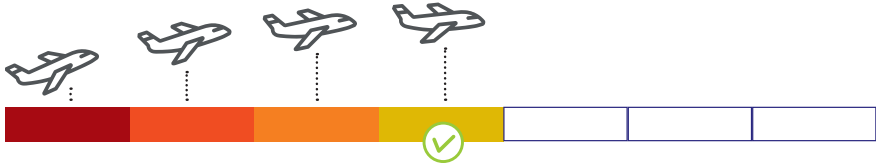


---

## ➔ WATERKWALITEIT

---

### 3.8 ECOWATCH-SENSOR IN HET PATERSWOLDSEMEER



*Deze toepassing bevindt zich in de pilotfase.*

---

**Waterbeheerders monitoren de waterkwaliteit, waaronder die van zwemwater. De bepaling hiervan vindt plaats met gecertificeerde methoden en geijkte apparaten en is tijdrovend. Dat riep de vraag op of dat niet simpeler kon, bijvoorbeeld met behulp van remote sensing. Het leidde tot de ontwikkeling van de ‘Ecowatch’.**

Eén van de jaarlijks optredende problemen in Nederlandse binnenwateren is het optreden van blauwalgen. Elke zomer moeten er zwemwateren worden afgesloten, met boze burgers en economische schade als gevolg. Het al dan niet afsluiten van zwemwateren wordt geregeld via protocollen, die in de wet zijn vastgelegd. Daarbij wordt de waterkwaliteit beoordeeld op basis van onder andere doorzicht, hoeveelheid chlorofyl en soorten algen.



---

Om de kwaliteit van het (zwem)water te verbeteren, kunnen waterschappen bijvoorbeeld het inlaten of de verdeling van het water beïnvloeden. Hiervoor hebben ze informatie nodig over de waterkwaliteit in de verschillende wateren.

### **Ecowatch**

Ecowatch ontwikkelde een instrument, in de vorm van een sensor op een paal in het Paterswoldsemeer. Dit instrument meet continu het reflectiespectrum - of wel de kleur- van het water, en uit de metingen wordt vervolgens de kwaliteit van het water afgeleid, waaronder bijvoorbeeld de mate van algenbloei, de hoeveelheid blauwalgen en de troebelheid van het water.



**Jannes Schenkel** van Waterschap Noorderzijlvest bood zich aan om de techniek te testen. Met succes: ‘We kunnen nu op grond van de beelden, de waterkwaliteit van het kanaal in het systeembeheer opnemen, en bepalen of we water uit het kanaal in het Paterswoldsemeer inlaten. Daarmee hebben we invloed op de nutriënten-instroom in het meer.’

Op den duur kunnen dan deze metingen de dure en tijdrovende laboratoriumanalyses vervangen, waardoor zwemwater sneller en goedkoper gecontroleerd kan worden. Ware het niet dat er een ingewikkeld validatieproces moet worden doorlopen. Schenkel: ‘Met behulp van experts van universiteiten en kennisinstituten moeten we op jacht naar juridische erkenning. Pas als we die hebben kan de werkwijze worden opgenomen in protocollen of in juridische stukken. Daarbij helpt het dat de universiteit van Stirling een nauwkeurigheid van onze methode van 74% vindt.

Maar natuurlijk blijven er genoeg verbeterpunten. De bewolking in Nederland maakt satellietopnames soms moeilijk, en de resolutie van de beelden zou eigenlijk groter moeten. Er blijft altijd werk aan de winkel.’



### **Van idee tot toepassing: werk samen met de eindgebruiker**



Schenkel vertelt: ‘SAT-WATER kwam met het verzoek iets met waterkwaliteit te doen. Samen met enkele collega’s ben ik daarop ingesprongen. Daarbij heb ik het geluk dat ik een innovatief gericht bestuur heb. Ze staan open voor innovaties en zeggen: ga door. Dan krijg je wat uren en wat budget. Ik merk dat andere waterbeheerders enthousiast zijn en het project op de voet volgen, dat geeft een positieve flow.’



---

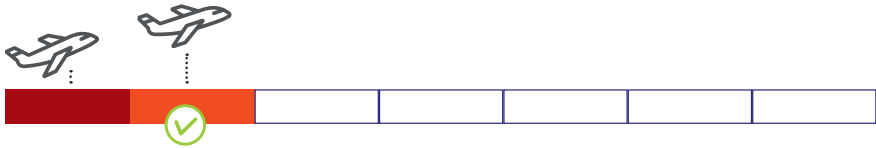
‘In dit geval was het heel belangrijk om aan te tonen dat de techniek betrouwbaar is en dat de gegevens kloppen. Logisch dat de laboratoriummedewerker - die normaal de analyses doet - een beetje angstig meekijkt. Daarom hebben we afgesproken dat we de metingen die we met de nieuwe apparatuur uitvoeren vergelijken met de lab-metingen en met de protocollen van nu. Als er genoeg onafhankelijke gegevens zijn laten we een onafhankelijk onderzoeksbureau beide methoden beoordelen. Nieuwe methoden moeten nu eenmaal een langdurig validatieproces door. Ik heb het geluk dat er universiteiten zijn die de techniek erkennen en hun naam eraan willen hangen.’

*‘Wat ik anderen zou willen aanbevelen?’*

Heb geduld en accepteer mislukkingen, dat hoort bij innovaties! Tegenslagen geven een nieuwe impuls om te leren. Soms zal er weerstand zijn tegen remote sensing, omdat mensen misschien bang zijn hun werk te verliezen. Maar mensen zullen altijd nodig zijn om met veldmetingen de remote sensing data te valideren. Dan pas weet je echt of een techniek voldoet.’



*Ecowatch algensensor bij het Paterswoldsemeer*



*Deze toepassing bevindt zich in de onderzoeksfase.*

**De actuele toestand van de Nederlandse watergangen wordt met regelmaat gemeten en gecontroleerd. Een van de belangrijkste gegevens daarbij is de diepte van het water. In dieper water wordt deze gemeten vanaf een boot; ondiepe en slecht bevaarbare watergangen worden echter met de hand ingemeten. Een grote, arbeidsintensieve, steeds terugkerende taak, want bijna de helft van het Nederlandse water is ondiep. Er wordt dan ook naarstig gezocht naar een methode om het inmeten van ondiep water te vereenvoudigen, bijvoorbeeld door gebruik te maken van Groene LiDAR.**

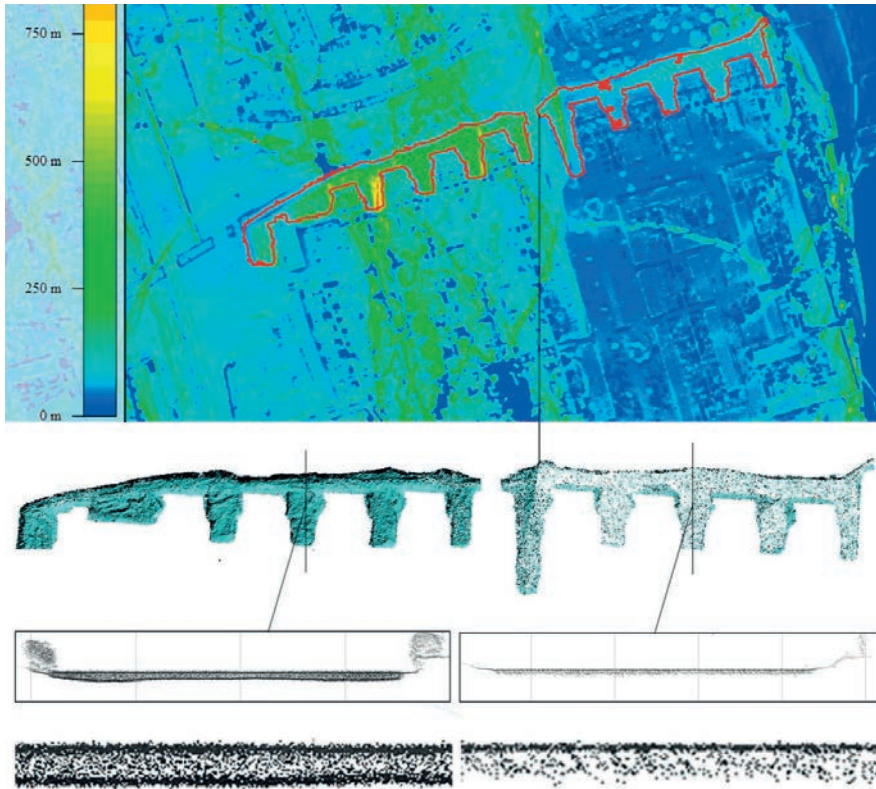
De diepte van het water is een belangrijk gegeven voor een waterbeheerder, omdat deze bepalend is voor de waterafvoercapaciteit en de vaardiepte, inzicht geeft in slibgehalten en invloed heeft op potentiële ecologische waarden. Verder is de actuele diepte nodig voor het modelleren van het watersysteem en soms voor de vergunningverlening en handhaving conform de Waterwet.

Voor water dat dieper is dan 1 meter wordt voor deze metingen gebruik gemaakt van een 'multibeam echolood', een apparaat dat vanaf een boot nauwkeurig de waterdiepte meet. Voor ondiep water werkt dat niet: als er al een boot varen kan, zijn er eindeloos veel duikers, bruggetjes, dammen en andere kunstwerken, die het werk bemoeilijken. En vaak is het water gewoon te ondiep om te bevaren. Dus worden deze sloten met de hand ingemeten hetgeen zeer arbeidsintensief is, mede omdat veel sloten moeilijk bereikbaar zijn.

### **Groene LiDAR**

Er wordt dan ook naarstig gezocht naar een methode om het inmeten van ondiep water te vereenvoudigen. En aangezien met behulp van rode LiDAR-technieken de hoogte van het land goed bepaald kan worden, ligt het gebruik van de vergelijkbare groene LiDAR techniek voor de waterdiepte voor de hand. LiDAR - dat

staat voor Light Detection And Ranging of: Laser Imaging Detection And Ranging - is een technologie waarmee vanuit een vliegend platform, vaak een vliegtuig, de afstand tot een object of oppervlak bepaald wordt door het gebruik van laserpulsen. Na eerste tests in 2015, werd in 2018 in samenwerking met STOWA, Water-  
net, Deltares en het Waterschapshuis een pilot gestart.



Twee voorbeelden van beelden die met behulp van Groene LiDAR tot stand gekomen zijn. Links is zowel de bodem (onderste donkere lijn) als de wateroppervlakte (bovenste donkere lijn) duidelijk waarneembaar, en is de diepte van het water af te leiden. Rechts is alleen het wateroppervlakte duidelijk waarneembaar (bovenste donkere lijn) maar is de bodem niet duidelijk herkenbaar (bron: STOWA rapport 2019-39).

---

Groene LiDAR kan tot ongeveer 1.5 maal het doorzicht van ondiepe wateren meten. Hierdoor biedt dit meetinstrument de mogelijkheid om de ondiepe wateren snel in kaart te brengen zonder dat daar handmatige puntmetingen voor nodig zijn. Dit geeft potentieel direct inzicht in de plekken waar gebaggerd moet worden, zonder dat daar arbeidsintensieve puntmetingen voor nodig zijn. Daarnaast kunnen de groene LiDAR beelden verlanding/ demping, illegale stuwtjes en onderwaterversperringen opsporen. Ook op het gebied van monitoring in de kustzone is groene LiDAR een mogelijke toepassing. Zo kunnen duinhoogten, strand en zandbanken, intergetijdengebieden, kwelders en wadden integraal gemonitord worden.



**Ellis Penning**, werkzaam voor Deltares: ‘Voor het opmeten van het land wordt rode LiDAR ingezet. Daar wordt gewerkt met een infrarood signaal, maar dat dringt niet door water heen. Voor waterdieptes gebruiken we een groene puls, die wel door water heen gaat. Vandaar de naam groene LiDAR. Groene LiDAR wordt toegepast vanuit een vliegtuig, zodat we in een keer een heel gebied kunnen doen.’

‘Maar’, vertelt Ellis Penning, ‘er zitten nogal wat haken en ogen aan de methode. Uit pilotstudies bleek dat de groene puls wordt gehinderd door de troebelheid van het water, en minder goed werkt bij een donkere bodem. Uiteindelijk bleek uit de pilot dat in ongeveer de helft van de gevallen de meetgegevens bruikbaar waren. Dat betekent dat voor het overgebleven stuk nog steeds handmatig gemeten moest worden, en dat daarmee het resultaat te mager was om algemeen toegepast te worden.’

Is de pilot dan mislukt? Penning: ‘Zo simpel ligt dat niet: Er is door meerdere bedrijven veel geïnvesteerd in de meetapparatuur; een groene LiDAR voor in een vliegtuig is zeer kostbaar. Maar de bijbehorende software is vreemd genoeg niet goed genoeg ontwikkeld om eenvoudig in te zetten. Daardoor zijn de data die we krijgen - we krijgen niet de ruwe data - niet optimaal en is er nog veel ontwikkelingswerk nodig.

Ik denk dat er met een goede data-analyse meer uit de ruwe data te halen zou zijn dan nu gebeurt. Maar het zelf maken van goede software is duur, en de kosten gaat ver voor de baten uit. Wat dat betreft is het gemakkelijker om op basis van satellietgegevens toepassingen te creëren, omdat er via de ESA (de NSO en de SBIR-regeling) middelen beschikbaar zijn om te investeren. En dat is er in het geval van airborne technieken niet.’



---

### Ven idee tot toepassing?

De ontwikkeling van de techniek voor het beoogde doel ligt even stil. Maar hoewel de techniek niet goed werkt in gebieden met veel (donker) veen in de ondergrond, zijn er in andere gebieden wellicht wel nuttige toepassingen, bijvoorbeeld voor 'optimaal baggeren'. Daarvoor worden momenteel de mogelijkheden verkend.

---





---

## H4 VAN WETENSCHAP NAAR WATERSCHAP





---

## H4 VAN WETENSCHAP NAAR WATERSCHAP

De technologische ontwikkeling van remote sensing technieken neemt een steeds grotere vlucht. Er komen meer en meer data ter beschikking die door waterbeheerders gebruikt kunnen worden om hun watersysteem nog effectiever en efficiënter te 'schouwen'. De verhalen van waterbeheerders en andere betrokkenen over de toepassingsmogelijkheden zijn enthousiast, maar laten ook zien dat deze niet zomaar gangbare praktijk worden. Dit hoofdstuk beschrijft het proces van 'wetenschap tot waterschap'.

### 4.1 LANDINGSBAAN ALS METAFOR

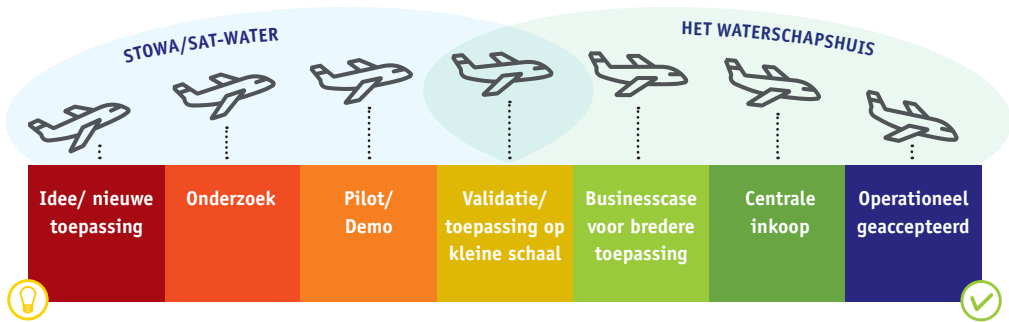


'Het proces om sensor gerelateerde toepassingen te introduceren in het waterbeheer kan je vergelijken met een landingsbaan', vertelt **Rob Merkelbach** van Waterschap Aa en Maas. 'Onderzoek en innovaties moeten 'landen' binnen de praktijk van alledag. De hierop gebaseerde aanpak is dermate succesvol dat het een blauwdruk aan het worden is voor een intensievere samenwerking tussen waterschappen, kennisorganisaties, markt-partijen, STOWA en HWH. Zo kan steeds slimmer gebruik gemaakt worden van de BIG-DATA en wordt de waterbeheerder steeds beter ondersteund bij het nemen van zijn dagelijkse beslissingen.'

**Hans van Leeuwen** van STOWA vult aan: 'Het gebruiken van verdampingsdata op Nederlandse schaal is een goed voorbeeld van een remote sensing toepassing die de landingsbaan bijna heeft doorlopen. Je ziet dat het bundelen van krachten zijn vruchten afwerpt: de gezamenlijke inkoop van data -zoals dat nu via Het Waterschapshuis (HWH) gebeurt- is goedkoper en efficiënter. Bovendien helpt de Community of Practice gebruikers bij het optimaal toepassen van de data.'



## 4.2 VAN VLIEGENDE START TOT BESTEMMING



### Tips uit de praktijk:

Remote sensing biedt een scala aan mogelijkheden voor het waterbeheer. Ga daarnaar op zoek!

Bestuurders: sta open voor de creativiteit en kennis van de medewerkers en benut deze.

### Idee

Het idee over een nieuwe remote sensing toepassing ontstaat bij een kennisinstelling, een marktpartij of een innoverende waterschapper. Soms wordt het idee geboren uit een nieuwe technische ontwikkeling, soms vormt een urgent probleem de aanleiding.

In dit stadium is er een enthousiaste 'pionier' binnen het waterschap nodig, die aan de slag gaat met het verkennen van het idee. Daarbij komen onder andere de volgende vragen aan de orde: Welke kennis en ervaringen zijn er reeds beschikbaar? Hoe kan het idee worden toegepast voor het waterbeheer? Wie heeft er eventueel belangstelling om aan te sluiten.

Het is belangrijk dat een pionier zich gesteund weet door het management en tijd en soms ook geld krijgt om naast de reguliere werkzaamheden 'in het idee te duiken'.



---

### Tips uit de praktijk:

Geloof in een idee en weet waar je het over hebt.

Sluit aan bij een actuele behoefte. Durf je nek uit te steken om iets nieuws uit te proberen.

Bestuurders: schep een innovatief klimaat en zorg voor verbinding tussen medewerkers en afdelingen.

### Onderzoek

In deze fase wordt de techniek verder ontwikkeld en vindt er onderzoek plaats naar de haalbaarheid en de meerwaarde ervan.

Als meerdere waterschappen belangstelling hebben, wordt het onderzoek vaak samen met STOWA/ SAT-WATER opgepakt. Dit is effectiever en voor elk waterschap goedkoper dan dat elke waterschap individueel onderzoek doet.

Om de nieuwe toepassing zoveel mogelijk te laten aansluiten bij de toepassing in de dagelijkse praktijk, is het aan te bevelen dat de (ICT)specialisten en de eindgebruikers samen optrekken en gezamenlijk eisen en onderzoeksvragen formuleren.



---

### Tips uit de praktijk:

Heb geduld en accepteer mislukkingen, dat hoort bij innoveren. Tegenslagen geven een nieuwe impuls om te leren.

Bestuurders: stel na de afronding van een geslaagde pilot tijd en geld ter beschikking aan medewerkers om de innovatie te implementeren.

### Pilot/ demonstratieproject

De volgende stap is het uitvoeren van een pilot of demonstratieproces. Dit heeft tot doel om op kleine schaal aan te tonen dat een techniek goed werkt en tot verbetering van het werkproces leidt. Ook in deze fase werken waterschappen vaak samen met STOWA/SAT-WATER.

Bij het uitvoeren van een pilot komen de 'technische' rijpheid van een idee en de toepassing voor het waterbeheer samen.

Het is belangrijk dat betrokkenen nadenken over het vervolg, na afronding van de pilot, want er zijn legio voorbeelden van succesvolle pilots die stilliggen nadat ze zijn voltooid. Dit vraagt om een goede afstemming met het management en het bestuur.



---

### Tips uit de praktijk:

Realiseer je dat mensen op zoek zijn naar informatie, en niet naar data. Test samen met de gebruikers de bruikbaarheid van een nieuwe toepassing. Ga langs bij mensen die een toepassing niet accepteren. Leg uit hoe het werkt en luister naar hun bezwaren. Breng een techniek letterlijk naar de praktijk. En druk soms gewoon door.

### Validatie/ toepassing op kleine schaal

Dit is een cruciale stap in het proces naar een bruikbare toepassing.

Het gaat hier in de eerste plaats om technische validatie: komen de resultaten overeen met (veld)metingen?

In de tweede plaats is validatie van de bruikbaarheid nodig: voldoen de resultaten aan de functionele wensen en behoeften van de waterbeheerder?

Soms komen er bij validatie juridische aspecten om de hoek kijken. De resultaten van de remote sensing toepassing moeten eerst worden opgenomen als werkwijze in juridische protocollen, voordat de waterbeheerder deze in de dagelijkse praktijk kan gebruiken.



---

### Tips uit de praktijk:

Besef bij het invoeren van een innovatie goed wat het betekent voor de organisatie. Het werken met drones bijvoorbeeld levert vele gigabytes aan data op en daar moet de ICT op zijn ingesteld.

### Businesscase voor bredere toepassing

Als meerdere waterschappen enthousiast zijn wordt een businesscase voor bredere toepassing gestart: wat is hiervoor technisch en organisatorisch nodig en wat zijn de kosten en de baten voor een waterschap?

Bij het opstellen van deze businesscase speelt het Waterschapshuis (HWH) een belangrijke rol.

Bij een positieve businesscase wordt besloten of de verdere ontwikkeling van de innovatie, liefst samen met alle waterschappen, wordt voortgezet.



---

**Tips uit de praktijk:**

Het is de uitdaging om de levering, bewerking en het beheer van data en software zo te organiseren dat alle waterbeheerders er blijvend en betaalbaar gebruik van kunnen blijven maken.

**Centrale inkoop**

Staan alle seinen uit de vorige fase op groen, dan bespreken HWH, bestuurders en managers van de waterschappen de centrale inkoop van de (bewerkte) data. Als iedereen hierop uniform 'ja' zegt, gaat HWH aan de slag met het in de markt zetten van de productie, de ontsluiting en het beheer van deze data en de bijbehorende ICT.

Bij het inbedden van de innovatie in de organisatie, kan een 'community of practice' van dienst zijn. Hierin kunnen ervaringen, nieuwe ideeën, kennis en vragen worden gedeeld en noodzakelijke aanvullende onderzoeken worden geformuleerd.



---

**Tips uit de praktijk:**

Organiseer trainingen om mensen vertrouwd te maken met de nieuwe werkwijze.

Heb geduld. Het enthousiasme komt soms pas later.

**De toepassing is operationeel**

Soms duurt het een tijd voordat een nieuwe techniek is ingeburgerd: veranderingen kosten nu eenmaal tijd. Maar is het zover, dan vindt iedereen de nieuwe innovatie al snel een normaal onderdeel van het werkproces.

## VOORBEELD VAN SAMEN STEEDS STERKER: DE INTERNATIONALE RADAR COMPOSITIE

Een van de projecten waarin alle waterschappen via het Waterschapshuis samenwerken is het Weerinformatie Waterbeheer (WIWB), een platform voor het doorgeven van meteorologische data. De data worden betrokken van het KNMI. Onder regie van het HWH worden die beschikbaar gesteld aan alle waterschappen, zodat die dat kunnen gebruiken. Beschikbaar zijn niet alleen historische en actuele gegevens, maar ook weervoorspellingen ten behoeve van het operationele waterbeheer.

De Internationale Radar Compositie (IRC) vormt een van de vijf hoofdcomponenten van het WIWB. Dit door het KNMI opgezette project dat mede gefinancierd wordt door HWH, STOWA en Rijkswaterstaat heeft als doel de neerslaggegevens stapsgewijs te verbeteren. Het doel van het onderzoek is om de radar data te corrigeren en te combineren met neerslaginformatie van andere bronnen. De IRC is gebaseerd op vijf radars, waarvan 2 in België en 1 in Duitsland. De radarinformatie wordt gecombineerd met 32 over het land verspreide automatische regenmeters van het KNMI. Het onderzoeksproject van het KNMI ter verbetering van neerslagdata heeft een looptijd van 3 jaar en is begonnen in de zomer van 2018. De eerste resultaten zijn sinds 2019 via het WIWB-platform beschikbaar voor alle waterschappen





---

## 4.3 BETROKKEN ORGANISATIES

---

**stowa**

### Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA)

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.



**Michelle Talsma**, werkzaam bij STOWA, vertelt: ‘Waterschappen benaderen ons vaak in een vroegtijdig stadium als zij mogelijkheden zien in een nieuwe remote sensing toepassing. Wij kijken dan eerst of de betreffende toepassing aansluit bij de thema’s waarop STOWA zich de komende jaren richt: klimaatadaptatie, waterveiligheid, waterkwaliteit, energietransitie en circulaire economie. Als dat zo is, gaan wij samen met de waterschappen verkennen welke kennis beschikbaar is en welke kennislacunes er zijn. Vervolgens schakelen we kennisinstituten of marktpartijen in en wordt besloten of er pilots of demonstratieprojecten nodig zijn. Tenslotte start het validatieproces: doet de techniek wat-ie belooft?’



### SAT-WATER

Dit is een consortium van waterschappen, dat samen met STOWA en Het Waterschapshuis het gebruik van remote sensing in het regionale waterbeheer wil stimuleren. Het uiteindelijke doel is remote sensing verder te ontwikkelen tot een algemeen geaccepteerd onderdeel van de waterhuishoudkundige praktijk. Binnen SAT-WATER zijn er verschillende werkgroepen actief die werken aan thema’s zoals waterkwantiteit, waterkwaliteit, waterveiligheid, handhaving en bodemdaling in veenweidegebieden.

SAT-WATER bundelt veel kennis en ervaring over toepassingen van remote sensing voor het waterbeheer en over de ‘landingsbaan’ om deze in de praktijk te implementeren.



### Het Waterschapshuis (HWH)

Het Waterschapshuis is de regie- en uitvoeringsorganisatie voor de 21 waterschappen op het gebied van informatie- en communicatietechnologie. HWH volgt de innovaties en komt vanaf de validatiefase in beeld. Ieder initiatief start met een business case traject: hoe zou je het moeten aanpakken, wat is de impact, wat zijn de consequenties voor de waterschappen, wat is het draagvlak etc. Dat vormt de basis voor het besluit een project te starten en in de markt te zetten. HWH begeleidt de inkoop en realisatie en faciliteert ook het beheer en onderhoud.



**Van Duijnhoven:** 'Voor ons is het de kunst ervoor te zorgen dat alle waterschappen een nieuwe techniek in hun bedrijfsvoering kunnen toepassen. Enerzijds speelt dan de vraag hoe je een pilot toegepast krijgt bij een waterschap. Anderzijds gaat het ook om verbreding: hoe geef je, naast de koplopers, ook andere waterschappen de kans om aan te haken.'



### NSO/ SBIR

Het Netherlands Space Office (NSO) is het ruimtevaartagentschap van de Nederlandse rijksoverheid. De taak van het NSO is uitvoering van het Nederlands ruimtevaartbeleid en het adviseren bij de voorbereiding daarvan.

Het NSO voert, als onderdeel van het Nationaal Ruimtevaartprogramma regelingen uit die als doel hebben het stimuleren van de ontwikkeling van ruimtetehnologie en wetenschappelijke en maatschappelijke toepassingen van ruimtevaart.

Eén van de regelingen die vaker gebruikt wordt voor remote sensing toepassingen binnen het waterbeheer is de zogenaamde SBIR-regeling (Small Business Innovation and Research) met als doel de toepassing van satellietgegevens door overheidsinstellingen te stimuleren. Overheden hebben een concrete vraag, waarop bedrijven een antwoord formuleren in de vorm van een idee voor een applicatie. De meest kansrijke ideeën krijgen een subsidie om van deze applicatie een werkend prototype te ontwikkelen.

Daarbij is er nauw contact tussen NSO, de vragende partij en de betrokken aanbiederpartijen. Hierdoor worden de interne werkprocessen en problematiek goed meegenomen in de uitwerking van het uiteindelijke product. Dit vergroot sterk de kans op een product dat aansluit bij de praktijk.

## MEER INFORMATIE

Actueel Hoogtebestand Nederland	<a href="https://www.ahn.nl/">https://www.ahn.nl/</a>
Verdampingsdata (SAT DATA)	<a href="https://www.hetwaterschapshuis.nl/satdata-30">https://www.hetwaterschapshuis.nl/satdata-30</a>
Digitaal schouwen van sloten WDOD	<a href="https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/wdodelta-vertrouwt-voortaan-op-digi-schouw-sloten">https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/wdodelta-vertrouwt-voortaan-op-digi-schouw-sloten</a>
OWASIS	<a href="https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/owasis-biedt-actueel-inzicht-in-water-in-bodem">https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/owasis-biedt-actueel-inzicht-in-water-in-bodem</a> <a href="https://www.hydrologic.nl/met-owasis-de-droge-zomer-door/">https://www.hydrologic.nl/met-owasis-de-droge-zomer-door/</a>
Beregeningsmonitor	Eleaf Hydrologic, 2020. Beregeningsmonitor Pilot Rapport.
De vegetatiemonitor van Rijkswaterstaat	<a href="https://www.openearth.nl/vegetatiemonitor/">https://www.openearth.nl/vegetatiemonitor/</a>
Droogtescan veendijken	<a href="https://www.miramap.com/droogtescan">https://www.miramap.com/droogtescan</a>
Monitoring waterkeringen met een RPAS	Down2earth Sensing, 2018, Monitoring waterkeringen met een RPAS, in opdracht van STOWA
Ecowatch	<a href="http://eco-watch.nl/">http://eco-watch.nl/</a>
Groene Lidar	STOWA, 2019. Meten van waterdiepte met groene LiDAR. Hulpmiddel om baggerdikte te bepalen?

---

## TOT SLOT

---

De snelle ontwikkelingen van Remote Sensing zorgen ervoor dat er steeds meer mogelijkheden binnen het bereik komen van de waterbeheerder. Het aanbod aan data is gigantisch. Waterbeheerders zitten niet te wachten op deze data zelf, maar op de informatie die daaruit wordt afgeleid. Om tot bruikbare toepassingen te komen is het daarom belangrijk dat de ontwikkelaars van nieuwe technieken samenwerken met de eindgebruikers.

Sommige in dit boekje beschreven voorbeelden zijn al geïmplementeerd in het dagelijks werk van de waterschappen. De meeste voorbeelden bevinden zich echter nog in de onderzoeksfase of pilotfase. De verhalen van directbetrokkenen maken duidelijk dat het proces vaak stopt na de pilotfase en dat nieuwe technieken regelmatig niet worden geïmplementeerd in de dagelijkse praktijk van het waterbeheer. Om van 'wetenschap tot waterschap' te komen is inzet nodig op inhoudelijk en organisatorisch vlak. Inhoudelijke pioniers bij de waterschappen hebben veel kennis van zaken en ontwikkelen of omarmen nieuwe ideeën. De managers zorgen ervoor dat de pioniers hiervoor ruimte krijgen, ondanks de reguliere taken die ook moeten worden uitgevoerd. De bestuurders geven op hun beurt de managers ruimte hiervoor, scheppen een uitnodigend innovatief klimaat waarin veranderingen mogelijk zijn en nemen samen met andere waterschappen besluiten over centrale inkoop van producten.

Foy van Brouhoven, Arent van Duvendoerde, Arien van Swieten, Johan van den Bergh. Het zijn namen van dijkgraven die in lang vervlogen dagen leiding hebben gegeven aan het oudste waterschap in Nederland, het Hoogheemraadschap Rijnland. Zelfs niet in hun stoutste dromen zullen ze bedacht hebben wat voor enorme mogelijkheden ooit tot de beschikking van de dijkgraaf zouden komen. Maar ze zullen allemaal tijdens hun bestuur dat gedaan hebben wat ook de huidige dijkgraaf doet: met de ervaring uit het verleden, en de kennis uit het heden, het waterbeheer van de toekomst zo goed mogelijk proberen vorm te geven.

“

Sinds 2017 is **Rogier van der Sande** dijkgraaf van het hoogheemraadschap Rijnland, en sinds 2019 is hij ook voorzitter van de Unie van Waterschappen: ‘Er valt geen minuut te verliezen. Als we niet op tijd anticiperen op de klimaatverandering zijn we te laat. Alle waterschappen in ons land pakken hun taak met liefde mede op. Ondernemerschap, opschaling, verbreding, versnelling en wendbaarheid. Met deze termen geven we aan hoe de vernieuwing van onze organisaties eruitziet. Zo zullen we wendbaarder moeten worden omdat veranderingen steeds sneller gaan.’

”



---

## STOWA IN HET KORT

---

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' - de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft - om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoeklijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.



---

*De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:*

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.



## **STOWA**

Postbus 2180

3800 CD Amersfoort

### **Bezoekadres**

Stationsplein 89, vierde etage

3818 LE Amersfoort

t. 033 460 32 00

e. [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl)

i. [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)



stowa

STICHTING  
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

[stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl) [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE AMERSFOORT

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

