

Verslag startsymposium Waddensleutels

Blokhuispoort Leeuwarden, woensdag 20 oktober

De dagvoorzitter Wilfred Alblas (Regiodirecteur Noord – Vereniging Natuurmonumenten) heet de ongeveer 50 aanwezigen van harte welkom in de voormalige gevangenisgang van de Blokhuispoort. Hij geeft aan wat de doelen van de dag zijn: duidelijk maken wat het project Waddensleutels inhoudt, de relatie met beheer en beleid, en een eerste presentatie van de plannen en de resultaten. Alblas is benieuwd naar de mening en input van de aanwezigen.

1) Waddensleutels en het Programma Naar een Rijke Waddenzee

Hein Sas, clusterleider voedselweb PRW

Het programma Naar een Rijke Waddenzee komt voort uit het mosselconvenant en het bijbehorende natuurherstelplan, en dient een impuls te geven aan het natuurherstel op het natte wad. Het programma streeft naar “Leren door doen”: het opzetten van concrete maatregelen vanuit een gezamenlijk ontwikkeld streefbeeld.

Voor het succesvol uitvoeren van een dergelijk programma zijn drie factoren van belang:

- 1) Basisconsensus in de wetenschap over doelen en maatregelen
- 2) Gezamenlijk streefbeeld
- 3) Vertrouwen tussen partijen

Sinds het ondertekenen van het mosselconvenant is er in het beleid rond de Waddenzee sprake van minder polarisatie en meer daadkracht. Een voorbeeld van deze daadkracht is Waddensleutels: een gedurfd onderzoeksprogramma met een brede scope en een hoge ambitie. De bevindingen zijn potentieel baanbrekend en geven veel nuttige nieuwe informatie. Het project kan dan ook een goede bijdrage leveren aan het verder onderbouwen en aanscherpen van het streefbeeld en een bijdrage leveren aan consensus binnen de wetenschap.

Voor het convenant was er geen basisconsensus: alle belangengroeperingen hadden hun “eigen wetenschappers” waardoor er sprake was van verkokering. Tijdens en na het convenant is er meer uitwisseling ontstaan, en staan de verschillende actoren (natuurbeschermers, vissers, overheden) open voor elkaars argumenten en wetenschappelijke informatie. Het ideaal is het ontstaan van consensus over streefbeeld en de daarbij behorende maatregelen bij beleid, belangengroeperingen en wetenschap. Waddensleutels kan een potentiële hoeksteen voor nieuw beleid vormen. Het gevaar bestaat dat de resultaten te vroeg in bijvoorbeeld de media gepresenteerd worden, waardoor discussie niet goed mogelijk is.

Hoe kan Waddensleutels in de komende jaren zich verder ontwikkelen? De projectorganisatie van PRW staat open voor hulp. Tijdens het internationale symposium van de Waddenacademie worden de hypothesen van Waddensleutels door middel van een gezamenlijke workshop kritisch doorgelicht. Het PRW wil overleg en contact met een brede groep experts, waardoor het mogelijk is om te beargumenteren welke concrete maatregelen noodzakelijk zijn, zoals bijvoorbeeld het sluiten van een kombergingsgebied voor visserij. Daarnaast is het uitbreiden van het onderzoeksbereik van Waddensleutels met Japanse Oesters, andere biobouwers en de historie van de visserij zeer gewenst.

2) Overzicht Waddensleutelsproject

Han Olff – Hoogleraar ecologie Rijksuniversiteit Groningen

Waddensleutels gaat een nieuwe fase in: we gaan nu echt beginnen. In de eerste fase was er sprake van competitie om financiering en aandacht. Nu komen we in de fase van opbouw en samenwerking. Uniek aan het project is de intensieve samenwerking tussen natuurbeheerders en wetenschappers, extern gefinancierd en met Natuurmonumenten als projectleider. Er is hierdoor sprake van een uitwisseling van kennis en ervaring tussen natuurbeschermers en wetenschap. Een ander verschil met dergelijke onderzoeksprogramma's op het land is de onduidelijkheid over het mislukken van natuurherstel op het wad. We weten niet waardoor dit komt. Waddensleutels hoopt een antwoord te kunnen geven op deze vraag.

Waddensleutels is een relatief groot project, direct gerelateerd aan vier andere grote projecten: Waddenengine, SIBES, Mosselwad en Metawad. Er zijn momenteel twee personen aangenomen; Tjisse van der Heide als postdoc en Sander Holthuijzen als technisch medewerker. De drie AIO's worden zeer binnenkort aangenomen.

Het project hoopt een bijdrage te leveren aan het realiseren van de doelstellingen van het Waddenfonds, en dan vooral de Programma 2: herstel biobouwers en Programma 3: een vitaal voedselweb. Het uiteindelijk doel is grootschalig herstel van het voedselweb in 2026. Hier is inperking van de verstoring voor nodig. De te ontwikkelen Kansrijkdomkaart Natuurherstel kan hierbij helpen door te bepalen waar veel potentie voor natuurherstel aanwezig is.

Ook voor het herstel van biobouwers door het uitvoeren van grootschalige herstelmaatregelen is een kansrijkdom kaart in combinatie met *best practice* adviezen nodig. Het uitvoeren van beide Programma's maakt een ruimtelijke analyse van het voedselweb inclusief beperkende factoren noodzakelijk. Hiervoor worden nieuwe meetmethoden als stabiele isotopenbepaling ontwikkeld. Er is besloten om samen met Mosselwad een gezamenlijke habitatkaart te ontwikkelen, om te voorkomen dat er straks twee kaarten worden gepresenteerd.

Analyse van sleutelfactoren

Omdat het niet duidelijk is waardoor natuurherstel in de Waddenzee moeizaam verloopt is een analyse van sleutelfactoren noodzakelijk. Vaak zijn er wel gevoelens of vermoedens, maar is er geen duidelijke analyse uitgevoerd. Waddensleutels gaat uit van drie belangrijke sleutelfactoren:

- 1) Biobouwers bepalen hun eigen niche: ze passen de omgeving aan waardoor ze in deze omgeving kunnen overleven.
- 2) (top-down) Trofische cascade: top-predatoren in het ecosysteem houden aantallen van hun prooien laag. Deze prooien zijn zelf vaak zgn “meso-predatoren”, welke op hun beurt prederen op lagere trofische niveaus. De predatie door top-predatoren houdt hierdoor de predatiedruk op de laagste trofische niveaus binnen de perken waardoor het systeem blijft functioneren.
- 3) Mondiale ecosysteemverbindingen: onze Waddenzee is verbonden met andere wadengebieden elders op de wereld.

Normaal gesproken bepaalt het milieu waar welke soort voorkomt, maar in de Waddenzee is het net andersom: daar passen biobouwers het milieu waarin ze leven aan. Voorbeelden hiervan zijn mosselen en zeegras, maar ook de wadpier die juist erosie van een wadplaat bevordert. Een ander woord voor biobouwer is “foundation species”.

Een voorbeeld van een verstoring van een “trofische cascade” is het bekende “*fishing down the food web*”: door de grote vis weg te vangen moeten vissers op steeds kleinere organismen lager in het voedselweb vissen tot er uiteindelijk alleen nog maar garnalen, kwallen en algen overblijven. In

de geulen van de Waddenzee lijkt de Garnaal als enige toe te nemen. Hier zijn meerdere verklaringen voor: hogere temperatuur en visserijdruk. Er zijn echter "feedback loops" die beide processen verbinden: overbevissing van grotere vissen leidt tot minder predatie op garnalen, daarmee tot meer predatie op vissenlarven en daardoor weer minder grote vis. Temperatuurverhoging zorgt voor een hogere activiteit van de garnalen, en daardoor ook voor meer predatie op vissenlarven. Overbevissing en hogere temperaturen versterken elkaar, met als uitkomst minder vis en meer garnalen.

Wat gaat Waddensleutels doen?

Op vier verschillende locaties wordt hetzelfde experiment uitgevoerd: bij Texel, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. Het doel is "leren door doen": door wadplaten op verschillende manieren van schelpen en mosselen te voorzien hopen we te achterhalen welke factoren de vestiging en overleving bepalen.

Deze zomer is voor de eerste keer de ruimtelijke variatie van het voedselweb door stabiele isotopen in kaart gebracht. Door analyse van Koolstof, Stikstof en mogelijk Zwavel is het mogelijk om te bepalen waar het voedsel vandaan komt. Koolstofmetingen geven antwoord op de vraag of het opgenomen koolstof afkomstig is van het land of uit de zee. Op het land wordt koolstof in de vorm van CO₂ opgenomen, en in zee als koolstofcarbonaat, waardoor een uniek "koolstofsignaal" per soort ontstaat. Stikstof geeft in het algemeen aan hoe hoog een organisme in de voedselketen staat. Zware stikstof accumuleert namelijk hoger in de keten, net als bv PCB.

De eerste resultaten van metingen laten zien dat een mosselbank onder Schiermonnikoog meer zwaardere stikstof isotopen bevat dan een bank onder Terschelling. Op een *false color* satellietfoto van Schiermonnikoog en Terschelling zijn onder Schier de mosselbanken duidelijk zichtbaar, terwijl dit onder Terschelling niet het geval is. Dit kan er op wijzen dat er in de mosselbanken onder Schier meer diatomeeën voorkomen. Een mogelijke verklaring is de intensieve bemesting van de polder van Schiermonnikoog, waardoor er hier veel nutriënten aanwezig zijn.

Naar een gezamenlijke habitatkaart

Een belangrijk eindproduct van Waddensleutels is een nieuwe habitatkaart. Hiervoor is samenwerking gezocht met IMARES en Mosselwad. Uiteindelijk willen we naar 1 GIS-systeem, met aparte habitatkaarten per decade. De oppervlakte aan wadplaat, aanwezigheid van habitat en soorten vormen vervolgens de basis voor de natuurkanskaart. Vanaf 1 januari is de draft van de habitatkaart beschikbaar. Op dit moment zijn de diepte en de overstromingsduur al ingetekend. Er wordt gewerkt aan een gezamenlijke definitie van habitats, waardoor de verschillende databestanden kunnen worden gekoppeld. Slibgehalte van het sediment is ongeschikt voor de habitatindeling, omdat slibgehalte een grote variatie vertoont en waarschijnlijk een gevolg is van het habitat.

Uit historische gegevens van waterstanden is de droogvalduur van wadplaten af te leiden. Sinds de jaren zestig worden wadplaten bij Den Helder 2 uur langer overstroomd (hoogte van nul NAP). Bij Delfzijl is de zeespiegelstijging zelfs al groter. Aan de hand van de correlatie van historische gegevens kan er per jaar een overstromingskaart van de Waddenzee worden gemaakt, waardoor de effecten van zeespiegelstijging in kaart kunnen worden gebracht.

3) Vogelonderzoek binnen Waddensleutels

Theunis Piersma - Hoogleraar Dierecologie Rijksuniversiteit Groningen

Waddensleutels gaat vooral over het bestuderen van het voedselweb en het herstel van mosselbanken. Vogels zijn dan ook maar een klein onderdeel van het project, en de AIO moet nog worden aangenomen. In de komende tender van het Waddenfonds is een aanvraag voor

Metawad-1 ingediend, waarna een aanvraag voor Metawad-2 volgt.

Wat gaan we doen? Om vogels te bestuderen, moet je het voedsel in kaart brengen. Bij het begin van het PIONIER-project naar de Kanoetstrandloper halverwege de jaren negentig is daarom Robert Paine, de autoriteit op het gebied van mariene ecologie en voedsel, uitgenodigd. Er bleken echter maar weinig overeenkomsten met zijn werk te zijn, omdat hij veel onderzoek doet op rotskusten. Juist op rotskusten zijn geen biobouwers aanwezig: de soorten volgen het reeds aanwezig milieu. Pas recent, door samenwerking met Han Olf, is er een connectie ontstaan tussen onderzoek naar vogelgedrag en voedselweb-ecologie.

In de Waddenzee nemen de Bonte strandloper, Zilverplevier en Rosse Grutto toe, terwijl de Kanoet af neemt. Gelukkig is de achteruitgang in de Waddenzee recent gestopt. De Scholekster neemt wel dramatisch af, waarschijnlijk door een combinatie van ongeschikt broedgebied (intensivering landbouw in Nederland) en slechte overwintering in de Waddenzee. Het effect van het verdwijnen van de mosselbanken op vogels is nooit goed geanalyseerd.

Veel vogels rond mosselbanken

In de afgelopen zomer is vanuit een waarnemingstoren onder Schiermonnikoog onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van mosselbanken door vogels. Met een nieuw ontwikkeld instrument, de "telescope mounted angulator", is de afstand van de hut tot de vogels gemeten. De eerste resultaten laten zien dat er rond een mosselbank tot vijf keer zoveel slib voorkomt dan verderop. Ook de biomassa zonder de mosselen zelf is rond een bank veel groter dan in een "normale" wadplaat. Vogels fourageren dan ook veel rond mosselbanken, vooral de Scholekster en Wulp. Er is dus sprake van een uitstraaleffect van mosselbanken.

In het meetnet SIBES, *synthoptic intertidal benthic survey Waddensea*, wordt sinds 3 jaar op 5.000 monsterpunten het voedsellandschap van de Waddenzee in kaart gebracht. Deze metingen worden gebruikt om door middel van de analyse van stabiele isotopen het voedselweb te doorgronden.

Ook vogels zijn geschikt als indicator van de complexiteit van het voedselweb. De Rosse Grutto heeft een lange snavel, kan diep de wadbodem binnendringen en is een alleseter. Het mannetje is klein en eet vooral kleinere wormen, terwijl het grotere vrouwtje ook veel wadpieren eet. Beiden eten ook schelpdieren. Doordat het bloedplasma snel wordt vervangen kan je aan de hand van de isotopensamenstelling nagaan wat de vogel in een dag heeft gegeten. De bloedcellen worden na een week, en veren na meerdere weken vervangen. Hierdoor kan informatie over de voedselopname gedurende langere perioden worden verkregen.

De nieuwe AIO zal ook isotopen-metingen uitvoeren aan Lepelaar, Harder en Strandkrab. Jonge lepelaars eten vooral garnalen, en kunnen daardoor een indicator zijn voor een "niet-complex voedselweb". Als wetenschapper is samenwerking met Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer spannend, we kunnen er beide veel van leren.

Vragen en opmerkingen over presentaties Han Olf en Theunis Piersma:

Norbert Dankers: Onder Ameland zijn twee grote mosselbanken aanwezig, een vlakbij de uitlaat van polderwater, en een ander verder weg. Naar welke kijkt mosselbank kijkt Waddensleutels?

Naar de bank vlakbij het lozingpunt van polderwater.

Carlo Heip: Hoe worden de verzamelde data beschikbaar gemaakt?

Er zijn twee fasen in het onderzoek: allereerst het verzamelen van ruwe data en daarna het valideren van deze ruwe gegevens. Het is belangrijk dat de ruwe data op een centrale locatie

worden opgeslagen. Daar wordt nu aan gewerkt, de validatie komt hierna. Het einddoel is dat de gevalideerde data publiek beschikbaar worden gemaakt.

Herman Ridderinkhof: Hoe wordt de helderheid van het water boven mosselbanken gemeten?

Biobouwers vangen slib in. Er wordt wel slibgehalte gemeten, maar niet de helderheid van het water. Dit gebeurt wel in mosselwad.

Herman Ridderinkhof: Kijk vooral ook naar het golfklimaat, die kunnen het voorkomen van biobouwers verklaren.

Opmerking uit zaal: Oesterbanken zijn ook belangrijke biobouwers.

4) Herstel van mosselbanken en de relatie met het project Mosselwad

Johan van der Koppel – NIOO-CEME

Het doel van Waddensleutels is vooral het verzamelen van kennis, en minder het leveren van een bijdrage aan het daadwerkelijk herstel. Hiervoor is de oppervlakte te herstellen mosselbanken te gering. De belangrijkste vraag is welke natuurlijke factoren het succes van herstel bepalen.

Er is bijna geen ervaring met het actief herstellen van banken in de Waddenzee. In 2001 is 20 hectare mosselbank in het kader van EVA 2 onderzoek aangelegd. Momenteel is hier nog 1 bank van over. In Bangor (Wales) wordt wel op grote schaal mosselbanken hersteld. Hierbij worden er te veel mosselen op elkaar neergelegd, waardoor verstikking optreedt. De dichtheid is van nature lager: de mosselen vormen "klompjes", en geen dikke lagen.

Recent is in het laboratorium een experiment met zelforganisatie uitgevoerd, waarbij de mosselen als een laag zijn uitgestrooid. Je ziet vervolgens totale paniek onder de mosselen, en de vorming van klompjes. Uit het experiment blijkt dat er drie opeenvolgende fases zijn: mosselen in hoge dichtheden, in los patroon, en alleen liggende mosselen. De snelste groei treedt op wanneer de mosselen vrij liggen. Het nadeel van deze losse verspreiding is de lage overlevingskans. Deze is het hoogst wanneer mosselen in hoge dichtheden aanwezig zijn. In het losse verspreidingspatroon ontstaat vanzelf een tussenweg waarbij de groei nog hoog is maar er ook een grote kans is op overleving. Deze patronen zie je ook op grotere schaal in de natuur terug, en verhogen de veerkracht tegen overstromingen.

Jonge mosselen hechten zich aan vast materiaal zoals schelpen als ankerpunt. Doordat de schelpen voor drainage van het sediment zorgen ontstaan er "heuvels" van mosselen op de wadplaten. Deze heuvels zijn op korte termijn stabiel, maar worden vaak op langere termijn door golfslag weer afgebroken. Factoren die de vestiging en overleving van mosselbanken bepalen zijn dichtheid, substraat, accumulatie van modder en golfslag.

Leren is binnen Waddensleutels net zo belangrijk als het herstel zelf. Om deze reden worden de vestigingsfactoren grondig getest in vier onderzoekslocaties. Binnen 20 bij 20 meter plots wordt onderzoek gedaan naar patroonontwikkeling en vestiging. Hiervoor wordt een Ballon met een fotocamera en laserscans ingezet.

Binnen het project Mosselwad wordt vooral onderzoek gedaan naar de groei en ontwikkeling van mosselbank zelf. Hiertoe wordt op actieve wijze in plots van 50 bij 50 meter mosselbanken aangelegd, waarna met camerasystemen wordt gevolgd wat er gebeurt. Ook interactie met golven en predatie door vogels en zeesterren wordt gemeten. Mosselwad verricht vooral observaties aan bestaande banken, terwijl Waddensleutels een aantal kustgebonden experimenten naar de vestiging van mosselen uitvoert. De samenwerking tussen beide projecten bestaat vooral uit het delen van meetapparatuur, onderzoeklocaties en het maken van een gezamenlijke habitatkaart

van de Waddenzee.

5) Stabiele isotopen en voedselwebben

Jack Middelburg – NIOO-CEME

Stabiele isotopen zijn chemisch identieke atomen, die onderling verschillen door het aantal aanwezige neutronen. Hierdoor ontstaan er verschillen in massa waardoor er sprake is van “lichte” en “zware” isotopen van dezelfde chemische stof. De verdeling van dergelijke isotopen in de wereld om ons heen heet isotoop-fractionatie. Dit verschil in isotoopverdeling wordt vooral veroorzaakt door biologische processen, en komt dan ook veel voor in voedselketens.

Koolstof is bijvoorbeeld gemiddeld in 98,8% in de vorm van koolstof₁₂ aanwezig, en 1,1% in de vorm van koolstof₁₃. Daarnaast bestaat er koolstof₁₄, wat een instabiel isotoop is, en daarom kan worden gebruikt voor tijddatering. Om te meten wat de isotopensamenstelling is wordt het koolstof eerst omgezet in gas, en daarna met een massaspectrometer gemeten. De absolute isotopengehalten zijn zeer moeilijk te meten, maar de verschillen in ratio (verdeling in procenten) heel makkelijk. Hierdoor is het mogelijk om per soortgroep de ratio tussen de verschillende isotopen te meten.

Als voorbeeld wordt het voedselweb van een “kunstmatige Westerschelde” genomen, waar koolstof “gefractioneerd”, dus in verschillende ratio's voorkomt. Koolstof kan afkomstig zijn uit C₃planten, C₄planten, fytoplankton en de atmosfeer. Iedere “bron” heeft een andere samenstelling van stabiele isopen, waardoor het mogelijk is om te achterhalen waar zeegras, rivierplankton, mariene plankton en bentische algen van leven. Ook door het meten van stikstof is het mogelijk om te achterhalen wat een organisme gegeten heeft. Stikstof “hoopt zich” namelijk op in een voedselweb, waardoor de stof bij iedere “stap in de voedselweb” 3,5% “zwaarder” wordt.

Waarom is het belangrijk om isotopen te meten? Allereerst is het mogelijk om een reconstructie van historische voedselwebben te maken via bijvoorbeeld veren of gehoorbotjes van vissen uit musea. Isotopen laten zien wat een organisme in de afgelopen weken heeft gegeten en maken daarnaast vergelijking van de positie van soorten in een voedselweb mogelijk doordat er met dezelfde meeteenheid wordt gerekend.

Isotopenanalyse wordt in toenemende mate binnen de voedselweb-ecologie gebruikt. Volgens het publicatieprogramma *ISI web of Science* zijn er 92.496 hits op de termen *isotopes* en *ecology*. *waddensea* en *ecology* levert 2361 hits, maar *waddensea* en *isotopes* maar 15 hits. Dit geeft aan dat er maar erg weinig onderzoek met stabiele isotopen in de Waddenzee is uitgevoerd.

In Zeeland zijn er wel metingen uitgevoerd. De belangrijkste energiebron voor het voedselweb zijn hier bentische microalgen, en daarna fytoplankton. Deze kleine algen die op de bodem leven vormen de “verborgen tuin” van de Westerschelde. In Sylt (Duitse Waddenzee) zijn wel metingen uitgevoerd in 1 meter diepe geulen. De meeste dieren leven daar van diatomeeën en cyanobacteriën, terwijl het Nonnetje vooral afhankelijk is van jong fytoplankton.

De grootste uitdagingen in de Waddenzee zijn het meten van het relatief belang van fytoplankton, bentische algen en allochteen materiaal. Een belangrijke vraag is de herkomst van het fytoplankton. De Waddenzee wisselt veel uit met Noordzee. Hopelijk zijn isotopen een bruikbare meetmethode om deze uitwisseling te meten. Bentische algen worden tot nu toe niet gemeten maar kunnen net zo belangrijk zijn als fytoplankton. Doordat micro-organismen belangrijke elementen zijn in de fluxen van het voedselweb, en met andere methoden moeilijk zijn te meten, is isotopenbepaling een belangrijk hulpmiddel voor voedselweb-ecologie.

Vragen en opmerkingen over presentaties Johan van der Koppel en Jack Middelburg:

Eelke Folmer: Bepalen lokale omstandigheden niet de overlevingskans van aangelegde mosselbanken?

Ja, daarom willen we een habitatkaart voor de Waddenzee opstellen. Mosselen bewegen 10-20 centimeter, we willen weten in hoeverre ze zich kunnen aanpassen aan de omgeving.

Herman Ridderinkhof: Wordt er ook naar de plaats en functie van mosselkweekpercelen gekeken?

Kweekpercelen liggen waarschijnlijk op de meest stabiele en voor mosselen geschikte plaatsen van de Waddenzee. Er wordt niet expliciet naar gekeken.

Discussie onder leiding van Carlo Heip

Carlo Heip, Directeur van het Koninklijk NIOZ leidt de discussie in. Hij begint met het stellen van een vraag: is het project Waddensleutels nodig voor het bereiken van de doelstelling van het Waddenfonds om over 16 jaar een "hersteld voedselweb" te bereiken?

Han Olf: Er is vooral een gat in de kennis over de relatie tussen de Waddenzee en Noordzee. De Noordzee is (mede)bepalend voor het voedselweb, daarom is aansluiting bij de Noordzee onderzoeksprogrammering noodzakelijk. Daarnaast is het Noordzee visserijbeleid sterk sturend voor het herstel van het voedselweb in de Noordzee.

Carlo Heip: Naast mosselen zijn ook andere schelpdieren en invasieve exoten als de Amerikaanse Ribkwal van belang voor het voedselweb. Hier moet je eigenlijk ook naar kijken.

Norbert Dankers: De meting van exoten (schelpdieren als Japanse Oester) wordt beter, maar er zijn erg weinig gegevens over de aanwezigheid van schelpdieren in de geulen. Daarnaast mis ik de grote vissen in de Waddenzee, dit is de belangrijkste verandering van de afgelopen 35 jaar. Er is momenteel geen Schol of Schar meer aanwezig.

Henk van der Veer: de Waddenzee had vroeger een kinderkamerfunctie voor platvis, maar momenteel komen er alleen nog maar 1-jarige Schollen voor in geulen. Mogelijk zijn de dichtheden aan platvis in de Noordzee zo laag geworden dat daar voldoende voedsel aanwezig is.

Carlo Heip: Waren er vroeger meerdere lagen in het voedselweb aanwezig?

Theunis Piersma: Ja, waarschijnlijk waren er vroeger meer lagen aanwezig dan momenteel. Stikstofisotopen-analyse kan dit aantonen. Hier is nog veel te ontdekken.

Norbert Dankers : Isotopen zijn een interessante nieuwe ontwikkeling, maar wat is de relatie met de habitatkaart? Hoe bepaal je waar natuurherstel kansrijk is , wat is de definitie van rijke en arme gebieden?

Carlo Heip: Waddensleutels kan een "community" worden waar over zulk soort vragen wordt nagedacht.

Hein Sas: Er is meer aandacht nodig voor andere biobouwers: wat is de bijvoorbeeld de habitatcreerende werking van de Japanse Oester?

Luca van Duren: in Duitsland wordt hier veel onderzoek aan gedaan

Vraag uit de zaal: hoe ziet de kansrijkdomkaart als eindproduct eruit?

Jack Middelburg: voorspelling: voedselweb bestaat voor 90% uit benthische algen en 10% uit pelagische bronnen. De droogvaltijd moet overeenkomen met verdeling. Leeft wadpier in Westelijke Waddenzee op ander voedsel dan in de Oostelijke Waddenzee?

Carlo Heip: Herstellen mosselbanken vooral op dezelfde locatie?

Norbert Dankers: Ja, min of meer. Je ziet dat mosselbanken zich vaak vestigen op locaties waar eerder ook mosselen aanwezig waren. Er is een theorie dat er sprake is van een chemisch signaal in de bodem.

Marnix van Stralen: Hier zie ik geen aanwijzingen voor, onderwater zijn er juist nieuwe locaties bijgekomen op plaatsen waar eerder geen mosselzaad aanwezig was. Vroeger waren er in de Westelijke Waddenzee altijd al weinig mosselbanken. Vooral onder de eilanden zie je nu de Japanse Oester opkomen. In het najaar wordt tijdens de mosselbank-inventarisaties wel zaadval gevonden maar dit is weg na de winter.

Han Olf: Als eerste stap moeten we veel meer gebruik maken van de (historische) informatie zoals aanwezig bij IMARES. In de Westelijke Waddenzee zijn ook veel minder geschikte wadplaten, daarom moet er eerst een habitatkaart worden gemaakt en vervolgens het percentage geschikt gebied worden uitgerekend.

Jaap van der Meer: Feedback binnen een ecosysteem is belangrijk, kan Waddensleutels hier ook antwoord op geven?

Herman Ridderinkhof: de abiotische omstandigheden zijn in de Westelijke Waddenzee heel anders dan in oosten.

Jack Middelburg: In antwoord op de opmerking over oesterbanken: benthische algen zijn ook biobouwers, ze leggen sediment vast.

Han Olf: Als een soort er eenmaal niet meer is, is het moeilijk om zich te vestigen. De vraag is of het kunstmatig terugbrengen van van mosselen leidt tot vestiging van nieuwe mosselen en welke soorten feedback hierbij een rol spelen

Jaap van der Meer: De schaal van de feedback die ik bedoel speelt op ecosysteemnivo en is anders

Han Olf: In Waddenengine worden Wadpieren en Kokkels toegevoegd en verwijderd, zo hopen we de factoren uit elkaar te halen.

Bruno Ens: Hoe ziet een voedselwebkansenkaart eruit?

Han Olf: Eerst maken we een habitatkaart, waarna we de structuur van het voedselweb in kaart gaan brengen. Dit duurt nog 1 tot 2 jaar. Vervolgens definiëren we dat een voedselweb "completer" is als er meer lagen aanwezig zijn. Als voorbeeld kan het zijn dat de Strandkrab in de Westelijke Waddenzee het isotengetal 2,3 heeft, en in de Oostelijke Waddenzee 4,1. In dit geval verkeert de Oostelijke Waddenzee in een hoger trofische toestand en is dan "completer". Herstel en keuze is vervolgens een interpretatie die door overheid en nb-organisaties moet worden gemaakt.

Carlo Heip: Is het streefbeeld voor een compleet voedselweb maatschappelijk vastgelegd?

Wilfred Alblas: In het Waddenfonds en het Programma Naar een Rijke Waddenzee is het streefbeeld verrassend concreet vastgelegd. Op land zijn de methoden voor natuurherstel duidelijk. In zee niet: daarom moet Waddensleutels helpen om te achterhalen hoe we tot herstel

van het voedselweb kunnen komen.

Carlo Heip: Hoe moet je omgaan met klimaatverandering: aanpassing van het streefbeeld?

Wilfred Alblas: Er is eerst een analyse van stressfactoren en sleutelprocessen nodig, hopelijk komt uit Waddensleutels een volgorde van stressfactoren waardoor de relatieve invloed van klimaatverandering kan worden bepaald.

Maria van Leeuwen: Wordt klimaatverandering meegenomen?

Han Oloff: In de Banc d'Arguin in Mauritanië is het 15 graden warmer en daar zie je ruwweg dezelfde soorten en dezelfde sleutelprocessen. Waddensystemen zijn a-zonale ecosystemen waar maar een beperkt aantal aangepaste soorten in kan overleven. Klimaatverandering zorgt wel voor versterken van feedbackprocessen. Waddensleutels is natuurlijk slechts een van de onderzoeksprogramma's die een bijdrage kan leveren aan het bestuderen van klimaatverandering.

Theunis Piersma : Er is geen één op één relatie tussen klimaat en rijkdom van een waddensysteem. Andere factoren zijn meer bepalend.

Norbert Dankers: Voor zover ik kan zien zijn alle Waddenzee-ecosystemen globaal hetzelfde, alleen ontbreekt in onze Waddenzee de Rog. Er zijn soms extreem goede broedvallen van schelpdieren, dit blijft bestaan, hoewel de kans hierop wel afneemt. En stormen nemen toe.

Wilfred Alblas: Klimaatverandering grijpt in op hoog nivo in je voedselweb. Als er een grote variatie is binnen het voedselweb is dit minder belangrijk.

Carlo Heip: Als ik het goed begrijp voert Waddensleutels op vier locaties vier verschillende experimentele behandelingen uit.

Johan van der Koppel: Het isotopenwerk omvat nog meer.

Han Oloff: In het tijdschrift *Ecosystems* hebben we een hypothese opgeschreven over de historie van het voedselweb. Vroeger werd de primaire productie vooral in de Waddenzee zelf door bijvoorbeeld Zeegras geproduceerd. Er was sprake van weinig import. In de afgelopen decennia was er meer import van algen uit de Noordzee door eutrofiëring. Recent is de eutrofiëring minder geworden, waardoor alleen kleine algen in de Waddenzee zelf de basis van het voedselweb vormen. Hierom is het belangrijk om met behulp van isotopen te achterhalen waar het voedsel vandaan komt.

Carlo Heip: Is het daarom verstandig om historische collecties op isotopensamenstelling te onderzoeken?

Han Oloff: Ja.

Jaap van der Meer: De schaal van de experimenten zijn niet groot genoeg om hier uitspraak over te doen. Wat gaat Waddensleutels opleveren voor de theorie dat zeegras zijn eigen helder water creëert?

Norbert Dankers: Bij Rottum zijn al heel veel mossels, hier kan je onderzoek doen naar de invloed op de helderheid van het water.

Han Oloff: De vraag is of je met een klein experiment een effect op landschapsschaal kan onderzoeken? Het antwoord hierop is volgens mij ja.

Tjisse van der Heide: Je kan berekenen dat in de Westelijke Waddenzee het water in de

zeegrasvelden zeven keer zo helder moet zijn geweest als nu, omdat het zeegras anders niet zou kunnen groeien. Als zeegrasvelden groot genoeg zijn vangen ze slib in; hierdoor konden de velden van vroeger waarschijnlijk hun eigen water helder houden. In de Westelijke Waddenzee waren vroeger veel meer biobouwers aanwezig, en nu bijna geen. Hierdoor was de habitatheterogeniteit hoger. Recente metingen laten zien dat rond een mosselbank van 100 bij 100 meter het water twee keer zo helder is.

Marnix van Stralen: De vraag is of slib een eigenschap is van een habitat, of het gevolg is van de aanwezigheid van biota. Er zijn veel plekken waar abiotiek bepalend is voor vestiging van biobouwers. Graag hiervoor aandacht binnen Waddensleutels.

Carlo Heip sluit de discussie met de conclusie dat er nog veel valt te onderzoeken.

Afsluiting door Wilfred Alblas

De doelen van vandaag waren de *coming out* van Waddensleutels, en in gesprek gaan met de wereld om ons heen. We hebben geleerd hoe veel verschillende onderzoeken en schalen er zijn, en we hebben laten zien hoe Waddensleutels samenwerkt met andere programma's. De samenwerking met Mosselwad is ook goed getoond.

De brede scope van Waddensleutels lokt ook kritiek uit. Hier moeten we wat mee, waarbij duidelijk is dat we niet alles kunnen onderzoeken. De kunst is om gebruik te maken van het werk van derden om dubbel werk te voorkomen.

De habitatkaart laat zien dat meerdere partijen bezig zijn om gezamenlijk definities te ontwikkelen. Het is ook belangrijk om goed na te denken over de vragen en de beperkingen vast te leggen. Meerdere partijen zijn bereid om mee te werken en gegevens te delen, dat is positief.

Hein Sas gaf in zijn presentatie aan dat Waddensleutels inspirerend is, en een hoeksteen voor consensus kan worden. Hiervoor is het nodig om in verbinding te blijven met andere onderzoekers, met als uiteindelijk doel om het Programma Rijke Waddenzee verder te helpen bij het realiseren van het streefbeeld. Bedankt en blijf ons volgen.