

Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2021

Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken

L. van Schalkwijk, M.J.L. Kik, A. Gröne, L.L. IJsseldijk

| WOt-technical report 218



**Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit
Nederlandse wateren, 2021**

Dit Technical report is gemaakt conform het Kwaliteitsmanagementsysteem (KMS) van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research.

De WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) te ondersteunen. We zorgen voor rapportages en data voor (inter)nationale verplichtingen op het gebied van agromilieu, biodiversiteit en bodeminformatie, en werken mee aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving zoals de Balans van de Leefomgeving.

Disclaimer WOt-publicaties

De reeks 'WOt-technical reports' bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

WOt-technical report 218 is het resultaat van onderzoek gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).

Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2021

Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken

Linde van Schalkwijk¹, Marja J.L. Kik¹, Andrea Gröne¹ & Lonneke L. IJsseldijk¹

¹ Afdeling Pathologie, Departement Biomoleculair Health Science, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht Instituut

BAPS-projectnummer WOT-04-009-047.05

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, mei 2022

WOT-technical report 218

ISSN 2352-2739

DOI 10.18174/567080

Referaat

Schalkwijk, L. van, M.J.L. Kik, A. Gröne & L.L. IJsseldijk (2022). *Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2021; Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR. WOT-technical report 218. 45 blz.; 8 fig.; 3 tab.; 57 ref; 2 bijlagen.

In dit jaarrapport worden de resultaten gepresenteerd van pathologisch onderzoek aan gestrande bruinvissen in 2021. Eén van de hoofdoelen van het onderzoek is het kwantificeren van sterfte van bruinvissen door menselijk toedoen. In 2021 zijn 54 dode bruinvissen onderzocht: 35 mannelijke en 19 vrouwelijke, waarvan 24 volwassenen, 23 juveniel en 7 neonaten. Er werden daarnaast 3 foetussen gevonden, onderzocht en bemonsterd. De meeste van de onderzochte bruinvissen waren gestorven door infectieziekten (39%) en grijzezeehondaanvallen (20%). Bijvangst was de meest waarschijnlijke doodsoorzaak van 7 bruinvissen (13%). 5 andere bruinvissen stierven als gevolg van trauma door onduidelijke oorsprong (9%).

Trefwoorden: bruinvissen, stranding, doodsoorzaakonderzoek, bijvangst, pathologie, histologie

Abstract

Schalkwijk, L. van, Kik, M.J.L., Gröne, A. & IJsseldijk, L.L. (2022). Post-mortem research on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from Dutch waters, 2021. Biological data, health status and causes of death. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu), WOT-technical report 218. 45 p.; 8 Figs; 3 Tabs; 57 Refs; 2 Annexes.

This annual report presents the results of post-mortem examinations of stranded harbour porpoises in 2021. One of the main objectives of the research is to quantify human-induced causes of death. In 2021, 54 dead harbour porpoises were examined: 35 males and 19 females, comprising 24 adults, 23 juveniles and 7 neonates. In addition three fetuses found, examined and sampled. Most of the examined harbour porpoises died as a result of infectious diseases (39%) and grey seal attacks (20%). Bycatch was the most likely cause of death of 7 porpoises (13%) and 5 other porpoises died following trauma of unclear origin (9%).

Key words: harbour porpoises, stranding, cause of death, bycatch, pathology, histology

Foto omslag: Jeroen Hoekendijk/SOS Dolfijn

© 2022 **Veterinair Pathologisch Diagnostisch Centrum**
Afdeling Pathologie, Departement Biomolecular Health Sciences
Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht
Yalelaan 1, 3584 CL Utrecht
Tel. (+31) 6 244 556 98; E-mail: L.L. IJsseldijk@uu.nl
www.uu.nl/strandingsonderzoek

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (unit binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 54 71, info.wnm@wur.nl, www.wur.nl/wotnatuurenmilieu.

WOT Natuur & Milieu is onderdeel van Wageningen University & Research.

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/567080> of op www.wur.nl/wotnatuurenmilieu. De WOT Natuur & Milieu verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Woord vooraf

Onderzoek naar doodsoorzaken van gestrande bruinvissen wordt in Nederland uitgevoerd bij het departement Biomoleculair Health Sciences van de Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht (UU). Naast het doodsoorzaakonderzoek worden weefsels voor aanvullende onderzoeken verzameld, wat resulteert in tal van unieke onderzoeken aan bruinvissen in Nederland en daarbuiten. Deze rapportage behandelt alleen de dode bruinvissen die in het kader van de Wettelijke Onderzoekstaak Natuur & Milieu in 2021 zijn onderzocht. Om dit onderzoek in de toekomst voort te kunnen blijven zetten, blijven wij afhankelijk van het vrijwillige strandingsnetwerk, waarvan we de vrijwilligers heel dankbaar zijn voor hun inzet en enthousiasme in het melden en verzamelen van gestrande bruinvissen. Hieronder vallen vrijwilligers die aangesloten zijn bij een tiental organisaties, onder andere (in alfabetische volgorde): Dierenambulance Den Haag, Dierenambulance de Waadhoeke, Ecomare, Eerste Hulp Bij Zeezoogdieren (EHBZ), Gul Egmond B.V., Koninklijke Nederlandse Redding Maatschappij (KNRM), Natuurcentrum Ameland, Naturalis, Stichting ReddingsTeam Zeedieren (RTZ), Stichting SOS Dolfijn, Stichting Zeehondenopvang Terschelling, The Fieldwork Company, Wageningen Marine Research, Zeehondencentrum Pieterburen, Zeehondenopvang ASeal en Zeezoogdierenhulp kop van Goeree. Daarnaast hebben gemeentes, strandvonders, particulieren en politie bijdragen geleverd bij het melden, verzamelen en transporteren van gestrande dieren.

Utrecht, februari 2022
Lonneke IJsseldijk

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
2 De opdracht	15
3 Methoden	17
3.1 Macroscopisch onderzoek	17
3.2 Cytologisch en histologisch onderzoek	17
3.3 Aanvullend onderzoek	18
3.4 Doodsoorzaakcategorieën	19
4 Resultaten	21
4.1 Herkomst en biologische gegevens	21
4.2 Doodsoorzaken	23
4.2.1 Infectieziekten	23
4.2.2 Bijvangst	25
4.2.3 Grijzezeehondaanval	25
4.2.4 Peri- en neonatale sterfte	26
4.2.5 Verhongering en vermagering	27
4.2.6 Trauma	28
4.2.7 Overig	28
4.2.8 Onbekend	29
4.3 Aanvullend onderzoek	29
4.3.1 Bacteriologie, mycologie en parasitologie	29
5 Conclusie	31
Literatuur	33
Begrippenlijst	37
Verantwoording	39
Bijlage 1 Doodsoorzaakcategorieën	41
Bijlage 2 Basisgegevens bruinvissen 2021	43

Samenvatting

Postmortaal onderzoek van bruinvissen, en andere gestrande zeezoogdieren, vindt sinds december 2008 plaats bij de afdeling Pathologie van het departement Biomoleculair Health Sciences van de Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht, in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Dit is tot stand gekomen als gevolg van de 'Overeenkomst inzake de instandhouding van kleine walvisachtigen in de Oostzee, de Noordoostelijke Atlantische Oceaan, de Ierse en de Noordzee (ASCOBANS)', dat sinds 1991 van kracht is.

Nederland heeft de verplichting zich in te zetten voor de instandhouding van de bruinvispopulatie in haar wateren. Hierbij hoort de opzet van een efficiënt systeem voor het verzamelen van gestrande dieren en het uitvoeren van volledig postmortaal onderzoek om (indien mogelijk) een doodsoorzaak vast te stellen, weefselmonsters te verzamelen voor verder onderzoek en de voedselsamenstelling te documenteren. Sinds 2016 is het postmortaal onderzoek geborgd in de Wettelijke Onderzoekstaak (WOT) 'Monitor bruinvis'. Eén van de hoofddoelen van het onderzoek is het achterhalen van het aantal door menselijk toedoen gestorven bruinvissen. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld bijvangst. Daarnaast worden de biologische gegevens van de onderzochte bruinvissen gedocumenteerd en weefsels veiliggesteld voor aanvullende onderzoeken.

In 2021 zijn in totaal 54 bruinvissen onderzocht: 24 volwassen, 23 juveniele dieren en 7 neonaten. De verdeling naar geslacht was 35 man en 19 vrouw. Daarnaast werden drie foetussen gevonden en bemonsterd; twee mannetjes en één vrouwtje. De meeste van de onderzochte dieren stierven aan de gevolgen van een infectieziekte (39%). Een aanval door vermoedelijk een grijze zeehond was de doodsoorzaak van elf van de onderzochte bruinvissen (20%), peri- en neonatale problemen waren de oorzaak van stranding en/of sterfte bij vijf pasgeborenen (9%), en trauma van onduidelijke oorzaak bij vijf dieren (9%). Daarnaast stierven drie volwassen bruinvissen en een juveniel aan de gevolgen van voedseltekort (verhongering/vermagering, 6%), maar er kon geen reden voor de vermagering worden vastgesteld. Bijvangst was de vermoedelijke doodsoorzaak van zeven bruinvissen (13%). Eén dier stierf vanwege inwendig bloedverlies ten gevolge van een gescheurde navelstreng van haar foetus (categorie 'overig', 2%). De doodsoorzaak van één bruinvis bleef onduidelijk (2%).

Summary

Since December 2008 the Veterinary Pathology Diagnostic Centre at Utrecht University's Division of Pathology has been carrying out post-mortem examinations of harbour porpoises and other stranded cetaceans. These examinations are commissioned by the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality under the Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas (ASCOBANS), which came into force in 1991.

As a signatory to ASCOBANS, the Netherlands has undertaken to work to achieve a favourable conservation status for harbour porpoises in its national waters. This includes setting up an efficient system for retrieving stranded animals and conducting full post-mortem examinations to establish (if possible) the cause of death, to collect tissue samples for further studies and to collect stomachs for diet analysis. Since 2016 the post-mortem examinations have been conducted under the 'Harbour Porpoise Monitoring' Statutory Research Task. One of the main objectives of the research is to establish the number of harbour porpoise deaths that are caused by human activities, such as bycatch. In addition, the biological data on the harbour porpoises are recorded and tissue samples archived for further study.

In 2021 a total of 54 harbour porpoises were examined: 24 adults, 23 juveniles and 7 neonates, of which 35 were males and 19 females. In addition, 3 fetuses – 2 males and 1 female – were found and samples taken for analysis. Most of the examined animals died from the effects of an infectious disease (39%). Of the harbour porpoises examined, 11 died from wounds probably inflicted by grey seals (20%), perinatal and neonatal problems were the cause of stranding and/or death of 5 neonates (9%) and trauma was the cause of 5 deaths (9%). In addition, 3 adult porpoises and 1 juvenile died as a result of insufficient food intake (starvation and emaciation, 6%), but no reason for the shortage of food could be established. Bycatch was probably the cause of death of 7 of the porpoises (13%). One animal died from internal bleeding as a result of a tear in the umbilical cord to her foetus (category 'other', 2%). The cause of death of one harbour porpoise remains unclear (2%).

1 Inleiding

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel voorkomende soort in de Noordzee (Camphuysen & Peet 2006; Geelhoed et al. 2013, Geelhoed & Scheidat 2018). Met behulp van grootschalige tellingen is het aantal rond de 350.000 individuen geschat (Hammond et al. 2002; 2017), waarvan – afhankelijk van het seizoen – tussen de 26.000 en 85.000 dieren in het Nederlands deel van de Noordzee voorkomen (Geelhoed et al. 2013, Geelhoed & Scheidat 2018). Dit is een groot aantal in vergelijking met tientallen jaren geleden. De bruinvis is tussen 1960 en 1980 zelfs helemaal weggeweest uit Nederlandse wateren (Camphuysen 2004, Camphuysen 2011, Haelters et al. 2011). Waarnemingen begonnen echter vanaf de jaren negentig weer sterk toe te nemen (Camphuysen & Siemensma 2011), hetgeen gepaard ging met een toename in het aantal strandingen (IJsseldijk & ten Doeschate et al. 2020, IJsseldijk et al. 2021).

Bruinvissen zijn beschermd binnen zowel nationale als internationale regelgeving en verdragen (bijvoorbeeld: ASCOBANS; Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, 2020; Europese Habitatrichtlijn; Kaderrichtlijn Mariene Strategie en het Gemeenschappelijk Visserijbeleid; OSPAR Conventie). Voor de Habitatrichtlijn en ook binnen de ASCOBANS-overeenkomst heeft Nederland de verplichting om zich in te zetten voor de instandhouding van de bruinvispopulatie in Nederlandse wateren (Richtlijn 92/43/EEG en ASCOBANS Agreement Text, 1992). Binnen ASCOBANS is gesteld dat het percentage 'antropogene verwijdering' <1,7% van de populatie dient te liggen om geen significant negatieve effecten op de bruinvispopulatie te hebben; er wordt gestreefd naar 0%.

De Noordzee is wereldwijd gezien een enorm druk gebied waar veel menselijke activiteiten, veelal tegelijkertijd, plaatsvinden (Halpern et al. 2008, 2015). Bruinvissen worden in de Noordzee beïnvloed door menselijke activiteiten. Dit zijn onder andere visserij (Leeney et al. 2008, IJsseldijk et al. 2018), chemische vervuiling (Pierce et al. 2008, Weijs et al. 2009, Jepson et al. 2016, van den Heuvel-Greve et al. 2021) en onderwatergeluid van verschillende bronnen, zoals de scheepvaart (Wisniewska et al. 2018), seismisch onderzoek en ontploffingen van oude munitie (von Benda-Beckmann et al. 2015, de Haan et al. 2015, Aarts et al. 2016). Aanvullend daarop is er de laatste jaren een stijging van het aantal offshore-activiteiten voor de bouw van onder andere windparken (Madsen et al. 2006, Gilles et al. 2009). Ook worden de grootschalige effecten van klimaatverandering steeds duidelijker zichtbaar, waaronder veranderingen in prooikwantiteit en een toenemende vatbaarheid voor infectieziekten (Gulland & Hall 2007, Sanderson & Alexander 2020). Individuele en cumulatieve stressoren bedreigen de directe overleving van individuele bruinvissen, maar kunnen ook niet-dodelijke effecten veroorzaken die van invloed zijn op de levensvatbaarheid van de populatie en de gezondheid van het milieu (IJsseldijk 2021).

Bruinvissen staan bovenaan de voedselketen in de Noordzee en worden gezien als indicatorsoort voor hun leefgebied (Moore 2008, Bossart 2011, Peltier et al. 2013). Veranderingen binnen het leefgebied zullen een effect hebben op individuen en daarmee uiteindelijk de populatie. Door het grote aantal waarin bruinvissen voorkomen en de grote kans dat gestrande dieren worden gevonden en gerapporteerd, kunnen veranderingen in het aantal strandingen en de doodsoorzaken tijdig worden opgemerkt, waardoor adequaat reageren mogelijk wordt. Dit is vooral belangrijk wanneer bepaalde bedreigingen toenemen of wanneer er nieuwe bedreigingen ontstaan (IJsseldijk 2021). Om die reden is een efficiënt systeem nodig voor het verzamelen van gestrande dieren en het uitvoeren van volledig postmortaal onderzoek om (indien mogelijk) een doodsoorzaak vast te stellen, en weefselmonsters en magen te verzamelen voor verder onderzoek aan bijvoorbeeld contaminanten en de voedselsamenstelling.

Postmortaal onderzoek van bruinvissen, en andere gestrande walvisachtigen, vindt sinds december 2008 plaats bij de Afdeling Pathologie van het departement Biomolecular Health Sciences van de Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht (UU), in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Sinds 2016 behoort het postmortaal onderzoek bij de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research (WUR). Sinds 2016 is financiering

gegarandeerd onder toezicht van Wageningen Marine Research (WMR). In dit jaarrapport wordt een overzicht gegeven van het in 2021 uitgevoerde postmortaal onderzoek van bruinvissen.

2 De opdracht

Jaarlijks wordt postmortaal onderzoek verricht naar ongeveer 50 verse gestrande bruinvissen. Het hoofddoel van het onderzoek is het vaststellen van de doodsoorzaken van de onderzochte bruinvissen. Hier rapporteren we ook de biologische gegevens van de bruinvissen (geslacht en leeftijdsklasse) en hun fysieke condities; beide in relatie tot de doodsoorzaak.

Daarnaast worden van de onderzochte bruinvissen weefsels verzameld waarmee aanvullende onderzoeken kunnen worden uitgevoerd. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de maag voor dieetonderzoek en blubber-, lever-, nier- en spierweefsel voor onderzoek naar contaminanten (beide onderzoeken worden uitgevoerd in samenwerking met WMR). Ingevroren stukjes weefsel van (verse) bruinvissen worden daarnaast in een weefselbank opgeslagen. Weefsels zijn in overleg beschikbaar voor aanvullende onderzoeken, zowel nationaal als internationaal.

3 Methoden

Bij een melding van een levende bruinvis die op het strand komt te overlijden, of van een verse dood gevonden bruinvis, nam het vrijwillige strandingsnetwerk contact op met de UU. Transport van het karkas werd waar mogelijk binnen 24 uur na melding gerealiseerd, zodat de autopsie zo snel als praktisch en logistiek mogelijk kon plaatsvinden. De autopsies werden uitgevoerd volgens eerder beschreven gestandaardiseerde protocollen en methoden (IJsseldijk et al. 2019). Ze bestonden uit een uitgebreid uitwendig en een inwendig onderzoek om de meest waarschijnlijke doodsoorzaak/oorzaken van ieder individu te achterhalen. Tijdens de autopsies werden monsters genomen en gefixeerd voor histologisch onderzoek. Tevens werden monsters voor onder andere bacteriologisch en virologisch onderzoek verzameld om aanvullend onderzoek naar pathogenen uit te voeren.

3.1 Macroscopisch onderzoek

Bruinvissen werden bij aankomst op de UU gewogen en gemeten en het geslacht werd bepaald. Dieren werden ingedeeld in drie leeftijdsklassen op basis van hun totale lengte: neonaat <90 cm, juveniel 90-130 cm of volwassen >130 cm, waarbij de geslachtsorganen van dieren rond de 130 cm werden gecontroleerd om de uiteindelijke differentiatie tussen juveniel en adult te maken. Strandingsgegevens, bestaande uit de locatie en datum, werden genoteerd. Ieder dier werd volledig gefotografeerd. Daarbij werd voor ieder dier onderzocht of er uitwendige tekenen waren van ziekte (bijvoorbeeld huidlaesies zoals beschreven in Van Beurden et al. 2014, 2015), interactie met andere soorten (bijvoorbeeld bijtonden van zeehonden of vossen, conform Leopold et al. 2015 en IJsseldijk & Geelhoed 2016) of kenmerken wijzend op bijvangst (bijvoorbeeld door de aanwezigheid van netafdrukken; Bernaldo de Quirós et al. 2018; IJsseldijk et al. 2020). Deze externe bevindingen werden beschreven en fotografisch vastgelegd, en waar nodig bemonsterd.

Bij ieder dier werd de staat van ontbinding bepaald. De staat van ontbinding is in vijf categorieën onderverdeeld (Decomposition Condition Code, DCC) met 1 (heel vers) tot en met 5 (in verregaande staat van ontbinding). Ook werd de voedingstoestand bepaald. De voedingstoestand is af te leiden van de blubberdikte en spiermassa, gecombineerd met de aanwezigheid van inwendig vet. Naar aanleiding van deze metingen en observaties is er een Nutritional Condition Code (NCC) per bruinvis genoteerd, met 1 (zeer goed) tot en met 6 (zeer slecht).

Tijdens het inwendige onderzoek werden alle aanwezige organen bekeken, beoordeeld, beschreven en bemonsterd.

3.2 Cytologisch en histologisch onderzoek

Tijdens, of direct na de sectie kan er onderzoek plaatsvinden op celniveau door middel van cytologisch onderzoek. Deze cellen werden verkregen door bepaalde lichaamsvloeistoffen zoals bijvoorbeeld hersenvocht of urine, eventueel na centrifugeren, op een glaasje te druppelen of door een orgaan op het glaasje te drukken. Vervolgens werden de afdrukken (afhankelijk van de indicatie) wel of niet gekleurd, met Hemacolor® of een andere benodigde kleuring. Met behulp van cytologie kunnen losse cellen van organen of lichaamsvloeistoffen bekeken worden onder de microscoop. Door middel van deze methode kunnen cellen worden beoordeeld, verschillende typen ontstekingen worden vastgesteld en mogelijk het type ziekteverwekker worden aangetoond, wat direct kan helpen bij de keuze voor aanvullend microbiologisch onderzoek (bacterie- en/of schimmelkweek).

Ook werden tijdens de sectie monsters voor histologisch onderzoek verzameld en gefixeerd. De standaard bemonsterde weefsels (indien aanwezig) zijn: huid, hersenen, longen en bijbehorende lymfeknoop, hart,

milt, lever, bijnieren, nieren, darm, melkklier, en in geval van dracht placenta, navelstreng en organen van de foetus (waar mogelijk). Laesies werden extra bemonsterd.

De in formaline gefixeerde organen werden volgens standaardprocedure in paraffine ingebed en in hele dunne plakjes gesneden, waarna de coupes werden gekleurd met hematoxyline en eosine (H&E).

Een veterinaire patholoog bekeek de coupes om de morfologie (bouw en vorm van organen) te beoordelen, afwijkingen op celniveau vast te stellen en om eventueel aanwezige ziekteverwekkers aan te tonen. Om verdere afwijkingen vast te stellen behoren extra kleuringen (bijvoorbeeld immunohistochemie), ontkalking van benig materiaal en de beoordeling hiervan tot het histologisch onderzoek.

3.3 Aanvullend onderzoek

Wanneer er aan de hand van het histologisch of cytologisch onderzoek een verdenking van een infectie op bacteriologische, virologische of mycotische basis was, werd per casus beoordeeld of aanvullend onderzoek noodzakelijk en mogelijk was om het etiologische agens te identificeren. In de volgende paragrafen volgt een beschrijving van het microbiologisch en parasitologisch onderzoek dat werd uitgevoerd bij gestrande bruinvissen in 2021. Een overzicht van de uitgevoerde testen is te vinden in Tabel 1.

Bacteriologie

Voor bacteriologisch onderzoek werd het verzamelde materiaal op twee bloedagarplaten en één MacConkey agarplaat gesmeerd. Eén bloedagarplaat werd anaeroob bebroed (2x24h bij 37°C), de andere bloedagarplaat en MacConkey agarplaat werden aeroob bebroed (2x24h bij 37°C). Bij hersen- en longweefsel werd daarnaast een extra plaat ingezet (zgn. chocoladeplaat); deze werd microaërofiel 2x48h bij 37°C bebroed. Alle platen werden dagelijks beoordeeld op bacteriegroei door een microbioloog. Verdachte kolonies werden geïdentificeerd met behulp van MALDI-TOF. Bacteriologisch onderzoek werd uitgevoerd bij het Veterinair Microbiologisch Diagnostisch Centrum (VMDC) van de Faculteit Diergeneeskunde.

Ook werd er een brucella-PCR uitgevoerd volgens een intern geoptimaliseerd protocol dat is overgenomen van het nationaal referentie laboratorium voor brucellose (Wageningen BioVeterinary Research, WBVR) en op basis van Maio et al. (2014). Brucellose is een bacteriële infectie die steeds vaker wordt gevonden in zeezoogdieren. Sommige *Brucella* spp. zijn onder andere in staat om zoönotische infecties bij mensen te veroorzaken en abortus in vee te induceren. *Brucella ceti* in bruinvissen is eerder geïsoleerd uit verschillende organen, waaronder long, verschillende lymfeknopen en geslachtsorganen, maar ook verzameld uit longwormen uit de luchtwegen van bruinvissen (o.a. Dagleish et al. 2008, Maio et al. 2014, IJsseldijk et al. 2017). In een studie naar het voorkomen van *Brucella* spp.-infecties in bruinvissen gestrand in Nederland tussen 2008-2011 werd een prevalentie van 6,3% vastgesteld (Maio et al. 2014).

Naast brucellose zijn er echter nog tal van andere bacteriële infecties bekend bij bruinvissen die een zoönotisch potentieel hebben. Voorbeelden hiervan zijn: salmonellose (Foster et al. 1999, Davison et al. 2010) en infecties met *Neisseria animaloris* (Foster et al. 2019). Door de potentieel zoönotische aard van deze infecties en het contact tussen (levend) gestrande bruinvissen en strandgangers, evenals vrijwilligers van het strandingsnetwerk, werd bij verdenking van dergelijke infecties extra onderzoek ingesteld.

Mycologie

Voor mycologisch onderzoek werd het verzamelde materiaal op een Sabouraud Agar en een Maltagarplaat geënt. Deze werden maximaal tien dagen bebroed bij 30°C. De platen werden om de dag beoordeeld op schimmeligroei door een microbioloog. Verdachte kolonies werden geïdentificeerd op basis van fenotypische kenmerken en microscopisch onderzoek (Kapetanou & IJsseldijk et al. 2020). Mycologisch onderzoek werd tevens uitgevoerd bij het VMDC.

Tabel 1 Aanvullende testen 2021.

Onderzoek	Orgaan	Aantal dieren
Bacteriologisch ¹	Long	21
	Lever	8
	Huid	3
	Brein	3
	Darm	2
	Milt	1
	Bijtwonden	3
	Penis	1
	Peritoneum	1
	Uterus	1
	Epididymis	1
	Prescapulaire lymfeknoop	1
Bacteriologisch (<i>Brucella</i> spp. PCR) ²	Brein/CSF	1
Mycologisch ³	Long	1

¹ Volgens algemene methoden VMDC

² Volgens een intern geoptimaliseerd protocol overgenomen van het nationaal referentielaboratorium voor brucellose (WBVR) en op basis van Maio et al. (2014)

³ Volgens methode Kapetanou & IJsseldijk et al. 2020

Parasitologie

Parasieten zijn veel voorkomend in bruinvissen, vooral als dieren ouder worden, met een zeer hoge prevalentie in volwassen dieren (Ten Doeschate et al. 2017). Het voorkomen van parasieten in longen, lever, magen en oren werd standaard gedocumenteerd op semi-kwantitatieve schaal: geen, mild, middelmatig en ernstig. De aan- of afwezigheid van externe parasieten op de huid, of in huidplooiën (o.a. wonden en genitale opening) en in de darm werd tevens standaard gedocumenteerd. De beoordeling van de geassocieerde pathologie in de longen, de lever en de magen is onderdeel van het histologisch onderzoek.

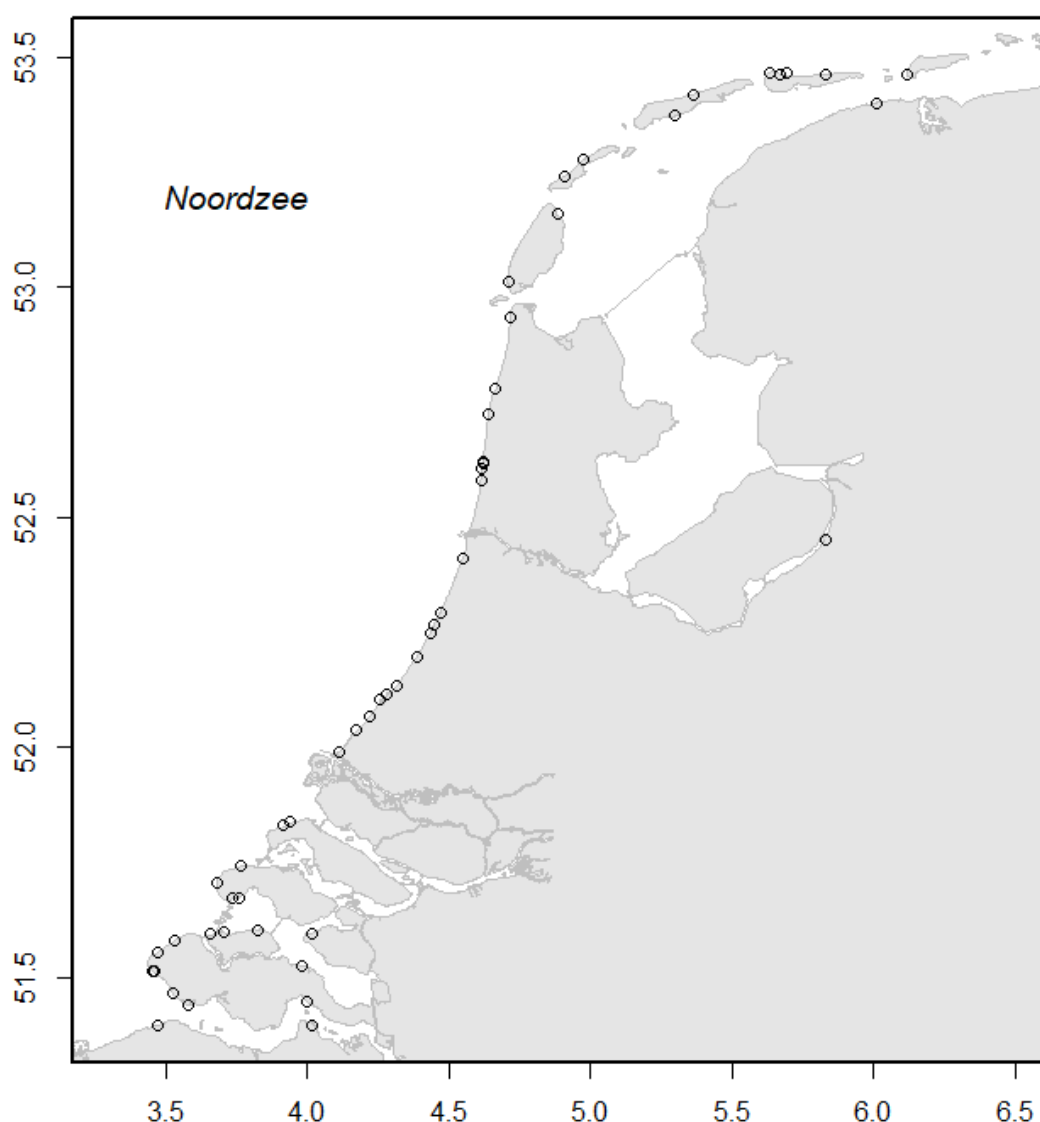
3.4 Doodsoorzaakcategorieën

De combinatie van alle uitwendige en inwendige bevindingen, resultaten van het histopathologisch onderzoek en het eventueel uitgevoerde aanvullend onderzoek resulteert per casus in een conclusie en het vaststellen van een waarschijnlijke doodsoorzaakcategorie. Daarnaast worden hier relevante additionele bevindingen gerapporteerd. Om een vergelijking met voorgaande jaren te kunnen maken, werd waar mogelijk gebruik gemaakt van verschillende categorieën, gebaseerd op de in voorgaande jaren opgedane kennis: bijvangst, slachtoffer door aanval van grijze zeehond, infectieziekten, verhongering, vermagering, perinataal, trauma en overig. De volledige omschrijving van deze categorieën staat in Bijlage 1.

4 Resultaten

4.1 Herkomst en biologische gegevens

Uit alle kustprovincies zijn bruinvissen ontvangen en er kwam één dier uit Gelderland. De meeste dieren kwamen uit Zeeland (n=18), gevolgd door Zuid-Holland (n=12) en Noord-Holland (n=11). Er kwam één bruinvis vanaf de vaste wal van Groningen. Van de Waddeneilanden zijn elf bruinvissen onderzocht, waarvan twee van respectievelijk Texel, Vlieland en Terschelling, vier van Ameland en één van Schiermonnikoog (Figuur 1, Bijlage 2). De meeste van de onderzochte bruinvissen strandden in januari (n=8) en februari (n=8). In de maanden maart tot en met september werden maandelijks vijf bruinvissen onderzocht. De laatste drie bruinvissen die onderzocht zijn, strandden in november (n=1) en december (n=2).



Figuur 1 Herkomst onderzochte bruinvissen 2021 (n=54).

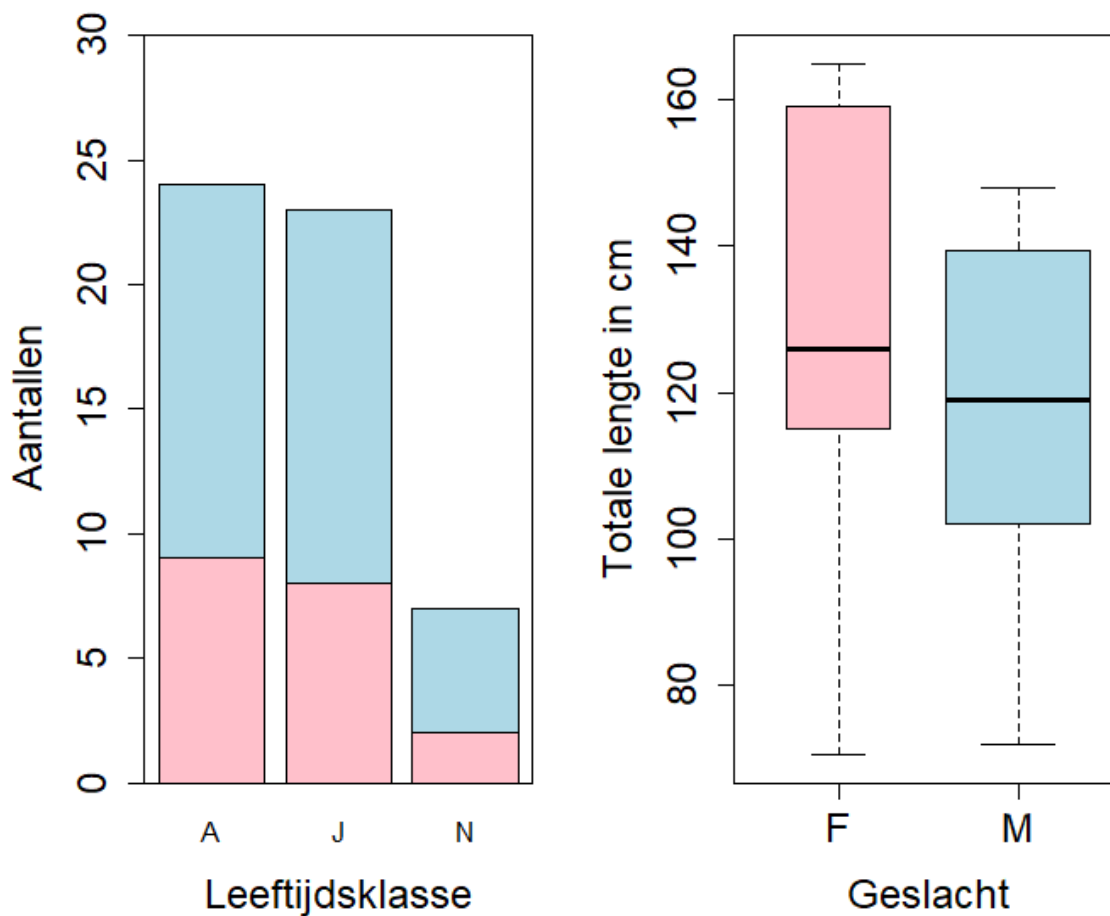
Het grootste deel van de onderzochte dieren werd niet ingevroren voorafgaand aan de autopsies (87%). De meeste bruinvissen waren zeer vers tot vers (DCC1-2, 74%) ten tijde van de secties. De overige (26%)

waren minder verse dieren, waarbij histopathologie dan ook beperkt mogelijk was. De lichaamsconditie (NCC) varieerde van NCC1-NCC6 en hing vaak samen met de doodsoorzaken van dieren (Bijlage 2).

In totaal zijn 24 volwassen bruinvissen, 23 juveniele dieren en 7 neonaten onderzocht. De verdeling naar geslacht was 35 man en 19 vrouw, en dat bleef redelijk constant over de verschillende leeftijdsklassen (Figuur 2). Daarnaast werden drie foetussen gevonden; twee mannetjes en één vrouwtje.

De neonaten (n=7) werden in mei, juni en juli gevonden. Deze pasgeboren dieren waren gemiddeld 79,5 cm lang en gemiddeld 7,7 kg zwaar. Juveniele en volwassen dieren werden gedurende het hele jaar gevonden. Juveniele dieren (n=23) hadden een gemiddelde totale lengte van 112,4 cm en een gemiddeld gewicht van 22,2 kg. De maximale totale lengte in de groep juvenielen was een vrouwelijk dier van 127 cm. Volwassen vrouwtjes (n=9) waren gemiddeld 154,2 cm lang en mannelijke dieren (n=15) waren kleiner, met 139 cm. De foetussen (n=3) werden gevonden in april, met lengtes tussen de 52 en 72 cm.

Leeftijds- en geslachtsverdeling



Figuur 2 Leeftijds- en geslachtsverdeling (links) en lengte per geslacht (rechts). A=volwassen, J=juveniel, N=neonaat, F=vrouwelijk, M=mannelijk. De roze kolommen zijn de vrouwelijke dieren; de blauwe kolommen zijn de mannelijke dieren. Kolomdikte van de boxplot representeert de monstergrootte.

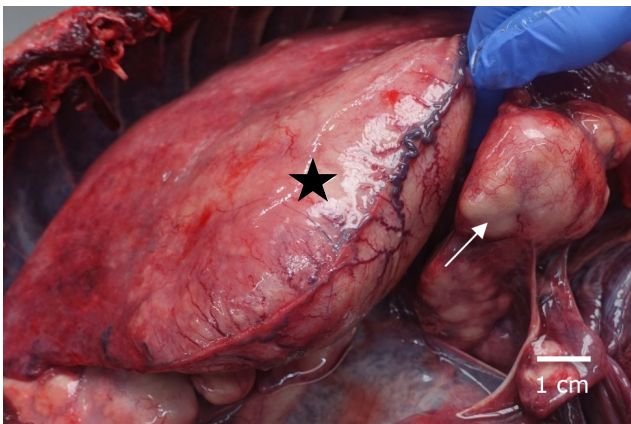
4.2 Doodsoorzaken

Postmortaal onderzoek in 2021 van 54 casussen heeft uitgewezen dat de meeste van de onderzochte dieren stierven aan de gevolgen van een infectieziekte (39%). Een grijzezeehondaanval was de doodsoorzaak van elf van de onderzochte bruinvissen (20%), peri- en neonatale problemen waren de oorzaak van stranding en/of sterfte bij vijf pasgeborenen (9%), en trauma van onduidelijke oorsprong bij nog eens vijf dieren (9%). Daarnaast stierven drie volwassen bruinvissen en een juveniel aan de gevolgen van voedseltekort (verhongering/vermagering, 6%), maar er kon geen reden voor de vermagering worden vastgesteld. Bijvangst was de vermoedelijke doodsoorzaak van zeven bruinvissen (13%). Eén dier stierf vanwege inwendig bloedverlies ten gevolge van een navelstrengruptuur van haar foetus (categorie 'overig', 2%). De doodsoorzaak van één bruinvis bleef onduidelijk (2%).

4.2.1 Infectieziekten

Eenentwintig bruinvissen (39%) vielen in de doodsoorzaakcategorie infectieziekten, of strandden als gevolg daarvan (UT1834, UT1835, UT1839, UT1843, UT1844, UT1850, UT1851, UT1853, UT1856, UT1857, UT1859, UT1861, UT1864, UT1867, UT1869, UT1870, UT1874, UT1875, UT1902, UT1906 en UT1908). Dit waren negen volwassen dieren (38% van alle onderzochte volwassen bruinvissen), zeven juveniele dieren (30% van alle onderzochte juveniele bruinvissen) en twee neonaten (29% van de onderzochte neonaten). Vier bruinvissen in deze categorie met een ontsteking in de hersenen of in het hersenvlies, zijn levend op het strand aangetroffen en ter plekke overleden (UT1835, UT1844, UT1869 en UT1874).

Een longontsteking werd het meest gediagnosticeerd in deze doodsoorzaakcategorie, namelijk in twintig van de eenentwintig bruinvissen (94%). In achttien van deze twintig bruinvissen waren er parasieten in de longen aanwezig (alle behalve UT1864 en UT1902, respectievelijk een neonaat en een juveniel). Bij elf van de achttien bruinvissen met parasieten in de longen was de longontsteking volledig door de parasieten geïnduceerd, terwijl bij de andere acht daarnaast een bacteriële infectie aanwezig was. Eén neonaat had een milde longontsteking die werd veroorzaakt door een bacterie die mogelijk via een ontstoken navelstreng was binnengekomen (UT1864), en één volwassen bruinvis had een longontsteking die volledig veroorzaakt was door een schimmelinfectie (UT1869, Figuur 3).



Figuur 3 Zijaanzicht van de linker long van UT1869, met daarin een ernstige longontsteking die wordt gekarakteriseerd door een grote, zachte, fluctuerende massa die was gevuld met pus (9x6x4 cm, ster) met naastgelegen lymfeknopen die vergroot waren (pijl). Aanvullend onderzoek toonde aan dat de longontsteking het gevolg was van een schimmelinfectie.

Acht dieren uit de categorie 'infectieziekten' hadden een ontsteking in de hersenen of in het hersenvlies (20,5%, UT1835, UT1844, UT1850, UT1856, UT1867, UT1869, UT1874 en UT1908). Dit waren twee vrouwelijke en zes mannelijke dieren, waaronder zes volwassenen en twee juvenielen. Vier van deze bruinvissen werden levend op het strand aangetroffen. Een hersen(vlies)ontsteking is een van de meest voorkomende natuurlijke doodsoorzaken van gestrande walvisachtigen, en kan een groot aantal oorzaken hebben zoals bacteriën, virussen, schimmels en protozoën (Sierra et al. 2020). Eén bruinvis had een bacteriële infectie van het centrale zenuwstelsel, bij een ander dier werd een schimmelinfectie aangetoond in de hersenen, en de andere zes bruinvissen werden verdacht van een virale infectie of een co-infectie in het centraal zenuwstelsel. Bij één van deze dieren werd middels immunohistochemie SARS-CoV-2, Avian

Influenza, Morbillivirus, Usutuvirus en *Toxoplasma gondii* en middels PCR *Brucella* spp. uitgesloten, maar uiteindelijk bleef de ziekteverwekker onduidelijk.

In twee dieren (UT1857 en UT1867) uit de 'infectieziekten'-categorie werd een bacteriële infectie aangetoond die zich via het bloed heeft verspreid naar verschillende organen (sepsis).

UT1857 strandde in april en was een adulte, drachtige en lacterende vrouw in een zeer goede voedingstoestand, zonder tekenen van recente voedselopname. Het moederdier is tijdens de partus (vroeggeboorte) overleden, de staart van de foetus (mannelijk, totale lengte 51 cm) stak uit de genitale opening toen ze dood op het strand gevonden werd (dystocia). Inwendig bleek het moederdier acute ontstekingen te hebben in milt, longen, lever, uterus en darm. De sepsis werd veroorzaakt door de bacterie *Yersinia pseudotuberculosis*, waarvan het bekend is dat deze kan leiden tot abortussen, vroeggeboortes en dit type ontstekingen (Terio et al. 2018).

UT1867 was een mannelijk juveniel dier in een slechte voedingstoestand, zonder tekenen van recente voedselopname. Macroscopisch was een ernstige longontsteking, een gezwollen lever met een bont aspect, en een vertroebeling van het hersenvlies zichtbaar. *Vibrio parahaemolyticus* werd gekweekt uit long, hersenen en lever. Histologische werd geassocieerde pathologie in de longen en hersenen bevestigd. De bacterie *V. parahaemolyticus* komt voor in zeewater en is eerder beschreven als oorzaak van een sepsis en hersen(vlies)ontsteking bij zeezoogdieren (Higgins, 2000, Di Renzo et al. 2017).

Andere dieren uit deze doodsoorzaakcategorie strandden of overleden door wat minder frequent voorkomende infecties. Een mannelijk juveniel dier (UT1902) had uitgebreide ernstige ontstekingen in de ogen en huid (Figuur 4), die zowel macroscopisch als histologisch vergelijkbaar waren met twee neonaten die strandden in 2020 (UT1824 en UT1824). Beide neonaten zijn beschreven in het jaarrapport van 2020 (IJsseldijk 2021) waarbij een herpesvirusinfectie werd aangetoond. Op basis van de microscopie lijkt het waarschijnlijk dat het hier ook om een herpesvirus ging.

UT1906 was een juveniele man in een redelijk goede voedingstoestand. Naast een longontsteking had dit dier uitgebreide 'verkazende' ontstekingen in lymfeknopen (lymfadenitis). Omdat dit beeld bij tuberculose kan passen, werd door middel van een cytologie-preparaat een Ziehl-Nielsen kleuring om tuberculose aan te tonen uitgevoerd, die negatief bleek. Bacteriologisch onderzoek toonde dat deze ontstekingen werden veroorzaakt door een *Staphylococcus aureus*-infectie.



Figuur 4 UT1902, een juveniel mannelijk dier met uitgebreide huidontstekingen.

Twee dieren strandden levend en werden ter plekke op het strand geëthanaseerd¹ (UT1843 en UT1875). UT1843 was een juveniel vrouwelijk dier in een matige voedingstoestand. Uit het onderzoek bleek dat ze parasieten had in de magen, ophangband van de darmen, lever en oren. Daarnaast had ze een uitgebreide longontsteking, die na kweek veroorzaakt bleek te zijn door een *Salmonella* sp.-bacterie, en hoogstwaarschijnlijk de oorzaak van het stranden is geweest. UT1875 was een juveniel mannetje in een slechte voedingstoestand, zonder tekenen van recente voedselopname en met een vervette lever. Daarnaast

¹ Euthanasie van gestrande bruinvissen wordt uitgevoerd door een dierenarts na consult bij Stichting SOS Dolfijn. De auteurs van deze rapportage hebben geen rol bij deze besluitvorming.

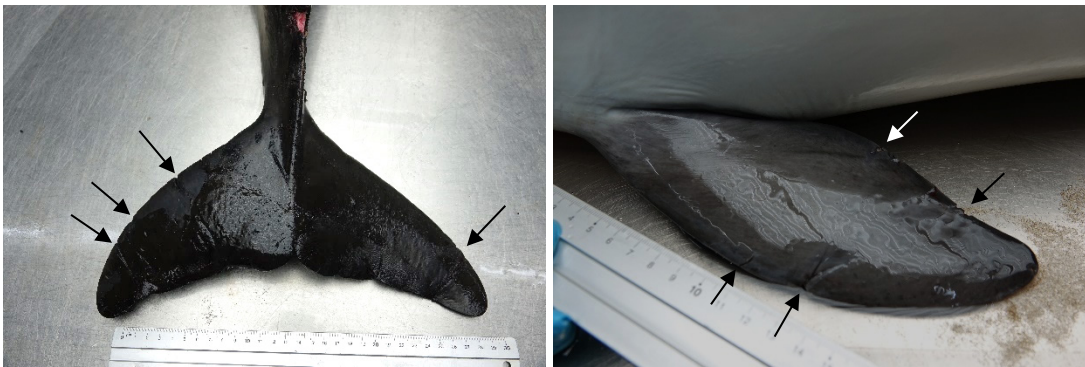
had dit dier vrij uitgebreide ontstekingen in de huid (waarschijnlijk van virale oorsprong) en een ernstige parasitaire longontsteking.

4.2.2 Bijvangst

In 2021 werd bij zeven gestrande bruinvissen als vermoedelijke doodsoorzaak bijvangst gediagnosticeerd (13%). Dit waren twee volwassen bruinvissen en vijf juvenielen, waaronder vier mannetjes en drie vrouwtjes. Deze dieren werden in zeven verschillende maanden gevonden in de provincies Noord-Holland (n=2) en Zuid-Holland (n=5). Drie van deze bruinvissen hadden zeer duidelijke afdrucken of inkepingen van netten en geen andere significante afwijkingen, waardoor de diagnose bijvangst als doodsoorzaak met grote zekerheid kon worden gesteld (UT1845, UT1879 en UT1905, zie ook Figuur 5). UT1845 was in zeer goede conditie (NCC1), had recent gegeten en had, los van een middelmatige hoeveelheden parasieten in de longen en gehoorkanalen, geen afwijkingen. UT1879 was tevens in zeer goede conditie (NCC1), had recent gegeten, en had alleen wat oudere littekens, vermoedelijk van een eerdere interactie met een grijze zeehond. UT1905 was ook in zeer goede conditie (NCC1), had recent gegeten en geen significante afwijkingen. We kunnen dus stellen dat deze drie dieren gezond waren ten tijde van de bijvangst.

Twee bruinvissen die waarschijnlijk stierven als gevolg van bijvangst, toonden significante afwijkingen die een verslechterde conditie vlak voor bijvangst aanduiden. Eén bruinvis (UT1838) had naast de inkepingen van netten, duidelijk teken van trauma (bloedingen in het centrale zenuwstelsel) en vermoedelijk water geïnhaleerd en ingeslikt, wat past bij onderwaterbeknelling. Deze bruinvis was ernstig vermagerd, vermoedelijk als gevolg van een lintworm infectie. Bruinvis UT1838 had vermoedelijke net-inkepingen op de borstvin en had recent nog gegeten, beide duidelijke indicaties voor bijvangst als doodsoorzaak. Echter had dit dier een ernstige parasitaire en bacteriële longontsteking. In hoeverre deze afwijkingen hebben bijgedragen aan de kans om bijgevangen te worden is onduidelijk.

De laatste twee bruinvissen (UT1855 en UT1907) hadden externe afwijkingen die passen bij bijvangst, maar beide dieren leken ook bij leven aangepikt door vogels. Mogelijk zijn deze dieren vrijgekomen na verstrikking en levend gestrand, of in een net aangepikt terwijl ze nog leefden. UT1855 was in middelmatige voedingstoestand, maar had wel veel (deels) verteerde prooi in de maag. UT1907 was in zeer goede voedingstoestand, maar bij deze bruinvis werd geen prooi in de maag gezien. Beide dieren toonden geen significante andere afwijkingen die duiden op ziekte of een andere doodsoorzaak dan de (eerdere) bijvangst.



Figuur 5 Kenmerkende bijvangst wonden op de staart- en borstvin van UT1845.

4.2.3 Grijzezeehondaanval

Elf bruinvissen (20,1%) vielen in de categorie 'grijzezeehondaanval'. Deze categorie kan worden opgesplitst in twee groepen: bruinvissen die direct overlijden door een grijzezeehondaanval en bruinvissen die later sterven als gevolg van bijtewonden. De acute gevallen tonen grote, ante-mortem mutilaties met bijtewonden. In 2021 kwamen externe wonden bij vijf bruinvissen overeen met wonden die veroorzaakt worden door een grijze zeehond in een predatieaanval (UT1837, UT1841, UT1847, UT1849 en UT1876, zie ook Leopold et al. 2015). Deze bruinvissen werden in januari-maart en in juli dood gevonden op de Noord- en Zuid-Hollandse en Zeeuwse kust. Het waren drie juveniele bruinvissen en twee volwassen vrouwtjes, waarvan er drie in zeer goede voedingstoestand verkeerden ten tijde van de dood (NCC1), en de twee andere in matige voedingstoestand (NCC3-4).

Zes andere bruinvissen stierven als gevolg van eerdere interacties met grijze zeehonden (UT1833, UT1836, UT1840, UT1852, UT1858 en UT1901). Dit waren vier volwassen dieren en twee juveniele bruinvissen, waarvan vijf mannelijk en één vrouwelijk. De meeste werden in januari gevonden (n=3), de andere in maart, april en november. Deze dieren overleden door een infectie van de bijtwond(en) of door vermagering (zie Bijlage 1, maar ook de beschrijving in Leopold et al. 2015 en Foster et al. 2019). Alle bruinvissen hadden chronische en significante huidontstekingen (zoals zichtbaar in Figuur 6, bovenste twee panels). Bij drie bruinvissen werden zeehond-specifieke bacteriën aangetroffen in onder andere de huid, longen of lever (Tabel 2). UT1833 was een volwassen mannetje met een parasitaire long- en leverontsteking en een geringe hersenvliesontsteking. UT1836 was een juveniel mannetje met een bacteriële en parasitaire longontsteking en zweren in de slokdarm. UT1852 was een juveniel en mager mannetje die vermoedelijk was overleden na levend te zijn gestrand. UT1858 was een zwanger en lacterend vrouwtje waarbij lokaal ontstekingscellen in het hersenvlies werden aangetroffen. Ook had deze bruinvis een chronische, actieve longontsteking. UT1901 was een adult en vermagerd mannetje met veel spoolwormen in de maag en ontstekingen in de luchtpijp en slokdarm.

UT1840 was een adult mannetje waarbij het trauma in de huid niet direct leek op bijt- of klauwvonden (Figuur 6, onderste panel). Het trauma was diep en niet symmetrisch of bilateraal, zoals gebruikelijk bij zeehond beten (Leopold et al. 2015). Echter deze had bruinvis meerdere ontstekingen in de buikholte, onderliggend aan het trauma en vermoedelijk ook als gevolg van het trauma, waaruit de bacterie *Neisseria animaloris* werd gekweekt. Deze bacterie is eerder gevonden in de mondholte van zeehonden en gerelateerd aan wonden toegebracht door grijze zeehonden (Foster et al. 2019). Deze bruinvis had ontstekingen aan het buikvlies, de geslachtsorganen, lever en in het spierweefsel in de buikholte en daarnaast had het dier longontsteking.



Figuur 6 Boven: UT1836 (L) en UT1901 (R). Chronische en ontstoken bijtwond op het staartstuk als gevolg van bijtwonden. Onder: UT1840. Bruinvis met trauma atypisch voor een zeehondenbeet, maar waaruit *Neisseria animaloris* is gekweekt.

4.2.4 Peri- en neonatale sterfte

Vijf jonge bruinvissen (UT1862, UT1865, UT1868, UT1871 en UT1872) strandden eind mei tot en met juli, wat overeenkomt met het geboorteseizoen voor bruinvissen in de Noordzee (Lockyer 2003). Drie van deze dieren werden levend gevonden, waarna ze ter plekke op het strand overleden. De andere twee werden dood aangetroffen. Vier van de vijf bruinvissen hadden significante tekenen van leververvetting (Figuur 7), waarvan er in drie dieren ook vervetting van de nieren was opgetreden (hepatische en renale lipidose, een

indicatie van acute verhongering). Histologisch was te zien dat de levercellen en bepaalde cellen in de nier (tubulaire epitheelcellen) vergroot waren doordat ze een overmaat aan vet bevatten. Twee neonaten hadden bloedingen in het centrale zenuwstelsel (UT1865 en UT1871) wat bij beknelling tijdens de geboorte kan ontstaan. In één dier was er nog meconium aanwezig in het rectum en van de overige drie (UT1862, UT1868 en UT1872) was het gehele maagdarmkanaal nagenoeg leeg. Twee bruinvissen hadden ulceraties (zweren) in de slokdarm (UT1871 en UT1872) vermoedelijk ten gevolge van veelvuldig braken.



Figuur 7 UT1872, een vergrote, gele lever met een verminderde consistentie, waardoor de lever gemakkelijk scheurt (zie ster), passend bij leververvetting.

4.2.5 Verhongering en vermagering

Drie mannelijke bruinvissen stierven vermoedelijk aan de gevolgen van verhongering/vermagering (UT1866, UT1900 en UT1904). Het ging om twee adulten en één juveniel. Alle drie de bruinvissen hadden een NCC van 6, wat betekent dat de voedingstoestand als zeer slecht werd beoordeeld op basis van de hoeveelheid blubber, spiermassa, en inwendig vet rondom organen. Beide volwassen dieren (UT1866 en UT1904) hadden naast de vermagering, geen significante afwijkingen aan organen die de vermagering zouden kunnen verklaren. Wel waren de testikels van UT1866 met een lengte van ± 25 cm en een gewicht van 1400 gram per stuk, extreem groot van formaat. Ook was het opvallend dat dit dier nog goed bespied was. Uit het onderzoek van het juveniele dier (UT1900) bleek dat naast een verminderde hoeveelheid vetreserves, ook sprake was van sterke afname van spiermassa (Figuur 8). Wanneer er onvoldoende energie beschikbaar is, kan het lichaam ook de eiwitten uit de spieren gebruiken als energiebron, waardoor spiermassa afneemt (spieratrofie). Buiten de zeer slechte voedingstoestand, had dit dier geen andere significante afwijkingen aan organen en daarmee kon er dus geen oorzaak voor het vermageren worden vastgesteld.



Figuur 8 Sterk ingevallen flanken ten gevolge van vermagering en spieratrofie (UT1900).

4.2.6 Trauma

Vijf bruinvissen stierven vermoedelijk als gevolg van trauma van onduidelijke oorsprong (UT1842, UT1846, UT1848, UT1863 en UT1873). Het ging om vier mannelijke dieren, en één vrouwelijk dier. Al deze vijf bruinvissen hadden hoofdtrauma. UT1842 was een volwassen mannetje dat dood werd gevonden in Ouddorp. Dit dier verkeerde in een goede voedingstoestand, maar had recent niet gegeten. Bovenop de kop miste een deel van de opperhuid, en in het onderliggende vetweefsel waren meerdere bloedingen aanwezig, en ook in het brein werden histologisch bloedingen waargenomen. Ten gevolge van de DCC (3) was de huid op meerdere plekken losgelaten, waardoor de beoordeling werd beperkt.

UT1846 was een juveniel mannelijk dier met uitgebreide onderhuidse bloedingen en bloedingen in spieren rondom de kop, histologisch bevestigde bloedingen in het brein en erg bloedrijke organen (ten gevolge van stuwung). UT1848 betrof ook een juveniele man, dood gevonden ter hoogte van Wierum. Dit dier had een longontsteking en uitgebreide ontstekingen van het vet in de huid, maar de meest opvallende (en dodelijke) bevinding was een grote (5 x 2 cm) bloeding in een deel van de hersenstam (pons), waarvan de oorsprong niet kon worden achterhaald. UT1873, een juveniele man had bloederig hersenvocht en histologisch onderzoek bevestigde bloedingen in de hersenen en in het ruggenmerg. De rechter flipper toonde aan twee zijden huiddefecten die zouden kunnen passen bij 'puncture wounds' waardoor grijzezeehond-interactie niet geheel kon worden uitgesloten.

UT1863 was een adulte, lacterende vrouw, die eind mei dood werd aangetroffen op een boothelling bij het Gelderse Elburg. Dit dier was in een matige voedingstoestand en had recent niks meer gegeten. Rondom de kop was een oppervlakkig huiddefect aanwezig van ongeveer 3 x 4 cm, met onderliggend uitgebreide bloedingen in de huid. De hersenvloeistof was donkerrood van kleur en er bleken meerdere complete fracturen aanwezig te zijn in de halswervels. Histologisch werd bevestigd dat deze breuken tijdens leven waren ontstaan. De baarmoeder was vergroot, wat een indicatie is voor een recente partus. Hoe het dier op de boothelling in Elburg terecht was gekomen, is tot op heden niet bekend. Het is in ieder geval niet waarschijnlijk dat deze bruinvis levend de boothelling, noch de binnenwateren van Gelderland was op- of ingezwommen. Bij WMR is aanvullend onderzoek gedaan naar de maaginhoud van de bruinvis. Uit dit onderzoek bleek dat de laatst gegeten prooien allemaal uit zee afkomstig waren. Er was geen spoor van zoetwaterprooien. Vlak voor de staartvin werd tijdens de sectie rondom een circulaire inkeping opgemerkt. Dit zou kunnen passen bij bijvangst of verstrikking met een touw. Er werd geen onderliggende reactie in de huid geobserveerd. Deze inkeping/afdruk was dus hoogstwaarschijnlijk postmortaal ontstaan. Wellicht is dit dier, na bijvangst, aanvaring of ander trauma (wat de gebroken wervels kan verklaren) aan het staartstuk verslept en op de boothelling neergelegd.

4.2.7 Overig

Eén bruinvis (UT1854) viel in de categorie 'overig'. UT1854 was een volwassen vrouwelijk dier van 65,5 kg die dood werd gevonden in de Oosterschelde. Het ging om een drachtig en lacterend vrouwtje in een goede voedingstoestand, zonder tekenen van recente voedselopname. Extern had het dier verwondingen in de huid die werden veroorzaakt door de mosselbank waarop het dier werd aangetroffen. Direct onder deze verwondingen werden bloedingen in de huid aangetroffen, een indicatie voor levend stranden. Het moederdier had erg bleke organen (met name darmen, nieren en lever). In de vruchtzak was een grote hoeveelheid bloed ($\pm 2l$) aanwezig en de navelstreng was gescheurd aan de zijde van de mannelijke foetus, die overigens macroscopisch normaal ontwikkeld leek. Histologisch onderzoek toonde aan dat er bloedingen in de gescheurde navelstreng aanwezig waren, wat maakt dat het rupturen tijdens het leven heeft plaatsgevonden. Onder de huid van de foetus waren meerdere bloedingen aanwezig, die erop kunnen wijzen dat de partus al in gang gezet was. Indien de partus al in gang was gezet, ging het hier om abortus of vroeggeboorte; de foetus was met zijn 51 cm lengte nog te klein en de moeder strandde in april, voortijdig aan het geboorteseizoen. Het moederdier is hoogstwaarschijnlijk gestorven aan de gevolgen van overmatig bloedverlies door de gescheurde navelstreng (hypovolemische shock). De reden voor de gescheurde navelstreng en/of de mogelijke vroeggeboorte blijft onbekend.

4.2.8 Onbekend

De doodsoorzaak van één bruinvis (UT1903) bleef onduidelijk. Deze bruinvis was in vrij gevorderde staat van ontbinding (DCC3), en de sectie werd verricht nadat het dier ingevroren was geweest. Het ging om een mannelijk dier in een slechte voedingstoestand, zonder tekenen van recente voedselopname met een milde parasitaire infectie in maag en lever, en matige hoeveelheden parasieten in de longen. De macroscopische en histologische beoordeling werd sterk beperkt door autolyse- en vriesartefacten, waardoor de doodsoorzaak helaas niet kon worden vastgesteld.

4.3 Aanvullend onderzoek

4.3.1 Bacteriologie, mycologie en parasitologie

Aanvullend onderzoek naar pathogenen toonden verschillende bacteriën en schimmels aan in organen van verschillende bruinvissen (Tabel 2). De uitgevoerde brucella-PCR (UT1908) bleek negatief.

Tabel 2 Uitslagen microbiologisch onderzoek 2021 (op alfabetische volgorde).

Micro-organisme	Organen	Aantal dieren
<i>Aeromonas</i> species (o.a. <i>A. hydrophila</i> en <i>A. veronii</i>)	Long	2
	Uterus	1
<i>Bacillus</i> species	Long	1
<i>Clostridium</i> species (o.a. <i>perfringens</i>)	Long	3
	Darm	2
Coliformen	Long	3
<i>Corynebacterium</i> species	Long	1
<i>Neisseria animaloris</i>	Peritoneum	1
	Epididymis	1
<i>Paeniclostridium sordellii</i>	Long	1
	Lever	1
<i>Photobacterium</i> species	Lever	1
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Long	1
<i>Proteus</i> species	Long	1
<i>Pseudomonas</i> species	Long	1
<i>Raoultella ornithinolytica</i>	Long	1
Salmonella species	Long	3
	Darm	1
Schimmel (meerdere types)	Long	1
	Huid	1
<i>Staphylococcus</i> species (o.a. <i>aureus</i>)	Long	3
	Prescapulaire lymfeknoop	1
<i>Streptococcus phocae</i>	Long	1
	Bijtwond staart	1
	Wondvocht	1
	Lever	1
<i>Vibrio</i> species (<i>V. parahaemolyticus</i> en <i>V. alginolyticus</i>)	Long	1
	Brein	1
	Lever	2
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	Long	1
	Lever	1

Parasitologie

In Tabel 3 is een overzicht te vinden van de parasietenbelasting in de onderzochte bruinvissen. De meeste parasieten werden gevonden in de longen, met een aanwezigheid van nematoden in 65% van de bruinvissen (35/54), waarvan een middelmatige tot ernstige infectie in 63% van de gevallen (22/35). Daarna volgden de parasitaire infecties in de oren en gehoorgangen, wat voorkwam bij 62% van de bruinvissen (31/50), met middelmatige tot ernstige hoeveelheden in 65% daarvan (20/31). Parasieten in de maag(wand) en lever kwamen minder vaak voor, respectievelijk in 41% en 28% van de bruinvissen. Tijdens het onderzoek werden bij vier (UT1834, UT1843 en UT1844 en UT1901) dieren walvisluizen aangetroffen in actieve, ontstoken huidlaesies.

Tabel 3 Parasieten in bruinvissen 2021

Infectie	Maag (n=54)	Longen (n=54)	Lever (n=54)	Oor en gehoorgang (n=50)
Geen	32	19	39	19
Mild	11	13	12	11
Middelmatig	4	16	2	10
Ernstig	7	6	1	10

5 Conclusie

Postmortaal onderzoek in 2021 van 54 casussen heeft uitgewezen dat de meeste van de onderzochte dieren stierven aan de gevolgen van een infectieziekte (39%). Een grijzezeehondaanval was de doodsoorzaak van elf van de onderzochte bruinvissen (20%), bijvangst was de vermoedelijke doodsoorzaak van zeven bruinvissen (13%). Peri- en neonatale problemen waren de oorzaak van stranding en/of sterfte bij vijf pasgeborenen (9%), en trauma bij vijf dieren (9%). Daarnaast stierven drie volwassen bruinvissen en een juveniel aan de gevolgen van voedseltekort (verhongering/vermagering, 6%), maar er kon geen reden voor de vermagering worden vastgesteld. Eén dier stierf vanwege inwendig bloedverlies ten gevolge van een het scheuren van de navelstreng van haar foetus (categorie 'overig', 2%). De doodsoorzaak van één bruinvis bleef onduidelijk (2%).

In totaal lijkt 13% van de onderzochte dieren in 2021 door menselijk handelen gestorven te zijn, namelijk vermoedelijk aan de gevolgen van bijvangst. Dit laat zien dat bijvangst één van de belangrijkste antropogene bedreigingen is in de Nederlandse wateren. De verwachting is dat de 13% met een antropogene doodsoorzaak, een onderschatting is. Dit mede omdat de oorzaak van het trauma van de dieren uit de categorie 'trauma' onduidelijk is, en de doodsoorzaak van het dier in de categorie 'onbekend' niet bekend is. Daarnaast zijn er ook doodsoorzaken die indirect geïnduceerd kunnen zijn door menselijk handelen. Zo kan bijvoorbeeld door mensen geïnduceerde gehoorschade leiden tot verminderde prooidetectie (Morell et al. 2017), verandering van het klimaat leiden tot veranderingen in prooikwantiteit (en daarmee leiden tot verhongering) en kunnen klimaatveranderingen en chemische vervuiling leiden tot een toenemende vatbaarheid voor infectieziekten (Sanderson & Alexander, 2020, Van den Heuvel-Greve et al. 2021). Het in ASCOBANS nagestreefde percentage 'antropogene verwijdering' kleiner dan 1,7% van de populatie wordt niet gehaald.

Literatuur

- Aarts G., von Benda-Beckmann AM, Lucke K., Sertlek H.Ö., Van Bemmelen R., Geelhoed S.C.V., ... & Kirkwood R. 2016. Harbour porpoise movement strategy affects cumulative number of animals acoustically exposed to underwater explosions. *Marine Ecology Progress Series*, 557, 261-275.
- ASCOBANS. 1992. Agreement on the conservation of small cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas. Toegang via: <http://www.ascobans.org/es/documents/agreement-text>
- Bernaldo de Quirós Y.B., Hartwick M., Rotstein D.S., Garner M.M., Bogomolni A., Greer W., ... & Moore M. 2018. Discrimination between bycatch and other causes of cetacean and pinniped stranding. *Diseases of Aquatic Organisms*, 127(2), 83-95.
- Bossart G.D. 2011. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Oceanography*, 19(2), 134-137.
- Camphuysen C.J. & Peet G. 2006. *Whales and Dolphins of the North Sea*. Fontaine Uitgevers.
- Camphuysen C.J. & Siemensma M.L. 2011. Conservation plan for the harbour porpoise *Phocoena phocoena* in The Netherlands: towards a favourable conservation status. NIOZ Report 2011-07, Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel, 183 pp.
- Camphuysen C.J. 2004. The return of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Dutch coastal waters. *Lutra* 47(2), 113-122.
- Camphuysen C.J. 2011. Recent trends and spatial patterns in nearshore sightings of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Netherlands (Southern Bight, North Sea), 1990-2010. *Lutra*, 54(1), 37-44.
- Dagleish M.P., Barley J., Finlayson J., Reid R.J., Foster G. 2008. *Brucella ceti* associated pathology in the testicle of a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). *Journal of Comparative Pathology* 139(1), 54-59.
- Davison N., Barnett J., Rule B., Chappell S., & Wise G. 2010. Group B Salmonella in lungworms from a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). *Veterinary Record*, 167(9), 351-352.
- de Haan D., von Benda-Beckmann S., Geelhoed S.C.V., & Lagerveld S. 2015. Potential effects of seismic surveys on harbour porpoises. IMARES Wageningen UR Report number C126/15.
- Di Renzo, L., Di Francesco, G., Profico, C., Di Francesco, C. E., Ferri, N., Averaimo, D., & Di Guardo, G. (2017). *Vibrio parahaemolyticus*-and *V. alginolyticus*-associated meningo-encephalitis in a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from the Adriatic coast of Italy. *Research in veterinary science*, 115, 363-365.
- Foster G., Patterson I.A.P., & Munro D.S. 1999. Monophasic group B Salmonella species infecting harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) inhabiting Scottish coastal waters. *Veterinary Microbiology*, 65(3), 227-231.
- Foster G., Whatmore A.M., Dagleish M.P., Malnick H., Gilbert M.J., Begeman L., ... & IJsseldijk L.L. 2019. Forensic microbiology reveals that *Neisseria animaloris* infections in harbour porpoises follow traumatic injuries by grey seals. *Scientific Reports*, 9(1), 1-8.
- Geelhoed S.C.V. & Scheidat M. 2018. Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017. *Lutra* 61(1), 127-136.
- Geelhoed S.C.V., Scheidat M., Bemmelen van R.S.A. & Aarts G. 2013. Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys in July 2010-March 2011. *Lutra* 56(1): 45-57.
- Gilles A., Scheidat M., & Siebert U. 2009. Seasonal distribution of harbour porpoises and possible interference of offshore wind farms in the German North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 383, 295-307.
- Gulland, F., & Hall, A. J. (2007). Is marine mammal health deteriorating? Trends in the global reporting of marine mammal disease. *EcoHealth*, 4(2), 135-150.

- Haelters J., Kerckhof F., Jacques T.G. & Degraer S. 2011. The harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Belgian part of the North Sea: trends in abundance and distribution. *Belgian Journal of Zoology* 141(2), 75-84.
- Halpern B.S., Frazier M., Potapenko J., Casey K.S., Koenig K., Longo C., ... & Walbridge S. 2015. Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications*, 6, 7615.
- Halpern B.S., Walbridge S., Selkoe K.A., Kappel C.V., Micheli F., D'agrosa C., ... & Fujita R. 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865), 948-952.
- Hammond P.S., Berggren P., Benke H., Borchers D.L., Collet A., Heide-Jørgensen M.P., ... & Øien N. 2002. Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. *Journal of Applied Ecology* 39(2), 361-376.
- Hammond P.S., Lacey C., Gilles A., Visquerat S., Borjesson P., Herr H., Macleod K., Ridoux V., Santos M.B., Scheidat M., Teilmann J., Vingada J., Oien N. 2017. Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS -III aerial and shipboard surveys.
- Higgins, R. 2000. Bacteria and fungi of marine mammals: A review. *The Canadian Veterinary Journal*, 41(2), 105.
- IJsseldijk L.L. & Geelhoed S.C.V. 2016. Fox scavenging mutilations on dead harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). IMARES Wageningen WUR, rapport C036/16.
- IJsseldijk L.L. & ten Doeschate M.T., Brownlow A., Davison N.J., Deaville R., Galatius A., ... & Heesterbeek, H. (2020). Spatiotemporal mortality and demographic trends in a small cetacean: Strandings to inform conservation management. *Biological Conservation*, 249, 108733.
- IJsseldijk L.L. (Ed). 2020. Onderzoeksresultaten gestrande walvisachtigen 2020. Pathologie, life history en dieet onderzoek. Rapport Universiteit Utrecht, Departement Biomolecular Health Sciences, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht
- IJsseldijk L.L., Brownlow A.C., & Mazzariol S. (eds.). 2019. Best practice on cetacean post-mortem investigation and tissue sampling. Joint ACCOBAMS and ASCOBANS document: osf.io/zh4ra.
- IJsseldijk L.L., Scheidat M., Siemensma M., Couperus B., Leopold M.F., Morell M., Gröne A., Kik M.J.L. 2020 The challenging diagnosis of bycatch: Post-mortem findings in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) retrieved from gillnets. *Veterinary Pathology*, 0300985820972454.
- IJsseldijk L.L., ten Doeschate M.T., Davison N.J., Gröne A., & Brownlow A.C. 2018. Crossing boundaries for cetacean conservation: Setting research priorities to guide management of harbour porpoises. *Marine Policy*, 9577-84.
- IJsseldijk, L.L., Camphuysen, K.C., Keijl, G. O., Troost, G., & Aarts, G. (2021). Predicting harbor porpoise strandings based on near-shore sightings indicates elevated temporal mortality rates. *Frontiers in Marine Science*, 8.
- IJsseldijk, L.L. (2021). Living on a knife-edge: Unravelling harbour porpoise health through multidisciplinary and cross-border approaches (Doctoral dissertation, Utrecht University).
- IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, L. Solé & A. Gröne (2017). Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2016. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR. WOT-technical report 96. 41 blz.; 10 fig.; 3 tab.; 13 ref; 2 Bijlagen.
- Jepson P.D., Deaville R., Barber J.L., Aguilar À., Borrell A., Murphy S., ... & Cunningham A.A. 2016. PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters. *Scientific Reports*, 6, 18573.
- Kapetanou A. & IJsseldijk L.L., Willems D.S., Broens E.M., Everaarts E., Buil J.B., ... & Gröne, A. (2020). Mycotic infections in free-ranging harbor porpoises (*Phocoena phocoena*). *Frontiers in Marine Science*, 7, 344.
- Kuiken T. & Garcia-Hartmann M., 1993. Proceedings of the first ECS workshop on cetacean pathology: dissection techniques and tissue sampling, Leiden, The Netherlands. *ECS Newsletter* 17: 1-39.
- Leeney R.H., Amies R., Broderick A.C., Witt M.J., Loveridge J., Doyle J., & Godley B.J.. 2008. Spatio-temporal analysis of cetacean strandings and bycatch in a UK fisheries hotspot. *Biodiversity and Conservation*, 17(10), 2323.
- Leopold M.F., Begeman L., Bleijswijk J.D.L. van, IJsseldijk L.L., Witte H & Gröne A. 2015. Exposing the grey seal as a major predator of harbour porpoises. *Proceedings of the Royal Society Biology* 282: 20142429.

- Lockyer C. 2003. Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the North Atlantic: Biological parameters. NAMMCO Scientific Publications, 5, 71-89.
- Madsen P.T., Wahlberg M., Tougaard J., Lucke K., & Tyack A.P. 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. Marine Ecology Progress Series, 309, 279-295.
- Maio, E., Begeman L., Bisselink Y., van Tulden P., Wiersma L., Hiemstra S., ... & van der Giessen J. 2014. Identification and typing of *Brucella* spp. in stranded harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch coast. Veterinary Microbiology 173(1-2), 118-124.
- Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, 2020. Updated Conservation Plan for the Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in the Netherlands: maintaining a Favourable Conservation Status.
- Moore SE. 2008. Marine mammals as ecosystem sentinels. Journal of Mammalogy, 89(3), 534-540.
- Morell, M., Brownlow, A., McGovern, B., Raverty, S. A., Shadwick, R. E., & André, M. (2017). Implementation of a method to visualize noise-induced hearing loss in mass stranded cetaceans. *Scientific reports*, 7(1), 1-8.
- Peltier H., Baagøe H.J., Camphuysen C.J., Czeck P., Dabin W., Daniel P., ... & Ridoux V. 2013. The stranding anomaly as population indicator: the case of harbour porpoise *Phocoena phocoena* in North-Western Europe. PLoS ONE 8(4), e62180.
- Pierce G.J., Santos M.B., Murphy S., Learmonth J.A., Zuur A..F, Rogan E., ... & Zegers B.N. 2008. Bioaccumulation of persistent organic pollutants in female common dolphins (*Delphinus delphis*) and harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from western European seas: Geographical trends, causal factors and effects on reproduction and mortality. Environmental Pollution, 153(2), 401-415.
- Sanderson, C. E., & Alexander, K. A. (2020). Unchartered waters: Climate change likely to intensify infectious disease outbreaks causing mass mortality events in marine mammals. *Global Change Biology*, 26(8), 4284-4301.
- Sierra E., Fernandez A., Felipe-Jiménez I., Zucca D., Díaz-Delgado J., Puig-Lozano R., ... & Arbelo M. (2020). Histopathological Differential Diagnosis of Meningoencephalitis in Cetaceans: Morbillivirus, Herpesvirus, *Toxoplasma gondii*, *Brucella* sp., and *Nasitrema* sp. *Frontiers in Veterinary Science*, 7.
- ten Doeschate M.T., IJsseldijk L.L., Hiemstra S., de Jong E.A., Strijkstra A., Gröne A. & Begeman L. 2017. Quantifying parasite presence in relation to biological parameters of harbour porpoises *Phocoena phocoena* stranded on the Dutch coast. *Diseases of Aquatic Organisms* 127(1), 49-56.
- Terio, K. A., McAloose, D., & Leger, J. S. (Eds.). (2018). *Pathology of wildlife and zoo animals*. Academic Press.
- van Beurden S.J., IJsseldijk L.L., Cremers H.J., Gröne A., Verheije M.H., & Begeman L. 2014. *Anisakis* spp. induced granulomatous dermatitis in a harbour porpoise *Phocoena phocoena* and a bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 112(3), 257-263.
- van Beurden S.J., IJsseldijk L.L., Ordonez S.R., Förster C., de Vrieze G., Gröne A., ... & Kik M. 2015. Identification of a novel gammaherpesvirus associated with (muco) cutaneous lesions in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Archives of Virology*, 160(12), 3115-3120.
- van Bleijswijk, J. D., Begeman, L., Witte, H. J., IJsseldijk, L. L., Brasseur, S. M., Gröne, A., & Leopold, M. F. (2014). Detection of grey seal *Halichoerus grypus* DNA in attack wounds on stranded harbour porpoises *Phocoena phocoena*. *Marine Ecology Progress Series*, 513, 277-281.
- van den Heuvel-Greve, M. J., van den Brink, A. M., Kotterman, M. J., Kwadijk, C. J., Geelhoed, S. C., Murphy, S., ... & IJsseldijk, L. L. (2021). Polluted porpoises: Generational transfer of organic contaminants in harbour porpoises from the southern North Sea. *Science of the Total Environment*, 796, 148936.
- von Benda-Beckmann A.M., Aarts G., Sertlek H.Ö., Lucke K., Verboom W.C., Kastelein R.A., ... & Ainslie M.A. 2015. Assessing the Impact of Underwater Clearance of Unexploded Ordnance on Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Southern North Sea. *Aquatic Mammals*, 41(4).
- Weijs, L., Dirtu, A. C., Das, K., Gheorghe, A., Reijnders, P. J., Neels, H., ... & Covaci, A. (2009). Interspecies differences for polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in marine top predators from the Southern North Sea: Part 1. Accumulation patterns in harbour seals and harbour porpoises. *Environmental pollution*, 157(2), 437-444.

Wisniewska D.M., Johnson M., Teilmann J., Siebert U., Galatius A., Dietz R., & Madsen P.T. 2018. High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 285(1872), 20172314.

Begrippenlijst

Antropogeen: door mensen teweeggebracht

Atrofie: afname van weefsel- of orgaanmassa

Cerebellum: kleine hersenen

Cerebrum: grote hersenen

Dystocia: problemen bij geboorte

Etiologie: oorzaak leer

Etiologische agent: de veroorzaker (hier vooral: een bepaald micro-organisme)

Hematoom: plaatselijke ophoping van (gestold) bloed, ook wel: bloeditstorting

Histologie: weefselleer, ook wel: microscopie

Hypothermie: onderkoeling

Immunosuppressief: onderdrukking van het immuunsysteem

Interspecifieke interacties: interacties tussen soortgenoten

Intraspecifieke interacties: interacties tussen verschillende soorten

De partus/in partu: de bevalling/aan het bevallen

Meconium: eerste ontlasting die gevormd wordt wanneer de foetus zich nog in de baarmoeder bevindt

Mutilatie: verminking, verwonding of ernstige beschadiging

Mycologie: onderzoek naar schimmels (fungi)

Mycotisch: door schimmels veroorzaakt

Necrose: onomkeerbare celdood

Nematoden: rondwormen

Neonaat: pasgeborene

Pathologie: ziekteleer

Postmortaal: na de dood

Rostrum: snuit bij zoogdieren

Verantwoording

WOT-technical report: 218

BAPS-projectnummer: WOT-04-009-047.05

Dit project werd begeleid door dr. Lonneke IJsseldijk en prof. Andrea Gröne (Universiteit Utrecht). De werkwijze werd afgestemd met de opdrachtgever van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, en de projectleider van Wageningen Marine Research. Het pathologisch onderzoek werd uitgevoerd volgens internationaal gestandaardiseerde methoden, door dierenarts en specialist in opleiding pathologie Linde van Schalkwijk (MSc) en erkend veterinaire specialist dr. Marja Kik. De faculteit Diergeneeskunde, afdeling Pathologie, heeft een ontheffing voor het vervoeren, afleveren en onder zich hebben van beschermde inheemse zoogdieren (*Mammalia*), vogels (*Aves*), reptielen (*Reptiles*) en amfibieën (*Amphibia*) en producten van beschermde uitheemse diersoorten, onder artikel 3.6, tweede lid, van de Wet Natuurbescherming met kenmerk Wnb/2018/039 en einddatum 1 februari 2024 ten behoeve van onderzoek en onderwijs.

Naast Anne-Marie Svoboda (ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit) en Steve Geelhoed (Wageningen Marine Research) heeft Martin Baptist, themaleider Informatievoorziening Natuur bij de WOT Natuur & Milieu deze rapportage beoordeeld.

De auteurs bedanken alle betrokkenen voor hun bijdrage aan het tot stand komen van deze rapportage.

Akkoord Extern contactpersoon

functie: senior beleidsmedewerker

naam: Anne-Marie Svoboda

datum: 24-3-2022

Akkoord Intern contactpersoon

naam: Martin Baptist

datum: 23-3-2022

Bijlage 1 Doodsoorzaakcategorieën

Op alfabetische volgorde:

Bijvangst

De categorie bijvangst wordt onderverdeeld in vier subcategorieën: zekere bijvangst, zeer waarschijnlijk bijvangst, waarschijnlijk bijvangst en mogelijk bijvangst, om de mate van onzekerheid aan te kunnen geven. Het gebruik van de categorie 'zekere bijvangst' wordt uitsluitend gebruikt voor dieren waarvan bekend is dat ze door vissers uit een net gehaald zijn en waarbij de autopsie heeft kunnen aantonen dat de bijvangst hoogstwaarschijnlijk de doodsoorzaak was. De feitelijke doodsoorzaak in de categorie bijvangst is verstikking in visnetten. Bijvangst is altijd een diagnose die gesteld wordt door o.a. het uitsluiten van andere doodsoorzaken, maar of dit mogelijk is, hangt af van de rottingsstaat van het dier. De aanwezigheid van afdrucken van netten (vaak als inkepingen op de vinnen) is een aanwijzing voor bijvangst. Daarnaast wijst een goede voedingstoestand en onverteerde prooi in de maag op een acute dood, waar bijvangst er één van is. Een andere aanwijzing voor verstikking is aanwezigheid van ernstig longoedeem. Dit laatste is zeer aspecifiek en komt bij veel andere doodsoorzaken ook voor. Bij de diagnoses bijvangst werd eveneens gebruik gemaakt van de 'Review of the Criteria for the Diagnosis of Bycatch' (Kuiken & García Hartmann 1993, IJsseldijk et al. 2020). De gerapporteerde 'maaginhoud' bevindingen in deze rapportage zijn tijdens macroscopisch onderzoek geobserveerd. Uitgebreid dieetonderzoek wordt uitgevoerd door dr. M.F. Leopold (WMR) en elders gerapporteerd.

Grijzezeehondslachtoffers

De categorie 'aanval door grijze zeehond' is in 2013 toegevoegd naar aanleiding van het vinden van DNA van grijze zeehond in bijtewonden van drie dood gevonden, maar heel verse, gemutileerde bruinvissen (Van Bleijswijk et al. 2014). Histologisch onderzoek naar de bijtewonden heeft aangetoond dat deze wonden zijn aangericht terwijl de bruinvis nog in leven was. Naar aanleiding van de karakteristieken van deze wonden is retrospectief gekeken naar de fotodatabase (Leopold et al. 2015). Bruinvissen met soortgelijke verwondingen zijn met de vernieuwde kennis op het gebied van deze interactie tussen twee toppredatoren, gerevalueerd. Op basis daarvan is met terugwerkende kracht de doodsoorzaak van de dieren met vergelijkbare wonden veranderd in grijzezeehondaanval. De categorie 'grijzezeehondslachtoffers' wordt ingedeeld in twee subcategorieën: 'acuut' en 'subacuut/chronisch'. De eerste omvat alle bruinvissen die direct aan de aanval overleden; meestal ten gevolge van bloedverlies of verdrinking; die met grote mutilaties en waarbij de wondranden en bijtewonden in het leven zijn aangebracht en geen tekenen van heling tonen. De groep 'subacuut/chronisch' bestaat uit alle bruinvissen die geen grote mutilaties hebben, maar bijtewonden die gekenmerkt worden door tekenen van heling of ontsteking. Deze groep heeft de directe aanval overleefd, maar is alsnog overleden ten gevolge van de wonden, bijvoorbeeld door bloedvergiftiging of moeilijkheden met zwemmen veroorzaakt door de wond (Foster et al. 2019).

Infectieziekten

Qua ziekteverwekkers kan worden gedacht aan bacteriën, parasieten, schimmels en virussen. Wanneer ontstekingen gevonden worden in organen die ernstig genoeg zijn om de doodsoorzaak te kunnen verklaren, wordt de doodsoorzaak geclassificeerd als 'infectieus'. Vervolgens zal worden geprobeerd om de ziekteverwekker aan te tonen met aanvullend onderzoek, zoals bijvoorbeeld bacterie- of schimmelkweek.

Overig

Deze categorie is toegevoegd voor de doodsoorzaken anders dan die binnen de andere categorieën passen. Deze doodsoorzaken kwamen veel kleinschaliger voor en zijn daarom samengevoegd in deze categorie.

(Peri-)neonatale sterfte en verhongering

Pasgeborenen zijn het meest gevoelig voor acute verhongering. Ze hebben een groot lichaamsoppervlakte ten opzichte van hun lichaamsinhoud, en zijn nog immatuur qua metabolisme. Verhongering van pasgeborenen kan veroorzaakt worden door een moeder die te weinig melk produceert, of omdat pasgeborenen en moeder van elkaar zijn gescheiden, bijvoorbeeld door een verstoring in het habitat. Daarnaast zijn kenmerkende bevindingen binnen deze categorie perinatale asfyxie (zuurstofgebrek bij geboorte) of subcutane bloeding en bloedingen in het centrale zenuwstelsel, bijvoorbeeld als gevolg van klemzitten tijdens de partus.

Trauma

Stomp trauma kenmerkt zich door de aanwezigheid van bloedingen in onder meer het centrale zenuwstelsel (brein, ruggenmerg) of onderhuids. Ook kunnen botbreuken aanwezig zijn, maar zonder dat er extern letsel zichtbaar is (dus vaak geen externe wonden). De oorzaak is een harde klap, bijvoorbeeld met de boeg van een schip, tegen een havenhoofd of palen in het water, maar meestal is het niet mogelijk de exacte oorsprong van dergelijke trauma's aan te wijzen. Scherp trauma kenmerkt zich door grote snedes (laceraties) waarbij meestal ook botbreuken alsmede amputaties aanwezig zijn. De meest waarschijnlijke oorzaak is een botsing met een scheepsschroef.

Vermagering

Vermagering is het proces van langere tijd (dagen/weken tot maanden) niet genoeg voedsel vinden of kunnen vangen, waardoor dieren ernstig vermageren. De diagnose vermagering vormt een diagnostische uitdaging, omdat bij deze dieren vaak geen duidelijke aanwijzing is voor de exacte doodsoorzaak. Er wordt aangenomen dat bij een blubberdikte van minder dan één centimeter een bruinvis zeer vermagerd is. Hier kunnen bruinvissen aan sterven, bijvoorbeeld door hypothermie (onderkoeling). Vermagering wordt dus toegewezen aan dieren met een zeer dunne blubberlaag, waarbij andere doodsoorzaken onwaarschijnlijk of onvindbaar waren.

Bijlage 2 Basisgegevens bruinvissen 2021

UT	Dd	Mm	Yy	Strandingslocatie	leeftijd	geslacht	DCC	NCC	TL (cm)
1833	8	1	2021	Westkapelle, strand Joossesweg	A	M	2	3	138
1834	11	1	2021	Domburg	J	M	2	2	110
1835	17	1	2021	Bloemendaal aan Zee	A	M	1	2	140
1836	18	1	2021	Den Helder paal 1,750 nabij de donkere duinen	J	M	2	2	114
1837	21	1	2021	Petten (Noord)	J	F	3	1	125
1838	24	1	2021	Noordwijk t.h.v. De Nora	J	M	2	6	97
1839	26	1	2021	Vlieland	J	F	2	1	120
1840	27	1	2021	Oranjedijk Vlissingen (Zeeland)	A	M	2	3	139
1841	1	2	2021	Egmond	A	F	3	4	148
1842	9	2	2021	Ouddorp, Flaauwe werk (Zeedijk en strand)	A	M	3	2	144
1843	18	2	2021	Texel, De Cocksdorp	J	F	2	3	119
1844	20	2	2021	Camperduin, trektepost	A	M	2	4	143
1845	27	2	2021	Egmond aan Zee, Paal 37.750	A	F	2	1	132,5
1846	26	2	2021	Den Haag, Kijkduin strand/Puinduinen/Loosduinen	J	M	2	1	121
1847	26	2	2021	Westkapelle, strand Joossesweg	J	F	2	1	115
1848	27	2	2021	Wierum	J	M	2	5	118
1849	10	3	2021	Burghsluis- Zeedijk en Haven	J	M	2	1	110
1850	13	3	2021	Renesse - Duin en strand Noordwest van Renesse	J	F	2	1	112
1851	15	3	2021	Katwijk, nabij Strandhuys Katwijk	J	F	2	2	127
1852	21	3	2021	Vlieland, Strand de Vliehors	J	M	2	4	111
1853	28	3	2021	Texel, De Hors	A	F	2	4	160,5
1854	4	4	2021	Oosterschelde, nabij Colijnsplaat	A	F	2	1	159
1855	7	4	2021	Egmond aan den Hoef	A	M	3	4	140
1856	13	4	2021	Oosterschelde, Keetenweg 10	A	M	3	6	140
1857	22	4	2021	Wemeldinge-Zeedijk	A	F	3	1	159
1858	22	4	2021	Tussen Egmond en Castricum	A	F	3	4	160,5
1859	8	5	2021	Burghsluis	A	M	2	5	142
1860	7	5	2021	Scheveningen strand	J	F	2	5	122
1861	14	5	2021	Dishoek - Duinen en strand Westduin	A	M	1	6	133
1862	30	5	2021	Schiermonnikoog	N	M	3	6	75,5
1863	31	5	2021	Elburg	A	F	2	4	159,5
1864	4	6	2021	Noordwijk	N	M	2	5	82
1865	15	6	2021	Noordwijk	N	F	3	5	70,5
1866	15	6	2021	Ameland, Hollum paal 4.2	A	M	3	6	134,7
1867	21	6	2021	Ameland	J	M	2	6	117
1868	25	6	2021	Banjaard, Kamperland	N	M	2	5	72
1869	1	7	2021	Oostkapelle	A	F	1	4	165
1870	18	7	2021	Terschelling Dijkpaal 5.5	N	F	2	6	85,5
1871	19	7	2021	Ameland paal 16	N	M	1	3	89,2
1872	20	7	2021	Terschelling	N	M	6	6	81,5
1873	6	8	2021	Westkapelle	J	M	2	2	103
1874	18	8	2021	Tussen Ballum en de Vuurtoren, gebied het Groene strand	A	M	2	2	125,5
1875	19	8	2021	Termuntenzijl/Eems	J	M	2	5	105,5

1876	27	7	2021	Zandmotor voorbij Monster	A	F	4	3	144
1879	16	9	2021	Meijendel (tussen Scheveningen en Wassenaar)	J	F	1	1	101
1900	19	8	2021	Westenschouwen	J	M	2	6	95
1901	25	11	2021	Strand Weelde nabij Strandpaviljoen Groede A aan Zee		M	2	6	133
1902	17	9	2021	Hansweert	J	M	2	4	97
1903	5	9	2021	Walsoorden, voormalig veerhaven	A	M	3	5	143
1904	3	9	2021	Perkpolder Kamperland	A	M	3	6	148
1905	19	8	2021	Kijkduin	J	M	2	1	101
1906	2	9	2021	Hoek van Holland, Kapittelduinen	J	M	2	6	126,5
1907	2	12	2021	Ouddorp Paal 1175	J	M	2	1	119
1908	14	12	2021	Noord van Bloemendaal	A	M	2	4	142

Verschenen in de reeks Technical reports van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

200	J.J.T.I. Boesten, M.M.S. ter Horst (2021). <i>Manual for PEARLNEQ v6.</i>	213	During, R., R.I. van Dam, J.L.M. Donders, J.Y. Frissel, K. van Assche (2022). <i>Veerkracht in de relatie mens-natuur; De cursus omgaan met tegenslag gaat morgenavond wederom niet door (Herman Finkers)</i>
201	Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2021). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2021.</i>	214	Sanders, M.E., G.W.W. Wamelink, R. Jochem, H.A.M. Meeuwsen, D.J.J. Walvoort, R.M.A. Wegman, H.D. Roelofsen, R.J.H.G. Henkens (2022). <i>Milieucondities en ruimtelijke samenhang natuurgebieden; Technische achtergronden indicatoren digitale Balans van de Leefomgeving 2020.</i>
202	M.E. Sanders, H.A.M Meeuwsen, H.D. Roelofsen, R.J.H.G. Henkens (2021). <i>Voortgang natuurnetwerk en areaal beschermd natuurgebied. Technische achtergronden bij de digitale Balans van de Leefomgeving 2020.</i>	215	Chouchane H., A. Jellema, N.B.P. Polman, P.C. Roebeling (2022). <i>Scoping study on the ability of circular economy to enhance biodiversity; Identifying knowledge gaps and research questions.</i>
203	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, G.L. Velthof, J. Vonk en T. van der Zee (2021). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2019.</i>	216	Bakker, G. (2022). <i>Hydrofysische gegevens van de bodem; Uitbreiding gegevens in 2021 en overdracht naar de Basisregistratie Ondergrond.</i>
204	Ijsseldijk, L.L., van Schalkwijk, L., M.J.L. Kik & A. Gröne (2021). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2020. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i>	217	Arets, E.J.M.M., S.A. van Baren, H. Kramer, J.P. Lesschen & M.J. Schelhaas (2022). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands; Methodological background, update 2022.</i>
205	Kros, J., J.C.H. Voogd, J. van Os, L.J.J. Jeurissen (2021). <i>INITIATOR Versie 5 - Status A; Beschrijving van de kwaliteitseisen ter verkrijging van het kwaliteitsniveau Status A.</i>	218	Schalkwijk, L. van, M.J.L. Kik, A. Gröne & L.L. Ijsseldijk (2022). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2021; Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i>
206	Waenink, R., D.J. van der Hoek, B. de Knecht & J. Schütt (2021). <i>Aanbevelingen voor verbetering van de landelijke analyse van effect herstelmaatregelen op biodiversiteit; Verdiepende analyse in zes natuurgebieden.</i>		
207	Kamphorst, D.A., J.L.M. Donders, T.A. de Boer & J.G. Nuesink (2021). <i>Maatschappelijk debat naar aanleiding van het PAS-arrest en de mogelijke invloed op het natuurbeleid; Discours- en sociale media analyse naar aanleiding van het PAS arrest.</i>		
208	Schöll, L. van, R. Postma, P.A.I. Ehlert, L. Veenemans, D.W. Bussink (2022). <i>Opties voor opname van plant-biostimulanten in de Nederlandse Meststoffenwet; WP-2 Implementatie van VO-EU 2019/1009 in de Meststoffenwet.</i>		
209	Koffijberg K., P. de Boer, S.C.V. Geelhoed, J. Nienhuis, H. Schekkerman, K. Oosterbeek, J. Postma (2021). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2019.</i>		
211	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2021). <i>Status van de Nederlandse otterpopulatie: genetische variatie, mortaliteit en infrastructurele knelpunten in 2020.</i>		
212	Glorius, S.T. & A. Meijboom (2021). <i>Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; Periode 1995 tot en met 2020.</i>		



Thema Informatievoorziening Natuur

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 54 71
E info.wnm@wur.nl
wur.nl/wotnatuurenmilieu

ISSN 2352-2739

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

