



Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2020

Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken

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

| WOt-technical report 204



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

**Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit
Nederlandse wateren, 2020**

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 204 is het resultaat van onderzoek gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).

Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2020

Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken

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

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

BAPS-projectnummer WOT-04-009-047.05

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, mei 2021

WOT-technical report 204

ISSN 2352-2739

DOI 10.18174/544302

Referaat

IJsseldijk, L.L., van Schalkwijk, L., M.J.L. Kik & A. Gröne (2021). *Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2020; Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOT-technical report 204. 50 blz.; 9 fig.; 3 tab.; 69 ref; 3 Bijlagen.

In dit jaarrapport worden de resultaten gepresenteerd van pathologisch onderzoek aan gestrande bruinvissen in 2020. Een van de hoofddoelen van het onderzoek is het kwantificeren van sterfte van bruinvissen door menselijk toedoen. In 2020 zijn 49 dode bruinvissen onderzocht: 27 mannelijke en 22 vrouwelijke, 28 volwassen, 9 juveniel en 12 neonaat. Er werden daarnaast 3 foetussen gevonden. De meeste van de onderzochte bruinvissen waren gestorven door infectieziekten (37%) en grijze zeehond-aanvallen (20,4%). Trauma van andere oorsprong was de meest waarschijnlijke doodsoorzaak van 6 bruinvissen (12,2%) en bijvangst van één bruinvis (2%).

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

Abstract

IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, van Schalkwijk, L. & A. Gröne (2021). *Post-mortem research on porpoises (Phocoena phocoena) from Dutch waters, 2020. Biological data, health status and causes of death*. Wageningen, The Statutory Research Task Unit for Nature and the Environment (WOT Natuur & Milieu), WOT-technical report 204. 50 p.; 9 Figs; 3 Tabs; 69 Refs; 3 Annexes.

This annual report presents the results of post-mortem examinations of stranded harbour porpoises in 2020. One of the main objectives of the research is to quantify human-induced causes of death. In 2020, 49 dead harbour porpoises were examined: 27 males and 22 females, 28 adults, 9 juveniles and 12 neonates. In addition 3 foetuses were found. Most of the examined harbour porpoises died as a result of infectious diseases (37%) and grey seal attacks (20.4%). Trauma of other origin was the most likely cause of death for 6 porpoises (12.2%) and bycatch for one porpoise (2%).

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

Foto omslag: Afdeling Multimedia, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht

© 2021 **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/10.18174/544302> 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 2020 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 2021

Lonneke IJsseldijk

Inhoud

Woord vooraf	5
Inhoud	7
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 Doodsoorzaak categorieën	20
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 Grijze zeehond-aanval	25
4.2.4 Peri- en neonatale sterfte	26
4.2.5 Verhongering en vermagering	27
4.2.6 Trauma	27
4.2.7 Overig	28
4.2.8 Onbekend	28
4.3 Aanvullend onderzoek	29
4.3.1 Bacteriologie, mycologie en virologie	29
4.3.2 Parasitologie	30
5 Discussie en conclusies	31
Literatuur	35
Verantwoording	39
Begrippenlijst	41
Bijlage 1 Doodsoorzaak categorieën	43
Bijlage 2 Basisgegevens bruinvissen 2020	45
Bijlage 3 Adult-juvenielratio's	47

Samenvatting

Postmortaal onderzoek van bruinvissen en andere gestrande zeezoogdieren, vindt sinds december 2008 plaats bij de Afdeling Pathologie van het departement Biomolecular 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 het 'Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas (ASCOBANS)', dat sinds 1991 van kracht is.

Nederland heeft de verplichting zich in te zetten voor de instandhouding van de bruinvispopulatie in zijn 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'. Een 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 2020 zijn in totaal 49 bruinvissen onderzocht: 28 volwassenen, 9 juveniele dieren en 12 neonaten. De verdeling naar geslacht was 27 man en 22 vrouw. Daarnaast werden drie foetussen gevonden en bemonsterd: twee vrouwtjes en één mannetje.

Postmortaal onderzoek van negenenveertig casussen in 2020 heeft uitgewezen dat de meeste van de onderzochte dieren gestorven waren door een infectieziekte (18,4%). Grijsze zeehond-aanvallen waren doodsoorzaak van tien van de onderzochte bruinvissen (20,4%), peri- en neonatale problemen waren de oorzaak van stranding en/of sterfte bij negen pasgeborenen (18,4%) en trauma bij zes dieren (12,2%). Daarnaast stierven twee volwassen bruinvissen door voedseltekort (verhongering en vermagering, 4%), maar er konden geen redenen voor het voedseltekort worden vastgesteld. Bijvangst was de vermoedelijke doodsoorzaak van één bruinvis (2%). Eén dier strandde vermoedelijk ten gevolge van een eerdere grijsze zeehond-aanval, maar overleed door steektrauma, een ander dier stierf tijdens de bevalling (beide beschreven in de categorie 'overig', 4%). De doodsoorzaak van één bruinvis bleef onduidelijk.

Summary

Since December 2008 the Veterinary Pathology Diagnostic Centre at Utrecht University's Division of Pathology, Department of Biomolecular Health Sciences, has been carrying out post-mortem examinations of harbour porpoises and other stranded cetaceans. These examinations are carried out for the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality under the Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic 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 2020 a total of 49 harbour porpoises were examined: 28 adults, 9 juveniles and 12 neonates, of which 27 were males and 22 females. In addition, 3 fetuses, 2 females and 1 male, were found and samples taken for analysis.

Post-mortem examinations of 49 carcasses in 2020 showed that most of the animals had died from an infectious disease (n=9, 18.4%). Of the porpoises examined, 10 (20.4%) died from attacks by grey seal. Perinatal and neonatal problems were the cause of stranding and/or death of 9 neonates (18.4%) and trauma was the cause of 6 deaths (12.2%). In addition, 2 adult harbour porpoises died as a result of insufficient food intake (starvation and emaciation, 4%), but no reason for the shortage of food could be established. Bycatch was probably the cause of death of one of the animals (2%). One animal probably stranded as a result of an earlier grey seal attack, but died from traumatic injury; another animal died during delivery (both described in the 'other' category, 4%). The cause of death of one harbour porpoise remains unclear.

1 Inleiding

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veelvoorkomende soort in de Noordzee (Camphuysen & Peet, 2006; Geelhoed et al., 2013; Geelhoed & Scheidat, 2018) en grootschalige tellingen hebben 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 en de bruinvis is tussen 1960-1980 zelfs helemaal weggeweest uit Nederlandse wateren (Camphuysen, 2004; 2011; Haelters et al., 2011). Waarnemingen begonnen echter vanaf de jaren negentig weer sterk toe te nemen (Camphuysen & Siemensma, 2011) en dit ging gepaard met een toename in het aantal strandingen (IJsseldijk & Ten Doeschate et al., 2020; IJsseldijk et al., *in review*).

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 en er wordt gestreefd naar 0%.

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. Gezien het feit dat bruinvissen in grote aantallen 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 et al., *in review*). 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 naar bijvoorbeeld contaminanten en de voedselsamenstelling.

Een dergelijk efficiënt strandingsnetwerk is in Nederland aanwezig (data zichtbaar op www.walvisstrandings.nl), maar ook in andere omliggende Noordzeelanden. Een spatio-temporale trendanalyse van strandingsgegevens van 1990-2017, verzameld door de nationale strandingsnetwerken van Schotland, Engeland, België, Nederland, Duitsland en Denemarken, liet zien dat het strandingsaantal in voornamelijk de zuidelijke Noordzee significant gestegen is sinds 2005, terwijl dat in andere gebieden rond de Noordzee stabiel bleef. Het hoogste aantal dode bruinvissen werd op de Nederlandse kust gevonden en dit omvatte voornamelijk juveniele mannelijke dieren (IJsseldijk & Ten Doeschate et al., 2020). De stijging in strandingen is hoofdzakelijk toe te rekenen aan een stijging van de populatie in de zuidelijke Noordzee, want ook de kustwaarnemingen zijn in de afgelopen decennia flink toegenomen (data op www.trektellen.nl, IJsseldijk et al., *in review*). Vooral na 2010 en in het bijzonder in de zomer van 2011 bleek het aantal gestrande bruinvissen echter vele malen hoger dan te verwachten op basis van de waarnemingen (IJsseldijk et al., *in review*).

De Noordzee is een wereldwijde hotspot van antropogene activiteiten, waar bijna alle bekende antropogene stressoren voorkomen en elkaar overlappen (Halpern et al., 2008; 2015). Bruinvissen in de Noordzee worden beïnvloed door antropogene verstoring, zoals visserijactiviteiten (bijvangst en voedselconcurrentie (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., *in prep*), geluidsoverlast door scheepvaart (Wisniewska et al., 2018), seismische surveys en onderwaterexplosies (von Benda-

Beckmann et al., 2015; De Haan et al., 2015; Aarts et al., 2016) en, meer recent, de exponentiële groei van industriële offshore-activiteiten voor de grootschalige bouw van windparken (Madsen et al., 2006; Gilles et al., 2009). Dit benadrukt de noodzaak om door middel van de verkregen informatie tijdens postmortaal onderzoek dieper in te gaan op de gezondheidsstatus van de bruinvissen die in Nederland stranden en eventuele veranderingen daarbinnen over tijd en locaties te lokaliseren.

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. Van 2016 tot en met 2020 is financiering gegarandeerd, onder toezicht van Wageningen Marine Research (WMR). In dit jaarrapport wordt een overzicht gegeven van het in 2020 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 deze 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 spier voor onderzoek naar contaminanten (beide onderzoeken worden uitgevoerd in samenwerking met WMR). Ingevroren stukjes weefsel van (verse) bruinvissen worden 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 een melding van een verse dood gevonden bruinvis, nam het vrijwillige strandingsnetwerk contact op met de UU. Transport van het karkas werd 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 bestaan 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: neonat <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., 2015a, b), 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; zie Bernaldo de Quirós et al., 2018; IJsseldijk et al., 2020). Dit werd 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, gezamenlijk 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 hersenvocht of urine, eventueel na centrifugeren, op een glaasje te druppelen of door een orgaan op het glaasje af te drukken. Vervolgens werden de coupes (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 beoordeeld worden, verschillende typen ontstekingen worden vastgesteld en kan 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, rugspier, hersenen, thymus, schildklier,

longen en bijbehorende lymfeknoop, hart, magen, milt, pancreas, lever, bijnieren, nieren, darm en bijbehorende lymfeknoop, urineblaas, melkklier, geslachtsorgaan 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 heel dunne plakjes gesneden, waarna de coupes werden gekleurd met hematoxyline en eosine (H&E). Een veterinaire patholoog beoordeelde 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 immuunhistochemie), ontkalking van benigno 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 typeren. Indien infecties een direct aan de doodsoorzaak geassocieerde pathologie hebben, is aanvullend onderzoek ingesteld. In de volgende paragrafen volgt een beschrijving van het microbiologisch onderzoek dat is uitgevoerd bij gestrande bruinvissen in 2020. Een overzicht van de uitgevoerde testen is te vinden in Tabel 1. Daarnaast werd tijdens de autopsie de mate van parasitaire infectie gedocumenteerd alsmede de ernst van deze infectie(s) volgens methoden beschreven in Ten Doeschate et al. (2017).

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 hersenen en longweefsel werd daarnaast een extra plaat ingezet (zgn. chocoladeplaat); deze werd micro-aerofiel 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 van de Faculteit Diergeneeskunde (VMDC).

Daarnaast werd aandacht besteed aan het identificeren van bacteriële zoönosen. 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.

Virologie

Elk zoogdier kan geïnfecteerd zijn met tal van virussen, die met eigen diagnostisch onderzoek kunnen worden aangetoond, maar niet ieder virus hoeft (direct) een ziekteverwekker te zijn. In 2020 is aanvullend onderzoek ingezet naar het herpesvirus. Op basis van histologisch onderzoek werd een infectie met deze ziekteverwekkers verdacht. Daarnaast zijn alle bruinvissen, gestrand na 1 juni 2020, in DCC1-2 voor coronavirus getest. Aanvullend virologisch onderzoek werd door middel van polymerasekettingreactie (PCR) uitgevoerd en positieve resultaten werden gesequencet.

Herpesvirus

Herpesvirussen infecteren een brede range van gewervelde dieren en zijn over het algemeen gastheer-specifiek. Binnen de tandwalvissen zijn herpesvirusinfecties geassocieerd met huid-, genitale- en orale ontstekingen (o.a. Smolarek Benson et al., 2006; Van Beurden et al., 2015b; Van Elk et al., 2016), maar ook ernstigere hersenontstekingen (o.a. Kennedy et al., 1992) en fatale systemische infecties (o.a. Arbelo et al., 2010; 2012). Dieren met huidontstekingen en dieren waarbij histologisch aanwijzingen voor een virale hersenontsteking werden gevonden, zijn getest voor een herpesvirusinfectie volgens de methoden beschreven in VanDevanter et al. (1996).

Coronavirus

Het in 2019 opgekomen coronavirus SARS-CoV-2 heeft niet alleen impact op mensen, maar komt ook voor in het milieu en dieren in het wild. Zeezoogdieren lopen het risico middels riolering en afvalwater besmet te raken met SARS-CoV-2. Een studie naar het gevaar van deze pandemie voor zeezoogdieren concludeerde dat een verscheidenheid aan walvisachtigen, vinpotigen en otters en ijsberen vatbaar zijn voor SARS-CoV-2 op basis van aanwezige receptoren waar virusdeeltjes aan kunnen binden (Mathavarajah et al., 2021). De bruinvis werd daarbinnen gescoord als 'hoog vatbaar' en gezien de verspreiding in kustwateren en estuaria is besloten om longweefsel van verse bruinvissen (verzameld voor onderzoek na 1 juni 2020 bij het VMDC) middels PCR te testen op de aanwezigheid van het coronavirus. De PCR's werden uitgevoerd volgens gepubliceerde methoden (Corman et al., 2020).

Tabel 1 *Aanvullende testen*

Onderzoek	Organen	Aantal dieren	Volgens methoden
Bacteriologisch	Long	24	Algemene methoden volgens VMDC
	Lever	5	
	Huid	9	
	Maag	3	
	Brein	7	
	Darm	1	
	Milt	4	
	Schildklier	1	
	Genital abces	1	
	Pharynx abces	1	
	Baarmoeder/melkklier	4	
	Hartklep	1	
Bacteriologisch <i>Brucella spp.</i>	Brein	7	Maio et al. (2014)
Mycologisch	Long	3	Kapetanou & IJsseldijk et al. 2020
	Huid	1	
Virologisch <i>Herpesviridae</i>	Brein	4	VanDevanter et al. (1996)
	Huid	1	
	Slokdarm	1	
Virologisch <i>Coronaviridae</i>	Long	20	Corman et al. 2020

Parasitologie

Parasieten zijn veelvoorkomend in bruinvissen, vooral naarmate 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, matig 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.

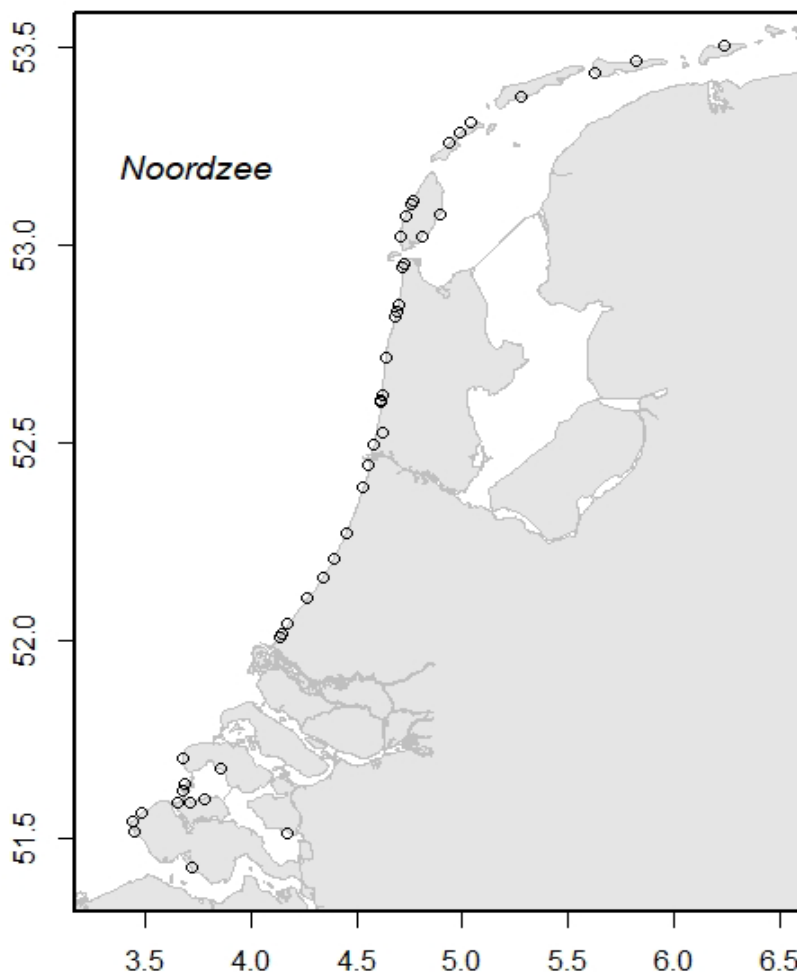
3.4 Doodsoorzaak categorieën

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 gebruikgemaakt van verschillende categorieën, gebaseerd op de opgedane kennis in voorgaande jaren: bijvangst, slachtoffer door aanval van grijze zeehond, infectieziekten, verhongering, vermagering, perinataal, trauma en overig (waaronder dystocia). De volledige omschrijving van deze categorieën staat in Bijlage 1.

4 Resultaten

4.1 Herkomst en biologische gegevens

Uit alle kustprovincies, met uitzondering van Groningen, zijn bruinvissen ontvangen. De meeste dieren kwamen van Noord-Holland (n=19), gevolgd door Zeeland (n=14) en Zuid-Holland (n=9). Van de Waddeneilanden zijn veertien bruinvissen onderzocht (waarvan zeven van Texel, drie van Vlieland, twee van Ameland en één van respectievelijk Terschelling en Schiermonnikoog) (Figuur 1, Bijlage 2). De meeste van de onderzochte bruinvissen strandden in juni (n=10) en juli (n=9), gevolgd door januari (n=8) en februari (n=5). Uit de maanden maart (n=3), april (n=1) en mei (n=4), augustus (n=4) september (n=3) en oktober (n=2) werden minder gestrande bruinvissen onderzocht. In november en december werden geen gestrande bruinvissen verzameld voor onderzoek.



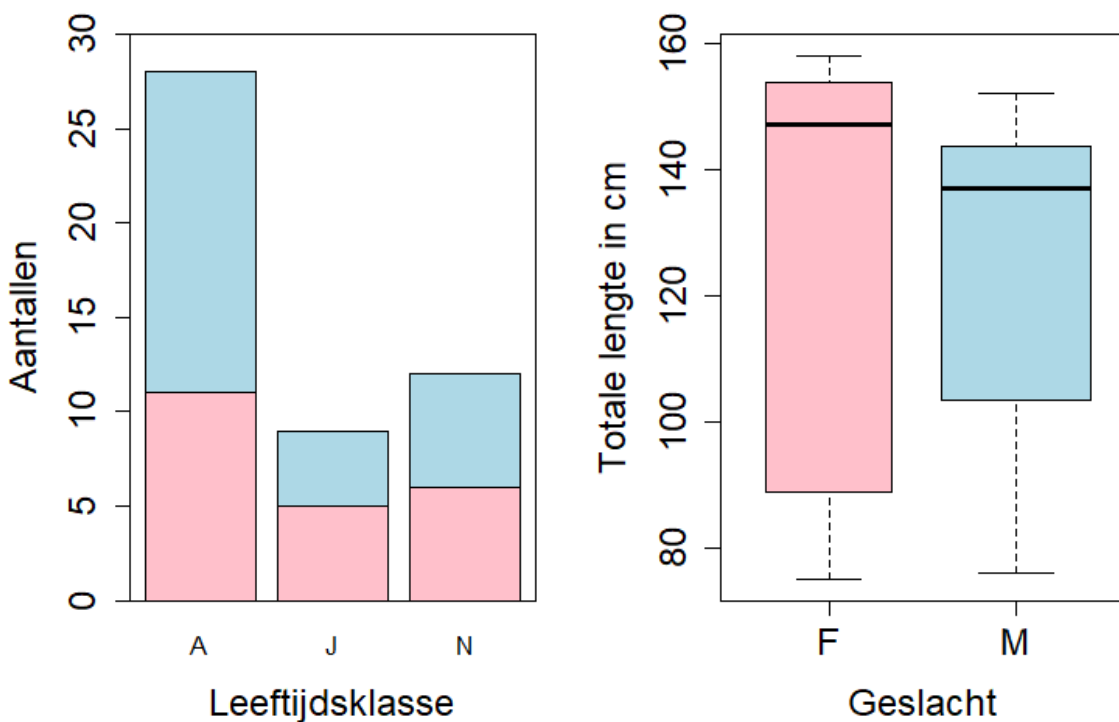
Figuur 1 Herkomst onderzochte bruinvissen 2020 (n=49).

Het grootste deel van de onderzochte dieren werd niet ingevroren voorafgaand aan de autopsie (86%). De meeste bruinvissen waren zeer vers (DCC1, 20%) of vers (DCC2, 53%) ten tijde van de sectie. De overige (27%) 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 28 volwassen bruinvissen, 9 juveniele dieren en 12 neonaten onderzocht. De verdeling naar geslacht was 27 man en 22 vrouw, en dat bleef redelijk constant over de verschillende leeftijdsklassen (Figuur 2 & 3). Daarnaast werden drie foetussen gevonden; twee vrouwtjes en één mannetje.

De neonaten (n=12) werden van juni tot september gevonden. Deze pasgeboren dieren waren gemiddeld 80,7 cm lang en gemiddeld 8,7 kg zwaar. Juveniele en volwassen dieren werden gedurende het hele jaar gevonden. Juveniele dieren hadden een gemiddelde totale lengte van 110,5 cm en een gemiddeld gewicht van 21 kg. De maximale totale lengte in de groep juvenielen was een vrouwelijk dier van 128 cm. Volwassen vrouwtjes (n=11) waren gemiddeld 152,7 cm lang en mannelijke dieren (n=17) waren kleiner, met 142,2 cm. De foetussen (n=3) werden gevonden in de maanden januari, februari en juni, met lengtes tussen de 29 en 74 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 van 49 casussen in 2020 heeft uitgewezen dat de meeste van de onderzochte dieren gestorven waren door een infectieziekte (18,4%). Tien bruinvissen stierven als gevolg van een grijze zeehond-aanval (20,4%), peri- en neonatale problemen waren de oorzaak van stranding en/of sterfte bij negen pasgeborenen (18,4%) en trauma bij zes dieren (12,2%). Daarnaast stierven twee volwassen bruinvissen door voedseltekort (verhongering en vermagering, 4%), maar kon geen oorzaak voor het voedseltekort worden vastgesteld. Eén bruinvis werd doodgestoken, een ander dier stierf tijdens de bevalling (beide beschreven in de categorie 'overig', 4%) en bijvangst was de vermoedelijke doodsoorzaak van één bruinvis (2%). De doodsoorzaak van één autolytische bruinvis bleef onduidelijk.

4.2.1 Infectieziekten

Achttien bruinvissen (37%) vielen in de doodsoorzaak categorie infectieziekten (UT1785, UT1786, UT1787, UT1791, UT1794, UT1797, UT1799, UT1800, UT1807, UT1809, UT1810, UT1819, UT1820, UT1821, UT1824, UT1827, UT1829 en UT1830). Dit waren veertien volwassen dieren (50% van alle onderzochte volwassen bruinvissen), een juveniel dier (11% van alle onderzochte juveniele bruinvissen) en drie neonaten (25% van de onderzochte neonaten). Zes bruinvissen in deze categorie zijn levend op het strand gevonden (UT1799, UT1800, UT1807, UT1810, UT1820 en UT1821).

Elf bruinvissen hadden middelmatige tot (zeer) ernstige ontstekingen in drie of meer organen (UT1785, UT1787, UT1791, UT1794, UT1797, UT1799, UT1800, UT1807, UT1810, UT1820, UT1827 en UT1830). Longontsteking werd het meest gediagnosticeerd in deze doodsoorzaakcategorie, namelijk bij vijftien van de achttien bruinvissen (83%). In veertien van deze vijftien bruinvissen waren parasieten in de longen aanwezig (alle behalve UT1820). Bij de veertien bruinvissen met parasieten in de longen waren de longontstekingen van acht dieren vermoedelijk volledig door de parasieten geïnduceerd (UT1785, UT1786, UT1791, UT1799, UT1800, UT1819, UT1821 en UT1830), terwijl bij vijf van de andere bruinvissen ook een schimmel (UT1809 en UT1829) of een bacteriële infectie (UT1794, UT1797 UT1810) in de longen aanwezig was. Er was één bruinvis met een longontsteking die volledig veroorzaakt was door een schimmelinfectie (UT1820).

Tien dieren uit de categorie 'infectieziekten' hadden een ontsteking in de hersenen of in het hersenvlies (UT1785, UT1787, UT1791, UT1794, UT1797, UT1799, UT1800, UT1807, UT1809, UT1810). Dit waren acht volwassenen, een juveniel en een neonaat. Evenveel mannelijke als vrouwelijke dieren waren aangedaan. 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 protozoa (Sierra et al., 2020). Vier van de bruinvissen hadden een bacteriële infectie van het centrale zenuwstelsel, bij één dier werd een schimmelinfectie aangetoond en de andere vijf bruinvissen werden verdacht van een virale of een co-infectie in het centraal zenuwstelsel.

In drie dieren (UT1785, UT1787 en UT1810) uit de 'infectieziekten'-categorie werd een bacteriële infectie aangetoond die zich via het bloed heeft verspreid naar verschillende organen (sepsis). Dit waren een adulte man, een adulte vrouw en een juveniel vrouwtje. De oorzaak van de sepsis was bij twee dieren een infectie met de bacterie *Yersinia pseudotuberculosis*, die uiteindelijk gekweekt werd uit long, lever, baarmoeder, melkklier en hersenen (Tabel 2). Macroscopisch werden deze infecties met name gekenmerkt door witgele, 1-2 mm vlekjes op en in de lever (Figuur 3). Microscopisch werd deze infectie met name gekenmerkt door acute celdood (necrose), bacterieophopingen en witte bloedcellen (neutrofiële granulocyten). Het derde dier had een sepsis veroorzaakt door twee verschillende bacteriën, namelijk *Shewanella putrefaciens* en *Klebsiella pneumoniae*, welke gekweekt werden uit long, hersenen en lever (Tabel 2). Macroscopisch waren met name een ernstige longontsteking, een mogelijke leverontsteking en een overmatige hoeveelheid hersenvocht gevonden. Microscopisch werd de longontsteking bevestigd en werd een overmaat aan ontstekingscellen in de lever gezien.



Figuur 3 Lever van UT1785: 1-2mm grootte, gering verheven wit tot gele gebieden waar microscopisch dode cellen (necrose), bacterieophopingen en witte bloedcellen (neutrofiële granulocyten) zichtbaar waren. Bacteriologisch onderzoek toonde aan dat de leverontsteking werd veroorzaakt door een *Yersinia pseudotuberculosis*-infectie.

Andere dieren uit deze doodsoorzaakcategorie strandden of overleden door wat minder frequent gevonden infecties. Bij twee levend gestrande neonaten met zeer ernstige huidontstekingen werd een herpesinfectie in de huidlaesies aangetoond (UT1820 en 1824), waarbij bij één van deze jonge bruinvisen ook het hoornvlies en het netvlies ernstig waren ontstoken. Een mannelijk levend gestrande volwassen bruinvis (UT1821) had een ernstige ontsteking aan de lagere urinewegen die werd gekenmerkt door de aanwezigheid van stenen in onder andere de blaas. Hierdoor ontstond een blokkade en urine kon niet goed afgevoerd worden. Als gevolg hiervan ontstond nierfalen en is de bruinvis uiteindelijk overleden. Een ander mannelijk volwassen dier (UT1819) had een zeer slechte voedingstoestand en had een ernstige bacteriële ontsteking aan twee hartkleppen. De laatste bruinvis in deze categorie, ook een mannelijke volwassen bruinvis met een slechte voedingstoestand, overleed door een maagverstopping die werd veroorzaakt door een parasitaire infectie (UT1786). De wand van de eerste maag was verdikt en bevatte ernstige bloedingen aan de buitenzijde. De eerste maag was gevuld met een grote hoeveelheid ingedroogde visresten, zand en parasieten (Figuur 4). Rondom de overgang van de eerste naar de tweede maag waren verdikkingen in de wand aanwezig die parasieten bevatten (parasitaire noduli t.g.v. een *Pholeter gastrophilus*-infectie). Door deze verdikkingen werd de doorgang geblokkeerd en kon er geen doorstroom van voedsel meer plaatsvinden (maag-impactie). Ook de maagwand van de tweede maag was ernstig ontstoken. Voor de mate van parasitaire infecties in alle onderzochte dieren: zie Tabel 3.



Figuur 4 Maag van UT1786, de eerste maag is overmatig gevuld met droge visresten, parasieten en zand. Ter hoogte van de doorgang van de eerste naar de tweede maag waren parasitaire noduli aanwezig die de doorgang blokkeerden, waardoor er geen doorstroom van voedsel meer mogelijk was (maag-impactie).

4.2.2 Bijvangst

In 2020 werd één gestrande bruinvis onderzocht die als vermoedelijke doodsoorzaak bijvangst had (UT1803). UT1803 was een volwassen mannelijk dier dat eind mei dood werd aangetroffen op het strand van Domburg in geringe staat van ontbinding. Deze bruinvis had vermoedelijke inkepingen van netten op de vinnen en meerdere ribbreuken met bloedingen. Naast een milde longontsteking werden geen andere afwijkingen aangetroffen.

4.2.3 Grijs zeehond-aanval

Tien bruinvissen (20,4%) vielen in de categorie grijze zeehond-aanval. Deze categorie kan worden opgesplitst in twee groepen: bruinvissen die direct overlijden door een grijze zeehond-aanval en bruinvissen die later als gevolg van bijtewonden sterven. De acute gevallen tonen grote mutilaties met bijtewonden en reflecteren dieren die direct ten prooi zijn gevallen aan zeehonden. In 2020 kwamen externe wonden bij twee bruinvissen overeen met wonden die veroorzaakt worden door een grijze zeehond in een predatieaanval (UT1789 en UT1825; zie ook Leopold et al., 2015). UT1789 was een juveniel mannelijk dier dat in januari dood op het strand van Westkapelle werd aangetroffen. Deze bruinvis had een mutilatie op het staartstuk en ter hoogte hiervan een compleet gebroken wervelkolom. Hoewel deze bruinvis vermoedelijke acuut stierf, ontbraken grote mutilaties, wat suggereert dat de predatiepoging niet gelukt was of dat er in ieder geval niet van de bruinvis gegeten was. De bruinvis was in zeer goede voedingstoestand (NCC1) en had zelf recentelijk gegeten. Er werden geen andere afwijkingen zoals ontstekingen gevonden. UT1825 was een volwassen vrouw in middelmatige voedingstoestand (NCC3) en werd in juli dood gevonden op het strand van Egmond. De bruinvis was lacterend en het was duidelijk dat ze recentelijk bevallen was. Er werden geen tekenen van ziekten of andere afwijkingen aangetroffen. Hoewel ze alleen werd aangetroffen, is het waarschijnlijk dat ook haar kalf het niet heeft overleefd.

Acht andere bruinvissen stierven als gevolg van interacties met grijze zeehonden (UT1790, UT1792, UT1793, UT1796, UT1798, UT1801, UT1802 en UT1818). Dit waren vijf volwassen dieren en drie juveniele bruinvissen, waarvan vier mannelijk en vier vrouwelijk. UT1796 werd levend aangetroffen en overleed op het strand, de andere bruinvissen werden dood gevonden. Deze dieren overleden door infectie van de bijtwond of door vermagering (zie Bijlage 1, beschrijving in Leopold et al., 2015 en Foster et al., 2019). Alle dieren hadden huidontstekingen (zoals zichtbaar in Figuur 5). Bij vier bruinvissen werden zeehond-specifieke bacteriën aangetroffen in onder andere huid (n=1) en long (n=3) (Tabel 2). Zeven bruinvissen hadden ernstige longontstekingen. Bij twee dieren was deze voornamelijk van parasitaire oorsprong (UT1790 en UT1798), terwijl bij de andere vijf bruinvissen (UT1792, UT1793, UT1796, UT1801 en UT1802) voornamelijk bacteriële infecties werden gediagnosticeerd, waaronder de drie bruinvissen met zeehond-specifieke pathogenen in de longen (UT1792, UT1793 en UT1801). Bij twee bruinvissen (UT1793 en UT1802) werd een bacteriële sepsis gediagnosticeerd op basis van kweek van het dominante pathogeen in (meer dan) drie verschillende organen. Bij het eerste dier (UT1793) waren onder andere de longen, milt en brein geïnfecteerd, terwijl het tweede dier (UT1802) een ernstige leverontsteking had, maar ook een ontsteking aan de geslachtsorganen (endometritis). Er waren sterke aanwijzingen dat dit vrouwelijke dier recentelijk een onsuccesvolle zwangerschap had gehad.

Bij drie bruinvissen werden botbreuken aangetroffen. Twee bruinvissen (UT1801 en UT1818) hadden gebroken onderkaken met bovenliggende bijtwonden. Zoals hierboven beschreven, werden bij UT1801 zeehond-specifieke pathogenen in de long gevonden die daar tot ernstige ontstekingen hadden geleid. UT1818 had geen inwendige ontstekingen, maar was wel ernstig vermagerd, mogelijk als gevolg van de kaakbreuk. Een andere bruinvis (UT1798) had meerdere gebroken ribben en daarnaast bloedingen in het centrale zenuwstelsel. Histologisch werd callusformatie gezien, bestaande uit kraakbeen en been met granulatiweefsel. Dit betekent dat de botbreuken niet heel recent waren. Deze bruinvis was ook ernstig vermagerd (NCC6).

Een elfde dier strandde vermoedelijk ten gevolge van een eerdere grijze zeehond-aanval, maar overleed door steektrauma en wordt onder 'overig' beschreven (UT1784).



Figuur 5 UT1796. Bruinvis met chronische en ernstig ontstoken bijtwond op het staartstuk (links) en de staartvin (rechts) als gevolg van bijtwonden.

4.2.4 Peri- en neonatale sterfte

Negen jonge bruinvissen (UT1804, UT1805, UT1808, UT1811-UT1814, UT1816 en 1817) strandden in juni en juli, wat overeenkomt met het geboorteseizoen voor bruinvissen in de Noordzee (Lockyer, 2003). Zes van deze dieren werden levend gevonden, waarna vier bruinvissen uit zichzelf overleden en de twee andere geëuthanaseerd werden.¹ Alle negen bruinvissen hadden significante tekenen van leververvetting (hepatische lipidose, een indicatie van acute verhongering). Vijf bruinvissen hadden bloedingen in het centrale zenuwstelsel (UT1811, UT1813, UT1814, UT1816 en UT1817) en twee hadden meconium (eerste ontlasting die gevormd wordt wanneer de foetus zich nog in de baarmoeder bevindt)

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.

geaspireerd (UT1805 en UT1814), wat beide een gevolg van problemen bij de geboorte kan reflecteren. Twee bruinvissen hadden ulceraties (zweren) in de slokdarm (UT1813 en UT1814), vermoedelijk ten gevolge van veelvuldig braken en een andere bruinvis had een ontsteking aan de navelader (UT1808).

4.2.5 Verhongering en vermagering

Eén volwassen bruinvis (UT1795) stierf vermoedelijk als gevolg van acute verhongering. Deze mannelijke bruinvis werd dood gevonden in februari bij Wassenaar en uit het onderzoek bleek dat er sprake was van een vervette lever en spieratrofie. De leververvetting wordt veroorzaakt doordat het lichaamsvet wordt gemobiliseerd om extra energie te verkrijgen, waarbij het vet zich kan opstapelen in de lever. Ook de eiwitten uit de spieren worden gebruikt als energiebron, waardoor de spiermassa afneemt; beide zijn dan ook indicaties voor een acuut verminderde nutritionele conditie. Verder had deze bruinvis een parasitaire infectie van de maagwand, met daarnaast ook enkele trematoden in de lever en nematoden in de longen. De directe oorzaak van de acute verhongering kon niet worden vastgesteld.

Eén volwassen bruinvis (UT1815) was ernstige vermagerd, maar er kon geen duidelijk oorzaak voor de vermagering worden vastgesteld. Deze volwassen vrouw strandde in juli te Callantsoog en had een geringe ontsteking aan haar baarmoeder en daarnaast minimale bloedingen in haar kleine hersenen. Hoewel ze geen actieve melkklieren had, was op basis van de grootte van de uterus wel zichtbaar dat ze recentelijk had gekalfd en ook waren bloedingen in het geboortekanaal zichtbaar. Vermoedelijk heeft het kalf dan ook niet geleefd of heeft ze het kalf niet kunnen zogen, waardoor het overleden is. De oorzaak van de ontstekingen aan de baarmoeder kon niet worden achterhaald, maar *Brucella* werd uitgesloten middels PCR.

4.2.6 Trauma

Zes bruinvissen stierven vermoedelijk als gevolg van trauma (UT1788, UT1822, UT1823, UT1826, UT1828 en UT1831). Drie bruinvissen hadden tekenen van stomp trauma op het hoofd. UT1788 was een adult mannetje dat in januari dood op het Noordzeestrand van Vlieland gevonden werd. Het dier had een goede voedingstoestand, had een deels parasitaire en bacteriële longontsteking en daarnaast een milde ontsteking aan de lever door leverbot. Deze bruinvis had een bloeding in de hersenen waarvan de oorzaak niet kon worden achterhaald. UT1822 was ook een volwassen mannetje dat in september dood op de oostpunt van Vlieland werd aangetroffen. Deze bruinvis had een schedelfractuur met uitgebreide bloedingen in het centrale zenuwstelsel. Het dier had een middelmatige voedingstoestand en had recentelijk gegeten, waarbij voedselresten in de slokdarm als gevolg van regurgitatie of braken aangetroffen werden. Daarnaast had deze bruinvis een plaatselijke ernstige bacteriële longontsteking als gevolg van een salmonella-infectie. In de vinnen waren enkele aanwijzingen voor netinkepingen, dus bijvangst kan niet geheel worden uitgesloten, maar de zeer ernstige schedelfractuur past daar niet helemaal bij. UT1826 was een juveniele mannelijke bruinvis die in september dood werd aangetroffen op het Zeeuwse Westkapelle. Het dier had een goede voedingstoestand, een eenzijdige klaplong en bloedingen in het brein en in de borstholte. De oorzaak van het trauma kon niet verder worden achterhaald. Een vierde bruinvis (UT1823) had meerdere grote, onderhuidse bloedingen op de linker flank. Dit jonge mannetje was daarnaast ernstig vermagerd en had geen tekenen van recente voedselinname.

De andere twee bruinvissen (UT1828 en UT1831) hadden tekenen van scherp trauma. UT1828 was een kalf, gestrand in augustus bij Borssele in Zeeland met een staartamputatie. Op de amputatiezijde was het laatst aanwezige wervellichaam verbrijzeld. Ook op twee andere locaties op de flank waren scherpe sneden aanwezig die in dezelfde richting liepen als de amputatie (dorso-ventraal) (Figuur 6). Dit beeld past bij een botsing met een scheepsschroef. Er werden geen tekenen van ziekte of andere afwijkingen in dit kalf aangetroffen. UT1831 was een juveniel vrouwelijk dier dat ook in Zeeland aangetroffen werd, in oktober op het strand van Domburg. Deze bruinvis had een geamputeerde onderkaak, gebroken gehemelte, gebroken ribben, een laceratie op de keelzijde en een gedислоceerde schouder. Hoewel scherp trauma, vermoedelijk een aanvaring met een scheepsschroef, de doodsoorzaak was, werden zeer ernstige inwendige ontstekingen aangetroffen: een abces van ongeveer 10x10x10 cm, waarbij zowel de longen als ribben waren aangetast. De oorzaak was een schimmelinfectie. De kans dat dit dier deze infectie zou hebben overleefd als het niet was aangevaren, schatten wij als zeer klein in.



Figuur 6 Amputatie en snijwonden op de flanken van UT1828, kenmerkend voor een aanvaring met een scheepsschroef.

4.2.7 Overig

Overige doodsoorzaken werden toegewezen aan twee bruinvissen (UT1784 en UT1806). UT1784 was een volwassen mannelijk dier dat levend was gestrand te Wijk aan Zee. Direct viel op dat het dier meerdere verwondingen had. Op de kop en borstvin zat een grote bijtwond. Dergelijke wonden komen vaker bij gestrande dieren voor en worden veroorzaakt tijdens predatieaanvallen van grijze zeehonden (zie hierboven). Opmerkelijker was dat naast de bijtwond op de kop en vin, ook nog meerdere kleinere, scherpe wonden tot diep in de borstholte werden aangetroffen. Onder andere het hart was ernstig beschadigd. Tijdens het microscopisch onderzoek werd bevestigd dat deze letsels waren toegebracht terwijl het dier nog in leven was. De conclusie van het onderzoek luidde dan ook dat deze bruinvis door meerdere steekwonden om het leven was gekomen; een zeldzame doodsoorzaak onder bruinvissen. Echter had de oorzaak van het stranden een andere oorsprong: de randen van de bijtwond op de kop waren verdikt en in de huid en spier eromheen zaten grote ontstekingen, wat ons vertelde dat deze verwondingen ouder waren dan de steekwonden. Middels kweek werd aangetoond dat hier een zeehond-specifiek pathogeen de oorzaak was, en zo konden de wonden gelinkt worden aan een gefaalde predatiepoging. Na rondvraag ter plaatse werd bevestigd dat deze bruinvis levend gestrand was en omdat het een zichtbaar gewond dier betrof, heeft een (onbekende) omstander het dier met een mes uit zijn lijden willen verlossen.

UT1806 was een volwassen vrouwtje dat begin juni op het strand van Schiermonnikoog werd aangetroffen. Ondanks haar staat van ontbinding (DCC4) werd ze verzameld voor onderzoek, omdat er zelden bruinvissen vanaf ons meest oostelijke Waddeneiland gemeld en verzameld worden. Hoewel histologisch onderzoek door de staat van ontbinding niet kon worden uitgevoerd, werd de doodsoorzaak wel achterhaald: deze bruinvis was gestorven tijdens de bevalling als gevolg van het klem komen te zitten van haar kalf in het geboortekanaal.

4.2.8 Onbekend

De doodsoorzaak van één bruinvis (UT1832) bleef onduidelijk. Deze bruinvis was in vergaande staat van ontbinding (DCC4), maar een dier met een geschiedenis en om die reden verzameld voor onderzoek. Het ging namelijk om 'Willemien'; een bruinvis die jarenlang gevolgd werd in de Oosterschelde. Dit dier was herkenbaar aan haar littekens die veroorzaakt waren door een mislukte predatiepoging van een grijze zeehond (zie: Podt & IJsseldijk, 2017). Ze zwom al vanaf 2011 in de Oosterschelde en werd daar één keer, in de zomer van 2017, met een kalf gezien. Hoewel de exacte doodsoorzaak niet kon worden achterhaald, werd uit het postmortaal onderzoek wel duidelijk dat dit volwassen vrouwtje vermoedelijk zeer recentelijk drachtig was geweest en ook leken haar melkklieren actief. Ze leek in slechte voedingstoestand en had onder andere ernstige parasitaire infecties in de maag, maar ook longwormen en parasieten in de lever. Externe, acute wonden kunnen passen bij een

recente grijze zeehond-aanval, maar gezien de staat van het dier kon helaas niet met zekerheid worden vastgesteld of dit inderdaad de doodsoorzaak was.

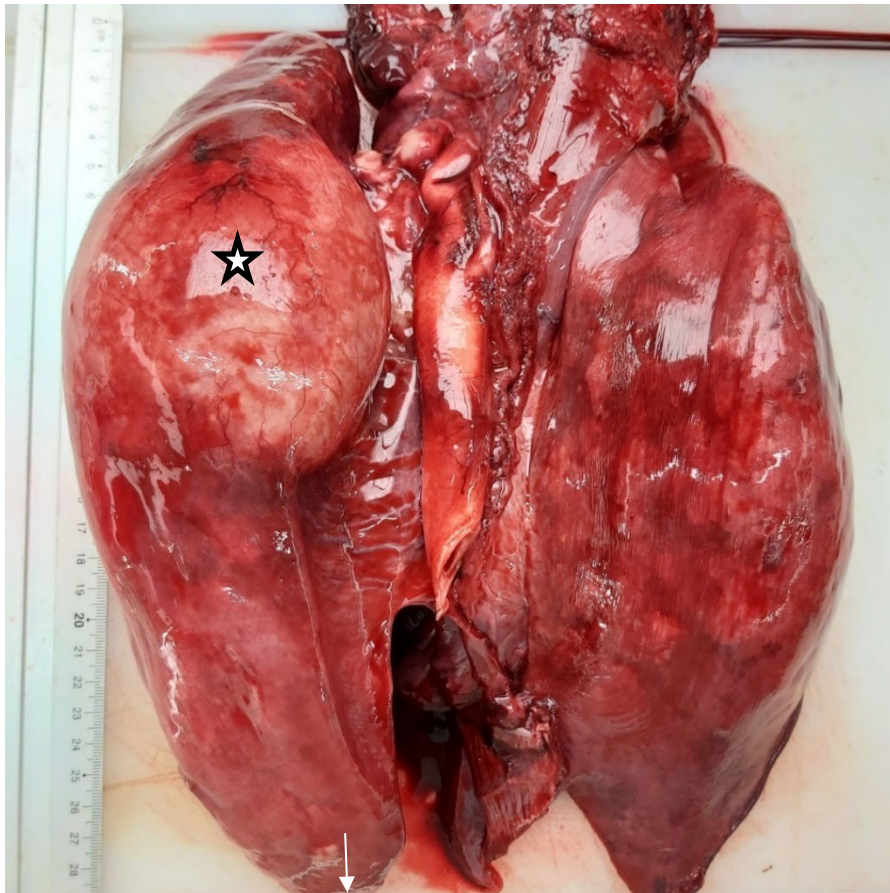
4.3 Aanvullend onderzoek

4.3.1 Bacteriologie, mycologie en virologie

Aanvullend onderzoek naar pathogenen toonde verschillende bacteriën, schimmels en herpesvirussen aan in organen van verschillende bruinvissen (Tabel 2). De organen toonden geassocieerde pathologie, waarvan een voorbeeld te zien is in Figuur 7: een eenzijdige longontsteking veroorzaakt door een schimmelinfectie. De PCR's voor het coronavirus en *Brucella* waren allemaal negatief.

Tabel 2 Uitslagen microbiologisch onderzoek 2020 (op alfabetische volgorde).

Micro-organisme	Organen	Aantal dieren
<i>Arcanobacterium phocae</i>	Long	1
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Long	2
<i>Brevibacterium luteolum</i>	Brein	1
<i>Clostridium perfringens</i>	Long	1
<i>Edwardsiella tarda</i>	Long	2
	Huid	1
<i>Enterococcus faecalis</i>	Long	1
	Inhoud darm	1
<i>Enterococcus faecium</i>	Long	1
<i>Escherichia coli</i>	Long	1
<i>Escherichia mamotae</i>	Long	1
<i>Herpes virus</i>	Huid	2
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Brein	1
	Lever	1
Meerdere typen schimmels	Long	1
<i>Paeniclostridium sordellii</i>	Huid	1
<i>Salmonella species</i>	Long	4
<i>Shewanella putrefaciens</i>	Long	1
	Brein	1
	Lever	1
<i>Staphylococcus species</i>	Huid	1
<i>Streptococcus phocae</i>	Huid	2
	Long	2
	Brein	1
	Milt	1
<i>Streptococcus species</i>	Huid	1
	Long	1
<i>Vibrio alginolyticus</i>	Long	3
	Brein	1
	Milt	1
	Uterus, baarmoeder	1
	Huid	2
<i>Vibrio harveyi</i>	Abces genitaal gebied	1
	Huid	1
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	Melkklier	1
	Long	1
	Lever	2
	Uterus, baarmoeder	1
	Brein	1



Figuur 7 Longen van UT1809, waarbij een ernstige eenzijdige longontsteking zichtbaar is die werd gekarakteriseerd door een grote (12x14x10 cm, ster) en een kleine (1x1x1 cm, pijl) zachte, fluctuerende massa gevuld met pus. Uit deze long werden meerdere typen schimmels gekweekt.

4.3.2 Parasitologie

In Tabel 3 is een overzicht te vinden van de parasietenbelasting in de onderzochte bruinvissen. De meeste parasieten werden gevonden in oren en gehoorgangen, met een aanwezigheid van nematoden in 70% (28/40), waarvan een middelmatige tot ernstige infectie in 57% van de gevallen (16/28). Daarna volgden de parasitaire infecties in de longen, wat voorkwam bij 67% (33/49), met middelmatige tot ernstige hoeveelheden in 64% daarvan (21/33). Parasieten in de lever en maag(wand) kwamen minder vaak voor, respectievelijk 59% en 39%. Tijdens het onderzoek werden bij twee dieren walvisluizen aangetroffen in actieve, ontstoken huidlaesies (UT1790 en UT1797) en op één andere bruinvis (UT1821) werd op het strand een walvisluis gezien los op de huid.

Tabel 3 Parasieten in bruinvissen 2020

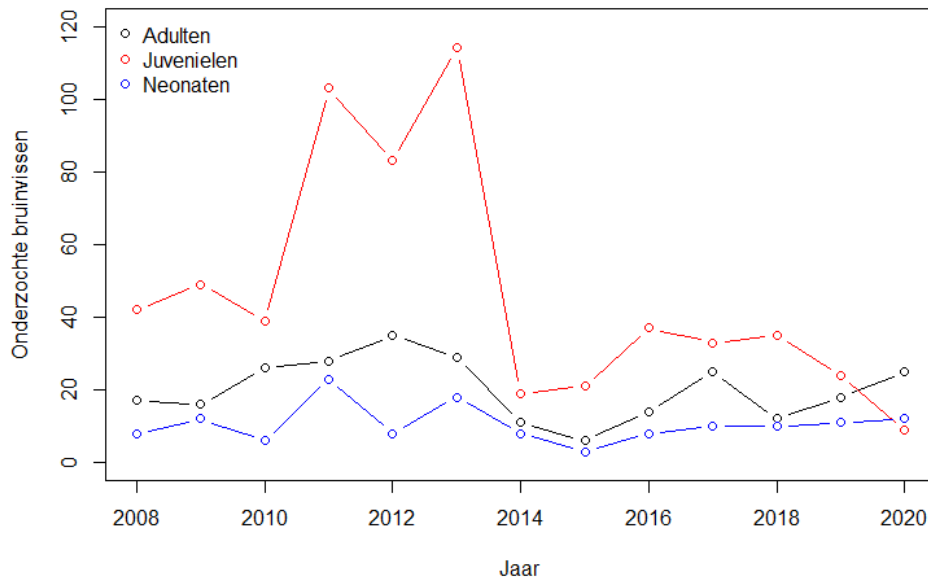
Infectie	Maag (n=49)	Longen (n=49)	Lever (n=49)	Oor en gehoorgang (n=40)
Geen	30	16	25	12
Mild	7	12	18	12
Middelmatig	9	17	6	10
Ernstig	3	4	0	6

5 Discussie en conclusies

Postmortaal onderzoek van 49 bruinvissen in 2020 heeft uitgewezen dat de meeste van de onderzochte dieren strandden als gevolg van infectieziekten (n=18, 37%) of als direct of indirect gevolg van een grijze zeehond-aanval (n=10, 20,4%). Bijvangst werd één keer als meest waarschijnlijke doodsoorzaak aangewezen (2%), maar trauma kwam daarentegen vaker voor (n=6, 12,2%, waaronder 4x stomp trauma en 2x scherp trauma). Daarnaast stierven negen pasgeboren/jonge bruinvissen als gevolg van problemen bij de geboorte en/of onvoldoende voedselopname (18,4%), twee andere bruinvissen als gevolg van verhongering of vermagering waarvoor geen aanleiding kon worden vastgesteld (4,1%), één volwassen vrouwtje stierf tijdens de bevalling (2%) en één bruinvis als gevolg van steekwonden (2%). De doodsoorzaak van één bruinvis bleef onduidelijk (2%).

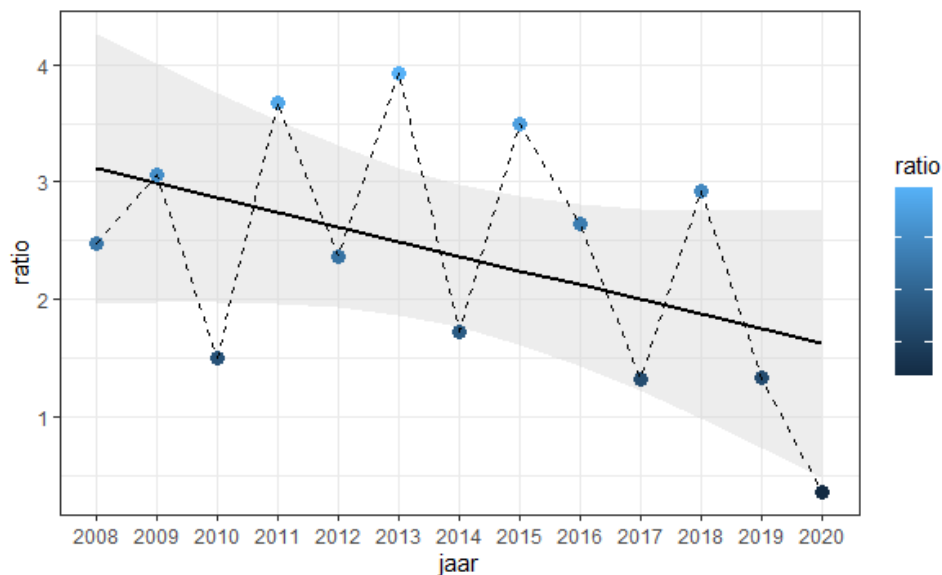
2020 telde een totaal van 429 gestrande, dode bruinvissen, wat dit het rustigste jaar maakte sinds 2015. Guido Keijl (Naturalis, Leiden) houdt strandingsaantallen bij op www.walvisstrandings.nl. Gezien het feit dat bruinvissen in grote aantallen voorkomen en de grote kans dat gestrande dieren worden gevonden en gerapporteerd, kunnen veranderingen in strandingsaantallen tijdig worden opgemerkt. In 2020 werden voornamelijk in de maanden maart en april opvallend weinig gestrande bruinvissen gevonden ten opzichte van voorgaande jaren en ook november en december waren erg rustig. Het aantal verzamelde bruinvissen voor postmortaal onderzoek varieerde van maandelijks geen dieren (in november-december) tot maximaal tien (in juni). Ten opzichte van het aantal strandingen werden percentueel meer dieren in de winter verzameld voor onderzoek en minder in de zomer, wanneer kadavers sneller ontbinden. Nu kenmerkt het jaar 2020 zich natuurlijk door de coronapandemie. Beide periodes met lage strandingsaantallen (maart-april, november-december) corresponderen met de lockdown-periodes. November-december zijn ieder jaar relatief rustige strandingsmaanden, maar vooral het uitblijven van de piek in strandingen in de vroege lente is opvallend. Meerdere consultatierondes bij vrijwilligers betrokken bij het strandingsnetwerk in de verschillende kustprovincies gedurende het jaar leerde dat het strandingsnetwerk zich ten tijde van de lockdown niet heeft teruggetrokken, vooral omdat de zorg voor levend gestrande zeehonden doorgang vond. Alle vrijwilligers kenmerkten 2020 juist als een jaar waar veel mensen aan zee waren, vermoedelijk omdat de buitenlucht en natuur één van de weinige plekken bleef waar men mocht komen. Dat doet vermoeden dat de daling in het aantal strandingen niet te verklaren is door simpelweg een daling van het aantal bruinvissen dat gevonden, gemeld en verzameld werd, maar een verandering in de populatie reflecteert.

Een recente studie heeft laten zien dat voornamelijk in de Zeeuwse Delta en het vasteland strandingsaantallen in maart en april pieken en dan vooral de strandingen van juveniele dieren (Ijsseldijk & Ten Doeschate et al., 2020). Deze periode valt samen met het tijdstip dat jonge dieren van zo'n 8-10 maanden oud afgespeend zijn en volledig voor zichzelf moeten zorgen. In zoogdieren reflecteert dit over het algemeen in een periode van hoge mortaliteit (Barlow & Boveng, 1991), vermoedelijk zo ook bij bruinvissen (Ijsseldijk & Ten Doeschate et al., 2020). Die maart-piek bleef in 2020 dus uit en het is daarnaast opvallend dat het aandeel juvenielen erg laag was in vergelijking met voorgaande jaren (Figuur 8). Het is zelfs het eerste jaar sinds de monitoring van de mortaliteit begon waarin het aantal juvenielen lager is dan het aantal neonaten en het aantal adulten.



Figuur 8 Aantal onderzochte bruinvissen vanaf 2008 in DCC1-3 per leeftijdsklasse adult en juveniel. Een opvallende daling van het aantal juveniele dieren dat in 2020 is onderzocht, is zichtbaar.

In een rapport van The National Academies of Sciences (2017) naar methoden om cumulatieve effecten van stressoren op zeezoogdieren te begrijpen, werd de ratio adulten-juvenielen aangehaald als belangrijke maat om populatieveranderingen over tijd te detecteren. In Bijlage 3 staan de aantallen adulten en juvenielen (in DCC1-3) per monitoringsjaar en de daarvan berekende ratio adult tot juveniel (A:J). Het jaar met het hoogste ratioverschil is 2013 (1:3.93); tevens het jaar met het hoogste aantal gestrande en onderzochte bruinvissen (Figuur 8). Het jaar met het laagste ratioverschil is inderdaad 2020 (1:0.36). Bij zowel populaties die de draagkracht naderen als populaties beïnvloed door cumulatieve effecten van stressoren wordt de volgende reeks veranderingen genoemd die kunnen plaatsvinden naarmate omstandigheden verslechteren: 1) toename sterfte juvenielen, 2) toename van de leeftijd van eerste reproductie, 3) afname van het voortplantingspercentage van volwassen vrouwen en 4) toename van het sterftcijfer van volwassenen (Eberhardt, 2002; National Academy of Sciences, 2017). Hoewel de toename in de sterfte van juvenielen zich vooral in 2011-2013 lijkt te hebben afgespeeld, is het mogelijk dat we nu in de periode van toename van het sterftcijfer van volwassen dieren zitten, wat kan betekenen dat er een daling van de algehele populatieaantallen volgt. Echter, gezien de grote variatie en het bijbehorende grote betrouwbaarheidsinterval (Figuur 9) is het nog te vroeg om hierover harde uitspraken te doen, maar een spatio-temporele analyse van leeftijd van eerste reproductie en voortplantingspercentage lijkt raadzaam om meer duidelijkheid te geven of de abrupte veranderingen in de ratio adulten tot juvenielen inderdaad mogelijk een vroeg signaal van populatieverandering reflecteert. Ook de data van komende jaren zullen – met dit in gedachten – moeten worden geanalyseerd. Daarnaast zullen jaarlijkse vliegtuig- en zeetrekellingen langs de kust inzage in veranderende populatieaantallen kunnen gaan weergeven.



Figuur 9 Het aantal juvenielen ten opzichte van 1 adult per onderzoeksjaar laat een dalende trend zien.

In de doodsoorzaken was tevens een verandering merkbaar: in 2020 werd maar één bruinvis onderzocht waarbij de meest aannemelijke doodsoorzaak bijvangst was. Dat kan een direct gevolg zijn van de daling van het aantal juveniele dieren in de totale monstergrootte, omdat deze leeftijdsgroep voornamelijk domineerde in de bijvangstcategorie. Ook kan het betekenen dat er minder bruinvissen worden bijgevangen in de kustwateren of dat het aantal bruinvissen in kustwateren sowieso lager was in 2020. De categorie trauma blijkt wel jaarlijks een constant aanwezige categorie, die in 2020 iets groter was dan in voorgaande jaren. In zowel 2016 als 2017 stierven drie bruinvissen als gevolg van stomp trauma, in 2018 en 2019 stierven er twee bruinvissen door stomp trauma. Daarnaast werd in 2018 de doodsoorzaak scherp trauma drie keer gesteld, in 2019 nog eens één keer. In 2020 stierven vier bruinvissen als gevolg van scherp trauma en nog eens twee door stomp trauma. Breuken van bijvoorbeeld de kaak of schedel worden regelmatig gevonden bij dieren die door trauma overlijden, maar ook zonder breuk kan een dier na stomp trauma, bijvoorbeeld door een hersenbloeding, stranden. Oorzaken voor stomp trauma kunnen (inter)specifieke interacties of botsingen met voorwerpen zijn, zoals met een getijdenturbine of schip, of toch een gevolg van bijvangst zijn (Leopold & Scholl, 2017; IJsseldijk et al., 2020). De exacte oorzaak van het trauma blijft bij deze bruinvissen onduidelijk. Op basis van de aard en ernst van de wonden van de bruinvissen die stierven met tekenen van scherp trauma, achten wij het het meest waarschijnlijk dat deze zijn veroorzaakt als direct gevolg van een aanvaring met een schip/scheepsschroef. Botsingen met propellers worden vaak geassocieerd met grote verwondingen zoals breuken, ingesneden wonden of snijwonden en amputaties, veroorzaakt door zware metalen bladen die met hoge snelheid draaien (Lightsey et al., 2006; Byard et al., 2012; Costidis et al., 2013). De ernst van de verwondingen hangt samen met de grootte en snelheid van de propeller en het vaartuig, de aard of het gedrag van het slachtoffer en de hoek van de inslag (Byard et al., 2012; McLellan et al., 2013). Eerder dit jaar werd een tuimelaar (*Tursiops truncatus*) met geamputeerde staartvin aangetroffen op het strand van Wassenaar, waarbij de conclusies van het postmortaal onderzoek waren dat de wonden op het dier het meest pasten bij een aanvaring (IJsseldijk et al., 2020). Dit was ook de conclusie na de postmortale onderzoeken aan twee butskoppen (*Hyperoodon ampullatus*) die in september 2020 in de buurt van Terneuzen strandden (IJsseldijk, 2020). Dit laat zien dat botsingen met boten, naast bijvangst, een van de belangrijke antropogene bedreigingen van walvisachtigen in onze wateren zijn.

Een ander door mensen geïnduceerd overlijden was steektrauma: een doodsoorzaak die we niet eerder hebben toegewezen aan een gestrande bruinvis. Echter, de oorzaak van het stranden had een andere oorsprong: de wonden konden gelinkt worden aan een gefaalde predatiepoging van een grijze zeehond. Deze levend gestrande bruinvis was zichtbaar gewond en daarom heeft een omstander het dier met een mes uit zijn lijden willen verlossen. Hoewel moet worden uitgegaan van een goede

intentie van deze voor ons onbekende persoon, is dit geen juiste gang van zaken. Een gestrande levende bruinvis heeft professionele hulp nodig. In Nederland is Stichting SOS Dolfijn gespecialiseerd in de hulpverlening aan levend gestrande walvisachtigen. Bij levend gestrande bruinvissen dient deze stichting ingeschakeld te worden om te bepalen hoe het best hulp kan worden geboden. Indien een dier lijdt en overlevingskans op zee als minimaal wordt geschat, kan het op een 'humane' manier geëuthanaseerd worden door een dierenarts. Het contact met een gestrand en ziek dier is daarnaast niet zonder risico's. Recent publiceerden biologen en pathologen van onder andere de Universiteit Utrecht dat bruinvissen die door zeehonden waren gebeten, uiteindelijk waren overleden door ernstige infecties met de bacterie *Neisseria animaloris*: een op mensen overdraagbare bacterie (Foster et al., 2019). In een vervolgstudie naar het microbiom van gestrande bruinvissen en zeehonden, in samenwerking met onder andere Pieterburen, werd genetisch materiaal van meerdere zoönotische micro-organismen ontdekt, waaronder *Brucella spp.*, *Mycoplasma spp.*, en *Campylobacter spp* (Gilbert et al., 2020). Daarnaast laten de uitslagen van ons microbiologisch onderzoek zien dat verschillende pathogenen in bruinvissen aanwezig waren: onder andere *Yersinia pseudotuberculosis*, *Salmonella spp* en *Edwardsiella tarda* hebben een zoönotische potentie (Michael & Abbott, 1993; Higgins, 2000; Lehane & Rawlin, 2000). Dit betekent dat deze infectieziekten overgedragen kunnen worden op mensen. Dit toont direct het belang van het tijdig ruimen van gestrande dode zeezoogdieren door getrainde vrijwilligers van het strandingsnetwerk, die opereren volgens de juiste veiligheids- en hygiënevoorschriften. Ook blijven wij voor het onderzoek naar bruinvisstrandingsnetwerk afhankelijk van dit vrijwillige strandingsnetwerk. Voor het strandingsnetwerk is echter geen vergoeding/financiering gerealiseerd; een blijvend kwetsbare situatie die de instandhouding van het monitoringsonderzoek kan beïnvloeden.

Literatuur

- Aarts G, von Benda-Beckmann AM, Lucke K, Sertlek HÖ, Van Bemmelen R, Geelhoed SCV, ... & 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>
- Arbelo, M., Sierra, E., Esperón, F., Watanabe, T. T., Belliere, E. N., de los Monteros, A. E., & Fernandez, A. (2010). Herpesvirus infection with severe lymphoid necrosis affecting a beaked whale stranded in the Canary Islands. *Diseases of aquatic organisms*, 89(3), 261-264.
- Arbelo, M., Bellière, E. N., Sierra, E., Sacchinni, S., Esperón, F., Andrada, M., ... & Fernández, A. (2012). Herpes virus infection associated with interstitial nephritis in a beaked whale (*Mesoplodon densirostris*). *BMC veterinary research*, 8(1), 1-7.
- Barlow J, & Boveng P. 1991. Modeling age-specific mortality for marine mammal populations. *Marine Mammal Science*, 7(1), 50-65.
- Benda-Beckmann AM von, Aarts G, Sertlek HÖ, Lucke K, Verboom WC, Kastelein RA, ... & Ainslie MA. 2015. Assessing the Impact of Underwater Clearance of Unexploded Ordnance on Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Southern North Sea. *Aquatic Mammals*, 41(4).
- Bernaldo de Quirós YB, Hartwick M, Rotstein DS, Garner MM, 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.
- Beurden SJ van, IJsseldijk LL, Cremers HJ, Gröne A, Verheije MH, & Begeman L. 2015a. *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.
- Beurden SJ van, IJsseldijk LL, Ordonez SR, Förster C, de Vrieze G, Gröne A, ... & Kik M. 2015b. Identification of a novel gammaherpesvirus associated with (muco) cutaneous lesions in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Archives of Virology*, 160(12), 3115-3120.
- Bleijswijk, J. D. van, 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.
- Bossart GD. 2011. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Oceanography*, 19(2), 134-137.
- Byard RW, Winskog C, Machado A, & Boardman W. 2012. The assessment of lethal propeller strike injuries in sea mammals. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 19(3): 158-161.
- Camphuysen CJ. 2004. The return of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Dutch coastal waters. *Lutra* 47(2), 113-122.
- Camphuysen CJ. 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.
- Camphuysen CJ & Peet G. 2006. Whales and Dolphins of the North Sea. Fontaine Uitgevers.
- Camphuysen CJ & Siemensma ML. 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.
- Costidis AM, Berman M, Cole T, Knowlton A, McLellan WA, Neilson J, & Raverty S. 2013. Sharp trauma induced by vessel collision with pinnipeds and cetaceans. *Diseases of Aquatic Organisms* 103: 251-256.
- Corman VM, Landt O, Kaiser M, Molenkamp R, Meijer A, Chu DK, ... & Drosten C. 2020. Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Eurosurveillance*, 25(3), 2000045.
- Dagleish MP, Barley J, Finlayson J, Reid RJ, 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.

- Doeschate MT ten, IJsseldijk LL, Hiemstra S, de Jong EA, 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.
- Eberhardt LL. 2002. A paradigm for population analysis of long-lived vertebrates. *Ecology* 83: 2841-2854.
- Elk C van, van de Bildt M, van Run P, De Jong A, Getu S, Verjans G, ... & Kuiken T. 2016. Central nervous system disease and genital disease in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) are associated with different herpesviruses. *Veterinary research*, 47(1), 1-11.
- Foster G, Patterson IAP, & Munro DS. 1999. Monophasic group B *Salmonella* species infecting harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) inhabiting Scottish coastal waters. *Veterinary Microbiology*, 65(3), 227-231.
- Foster G, Whatmore AM, Dagleish MP, Malnick H, Gilbert MJ, Begeman L, ... & IJsseldijk LL. 2019. Forensic microbiology reveals that *Neisseria animaloris* infections in harbour porpoises follow traumatic injuries by grey seals. *Scientific Reports*, 9(1), 1-8.
- Geelhoed SCV, Scheidat M, Bemmelen van RSA & 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.
- Geelhoed SCV & Scheidat M. 2018. Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017. *Lutra* 61(1), 127-136.
- Gilbert M, IJsseldijk LL, Rubio-García A, Gröne A, Duim B, Rossen J, Zomer A, Wagenaar J. 2020. After the bite: bacterial transmission from grey seals (*Halichoerus grypus*) to harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Royal Society Open Science*, 7(5), 192079.
- 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.
- Haan D de, von Benda-Beckmann S, Geelhoed SCV, & Lagerveld S. 2015. Potential effects of seismic surveys on harbour porpoises. IMARES Wageningen UR Report number C126/15.
- Haelters J, Kerckhof F, Jacques TG & 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.
- Hammond PS, Berggren P, Benke H, Borchers DL, Collet A, Heide-Jørgensen MP, ... & 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 PS, Lacey C., Gilles A, Visquerat S, Borjesson P, Herr H, Macleod K, Ridoux V, Santos MB, 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.
- Halpern BS, Walbridge S, Selkoe KA, Kappel CV, Micheli F, D'agrosa C, ... & Fujita R. 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865), 948-952.
- Halpern BS, Frazier M, Potapenko J, Casey KS, Koenig K, Longo C, ... & Walbridge S. 2015. Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications*, 6, 7615.
- Higgins, R. 2000. Bacteria and fungi of marine mammals: A review. *The Canadian Veterinary Journal*, 41(2), 105.
- IJsseldijk LL, Brownlow AC, & Mazzariol S (eds.). 2019. Best practice on cetacean post-mortem investigation and tissue sampling. Joint ACCOBAMS and ASCOBANS document: osf.io/zh4ra.
- IJsseldijk LL (Ed). 2020. Onderzoeksresultaten gestrande walvisachtigen 2020. Pathologie, life history en dieet onderzoek. Rapport Universiteit Utrecht, Departement Biomoleculaire Health Sciences, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht
- IJsseldijk LL & Geelhoed SCV. 2016. Fox scavenging mutilations on dead harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). IMARES Wageningen WUR, rapport C036/16.
- IJsseldijk LL & ten Doeschate MT, Brownlow A, Davison NJ, 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 LL, Scheidat M, Siemensma M, Couperus B, Leopold MF, Morell M, Gröne A, Kik MJL. 2020 The challenging diagnosis of bycatch: Post-mortem findings in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) retrieved from gillnets. *Veterinary Pathology*, 0300985820972454.

- IJsseldijk LL, ten Doeschate MT, Davison NJ, Gröne A, & Brownlow AC. 2018. Crossing boundaries for cetacean conservation: Setting research priorities to guide management of harbour porpoises. *Marine Policy*, 9577-84.
- IJsseldijk LL & van Schalkwijk L, van den Berg A, ten Doeschate MTI, Everaarts E, ... & Kik MJL, Leopold, MF. 2020. Fatal attraction: The death of a solitary-social bottlenose dolphin due to anthropogenic trauma in the Netherlands. *Lutra* 63(1): 17-32.
- Jepson PD, Deaville R, Barber JL, Aguilar À, Borrell A, Murphy S, ... & Cunningham AA. 2016. PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters. *Scientific Reports*, 6, 18573.
- Kapetanou A & IJsseldijk LL, Willems DS, Broens EM, Everaarts E, Buil JB, ... & Gröne, A. (2020). Mycotic infections in free-ranging harbor porpoises (*Phocoena phocoena*). *Frontiers in Marine Science*, 7, 344.
- Kennedy, S., Lindstedt, I. J., McAliskey, M. M., McConnell, S. A., & McCullough, S. J. (1992). Herpesviral encephalitis in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 374-379.
- 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 RH, Amies R, Broderick AC, Witt MJ, Loveridge J, Doyle J, & Godley BJ. 2008. Spatio-temporal analysis of cetacean strandings and bycatch in a UK fisheries hotspot. *Biodiversity and Conservation*, 17(10), 2323.
- Lehane, L., & Rawlin, G. T. (2000). Topically acquired bacterial zoonoses from fish: a review. *Medical Journal of Australia*, 173(5), 256-259.
- Leopold MF, Begeman L, Bleijswijk JDL van, IJsseldijk LL, Witte H & Gröne A. 2015. Exposing the grey seal as a major predator of harbour porpoises. *Proceedings of the Royal Society Biology* 282: 20142429.
- Leopold M & Scholl M (eds.). 2017. Monitoring getijdenturbines Oosterscheldekering. Jaarrapportage 2017. Wageningen Marine Research, Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C061/17, 43 blz.
- Lightsey JD, Rommel SA, Costidis AM, & Pitchford TD. 2006. Methods used during gross necropsy to determine watercraft-related mortality in the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 37(3): 262-275.
- Lockyer C. 2003. Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the North Atlantic: Biological parameters. *NAMMCO Scientific Publications*, 5, 71-89.
- Madsen PT, Wahlberg M, Tougaard J, Lucke K, & Tyack AP. 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.
- Mathavarajah S, Stoddart AK, Gagnon GA, & Delleire G. 2021. Pandemic danger to the deep: the risk of marine mammals contracting SARS-CoV-2 from wastewater. *Science of The Total Environment*, 760, 143346.
- McLellan WA, Bermam M, Cole T, Costidis AM, Knowlton A, ... & Raverty R. 2013. Blunt force trauma induced by vessel collisions with large whales. *Diseases of Aquatic Organisms* 103: 245251.
- Michael J, & Abbott SL. 1993. Infections associated with the genus *Edwardsiella*: the role of *Edwardsiella tarda* in human disease. *Clinical Infectious Diseases*, 17(4), 742-748.
- 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.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2017. Approaches to Understanding the Cumulative Effects of Stressors on Marine Mammals. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/23479>.
- Peltier H, Baagøe HJ, Camphuysen CJ, 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 GJ, Santos MB, Murphy S, Learmonth JA, Zuur AF, Rogan E, ... & Zegers BN. 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.

- Podt, A., & IJsseldijk, L. L. (2017). Grey seal attacks on harbour porpoises in the Eastern Scheldt: cases of survival and mortality. *Lutra*, 60(2), 105-116.
- 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.
- Smolarek Benson, K. A., Manire, C. A., Ewing, R. Y., Saliki, J. T., Townsend, F. I., Ehlers, B., & Romero, C. H. (2006). Identification of novel alpha-and gammaherpesviruses from cutaneous and mucosal lesions of dolphins and whales. *Journal of virological methods*, 136(1-2), 261-266
- VanDevanter, D. R., Warrenner, P., Bennett, L., Schultz, E. R., Coulter, S., Garber, R. L., & Rose, T. M. (1996). Detection and analysis of diverse herpesviral species by consensus primer PCR. *Journal of clinical microbiology*, 34(7), 1666-1671.
- 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 DM, Johnson M, Teilmann J, Siebert U, Galatius A, Dietz R, & Madsen PT. 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.

Nog niet gepubliceerde bronnen:

- IJsseldijk LL, Camphuysen CJ, Keijl GO, Troost G & Aarts G. Predicting harbor porpoise strandings based on near-shore sightings indicates elevated temporal mortality rates. *In review at Frontiers in Marine Science*
- Heuvel-Greve M van den, van den Brink AM, Kotterman M, Kwadijk C, Geelhoed SCV, ... & IJsseldijk LL. Polluted porpoises: Generational transfer of contaminants in harbour porpoises from the southern North Sea. Submitted

Verantwoording

WOT-technical report: 204

BAPS-projectnummer: WOT-04-009-047.05

Dit project werd begeleid door Lonneke IJsseldijk (MSc) en Prof. Andrea Gröne (Universiteit Utrecht). De werkwijze werd afgestemd met de opdrachtgever van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en met de projectleider van Wageningen Marine Research. Het pathologisch onderzoek werd uitgevoerd volgens internationaal gestandaardiseerde methoden en de betrokken patholoog, dr. Marja Kik, is een erkend veterinaire specialist. 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, coördinator vanuit WMR voor het WOT-thema Informatievoorziening Natuur, deze rapportage beoordeeld.

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

Akkoord Extern contactpersoon

functie: Senior beleidsadviseur mariene natuur

naam: Anne-Marie Svoboda

datum: 26 maart 2021

Akkoord Intern contactpersoon

naam: Martin Baptist

datum: 26 maart 2021

Begrippenlijst

Antropogeen: door de mens veroorzaakt of 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: eerst ontlasting van een kalf

Mutilatie: verminking, verwonding of ernstige beschadiging

Mycologie: onderzoek naar schimmels (fungi)

Mycotisch: door schimmels veroorzaakt

Necrose: eindstadium van celdood

Nematoden: rondwormen

Neonaat: pasgeborene

Pathologie: ziekte leer

Postmortaal: na de dood

Rostrum: snuit bij zoogdieren

Bijlage 1 Doodsoorzaak categorieën

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 afdrukken 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 een 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 gebruikgemaakt 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 wordt elders gerapporteerd.

Grijze zeehond slachtoffers

De categorie 'aanval door grijze zeehond' is in 2013 toegevoegd naar aanleiding van het vinden van DNA van grijze zeehond in bijtwonden van drie dood gevonden, maar hele verse, gemutileerde bruinvissen (Van Bleijswijk et al., 2014). Histologisch onderzoek naar de bijtwonden 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 toppredators, geherevalueerd. Op basis daarvan is met terugwerkende kracht de doodsoorzaak van de dieren met vergelijkbare wonden veranderd in grijze zeehond-aanval. De categorie 'grijze zeehond-slachtoffers' wordt ingedeeld in twee subcategorieën: 'acuut' en 'subacuut/chronisch'. De eerste omvat alle bruinvissen die direct aan de aanval overleden, die met grote mutilaties en waarbij de wondranden en bijtwonden 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 bijtwonden 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, e.g. door bloedvergiftiging of moeilijkheden met zwemmen veroorzaakt door de wond (Foster et al., 2019).

Infectieziekten

Qua ziekteverwekkers kan men denken aan parasieten, bacteriën, 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 bacterie- of schimmelkweek.

Overig

Deze categorie is toegevoegd voor doodsoorzaken die niet 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 gevoeligst 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 de 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 meestal 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 waarschijnlijkste 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 1 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 2020

UT	Datum	Stranding locatie	Leeftijdsklasse	Geslacht	DCC	NCC	TL
1784	3-1-2020	Wijk aan Zee	A	M	2	3	151
1785	4-1-2020	Oosterschelde	A	F	2	2	158
1786	5-1-2020	Tussen Callantsoog en St. Maartenszee	A	M	2	5	139
1787	12-1-2020	Kerkwerve	J	F	2	1	115
1788	13-1-2020	Vlieland	A	M	2	1	152
1789	12-1-2020	Westkapelle	J	M	2	1	111
1790	27-1-2020	Vlieland	A	M	2	4	146
1791	29-1-2020	Hargen aan Zee	A	M	2	2	141.5
1792	2-2-2020	Egmond aan Zee	A	F	3	2	154
1793	3-2-2020	Ijmuiden	A	M	2	1	144
1794	3-2-2020	Ijmuiden	A	M	2	6	136
1795	8-2-2020	Tussen Wassenaar en Scheveningen	A	M	3	4	141
1796	15-2-2020	Zandvoort	A	M	2	3	137
1797	3-3-2020	Egmond aan Zee	A	F	2	4	153
1798	8-3-2020	's Gravenzande	J	F	2	6	122
1799	12-3-2020	Texel	A	F	1	2	155
1800	1-5-2020	Westerschouwen	A	M	1	3	138.5
1801	17-5-2020	Texel	J	F	3	2	113.5
1802	24-5-2020	Tussen Groote Keeten en Callantsoog	A	F	2	2	153.5
1803	30-5-2020	Domburg	A	M	4	3	132
1804	2-6-2020	Ter Heijde	N	F	1	6	75
1805	4-6-2020	Katwijk	N	F	2	5	79
1806	3-6-2020	Schiermonnikoog	A	F	4	2	155
1807	8-6-2020	Zandmotor	N	F	1	5	80.5
1808	12-6-2020	Kamperland	N	M	1	5	76
1809	14-6-2020	Wissenkerke	A	M	2	3	140
1810	28-6-2020	Huisduinen	A	M	2	4	146
1811	29-6-2020	Texel	N	M	1	4	80
1812	4-7-2020	Texel	J	F	2	3	91
1813	12-7-2020	Katwijk aan Zee	N	M	1	6	76
1814	13-7-2020	Terschelling	N	F	1	5	79
1815	26-7-2020	Callantsoog	A	F	2	6	151
1816	29-7-2020	Texel	N	M	2	3	83
1817	29-7-2020	Den Helder	N	M	2	2	86
1818	10-4-2020	Egmond aan Zee	J	M	3	6	103
1819	18-8-2020	Westkapelle	A	M	2	6	149
1820	18-8-2020	Texel wad	N	F	1	1	86.5
1821	24-8-2020	Scheveningen	A	M	1	6	149
1822	8-9-2020	Vlieland	A	M	2	3	133
1823	9-6-2020	Noordwijkerhout	J	M	3	6	107
1824	21-9-2020	Ameland, paal 15.800	N	M	2	4	87
1825	2-7-2020	Egmond aan Zee	A	F	3	3	147
1826	24-9-2020	Westkapelle	J	M	2	2	104
1827	12-10-2020	Ameland	A	M	2	5	143
1828	26-8-2020	Borssele Zeedijk	N	F	3	2	81
1829	10-7-2020	Oosterscheldekring	A	F	3	4	149
1830	10-7-2020	Oosterscheldekring	A	F	3	6	155
1831	29-10-2020	Domburg	J	F	3	6	128
1832	18-6-2020	Kamperland	A	F	4	5	149

Bijlage 3 Adult-juvenielratio's

Jaar	Adult N=	Juveniel N=	Ratio A:J
2008	17	42	1:2.47
2009	16	49	1:3.06
2010	26	39	1:1.5
2011	28	103	1:3.68
2012	35	83	1:2.37
2013	29	114	1:3.93
2014	11	19	1:1.72
2015	6	21	1:3.5
2016	14	37	1:2.64
2017	25	33	1:1.32
2018	12	35	1:2.92
2019	18	24	1:1.33
2020	25	9	1:0.36

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

168	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 (2020). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2020.</i>	179	Knegt, de B., M. Pleijte, E. de Wit-de Vries, I. Bouwma, F. Kistenkas, W. Nieuwenhuizen (2020). <i>Samenhang Klimaatakkoord en natuurbeleid. Proces en implementatie van het Klimaatakkoord door provincies en maatschappelijke partijen en de potentiële effecten op biodiversiteitsdoelen van de Vogel- en Habitatrichtlijn.</i>
169	Van Kraalingen, D., E.L. Wipfler, F. van den Berg, W.H.J. Beltman, M.M.S. ter Horst & J.A. te Roller (2020). <i>User manual for FOCUSPIN version 3.3.</i>	180	Mattijssen T.J.M., M. Pleijte, J. Dengerink, T. Koster, M. Visscher (2020). <i>Indicatoren voor burgerbetrokkenheid bij natuur: een zoektocht naar nieuwe aanknopingspunten voor monitoring.</i>
170	Bos-Groenendijk, G.I., C.A.M van Swaay (2020). <i>Habitatrichtlijnrapportage 2019: Annex B Habitatrichtlijnsoorten; Achtergronddocument.</i>	181	Kamphorst, D.A., M. Pleijte, F. Kistenkas (2020). <i>Uitvoering van de Vogel- en Habitatrichtlijn in de praktijk: spanningen en mogelijke oplossingsrichtingen.</i>
171	Janssen, J.A.M. (red.), R.J. Bijlsma (red.), G.H.P. Arts, M.J. Baptist, S.M. Hennekens, B. de Knegt, T. van der Meij, J.H.J. Schaminée, A.J. van Strien, S. Wijnhoven, T.J.W. Ysebaert (2020). <i>Habitatrichtlijnrapportage 2019: Annex D Habitattypen. Achtergronddocument.</i>	182	Elschot K., M.E.B. Van Puijenbroek, D.D.G. Lagendijk, J-T. Van der Wal, C. Sonneveld (2020). <i>Lange-termijnontwikkeling van kwelders in de Waddenzee (1960-2018).</i>
172	Van Kleunen, A., M. van Roomen, E. van Winden, M. Hornman, A. Boele, C. Kampichler, D. Zoetebier, H. Sierdema & C. van Turnhout (2020). <i>Vogelrichtlijnrapportage 2013-2018 van Nederland – status en trends van soorten.</i>	183	Koffijberg K., P. de Boer, S.C.V. Geelhoed, J. Nienhuis, K. Oosterbeek, J. Postma (2020). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2018.</i>
173	Glorius, S.T., A. Meijboom (2020). <i>Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van referentiegebied Rottum; Tussenrapportage 13 jaar na sluiting (najaar 2018).</i>	184	Ijseldijk, L.L., M.J.L. Kik, L. van Schalkwijk & A. Gröne (2020). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2019. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i>
174	Kuindersma, W., D. van Doren, R. Arnouts, D.A. Kamphorst, J.G. Nuesink, E. de Wit-de Vries (2020). <i>Realisatie Natuurnetwerk door provincies. Achtergrondstudie bij de Tweede Lerende Evaluatie Natuurpact.</i>	185	Os, J. van, L.J.J. Jeurissen, J.C. Verkaik (2020). <i>Rekenregels schapen en geiten voor de landbouwtelling; Verantwoording van het gebruik van het Identificatie & Registratiesysteem.</i>
175	Bouwma, I.M., D.A. Kamphorst, D. van Doren, T.A. de Boer, A.E. Buijs, C.M. Goossen, J.L.M. Donders, J.Y. Frissel, S. van Broekhoven (2020). <i>Provinciaal beleid voor maatschappelijke betrokkenheid bij natuur – het beleid nader bekeken in 8 casussen. Achtergrondstudie bij de Tweede Lerende Evaluatie Natuurpact.</i>	186	Bakker, G., M. Heinen, H.P.A. Gooren, W.J.M. de Groot, P.D. Peters (2020). <i>Hydrofysische gegevens van de bodem in de Basisregistratie Ondergrond (BRO) en het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS); Update 2019.</i>
176	Gerritsen, A.L., H. Agricola, C. Aalbers, J. van Os (2020). <i>Natuur en landbouw verbinden. Achtergrondstudie bij de Tweede Lerende Evaluatie Natuurpact.</i>	187	Kuindersma, W., E. de Wit - de Vries, F.G. Boonstra, M. Pleijte, D.A. Kamphorst (2020). <i>Het Nederlandse natuurbeleid in zijn institutionele context. Beschrijving en analyse van de interne en externe congruentie van het Nederlandse natuurbeleidsarrangement in relatie tot landbouwbeleid, waterbeleid (voor de grote rivieren) en recreatiebeleid (1975-2018).</i>
177	Brouwer, F., D.J.J. Walvoort (2020). <i>Basisregistratie Ondergrond (BRO) Actualisatie bodemkaart. Herkartering van de veengebieden aan de flanken van de Utrechtse Heuvelrug.</i>	188	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman, J. Bovenschen (2020). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2019/2020.</i>
178	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, G.L. Velthof & J. Vonk (2020). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2018; Emissies van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan, niet-methaan vluchtige organische stoffen, fijnstof en koolstofdioxide uit kalkmeststoffen - Berekeningen met het model NEMA.</i>		

189	Gerritsen, A.L., H.J. Agricola & J. van Os (2020). <i>Ruimtelijk-economische dynamiek van de landbouw. Rapport 1: analyses van ontwikkelingen in gewasarealen, dieraantallen, grondgebruik, grondprijzen, verdien capaciteiten en verbredingsactiviteiten.</i>
190	Pouwels, R., A. van Hinsberg, V. Mensing, S. van Tol & J.Y. Frissel (2020). <i>Achtergrondrapport referentiescenario's natuurverkenning 2050</i>
191	Hennekens, S., J. Holtland, N. van Rooijen, W. Wamelink & W. Ozinga (2020). <i>Indicatiewaarden voor voedselrijkdom van de bodem; een vergelijking tussen drie indicatiesystemen.</i>
192	Glorius, S.T. & A. Meijboom (2020). <i>Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2019.</i>
193	Glorius, S.T. & A. Meijboom (2020). <i>Ontwikkeling van de bodemdiargemeenschap in de geulen van referentiegebied Rottum; Tussenrapportage 14 jaar na sluiting (najaar 2019).</i>
194	Adams, A.S. & W.J. Remmelts (2020). <i>Achtergronddocumentatie Vogel- en Habitatrichtlijnrapportage Annex A.</i>
195	Van der Meij, W.M. & G.J. Maas (2020). <i>Kwaliteitsdocument van de Geomorfologische kaart van Nederland.</i>
196	Buijs, A.E., D.A. Kamphorst, C.B.E.M. Aalbers (2020). <i>Draagt maatschappelijke betrokkenheid bij aan de legitimiteit van het natuurbeleid? Inventarisatie van beleidsverwachtingen en review van literatuur.</i>

197	Knegt, B. de, M. van der Aa, L. van Gerven, K. Hendriks, S. Koopmans, M. Lof, M. Riksen, H. Roelofsens, S. de Vries, I. Woltjer (2020). <i>Graadmeter Diensten van Natuur, update 2020; Vraag, aanbod, gebruik en trend van goederen en diensten uit ecosystemen in Nederland.</i>
198	Bouwma, I.M., M.C. van Riel, J.G. Nuesink, J.A. Veraart, R. Pouwels (2020). <i>Verkenning naar de samenhang van de Vogel- en Habitatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water. Een analyse voor het vergroten van de synergie tussen de richtlijnen.</i>
199	Muskens, G., M. La Haye, R. van Kats, S. Moonen & E.A. van der Grift (2020). <i>Ontwikkeling van de hamsterpopulatie in Limburg; Stand van zaken 2019-2020.</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>
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>
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>



Thema Informatievoorziening Natuur
Wettelijke Onderzoekstaken
Natuur & Milieu
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T (0317) 48 54 71
E info.wnm@wur.nl

ISSN 2352-2739

www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

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, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 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.

