

Memo: Pilot zwarte zee-eenden onderzoek met drones

Fase twee: testvluchten vanaf schip

Eelke Folmer, Norbert Stellaard

Aeria Solutions



Memo: Pilot zwarte zee-eenden onderzoek met drones

Fase twee: testvluchten vanaf schip

Eelke Folmer, Norbert Stellaard

23 februari 2024

Deze verkenning is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat als onderdeel van het onderzoeksprogramma ZanduitZee.

In opdracht van:	Rijkswaterstaat
Projectleider:	Tom Koppenol (Rijkswaterstaat)
Gecontroleerd door:	Thor Veen (Aeria)
Voorblad:	Zwarte zee-eenden op de Noordzee



Achtergrond en doelstelling

In opdracht van Rijkswaterstaat hebben we in 2023 een pilot (fase 1) uitgevoerd naar de mogelijkheden om drones te gebruiken voor ecologisch onderzoek aan zwarte zee-eenden (*Melanitta nigra*). In 2023 hebben we vanaf land vluchten uitgevoerd met een Marlyn VTOL (Vertical Take Off and Landing - een drone die op vleugels vliegt) en daarbij grote oppervlakten afgezocht naar zwarte zee-eenden. Tevens zijn er twee verschillende typen quadcopter drones met RGB- en warmtecamera's ingezet om het gedrag van de zwarte zee-eenden te filmen.

We hebben in de pilot fase 1 vastgesteld dat zwarte zee-eenden gevonden kunnen worden op de foto's die met de VTOL genomen zijn wanneer deze op 100 m hoogte wordt gevlogen. Tevens zijn we er in geslaagd om met de quadcopter drones, met RGB- en warmtecamera, video's te maken waarmee het gedrag van de zwarte zee-eenden geanalyseerd kan worden.

Op basis van de resultaten van de pilot fase 1 hebben wij vervolgonderzoek uitgevoerd (fase 2) om de mogelijkheden om met drones vanaf een onderzoeksschip zwarte zee-eenden te monitoren. De volgende onderdelen zijn in fase 2 aan bod gekomen:

- **Veiligheid** Een belangrijk aspect is de borging van de veiligheid aan boord van het onderzoeksschip. Er is daarvoor een integraal veiligheidsplan opgesteld wat in 2023 is opgeleverd aan RWS. Het veiligheidsplan is geen onderdeel van deze memo.
- **VTOL** Er is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om de Marlyn VTOL vanaf een schip te gebruiken. Engineers van Atmos (de ontwikkelaar en fabrikant van Marlyn) hebben metingen aan boord van de Arca uitgevoerd om eventuele verstoring van een schip (magnetisme, straling) op de elektronica te onderzoeken. Hieruit bleek dat er geen technische problemen verwacht werden in termen van magnetisme en straling. Echter, uit capaciteitsbeperkingen bij Atmos zijn verdere testvluchten niet uitgevoerd.
- **Quadcopters** Omdat er geen testvluchten met de Marlyn konden worden uitgevoerd is besloten om een alternatieve quadcopter drone met hoge resolutie RGB-camera en IR-camera in te zetten. Er is gekozen voor de DJI Matrice 30T omdat deze drone relatief goed bestand is tegen slecht weer en omdat deze twee RGB camera's met verschillende zoom niveaus en een IR camera's geïntegreerd heeft. Gezien de positieve ervaringen met de Autel EVO Pro en Dual in fase 1 zijn deze drones ook in fase 2 ingezet.
- **Testvluchten** Vanaf het betonningsvaartuig de Terschelling zijn met verschillende drones testvluchten uitgevoerd. Hierbij zijn zowel technische aspecten aan bod gekomen alsmede het gedrag van de zwarte zee-eenden. De technische aspecten die aan bod zijn gekomen zijn mogelijke verstoring van het schip op de elektronica van de drones, de telemetrie en video links tussen controllers en drones.
- **Verstoring** Gedragsanalyse op basis van de video-opnamen om mogelijke verstoringen van drones op het gedrag zwarte zee-eenden te bestuderen.

Resultaten

In het begin van januari 2024 zijn vliegtuig tellingen uitgevoerd waarbij bleek dat er zich grote concentraties zwarte zee-eenden boven de oostkant van Terschelling en boven de westkant van Ameland bevonden. Op basis van deze informatie is ervoor gekozen om de testvluchten op deze locaties uit te voeren. Op 29 januari 2024 en 13 februari 2024 zijn er vanaf het schip de Terschelling testvluchten uitgevoerd met de DJI Matrice 30T, de Autel EVO Dual en de Autel EVO Pro. De weersomstandigheden waren op 29 januari relatief gunstig. Er was geen neerslag en de windkracht was tussen de 8-12 knopen en alle drones konden ingezet worden en zijn er negen vluchten uitgevoerd. Op 13 februari nam de wind gedurende de middag toe en op het moment dat we met de Terschelling ter plaatse waren, was de windkracht gemeten op het schip tussen de 20-27 knopen (de windsnelheid op 60 m hoogte was beduidend hoger dan op 10 m). De opgegeven maximale windsnelheid voor de DJI M30T ligt op 12 m/s (23 knopen). Daarom is er die dag slechts één vlucht uitgevoerd met de DJI M30T.

Op 29 januari was het hoofddoel om verstoringsonderzoek uit te voeren en zijn er video-opnamen gemaakt. Deze video's zijn geanalyseerd en de resultaten zijn in tabel 1 weergegeven. In figuur 1 is een video frame van de M30T met zwarte zee-eenden te zien om de beeldkwaliteit te illustreren. Of de kwaliteit van de beelden voldoende is om mannen en vrouwen te onderscheiden is niet systematisch onderzocht. Deze analyse wordt bemoeilijkt door aanzienlijke variatie in het aangezicht van de zwarte zee-eenden dat afhankelijk is van de kwaliteit van de camera, de hoogte waarop gevlogen wordt en de lichtcondities. Bovendien kunnen juveniele vogels van bovenaf gezien sterk lijken op adulte vrouwen. Ter vergelijking zijn in figuur 2 delen van foto's genomen met de wide-angle camera op de M30T op 60 m hoogte en de Sony RX1RII camera in de Marlyn op 100 m hoogte. Het hoofddoel op 13 februari was om beter inzicht te krijgen in verstoring door drones op verschillende hoogte en om een effectieve workflow voor de detectie van zwarte zee-eenden te ontwikkelen. Vanwege de harde wind is het niet gelukt om verder verstoringsonderzoek uit te voeren.



Figuur 1: Video frame van de DJI M30T zoom met drie zwarte zee-eenden genomen op een hoogte van 60 m.

Tabel 1 geeft een overzicht van de vluchten waarbij vogels zijn waargenomen en een beoordeling van het gedrag en of er sprake was van verstoring. Wanneer de vogels systematisch van de drone af zwommen is dit geregistreerd als verstoring. Bij Terschelling zijn zwarte zee-eenden, zeekoeten (*Uria aalge*) en vogels die niet geïdentificeerd konden worden waargenomen. Boven Ameland zijn er zwarte zee-eenden waargenomen. Alle video's zijn gedeeld met Rijkswaterstaat.

Op basis van de video's van zwemmende zwarte zee-eenden gemaakt met de DJI M30T kan worden

Drone	Locatie	Bestandsnaam	Soort	Aantal	Tijd video	RGB / IR	Hoogte (m)	Verstoring	Gedrag
EVO pro	Terschelling (licht)	MAX_1007.mpg	zze	2	00:21 - 00:33	RGB	60	nee	duiken
M30T	Terschelling (licht)	DJI_20240129134817_0006	zeekoet zeekoet onzeke zeekoet onzeke	1 1 2 1 1	00:36 - 01:03 03:05 - 03:15 04:12 - 04:47 07:18 - 07:42 07:56 - 08:14	W + Z + IR	60 60 60 60 60	nee nee nee nee nee	duiken duiken duiken duiken duiken
	Terschelling (licht)	DJI_20240129140831_0001	zeekoet onzeke zeekoet	1 3 1	01:57 - 03:33 07:35 - 08:15 08:31 - 08:39	W + Z + IR	60 100 100	nee nee nee	zwemmen zwemmen zwemmen
	Ameland (licht)	DJI_20240129161946_0001	zze	5 - 14	07:00 - 11:00	W + Z + IR	60	mogelijk	lijken weg te zwemmen
	Ameland (licht)	DJI_20240129163940_0001	zze	16 - 40 29	06:23 - 10:03 12:08 - 15:55	W + Z + IR	60 100	ja nee	duiken als drone nadert duiken
	Ameland (licht)	DJI_20240129172621_0001	zze	6 2 - 12	00:00 - 03:41 09:20 - 16:24	W + Z + IR	60 60	nee nee	
	Ameland (donker)	DJI_20240129192957_0001	zze	4	13:25 - 15:36	IR	60	nee	
	Ameland (donker)	DJI_20240129195652_0001	zze onzeke	2-3 2 4 >30	05:42 - 06:32 11:28 - 11:52 12:06 - 12:10 13:29 -	IR	60 60 60 60	nee nee vliegen op mogelijk	vliegend en zwemmend

Tabel 1: Overzicht van video-opnamen met de verschillende drones op 29 januari bij Terschelling en Ameland. Alleen de video's waar vogels zijn waargenomen zijn in de tabel opgenomen. In de meeste gevallen konden de soorten worden vastgesteld en het gedrag beschreven. De afkorting zze wordt gebruikt voor zwarte zee-eenden.

geconcludeerd dat in sommige gevallen wanneer op 60 m hoogte werd gevlogen er sprake is van verstoring. Bij dronevluchten op 100 m hoogte leken de zwarte zee-eenden niet verstoord te worden. Bij de vlucht die met de Autel EVO Pro op 60 m werd uitgevoerd werd er geen verstoring waargenomen.



Figuur 2: Foto's van zwarte zee-eenden genomen met de wide-angle camera op de DJI M30T op 60 m (boven) en met de Marlyn op 100 m (onder).

Conclusies en aanbevelingen

Zowel de EVO's als de M30T zijn goed te vliegen vanaf een schip. Het is van belang dat sensoren voor *obstacle avoidance* worden uitgezet zodat obstakels en beweging van het schip er niet toe leiden dat de drones daarop reageren. Verder is de telemetrie-link tussen de drones en de controllers voldoende krachtig om de drones op relatief grote afstand (tot maximaal 2 km) veilig te kunnen bedienen. Ook de video-link van alle drie de typen drones zijn voldoende krachtig om tijdens de vluchten real-time de videobeelden van de drones te ontvangen waardoor meekijken mogelijk is.

De camera's van alle drie de typen drones zijn van voldoende kwaliteit om op 100 m hoogte zwarte zee-eenden te kunnen detecteren. Een belangrijk voordeel van de M30T is dat de combinatie van wide-angle, zoom en thermal de drone breed inzetbaar maken. Bovendien is de M30T beter bestand tegen harde wind en regen. Uit deze pilot is gebleken dat in enkele gevallen de zwarte zee-eenden verstoord werden door de M30T op 60 m hoogte. Het is mogelijk dat doordat de M30T groter en zwaarder is dan de EVO's deze meer geluid maakt waardoor de verstoringseffecten op zwarte zee-eenden groter zijn. Waarschijnlijk kan door op 100 m hoogte te vliegen de verstoring beperkt worden. Verder onderzoek naar verstoring met de M30T op verschillende hoogtes is nodig om beter te weten op welke hoogte gevlogen dient te worden zonder dat er verstoring optreedt.

Naast verder onderzoek naar de effecten van verstoring is het wenselijk om op basis van de bestaande opnames van 2023 en 2024 systematisch te onderzoeken of mannen, vrouwen en juvenielen van elkaar onderscheiden kunnen worden. Op basis van deze resultaten kan duidelijk worden bij welke camera en vlieghoogte combinaties de beeldkwaliteit voldoende is voor gedetailleerd onderzoek naar zwarte zee-eenden met drones.

De weersomstandigheden zijn gedurende de winter periode op zee vaak onstuimig waardoor veel dagen ongeschikt zijn om met drones te vliegen. Hoewel de DJI M30T een vliegtijd van 41 minuten heeft en tot windkracht (12 m/s) ingezet kan worden, moest het veldwerk toch regelmatig worden uitgesteld en kon op 13 februari slechts één vlucht worden uitgevoerd. Met name vanwege de grote afstanden die afgelegd dienen te worden is een lange vliegtijd van belang. Een alternatieve drone is de DJI M350 die ook tot windkracht 12 m/s ingezet kan worden maar een vliegtijd heeft van 55 minuten. Een ander voordeel van deze drone is dat er verschillende camera's onder kunnen. Het nadeel is dat de M350 inclusief geschikte camera aanzienlijk duurder is dan de M30T.

Het verdient de aanbeveling om de verschillende typen drones systematisch te vergelijken met betrekking tot de mogelijkheden die ze bieden om onder variërende weersomstandigheden ingezet te kunnen worden voor verschillende vraagstellingen (detecteren/tellen, gedrag filmen, geslacht onderscheiden, detectie en filmen in de nacht). Zowel het oppervlakte dat afgezocht kan worden als het zichtbare detail zijn hierbij belangrijke factoren.

Na uren achtereen vliegen is het voor een drone piloot en visual observer (VO) moeilijk om geconcentreerd te blijven en op een beeldscherm vogels te detecteren. Doordat er video's gemaakt worden kan naderhand gedragsanalyse plaatsvinden. Indien Rijkswaterstaat dit onderzoek voortzet dient het de aanbeveling om een systeem op te zetten waarbij tijdens het vliegen vogels automatisch gedetecteerd worden en de piloot gewaarschuwd wordt. In fase 1 is een prototype model ontwikkeld die op foto's zwarte zee-eenden detecteert. Dit model kan - na testen en verbetering - gebruikt worden in een dergelijk systeem.