

# Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2022

Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken

L. van Schalkwijk, E.T. Schotanus, M.J.L. Kik, A. Gröne en L.L. IJsseldijk

| WOt-technical report 239



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH



**Universiteit  
Utrecht**





Postmortaal onderzoek van bruinvissen  
(*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse  
wateren, 2022

---

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

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. WOT Natuur & Milieu zorgt voor rapportages en data voor (inter)nationale verplichtingen op het gebied van agromilieu, biodiversiteit en bodeminformatie, en werkt 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 WOT Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

WOt-technical report 239 is het resultaat van onderzoek dat gefinancierd is door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).

# Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2022

Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken

Linde van Schalkwijk, Eva T. Schotanus, Marja J.L. Kik, Andrea Gröne & Lonneke L. IJsseldijk

Afdeling Pathologie, Departement Biomoleculaire Health Science, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht

BAPS-projectnummer WOT-04-009-047.05

**Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu**

Wageningen, april 2023

---

**WOT-technical report 239**

ISSN 2352-2739

DOI 10.18174/589917



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH



**Universiteit Utrecht**

---

---

## Referaat

Van Schalkwijk, L., E.T. Schotanus, M.J.L. Kik, A. Gröne & L.L. IJsseldijk (2023). *Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2022. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 239.

In dit jaarrapport worden de resultaten gepresenteerd van pathologisch onderzoek aan gestrande bruinvissen in 2022. Eén van de hoofdoelen van het onderzoek is het kwantificeren van sterfte van bruinvissen door menselijk toedoen. In 2022 zijn 57 dode bruinvissen onderzocht: 31 mannelijke en 26 vrouwelijke, waarvan 18 volwassenen, 27 juveniel en 12 neonaat. Er werden daarnaast twee mannelijke foetussen aangetroffen, onderzocht en bemonsterd. De meeste van de onderzochte bruinvissen stierven door infectieziekten (40,4%) en grijzezeehondaanvallen (24,6%). Bijvangst was de meest waarschijnlijke doodsoorzaak van zes bruinvissen (10,5%). Zeven andere bruinvissen stierven als gevolg van trauma door onduidelijke oorsprong (12,3%).

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

*Post-mortem research on porpoises (Phocoena phocoena) from Dutch waters, 2022. Biological data, health status and causes of death.*

This annual report presents the results of post-mortem examinations of beached harbour porpoises in 2022. One of the main objectives of the research is to quantify human-induced causes of death. In 2022, 57 dead harbour porpoises were examined: 31 males and 26 females, comprising 18 adults, 27 juveniles and 12 neonates. In addition two male fetuses were examined. Most of the examined harbour porpoises died as a result of infectious diseases (40.4%) and grey seal attacks (24.6%). Bycatch was the most likely cause of death for six porpoises (10.5%) and seven other porpoises died following trauma of unclear origin (12.3%).

*Foto omslag:* Eva Schotanus/ Strandingsonderzoek UU

© 2023 **Veterinair Pathologisch Diagnostisch Centrum**  
**Afdeling Pathologie, Departement Biomolecular Health Sciences**  
**Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht**  
Yalelaan 1, 3584 CL Utrecht  
Tel. (+31) 6 51 88 40 25; E-mail: [L.L.IJsseldijk@uu.nl](mailto:L.L.IJsseldijk@uu.nl)  
[www.uu.nl/strandingsonderzoek](http://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](mailto:info.wnm@wur.nl), [www.wur.nl/wotnatuurenmilieu](http://www.wur.nl/wotnatuurenmilieu).

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/589917> of op [www.wur.nl/wotnatuurenmilieu](http://www.wur.nl/wotnatuurenmilieu). 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.

WOT 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. Naast het onderzoek naar de doodsoorzaak en gezondheidsstatus van de gestrande dieren, worden er van elk dier weefsels voor aanvullende onderzoeken verzameld, waardoor een grote data- en weefselbank (inter)nationaal beschikbaar is. Dit resulteert in tal van unieke onderzoeken aan bruinvissen in Nederland en het buitenland. Deze rapportage behandelt alleen de dode bruinvissen die in het kader van de Wettelijke Onderzoekstaak Natuur & Milieu in 2022 zijn onderzocht. Om dit onderzoek in de toekomst voort te kunnen blijven zetten, blijven wij afhankelijk van vrijwilligers van het strandingsnetwerk, die we enorm dankbaar zijn voor hun inzet en enthousiasme in het melden en verzamelen van gestrande bruinvissen. Hieronder vallen vrijwilligers die aangesloten zijn bij meerdere 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 gemeenten, strandvonders en particulieren bijdragen geleverd bij het melden, verzamelen, verpakken en transporteren van de gestrande dieren.

*Utrecht, februari 2023*

*Linde van Schalkwijk*





---

# Inhoud

<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
<b>Summary</b>	<b>11</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>13</b>
<b>2 De opdracht</b>	<b>15</b>
<b>3 Methoden</b>	<b>16</b>
3.1 Macroscopisch onderzoek	16
3.2 Cytologisch en histologisch onderzoek	16
3.3 Aanvullend onderzoek	17
3.4 Doodsoorzaakcategorieën	18
<b>4 Resultaten</b>	<b>19</b>
4.1 Herkomst en biologische gegevens	19
4.2 Doodsoorzaken	20
4.2.1 Infectieziekten	21
4.2.2 Grijszeehondaanval	22
4.2.3 Trauma	23
4.2.4 Bijvangst	25
4.2.5 Verhongering en vermagering	26
4.2.6 Peri- en neonatale sterfte	27
4.2.7 Onbekend	27
4.2.8 Overig	27
4.3 Aanvullend onderzoek	28
4.3.1 Bacteriologie, mycologie en parasitologie	28
<b>5 Conclusie</b>	<b>29</b>
<b>Literatuur</b>	<b>30</b>
<b>Verantwoording</b>	<b>34</b>
<b>Bijlage 1 Doodsoorzaakcategorieën</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage 2 Basisgegevens bruinvissen 2022</b>	<b>39</b>



---

# 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 de 'Overeenkomst inzake de instandhouding van kleine walvisachtigen in de Oostzee, de Noordoostelijke Atlantische Oceaan, de Ierse en de Noordzee (ASCOBANS)', die sinds 1991 van kracht is.

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

In 2022 zijn er in totaal 57 bruinvissen onderzocht: 18 volwassen, 27 juvenielen en 12 neonaten. De verdeling naar geslacht was 31 man en 26 vrouw. Daarnaast werden twee mannelijke foetussen aangetroffen in de uterus van twee volwassen vrouwtjes, ook deze werden onderzocht en bemonsterd. De meeste van de onderzochte dieren stierven aan de gevolgen van een infectieziekte (40,4%). Dertien bruinvissen (24,6%) stierven door een aanval van een grijze zeehond, terwijl trauma de doodsoorzaak was van zeven bruinvissen (12,3%). Vermoedelijke bijvangst was de doodsoorzaak van zes bruinvissen (10,5%), terwijl één volwassen bruinvis en drie juveniele bruinvissen stierven aan de gevolgen van voedseltekort (verhongering/vermagering, 7%). Peri- en neonatale problemen veroorzaakte stranding en/of de dood bij twee neonaten (3,5%). De doodsoorzaak van één bruinvis bleef onduidelijk (1,75%).



---

# Summary

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

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

In 2022 a total of 57 harbour porpoises were examined: 18 adults, 27 juveniles and 12 neonates, of which 31 were males and 26 females. In addition, 2 male foetuses were found in the uterus of 2 adult females and samples taken for analysis. Most of the examined animals died from the effects of an infectious disease (40.4%). Thirteen harbour porpoises (24.6%) died from wounds inflicted by a grey seal, and trauma was the cause of death of 7 porpoises (12.3%) Bycatch was probably the cause of death of 6 porpoises (10.5%), while 1 adult porpoise and 3 juveniles died as a result of insufficient food intake (starvation and emaciation, 7%). Perinatal and neonatal problems were the cause of stranding and/or death of 2 neonates (3.5%). The cause of death of one harbour porpoise remains unclear (1.75%).



---

# 1 Inleiding

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel voorkomende soort in de Noordzee (Camphuysen & Peet 2006; Geelhoed et al. 2013, Geelhoed & Scheidat 2018). Grootschalige tellingen hebben het aantal rond de 345.000 individuen geschat (Hammond et al. 2017), waarvan –afhankelijk van het seizoen– tussen de 26.000 en 85.000 dieren in het Nederlandse deel van de Noordzee voorkomen (Geelhoed et al. 2013, Geelhoed & Scheidat 2018). Dit is een groot aantal in vergelijking met tientallen jaren geleden, de bruinvis is tussen 1960 en 1980 zelfs helemaal verdwenen uit Nederlandse wateren (Camphuysen 2004, Camphuysen 2011, Haelters et al. 2011). In de jaren negentig nam het aantal waarnemingen weer sterk toe (Camphuysen & Siemensma 2011), wat samenhangt met een toename in het aantal strandingen (IJsseldijk & ten Doeschate et al. 2020, IJsseldijk et al. 2021b).

Bruinvissen zijn beschermd binnen zowel nationale als internationale regelgeving en verdragen (bijvoorbeeld: ASCOBANS; 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%. In 2011 heeft het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit het Bruinvisbeschermingsplan uitgebracht (Camphuysen & Siemensma 2011), met in 2020 een geüpdatete versie (Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality 2020). Hierin is een overzicht gecreëerd van het onderzoek, beleid en de wettelijke ontwikkelingen met betrekking tot bruinvissen in Nederland. Dit beschermingsplan is gemaakt in samenwerking met verschillende stakeholders, zoals andere ministeries, NGO’s (niet-gouvernementele organisaties), en wetenschappelijke experts.

De Noordzee is een van de intensiefst gebruikte mariene gebieden ter wereld, waar tal van menselijke activiteiten tegelijkertijd plaatsvinden (Halpern et al. 2008, 2015). De bruinvissen die zich in de Noordzee bevinden worden beïnvloed door verschillende menselijke activiteiten. Dit zijn onder andere visserij (Leeney et al. 2008, IJsseldijk et al. 2018), chemische vervuiling (Pierce et al. 2008, Weijs et al. 2009, Jepson et al. 2016, van den Heuvel-Greve et al. 2021) en onderwatergeluid van verschillende bronnen, zoals de scheepvaart (Wisniewska et al. 2018), seismisch onderzoek en ontploffingen van oude munitie (von Benda-Beckmann et al. 2015, de Haan et al. 2015, Aarts et al. 2016). Bovendien is er een stijging van het aantal offshore-activiteiten, zoals de bouw van onder andere windparken (Gall et al. 2021, Graham et al. 2019). Zo werd in september 2022 bekend gemaakt dat het Nederlandse kabinet in 2050 70 gigawatt aan windenergie vanuit zee wil opwekken (Ministerie van Algemene Zaken 2022). Dit zal mogelijk effect kunnen hebben op het Noordzee-ecosysteem en de daar aanwezige bruinvissen. Ook worden de grootschalige effecten van klimaatverandering steeds duidelijker zichtbaar, waaronder veranderingen in prooikwantiteit en -kwaliteit, wat kan leiden tot een verminderde voedingstoestand, die de vatbaarheid voor infectieziekten verhoogt (Gulland & Hall 2007, Kebke et al. 2022, Leopold 2015a, Sanderson & Alexander 2020). Individuele en cumulatieve stressoren bedreigen de directe overleving van individuele bruinvissen, maar kunnen ook niet-dodelijke effecten veroorzaken, zoals de eerdergenoemde prooikwantiteit, die van invloed zijn op de levensvatbaarheid en kwaliteit van de populatie en de gezondheid van het milieu (Castrillon & Bengtson Nash 2020, IJsseldijk 2021).

In de Noordzee worden bruinvissen 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 op de populatie. Adequaat reageren wordt mogelijk doordat veranderingen in het aantal strandingen en de doodsoorzaken tijdig kunnen worden opgemerkt, door het grote aantal waarin bruinvissen voorkomen en de grote kans dat gestrande dieren worden gevonden en gerapporteerd. Dit is vooral belangrijk wanneer bepaalde bedreigingen toenemen of wanneer er nieuwe bedreigingen ontstaan (IJsseldijk 2021). Om deze reden is een gestructureerd en

---

efficiënt systeem nodig voor het verzamelen van gestrande dieren en het uitvoeren van postmortaal onderzoek om (indien mogelijk) een doodsoorzaak vast te stellen, en weefselmonsters en magen te verzamelen voor verder (dieet)onderzoek.

Postmortaal onderzoek van bruinvissen, en andere gestrande walvisachtigen, vindt sinds december 2008 plaats bij de afdeling Pathologie van het departement Biomolecular Health Sciences van de Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht (UU), in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Sinds 2016 behoort het postmortaal onderzoek bij de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research (WUR). Sinds 2016 is financiering gegarandeerd onder toezicht van Wageningen Marine Research (WMR). In dit jaarrapport wordt een overzicht gegeven van het in 2022 uitgevoerde postmortaal onderzoek van bruinvissen.



---

## 2 De opdracht

Jaarlijks wordt postmortaal onderzoek verricht naar ongeveer 50 verse gestrande bruinvissen. Het postmortaal onderzoek bestaat voornamelijk uit macroscopisch, microscopisch en microbiologisch onderzoek. Het hoofddoel van het onderzoek is het vaststellen van de doodsoorzaken van de onderzochte bruinvissen. Hier rapporteren we ook de biologische gegevens van de bruinvissen (geslacht en leeftijdsklasse) en hun fysieke condities.

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

---

## 3 Methoden

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

### 3.1 Macroscopisch onderzoek

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

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

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

### 3.2 Cytologisch en histologisch onderzoek

Tijdens, of direct na, de sectie kan er onderzoek plaatsvinden op celniveau door middel van cytologisch onderzoek. Deze cellen werden verkregen door bepaalde lichaamsvloeistoffen zoals bijvoorbeeld hersenvocht of urine, eventueel na centrifugeren, op een glaasje te druppelen of door een orgaan op het glaasje te drukken. Vervolgens werden de afdrukken (afhankelijk van de indicatie) wel of niet gekleurd, met Hemacolor® (Hemacolor quick stain, Merk, D61 Darmstadt, Duitsland) 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, kunnen 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) waren: huid, hersenen, longen en bijbehorende lymfeknoop, hart, milt, lever, bijniere(n), nieren, darm, melkklier, en in geval van dracht placenta, navelstreng en organen van de foetus (waar mogelijk). Laesies werden extra bemonsterd. De in formaline gefixeerde organen werden volgens standaardprocedure in paraffine ingebed en in heel dunne plakjes gesneden, waarna de coupes werden gekleurd met hematoxyline en eosine (H&E). Een veterinaire patholoog onderzocht 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, in 2022 onder andere gebruikt om eventuele infecties met Aviaire Influenza (vogelgriep) vast te stellen) en ontkalking van benig materiaal tot het histologisch onderzoek.

### 3.3 Aanvullend onderzoek

Wanneer er aan de hand van het histologisch of cytologisch onderzoek een verdenking van een infectie op bacteriologische, virologische of mycotische basis was, werd per casus beoordeeld of aanvullend onderzoek noodzakelijk en mogelijk was om het etiologische agens te identificeren. In de volgende paragrafen volgt een beschrijving van het microbiologisch en parasitologisch onderzoek dat werd uitgevoerd bij gestrande bruinvissen in 2022. Een overzicht van de uitgevoerde testen is te vinden in tabel 1.

#### **Bacteriologie**

Voor bacteriologisch onderzoek werd het verzamelde materiaal op twee bloedagarplaten en één MacConkey agarplaat gesmeerd. Eén bloedagarplaat werd anaeroob bebroed (2x24h bij 37°C), de andere bloedagarplaat en MacConkey agarplaat werden aeroob bebroed (2x24h bij 37°C). Bij 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).

Ook werd er een *Brucella* PCR uitgevoerd volgens een intern geoptimaliseerd protocol dat is overgenomen van het nationaal referentie laboratorium voor brucellose (Wageningen BioVeterinary Research, WBVR) en op basis van Maio et al. (2014). Brucellose is een -meestal fataal aflopende- bacteriële infectie die steeds vaker wordt gevonden in zeezoogdieren. De bacterie kan abortus induceren en zorgt voor infecties in onder andere de hersenen, longen, wervelkolom, huid, geslachtsorganen en het hart. Sommige *Brucella* spp. zijn in staat om zoönotische infecties bij mensen te veroorzaken. 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 bij bruinvissen echter nog tal van andere bacteriële infecties bekend die een zoönotisch potentieel hebben. Voorbeelden hiervan zijn: salmonellose (Foster et al. 1999, Davison et al. 2010) en infecties met *Vibrio fluvialis* (Ramamurthy et al. 2014). 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 schimmelgroei door een microbioloog. Verdachte kolonies werden geïdentificeerd op basis van fenotypische kenmerken en microscopisch onderzoek (Kapetanou & IJsseldijk et al. 2020). Mycologisch onderzoek werd tevens uitgevoerd bij het VMDC.

**Tabel 1** Aanvullende testen 2022.

Onderzoek	Orgaan	Aantal dieren
<b>Bacteriologisch</b> <sup>1</sup>	long	13
	lever	5
	huid	4
	melkklier	2
	hart	2
	bot (borstvin)	1
	darm	1
	<b>Bacteriologisch</b>	uterus
<b>(Brucella spp. PCR)</b> <sup>2</sup>	cerebrospinale vloeistof (CSF)	1
	long	1
	long lymfeknoop	1
	bloed	1
	serum	1
	lever	1

<sup>1</sup> Volgens algemene methoden VMDC

<sup>2</sup> Volgens een intern geoptimaliseerd protocol overgenomen van het nationaal referentie laboratorium voor brucellose (WBVR) en op basis van Maio et al. (2014)

### Parasitologie

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

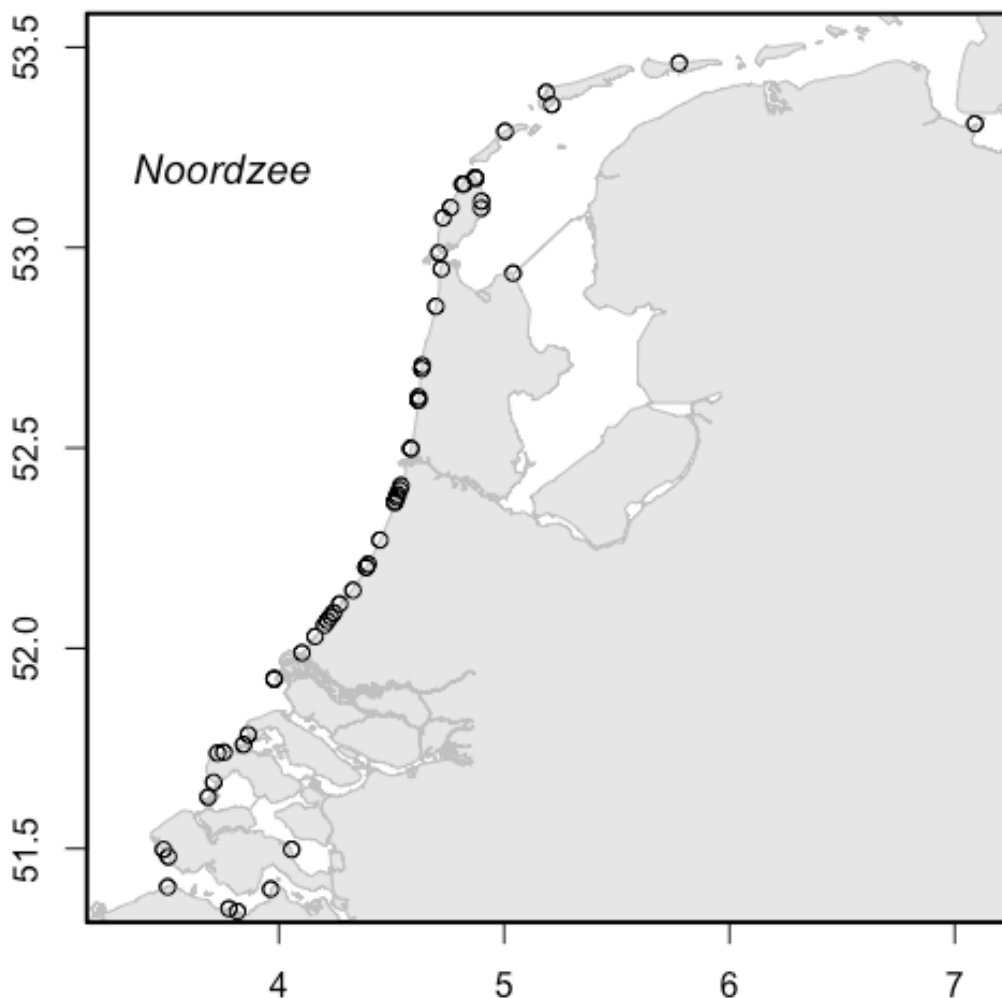
## 3.4 Doodsoorzaakcategorieën

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

## 4 Resultaten

### 4.1 Herkomst en biologische gegevens

In 2022 zijn er uit alle kustprovincies bruinvissen onderzocht. Uit Noord-Holland kwamen de meeste bruinvissen (n=28), gevolgd door Zuid-Holland (n=14), Zeeland (n=10), Friesland (n=4) en als laatste Groningen waar een enkele bruinvis (n=1) was gestrand in de Dollard. Van de Waddeneilanden zijn dertien bruinvissen onderzocht, waarvan de meeste bruinvissen van Texel (n=9), twee van Terschelling, één van Ameland en een volwassen zwangere bruinvis van Vlieland met foetus (figuur 1; bijlage 2). De meeste van de onderzochte bruinvissen kwamen uit januari (n=10), februari (n=9) en juli (n=10). December was een maand met weinig strandingen, met maar één onderzochte bruinvis van de in totaal negen bruinvissen die die maand zijn gevonden.



**Figuur 1** Herkomst onderzochte bruinvissen 2022 (n=57).

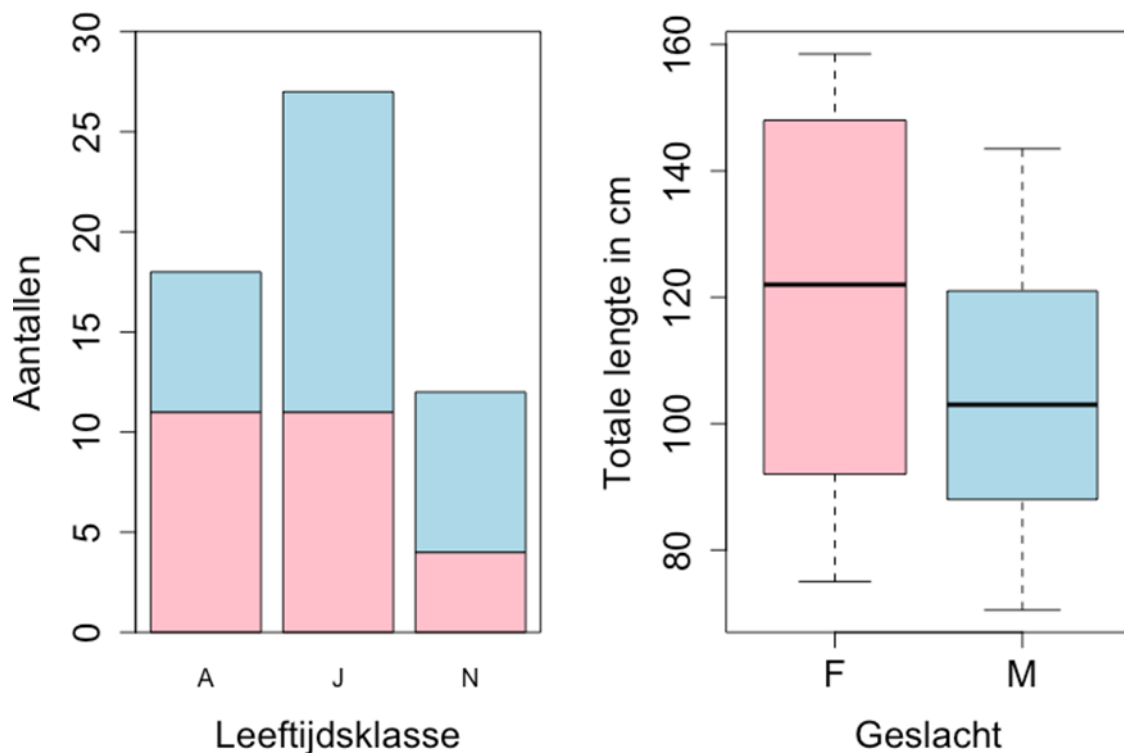
Het merendeel van de onderzochte bruinvissen werd niet ingevroren voorafgaand aan de autopsies (82%) en is relatief snel na het melden gekoeld naar Utrecht gebracht voor onderzoek. Hierdoor waren de meeste bruinvissen zeer vers tot vers (DCC1-2, 80%) ten tijde van de sectie. De overige (20%) waren iets minder verse dieren (DCC3), waarbij histopathologie dan ook beperkt mogelijk was.

Er zijn geen dieren onderzocht die in categorie DCC 4 of DCC 5 vielen. De lichaamsconditie (NCC) varieerde van NCC1 tot NCC6. Nutritionele conditie hangt vaak samen met de doodsoorzaken van dieren (bijlage 1). Een groot deel van de bruinvissen heeft NCC 1 en 2 toegewezen gekregen (40,3%) en was daarmee in zeer goede tot goede lichaamsconditie. Bruinvissen in zeer slechte voedingstoestand (NCC 6) kwamen het minste voor met 12,2%.

In totaal zijn er 18 volwassen bruinvissen, 27 juvenielen en 12 neonaten onderzocht. De verdeling naar geslacht was 31 man en 26 vrouw en dat bleef redelijk constant over de verschillende leeftijdsklassen (figuur 2). Daarnaast werden twee mannelijke foetussen aangetroffen in de baarmoeder van volwassen vrouwtjes.

De neonaten (n=12) werden tijdens het geboorteseizoen in mei, juni, juli en augustus gevonden. Deze pasgeboren bruinvissen waren gemiddeld 80,9 cm lang en wogen gemiddeld 9,0 kg. Juveniele en volwassen dieren werden verspreid over het hele jaar gevonden. Juveniele dieren (n=25) hadden een gemiddelde totale lengte van 106,9 cm en een gemiddeld gewicht van 19,6 kg. De maximale totale lengte in de groep juvenielen was een vrouwelijk dier van 125 cm. Volwassen vrouwtjes (n=11) waren gemiddeld 148 cm lang en mannelijke dieren (n=7) waren kleiner, met 137 cm. Het langste volwassen dier was een vrouwelijke bruinvis van 158,5 cm. De volwassen bruinvissen wogen gemiddeld 39 kg. De foetussen (n=2) werden gevonden in januari bij Wijk aan Zee en in april op Ameland, met respectievelijke lengtes van 83,5 en 70,5 cm.

## Leeftijds- en geslachtsverdeling



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

## 4.2 Doodsoorzaken

Postmortaal onderzoek in 2022 van 57 casussen heeft uitgewezen dat de meeste van de onderzochte dieren stierven aan de gevolgen van een infectieziekte (40,4%). Een grijzezeehondaanval was de

---

doodsoorzaak van dertien van de onderzochte bruinvissen (24,6%), peri- en neonatale problemen waren de oorzaak van stranding en/of sterfte bij twee neonaten (3,5%), en trauma van onduidelijke oorsprong bij nog eens zeven dieren (12,3%). Bijvangst was de vermoedelijke doodsoorzaak van zes bruinvissen (10,5%). Daarnaast stierven één volwassen bruinvis en drie juveniele bruinvissen aan de gevolgen van voedseltekort (verhongering/vermagering, 7%), waarvoor geen oorzaak kon worden vastgesteld. De doodsoorzaak van één bruinvis bleef onduidelijk (1,75%).

#### 4.2.1 Infectieziekten

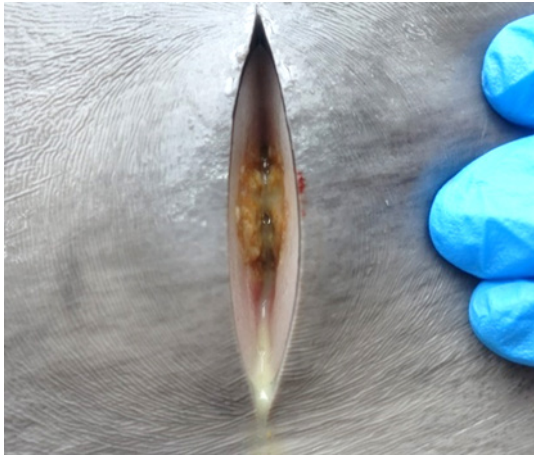
23 bruinvissen (40,4%) vielen in de doodsoorzaakcategorie infectieziekten (UT1910, UT1914, UT1918, UT1919, UT1920, UT1924, UT1925, UT1927, UT1928, UT1932, UT1934, UT1935, UT1936, UT1940, UT1948, UT1950, UT1956, UT1957, UT1958, UT1959, UT1963, UT1964 en UT1965). Dit waren elf volwassen dieren (47,8%), tien juveniele dieren (43,5%) en twee neonaten (8,7%). Zes bruinvissen in deze categorie werden levend op het strand aangetroffen en overleden ter plekke (UT1920, UT1934, UT1940, UT1948, UT1950 en UT1959).

Een longontsteking werd het meest gediagnosticeerd in deze doodsoorzaakcategorie, namelijk in 21 van de 24 bruinvissen (87,5%). In 17 van deze 21 bruinvissen waren er parasieten in de longen aanwezig (alle behalve UT1934, UT1935, UT1950 en UT1963, respectievelijk twee neonaten en twee juvenielen). Bij zeven van de 17 bruinvissen met parasieten in de longen was de longontsteking volledig door de parasieten geïnduceerd, terwijl er bij de andere tien daarnaast een bacteriële longontsteking aanwezig was. Bij de overige vier dieren, twee neonaten (UT1934 en UT1935) en twee juvenielen (UT1950 en UT1963) werd een zeer acute pneumonie vastgesteld, met een bacteriële infectie als meest waarschijnlijke onderliggende oorzaak.

Vijf vrouwelijke dieren uit de categorie 'infectieziekten' hadden een ontsteking in de hersenen of in het hersenvlies (21,7%, UT1919, UT1920, UT1924, UT1932, UT1958). Het ging om vier adulten en een juveniel. Een hersen(vlies)ontsteking is een van de meest voorkomende natuurlijke doodsoorzaken van gestrande walvisachtigen, en kan een groot aantal oorzaken hebben zoals bacteriën, virussen, schimmels en protozoën (Sierra et al. 2020). UT1958 had een ontstoken hersenvlies, waarvan geen onderliggende oorzaak werd gevonden, daarnaast had dit dier een bacteriële longontsteking veroorzaakt door *Salmonella*-groep B. UT1932 had een uitgebreide hersenontsteking (zie in de alinea hieronder verder beschreven) waarvan als onderliggende oorzaak een *Brucella*-infectie werd aangetoond. Een andere mogelijke oorzaak voor een hersenontsteking is de vogelgriep (Aviaire Influenza, AI). AI is een virus dat onder andere vogels en (zee)zoogdieren kan besmetten, waarvan op dit moment een hoog-pathogene variant (zeer besmettelijk en veroorzaakt ernstige ziekteverschijnselen) aanwezig is in Nederland. Sinds 5 oktober 2022 gelden er voor de pluimveesector landelijke maatregelen om, waar mogelijk, verspreiding te beperken. Het risico dat mensen besmet raken met het vogelgriepvirus is klein, maar het kan, en daarom is vogelgriep een zoonose. In 2022 werden tenminste een bruinvis uit Zweden, een tuimelaar *Tursiops truncatus* en zehonden uit de Verenigde Staten positief getest op AI (Adlhoch et al. 2022). Op de dieren met tekenen van ontsteking in de hersenen die kunnen passen bij AI (UT1919, UT1924 en UT1932) kon middels IHC (immunohistochemie) geen infectie met AI worden aangetoond; de oorzaak voor de ontsteking in de hersenen bleef bij deze dieren onbekend. Ook UT1916 en UT1947 werden getest op AI door middel van IHC, omdat er histologisch geringe ontstekingen in de hersenen werden waargenomen. Deze dieren bleken negatief en werden vanwege de aard en ernst van de andere afwijkingen in respectievelijk 'trauma' en 'bijvangst' ingedeeld.

In drie volwassen vrouwelijke dieren werd een *Brucella ceti*-infectie vastgesteld (UT1924, UT1932 en UT1957); bevestigd door middel van PCR of een bacteriekweek. Brucellose is een -meestal fataal aflopende- bacteriële infectie, die steeds vaker wordt gevonden in zeezoogdieren. De bacterie kan abortus induceren en zorgt voor infecties in onder andere de hersenen, longen, huid, hart en geslachtsorganen. UT1924 strandde in februari op Texel, ze was op het moment van overlijden niet drachtig en toonde ook geen tekenen van recente dracht. Ze had uitgebreide ontstekingen in de hartspier, longen, huid (figuur 3), baarmoeder en hersenen. UT1932 strandde in mei in Terneuzen en was in een matige voedingstoestand (NCC4). Ze was op het moment van overlijden niet drachtig en toonde ook geen tekenen van recente dracht. Dit dier had ontstekingen in de baarmoeder, hersenen,

hersenvlies en een grote bloedprop (thrombus) in de lever. Daarnaast was er een goedaardige tumor in de baarmoeder (leiomyoom) aanwezig, wat waarschijnlijk een toevalsbevinding is geweest. UT1957 werd in oktober dood gevonden op Terschelling. De linkerbaarmoederhoorn was gering verwijd en het linker ovarium toonde tekenen van eerdere ovulatie, wat kan betekenen dat dit dier recent geaborteerd had. Er werden ontstekingen in de baarmoeder, longen en huid vastgesteld die zijn veroorzaakt door de *Brucella* infectie.



**Figuur 3** Een onderhuidse ontsteking veroorzaakt door *Brucella ceti*-infectie, UT1924.

In zes dieren (26%) in de categorie 'infectieziekten' werden afwijkingen gevonden die kunnen passen bij een herpesvirusinfectie (UT1925, UT1927, UT1928, UT1956, UT1964 en UT1965). Dit waren vijf juveniele dieren en één volwassen bruinvis, waarvan vijf mannetjes en één vrouwelijke bruinvis. Driekwart van deze dieren waren ernstig vermagerd. Vier dieren werden in Noord-Holland (waarvan drie op Texel) gevonden en twee in Zeeland. De dieren hadden alle uitgebreide ontstekingen en ulceraties (zweren) in de mondholte, slokdarm, maag, rectum (al dan niet met bloederige inhoud in het maagdarmkanaal), genitale opening en/of de huid. Microscopisch werden in deze laesies insluitlichamen (ophoping van virusdeeltjes en eiwitten) waargenomen die kunnen passen bij een herpesvirusinfectie.

In drie dieren, een juveniele vrouw en twee adulte mannen (UT1920, UT1940 en UT1959), uit de 'infectieziekten'-categorie werd een bacteriële infectie aangetoond die zich waarschijnlijk via het bloed heeft verspreid naar verschillende organen (sepsis). UT1920, een juveniele vrouw, werd levend gevonden bij Wassenaar in februari, en werd ter plekke op het strand geëuthanaseerd<sup>1</sup>. Het dier had ontstekingen in de longen en lever, waaruit *Edwardsiella tarda* werd gekweekt. Daarnaast waren er ontstekingen in de hersenen aanwezig (zie eerder beschreven). UT1940 strandde in juli bij Katwijk aan Zee, was een adulte man in een matige voedingstoestand en had recent niet gegeten. Het dier had een longontsteking van bacteriële en parasitaire oorsprong. Daarnaast werden er macroscopisch afwijkingen in de lever gezien, die vanwege de autolyse helaas microscopisch niet konden worden bevestigd. Door middel van bacteriologisch onderzoek werd een matig aantal *Clostridium perfringens* uit de longen en een grote hoeveelheid *Edwardsiella tarda* uit de longen en lever gekweekt, de laatste was mogelijk de veroorzaker van de sepsis. UT1959 strandde in november bij Egmond aan Zee, was een mannelijk adult dier in een matige voedingstoestand en had ook recent niet gegeten. Macroscopisch werden ontstekingen in de longen, milt, lever en maag waargenomen. Histologisch werden deze ontstekingen bevestigd. Bovendien werd vastgesteld dat de afwijkingen in de lever en maag werden veroorzaakt door parasieten, en die in de longen en milt waarschijnlijk door een bacteriële infectie. Bacteriologisch onderzoek heeft geen specifieke bacterie kunnen aantonen.

#### 4.2.2 Grijzezeehondaanval

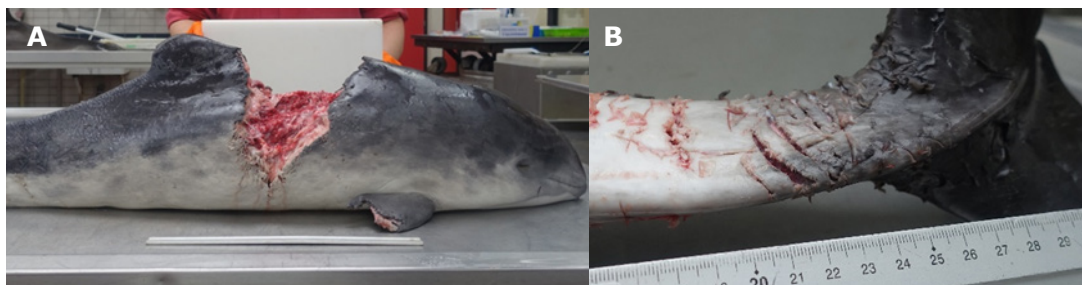
Veertien bruinvissen (24,6%) vielen in de categorie 'grijzezeehondaanval'. Deze categorie wordt opgesplitst in twee groepen: bruinvissen die direct overlijden door een grijzezeehondaanval (19,3%)

<sup>1</sup> 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.



en bruinvissen die later sterven als gevolg van bijtwonden (5,3%). De acute gevallen tonen (grote) ante-mortem mutilaties met bijtwonden zonder tekenen van wondgenezing. In 2022 kwamen externe wonden bij elf bruinvissen overeen met wonden die veroorzaakt worden door acute grijzezeehondpredatie (UT1909, UT1911, UT1912, UT1913, UT1915, UT1917, UT1930, UT1939, UT1949, UT1961, UT1962, zie figuur 4, zie ook Leopold et al. 2015b). De meeste werden in januari dood gevonden (n=6), de andere in februari, juni, juli, augustus en november langs de Noord- en Zuid-Hollandse, en Zeeuwse kust. Dit waren drie volwassen dieren, zes juveniele bruinvissen en twee neonaten, waarvan zes mannelijk en vijf vrouwelijk. Acht bruinvissen waren in zeer goede tot goede voedingstoestand ten tijde van de dood (NCC1-2), en de drie andere in matige tot slechte voedingstoestand (NCC4-5).

Drie bruinvissen stierven als gevolg van eerdere interacties met grijze zeehonden. Dit waren een juveniele bruinvis (UT1926), een neonaat (UT1944) en een volwassen dier (UT1946), allemaal mannelijke bruinvissen, gevonden in respectievelijk Groningen, Zuid-Holland en Noord-Holland. De juveniele en volwassen bruinvissen waren in een matige voedingstoestand (NCC3) en de neonaat was in een zeer slechte voedingstoestand (NCC6). UT1926 werd levend op het strand gevonden en had ontstoken bijtwonden en krassen ter hoogte van de staart en het genitaal gebied. Het dier was er dermate slecht aan toe dat hij ter plekke op het strand geëuthanaseerd werd. UT1944, een neonaat, had bijtwonden en krassen die kunnen passen bij een grijzezeehondaanval, waarbij zowel macroscopisch als histologisch een ernstige wondinfectie werd waargenomen. Waarschijnlijk hebben deze verwondingen de bruinvis voorafgaand aan de dood ervan weerhouden om te drinken bij zijn moeder; het dier was vermagerd en had een vervette lever en nieren (ook wel hepatische en renale lipidose genoemd, hetgeen een indicatie voor acute verhongering is). UT1946 had een ernstige geïnfecteerde chronische ontsteking in het bot van de rechter borstvin, waarbij er sprake was van uitgebreid(e) botverval en botnieuwvorming. Uit het bot werd *Vibrio alginolyticus* gekweekt. Deze bacterie komt voor in zeewater en kan mogelijk via de door de zeehond aangebrachte verwonding in de wond terecht zijn gekomen. In de huid van de vin werden zowel aan de boven- als onderkant meerdere compleet geheelde 'puncture wounds' (zie Leopold et al. 2015b) waargenomen. Ook werden verspreid over het lichaam meerdere deels geheelde, vrij grote huiddefecten gezien die passen bij de eerdere zeehondinteractie.



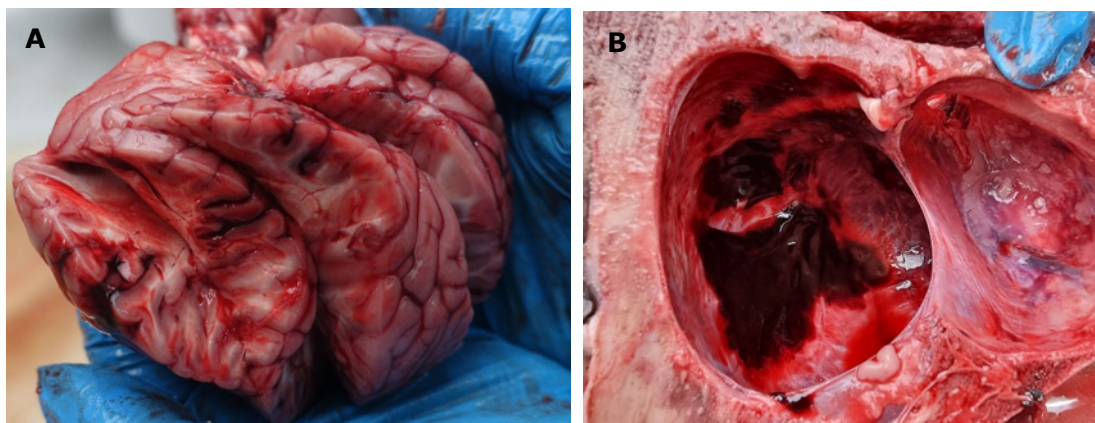
**Figuur 4** (A) kenmerkende scherpe mutilaties, passend bij een aanval door een grijze zeehond, ook mist een deel van de rechter borstvin, UT1909. (B) Bijtwonden veroorzaakt door een grijze zeehond ter hoogte van de staartschacht, UT1961.

#### 4.2.3 Trauma

Zeven bruinvissen stierven vermoedelijk als gevolg van trauma (UT1916, UT1921, UT1922, UT1923, UT1943, UT1945, UT1953). Het ging om zes mannelijke dieren, en één vrouwelijk dier. Het waren vier juvenielen, één volwassen en twee pasgeboren (neonaat) bruinvissen. De dieren verkeerden in een verschillende voedingstoestand, variërend van zeer goed tot slecht. De dieren werden gevonden in januari (n=1), februari (n=3), juli (n=2) en augustus (n=1).

Twee bruinvissen werden eind januari/begin februari in midden-Nederland gevonden: UT1916 op 27 januari bij Egmond en UT1921 op 3 februari bij Noordwijk. UT1916 was een juveniel mannetje die in zeer goede voedingstoestand was en recent voor stranding gegeten had. Deze bruinvis had een eenzijdige klaplong en ernstige bloedingen in het brein (figuur 5) en ruggenmerg. Uit de long werd *Aeromonas salmonicida* gekweekt, een bekende ziekteverwekker bij vissen (voor zover bekend niet ziekteverwekkend bij (zee)zoogdieren), histologisch werd bevestigd dat de longontsteking door

parasieten werd veroorzaakt. UT1921 was een juveniel mannetje die in slechte voedingsconditie verkeerde, maar wel voedsel in de maag had. De belangrijkste bevindingen bij dit dier waren bloedingen in het ruggenmerg. Er werden bij deze bruinvis geen andere afwijkingen in de organen aangetroffen. Deze twee bruinvissen stierven acuut en hoogstwaarschijnlijk ten gevolge van de ernstige bloedingen in het centrale zenuwstelsel en vallen daarom onder de categorie 'trauma'. Hoewel de precieze oorzaak van het trauma niet kan worden vastgesteld met de nu gebruikte methoden, is het opvallend dat de strandingen in de dagen na een bomexplosie op zee voor de kust van Zandvoort-IJmuiden plaatsvonden. Het zou gaan om een detonatie van een Duitse SC500, nadat deze bom werd ontdekt tijdens onderzoek voor nieuw aan te leggen kabels op zee<sup>2</sup>. De inwendige bloedingen en klaplong zoals gezien in deze dieren, passen bij blast trauma als door een explosie, maar om dat met (meer) zekerheid te zeggen zou aanvullend onderzoek naar de akoestische organen noodzakelijk zijn, volgens methoden omschreven in Siebert et al. 2022.



**Figuur 5** Uitgebreide bloeding in de grote hersenen (A) en binnenkant schedel (B) van UT1916.

UT1922 was een juveniele man in een goede voedingstoestand die recent gegeten had, met een matig aantal parasieten in longen, maag en lever. De meest opvallende bevindingen waren uitgebreide bloedingen aan het longoppervlak, in de grote en kleine hersenen, hersenstam en ruggenmerg. Er kon geen oorzaak voor dit trauma worden vastgesteld. UT1923 was een adulte man die ook in een goede voedingstoestand verkeerde en parasieten in de longen en lever had. Op de penis werd een kleine laesie gevonden die kan passen bij een herpesinfectie (dermate mild van aard dat deze afwijking waarschijnlijk niet met de dood van dit dier geassocieerd is). Histologisch werden uitgebreide bloedingen in het hersenvlies en de grote hersenen waargenomen. Zowel de zeer goede voedingstoestand als de bloedingen in het centraal zenuwstelsel zijn passend bij acuut trauma, er kon alleen geen definitieve oorzaak worden vastgesteld. Bij dit dier misten enkele tanden en er was een enkele zeer oppervlakkige inkeping aanwezig in de linker onderlip, bijvangst kon daardoor niet geheel met zekerheid worden uitgesloten.

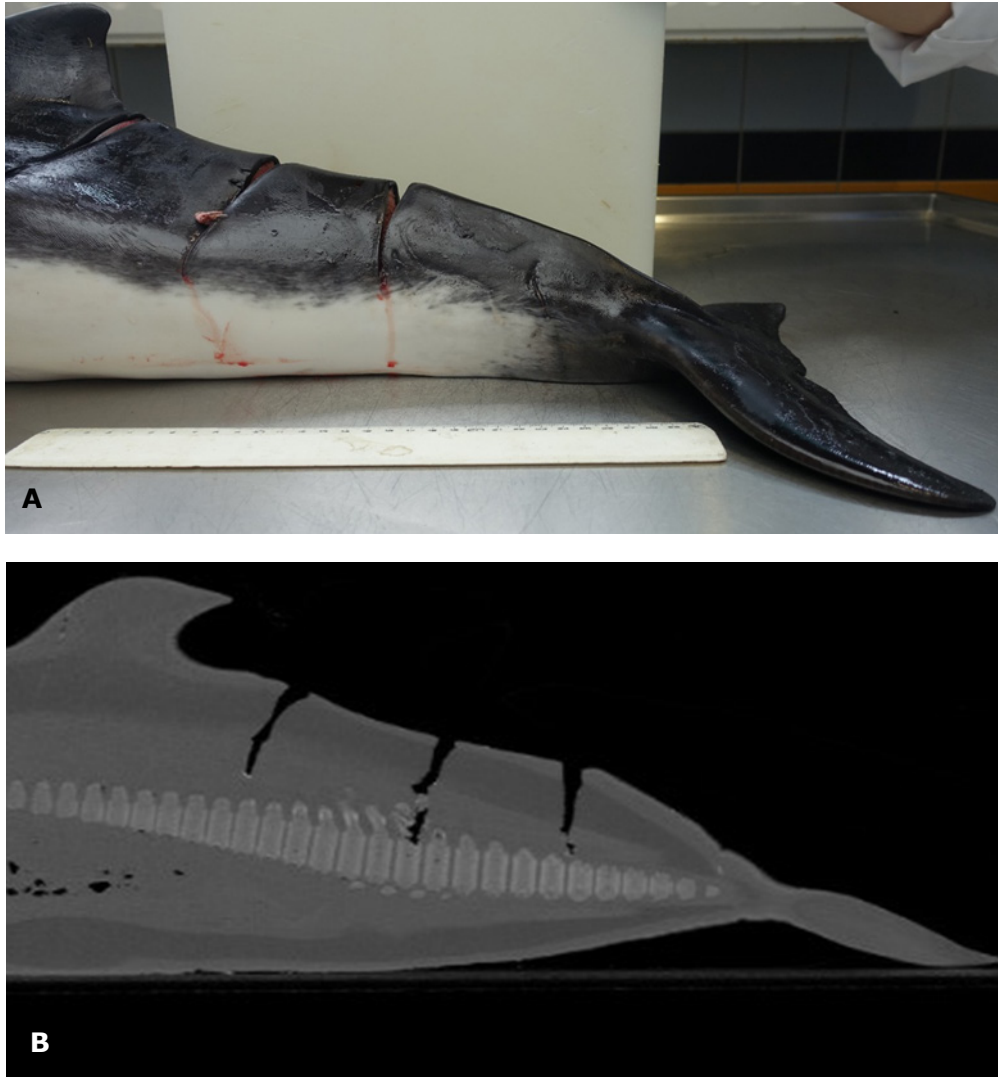
UT1943 was een juveniele man in een goede voedingstoestand. Dit dier had aan de bovenzijde zeven scherpe, van links naar rechts (lateraal) verlopende, georiënteerde snedes vanaf de staart tot aan de kop, alle met ongeveer 6 cm afstand gelokaliseerd van elkaar (zie figuur 6). Er werd een CT-scan gemaakt (figuur 6B), waarop duidelijk zichtbaar was dat de snedes doorliepen tot in onderliggende wervels en schedel. Tijdens de sectie kon (macroscopisch en histologisch) worden vastgesteld dat er uitgebreide bloedingen en oedeem aanwezig waren, wat ons vertelt dat het dier nog in leven was tijdens het ontstaan van de verwondingen. De laesies zijn waarschijnlijk ontstaan door een open, zeer snel draaiende propeller, zoals die van een speedboot of equivalent. Naast een gering vervette lever had dit dier geen andere significante afwijkingen aan organen.

UT1945 betrof een vrouwelijke neonaat in een matige tot goede voedingstoestand. De meest opvallende afwijking was een scherpe snede van 7 cm lengte aan de buikzijde van de borst aan de rechterzijde (tussen beide borstvinnen in), omringd door uitgebreide onderhuidse bloedingen.

<sup>2</sup><https://zandvoort.nieuws.nl/nieuws/28245/bomexplosie-op-zee-trilling-voelbaar-van-zandvoort-tot-ijmuiden/>

Daarnaast had dit dier milde leververvetting en geen significante afwijkingen aan andere organen. De oorsprong van het scherpe trauma kon niet worden achterhaald. Eenzelfde situatie als eerder beschreven in het jaarrapport van 2020 (UT1784), waarbij een omstander bevestigde het dier uit zijn lijden te willen verlossen met een mes, wordt niet uitgesloten (IJsseldijk et al. 2021a).

UT1953 was een mannelijke neonaat in een goede voedingstoestand met uitgebreide onderhuidse bloedingen aan de rechterzijde van de buik. Intern bleek de lever gescheurd (leverruptuur), bol en bleek, en de gehele buikholte was gevuld met bloed (hemoabdomen). Door dit bloedverlies waren de nog intacte organen en spieren ernstig bleek (hypovolemische shock). De lever en het bloeds serum van dit dier bevatten een toegenomen hoeveelheid vet (hepatische lipidose en hyperlipaemie). De vervette lever kan ervoor hebben gezorgd dat deze fragieler was en daardoor eerder geneigd was om te scheuren ten gevolge van het externe stompe trauma, waarvan de oorsprong onbekend bleef.



**Figuur 6** Meerdere scherpe snedes ontstaan ten gevolge van een propeller strike, macroscopie (A), CT scan (door: afdeling Diagnostische Beeldvorming DGK-UU) (B), UT1943.

#### 4.2.4 Bijvangst

In 2022 werd bij zes gestrande bruinvissen als vermoedelijke doodsoorzaak bijvangst gediagnosticeerd (UT1929, UT1931, UT1941, UT1947, UT1954, UT1960, 10,5%). Dit waren één volwassen, drie juveniele en twee neonatale bruinvissen, waaronder drie mannetjes en drie vrouwtjes. Deze dieren werden in vijf verschillende maanden gevonden in de provincies Noord-Holland (n=3), Zuid-Holland (n=2) en Friesland (n=1).

Drie van de bruinvissen uit de categorie 'bijvangst' hadden zeer duidelijke afdrucken of inkepingen van netten, bloedingen in de hersenen en/of het ruggenmerg, en geen andere significante afwijkingen (UT1931, UT1941 en UT1960).

Eén van de bruinvissen, een adult vrouwtje (UT1929) uit de categorie 'bijvangst' werd dood gevonden in mei op Ameland. Er waren netafdrucken zichtbaar op beide borstvinnen en een circulaire netafdruk vlak voor de staartvin (zie figuur 7). De borstholte was gevuld met een grote hoeveelheid bloed, en er zat een ruptuur (scheur) in het deel van de aorta dat door de borstkas loopt. Mogelijk is dit dier bijgevangen tijdens de bevalling. Ze had 9 cm ontsluiting, en was dus een jong aan het werpen op het moment van overlijden. De volgroeide mannelijke foetus lag in een kopligging, wat niet de gebruikelijke positie is voor een bruinvisfoetus. Dit zou haar in de problemen kunnen hebben gebracht, er waren echter geen andere aanwijzingen voor geboorteproblemen bij het moederdier (zoals overmatige hoeveelheid bloedingen rondom het geboortekanaal) of bij de foetus (zoals het inademen van vruchtwater of overmatige onderhuidse bloedingen). Zowel in het wild als in gevangenschap zijn er succesvolle 'kopligginggeboortes' beschreven (Gol'din, 2011).

Twee dieren (UT1947 en UT1954) hadden naast de netafdrucken en bloedingen in het centrale zenuwstelsel, ante-mortem (aanwezig voor de dood) acute fracturen. UT1947 had een schedelfractuur en bloed in de voorste oogkamer(s). UT1954 had een open botbreuk aan de voorzijde van het rostrum, ook was de bovenkaak gebroken, met rondom zeer uitgebreide bloedingen. De precieze oorzaak van deze laatstgenoemde open botbreuk is niet geheel duidelijk.

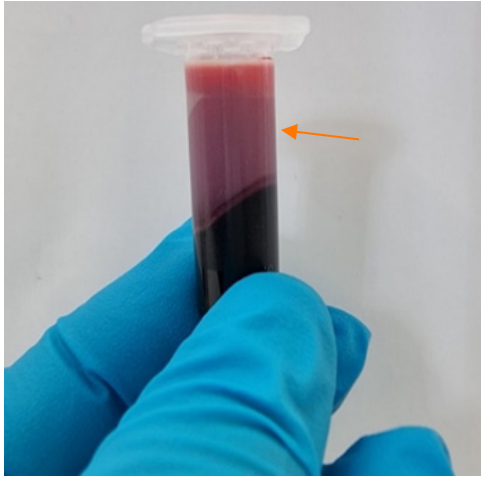


**Figuur 7** Kenmerkende inkepingen die kunnen passen bij bijvangst, op de staart- en borstvin (zie pijlen) van UT1929.

#### 4.2.5 Verhongering en vermagering

Vier bruinvissen stierven vermoedelijk aan de gevolgen van verhongering/vermagering (UT1933, UT1951, UT1952 en UT1955). Het ging om één volwassen vrouwtje en drie juveniele mannetjes. Deze dieren werden gevonden in mei, augustus en september bij Zoutelande, Zandvoort, op Terschelling en Texel. Twee bruinvissen (UT1933 & UT1955) hadden een NCC van 6, wat betekent dat de voedingstoestand als zeer slecht werd beoordeeld op basis van de hoeveelheid blubber, spiermassa, en inwendig vet rondom organen. UT1933 had een matig aantal lintwormen in zijn darmen, wat kan hebben bijgedragen aan de vermagering ten gevolge van een verminderde eetlust. Bij UT1955 werden buiten de vermagering geen afwijkingen vastgesteld.

UT1951 en UT1952 hadden daarentegen een NCC van respectievelijk 1 (zeer goede voedingstoestand) en 4 (matige voedingstoestand). Beide dieren hadden echter een leeg maagdarmkanaal, en te veel vet in de bloedbaan (hyperlipaemie, zie figuur 8), de lever (hepatische lipidose) en nieren (renale lipidose). Dit kan een gevolg zijn van acute verhongering, waardoor er te veel vet wordt gemobiliseerd vanuit de blubber naar het bloed, en kan de functies van organen aantasten. Uit een long van UT1952 werd *Clostridium perfringens* gekweekt, dit was echter een zeer klein aantal en er werd histologisch geen aanwijzing gevonden van een bacteriële longontsteking. Daarmee werd deze bevinding als klinisch niet relevant beoordeeld. Er kon bij deze dieren geen onderliggende oorzaak voor de verhongering worden vastgesteld.



**Figuur 8** Bloedmonster van een bruinvis met te veel vet in de bloedbaan (hyperlipaemie), te herkennen aan het bloedplasma dat een vette, troebele laag vormt op de rode bloedcellen (pijl), UT1952.

#### 4.2.6 Peri- en neonatale sterfte

Twee neonatale bruinvissen (UT1937 & UT1938) strandden respectievelijk bij Brouwersdam en Zandvoort. De dieren strandden in mei en juni, wat overeenkomt met het geboorteseizoen voor bruinvissen in de Noordzee (Lockyer 2003). UT1937 werd dood gevonden, UT1938 werd levend gevonden en geëuthanaseerd.

Beide dieren waren in een matige voedingstoestand en hadden een lege maag. Daarnaast hadden ze matige geelzucht en vervette lever en nieren. Het laatste is een indicatie voor acute verhogering. Deze afwijkingen zijn histologisch te herkennen doordat levercellen en bepaalde cellen in de nier (tubulaire epitheelcellen) vergroot zijn doordat ze een overmaat aan vet bevatten. Mogelijk hebben deze dieren niet (voldoende) bij hun moeder kunnen drinken. Bij UT1938 werden er microscopisch ook bloedingen in de hersenen waargenomen, mogelijk ontstaan ten gevolge van het levend stranden, of door beknelling tijdens de geboorte.

#### 4.2.7 Onbekend

De doodsoorzaak van één bruinvis (UT1942) bleef onduidelijk. Deze bruinvis was in vrij gevorderde staat van ontbinding (DCC3). Het ging om een vrouwelijke neonaat in een zeer goede voedings-toestand (NCC1), zonder tekenen van recente voedselopname. De meest in het oog springende afwijking was dat dit dier matig longoedeem had. De macroscopische en histologische beoordeling werd sterk beperkt door autolyse artefacten, waardoor de doodsoorzaak helaas niet kon worden vastgesteld.

#### 4.2.8 Overig

Er vielen dit jaar geen bruinvissen in de categorie 'overig'.

## 4.3 Aanvullend onderzoek

### 4.3.1 Bacteriologie, mycologie en parasitologie

Aanvullend onderzoek naar pathogenen toonden verschillende bacteriën en schimmels aan in organen van verschillende bruinvissen (tabel 2). De uitgevoerde *Brucella*-PCR gaf een positief resultaat in drie dieren (UT1924, UT1932 en UT1957), de rest bleek negatief.

**Tabel 2** Uitslagen microbiologisch onderzoek 2022 (op alfabetische volgorde).

Micro-organisme	Organen	Aantal dieren
<i>Aeromonas salmonicida</i>	long	1
<i>Acinetobacter johnsonii</i>	hart	1
<i>Brucella ceti</i>	hart	1
	huid	1
	baarmoeder	1
<i>Clostridium perfringens</i>	long	2
	darm	1
<i>Corynebacterium</i> sp.	long	1
<i>Edwardsiella tarda</i>	long	2
	lever	2
<i>Escherichia coli</i>	long	1
<i>Hafnia alvei</i>	long	1
<i>Salmonella</i> groep B	long	1
<i>Streptococcus</i> sp.	long	1
	lever	1
<i>Vibrio alginolyticus</i>	bot (borstvin)	1
<i>Vibrio fluvialis</i>	long	1

### Parasitologie

In tabel 3 is een overzicht te vinden van de parasietenbelasting in de onderzochte bruinvissen. De meeste parasieten werden gevonden in de longen, met een aanwezigheid van nematoden in 50.9% van de bruinvissen (29/57), waarvan een matige tot ernstige infectie in 62% van de gevallen (18/29). Daarna volgden de parasitaire infecties in de oren en gehoorgangen, wat voorkwam bij 47% van de bruinvissen (23/49), met middelmatige tot ernstige hoeveelheden in 61% daarvan (14/23). Parasieten in de maag(wand) en lever kwamen minder vaak voor, respectievelijk in 28% en 26% van de bruinvissen. Bij één bruinvis (UT1925) werden walvisluizen aangetroffen in open en ontstoken huidlaesies.

**Tabel 3** Parasieten in bruinvissen 2022

Infectie	Maag (n=57)	Longen (n=57)	Lever (n=57)	Oor en gehoorgang (n=49)
Geen	41	28	42	26
Mild	11	11	14	9
Middelmatig	5	14	1	7
Ernstig	0	4	0	7

---

## 5 Conclusie

Het postmortaal onderzoek uitgevoerd in 2022 op 57 casussen wees uit dat de meeste van de onderzochte dieren stierven aan de gevolgen van een infectieziekte (40,4%). Dertien bruinvissen (24,6%) stierven door een aanval van een grijze zeehond, terwijl trauma de doodsoorzaak was van zeven bruinvissen (12,3%). Vermoedelijke bijvangst was de doodsoorzaak van zes bruinvissen (10,5%), terwijl één volwassen bruinvis en drie juveniele bruinvissen stierven aan de gevolgen van voedseltekort (verhongering/vermagering, 7%). Peri- en neonatale problemen veroorzaakte stranding en/of de dood bij twee pasgeboren dieren (3,5%). De doodsoorzaak van één bruinvis bleef onduidelijk (1,75%).

In totaal lijkt 12,5% van de onderzochte dieren in 2022 door menselijk handelen gestorven te zijn, namelijk vermoedelijk 10,5% aan de gevolgen van bijvangst, en 2% ten gevolge van propeller geïnduceerd trauma. Bijvangst is daarmee één van de belangrijkste antropogene bedreigingen in de Nederlandse wateren. Het is waarschijnlijk dat het aantal dieren dat door menselijk handelen is gestorven onderschat is. Dit mede omdat een groot deel van de oorzaak van het trauma van de dieren uit de categorie 'trauma' niet met zekerheid te diagnosticeren is, en de doodsoorzaak van het dier in de categorie 'onbekend' niet bekend is. Daarnaast zijn er ook doodsoorzaken die indirect geïnduceerd kunnen zijn door menselijk handelen. Zo kan bijvoorbeeld door mensen geïnduceerde gehoorschade leiden tot verminderde prooidetectie (Morell et al. 2017), kan verandering van het klimaat leiden tot veranderingen in prooikwantiteit (en daarmee leiden tot verhongering) en kunnen klimaatveranderingen en chemische vervuiling leiden tot een toenemende vatbaarheid voor infectieziekten (Sanderson & Alexander 2020, Van den Heuvel-Greve et al. 2021).

---

# Literatuur

- Aarts, G., von Benda-Beckmann, A.M., Lucke, K., Sertlek, H.Ö., Van Bemmelen, R., Geelhoed, S.C.V., ... & Kirkwood, R. (2016). Harbour porpoise movement strategy affects cumulative number of animals acoustically exposed to underwater explosions. *Marine Ecology Progress Series*, 557, 261-275.
- Adlhoch, C., Fusaro, A., Gonzales, J. L., ... & Baldinelli, F. (2022). Avian influenza overview June–September 2022. *EFSA Journal*, 20(10), e07597.
- ASCOBANS. (1992). Agreement on the conservation of small cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas. Toegang via: <http://www.ascobans.org/es/documents/agreement-text>.
- Bernaldo de Quirós, Y.B., Hartwick, M., Rotstein, D.S., Garner, M.M., Bogomolni, A., Greer, W., ... & Moore, M. (2018). Discrimination between bycatch and other causes of cetacean and pinniped stranding. *Diseases of Aquatic Organisms*, 127(2), 83-95.
- Bossart, G.D. (2011). Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Oceanography*, 19(2), 134-137.
- Camphuysen, C.J. & Peet, G. (2006). Whales and Dolphins of the North Sea. *Fontaine Uitgevers*.
- Camphuysen, C.J. & Siemensma, M.L. (2011). Conservation plan for the harbour porpoise *Phocoena phocoena* in The Netherlands: towards a favourable conservation status. NIOZ Report 2011-07, *Royal Netherlands Institute for Sea Research*, Texel, 183 pp.
- Camphuysen, C.J. (2004). The return of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Dutch coastal waters. *Lutra* 47(2), 113-122.
- Camphuysen, C.J. (2011). Recent trends and spatial patterns in nearshore sightings of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Netherlands (Southern Bight, North Sea), 1990-2010. *Lutra*, 54(1), 37-44.
- Castrillon, J., & Bengtson Nash, S. (2020). Evaluating cetacean body condition; a review of traditional approaches and new developments. *Ecology and Evolution*, 10(12), 6144-6162.
- Davison, N., Barnett, J., Rule, B., Chappell, S., & Wise, G. (2010). Group B *Salmonella* in lungworms from a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). *Veterinary Record*, 167(9), 351-352.
- de Haan, D., von Benda-Beckmann, S., Geelhoed, S.C.V., & Lagerveld, S. (2015). Potential effects of seismic surveys on harbour porpoises. IMARES Wageningen UR Report number C126/15.
- Foster, G., Patterson, I.A.P., & Munro, D.S. (1999). Monophasic group B *Salmonella* species infecting harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) inhabiting Scottish coastal waters. *Veterinary Microbiology*, 65(3), 227-231.
- Foster, G., Whatmore, A.M., Dagleish, M.P., Malnick, H., Gilbert, M.J., Begeman, L., ... & IJsseldijk, L. L. (2019). Forensic microbiology reveals that *Neisseria animaloris* infections in harbour porpoises follow traumatic injuries by grey seals. *Scientific Reports*, 9(1), 1-8.
- Gall, A.B., Graham, I.M., Merchant, N.D., & Thompson, P.M. (2021). Broad-Scale Responses of Harbor Porpoises to Pile-Driving and Vessel Activities During Offshore Windfarm Construction. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.664724>
- Geelhoed, S.C.V. & Scheidat, M. (2018). Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017. *Lutra* 61(1), 127-136.
- Geelhoed, S.C.V., Scheidat, M., Bemmelen, van R.S.A. & Aarts, G. (2013). Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys in July 2010-March 2011. *Lutra* 56(1): 45-57.
- Gol'din, P.E. (2011). Case of Cephalic Presentation of a Foetus in a Harbour Porpoise, *Phocoena phocoena* (Cetacea, Phocoenidae), with Notes on Other Aquatic Mammals.
- Graham, I.M., Merchant, N.D., Farcas, A., Barton, T.R., Cheney, B., Bono, S., & Thompson, P.M. (2019). Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. *Royal Society Open Science*, 6(6), 190335. <https://doi.org/10.1098/rsos.190335>
- Gulland, F., & Hall, A.J. (2007). Is marine mammal health deteriorating? Trends in the global reporting of marine mammal disease. *EcoHealth*, 4(2), 135-150.



- Haelters, J., Kerckhof, F., Jacques, T.G. & Degraer, S. (2011). The harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Belgian part of the North Sea: trends in abundance and distribution. *Belgian Journal of Zoology* 141(2), 75-84.
- Halpern, B.S., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K.S., Koenig, K., Longo, C., ... & Walbridge, S. (2015). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications*, 6, 7615.
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'agrosa, C., ... & Fujita, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865), 948-952.
- Hammond, P.S., Lacey, C., Gilles, A., Visquerat, S., Borjesson, P., Herr, H., Macleod, K., Ridoux, V., Santos, M.B., Scheidat, M., Teilmann, J., Vingada, J., Oien, N. (2017). Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS -III aerial and shipboard surveys.
- IJsseldijk, L.L. & Geelhoed, S.C.V. (2016). Fox scavenging mutilations on dead harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). IMARES Wageningen WUR, rapport C036/16.
- IJsseldijk, L.L. & ten Doeschate, M.T., Brownlow, A., Davison, N.J., Deaville, R., Galatius, A., ... & Heesterbeek, H. (2020). Spatiotemporal mortality and demographic trends in a small cetacean: Strandings to inform conservation management. *Biological Conservation*, 249, 108733.
- IJsseldijk, L.L., van Schalkwijk, L., M.J.L. Kik & A. Gröne (2021a). Postmortal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2020; Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 204.
- IJsseldijk, L.L., Brownlow, A.C., & Mazzariol, S. (eds.). (2019). Best practice on cetacean post-mortem investigation and tissue sampling. Joint ACCOBAMS and ASCOBANS document: [osf.io/zh4ra](https://osf.io/zh4ra).
- IJsseldijk, L.L., Scheidat, M., Siemensma, M., Couperus, B., Leopold, M.F., Morell, M., Gröne, A., Kik, M. J. L. (2020) The challenging diagnosis of bycatch: Post-mortem findings in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) retrieved from gillnets. *Veterinary Pathology*, 0300985820972454.
- IJsseldijk, L.L., ten Doeschate, M.T., Davison, N.J., Gröne, A., & Brownlow, A.C. (2018). Crossing boundaries for cetacean conservation: Setting research priorities to guide management of harbour porpoises. *Marine Policy*, 9577-84.
- IJsseldijk, L.L., Camphuysen, K.C., Keijl, G.O., Troost, G., & Aarts, G. (2021b). Predicting harbor porpoise strandings based on near-shore sightings indicates elevated temporal mortality rates. *Frontiers in Marine Science*, 8.
- IJsseldijk, L.L. (2021). Living on a knife-edge: Unravelling harbour porpoise health through multidisciplinary and cross-border approaches (Doctoral dissertation, Utrecht University).
- Jepson, P.D., Deaville, R., Barber, J.L., Aguilar, À., Borrell, A., Murphy, S., ... & Cunningham, A.A. (2016). PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters. *Scientific Reports*, 6, 18573.
- Kapetanou, A. & IJsseldijk, L.L., Willems, D.S., Broens, E.M., Everaarts, E., Buil, J.B., ... & Gröne, A. (2020). Mycotic infections in free-ranging harbor porpoises (*Phocoena phocoena*). *Frontiers in Marine Science*, 7, 344.
- Kebke, A., Samarra, F., & Deros, D. (2022). Climate change and cetacean health: impacts and future directions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 377(1854), 20210249.
- Kuiken, T. & Garcia-Hartmann, M. (1993). Proceedings of the first ECS workshop on cetacean pathology: dissection techniques and tissue sampling, Leiden, The Netherlands. *ECS Newsletter* 17: 1-39.
- Leeney, R.H., Amies, R., Broderick, A.C., Witt, M.J., Loveridge, J., Doyle, J., & Godley, B.J. (2008). Spatio-temporal analysis of cetacean strandings and bycatch in a UK fisheries hotspot. *Biodiversity and Conservation*, 17(10), 2323.
- Leopold, M.F., Hesse, E., IJsseldijk, L.L., Begeman, L., Mielke, L., Schelling, T., ... & van der Meer, J. (2015a). Are starving porpoises (*Phocoena phocoena*) sentenced to eat junk food? in Eat and be eaten: Porpoise diet studies 58-88. (Wageningen University, 2015).
- Leopold, M.F., Begeman L., Bleijswijk J. D.L., van, IJsseldijk L.L., Witte H. & Gröne A. (2015b). Exposing the grey seal as a major predator of harbour porpoises. *Proceedings of the Royal Society Biology* 282: 20142429.
- Lockyer, C. (2003). Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the North Atlantic: Biological parameters. *NAMMCO Scientific Publications*, 5, 71-89.

- 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.
- Ministerie van Algemene Zaken. (2022, 16 september). Nederland maakt ambitie wind op zee bekend: 70 gigawatt in 2050. Nieuwsbericht | Rijksoverheid.nl.  
<https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/09/16/nederland-maakt-ambitie-wind-op-zee-bekend-70-gigawatt-in-2050>
- 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, S.E. (2008). Marine mammals as ecosystem sentinels. *Journal of Mammalogy*, 89(3), 534-540.
- Morell, M., Brownlow, A., McGovern, B., Raverty, S.A., Shadwick, R E., & André, M. (2017). Implementation of a method to visualize noise-induced hearing loss in mass stranded cetaceans. *Scientific Reports*, 7(1), 1-8.
- Peltier, H., Baagøe, H.J., Camphuysen, C.J., Czeck, P., Dabin, W., Daniel, P., ... & Ridoux, V. (2013). The stranding anomaly as population indicator: the case of harbour porpoise *Phocoena phocoena* in North-Western Europe. *PLoS ONE* 8(4), e62180.
- Pierce, G.J., Santos, M.B., Murphy, S., Learmonth, J.A., Zuur, A.F., Rogan, E., ... & Zegers, B.N. (2008). Bioaccumulation of persistent organic pollutants in female common dolphins (*Delphinus delphis*) and harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from western European seas: Geographical trends, causal factors and effects on reproduction and mortality. *Environmental Pollution*, 153(2), 401-415.
- Ramamurthy, T., Chowdhury, G., Pazhani, G.P., & Shinoda, S. (2014). *Vibrio fluvialis*: an emerging human pathogen. *Frontiers in microbiology*, 5, 91.
- Sanderson, C.E., & Alexander, K.A. (2020). Unchartered waters: Climate change likely to intensify infectious disease outbreaks causing mass mortality events in marine mammals. *Global Change Biology*, 26(8), 4284-4301.
- Siebert, U., Stürznickel, J., Schaffeld, T., Oheim, R., Rolvien, T., Prenger-Berninghoff, E., ... & Morell, M. (2022). Blast injury on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from the Baltic Sea after explosions of deposits of World War II ammunition. *Environment International*, 159, 107014.
- Sierra, E., Fernandez, A., Felipe-Jiménez, I., Zucca, D., Díaz-Delgado, J., Puig-Lozano, R., ... & Arbelo, M. (2020). Histopathological differential diagnosis of meningoencephalitis in cetaceans: Morbillivirus, Herpesvirus, *Toxoplasma gondii*, *Brucella* sp., and *Nasitrema* sp. *Frontiers in Veterinary Science*, 7.
- ten Doeschate, M.T., IJsseldijk, L.L., Hiemstra, S., de Jong, E.A., Strijkstra, A., Gröne, A. & Begeman, L. (2017). Quantifying parasite presence in relation to biological parameters of harbour porpoises *Phocoena phocoena* stranded on the Dutch coast. *Diseases of Aquatic Organisms* 127(1), 49-56.
- van Beurden, S.J., IJsseldijk, L.L., Cremers, H.J., Gröne, A., Verheije, M.H., & 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.
- van Beurden, S.J., IJsseldijk, L.L., Ordonez, S.R., 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.
- van Bleijswijk, J.D., Begeman, L., Witte, H.J., IJsseldijk, L.L., Brasseur, S.M., Gröne, A., & Leopold, M. F. (2014). Detection of grey seal *Halichoerus grypus* DNA in attack wounds on stranded harbour porpoises *Phocoena phocoena*. *Marine Ecology Progress Series*, 513, 277-281.
- van den Heuvel-Greve, M.J., van den Brink, A.M., Kotterman, M.J., Kwadijk, C.J., Geelhoed, S.C.V., Murphy, S., ... & IJsseldijk, L.L. (2021). Polluted porpoises: Generational transfer of organic contaminants in harbour porpoises from the southern North Sea. *Science of the Total Environment*, 796, 148936.
- von Benda-Beckmann, A.M., Aarts, G., Sertlek, H.Ö., Lucke, K., Verboom, W.C., Kastelein, R.A., ... & Ainslie, M.A. (2015). Assessing the impact of underwater clearance of unexploded ordnance on Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Southern North Sea. *Aquatic Mammals*, 41(4).
- Weijs, L., Dirtu, A.C., Das, K., Gheorghe, A., Reijnders, P.J., Neels, H., ... & Covaci, A. (2009). Inter-species differences for polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in marine top predators from the Southern North Sea: Part 1. Accumulation patterns in harbour seals and harbour porpoises. *Environmental Pollution*, 157(2), 437-444.

---

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

---

# Verantwoording

WOT-technical report: 239

BAPS-projectnummer: WOT-04-009-047.05

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

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

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

## Akkoord Extern contactpersoon

functie: senior beleidsmedewerker LNV

naam: Anne-Marie Svoboda

datum: 10-03-2023

## Akkoord Intern contactpersoon

naam: Martin Baptist

datum: 13-03-2023

---

# Begrippenlijst

**Antropogeen:** door mensen teweeggebracht

**Atrofie:** afname van weefsel- of orgaanmassa

**Cerebellum:** kleine hersenen

**Cerebrum:** grote hersenen

**Dystocia:** problemen bij geboorte

**Etiologie:** oorzaak leer

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

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

**Hepatische lipidose:** vervette lever

**Histologie:** weefselleer, ook wel: microscopie

**Hyperlipaemie:** te veel vet in je bloed

**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

**Lateraal:** van links naar rechts verlopend

**Mycologie:** onderzoek naar schimmels (fungi)

**Mycotisch:** door schimmels veroorzaakt

**Necrose:** onomkeerbare celdood

**Nematoden:** rondwormen

**Neonaat:** pasgeborene

**Pathologie:** ziekteleer

**Postmortaal:** na de dood

**Renale lipidose:** vervette nier

**Rostrum:** snuit bij zoogdieren

**Thrombus:** bloedprop



---

# Bijlage 1 Doodsoorzaakcategorieën

## Doodsoorzaakcategorieën op alfabetische volgorde

### **Bijvangst**

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

### **Grijzezeehondslachtoffers**

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

### **Infectieziekten**

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

### **Overig**

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

### **(Peri-) neonatale sterfte en verhongering**

Pasgeborenen zijn het 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 het habitat. Daarnaast zijn kenmerkende bevindingen binnen deze categorie perinatale asfyxie (zuurstofgebrek bij geboorte) of subcutane bloeding en bloedingen in het centrale zenuwstelsel, bijvoorbeeld als gevolg van klemzitten tijdens de partus.

### **Trauma**

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

### **Vermagering**

Vermagering is het proces van langere tijd (dagen/weken tot maanden) niet genoeg voedsel vinden of kunnen vangen, waardoor dieren ernstig vermageren. De diagnose vermagering vormt een diagnostische uitdaging, omdat bij deze dieren vaak geen duidelijke aanwijzing is voor de exacte doodsoorzaak. Er wordt aangenomen dat bij een blubberdikte van minder dan één centimeter een bruinvissen 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 2022

IDcode	Dd	Mm	Yy	Stranding location	Age	Sex	DCC	TL (cm)
UT1909	5	1	2022	Zandvoort	J	F	2	101
UT1910	5	1	2022	Den Haag, Zuiderstrand	A	M	2	132
UT1911	6	1	2022	Maasvlakte	A	F	2	140,5
UT1912	6	1	2022	Wijk aan Zee	A	F	3	142
UT1912.1	6	1	2022	Wijk aan Zee	F	M	2	34,5
UT1913	19	1	2022	Den Haag, Zuiderstrand	J	M	2	95
UT1914	22	1	2022	Vlieland, bij dam 30	A	F	2	157,5
UT1915	21	1	2022	Tussen Zandvoort en Bloemdaal	A	M	2	121
UT1916	27	1	2022	Egmond aan zee	J	M	2	114
UT1917	26	1	2022	Schoorl	J	M	3	113
UT1918	29	1	2022	Den Helder, De Grafelijkheidsduinen	J	M	2	115
UT1919	2	2	2022	Egmond aan zee	A	F	1	151
UT1920	3	2	2022	Wassenaar	J	F	1	125
UT1921	3	2	2022	Noordwijk	J	M	3	106,4
UT1922	19	2	2022	Brouwersdam	J	M	2	124
UT1923	19	2	2022	Maasvlakte	A	M	2	143,5
UT1924	25	2	2022	Texel, paal 28	A	F	2	145
UT1925	26	2	2022	Den Oever	J	F	2	121
UT1926	15	3	2022	Dollard	J	M	2	110
UT1927	30	3	2022	Texel, Loswal	J	F	1	110
UT1928	1	4	2022	Texel, Stuifweg	J	M	2	123
UT1929	29	4	2022	Ameland	A	F	3	148
UT1929.1	29	4	2022	Ameland	F	M	3	70,5
UT1930	8	2	2022	Dishoek	J	M	2	103
UT1931	18	2	2022	Ter Heijde	J	M	1	112,5
UT1932	3	5	2022	Terneuzen	A	F	2	158,5
UT1933	21	5	2022	Zoutelande	J	M	3	117
UT1934	28	5	2022	Wijk aan Zee	N	M	2	70,5
UT1935	28	5	2022	Katwijk aan zee	N	M	2	77
UT1936	29	5	2022	Texel, paal 17	J	F	2	123
UT1937	30	5	2022	Brouwersdam	N	F	2	75
UT1938	7	6	2022	Zandvoort	N	M	2	71
UT1939	18	6	2022	Neeltje Jans, Noordzeezijde	N	M	3	82
UT1940	1	7	2022	Katwijk aan zee	A	M	2	142
UT1941	2	7	2022	Egmond aan zee	N	M	3	88
UT1942	2	7	2022	Texel, paal 27	N	F	3	89,5
UT1943	6	7	2022	Scheveningen	J	M	2	94,5
UT1944	11	7	2022	Nieuw-Haamstede	N	M	2	79,5
UT1945	5	7	2022	Callantsoog, Groote Keeten	N	F	2	86
UT1946	17	7	2022	Katwijk aan zee	A	M	2	138

IDcode	Dd	Mm	Yy	Stranding location	Age	Sex	DCC	TL (cm)
UT1947	15	7	2022	Zandvoort	J	F	3	91,5
UT1948	25	7	2022	Texel, paal 28	A	M	1	140
UT1949	27	7	2022	Texel, Volharding	J	M	2	99
UT1950	1	8	2022	Kijkduin	J	F	2	92
UT1951	2	8	2022	Zandvoort	J	M	2	93
UT1952	5	8	2022	Terschelling, strandpaal 3.6	J	M	1	96
UT1953	10	8	2022	Yerseke	N	M	2	82
UT1954	26	8	2022	Bloemendaal	N	M	2	87,5
UT1955	2	9	2022	Egmond aan zee	A	F	3	155
UT1956	8	4	2022	Westenschouwen	J	F	2	116
UT1957	21	10	2022	Hoek van holland	A	F	2	151
UT1958	30	10	2022	Breskens	A	F	2	156
UT1959	5	11	2022	Renesse	A	M	1	143
UT1960	11	11	2022	Terneuzen	J	F	2	105
UT1961	13	11	2022	Ossensisse	J	F	1	92
UT1962	1	8	2022	Breskens	N	F	2	83
UT1963	9	12	2022	Renesse	J	M	2	102
UT1964	13	9	2022	Terneuzen	A	F	3	125
UT1965	1	9	2022	Ossensisse	J	F	2	92

## Recent verschenen WOt-technical reports

<b>213</b>	During, R., R.I. van Dam, J.L.M. Donders, J.Y. Frissel, K. van Assche (2022). <i>Veerkracht in de relatie mens-natuur; De cursus omgaan met tegenslag gaat morgenavond wederom niet door (Herman Finkers)</i>	<b>226</b>	Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2022). <i>Advies Mestverwerkingspercentages 2022 &amp; Verkenning 'contouren toekomstig mestbeleid'</i> .
<b>214</b>	Sanders, M.E., G.W.W. Wamelink, R. Jochem, H.A.M. Meeuwsen, D.J.J. Walvoort, R.M.A. Wegman, H.D. Roelofsen, R.J.H.G. Henkens (2022). <i>Milieucondities en ruimtelijke samenhang natuurgebieden; Technische achtergronden indicatoren digitale Balans van de Leefomgeving 2020.</i>	<b>227</b>	Kramer, H. & S. Los (2022). <i>Basiskaart Natuur 2021; Een landsdekkend basisbestand voor de terrestrische natuur in Nederland.</i>
<b>215</b>	Chouchane H., A. Jellema, N.B.P. Polman, P.C. Roebeling (2022). <i>Scoping study on the ability of circular economy to enhance biodiversity; Identifying knowledge gaps and research questions.</i>	<b>228</b>	Ehlert, P.A.I., L. Veenemans, H.J. Smit, P.A.C. Suyker, K. Dallinga, H.H.J. Walthaus, P.H.J. Goorhuis, W.M.J.A. Duret en O. Oenema (2022). <i>Verkenning van mogelijke wijzigingen in de Meststoffenwet door implementatie van verordening (EU) nr. 2019/1009; Opties voor nationale bepalingen voor vrij handelsverkeer.</i>
<b>216</b>	Bakker, G. (2022). <i>Hydrofysische gegevens van de bodem; Uitbreiding gegevens in 2021 en overdracht naar de Basisregistratie Ondergrond.</i>	<b>229</b>	Groot, G.A., J. Bovenschen, M. Laar, N. Villing, D.R. Lammertsma & H.A.H. Jansman (2022). <i>Status van de Nederlandse otterpopulatie: genetische variatie, mortaliteit en infrastructurele knelpunten in 2021.</i>
<b>217</b>	Arets, E.J.M.M., S.A. van Baren, H. Kramer, J.P. Lesschen & M.J. Schelhaas (2022). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands; Methodological background, update 2022.</i>	<b>230</b>	Braakhekke, M. C., D. van Kraalingen, A. Tiktak, F. van den Berg, J.J.T.I. Boesten (2022). <i>FOCUSPEARL version 5.5.5 - technical description of the database.</i>
<b>218</b>	Schalkwijk, L. van, M.J.L. Kik, A. Gröne & L.L. IJsseldijk (2022). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2021; Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i>	<b>231</b>	Kruijne, R., D. van Kraalingen and J.A. te Roller (2022). <i>User manual for the Groundwater Atlas for pesticides version 2022.</i>
<b>219</b>	Ehlert, P.A.I., R.P.J.J. Rietra, P.F.A.M. Römkens, L. Timmermans & L. Veenemans (2022). <i>Effectbeoordeling van invoering van Verordening EU/2019/1009 op de aanvoer van zware metalen in Nederland.</i>	<b>232</b>	Kramer, H. & J. Clement (2022). <i>Basiskaart Natuur 2017; Een landsdekkend basisbestand voor de terrestrische natuur in Nederland.</i>
<b>220</b>	Faber M. & M.H.M.M. Montforts (2022). <i>Organic contaminants in fertilising products and components materials.</i>	<b>233</b>	Wamelink G.W.W., L. Biersteker, H.D. Roelofsen, R. Jochem, J.G.M. van der Gref, B. de Knecht en R.J.H.G. Henkens (2022). <i>Model for Nature Policy - MNP; Automatisering validatie, automatisering draagkrachten, rekenmethode van de randvoorwaarden binnen MNP en gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse.</i>
<b>221</b>	Boonstra F.G. en R. Folkert (red.) (2022). <i>Methodeontwikkeling kosteneffectiviteit natuurbeleid; Lessen voor de Lerende Evaluatie Natuurrpact.</i>	<b>234</b>	Thouément, H.A.A, W.H.J. Beltman, M.C. Braakhekke (2022). <i>Manual for the TOXSWA SedDis Tool v1; Testing segmentation of the sediment layer in TOXSWA.</i>
<b>222</b>	Meeuwsen, H.A.M. & G.W.W. Wamelink (2022). <i>Neerschaling beheertypenkaarten; Methode zoals gebruikt bij ex-anteanalyse Natuurrpact.</i>	<b>235</b>	Glorius, S.T. & A. Meijboom (2022). <i>Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; periode 1995 tot en met 2021.</i>
<b>223</b>	Os, J. van, en J. Kros (2022). <i>Geografische Informatie Agrarische Bedrijven 2019; Documentatie van het GIAB 2019-bestand.</i>	<b>236</b>	Knecht, B. de, L. Biersteker, M. van Eupen, J.G.M. van der Gref, A.H. Heidema, R. Koopman, R. Jochem, M.E. Lof, H.M. Mulder, P. van Rijn, H.D. Roelofsen, S. de Vries, I. Woltjer (2022). <i>Natural Capital Model.</i>
<b>224</b>	Bruggen, C. van, A. Bannink, A. Bleeker, D.W. Bussink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J. Kros, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, M.W. van Schijndel, G.L. Velthof en T. van der Zee (2022). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2020.</i>	<b>238</b>	Arets, E.J.M.M., S.A. van Baren, C.M.J. Hendriks, H. Kramer, J.P. Lesschen & M.J. Schelhaas (2023). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2023.</i>
<b>225</b>	Schaminée, J.H.J. & N.M. van Rooijen (2022). <i>Het heft in eigen hand; Een verkenning naar wettelijke verplichtingen voor het behoud van botanische biodiversiteit in ons land die voortkomen uit internationale verdragen.</i>	<b>239</b>	Van Schalkwijk, L., Schotanus, E.T., Kik, M.J.L., Gröne, A & IJsseldijk, L.L. (2023). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2022; 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](mailto:info.wnm@wur.nl)  
[wur.nl/wotnatuurenmilieu](http://wur.nl/wotnatuurenmilieu)

ISSN 2352-2739

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.

