Miguel Dionisio Pires & Sibren Loos, Deltares mei 2020

Achtergrondnotitie[1] meetadvies waterkwaliteit en ecologie drijvende zonneparken

Het Nationaal Consortium Zon op water https://zonopwater.nl/home heeft als missie drijvende zonne-energie tot een groot Nederlands succes te maken. Dit probeert men o.a. door te helpen 2 gigawattpiek (GWp) drijvende PV systemen te realiseren in Nederland in de periode tussen 2017 en 2023. Belangrijk is ook om het Nederlandse kennisniveau en de Nederlandse bedrijven in deze markt een impuls te geven, zodat ze daarmee een goede exportpositie kunnen opbouwen.

Duidelijkheid over de gevolgen voor waterkwaliteit en ecologie zal de uitrol van zon op water helpen, en kan daardoor bijdragen aan de energietransitie. In de overwegingen om drijvende zonneparken toe te passen moet ook nagegaan worden wat de consequenties voor het aquatische leven is.

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland heeft, op verzoek van TKI Urban Energy, Deltares opdracht gegeven voor het opstellen van een meetadvies om de effecten van drijvende zonneparken op de waterkwaliteit en ecologie in stilstaande oppervlaktewateren (binnenwater) te kwantificeren. Het doel van het meetadvies is om gegevens te verzamelen over deze mogelijke effecten, om daarmee tot ontwerprichtlijnen te komen voor drijvende zonnestroomsystemen, waarmee negatieve impact op de ecologie zoveel mogelijk wordt voorkomen en waar mogelijk een ecologische meerwaarde wordt gecreëerd. Het streven is tevens om zoveel mogelijk van de verzamelde gegevens centraal en open op te slaan zodat ze beschikbaar zijn voor analyses.

Voorafgaand aan dit meetadvies heeft Deltares een inventarisatie gemaakt van de, op dat moment, beschikbare kennis over effecten van drijvende zonneparken op waterkwaliteit en ecologie en de kennishiaten (Deltares rapport 11204838-002-ZWS-0002) in stilstaande binnenwateren. De hoofdconclusie van het rapport is dat er, tot op heden, vrij weinig eventuele effecten van drijvende zonnesystemen op waterkwaliteit en ecologie gestaafd kunnen worden met empirische gegevens. Het meetadvies begint daarom met een eenvoudige, niet te omvangrijke insteek, beginnend bij de belangrijkste parameters die de directe consequenties van de ingreep weergeven. Deze kan vervolgens uitgebreid worden met een omvangrijke parameter set die de gevolgen voor de productiviteit van het hele watersysteem weergeven. Het meetadvies is, samen met de

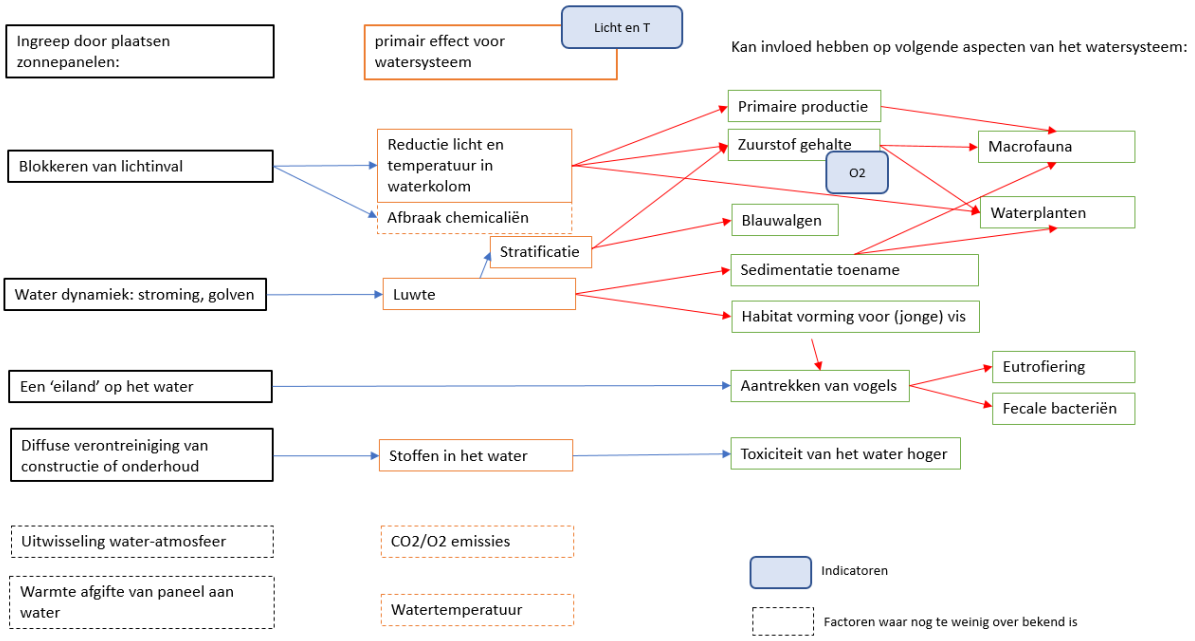
[1] Deze notitie is opgesteld in opdracht van RVO.nl voor de Topsector Energie op verzoek van TKI Urban Energy

voorafgaande literatuurstudie, tot stand gekomen door medewerking van een adviesgroep. De leden van deze adviesgroep staan genoemd in Bijlage 1. Voortschrijdend inzicht zal ertoe leiden dat, in de toekomst, het meetadvies bijgesteld zal moeten worden. Dit zal daarom tweejaarlijks aangepast worden aan de laatste inzichten. Tevens zal bij het inzetten van dit meetadvies steeds een afweging gemaakt moeten worden tussen compleetheid van de te meten parameters en de realiteit van beperkte (financiële) middelen. Dit meetadvies beperkt zich tot stilstaande binnenwateren in Nederland.

Waarom een meetadvies?

Bij veel projecten rondom drijvende zonneparken speelt de vraag wat de effecten ervan op de ecologie en kwaliteit van het waterlichaam zullen zijn. Kennis hierover kan bijdragen aan het vormgeven van eisen en voorwaarden rondom de vergunningsverlening en aan een betere maatschappelijke acceptatie van deze vorm van energietransitie.

Voor het opstellen van het meetadvies is gekeken naar de veranderingen die het aanbrengen van drijvende zonneparken in een waterlichaam zijn, zoals het blokkeren van een deel van de totale hoeveelheid lichtinval. Vervolgens is gekeken naar wat het eerste effect (primair) kan zijn en wat dat eventueel voor verdere gevolgen heeft voor de waterkwaliteit en ecologie. De figuur hieronder geeft dit schetsmatig weer.



Figuur 1. Overzicht van ingrepen van drijvende zonnesystemen op waterkwaliteit en ecologie. Links (zwarte blokken) staan de ingrepen van drijvende zonneparken. Via de blauwe pijlen wordt vervolgens aangegeven wat het eerste (primaire) effect is op een waterlichaam (oranje blokken). Vervolgens toont de figuur wat de mogelijke consequenties kunnen zijn voor het ecosysteem (via rode pijlen uitmondend in groene blokken). Blokken die gearceerd zijn weergegeven geven aan wat een mogelijke ingreep en effect kan zijn (op basis van expert judgement) maar waarover op dit moment nog te weinig kennis over bestaat. Figuur is opgezet naar aanleiding van het rapport over kennis en kennishiaten van drijvende zonneparken op waterkwaliteit en ecologie (Deltares rapport 11204838-002-ZWS-0002).

Tegelijkertijd is het belangrijk om te realiseren dat opgedane kennis over effecten van drijvende zonneparken op één locatie niet representatief hoeven te zijn voor een andere locatie. De algemene kennis zal enkel zichtbaar worden wanneer metingen verzameld worden van meerdere locaties.

Deze metingen dienen dan wel zo uniform mogelijk plaats te vinden om zo resultaten vergelijkbaar te kunnen maken en data te kunnen poolen. Belangrijk is dan ook dat deze data centraal worden opgeslagen en opvraagbaar zijn.

Chemische en ecologische waterkwaliteit

Wanneer men de ecologie en chemie in oppervlaktewateren wilt beschrijven dan worden daarvoor verschillende termen gehanteerd, vaak ook door elkaar heen. De chemische waterkwaliteit betreft de stoffen in het water, de hoeveelheid zout, maar ook zuurstof valt daaronder en termen als geleidbaarheid en zuurtegraad worden ook gebruikt om de chemische waterkwaliteit te beschrijven. De ecologische waterkwaliteit kijkt naar de flora en fauna in en op het water en diens relatie met de chemie en fysica van het water. Voor de verschillende gebruikersfuncties voor de mens wordt o.a. gekeken naar drinkwater, irrigatiewater en recreatiewater. Deze hebben allen verschillende eisen ten aanzien van chemie en bacteriologie.

Het meetadvies voor het bepalen van de effecten van drijvende zonnesystemen op waterkwaliteit en ecologie richt zich op de chemische en ecologische waterkwaliteit.

Het meetadvies

Het meetadvies beoogt handvatten te geven aan stakeholders van drijvende zonneparken, zoals beheerders en vergunninghouders, in meren en plassen om metingen te verrichten waarmee inzichtelijk gemaakt kan worden of en zo ja welke effecten op waterkwaliteit en ecologie optreden. We benadrukken hier dat het meetadvies een opmaat is naar wetenschappelijk onderzoek bij een beperkt aantal parken en dat deze set van parameters absoluut geen verplichting is voor elke park.

Figuur 2 geeft aan welke basismetingen verricht dienen te worden. Deze zijn gerelateerd aan de directe impact die een drijvend zonnepark op een waterlichaam kan hebben en zijn parameters waarmee ecologen de gevolgen voor het ecosysteem onder water kunnen inschatten. De indicatoren *Lichtintensiteit* en *Temperatuur* zijn ook voor het Delft3D model (zie Stowa rapport 2018-73) van belang. Vaak zal het gewenst zijn om meer informatie te verzamelen. Die extra informatie wordt in de figuur hieronder, onder *Mogelijke uitbreidingen*, weergegeven. Voor sommige parameters is het mogelijk om samenwerkingen met andere organisaties op te zetten. De basale metingen en eventueel de uitbreiding ervan kunnen de kosten voor monitoring beperkt houden. Verdere uitbreidingen zullen wel tot hogere kosten leiden en zien wij meer als projectmatige monitoring. Voor deze monitoring hebben wij twee aparte tabellen opgesteld die hieronder beschreven staan en als aparte Excel-tabellen beschikbaar zijn. De frequentie van metingen die daarin genoemd worden gelden ook voor de basale metingen.

Figuur 2. Overzicht basale metingen, uitbreiding ervan en metingen die in projecten uitgevoerd kunnen worden.

Net zoals bij Zon in landschap ontbreekt een centraal overzicht van de eigenschappen van de zonneparken. Om dezelfde reden als in Zon in landschap moet daarom eenmalig worden vastgelegd wat de kenmerken van het zonnepark zijn. Bijlage 2 toont de tabel over de eigenschappen van drijvende zonneparken. Het advies is om ook een omgevingsschets van het waterlichaam te maken, inclusief de contouren van het zonnepark en een dieptekaart. Ook deze is terug te vinden in Bijlage 2.

De projectmatige tabellen

Het meetadvies voor de projectmatige monitoring van de effecten van drijvende zonneparken op waterkwaliteit en ecologie bestaat uit twee tabellen: essentiële en extra parameters. De keuze voor deze opsplitsing heeft te maken met de kosten die hiermee gemoeid zijn. Beide tabellen zijn opgemaakt in Excel zodat er keuzes gemaakt kunnen worden, bijvoorbeeld op basis van het type waterlichaam of diens functie. Bijlage 3 toont een print screen voor de essentiële en Bijlage 4 voor de extra parameters.

Zowel voor de essentiële als de extra parameters zijn de tabellen in drie groepen ingedeeld: *Flora&Fauna*, *Fysisch-chemisch* en *Overig*. Elk van deze groepen heeft een indeling als volgt:

Indicator – Omschrijving – Aantal metingen per jaar – Frequentie meetjaren – Einde meetperiode – Type waterlichaam – Functies waterlichaam.

Bij *Flora&Fauna* begint het tabblad bovendien met *Soortgroep*. Er zijn daarin zes groepen geïdentificeerd, waarvan bij sommige groepen soms meerdere indicatoren horen. De kolom *Omschrijving* geeft vervolgens kort weer wat die indicator inhoudt. De kolom *Aantal metingen per jaar* spreekt voor zich, de kolom *Frequentie meetjaren* geeft aan hoe vaak de monitoring van een specifieke indicator herhaald moet worden. Voor veel indicatoren adviseren we om dit elk jaar te doen, maar voor andere indicatoren hoeft dat niet. De kolom *Einde meetperiode* geeft aan hoelang

monitoring voor eens specifieke indicator moet duren om een goed inzicht te geven in de effecten van drijvende zonneparken. Bijna overal is de geadviseerde duur van de meetperiode 10 jaar, dus tot 2030. We verwachten wel dat na ongeveer 5 jaar de eerste conclusies getrokken kunnen worden. Er is vooralsnog niet voldoende kennis om precies aan te geven wanneer de monitoring voor bepaalde indicatoren kan eindigen o.a. omdat onbekend is hoe snel de ecologie van een watersysteem in evenwicht zal zijn na aanleg van een drijvend zonnepark. Bij de kolom *Type waterlichaam* is gekozen om een onderscheid te maken in vier groepen omdat daarmee de stilstaande binnenwateren worden afgedekt waar drijvende zonneparken al liggen of in de toekomst aangelegd zullen worden: 1) Groot en diep, 2) groot en ondiep, 3) klein en diep, 4) klein en ondiep. Er zijn ook veel stilstaande binnenwateren zoals vennen waarin naar alle waarschijnlijkheid geen drijvende zonneparken aangelegd zullen worden. In het meetadvies is daarom geen rekening gehouden met parameters die van belang zijn voor dit soort systemen maar wordt er enkel gekeken naar parameters die van belang zijn voor systemen waar drijvende zonneparken al liggen of die in de toekomst mogelijk een drijvend zonnepark zullen huisvesten. Tenslotte is er een kolom *Functies waterlichaam*, waarin wordt aangegeven voor welke functies van een waterlichaam de indicator van belang is.

Een ervaren aquatisch ecoloog kan aan de verzamelde data zien of een watersysteem in een goede toestand verkeert of niet. Desalniettemin is het goed om normen te hebben waaraan de metingen getoetst kunnen worden om te zien of het watersysteem niet teveel afwijkt van de Europees vastgestelde normen. Deze normen helpen ook niet-ecologen bij het beoordelen van de toestand van het waterlichaam en of deze veranderd is sinds de aanleg van een zonnepark. In Bijlage 5 zijn voor de belangrijkste parameters, uit de tabel met essentiële parameters, de normen of streefwaarden genoteerd voor 5 verschillende types van meren, zoals gedefinieerd in de KRW. Deze waarden kunnen per systeem afwijken, afhankelijk van welke doelen er gedefinieerd zijn. Zo zijn het Markermeer en IJsselmeer beiden getypeerd als KRW lichaam M21, maar zijn de ecologische doelen voor beide systemen anders. Deze doelen kunnen bij de betreffende beheerder opgevraagd worden en daarmee kan dan gekeken worden of drijvende zonneparken invloed hebben. We adviseren om deze doelen op te vragen bij de desbetreffende beheerder en anders de normen aan te houden die in bijlage 5 genoemd zijn.

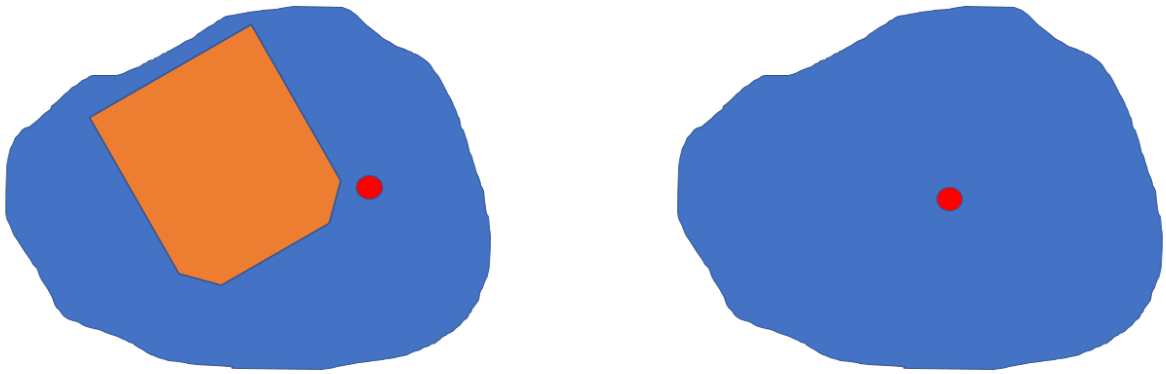
Ruimtelijke metingen

Bij het opstellen van dit meetadvies is ook gevraagd om advies te geven over ruimtelijk monitoren. Drijvende zonneparken bedekken een deel van het waterlichaam, maar verschillen in grootte daarvan en ook de vormgeving is bij elk zonnepark anders. Waar moet men dan meten en hoeveel meetpunten moeten er zijn? We geven hier een aantal opties weer op basis van wat we internationaal hebben kunnen vinden qua opzet (Bijvoorbeeld Lee et al. 2017, zie voor referentie Deltares rapport 11204838-002-ZWS-0002 of onderzoekers van de universiteit van Lancaster), op basis van meetstrategieën die in aquatische ecologisch veldonderzoek gebruikt worden en wat waarschijnlijk haalbaar is. Ongeacht voor welke optie gekozen wordt, verdient het aanbeveling om altijd nulmetingen (*i.e.* meten voor aanleg van de PV-systemen) uit te voeren. Dit kan het beste het jaar ervoor plaatsvinden.

Optie 1 – PV-systeem in waterlichaam met een referentie waterlichaam

Deze optie zal niet veel voorkomen omdat het in de praktijk lastig is om twee bijna identieke waterlichamen te hebben waardoor één van hen als referentie kan dienen. Niettemin is het wel

goed om deze hier te noemen. Hieronder (Figuur 3) wordt geschetst waar dan de meetpunten liggen.

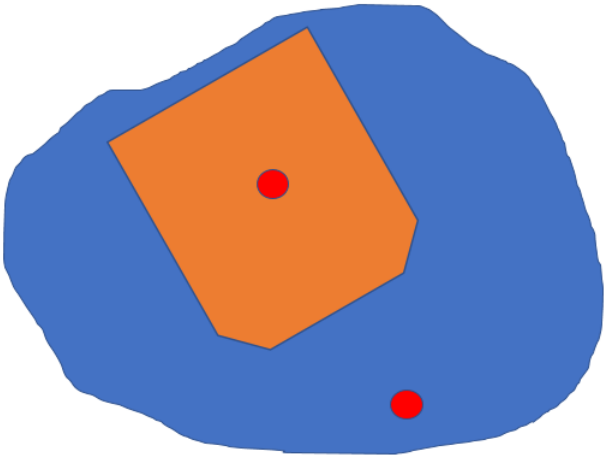


Figuur 3. Monitoren in een waterlichaam met (links) en zonder PV-systeem (rechts). Rode stip is het meetpunt.

In deze optie is links het waterlichaam met het drijvend PV-systeem (bruine vlak) en rechts de referentie. De rode bolletjes geven het meetpunt weer. In deze opzet is ervoor gekozen om een meetpunt buiten het PV-systeem te kiezen om de vergelijkbaarheid met de referentie zo groot mogelijk te maken.

Optie 2 – Meten in een waterlichaam zonder referentie waterlichaam

In het geval dat er geen referentie waterlichaam is, is het advies om een meetpunt zowel onder als buiten het PV-systeem te kiezen (Figuur 4). Meest in het oog springende effect zal lichtdoordringing zijn en er kan vervolgens gekeken worden hoe de biota hierop reageert. Deze opzet leent zich vooral goed voor het bepalen van de effecten op waterplanten.



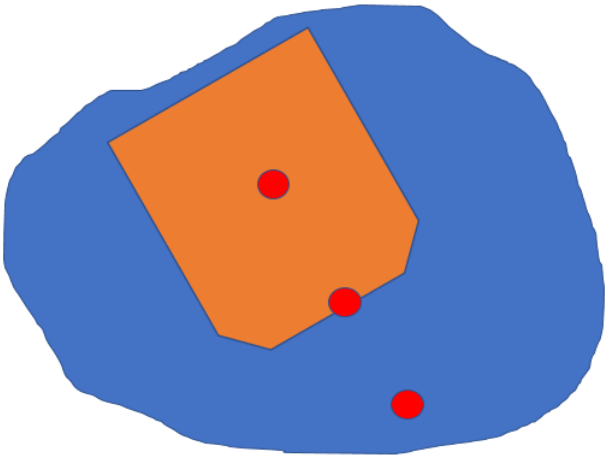
Figuur 4. Monitoren in een waterlichaam met (links) en zonder PV-systeem (rechts). Rode stip is het meetpunt. Het meetpunt buiten het PV-systeem moet zodiang gekozen worden dat deze buiten de invloedssfeer van het PV-systeem ligt maar niet te dicht bij de oever.

Bij sommige drijvende zonneparken zijn er open ruimtes aanwezig tussen de zonnepanelen. Wanneer dat het geval is, is het voldoende om een meting uit te voeren tussen de zonnepanelen, zie figuren hieronder. Direct meten onder een zonnepaneel zelf is dan niet nodig omdat er geen verschillen te verwachten zijn in ecologie en/of waterkwaliteit op de schaal van enkele meters (tussen de open ruimtes en onder de panelen).

Figuur 5. PV-systeem met open ruimtes tussen de zonnepanelen. Rode pijl geeft aan waar monitoring plaats zou kunnen vinden.

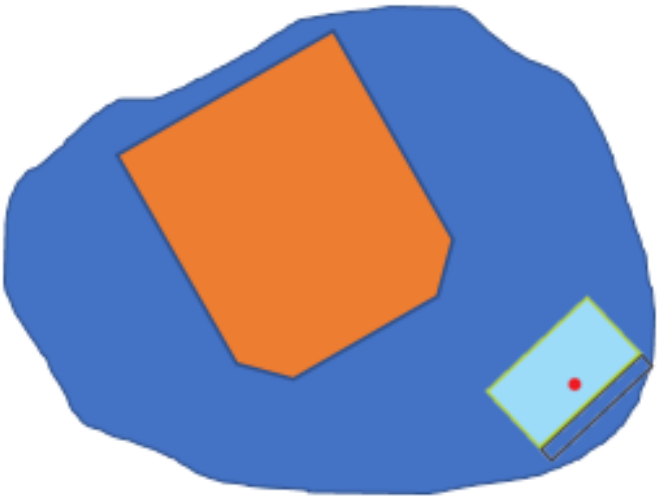
Optie 3 – Een gradiënt kiezen

In deze variant is het mogelijk om uitspraken te doen over de ruimtelijke invloedssfeer van drijvende zonnesystemen (Figuur 6). Hier kan gekeken worden of er verschillen zijn tussen het midden van het PV-systeem en de rand en hoe de effecten veranderen naarmate de afstand tot het PV-systeem toeneemt. In de schets hieronder zijn drie meetpunten getekend maar dit kunnen er uiteraard meer zijn.



Figuur 6. Een gradiënt in monitoring kiezen in een waterlichaam met ene PV-systeem. Rode stip is het meetpunt.

Tenslotte geeft onderstaande schets (Figuur 7) nog aan waar waterplantenmonitoring plaats kan vinden wanneer het niet mogelijk blijkt om dit in het midden van het waterlichaam uit te voeren, zoals bijvoorbeeld in diepe plassen. In dat geval wordt er vanuit de oever een raai gedefinieerd (indien dat al niet bestond, vaak is dat er al vanwege KRW monitoring, zie Handboek Hydrobiologie (STOWA 2010-28 herzien Book-III[2]).



Figuur 7. het kiezen van een locatie voor waterplantenmonitoring (lichtblauwe vlak).

Drinkwaterbedrijven hebben vaak te makne met bekkens waarbij er doorstroming is. In deze situatie is het advies om bepaalde metingen bij de inlaat en uitlaat van het bekken te meten en de

[2] *Uit Handboek Hydrobiologie (STOWA 2010-28 herzien Book-III: voor ondiepe meren (M14, M27 en dergelijke) vraagt de KRW-maatlat geen bedekking schatting in de zone dieper dan drie meter. Voor diepe meren (M16, M20 en dergelijke) vraagt de maatlat de maximale diepte waarop ondergedoken vegetatie voorkomt, maar raden we aan om ook de bedekking te schatten tot een diepte van 7,5 meter.*

afname/toename te vergelijken met de nulmetingen zonder panelen. Ervaring hiermee is al opgedaan door Evides.

Database

Eén van de doelen van het opzetten van een meetadvies voor het kwantificeren van de mogelijke effecten van drijvende zonnesystemen op waterkwaliteit en ecologie is een algemeen inzicht verkrijgen in die effecten, in plaats van het hebben van kennis voor één specifiek systeem. Dit kan tevens bagage bieden aan Nederlandse organisaties om in het buitenland hun expertise te etaleren. Daarvoor is het nodig dat alle metingen centraal worden opgeslagen en toegankelijk zijn voor iedere professional die zich met dit onderwerp bezig houdt. Wij adviseren om daarvoor niet een nieuwe website op te richten, maar gebruik te maken van al bestaande locaties voor beheer en opslag van data. Het waterkwaliteitsportaal van Informatiehuis Water is een mogelijke kandidaat. Het Informatiehuis Water heeft als taak om beheer en onderhoud van waterdata uit te voeren. Op deze manier kunnen gegevens veilig en centraal opgeslagen worden en opvraagbaar zijn. Ook is het nodig om specifieke formats te ontwerpen waarop de monitoringsgegevens in genoteerd kunnen worden (voor die gegevens die niet digitaal opgeslagen of naar een server gestuurd worden) zodat iedereen zoveel mogelijk op dezelfde manier te werk gaat en men niet verzand in zoeken naar data of het missen daarvan.

Kosten

Het meetadvies is zo opgesteld dat, als de essentiële indicatoren gemonitord worden, de kosten beperkt blijven (orde grootte 10.000 Euro per jaar) en deels waarschijnlijk in monitoringsprogramma's, zoals die van de waterschappen, ingebed kunnen worden. Ook de eventuele uitbreiding naar biota zoals vogeltellingen en waterplantenkarteringen zal niet tot buitensporige kosten leiden aangezien hier ook mogelijkheden liggen om gebruik te maken van lopende monitoringsactiviteiten. Te denken valt aan monitoring voor KRW (bijvoorbeeld voor chlorofyl-*a* en waterplanten) of vogelwerkgroepen. De kosten voor projectmatige monitoring liggen veel hoger. Als we naar de essentiële *flora en fauna* parameters kijken dan is een grove schatting dat er ongeveer 60-65 bemonsteringsdagen zijn. Verreweg het meeste hiervan komt voor rekening van de bacteriologie (ongeveer 50). Vervolgens moeten er nog analyses in het lab plaatsvinden dus de tijdsinvestering is groot. Uiteraard kunnen parameters met elkaar gecombineerd worden. Zo kunnen bemonsteringen voor fytoplankton gecombineerd worden met bemonsteringen voor fysisch-chemische analyses. Ook hier is het advies om de monitoring zoveel mogelijk in te bedden in al bestaande monitoringsprogramma's. Ook het inzetten van vrijwilligers kan helpen de kosten omlaag te brengen. Een training vooraf is wenselijk om ervoor te zorgen dat de kwaliteit van de metingen of monsternames voldoende is. Voor vogeltellingen wordt hier al veelvuldig gebruik van gemaakt. In andere landen worden vrijwilligers ook gevraagd om in ieder geval (een deel van) de monstername uit te voeren. In de Verenigde Staten kregen vrijwilligers een kit aangeboden met bemonsteringsspullen zoals filters, potjes etc. Deze vrijwilligers kregen een halve dag instructie van een professional en werden gevraagd om in een bepaalde periode in de zomer bij een waterlichaam een monster te nemen en deze tijdelijk thuis in te vriezen of anders naar het lab toe te brengen. De analyses zelf werden door de professionals uitgevoerd, maar de kosten voor bemonstering konden in ieder geval behoorlijk omlaag gebracht worden (Sarnelle et al. 2010, Water Research 44). Om de kosten van een monitoringscampagne omlaag te brengen is het goed om na te denken of delen van

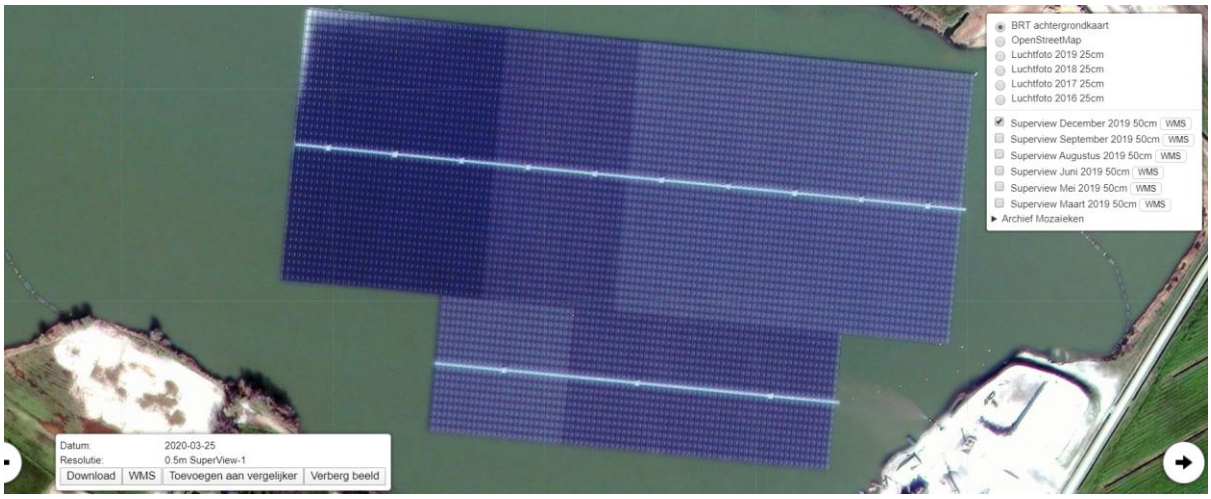
de datainwinning niet deels via vrijwilligers gedaan kan worden. Uiteraard is dit niet overal mogelijk, zoals bij afgesloten terreinen.

Ruimte voor innovaties

Het plaatsen van PV-systemen op het water brengt nieuwe uitdagingen voor monitoring onder water met zich mee. Het is vaak moeilijk of onmogelijk om in het midden van het PV systeem te meten, en dat betekent dat er ook gekeken zal moeten worden naar nieuwe vormen van monitoring. Zoals hierboven genoemd, zijn de kosten voor monitoring aanzienlijk en kunnen innovaties mogelijk deze omlaag brengen. We beogen hier niet om een compleet afgedekte lijst aan innovaties op het gebied van monitoring van waterkwaliteit en ecologie te presenteren, maar een paar ontwikkelingen zijn de moeite waard om genoemd te worden.

Drones doen steeds meer hun intrede als waardevol hulpmiddel bij allerlei toepassingen, ook in het waterbeheer. Specifiek voor water komen er drones op de markt die onderwater opereren bijvoorbeeld ter controle van kunstwerken. Deze drones kunnen ook uitgerust worden met sensoren om waterkwaliteitsparameters te meten. In Nederland wordt dit bijvoorbeeld gedaan door het bedrijf INDYMO.

Hoewel veel Nederlandse wateren nog klein zijn voor niet-commerciële satellieten, zal in de toekomst de ruimtelijke resolutie van niet-commerciële satellieten ook geschikt zijn voor de kleinere wateren. Veel commerciële satellieten hebben al een ruimtelijke resolutie die voldoende is om kleinere wateren in kaart te brengen, zoals in Figuur 8 getoond wordt voor de Bomhofsplas door satelliet Superview-1 (ruimtelijke resolutie 0,5 m, foto afkomstig van Satellietdataportaal van NSO). Deze satellieten missen echter vaak de juiste golflengtebanden die nodig zijn om bepaalde waterkwaliteitsvariabelen, zoals chlorofyl-*a*, te berekenen.



Figuur 8. Superview-1 beeld van het PV-systeem in de Bomhofsplas.

Het voordeel van satellieten is dat ze een vlak-dekkend beeld geven van een waterlichaam, regelmatig overkomen en gratis data genereren (dit geldt voor de niet-commerciële satellieten). Nadeel in Nederland is dat het vaak bewolkt is waardoor veel beelden niet gebruikt kunnen worden voor waterkwaliteitsanalyses.

Burgerparticipatie vindt ook steeds meer zijn intrede in het monitoren van water. Hoewel overheden nog uitzoeken hoe burgerparticipatie ingebed kan worden in hun dagelijkse werk zijn er steeds meer initiatieven die burgers motiveren om in het veld gegevens te verzamelen over waterkwaliteit en natuur. Voorbeelden hiervan zijn:

- Eye-on-water, waarin burgers met een app de waterkleur kunnen meten. Deze gegevens worden op een wereldkaart bijgehouden.

- De Waterbox. Deze is o.a. gebruikt in de gemeente Almere ("Almere meet water") waarbij burgers meerdere parameters in de stad kunnen meten en doorgeven.

- waterdiertjes.nl. Behalve dat waterdiertjes gescoord worden biedt dit programma bovendien educatief materiaal. Voornaamste doelgroep zijn dan ook de scholen.

In potentie kan burgerparticipatie informatie gaan aanleveren die kunnen helpen bij de bepaling van effecten van drijvende zonnesystemen op de ecologie van waterlichamen. Het zou daarom goed zijn om voor aanvang van een nieuw project met drijvende PV-systemen na te gaan of er mogelijkheden zijn om burgerparticipatie onderdeel te laten zijn van de monitoring. Voor de vogels gebeurt dit feitelijk al via de vele vrijwilligers die via Sovon worden ingezet.

Het vervolg op dit meetadvies

Het meetadvies is gericht op het ontwikkelen van een advies waarlangs een (wetenschappelijk) ecologieprogramma vormgegeven kan worden. Het was een zoektocht naar indicatoren waarmee bepaald kan worden wat de impact van een drijvend zonnestroomsysteem is op ecologie en waterkwaliteit.

Het vervolg op dit meetadvies is het opzetten van een ecologieprogramma langs de in dit project ontwikkelde kaders om voldoende kennis op te bouwen om richtlijnen uit te geven waar drijvende zonnestroomsystemen aan moeten voldoen om de negatieve ecologische impact van drijvende zonnestroomsystemen te minimaliseren of indien mogelijk de positieve ecologische impact te maximaliseren. Deze richtlijnen kunnen desgewenst gebruikt worden bij het afgeven van een vergunning voor een drijvend zonnestroomsysteem. Hier zal dan ook goed aangesloten moeten worden bij het vergunbaarheidskader (Stowa 2018-73).

Tenslotte zal monitoring bij elk drijvende zonnestroomsysteem moeten aantonen dat de ecologische impact inderdaad is zoals verwacht (of in ieder geval niet negatiever dan verwacht). Voor zover dat met de huidige stand der kennis mogelijk is, is daarom in dit project aangegeven wat, hoe, en hoe vaak gemeten moet worden om dit aan te tonen. Het kostenverhogende effect van deze metingen moet zoveel mogelijk beperkt worden om te zorgen dat de businesscase van een drijvend zonnestroomsysteem hierdoor niet volledig onderuit gehaald wordt.

Bijlage 1. Leden van de advies groep van het meetadvies Effecten drijvende zonneparken op waterkwaliteit en ecologie.

Naam	Organisatie
Wijnand van Hooff	TKI Urban Energy
Robin Quax	TKI Urban Energy
Bas Hofs	Evides
Giovanni Sandrini	Evides
Lisette de Senerpont Domis	NIOO-KNAW
Sven Teurlincx	NIOO-KNAW
Michelle Talsma	Stowa
Jan Kroon	TNO
Ina Elema	Unie van Waterschappen
Willlem Biesheuvel	GroenLeven
Titia Kalker	Rijkswaterstaat Zee en Delta
Marcel van den Berg	Rijkswaterstaat, WVL
Marieke de Lange	Rijkswaterstaat, WVL

Bijlage 2. Vastlegging kenmerken van drijvende zonneparken en omgevingsschets waterlichaam.

Omschrijving	Eigenschappen
Nummer zonnepark	
Naam zonnepark	
Opname door	
Contactgegevens	
Plaats of gemeente	
Bezoekdatum	
Tijd	
Jaar van installatie	
Aantal (n) zonnepanelen	
Totale oppervlakte zonnepark (*in hectare*)	
Oppervlakte afgedekt door zonnepanelen	
Randbreedte tot zonnepanelen	
Rijafstand tussen zonnepanelen	
Aantal (n) rijen met zonnepanelen	
Rijlengte	
Oriëntatie van zonnepanelen	
Panelen statisch gemonteerd of meebewegend met zon?	
Type verankering (land, oever, bodem)	
Minimale hoogte (*in meters*)	
Maximale hoogte (*in meters*)	
Spleten horizontaal	
Spleten verticaal	
Ruimte tussen drijvers en zonnepanelen	
Glasplaten aanwezig?	
Type materiaal drijvende onderdelen	
Monitoringssysteem performance zonnepanelen?	
Monitoringssysteem ecologie/waterkwaliteit?	
Gebruik waterlichaam oost	
Gebruik waterlichaam zuid	
Gebruik waterlichaam west	
Gebruik waterlichaam noord	

Waterlichaam	
Naam	
Datum	
Omgevingsschets + contouren zonnepark	
Dieptekaart	

Bijlage 3. Print screen van de Excel sheet voor het meten van essentiële parameters voor waterkwaliteit en ecologie in stilstaande binnenwateren. Eerste tabel is flora en fauna, de tweede tabel zijn de fysisch-chemische parameters en de derde tabel zijn overige parameters.

Soortgroep	Indicator	Omschrijving	Aantal metingen per jaar	Frequentie meetjaren	Einde meetperiode (jaren)	Type waterlichaa	Functies waterlichaam
Fytoplankton	Chlorofyl-a	Concentratie chlorofyl-a	In groeiseizoen wekelijks tot twee-wekelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Fytoplankton	Chlorofyl-a	Concentratie chlorofyl-a	In groeiseizoen wekelijks tot twee-wekelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Fytoplankton	Chlorofyl-a	Concentratie chlorofyl-a	In groeiseizoen wekelijks tot twee-wekelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Fytoplankton	Chlorofyl-a	Concentratie chlorofyl-a	In groeiseizoen wekelijks tot twee-wekelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Fytoplankton	Algensamenstelling	In ieder geval onderscheid maken tussen blauwalgen, diatomeeën	Twee-wekelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, drinkwater
Fytoplankton	Algensamenstelling	In ieder geval onderscheid maken tussen blauwalgen, diatomeeën	Twee-wekelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, drinkwater
Fytoplankton	Algensamenstelling	In ieder geval onderscheid maken tussen blauwalgen, diatomeeën	Twee-wekelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, drinkwater
Fytoplankton	Algensamenstelling	In ieder geval onderscheid maken tussen blauwalgen, diatomeeën	Twee-wekelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, drinkwater
Waterplanten	Diversiteit	Bedekking functionele groepen en soorten	1 voor beide parameters	eerste 3 jaar elk jaar daarna elke 6 jaar	12	Groot, ondiep	KRW, drinkwater
Waterplanten	Diversiteit	Bedekking functionele groepen en soorten	1 voor beide parameters	eerste 3 jaar elk jaar daarna elke 6 jaar	12	Groot, diep	KRW, drinkwater
Waterplanten	Diversiteit	Bedekking functionele groepen en soorten	1 voor beide parameters	eerste 3 jaar elk jaar daarna elke 6 jaar	12	Klein, ondiep	KRW, drinkwater
Waterplanten	Diversiteit	Bedekking functionele groepen en soorten	1 voor beide parameters	eerste 3 jaar elk jaar daarna elke 6 jaar	12	Klein, diep	KRW, drinkwater
Macrofauna	Diversiteit	Dichtheid per functionele groep	1	elke 3 jaar	10	Groot, ondiep	KRW, drinkwater
Macrofauna	Diversiteit	Dichtheid per functionele groep	1	elke 3 jaar	10	Groot, diep	KRW, drinkwater
Macrofauna	Diversiteit	Dichtheid per functionele groep	1	elke 3 jaar	10	Klein, ondiep	KRW, drinkwater
Macrofauna	Diversiteit	Dichtheid per functionele groep	1	elke 3 jaar	10	Klein, diep	KRW, drinkwater
Vis	Soortensamenstelling	Dichtheid per soort	1	elke 3 jaar	10	Groot, ondiep	KRW, Natura2000
Vis	Soortensamenstelling	Dichtheid per soort	1	elke 3 jaar	10	Groot, diep	KRW, Natura2000
Vis	Soortensamenstelling	Dichtheid per soort	1	elke 3 jaar	10	Klein, ondiep	KRW, Natura2000
Vis	Soortensamenstelling	Dichtheid per soort	1	elke 3 jaar	10	Klein, diep	KRW, Natura2000
Vis	Abundantie	Aantal en biomassa per hectare	1	elke 3 jaar	10	Groot, ondiep	KRW, Natura2000
Vis	Abundantie	Aantal en biomassa per hectare	1	elke 3 jaar	10	Groot, diep	KRW, Natura2000
Vis	Abundantie	Aantal en biomassa per hectare	1	elke 3 jaar	10	Klein, ondiep	KRW, Natura2000
Vis	Abundantie	Aantal en biomassa per hectare	1	elke 3 jaar	10	Klein, diep	KRW, Natura2000
Vis	Soortensamenstelling	Dichtheid per soort	1	elke 3 jaar	10	Groot, ondiep	Recreatie (sportvisserij), Natura2000
Vis	Soortensamenstelling	Dichtheid per soort	1	elke 3 jaar	10	Groot, diep	Recreatie (sportvisserij), Natura2000
Vis	Soortensamenstelling	Dichtheid per soort	1	elke 3 jaar	10	Klein, ondiep	Recreatie (sportvisserij), Natura2000
Vis	Soortensamenstelling	Dichtheid per soort	1	elke 3 jaar	10	Klein, diep	Recreatie (sportvisserij), Natura2000
Vis	Abundantie	Aantal en biomassa per hectare	2-wekelijks	elke 3 jaar	10	Groot, ondiep	Recreatie (sportvisserij), Natura2000
Vis	Abundantie	Aantal en biomassa per hectare	2-wekelijks	elke 3 jaar	10	Groot, diep	Recreatie (sportvisserij), Natura2000
Vis	Abundantie	Aantal en biomassa per hectare	2-wekelijks	elke 3 jaar	10	Klein, ondiep	Recreatie (sportvisserij), Natura2000
Vis	Abundantie	Aantal en biomassa per hectare	2-wekelijks	elke 3 jaar	10	Klein, diep	Recreatie (sportvisserij), Natura2000
Vogels	Broedvogels	Aantal (n) per vastomlijnd gebied (waterlichaam en nabij gelegen	1	elk jaar	10	alle wateren	Natura2000, drinkwater
Vogels	Niet-broed vogels	Aantal (n) per vastomlijnd gebied (waterlichaam en nabij gelegen	1	elk jaar	10	alle wateren	Natura2000, drinkwater
Bacteriologie	E.coli, intestinale enterococcen, Campylobac	Bepaling via membraanfiltratie of qPCR	2-wekelijks	elk jaar	10, Campylobacter 3 jaar (1 voor plaatsing PV en 2 daarna)	alle wateren	Zwemwater/drinkwaterreserve

Indicator	Omschrijving	Aantal metingen per jaar	Frequentie meetjar	Einde meetperiode (jare	Type waterlichaam	Functies waterlichaam
Watertemperatuur	in graden Celsius	Wekelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Watertemperatuur	in graden Celsius	Wekelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Watertemperatuur	in graden Celsius	Wekelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Watertemperatuur	in graden Celsius	Wekelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Zuurgraad	pH	Wekelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Zuurgraad	pH	Wekelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Zuurgraad	pH	Wekelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Zuurgraad	pH	Wekelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Zuurstof	Concentratie in water (in mg/L)	Wekelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Zuurstof	Concentratie in water (in mg/L)	Wekelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Zuurstof	Concentratie in water (in mg/L)	Wekelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Zuurstof	Concentratie in water (in mg/L)	Wekelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Doorzicht	Secchi-diepte	Wekelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Doorzicht	Secchi-diepte	Wekelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Doorzicht	Secchi-diepte	Wekelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Doorzicht	Secchi-diepte	Wekelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Lichtuitdoving	Uitdoving van zichtbaar licht (PAR: 400-700 nm) per meter	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Lichtuitdoving	Uitdoving van zichtbaar licht (PAR: 400-700 nm) per meter	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater
Lichtuitdoving	Uitdoving van zichtbaar licht (PAR: 400-700 nm) per meter	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater
Lichtuitdoving	Uitdoving van zichtbaar licht (PAR: 400-700 nm) per meter	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater
Totaal-fosfaat	Fosfaat in 1 L water, inclusief alle deeltjes (µg/L)	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater
Totaal-fosfaat	Fosfaat in 1 L water, inclusief alle deeltjes (µg/L)	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Totaal-fosfaat	Fosfaat in 1 L water, inclusief alle deeltjes (µg/L)	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Totaal-fosfaat	Fosfaat in 1 L water, inclusief alle deeltjes (µg/L)	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Ortho-fosfaat	In water opgelost fosfaat (µg/L)	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Ortho-fosfaat	In water opgelost fosfaat (µg/L)	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Ortho-fosfaat	In water opgelost fosfaat (µg/L)	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Ortho-fosfaat	In water opgelost fosfaat (µg/L)	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Fosfaat in bodem	Totaal-P gehalte (mg/L) in poriewater verschillende bodemlagen (bijv. slib en eerste 20	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Fosfaat in bodem	Totaal-P gehalte (mg/L) in poriewater verschillende bodemlagen (bijv. slib en eerste 20	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Fosfaat in bodem	Totaal-P gehalte (mg/L) in poriewater verschillende bodemlagen (bijv. slib en eerste 20	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Fosfaat in bodem	Totaal-P gehalte (mg/L) in poriewater verschillende bodemlagen (bijv. slib en eerste 20	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Totaal stikstof	Stikstof in 1 L water, inclusief alle deeltjes (µg/L) en alle vormen (N, nitraat, nitriet, amm	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater
Totaal stikstof	Stikstof in 1 L water, inclusief alle deeltjes (µg/L) en alle vormen (N, nitraat, nitriet, amm	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, drinkwater
Totaal stikstof	Stikstof in 1 L water, inclusief alle deeltjes (µg/L) en alle vormen (N, nitraat, nitriet, amm	Maandelijks (KRW, zwemwater); wekelijks (drinkwater)	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, drinkwater

Indicator	Omschrijving	Aantal metingen per jaa	Frequentie meetjaren	Einde meetperiode (jaren)	Type waterlichaam	Functies waterlichaam
Menging	Diepteprofielmetingen van zuurstof en temperatuur	wekelijks	1	1	Groot, diep	KRW, drinkwater
Menging	Diepteprofielmetingen van zuurstof en temperatuur	wekelijks	1	1	Klein, diep	KRW, drinkwater
Waterdiepte	Verschil waterbodemhoogte en jaargemiddeld waterpeil	1	1	1	alle wateren	KRW, waterberging
Bodemtype	Zand, veen, klei of mix ervan	1	1	1	alle wateren	KRW
Wind	zowel snelheid als richting. Lokaal te plaatsen meteo station. Als alternatief KNMI data meest dichtbij gelegen meteo station ne	365	elk jaar	5	alle wateren	KRW
Broeikasgassen	CH4, CO2 en N2O. Inclusief "bubbels"	Maandelijks	elk jaar	5	alle wateren	KRW, waterberging
Foto's panelen	om te zien of en hoeveel vogeluitwerpselen erop zitten	wekelijks	elk jaar	10	alle wateren	KRW, drinkwater

Bijlage 4. Print screen van de Excel sheet voor het meten van extra parameters voor waterkwaliteit en ecologie in stilstaande binnenwateren. Eerste tabel is flora en fauna, de tweede tabel zijn de fysisch-chemische parameters en de derde tabel zijn overige parameters.

Soortgroep	Indicator	Omschrijving	Aantal metingen per jaar	Frequentie meetjaren	Eind meetperiode (jaren)	Type waterlichaam	Functies waterlichaam
Fytoplankton	Algenklasses	Gebruik van fluorometers om algenklasses te bepalen, liefst ov	wekelijks in groeiseizoen	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater
Fytoplankton	Algenklasses	Gebruik van fluorometers om algenklasses te bepalen, liefst ov	wekelijks in groeiseizoen	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater
Fytoplankton	Algenklasses	Gebruik van fluorometers om algenklasses te bepalen, liefst ov	wekelijks in groeiseizoen	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater
Fytoplankton	Algenklasses	Gebruik van fluorometers om algenklasses te bepalen, liefst ov	wekelijks in groeiseizoen	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater
Fytoplankton	Primaire productie	Productie van chemische energie door levende organismen, in	Om de 2 dagen of continu met automatische meetsensoren	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW
Fytoplankton	Primaire productie	Productie van chemische energie door levende organismen, in	Om de 2 dagen of continu met automatische meetsensoren	elk jaar	10	Groot, diep	KRW
Fytoplankton	Primaire productie	Productie van chemische energie door levende organismen, in	Om de 2 dagen of continu met automatische meetsensoren	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW
Fytoplankton	Primaire productie	Productie van chemische energie door levende organismen, in	Om de 2 dagen of continu met automatische meetsensoren	elk jaar	10	Klein, diep	KRW
Fytobenthos		Zowel op de waterbodem onder de panelen als ook op oppervla	Maandelijks	elke 3 jaar	10	Groot, ondiep	KRW
Fytobenthos		Zowel op de waterbodem onder de panelen als ook op oppervla	Maandelijks	elke 3 jaar	10	Klein, ondiep	KRW
Fytobenthos	Benthische matten	Controle aanwezigheid benthische blauwalgen	Maandelijks	jaarlijks	10	Groot, ondiep	KRW, drinkwater
Fytobenthos	Benthische matten	Controle aanwezigheid benthische blauwalgen	Maandelijks	jaarlijks	10	Klein, ondiep	KRW, drinkwater
Zooplankton	Dichtheid	In aantallen (*n*) per L.	wekelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	Natura2000, drinkwater
Zooplankton	Dichtheid	In aantallen (*n*) per L.	wekelijks	elk jaar	10	Groot, diep	Natura2000, drinkwater
Zooplankton	Dichtheid	In aantallen (*n*) per L.	wekelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	Natura2000, drinkwater
Zooplankton	Dichtheid	In aantallen (*n*) per L.	wekelijks	elk jaar	10	Klein, diep	Natura2000, drinkwater
Zooplankton	Lengtefrequentieverdeling	Voor bepaling effecten op vispredatie (of grote en kleine vlooie	wekelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	Natura2000, drinkwater
Zooplankton	Lengtefrequentieverdeling	Voor bepaling effecten op vispredatie (of grote en kleine vlooie	wekelijks	elk jaar	10	Groot, diep	Natura2000, drinkwater
Zooplankton	Lengtefrequentieverdeling	Voor bepaling effecten op vispredatie (of grote en kleine vlooie	wekelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	Natura2000, drinkwater
Zooplankton	Lengtefrequentieverdeling	Voor bepaling effecten op vispredatie (of grote en kleine vlooie	wekelijks	elk jaar	10	Klein, diep	Natura2000, drinkwater
Vliegende insecten	Aantallen en soorten		April-September	elk jaar	10	alle wateren	Natura2000
Vis	Eipakketten	Geeft aan of er voortplanting plaatsvindt. Alternatief is spotter	1x tussen April en Juni	elke 3 jaar	10	Groot, ondiep	KRW, Natura2000
Vis	Eipakketten	Geeft aan of er voortplanting plaatsvindt. Alternatief is spotter	1x tussen April en Juni	elke 3 jaar	10	Groot, diep	KRW, Natura2000
Vis	Eipakketten	Geeft aan of er voortplanting plaatsvindt. Alternatief is spotter	1x tussen April en Juni	elke 3 jaar	10	Klein, ondiep	KRW, Natura2000
Vis	Eipakketten	Geeft aan of er voortplanting plaatsvindt. Alternatief is spotter	1x tussen April en Juni	elke 3 jaar	10	Klein, diep	KRW, Natura2000
Amfibiën	Aantallen en soorten		April-Augustus	elke 3 jaar	10	Groot, ondiep	Natura2000
Amfibiën	Aantallen en soorten		April-Augustus	elke 3 jaar	10	Klein, ondiep	Natura2000
Reptielen	Aantallen en soorten		April-Augustus	elke 3 jaar	10	Groot, ondiep	Natura2000
Reptielen	Aantallen en soorten		April-Augustus	elke 3 jaar	10	Klein, ondiep	Natura2000
Vogels	Aantallen en soorten	Effecten op aantallen in nabij gelegen (N2000) gebieden	1	elk jaar	10	Groot, ondiep	Natura2000
Vogels	Aantallen en soorten	Effecten op aantallen in nabij gelegen (N2000) gebieden	1	elk jaar	10	Groot, diep	Natura2000
Vogels	Aantallen en soorten	Effecten op aantallen in nabij gelegen (N2000) gebieden	1	elk jaar	10	Klein, ondiep	Natura2000
Vogels	Aantallen en soorten	Effecten op aantallen in nabij gelegen (N2000) gebieden	1	elk jaar	10	Klein, diep	Natura2000
Zoogdieren	Aantallen en soorten	Registratie via BMP door vogeltellers.	1	elk jaar	10	Groot, ondiep	Natura2000
Zoogdieren	Aantallen en soorten	Registratie via BMP door vogeltellers.	1	elk jaar	10	Groot, diep	Natura2000

Indicator	Omschrijving	Aantal metingen per jaar	Frequentie meetjare	Eind meetperiode (jarei	Type waterlichaam	Functies waterlichaam
Blauwalgentoxines	Microcystine (equivalenten) in µg/L	enkel bij constatering blauwalgen	elk jaar	10	Groot, ondiep	zwemwater
Blauwalgentoxines	Microcystine (equivalenten) in µg/L	enkel bij constatering blauwalgen	elk jaar	10	Groot, diep	zwemwater
Blauwalgentoxines	Microcystine (equivalenten) in µg/L	enkel bij constatering blauwalgen	elk jaar	10	Klein, ondiep	zwemwater
Blauwalgentoxines	Microcystine (equivalenten) in µg/L	enkel bij constatering blauwalgen	elk jaar	10	Klein, diep	zwemwater
Blauwalgen: Geosmine en 2-MIB	vormen van stankoverlast als gevolg van aanwezigheid blauwalgen	enkel bij constatering blauwalgen er	elk jaar	10	Groot, ondiep	zwemwater
Blauwalgen: Geosmine en 2-MIB	vormen van stankoverlast als gevolg van aanwezigheid blauwalgen	enkel bij constatering blauwalgen er	elk jaar	10	Groot, diep	zwemwater
Blauwalgen: Geosmine en 2-MIB	vormen van stankoverlast als gevolg van aanwezigheid blauwalgen	enkel bij constatering blauwalgen er	elk jaar	10	Klein, ondiep	zwemwater
Blauwalgen: Geosmine en 2-MIB	vormen van stankoverlast als gevolg van aanwezigheid blauwalgen	enkel bij constatering blauwalgen er	elk jaar	10	Klein, diep	zwemwater
Chloride	Concentratie in mg/L. Vindt plaats dmv ion-selectieve meetmethode (zilverchloride staaf). Verschil in spanning tussen zi	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, waterberging
Chloride	Concentratie in mg/L. Vindt plaats dmv ion-selectieve meetmethode (zilverchloride staaf). Verschil in spanning tussen zi	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, waterberging
Chloride	Concentratie in mg/L. Vindt plaats dmv ion-selectieve meetmethode (zilverchloride staaf). Verschil in spanning tussen zi	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, waterberging
Chloride	Concentratie in mg/L. Vindt plaats dmv ion-selectieve meetmethode (zilverchloride staaf). Verschil in spanning tussen zi	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, waterberging
Geleidbaarheid	Maat voor hoeveelheid ionen (vooral zouten) in water. Meting via EGV meter (µS/m)	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, waterberging
Geleidbaarheid	Maat voor hoeveelheid ionen (vooral zouten) in water. Meting via EGV meter (µS/m)	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, waterberging
Geleidbaarheid	Maat voor hoeveelheid ionen (vooral zouten) in water. Meting via EGV meter (µS/m)	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, waterberging
Geleidbaarheid	Maat voor hoeveelheid ionen (vooral zouten) in water. Meting via EGV meter (µS/m)	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, waterberging
Anorganische koolstof	CO_2, HCO_3^- en CO_3^{2-}. Gaat via TIC analyzer.	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW, zwemwater, waterberging
Anorganische koolstof	CO_2, HCO_3^- en CO_3^{2-}. Gaat via TIC analyzer.	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW, zwemwater, waterberging
Anorganische koolstof	CO_2, HCO_3^- en CO_3^{2-}. Gaat via TIC analyzer.	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW, zwemwater, waterberging
Anorganische koolstof	CO_2, HCO_3^- en CO_3^{2-}. Gaat via TIC analyzer.	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW, zwemwater, waterberging
BOD	Biochemisch zuurstofverbruik, een maat voor vervuiling in het algemeen (mg O_2/L).	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW,zwemwater
BOD	Biochemisch zuurstofverbruik, een maat voor vervuiling in het algemeen (mg O_2/L).	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW,zwemwater
BOD	Biochemisch zuurstofverbruik, een maat voor vervuiling in het algemeen (mg O_2/L).	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW,zwemwater
BOD	Biochemisch zuurstofverbruik, een maat voor vervuiling in het algemeen (mg O_2/L).	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW,zwemwater
Zuurstofverzadiging	<100%: kan wijzen op vervuild water. >100%: indicatie voor veel waterplanten en/of algen (fotosynthese)	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW
Zuurstofverzadiging	<100%: kan wijzen op vervuild water. >100%: indicatie voor veel waterplanten en/of algen (fotosynthese)	Maandelijks	elk jaar	10	Groot, diep	KRW
Zuurstofverzadiging	<100%: kan wijzen op vervuild water. >100%: indicatie voor veel waterplanten en/of algen (fotosynthese)	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, ondiep	KRW
Zuurstofverzadiging	<100%: kan wijzen op vervuild water. >100%: indicatie voor veel waterplanten en/of algen (fotosynthese)	Maandelijks	elk jaar	10	Klein, diep	KRW
Zware metalen (zie ook essentiële parameters)	Met name om vast te stellen of er uitloging plaatsvindt. Van tevoren vaststellen. In water zal verdunning te groot zijn	1	-	-	Groot, ondiep	Alle waterfuncties
Zware metalen (zie ook essentiële parameters)	Met name om vast te stellen of er uitloging plaatsvindt. Van tevoren vaststellen. In water zal verdunning te groot zijn	2	-	-	Groot, diep	Alle waterfuncties
Zware metalen (zie ook essentiële parameters)	Met name om vast te stellen of er uitloging plaatsvindt. Van tevoren vaststellen. In water zal verdunning te groot zijn	3	-	-	Klein, ondiep	Alle waterfuncties
Zware metalen (zie ook essentiële parameters)	Met name om vast te stellen of er uitloging plaatsvindt. Van tevoren vaststellen. In water zal verdunning te groot zijn	4	-	-	Klein, diep	Alle waterfuncties
Bodemnalevering	Core proeven of veldmetingen (equilibriummetingen) aan nalevering uit de bodem van nutriënten	1 (onder en naast panelen)	elk jaar	10	Groot, ondiep	KRW
Bodemnalevering	Core proeven of veldmetingen (equilibriummetingen) aan nalevering uit de bodem van nutriënten	2 (onder en naast panelen)	elk jaar	10	Groot, diep	KRW

Indicator	Omschrijving	Aantal metingen per jaar	Frequentie meetjaren	Eind meetperiode (jaren)	Type waterlichaam	Functies waterlichaam
Micro- en nanoplastics sediment	Micro- en nanoplastics in sediment is een betere geïntegreerde maat dan in water.	1	om de 5	10	alle wateren	KRW, Natura2000
Windstoten	noteren van maximale windstoten om te zien of daarmee stratificatie wel of niet wordt doorbroken	-	-	10	Groot, diep	KRW, Natura2000
Windstoten	noteren van maximale windstoten om te zien of daarmee stratificatie wel of niet wordt doorbroken	-	-	10	Klein,diep	KRW, Natura2000
Bacteriologie: Cryptosporidium & Giardia	Protozoa	Alleen als daar aanleiding voor is. (	elk jaar	10	alle wateren	Drinkwaterreserve, zwemwater
Bacteriologie: Biofilms	DNA technieken	Wanneer biofilm zich voordoet	elk jaar	10	alle wateren	Drinkwater
Aangroei op panelen	bijvoorbeeld quagga mosselen	1	elk jaar	10	alle wateren	KRW, drinkwater
Stroming	als gevolg van veranderingen in wind (zie ook essentiële parameters) en evt effect beluchters	continue	elk jaar	3	alle wateren	zwemwater, drinkwater

Bijlage 5. Streefwaarden en normen voor vijf verschillende types meren (definitie hantering KRW).

Indicator	Waarde/range	KRW typering	Bron
totaal fosfaat (mg/L)	0.08	M14	van der Molen et al 2006
totaal fosfaat (mg/L)	0.03	M20	van der Molen et al 2006
totaal fosfaat (mg/L)	0.03-0.04	M21	van der Molen et al 2006
totaal fosfaat (mg/L)	0.06-0.1	M23	van der Molen et al 2006
totaal fosfaat (mg/L)	0.06	M27	van der Molen et al 2006
totaal fosfaat (mg/L)	0.06	M27	van der Molen et al 2006
totaal stikstof (mg/L)	1.5	M14	van der Molen et al 2006
totaal stikstof (mg/L)	1	M20	van der Molen et al 2006
totaal stikstof (mg/L)	0.9-1	M21	van der Molen et al 2006
totaal stikstof (mg/L)	1.3-1.5	M23	van der Molen et al 2006
totaal stikstof (mg/L)	1.3	M27	van der Molen et al 2006
totaal stikstof (mg/L)	1.3	M27	van der Molen et al 2006
Temperatuur	25	M14	van der Molen et al 2006
Temperatuur	25	M20	van der Molen et al 2006
Temperatuur	25	M21	van der Molen et al 2006
Temperatuur	25	M23	van der Molen et al 2006
Temperatuur	25	M27	van der Molen et al 2006
Temperatuur	25	M27	van der Molen et al 2006
Zuurgraad (pH)	5.5-8.5	M14	van der Molen et al 2006
Zuurgraad (pH)	6.5-8.5	M20	van der Molen et al 2006
Zuurgraad (pH)	6.5-8.5	M21	van der Molen et al 2006
Zuurgraad (pH)	6.5-8.5	M23	van der Molen et al 2006
Zuurgraad (pH)	5.5-7.5	M27	van der Molen et al 2006
Zuurgraad (pH)	5.5-7.5	M27	van der Molen et al 2006
Doorzicht (m)	0.9	M14	van der Molen et al 2006
Doorzicht (m)	1.7	M20	van der Molen et al 2006
Doorzicht (m)	1.7	M21	van der Molen et al 2006
Doorzicht (m)	0.9	M23	van der Molen et al 2006
Doorzicht (m)	0.9	M27	van der Molen et al 2006
Doorzicht (m)	0.9	M27	van der Molen et al 2006
Chloride (mg/L)	200	M14	van der Molen et al 2006
Chloride (mg/L)	200	M20	van der Molen et al 2006
Chloride (mg/L)	200	M21	van der Molen et al 2006
Chloride (mg/L)	200	M23	van der Molen et al 2006
Chloride (mg/L)	200	M27	van der Molen et al 2006
Chloride (mg/L)	200	M27	van der Molen et al 2006
Zuurstofverzadiging (%)	60-120	M14	van der Molen et al 2006
Zuurstofverzadiging (%)	60-120	M20	van der Molen et al 2006
Zuurstofverzadiging (%)	60-120	M21	van der Molen et al 2006
Zuurstofverzadiging (%)	60-120	M23	van der Molen et al 2006
Zuurstofverzadiging (%)	60-120	M27	van der Molen et al 2006
Zuurstofverzadiging (%)	60-120	M27	van der Molen et al 2006
E.coli (per 100 ml)	2000		Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009
Enterokokken (per 100 ml)	1000		Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009

Chlorofyl-a (µg/L)	maximaal 23	M14	STOWA 2007-32
Chlorofyl-a (µg/L)	maximaal 10	M20	STOWA 2007-32
Chlorofyl-a (µg/L)	maximaal 23	M21	STOWA 2007-32
Chlorofyl-a (µg/L)	maximaal 23	M23	STOWA 2007-32
Chlorofyl-a (µg/L)	maximaal 25	M27	STOWA 2007-32
Submerse vegetatie (% bedekking)	minimaal 25%	M14	STOWA 2007-32
Submerse vegetatie (% bedekking)	minimaal 25%	M20	STOWA 2007-32
Submerse vegetatie (% bedekking)	minimaal 30%	M21	STOWA 2007-32
Submerse vegetatie (% bedekking)	minimaal 30%	M23	STOWA 2007-32
Submerse vegetatie (% bedekking)	minimaal 30%	M27	STOWA 2007-32
Macrofauna		M14	zie STOWA 2007-32
Vis (aantal soorten)	minimaal 11	M14	STOWA 2007-32
Vis (aantal soorten)	minimaal 8	M20	STOWA 2007-32
Vis (aantal soorten)	minimaal 8	M21	STOWA 2007-32
Vis (aantal soorten)	minimaal 8	M23	STOWA 2007-32
Vis (aantal soorten)	minimaal 11	M27	STOWA 2007-32
Vis- andere indicaties			zie STOWA 2007-32