

**Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und
Lebensmittelsicherheit**

**Untersuchungen zum Gesundheitszustand von
Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im
Niedersächsischen Wattenmeer in den Jahren
2020 bis 2023**

Dr. Julian Heß¹, Friederike Attig, Ph.D.¹, Dr. Michael Brüggemann¹, Dr. Katharina Kluge¹,
Ole Stejskal², PD Dr. Christiane Werckenthin¹, Dr. Andreas Moss¹, apl. Prof. Dr. Martin
Runge³, Dr. Silke Braune³, PD Christine Bächlein, Ph.D.³, Dr. Susanne Rickling³, Dr. Karen
Nordmeyer¹, Dr. Olaf Heemken⁴, Katja Nordhoff⁵, Dr. Jens Brackmann¹

Unter Mitwirkung von Dr. Peter Lienau und Tim Fetting, Seehundstation Norddeich, und den
Wattenjagdaufsehern in Niedersachsen

¹ LAVES, Lebensmittel- und Veterinärinstitut Oldenburg

² LAVES, Dezernat 32, Task-Force Veterinärwesen

³ LAVES, Lebensmittel- und Veterinärinstitut Braunschweig/Hannover

⁴ LAVES, Institut für Fische und Fischereierzeugnisse Cuxhaven

⁵ LAVES, Dezernat 22, Task-Force Verbraucherschutz



**Niedersächsisches Landesamt für
Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit**

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	II
2	Ausblick.....	IV
3	Einleitung	1
4	Material, Methoden und Untersuchungsablauf.....	3
5	Ergebnisse und Beurteilung	9
5.1	Untersuchungszahlen und allgemeine Angaben zu den untersuchten Tieren.....	9
5.2	Bakteriologische Untersuchungen.....	17
5.3	Molekularbiologische und virologische Untersuchungen	25
5.4	Parasitologische Untersuchungen	27
5.5	Untersuchung auf toxikologisch relevante Elemente	33
5.6	Untersuchungen auf persistente organische Schadstoffe	42
5.7	Erkrankungs- und Todesursachen.....	57
6	Danksagung	83
7	Literaturverzeichnis	85
8	Tabellenverzeichnis.....	90
9	Abbildungsverzeichnis.....	92
10	Glossar	95
11	Anhang.....	99

1 Zusammenfassung

Basierend auf verschiedenen nationalen und internationalen Vereinbarungen übernahm das Niedersächsische Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit die Untersuchung des Gesundheitszustandes von Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im niedersächsischen Wattenmeer. Es wurden im Zeitraum von 2020 bis 2023 insgesamt 164 gestrandete Tiere entlang der gesamten niedersächsischen Küste untersucht. Juvenile Seehunde stellten den Großteil der untersuchten Individuen dar. Eine geschlechtsspezifische Häufigkeit konnte in der Stichprobe nicht beobachtet werden.

Die pathologisch-anatomische und histologische Untersuchung offenbarte Parasitosen als die häufigste Ursache für den Verlust der Fitness bzw. daraus resultierenden Sekundärinfektionen und Erkrankung. Dementsprechend konnten in fast allen Tieren diverse Parasitenstadien mittels pathologischer und/oder parasitologischer Untersuchung nachgewiesen und identifiziert werden. Von besonderer Bedeutung waren parasitäre Infektionen der Lunge durch tierartspezifische Lungenwurmspezies und damit einhergehende Entzündungen. Adulte Parasiten aus der Lunge wurden ganz überwiegend dem großen Lungenwurm (*Otostrongylus circumlitus*) zugeordnet. Des Weiteren sind Parasitosen des Magen-Darmtraktes, vorrangig durch Fadenwürmer der Familie Anisakidae, zu nennen, welche mit unterernährten und immunsupprimierten Wirten in Verbindung gebracht werden können. Aus dem Dickdarminhalt wurden regelmäßig Parasiteneier von Anisakiden, Acanthocephala (Kratzer), Diphylobothriidae (Bandwürmer) und vermutlich Trematoden, sowie Lungenwurmlarven nachgewiesen. Adulte Parasiten aus dem Magen wurden den Anisakiden zugeordnet.

Oft wurden Verletzungen, die durch äußere Traumata verursacht wurden, festgestellt. Ursächlich können Kollisionen mit harten Gegenständen und Prädation durch Kegelrobben in Betracht gezogen werden. Eindeutige Hinweise auf Verletzungen durch Fischernetze konnten nicht gefunden werden.

Im Rahmen der bakteriologischen Untersuchungen konnte eine Vielzahl verschiedener Bakterienspezies kultiviert und identifiziert werden. Die häufigsten Erreger mit pathologischem Potenzial waren *Streptococcus phocae* und *Arcanobacterium phocae* aus der Lunge und Alpha-Toxin-bildende *Clostridium-perfringens* aus dem Darm. Darüber hinaus konnten Septikämieerreger und potenziell zoonotische Erreger (*Brucella pinnipedialis* und *Salmonella enterica* subsp. *houtenae*) isoliert werden.

Virale Erreger, welche in der Vergangenheit zu epidemischen Massensterben in Meeressäugerpopulationen geführt haben (Morbilliviren und Influenza A-Viren), wurde im

Untersuchungszeitraum nicht nachgewiesen. Grundsätzlich waren virale Infektionserreger bei den hier untersuchten Tieren von untergeordneter Bedeutung bezüglich der Erkrankungs- und Todesursache.

Die Verwendung von Bioindikatoren für die Überwachung der Umweltverschmutzung ist ein probates und viel verwendetes Mittel. Die hier untersuchten Meeressäuger sind dazu besonders geeignet, da sie als Spitzenprädatoren mit einer relativ hohen Lebenserwartung verschiedene Substanzen aus der Umwelt in ihren Geweben anreichern. Darüber hinaus können die Belastungen auch zu einer Beeinträchtigung der individuellen sowie der Populationsgesundheit führen. Die Untersuchungen auf toxikologisch relevante Elemente ergaben keine außergewöhnlichen Belastungen mit Arsen, Cadmium, Blei, Zink oder Kupfer. Jedoch zeigten die untersuchten Tiere teilweise sehr hohe Belastungen mit Quecksilber und persistenten organischen Schadstoffen (*persistent organic pollutants*, POP). So konnten im Fettgewebe der untersuchten Tiere unter anderem sehr hohe Konzentrationen von nicht dioxinähnlichen polychlorierten Biphenylen (ndl-PCB) und Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) nachgewiesen werden. Dabei zeigten diesjährige Jungtiere die höchste mediane Belastung mit ndl-PCB und DDT. Männliche Tiere waren häufig höher belastet als weibliche. Darüber hinaus wurden weitere, seit vielen Jahren verbotene Pestizide wie Hexachlorbenzol oder Dieldrin nachgewiesen. Aus der Literatur ist bekannt, dass die Belastung mit POP das Auftreten von Infektionskrankheiten und Parasitosen bei kleinen Meeressäugern begünstigen kann. Auch im Falle der Meeressäuger des niedersächsischen Wattenmeers ist ein kausaler Zusammenhang zwischen der Schadstoffbelastung und der Häufigkeit bestimmter Erkrankungen in Betracht zu ziehen.

Unter Berücksichtigung der Stichprobengröße und der Altersstruktur des Untersuchungsgutes konnten im Rahmen der vorliegenden Studie umfangreiche Untersuchungsdaten erhoben werden, welche wichtige Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand der Seehund-, Kegelrobben- und Schweinswalpopulationen des Niedersächsischen Wattenmeers zulassen. Trotz dessen war es den Autoren noch nicht möglich, das gesamte Potenzial der erhobenen Daten voll auszuschöpfen, sodass zukünftig noch weitere Schwerpunkte gesetzt werden sollen.

2 Ausblick

Die vorliegenden Ergebnisse geben eine Übersicht über den Gesundheitsstatus der Meeressäuger im Niedersächsischen Wattenmeer. Im Rahmen des Gesundheitsmonitorings kam ein weites Untersuchungsspektrum zum Einsatz, sodass umfangreiche Daten erhoben werden konnten. Um den Gesundheitszustand der marinen Säuger noch besser beurteilen zu können, werden nachfolgend Empfehlungen für zukünftige Untersuchungsschwerpunkte und Auswertungsmöglichkeiten der erhobenen Daten gegeben.

Die pathologisch-anatomische und histologische Untersuchung stellt die Grundlage für die Ermittlung der Erkrankungs- und Todesursachen sowie der weiterführenden Diagnostik dar. Bisher gibt es für die Beurteilung pathologischer Befunde bei Meeressäugern nur wenige Literaturquellen. Die fortlaufenden pathologischen Untersuchungen von Meeressäugern im Rahmen dieses Monitoringprogrammes erweitern diese Kenntnisse stetig. Aus diesem Grund sollten die pathologischen Untersuchungen der marinen Säuger auf dem bisherigen Niveau fortgeführt werden. Eine Priorität sollte zukünftig die Korrelation zwischen infektiösen Erregern, Gewebebelastungen durch toxikologisch relevante Elemente/Schadstoffe und dem pathologischen Kontext haben. Um den Zusammenhang zwischen krankheitsauslösendem Agens und der Häufigkeit beziehungsweise dem Schweregrad bestimmter Erkrankungen näher zu beleuchten, sollten zukünftig detailliertere, statistische Analysen (Korrelationsanalysen) durchgeführt werden. Für eine aussagekräftige Statistik ist es entscheidend, die Datengrundlage durch weitere Untersuchungen zu erweitern.

Ein Fokus sollte zukünftig auf den Nachweis von Schadstoffen gelegt werden. Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass hier erhebliche Belastungen bestehen. Um die weitere Entwicklung der Schadstoffbelastung zu verfolgen, sollte die Untersuchung auf einige ausgewählte Schadstoffe fortgeführt werden. Der vorliegende Bericht sollte als Grundlage für die Auswahl dienen. Um den Untersuchungsaufwand zu begrenzen, schlagen wir vor, zeitlich befristete Untersuchungsprogramme zum Nachweis ausgewählter Schadstoffe aufzulegen. Dazu sind gegebenenfalls Kooperationen mit anderen Untersuchungseinrichtungen erforderlich.

Mit den hier angewendeten Zellkultur-basierten und molekularbiologischen (PCR) Untersuchungsverfahren können nicht alle bei Meeressäugern vorkommenden Viren detektiert werden. So werden einige für die Gesundheit der Meeressäugerpopulation relevante Virusinfektionen möglicherweise übersehen. Zukünftig sollte diese diagnostische Lücke durch die Anwendung weiterer Untersuchungsverfahren verringert oder sogar geschlossen werden. Eine Möglichkeit könnte der Einsatz moderner molekularbiologischer Verfahren, beispielsweise aus dem Bereich der sogenannten Hochdurchsatzsequenzier-Methoden, sein. Dieses Verfahren erlaubt den Nachweis viraler

Genfragmente selbst in äußerst geringen Konzentrationen. In diese Untersuchung könnten Organe, die in der pathologischen Untersuchung Hinweise auf das Vorliegen einer Virusinfektion zeigen, einbezogen werden. Um Virusinfektionen erkennen zu können, die noch nicht zu sichtbaren Veränderungen geführt haben, sollten darüber hinaus stichprobenartig ergänzende NGS-Untersuchungen vorgenommen werden. Für diese Untersuchungen müssen ggf. Kooperationspartner außerhalb des LAVES gesucht werden.

Interessant wäre darüber hinaus der Nachweis bereits zurückliegender Virusinfektionen, wie z.B. von Morbilli- oder Influenzaviren. Um diese sicher nachweisen zu können, sind Untersuchungen auf Antikörper das Mittel der Wahl. Ggf. müssten für diese Diagnostik spezielle Diagnoseverfahren etabliert werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen auch zukünftig in Form von Berichten veröffentlicht werden. Um den Aufwand für die Erstellung der Berichte in einem vertretbaren Rahmen halten zu können, muss eine Möglichkeit zur standardisierten Erfassung und Auswertung der Untersuchungsdaten geschaffen werden.

Darüber hinaus soll der vorliegende Bericht als Grundlage für die Weiterentwicklung der Gesundheitsüberwachung der kleinen Meeressäuger unter Einbeziehung von Experten z. B. der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer (NLPV) dienen.

3 Einleitung

Das niedersächsische Wattenmeer ist ein ganzjähriger Lebensraum von drei Meeressäugerarten, die als Flaggschiff-Arten des Wattenmeeres das komplexe Nahrungsnetz und die Strukturvielfalt dieses Lebensraumes repräsentieren. Der Seehundbestand ist bereits seit einigen Jahren auf einem hohen Niveau und die Anzahl der Kegelrobben wächst kontinuierlich an. Die Bedeutung des niedersächsischen Küstenmeeres für die Schweinswalbestände der Nordsee ist in den letzten 10 Jahren angestiegen. Dabei ist die Gesundheit dieser drei Spitzenprädatoren des Wattenmeeres ein wichtiger Indikator für das gesamte Ökosystem des Weltnaturerbes.

Niedersachsen hat sich durch verschiedene nationale und internationale Vereinbarungen verpflichtet, den Schutz der marinen Säuger und ihres Lebensraums zu gewährleisten. Hier sind beispielhaft das Abkommen zur Erhaltung der Kleinwale in der Nord- und Ostsee (ASCOBANS), das Oslo-Paris-Abkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks (OSPAR), die Fauna-Flora-Habitat-(FFH-) Richtlinie sowie die Vereinbarung zur trilateralen Wattenmeerzusammenarbeit zwischen den drei Anrainerländern zu nennen. Diese Vereinbarungen beinhalten unter anderem Maßnahmen zur Überwachung des Gesundheitszustandes der jeweiligen Meeressäugerspezies.

Das Niedersächsische Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) wurde durch das Niedersächsische Landwirtschaftsministerium mit der Untersuchung des Gesundheitsstatus von Seehunden beauftragt. Die Untersuchungen der Kegelrobben und Schweinswale, welche dem Artenschutz unterliegen, werden im Auftrag der NLPV durchgeführt.

Die Verantwortlichkeit für die Untersuchung der Meeressäuger wurde dem Lebensmittel- und Veterinärinstitut Oldenburg (LVI OL) im Jahr 2019 übertragen. Diese Aufgabe wird in enger Zusammenarbeit mit weiteren Organisationseinheiten des LAVES, namentlich dem Lebensmittel- und Veterinärinstitut Braunschweig/Hannover (LVI BS/H), dem Institut für Fische und Fischereierzeugnisse Cuxhaven (IFF CUX) sowie dem Dezernat 32, Tierseuchenbekämpfung und Task-Force Veterinärwesen, wahrgenommen.

Um diese Aufgabe im vollen Umfang ausüben zu können, wurden die Wattenjagdaufseher als zuständige Jagdausübungsberechtigte durch das Ministerium gebeten, dem LAVES frisch tote Tiere zur Verfügung zu stellen. Die Koordination wird durch die Seehundstation Norden Norddeich durchgeführt. Diese fungiert als zentrale Schnittstelle und ist Ansprechpartner für die Wattenjagdaufseher, das LAVES und die NLPV. Darüber hinaus übernimmt sie die Vor-Ort-Logistik und Erstbeurteilung der Tierkörper.

Die Untersuchungskompetenz und das dafür aufgebaute Netzwerk können für Untersuchungen in Krisenfällen, die z. B. mit vermehrten Strandungen von Meeressäugern einhergehen können, genutzt werden.

In dem vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Untersuchungen von in den Jahren 2020 bis 2023 an der niedersächsischen Küste gestrandeten kleinen Meeressäugern dargestellt.

4 Material, Methoden und Untersuchungsablauf

Die im Wattenmeer tot aufgefundenen oder in der Seehundstation direkt nach Ankunft euthanasierten Tiere wurden in der Seehundstation gekühlt (nicht eingefroren) und i.d.R. durch das LVI Oldenburg abgeholt. Begonnen wurde mit der vollumfänglichen pathologisch-anatomischen und histologischen Untersuchung des Tierkörpers inklusive der morphologischen Beurteilung zur Feststellung der Krankheits- und Todesursache. Die im Rahmen dieser Untersuchung entnommenen Gewebeproben wurden anschließend für weiterführende bakteriologische, molekularbiologische, virologische und parasitologische Untersuchungen verwendet. Dabei wurden die Tiere nicht nur auf Erreger, die seuchenhaft auftreten können (z.B. Staupe- und Grippeviren) sondern auch auf Zoonose-Erreger (z.B. Brucellose) und andere Krankheitserreger, die ein Indikator für den Gesundheitszustand der Population (z. B. Lungenwurmbefall) sein können, untersucht. Eine Auswahl an Tieren wurde außerdem auf Schadstoffe und toxikologisch relevante Elemente untersucht.

Im Einzelnen stellt sich die Untersuchung wie folgt dar:

1. Pathologie (Fachbereich 11, LVI OL):

Erfassung der allgemeinen Körperdaten wie Gewicht, Geschlecht, Alter, Kennzeichnung, Totallänge, Standardlänge, reduzierte Länge, Achselumfang, Speckdicke Brust, Speckdicke Nacken, Erhaltungszustand, Organgewichte (Herz, Leber, Milz, Gehirn) und Zahnstatus. Danach folgt die pathologisch-anatomische Untersuchung mit makroskopischer Beurteilung von Tierkörper, inklusive Ernährungszustand, Haut, Unterhaut, Augen, Nase, Mundhöhle, Hals, Thymus, Lymphknoten, Knochen, Gelenken, Muskulatur, Brusthöhle, Herz, Lunge, Bauchhöhle, Milz, Leber, Niere, Pankreas, Magen, Dünndarm, Dickdarm, Blase, Geschlechtsorganen und zentralem Nervensystem. Anschließend folgt die histologische Untersuchung der Gewebeproben von Zunge, Tonsillen, Lymphknoten (Retropharyngeal-, Lungen- und Mesenteriallymphknoten), Trachea, Ösophagus, Schilddrüse, Thymus, Lunge (Spitzen- und Hauptlappen), Herz, Leber, Bauchspeicheldrüse, Magen, Milz, Niere, Nebenniere, Dünndarm, Dickdarm, Harnblase, Gonaden, Muskulatur, Haut, Gehirn, Rückenmark, Sternalmark und makroskopisch verändertem Gewebe, sowie bei weiblichen Tieren zusätzlich von Uterus und Milchdrüse. Bei Indikation wurden während der Sektion Schnelltest auf Urinparameter (Combur 9-Test®, Roche Diagnostics AG, Rotkreuz, Schweiz), Harnstoff im Augenkammerwasser (Urea test strip, DiaSys Diagnostic Systems, Holzheim, Deutschland) oder Rotaviren (FASTest® ROTA Strip ad. us. vet., MEGACOR Diagnostik GmbH, Hörbranz, Österreich) im Kot durchgeführt.

2. Bakteriologie (Fachbereich 50, LVI BS/H):

Allgemeine kulturelle bakteriologische Untersuchung von Lunge, Leber, Herz und Gewebsalterationen. Spezielle Untersuchung von Milz, Darm, Geschlechtsorganen, Nieren und ZNS u. a. auf *Brucella* spp., Clostridien, *Yersinia* spp., Pilze, *Francisella* spp., *Salmonella* spp., Vibrionen und *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

Zusätzlich Untersuchung auf säurefeste Bakterien (Mykobakterien) mittels Ziehl-Neelsen-Färbung von Lungen- und Darm-Abstrichen (2020-2022).

3. Parasitologische Untersuchung (Fachbereich 12, LVI OL):

Der Dickdarminhalt wurde im kombinierten Sedimentations-/Flotations-Verfahren auf parasitäre Stadien untersucht. Für das Auswanderungsverfahren stand in der Regel zu wenig Material zur Verfügung. Da ohne Auswanderungsverfahren die Aussagekraft zum Nachweis von Lungenwurmlarven aus Kot eingeschränkt ist, sollte die Bedeutung der Lungenwurmnachweise immer auf die Beobachtungen in der Sektion bezogen werden. Adulte Parasiten wurden morphologisch bestimmt.

4. Molekularbiologie (Fachbereich 53, LVI BS/H und Fachbereich 13, LVI OL):

PCR-Untersuchungen auf pathogene Leptospiren und Staupe (Fachbereich 53, LVI BS/H) sowie Influenza-A-Virus (Fachbereich 53, LVI BS/H (Gehirn) und Fachbereich 13, LVI OL (Tracheobronchialtupfer))

Das verwendete kommerzielle PCR Kit (ADIAVET Lepto Real Time PCR Kit; BioX Diagnostics, Belgien) dient dem Nachweis der sieben pathogenen Leptospirenspezies *L. interrogans*, *L. borgpetersenii*, *L. weilii*, *L. nugochii*, *L. santarosai*, *L. inadai* und *L. kirschneri*.

5. Virologie (Fachbereich 53, LVI BS/H):

Virologische Untersuchung eines Organpools mittels Virusanzucht über drei Passagen auf BHK-21- und Vero-Zellen zum ungerichteten Nachweis von Virusinfektionen. Zellkulturelle Auswertung über Feststellung eines zytopathischen Effektes.

6. Elementanalytik (Fachbereich 33, LVI OL):

Bestimmung der Belastung von Leber-, Nieren und Muskelgewebeproben mit Elementen (As, Cd, Cu, Fe, Hg, Pb, Se, Zn) mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICPMS). Die Messung mittels ICPMS wird an homogenisierter Frischmasse nach Aufschluss mit konzentrierter Salpetersäure und Wasserstoffperoxid mittels Mikrowellendruckaufschluss in

Dreifachbestimmung durchgeführt. Als Ergebnis wird der Mittelwert der Dreifachbestimmung in mg/kg Frischmasse angegeben.

7. Organische Kontaminanten (Fachbereich 4A, IFF CUX):

Zur Feststellung der Belastung von Leber- und Fettgewebeproben mit ausgewählten persistenten organischen Schadstoffen, wurden diese Gewebe mittels Gaschromatographie mit massenselektiver Detektion (GC-MS/MS) nach Flüssigextraktion und Kieselgel Clean-Up untersucht. Die fettlöslichen Pestizide und PCB wurden zunächst sequentiell mit Aceton, Acetonitril und n-Hexan aus dem Untersuchungsmaterial extrahiert. Die Extrakte wurden einer größeren Menge Wasser zugesetzt. Nach Zugabe von weiterem n-Hexan wurde die organische Phase abgetrennt und zur Isolierung der Pestizide und PCB durch Säulenvorreinigung an Kieselgel von den Fetten befreit. Nach Aufkonzentrierung erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch auf einer geeigneten Kapillarsäule mit Helium als Trägergas und mittels massenspektrometrischer Detektion (GC-MS/MS) im Multiple Reaction Monitoring (MRM). Sämtliche Messwerte werden in µg/kg Frischsubstanz dargestellt. Die untersuchten Parameter können nachfolgender Auflistung entnommen werden (**Tabelle 1**):

Tabelle 1: Übersicht der untersuchten persistenten organischen Schadstoffe

Untersuchte Substanz	POP*	NG/BG**
alpha(cis)-Chlordan	x	0,1/0,4
beta-Endosulfan	x	0,8/2,5
beta- Hexachlorcyclohexan	x	0,8/2,5
cis-Heptachlorepoxyd	Abbauprodukt	1,2/3,6
trans-Heptachlorepoxyd	Abbauprodukt	0,2/0,5
Dieldrin	x	0,2/0,7
Hexachlorbenzol HCB	x	0,1/0,3
Oxychlordan	Abbauprodukt	0,6/1,8
alpha-Endosulfan	x	0,4/1,2
alpha- Hexachlorcyclohexan	x	0,1/0,3
Delta-Ketoendrin	Isomer	0,3/1,0
Endosulfan-sulfat	Abbauprodukt	0,4/1,1
Endrin	x	0,4/1,3
gamma(trans)-Chlordan	x	0,1/0,4
Heptachlor (alpha- und beta-Isomer)	x	0,1/0,3
gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan)	x	0,1/0,5
op-DDD	x	0,1/0,3
op-DDE	x	0,1/0,3
op-DDT	x	0,2/0,6
pp-DDD	x	0,2/0,6
pp-DDE	x	0,1/0,3
pp-DDT	x	0,1/0,3
DDT, Summe aus DDT, DDE, DDD, berechnet als DDT	x	0,2/0,6
Parlar 26 (2-endo,3-exo,5-endo,6-exo,8,8,10,10-Oktachlorbornan)	Isomer	0,3/0,8
Parlar 50 (2-endo,3-exo,5-endo,6-exo,8,8,9,10,10-Nonachlorbornan)	Isomer	0,5/1,6
Parlar 62 (2,2,5,5,8,9,9,10,10-Nonachlorbornan)	Isomer	1,1/3,4
Toxaphen (Summe aus Parlar 26, Parlar 50 und Parlar 62)	x	0,3/0,8
PCB 28	x	0,1/0,3
PCB 52	x	0,1/0,3
PCB 101	x	0,1/0,3
PCB 180	x	0,1/0,3
PCB 138	x	0,1/0,3
PCB 153	x	0,1/0,3
PCB-Summe (ICES-6) aus PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180 upper bound	x	0,1/0,3

* Persistente organische Schadstoffe (persistent organic pollutants), gelistet nach Stockholmer Übereinkommen, ** NG/BG = Nachweis-/Bestimmungsgrenze

8. Probenasservierung (Fachbereich 11, LVI OL):

Für weiterführende Untersuchungen wurden nachfolgende Materialien, soweit verfügbar, asserviert:

- Hautprobe für potentielle genetische Untersuchungen
- Parasiten
- Zähne (Canini)
- Blutprobe/bluthaltiger Körperflüssigkeit für spätere serologische Untersuchungen

9. Ohranalyse und Zahnaltersbestimmung von Schweinswalen (ITAW):

Proben von Schweinswalen wurden ab Ende 2022 zur weiteren Untersuchung vom Fachbereich 11 des LVI OL an das Institut für terrestrische und aquatische Wildtierforschung (ITAW) der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover weitergeleitet. Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt bzw. in Zukunft geplant:

- a) Untersuchung des Tympano-periotischen Komplexes des Ohres mithilfe der high-resolution peripheral quantitative computerized tomography (HR-pQCT) (XtremeCT II®, Scanco Medical, Brüttisellen, Switzerland, voxel size 42 µm) hinsichtlich der Knochenstruktur sowie mithilfe der Histopathologie inklusive Immunfluoreszenz hinsichtlich der zellulären Integrität des Hörorgans.
- b) Bestimmung des Zahnalters auf Basis der Zementmorphologie von Unterkieferzähnen.

5 Ergebnisse und Beurteilung

5.1 Untersuchungszahlen und allgemeine Angaben zu den untersuchten Tieren

5.1.1 Anzahl der untersuchten Tiere

Die Anzahl der in den Jahren 2020 bis 2023 untersuchten Tiere ist der nachfolgenden **Tabelle 2** zu entnehmen.

Tabelle 2: Anzahl untersuchter Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Jahr	Seehunde	Schweinswale	Kegelrobben	Gesamt
2020	31			31
2021	30	3		33
2022	46	6	4	56
2023	40	4		44
Gesamt	147	13	4	164

Da Seehunde die mit Abstand am häufigsten anzutreffenden Meeressäuger im Wattenmeer sind, werden Individuen dieser Art auch am häufigsten an der Küste aufgefunden. Dementsprechend gelangen Seehunde besonders häufig zur Untersuchung. Im Untersuchungszeitraum wurden der Seehundstation Strandungen von 504 Seehunden, 16 Kegelrobben und 70 Schweinswalen gemeldet. Die Tierkörper wurden je nach Erhaltungszustand und Transportmöglichkeiten für die Sektion ausgewählt.

5.1.2 Fundorte der untersuchten Tiere

Die Verteilung der Tierfunde auf die verschiedenen Fundorte im niedersächsischen Wattenmeer ist in den nachfolgenden Karten dargestellt. Die häufigsten Funde waren auf den Ostfriesischen Inseln Borkum, Wangerooge und Juist lokalisiert, die auf Grund der dortigen Meeressäugerbestände, aber auch auf Grund ihrer Lage, für diese Funde prädestiniert sind. Die bevorzugten Strandungsorte hängen darüber hinaus von den vorherrschenden Windrichtungen und den Strömungsverhältnissen ab. Die jeweilige Zugänglichkeit der Fundorte sowie logistische Besonderheiten beeinflussen die Anzahl der Tierfunde ebenfalls.

Auf den nachfolgenden Karten (**Abbildung 1, 2 und 3**) werden neben der Anzahl und der Herkunft der Sektionstiere (Kreise) auch die Gesamtzahl an Strandungen von Meeressäugern für die Jahre 2020-2023 dargestellt (eingefärbte Küstenabschnitte). Dabei werden die Strandungen auf den einzelnen Inseln und die Strandungen an den Küstenabschnitten der einzelnen Landkreise jeweils zusammengefasst. Die meisten Tiere stranden am Auricher Festland und auf den ostfriesischen Inseln. Für die Kegelrobbe ist ein deutlicher Schwerpunkt der Strandungen auf Borkum, Juist und dem

Auricher Festland zu beobachten. Dies hängt mit dem Hauptverbreitungsgebiet der Kegelrobbe in Niedersachsen auf der Kachelotplate, welche zwischen Juist und Borkum gelegen ist, zusammen.

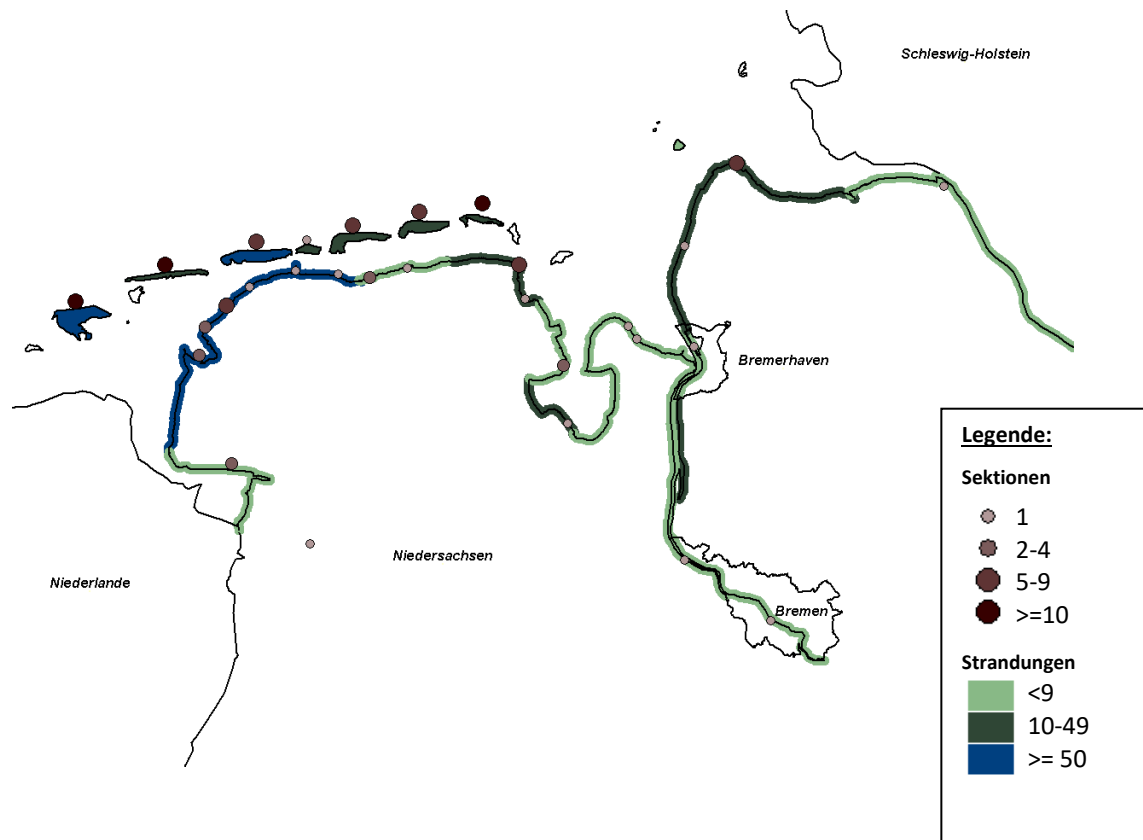


Abbildung 1: Seehunde: Anzahl der Strandungen (eingefärbte Inseln und Küstenabschnitte) und der untersuchten Tiere (Kreise) im Zeitraum 2020 bis 2023

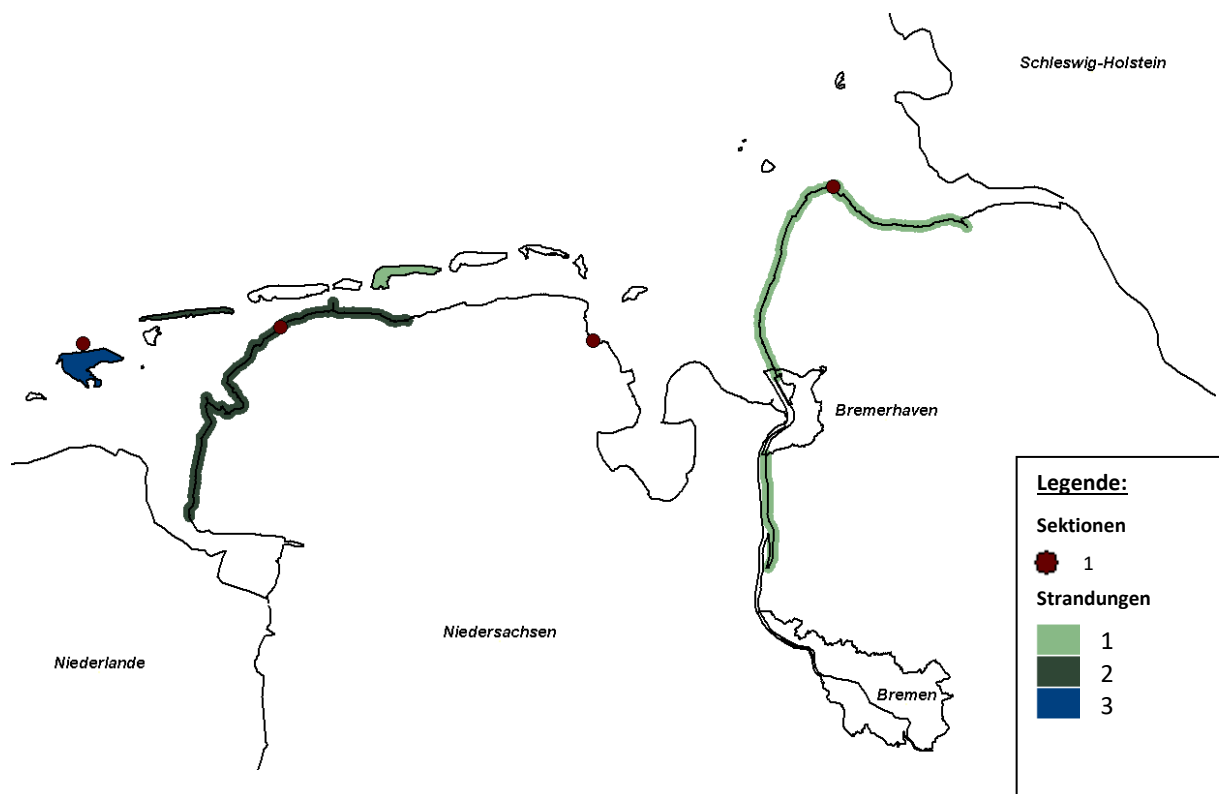


Abbildung 2: Kegelrobben: Anzahl der Strandungen (eingefärbte Inseln und Küstenabschnitte) und der untersuchten Tiere (Kreise) im Zeitraum 2020 bis 2023

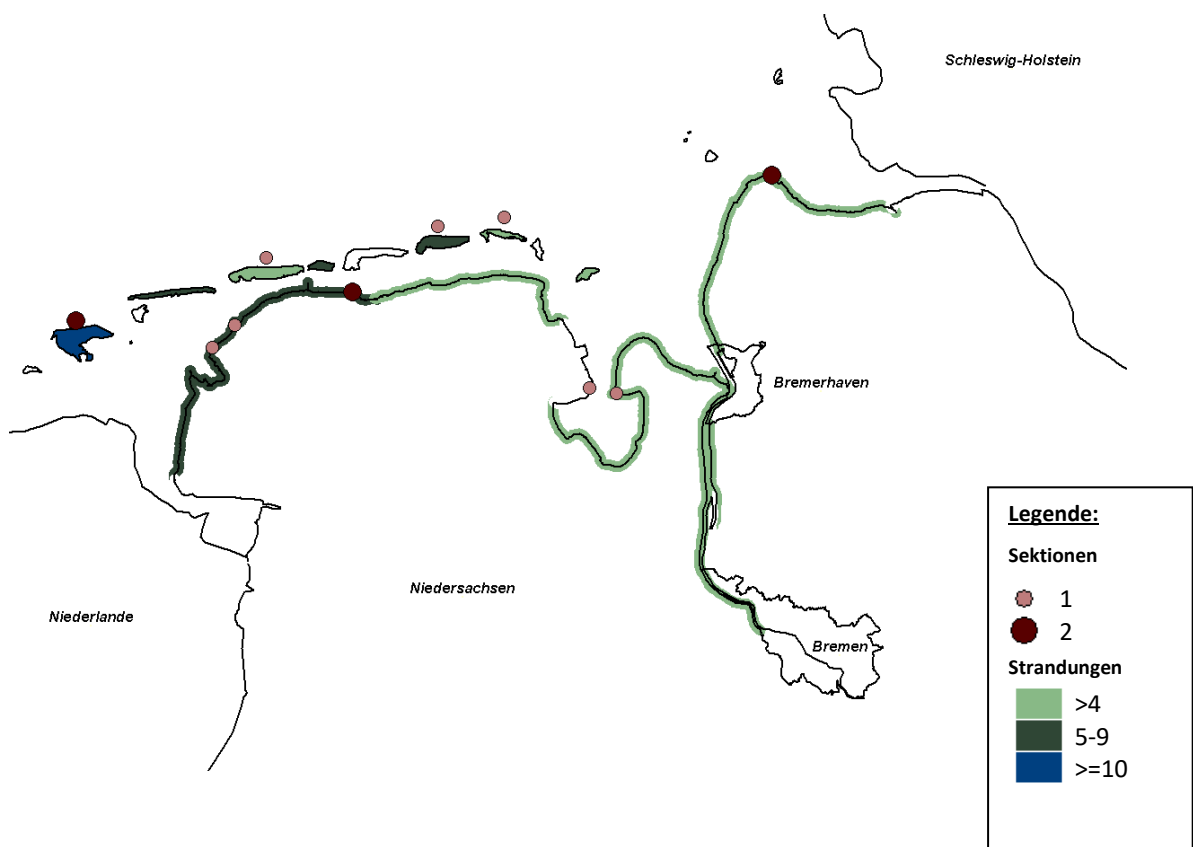


Abbildung 3: Schweinswale: Anzahl der Strandungen (eingefärbte Inseln und Küstenabschnitte) und der untersuchten Tiere (Kreise) im Zeitraum 2020 bis 2023

5.1.3 Alters- und Geschlechterverteilung

Eine erste Alters- und Geschlechtsbestimmung wurde vor Ort durch die Wattenjagdaufseher bzw. in der Seehundstation vorgenommen. Diese wurde im Rahmen der pathologischen Untersuchung konkretisiert. Die Tiere wurden dabei nach Funddatum, Länge und Gewicht in die Altersklassen diesjährig, vorjährig und mehrjährig eingeteilt. Da Seehunde in den Sommermonaten zur Welt kommen, bedeutet diesjährig, dass das Tier in dem Jahr verstarb, in dem es geboren wurde und ein Alter von 0-7 Monaten und vorjährig, dass es im Kalenderjahr nach seiner Geburt verstarb und ein Alter von 8-19 Monaten erreichte. Mehrjährige Tiere verstarben ab dem zweiten Jahr nach ihrer Geburt und sind älter als 19 Monate.

Im Rahmen des Monitoringprogramms wurden in erster Linie diesjährige Seehunde untersucht (79 %) (**Tabelle 3**). Dies lässt grundsätzliche mit der natürlicherweise vorkommenden Juntiersterblichkeit bei Wildtieren erklären (1). Bei den vergleichsweise wenigen Schweinswalen und Kegelrobben war ein deutlich höherer Anteil an mehrjährigen Tieren zu verzeichnen (**Tabelle 4** und **5**).

Tabelle 3: Anzahl diesjähriger, vorjähriger und mehrjähriger Seehunde im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Seehunde	diesjährig	vorjährig	mehrjährig	unbekannt	gesamt
2020	30 (97 %)	0	1	0	31
2021	22 (73 %)	0	7	1	30
2022	33 (72 %)	9	4	0	46
2023	31 (78 %)	5	3	1	40
gesamt	116 (79 %)	14 (10 %)	15 (10 %)	2 (1 %)	147

Tabelle 4: Anzahl diesjähriger, vorjähriger und mehrjähriger Schweinswale im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Schweinswale	diesjährig	vorjährig	mehrjährig	unbekannt	gesamt
2021	2	0	1	0	3
2022	1	1	4	0	6
2023	0	1	3	0	4
gesamt	3	2	8	0	13

Tabelle 5: Anzahl diesjähriger, vorjähriger und mehrjähriger Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Kegelrobben	diesjährig	vorjährig	mehrfjährig	unbekannt	gesamt
2022	2	0	2	0	4
gesamt	2	0	2	0	4

Die Geschlechterverteilung der untersuchten Seehunde war in den meisten Jahren sehr ausgeglichen. Im Jahr 2023 wurden allerdings deutlich mehr weibliche als männliche Tiere untersucht (**Tabelle 6, 7 und 8**).

Tabelle 6: Anzahl männlicher und weiblicher Seehunde im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Seehunde	Männlich	Weiblich	Unbekannt	Gesamt
2020	15	16	0	31
2021	14	14	2	30
2022	22	24	0	46
2023	15	24	1	40
gesamt	66 (45 %)	78 (53 %)	3 (2 %)	147

Tabelle 7: Anzahl männlicher und weiblicher Schweinswale im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Schweinswale	Männlich	Weiblich	Unbekannt	Gesamt
2021	3	0	0	3
2022	2	4	0	6
2023	0	4	0	4
gesamt	5	8	0	13

Tabelle 8: Anzahl männlicher und weiblicher Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Kegelrobben	Männlich	Weiblich	Unbekannt	Gesamt
2022	3	1	0	4
gesamt	3	1	0	4

5.1.4 *Erhaltungszustand*

Der Erhaltungszustand eines Tierkörpers wurde anhand von morphologischen und sensorischen Kriterien beurteilt. Diese Kategorisierung wurde sowohl vor Ort unter Verwendung einer standardisierten Anleitung (siehe Anlage) als auch im Rahmen der pathologisch-anatomischen Untersuchung durchgeführt. Autolyse, Verwesung, Fäulnis und Tierfraß führen postmortal zu einer fortschreitenden Verschlechterung des Erhaltungszustandes (2). Ein zunehmend schlechter Erhaltungszustand erschwert die morphologische Beurteilung der Organe im Rahmen der pathologisch-anatomischen und histologischen Untersuchung. Gleichzeitig nimmt mit dem Erhaltungszustand auch die Probenqualität immer weiter ab, sodass es im Rahmen der weiterführenden Untersuchungen zu einer Verfälschung der Ergebnisse kommen kann. Aus diesem Grund wurden bevorzugt Tiere in gutem bis mäßigem Erhaltungszustand untersucht. Ähnliche Einschränkungen sind auch für eingefrorene Tierkörper zu erwarten, weshalb diese nicht untersucht wurden. Die Häufigkeit der verschiedenen Erhaltungszustände der untersuchten Meeressäuger finden sich in der nachfolgenden **Tabelle 9**.

Tabelle 9: Anzahl der Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben mit frischem bis schlechtem Erhaltungszustand im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Erhaltungszustand	Seehund	Schweinswal	Kegelrobbe	Gesamt
frisch	77	6	2	85
geringgradige Autolyse und Fäulnis	50	2	1	53
mittelgradige Autolyse und Fäulnis	15	3	1	19
hochgradige Autolyse und Fäulnis	4	2	0	6
unbekannt	1	0	0	1
Gesamt	147	13	4	164

5.1.5 Ernährungszustand

Der Ernährungszustand eines Tieres ist in erster Linie abhängig von der aufgenommenen und metabolisierten Kalorienmenge. Diese wiederum hängt direkt zusammen mit dem Nahrungsangebot und der Fähigkeit, diese aufzunehmen (Jagderfolg), aufzuschließen und zu metabolisieren. Darüber hinaus kann auch ein übermäßiger Verlust oder Verbrauch im Rahmen von sogenannten Mangelerkrankungen (z. B. starker Parasitenbefall, bösartige Tumorerkrankungen) zu einem Kaloriendefizit führen. Eine negative, energetische und substanzielle Bilanz führt letztlich zu einer fortschreitenden Verschlechterung des Ernährungszustandes bis hin zum Endstadium der Kachexie (2). Die Häufigkeiten von guten bis kachektischen Ernährungszuständen der in dieser Studie untersuchten Seehunde sind in der **Abbildung 4** dargestellt. An dieser Stelle sollte hervorgehoben werden, dass es sich hierbei nicht um eine repräsentative Stichprobe der gesamten Seehundpopulation handelt, da die Stichprobe zum größten Teil aus erkrankten oder verstorbenen Tieren bestand. Eine statistische Auswertung der Ernährungszustände von Schweinswalen und Kegelrobben ist aufgrund der geringen Probenzahl nicht aussagekräftig.

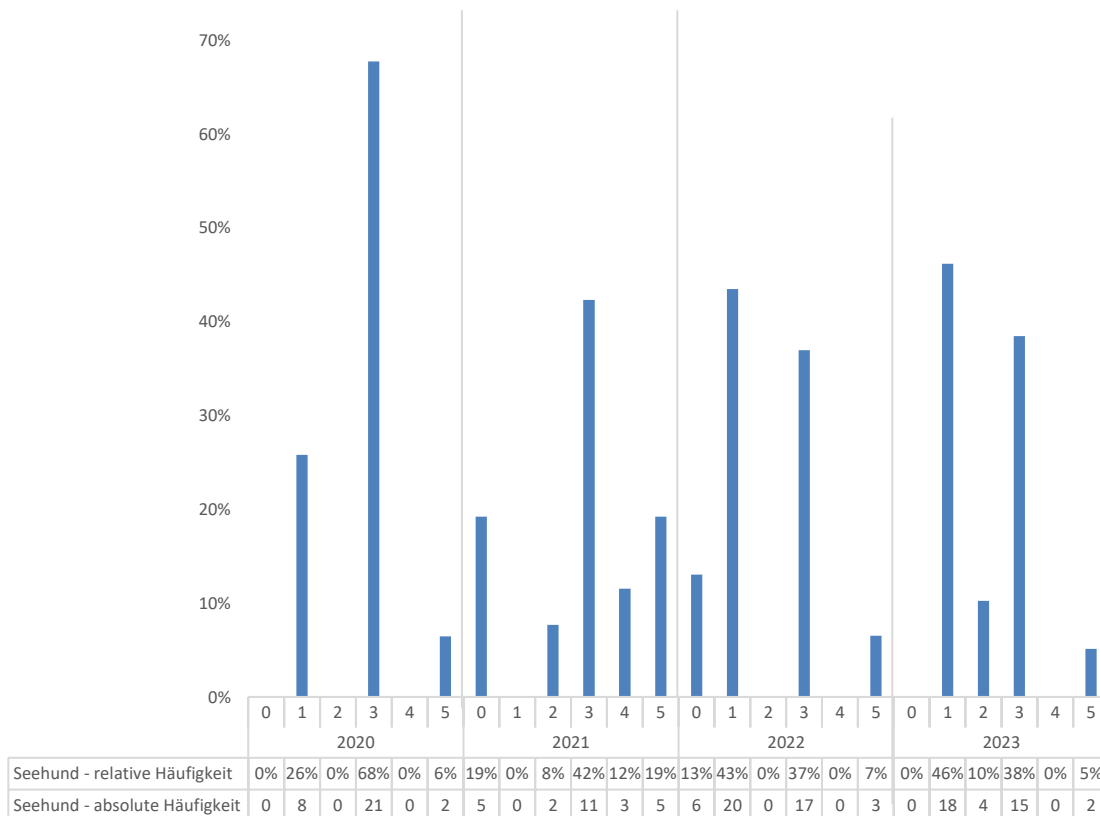


Abbildung 4: Absolute und relative Häufigkeiten von guten bis sehr schlechten Ernährungszuständen von dies-, vor- und mehrjährigen Seehunden im Zeitraum von 2020 bis 2023
(sehr schlecht/kachektisch = 0, schlecht = 1, mäßig bis schlecht = 2, mäßig = 3, gut bis mäßig = 4, gut = 5)

Entsprechend der Probenanzahl konnten die meisten Daten für diesjährige Seehunde erfasst werden. Während von 2020 bis 2021 die deutliche Mehrheit der untersuchten diesjährigen Tiere einen guten bis mäßigen Ernährungszustand aufwies (2020 ≥ 3 : 73 %; 2021: ≥ 3 : 80 %), verschob sich diese Mehrheit ab 2022 deutlich in Richtung eines schlechten bis kachektischen Ernährungszustandes (2022 <3 : 76 %, 2023 <3 : 63 %). Dies zeigte sich auch in der durchschnittlichen Brust- und Nackenspeckdicke diesjähriger Seehunde, welche von 2021 auf 2022 im Durchschnitt um mehr als 50 % sank (**Tabelle 10**). Dies könnte sowohl in einer höheren Inzidenz bestimmter Erkrankungen, als auch in einer unzureichenden Aufzucht in Folge der Trennung vom Muttertier sowie in einer Schwächung der Muttertiere selbst und damit einhergehender, mangelhafter Aufzucht der Jungtiere begründet sein. Ursächlich für die Trennung können neben Krankheit oder Tod des Muttertieres auch Störungen durch den Menschen sein (1). Im Falle von Infektionskrankheiten ist es häufig schwierig zu differenzieren, inwiefern der schlechte Ernährungszustand Ursache oder Symptom eben jener Erkrankung darstellt (3). Eine Interpretation der Entwicklung des Ernährungszustandes sowie der durchschnittlichen Brust- und Nackenspeckdicke vor- und mehrjähriger Seehunde ist aufgrund der geringen Datenlage nur sehr eingeschränkt möglich.

Tabelle 10: Mittelwert und Standardabweichung der Brust- und Nackenspeckdicke in mm von dies-, vor- und mehrjährigen Seehunden im Zeitraum von 2020 bis 2023.

Seehund															
	diesjährig					vorjährig					mehrjährig				
Jahr	n	Brust		Nacken		n	Brust		Nacken		n	Brust		Nacken	
		MW	STD	MW	STD		MW	STD	MW	STD		MW	STD	MW	STD
2020	30	10,89	7,55	9,16	5,63						1	30,00		35,00	
2021	20	16,43	13,69	13,60	11,39						7	22,00	14,20	18,67	8,14
2022	33	7,21	3,47	6,45	3,01	9	11,33	9,11	10,78	11,98	4	23,00	3,37	22,75	7,37
2023	31	8,06	4,51	7,77	4,11	5	10,00	2,55	7,40	1,82	3	18,67	18,50	17,00	15,72

n: Anzahl

MW: Mittelwert

STD: Standardabweichung

5.2 Bakteriologische Untersuchungen

Bakterien sind in Wildtieren in großer Vielfalt anzutreffen. Manche stammen aus der Umwelt und lassen sich insbesondere bei Tieren isolieren, deren Tod bereits längere Zeit zurück liegt, andere können unter bestimmten Bedingungen Krankheiten verursachen, beispielsweise, wenn Vorerkrankungen z. B. durch primäre Virusinfektionen vorliegen oder hohe Erregermengen aufgenommen werden. Darüber hinaus gibt es spezifische bakterielle Erreger, die in der Regel zu Krankheiten führen. Einige Bakterien können auch für andere Tierarten oder den Menschen gefährlich sein. Einer US-amerikanischen Studie zufolge stehen über 20 % aller Krankheitsfälle bei Meeressäugern mit bakteriellen Infektionen in Verbindung (4).

Von allen Meeressäugern, die in den Jahren 2020 bis 2023 zur Untersuchung gelangten, wurde ein festes Organspektrum in die Untersuchung einbezogen. Für eine allgemeine bakteriologische Untersuchung wurden von jedem Tier Herz, Leber und Lunge entnommen. Zur Untersuchung auf Brucellen und Francisellen wurden Leber und Milz sowie die Geschlechtsorgane verwendet. Leber und Darm dienten zum Nachweis von Salmonellen und Vibrionen. Darüber hinaus wurden weitere Proben entnommen, sofern sich in der pathologischen Untersuchung Anhaltspunkte für das Vorliegen bakterieller Infektionen in anderen Organsystemen ergaben.

Die Untersuchung eines Organmixes auf den Erreger des Rotlaufs (*Erysipelothrix rhusiopathiae*) mittels Spezialnährböden wurde ab 2023 eingestellt, da der Erreger über die allgemeine bakteriologische Untersuchung ebenfalls sicher nachweisbar ist.

Aus den Proben von 18 Tieren konnten keine Bakterien isoliert werden. Demgegenüber wurden bei 146 Tieren in mindestens einer Probe Bakterien nachgewiesen. Insgesamt wurde ein sehr breites Erregerspektrum nachgewiesen, ca. 90 verschiedene Bakterienarten wurden detektiert. Eine Gesamtübersicht je Spezies kann den **Tabelle 11, 12 und 13** entnommen werden.

Tabelle 11: Übersicht der nachgewiesenen Bakterienspezies bei Seehunden im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023, sortiert nach ihrer Häufigkeit

	Abzess-Tupfer	Auge	Augentupfer	Konjunktival-tupfer	Brusthöhlentupfer	Darm	Dünndarm	Gelenktupfer	Geschlechtsorgan	Vaginaltupfer	Uterustupfer	Haut/Fell/Haare	Hauttupfer	Tupfer Hautverletzung	Nabeltupfer	Herz	Kot	Leber	Lunge	Lungentupfer	Lymphknoten	Milz	Organpool	Tupfer	Umfangsvermehrung	ZNS-Tupfer	Maultupfer	Tupfer Speicheldrüse	Brusthöhlentupfer	Gesamt
<i>Streptococcus phocae</i>	4	1	2	1	1	1		3	3			1	1	1	1	8		4	43	1	2			1	1	1	3	1	1	86
<i>Clostridium-perfringens</i> -Alpha-Toxin-Genfragmente						43											1													44
<i>Escherichia coli</i>						3				1	1	1				8		5	19	1										39
<i>Arcanobacterium phocae</i>	3			1				2	2			1	1					1	8								3			22
<i>Brucella pinnipedialis</i>																		4	6			6								16
<i>Streptococcus canis</i>						2										2		1	8					1	1		1			16
<i>Enterococcus faecalis</i>	1					1	1				1		1			2		4	3											14
<i>Escherichia coli</i> (hämolsierend)						1								1		2		4	4											12
<i>Atopobacter phocae</i>	1							1						2					5								2			11
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>																2		3	4			2								11
<i>Clostridium bifermentans</i>						9																								9
<i>Psychrobacter</i>		2											1			2		3	1											9
<i>Paenoclostridium sordellii</i>						8																								8
<i>Arcanobacterium phocisimile</i>	1							1							2			1	1										1	7
<i>Brucella</i> sp.																		1	5			1								7
<i>Morganella morganii</i>	1															1		2	2											6
<i>Shewanella algae</i>																2		2	2											6
<i>Streptococcus</i> sp.																			5									1		6
<i>Clostridium sordellii</i>						5																								5
<i>Streptococcus gallolyticus</i>										1	1				1				2											5
<i>Vibrio alginolyticus</i>														2					1			2								5
<i>Vagococcus</i>						1										1		1	1											4
<i>Clostridium septicum</i>						3																								3
<i>Clostridium</i> sp.						3																								3
<i>Fusobacterium</i> sp.						3																								3
<i>Hafnia alvei</i>																		1	2											3
<i>Kluyvera intermedia</i>	1																		2											3
<i>Providencia</i> sp.																		2	1											3
<i>Psychrobacter sanguinis</i>																1			2											3
<i>Salmonella</i> Subspez. IV 38:z4,z23:-																		3												3
<i>Shewanella putrefaciens</i>																1			1								1			3
<i>Staphylococcus succinus</i>																		3												3
<i>Aeromonas bestiarum</i>																1		1												2
<i>Bacillus licheniformis</i>									2																					2
<i>Clostridium novyi</i>						2																								2
<i>Enterobacter cloacae</i>																		1	1											2
<i>Enterococcus canintestini</i>																		1					1							2
<i>Enterococcus faecium</i>																		1	1											2
<i>Macrococcus caseolyticus</i>																		1	1											2
<i>Moellerella wisconsensis</i>																		1	1											2
<i>Pasteurella</i> sp.																1		1												2
<i>Pseudomonas</i> sp.																		1	1											2
<i>Psychrobacter phenylpyruvicus</i>									1									1												2
<i>Salmonella</i> sp.																		2												2
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>																1			1											2
<i>Streptococcus dysgalactiae equisimilis</i>																			2											2
<i>Vagococcus fluvialis</i>																			1				1							2
<i>Vagococcus lutrae</i>																			2											2
<i>Vibrio</i> sp.																1		1												2
<i>Actinomyces</i> sp.									1																					1
<i>Aeromonas veronii</i>																			1											1
<i>Aeromonas</i> , unbeweglich																			1											1
<i>Buttiauxella agrestis</i>																		1												1
<i>Carnobacterium maltaromaticum</i>									1																					1
<i>Chryseobacterium indologenes</i>						1																								1
<i>Clostridium glycolicum</i>						1																								1

	Abzess-Tupfer	Auge	Augentupfer	Konjunktivatupfer	Brusthöhlenflüssigkeit	Darm	Dünndarm	Gelenktupfer	Geschlechtsorgan	Vaginaltupfer	Uterustupfer	Haut/Fell/Haare	Hauttupfer	Tupfer Hautverletzung	Nabeltupfer	Herz	Kot	Leber	Lunge	Lungentupfer	Lymphknoten	Milz	Organpool	Tupfer	Umfangsvermehrung	ZNS-Tupfer	Maultupfer	Tupfer Speicheldrüse	Brusthöhlentupfer	Gesamt	
<i>Clostridium sporogenes</i>						1																								1	
<i>Corynebacterium amycolatum</i>																		1												1	
<i>Edwardsiella tarda</i>																		1												1	
<i>Escherichia</i> sp.	1																													1	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>																				1										1	
<i>Lactobacillus johnsonii</i>																							1							1	
<i>Lactococcus garviae</i>																		1												1	
<i>Lactococcus</i> sp.																			1											1	
<i>Leclercia adecarboxylata</i>	1																													1	
<i>Listonella anguillarum</i>																1														1	
<i>Mannheimia haemolytica</i>																				1										1	
<i>Pantoea agglomerans</i>																			1											1	
<i>Photobacterium damsela</i> subsp. <i>damsela</i>																		1												1	
<i>Plesiomonas shigelloides</i>																1														1	
<i>Proteus hauseri</i>						1																								1	
<i>Proteus</i> sp.																			1											1	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>																		1												1	
<i>Serratia liquefaciens</i>																			1											1	
<i>Serratia</i> sp.																			1											1	
<i>Shewanella</i> sp.																		1												1	
<i>Staphylococcus epidermidis</i>																		1												1	
<i>Staphylococcus equorum</i>																1														1	
<i>Staphylococcus sciuri</i>																		1												1	
<i>Streptococcus mitis</i>																			1											1	
Gesamt	14	3	2	2	1	89	1	7	10	2	3	3	3	7	4	39	1	66	149	1	1	3	11	3	2	2	1	10	2	2	443

Tabelle 12: Übersicht der nachgewiesener Bakterienspezies bei Schweinswalen im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023, sortiert nach ihrer Häufigkeit

	Darm	Herz	Lunge	Hautalteration	Gesamt
<i>Vibrio alginolyticus</i>			3	1	4
<i>Clostridium bifermentans</i>	3				3
<i>Aeromonas encheleia</i>			2		2
<i>Aeromonas hydrophila</i>			2		2
<i>Clostridium baratii</i>	2				2
<i>Clostridium-perfringens</i> -Alpha-Toxin-Genfragmente	2				2
<i>Escherichia coli</i>			2		2
<i>Paenoclostridium sordellii</i>	2				2
<i>Acinetobacter</i> sp.			1		1
<i>Aeromonas</i> sp.			1		1
<i>Aeromonas bestiarum</i>			1		1
<i>Aeromonas veronii</i>			1		1
<i>Bacillus cereus</i>			1		1
<i>Carnobacterium maltaromaticum</i>			1		1
<i>Corynebacterium stationis</i>		1			1
<i>Enterococcus</i> sp.			1		1
<i>Enterococcus faecalis</i>		1			1
<i>Hafnia alvei</i>			1		1
<i>Ignatzschineria indica</i>			1		1
<i>Klebsiella</i> sp.			1		1
<i>Lactococcus</i> sp.			1		1
<i>Moellerella wisconsensis</i>			1		1
<i>Morganella morganii</i>			1		1
<i>Serratia fonticola</i>			1		1
<i>Shewanella putrefaciens</i>			1		1
<i>Staphylococcus</i> sp.			1		1
<i>Vagococcus</i>			1		1
<i>Vibrio</i> sp.				1	1
Gesamt	9	2	26	2	39

Tabelle 13: Übersicht der nachgewiesener Bakterienspezies bei Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023, sortiert nach ihrer Häufigkeit

	Darm	Herzklappe	Hohlvene	Tupfer	Gesamt
<i>Streptococcus phocae</i>		1			1
<i>Enterococcus faecalis</i>				1	1
<i>Enterococcus</i> sp.		1			1
<i>Clostridium-perfringens</i> -Alpha-Toxin-Genfragmente	1				1
<i>Escherichia coli</i>		1			1
<i>Corynebacterium</i> sp.			1		1
<i>Enterobacter cloacae</i>				1	1
Gesamt	1	3	1	2	7

Streptococcus phocae ist das bakterielle Pathogen, welches mit Abstand am häufigsten isoliert wurde (n = 86). Dieser Erreger wurde in 43 Fällen im Lungengewebe nachgewiesen. *Streptococcus phocae* wird als Entzündungserreger mit Lungenerkrankungen bei Seehunden in Verbindung gebracht. Der Nachweis in anderen Organsystemen, wie in den vorliegenden Untersuchungen geführt, wird auch in der Literatur beschrieben (5). Ob es sich um einen obligat oder fakultativ pathogenen Erreger handelt, wird derzeit erforscht (6).

Als weiterer möglicher Erreger von Lungenerkrankungen sowie Wundinfektionen wurde der bei Robben und anderen Meeressäugern bekannte Infektionserreger ***Arcanobacterium phocae*** nachgewiesen (7). Dieser Infektionserreger besitzt Virulenzfaktoren und gilt als Auslöser für epidemische Ausbrüche schwerer nekrotischer Pyodermien in Pelztierfarmen (8). Aus vorliegendem Untersuchungsmaterial wurde er hauptsächlich aus verändertem Lungengewebe und oberflächlichen Abszessen isoliert. Auch das in geringerer Anzahl nachgewiesene *Arcanobacterium phocisimile* kommt in einer Vielzahl mariner Säuger vor, seine pathogene Bedeutung ist allerdings unklar (9).

In 67 Fällen wurden aus dem Darm der untersuchten Seehunde Clostridien nachgewiesen. In der Mehrzahl der Fälle (n= 43) handelte es sich um Alpha-Toxin-bildende ***Clostridium-perfringens***-Isolate. Bei diesen *Clostridium perfringens* Toxovar Typ A genannten Stämmen handelt es sich um Bakterien, die infolge der Exotoxinbildung pathologische Veränderungen im Darmtrakt hervorrufen und zu Enterotoxämien führen können (10). Jedoch wurden im Rahmen der pathologischen Untersuchung in keinem Fall ein eindeutiges morphologisches Korrelat einer *Clostridien perfringens*-assoziierten Erkrankung beobachtet. Darüber hinaus kann dieser Erreger sowohl bei terrestrischen als auch aquatischen Säugern auch im Darm gesunder Individuen nachgewiesen werden (10; 11). In Einzelfällen wurden weitere *Clostridium* sp. nachgewiesen, welche entweder als Auslöser von Enteritiden beziehungsweise Enterotoxämien (*Clostridium baratii*, *Clostridium novyi* u. a.) und Wundinfektionen (*Clostridium bifermentans*) bekannt sind, sowie solche, die als potenziell zoonotisch (*Clostridium septicum*) oder auch als normale Bodenbakterien (*Paenibacillus sordellii*) einzustufen sind.

Einige Tiere wiesen äußere oder innere Verletzungen auf, in deren Zusammenhang es regelmäßig zu generalisierten bakteriellen Infektionen (Septikämien) kommen kann. Bakterielle Erreger, die Septikämien verursachen können, wurden häufig (*Escherichia coli*, Staphylokokken, Streptokokken) oder in Einzelfällen (Aeromonaden, Pasteurellen, Pseudomonaden) kultiviert.

Bei einer Vielzahl der aus den Seehunden nachgewiesenen Bakterien (z. B. *Atopobacter* sp., *Shewanella* sp., *Serratia* sp., *Vibrio* sp.) handelte es sich um typische Vertreter des marinen Ökosystems.

***Brucella* spp.** sind obligat wirtsständig und in vielen terrestrischen Säugetierarten zu finden. In diesen können Brucellen zyklische Allgemeininfektionen hervorrufen, welche typischerweise mit einer

Entzündung der Geschlechtsorgane einhergeht (12). Bei marinen Säugern sind bisher die Spezies *Brucella pinnipedialis* und *Brucella ceti* beschrieben, welche jeweils Robben beziehungsweise Wale als Hauptwirt infizieren (13). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde *Brucella pinnipedialis* im Leber-, Milz- und Lungengewebe von insgesamt 12 Seehunden nachgewiesen, wobei es sich ausschließlich um dies- und vorjährige Individuen handelt (**Tabelle 14**). Während bei Walen sowohl *Brucella ceti* als auch *Brucella pinnipedialis* schwere Entzündungen verschiedener Organsysteme – vorrangig des zentralen Nervensystems – hervorrufen können (14; 15; 16), scheint eine *Brucella*-Infektion für Robben von untergeordneter klinischer Relevanz zu sein (17). So konnte in einer Studie aus den Niederlanden in keinem der mittels PCR oder kulturell *Brucella pinnipedialis*-positiven Seehunde ein entsprechendes pathomorphologisches Korrelat nachgewiesen werden (18). Grundsätzlich wird bei Seehunden eine altersabhängige Prävalenz von *Brucella* sp. beobachtet, wobei abgesetzte Jungtiere, Jährlinge und subadulte Tiere die höchste Exposition und Anzahl an Infektionen aufweisen (19). Daraus wird gefolgert, dass sich Seehunde nicht vertikal, sondern erst nach dem Absetzen mit Beginn der Aufnahme fester Nahrung mit *Brucella pinnipedialis* infizieren und die Infektion bis zur Geschlechtsreife eliminiert wird (10). Als mögliche Infektionsquellen für Robben werden unter anderem Fisch, wirbellose Tiere oder sogar Lungenwürmer diskutiert (19; 10). In Anbetracht dieser Gegebenheiten wird vermutet, dass Robben möglicherweise nicht den Hauptwirt von *Brucella pinnipedialis* darstellen, sondern nur als Nebenwirt fungieren (10). Andererseits könnten die rückläufigen Populationen der Mützenrobben im Nordwestatlantik mit einer hohen Prävalenz von *B. pinnipedialis* im Zusammenhang stehen (17).

Viele „terrestrische“ *Brucella* spp. sind anerkannte Zoonoseerreger, welche beim Menschen zu ähnlichen klinischen Erkrankungen führen können (12). Bisher konnte in insgesamt vier Fällen ein bestimmter, aus marinen Säugern stammender *Brucella*-Genotyp mit klinischen Erkrankungen des Menschen in Verbindung gebracht werden. Jedoch bestand in keinem dieser Fälle eine Vorgeschichte mit direktem Kontakt zu marinen Säugern als Infektionsquelle (20; 21; 22; 23). Trotz der wenigen Fallzahlen wird das zoonotische Potenzial von *Brucella pinnipedialis* und *Brucella ceti* durch den jüngsten Nachweis mehrerer Virulenzfaktorgene und deren hoher genetischen Übereinstimmung mit bereits bekannten zoonotischen „terrestrischen“ *Brucella* spp. gestützt (24). In Anbetracht des noch fraglichen Zoonosepotenzials sollte das Vorkommen von „marinen“ *Brucella* spp. auch in Zukunft überwacht und im Kontext von pathologischen Veränderungen interpretiert werden.

Tabelle 14: Kulturelle Nachweise von *Brucella pinnipedialis* bei Seehunden im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Jahr	Anzahl <i>Brucella pinnipedialis</i> positiver Tiere	Nachweis in		
		Leber	Milz	Lunge
2020	0	0	0	0
2021	1	1	1	0
2022	6	1	3	4
2023	5	2	3	2
Gesamt	12	4	7	6

In Proben von drei Seehunden konnten im Jahr 2020, 2021 und 2023 *Salmonella enterica* subsp. *houtenae* (*Salmonella* Subspez. IV 38:z4,z23:-) in den Lebern von Jungtieren nachgewiesen werden. *Salmonella houtenae* stellt eine nicht-enterische Unterart der Gattung *Salmonella* dar, die aus einer Vielzahl von Arten gewonnen werden kann und beim Menschen zu extraintestinalen Erkrankungen führen kann. Dieser Salmonellen-Serotyp ist insbesondere bekannt aus klinischen Manifestationen bei Schlangen und Eidechsen und kann bei diesen Tierarten sowohl zur Erkrankung als auch zu latenten Infektionen führen (25).

Der **Rotlaufferreger** *Erysipelothrix rhusiopathiae*, der für eine erhöhte Sterblichkeit bei Schweinswalen in den Niederlanden im Jahr 2021 verantwortlich gemacht wurde (26), konnte in den hier untersuchten Proben nicht nachgewiesen werden. Auch pathogene **Leptospiren** wurden ebenso wie weitere Bakterien mit zoonotischem Potential wie z. B. **Francisellen** und **Yersinien** in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen.

Eine Einordnung der nachgewiesenen Bakterien in die Ergebnisse der pathologischen Untersuchungen der verschiedenen Organsysteme kann dem Kapitel 5.7 entnommen werden.

5.3 Molekularbiologische und virologische Untersuchungen

Um eine Infektion mit viralen Krankheitserregern feststellen zu können, wurden Proben von Meeressäugern molekularbiologisch und virologisch untersucht.

Als bedrohlichstes Virus ist das Seehundstaupevirus (Phocine Distemper virus, PDV) zu nennen. Dieses verursachte in den Jahren 1988 und 2002 Epidemien, die jeweils mit einem Massensterben von Seehunden im Wattenmeer einhergingen (27). Das PDV ist ein Morbillivirus aus der Familie der *Paramyxoviridae*. Zu den Morbilliviren gehören sieben Spezies, von denen das Phocine und das Canine Distemper virus (Staupevirus der Hunde) sowie das Cetacean Morbillivirus (Staupevirus der Wale) verlustreiche Infektionsgeschehen bei Meeressäugern verursachen können (28). Um diese drei Viren sowohl in Robben als auch in Schweinswalen nachweisen zu können, wurden in den hier dargestellten Untersuchungen die Proben mittels PCR untersucht, welche alle Viren des Genus *Morbillivirus* nachweisen kann. Im Untersuchungszeitraum 2020 bis 2023 ergaben sich keine Hinweise auf das Vorliegen akuter Morbillivirusinfektionen.

Eine weitere hochinfektiöse Gruppe von Viren, die potentiell auch zu verlustreichen Epidemien bei Meeressäugern führen kann, sind Influenza-A-Viren (28). Es wird heute davon ausgegangen, dass Wasser- und Seevögel das wesentliche Reservoir aller Influenza-A-Viren darstellen und diese von dort aus in die Meeressäugerbestände gelangen. Unterschiedlichste Virussubtypen mit verschiedenen antigenen Eigenschaften der Oberflächenproteine H (Hämagglutinin) und N (Neuraminidase) wurden bereits bei Meeressäugern nachgewiesen. Unter anderem wurde auch das pandemische H1N1-Virus in See-Elefanten detektiert (29). Seehunde scheinen für Influenza-A-Viren besonders empfänglich zu sein. So kam es im Jahr 2014 zu einer schweren Influenza-A-Epidemie mit dem Virusstamm H10N7 bei Seehunden, der allein im deutschen Wattenmeer ca. 2.400 Seehunde zum Opfer fielen (30). Dieser Virussubtyp wies eine enge genetische Verwandtschaft zu Viren auf, die bei Wildvögeln vorkommen.

In den letzten Jahren kam es immer wieder zu Einträgen von sogenannten hochpathogenen Geflügelpestviren, welche einer Gruppe von Viren entstammen, die seit einigen Jahren weltweit in Wild- und Hausgeflügelbeständen zu verlustreichen Infektionsgeschehen führt und auch immer wieder Säugetiere befällt (31). Diese Viren, die allesamt das Hämagglutinin H5 auf der Oberfläche tragen, wurden in den Jahren 2021 und 2022 bereits in Seehunden im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer nachgewiesen (32; 33). Der Erreger zeigte einen ausgeprägten Neurotropismus und war bei einigen Tieren nur im Gehirn nachweisbar (34). Verlustreiche Infektionsgeschehen, wie sie beispielsweise in Seelöwenkolonien Süd- und Nordamerikas mit diesem Virus aufgetreten sind (35), sind in Europa jedoch bislang ausgeblieben. Um das Infektionsgeschehen in unseren Meeressäugerbeständen engmaschig zu überwachen, wurden Proben (Gehirn und Atemwege) von jedem Meeressäuger auf

Influenza-A-Viren untersucht. In den Jahren 2020 bis 2023 verliefen diese Untersuchungen in Niedersachsen jeweils mit negativem Ergebnis.

In Meeressäugern kommen noch weitere Viren vor, die bei Jungtieren aber auch bei ausgewachsenen Tieren, zu Erkrankungen führen können. Hier sind insbesondere das Seehund-Herpesvirus (Phocines Herpesvirus), aber auch andere Virusfamilien zu nennen (10). Um entsprechende Infektionen feststellen zu können, wurden Organe von jedem Tier einem virologischen Screening in zwei verschiedenen permanenten Zellkulturen (BHK-21- und Vero-Zellen) zugeführt. Hinweise auf das Vorliegen viraler Infektionen konnten auch in diesen Untersuchungen nicht gefunden werden.

Die Ergebnisse der in den Jahren 2020-2023 an Proben von Seehunden, Kegelrobben und Schweinswalen durchgeführten molekularbiologischen und virologischen Untersuchungen können nachfolgender **Tabelle 15** entnommen werden.

Tabelle 15: Anzahl molekularbiologischer und virologischer Untersuchungen auf einige für Meeressäuger relevante Viren und Leptospiren

	Tupfer (tiefe Atemwege)	Gehirn, ZNS	Innere Organe	Haut	Niere	Kot
Influenza-A-Virus (PCR)	165 negativ	107* ¹ negativ				
Morbillivirus/Staupe (PCR)			157* ² negativ			
Virologische Untersuchung mittels Zellkultur (BHK-21- und Vero-Zellen)			155* ³ negativ	8 negativ		
Tollwutvirus (Immunfluoreszenz-Test)		108 negativ				
Corona-Virus (ELISA)						5 negativ
Rota-Virus (ELISA)						5 negativ
Pathogene Leptospiren*⁴ (PCR)					151 negativ	

*¹ routinemäßige Untersuchung seit Sommer 2021, *² Organpool aus Lunge, ZNS, Milz, Leber und Lymphknoten, *³ Organpool aus Lunge, Tonsille, Leber, Niere und Milz.

*⁴ *L. interrogans*, *L. borgpetersenii*, *L. weilii*, *L. nugochii*, *L. santarosai*, *L. inadai* und *L. kirschneri*

5.4 Parasitologische Untersuchungen

Parasiten sind in Wildtieren häufig anzutreffen. Spitzenprädatoren, zu denen die in dieser Studie untersuchten Meeressäuger gehören, stellen Endwirte für viele Endoparasiten dar (28). Die Untersuchung auf Endoparasiten wurde routinemäßig bei allen Tieren mittels kombiniertem Sedimentations-/Flotationsverfahren aus Dickdarmkot durchgeführt. Mit diesem Verfahren können sowohl Eier als auch Larvenstadien von Parasiten detektiert werden. Das potentiell für Larvenstadien noch aussagekräftigere Auswanderungsverfahren wurde aufgrund der geringen zu gewinnenden Kotmenge der überwiegend diesjährigen Tiere nicht zusätzlich durchgeführt. Zusätzlich wurden adulte Parasiten, die im Rahmen der pathologischen Untersuchung in diversen Organen vorgefunden wurden, morphologisch bestimmt.

5.4.1 Ergebnisse Kombiniertes Sedimentations-/Flotationsverfahren (SFV)

Die nachfolgende **Tabelle 16** gibt eine Übersicht über die Anzahl der in den Jahren 2020-2023 untersuchten Tiere und der Nachweise von Parasiteneiern und/oder Larvenstadien von Parasiten im Dickdarminhalt wieder.

Tabelle 16: Anzahl parasitologisch untersuchter Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben und nachgewiesener Parasiteneier und -larven im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Tierart	Jahr	Anzahl Proben (N)	nicht nachgewiesen	Nur Eier	Eier und Larven	Nur Larven
Gesamt	2020-2023	156	56 (36 %)	36	39	25
Seehunde	2020-2023	142	49 (35 %)	35	38	20
	2020	31	9 (29 %)	10	6	6
	2021	28	12 (42 %)	8	6	2
	2022	47	20 (45 %)	8	14	5
	2023	36	8 (22 %)	9	12	7
Schweinswale	2020-2023	11	5 (45 %)	0	1	5
Kegelrobben	2020-2023	3	2 (67 %)	1	0	0

Die Identifizierung der nachgewiesenen Parasiteneier bzw. -larven wurde mikroskopisch anhand ihrer Morphologie durchgeführt. Eine detaillierte Übersicht der Ergebnisse dieser Untersuchungen ist nachfolgender **Tabelle 17** zu entnehmen (Mehrfachnachweise von Eiern und/oder Larven in einer Probe sind möglich).

Tabelle 17: Anzahl der auf Basis von Eiern und Larven identifizierter Parasitengruppen bzw. -spezies in Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Tierart Jahr	Proben mit nachgewiesenen Eiern gesamt	Larven gesamt	Kokzidienoozysten	Eier von Ascariden (<i>Ascaris</i> sp., Spulwürmer)	Eier von Anisakiden (<i>Anisakis</i> , <i>Pseudoterranova</i> , <i>Contracaecum</i> sp.)	Eier von anderen Nematoden (<i>Capillaria</i> sp., Haarwürmer, <i>Uncinaria</i> sp., unbekannt)	Eier von <i>Acanthocephala</i> (Kratzer, <i>Corynosoma</i> sp.)	Eier von Trematoden (<i>Cryptocotyle</i> sp., <i>Ascoctyle</i> sp., <i>Phagicola</i> sp.)	Eier von Cestoden (Diphyllobothriidae, Bandwürmer)	Eier, unbekannt	Larven von <i>Otostrongylus circumlitus</i> (großer Lungenwurm)	Larven von <i>Parafilaroides gymyurus</i> (kleiner Lungenwurm)	Larven anderer Lungenwürmer (<i>Pseudalius inflexus</i> , <i>Halocercus invaginatus</i> , <i>Tonymurus convolutus</i>)	Larven, unbekannt (oder autolytisch)
Gesamt 2020-2023	75	64	3	1	20	2	11	45	12	10	50	5	3	8
Seehunde 2020-2023	73	58	3	1	19	2	10	44	11	10	50	5	-	5
Seehunde 2020	16	12		1	3	1	1	13	1		11	1	-	-
Seehunde 2021	14	8	2	-	5	-	1	6	6	4	8	-	-	-
Seehunde 2022	22	19		-	8	1	5	13	3	1	16	2	-	2
Seehunde 2023	21	19	1	-	3	-	3	12	1	5	15	2	-	3
Schweinswale 2020-2023	1	6	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	3
Kegelrobben 2020-2023	1	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-

In 93 Proben von Seehunden (65,5 %) waren Parasitenstadien nachweisbar. Parasiteneier wurden in 73 Proben (51,4 %) vorgefunden (**Abbildung 5**). Dabei konnte regelmäßig ein Befall mit Anisakiden (13,3 %) und mit *Acanthocephala* bzw. Diphyllobothriidae (Bandwürmern, 8 %) festgestellt werden. Häufig wurden Eier, die anhand ihrer Morphologie Eiern von Trematoden (Magen-/Darm-/Leberegel) entsprachen, nachgewiesen (31 % der Proben). Adulte Stadien dieser Parasiten wurden im Rahmen der Sektion nur in Ausnahmefällen beobachtet. Eier von Askariden und anderen Nematoden bzw. Kokzidienoozysten wurden selten nachgewiesen. In einigen Proben wurden Eier unbekannter Parasiten gefunden.

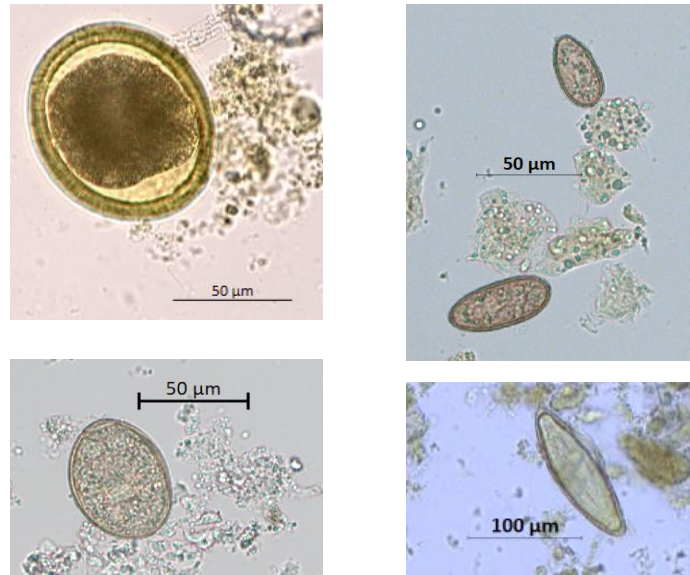


Abbildung 5: Beispiele für Eier nachgewiesener Parasiten.

Oben links: Anisakiden-Ei; **Oben rechts:** Trematoden-Eier; **Unten links:** Cestoden-Ei; **Unten rechts:** Acanthocephala-Ei

Parasitenlarven wurden in 58 Dickdarminhaltproben von Seehunden (40,8 %) gefunden. Nahezu alle dieser Larven konnten, passend zu den Sektionsbefunden, dem großen Lungenwurm (*Otostrongylus circumlitus*) zugeordnet werden (**Abbildung 6**). Seltener wurden Larven des kleinen Lungenwurms (*Parafilaroides gymnuris*) gefunden.



Abbildung 6: Larve von *Otostrongylus circumlitus*

In einer der drei Proben von Kegelrobben waren Parasitenstadien enthalten. Bei diesem Tier wurden Eier von Anisakiden, von Trematoden und von Acanthocephala nachgewiesen.

In sechs der elf Proben von Schweinswalen konnten Parasitenstadien nachgewiesen werden. Passend zu den Sektionsbefunden waren Larven von Lungenwürmern (*Pseudalius inflexus* oder *Torynurus convolutus*) anzutreffen. Darüber hinaus wurden Eier von Cestoden und nicht identifizierte Larven gefunden.

5.4.2 Nachweise adulter Parasiten

Zusätzlich zu Kotproben wurden adulte Parasiten untersucht, die in der Sektion aus diversen Organen entnommen wurden. Bei zahlreichen Tieren wurden adulte Parasiten aus Darm, Magen, Lunge, Herz, Blutgefäßen, Innenohr oder Speiseröhre entnommen. Nachfolgend eine Übersicht der Anzahl der Untersuchungen je Organsystem (**Tabelle 18**).

Tabelle 18: Anzahl untersuchter adulter Parasiten aus verschiedenen Organsystemen von Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023

Seehund	Anzahl untersuchter adulter Parasiten
Lunge	48
Magen	50
Darmtrakt (Darm oder Dickdarminhalt)	8 (5 Kot, 3 Darm)
Speiseröhre	2
Ohr	1
Herz, Gefäße	11, 1
Schweinswal	Anzahl untersuchter adulter Parasiten
Lunge	3
Magen	4
Kegelrobbe	Anzahl untersuchter adulter Parasiten
Magen	1

Bei den Parasiten aus dem Lungengewebe handelte es sich erwartungsgemäß ganz überwiegend um den großen Lungenwurm (*Otostrongylus circumlitus*) (**Abbildung 7**). Dass *Parafilaroides gymnurus* nur selten makroskopisch identifiziert wurde, muss vorsichtig beurteilt werden, da sich diese Parasiten überwiegend in den unteren Lungenbereichen aufhalten und daher möglicherweise im Rahmen der Sektion nicht zur Identifizierung entnommen wurden. Die aus dem Magen entnommenen Würmer wurden anhand ihrer Morphologie ganz überwiegend den Anisakiden zugeordnet, was in vielen Fällen mit den im SFV nachgewiesenen Eiern korrelierte; es wurden jedoch insgesamt häufiger Würmer als die entsprechenden Eier nachgewiesen. Die morphologische Differenzierung der adulten Parasiten wird derzeit weiter etabliert, ein besonderes Augenmerk wird dabei auf den Abgleich mit den Ergebnissen der SFV-Untersuchung von Dickdarminhalt-/Kotproben gelegt.

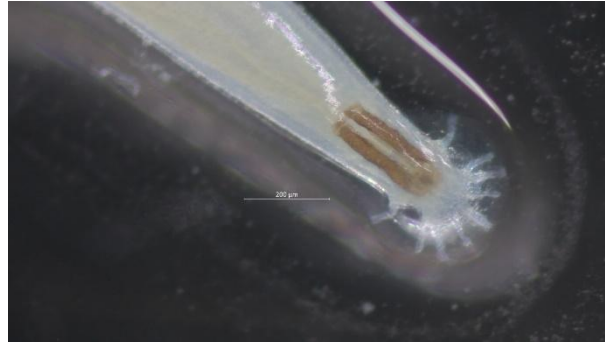


Abbildung 7: Hinterende von *Otostrongylus circumlitus* (Adult, männlich)

Es wurden bei Seehunden häufig granulierte, relativ kleine ovale Eier (teilweise mit Polkappe) beobachtet. Nach entsprechenden Abbildungen in der Literatur handelt es sich um Eier von Trematoden (z.B. *Cryptocotyle* sp., *Ascocotyle* sp., *Phagicola* sp.). Abweichend von diesen Nachweisen konnten die entsprechenden adulten Egel nur in Ausnahmefällen im Darm der Tiere nachgewiesen werden, was vermutlich auf der geringen Größe der Parasiten, der Lokalisation in den entsprechenden Organen und somit einem Übersehen im Rahmen der Sektion beruht. In jedem Fall werden Trematoden in der Literatur als nicht so häufig beschrieben, wie der Nachweis der Eier bei den hier untersuchten Proben (28).

Die Häufigkeit der Nachweise änderte sich über die Jahre nicht wesentlich. Unterschiede könnten auf diversen Faktoren, wie beispielsweise dem Alter der Tiere oder dem Zeitraum zwischen dem Tod der Tiere und der Untersuchung, beruhen. Auffällige Unterschiede bei den nachgewiesenen Parasiten wurden nicht beobachtet.

Eine Einordnung der hier beschriebenen Parasitennachweise in die Ergebnisse der pathologischen Untersuchungen der verschiedenen Organsysteme kann Kapitel 5.7 entnommen werden.

5.5 Untersuchung auf toxikologisch relevante Elemente

Um die Belastung der kleinen Meeressäuger und damit indirekt auch des Wattenmeeres mit toxikologisch relevanten Elementen zu ermitteln, wurden in den Jahren 2020 und 2021 routinemäßig Muskel-, Leber- und Nierengewebe der kleinen Meeressäuger auf Gehalte von Cadmium (Cd), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Quecksilber (Hg), Blei (Pb), Selen (Se) und Zink (Zn) sowie das Halbmetall Arsen (As) untersucht. Die Untersuchungen wurden im FB 33, Elemente und Radioaktivität, des LVI Oldenburg mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICPMS) als Dreifachbestimmung durchgeführt. Die Gehalte sind jeweils in mg/kg Frischmasse angegeben. Dem Untersuchungsgut entsprechend wurden überwiegend junge Tiere (diesjährig, n = 52) untersucht. Die untersuchten mehrjährigen Tiere (n = 11) erlauben einen Einblick in die Situation bei adulten Tieren. Vorjährige Tiere wurden nicht auf Elemente untersucht. Das Tierarten- und Altersspektrum der untersuchten Tiere ist nachfolgender **Tabelle 19** zu entnehmen.

Tabelle 19: Anzahl der auf toxikologisch relevante Elemente untersuchten Tiere nach Tierart und Altersklasse

	diesjährig	vorjährige	mehrjährig	Gesamt
Seehund	50	-	7	57
Schweinswal	2	-	3	5
Kegelrobbe	-	-	1	1
Gesamt	52	-	11	63

Da die Anzahl der untersuchten Kegelrobben und Schweinswale gering war und sich in diesen Untersuchungen keine tierartspezifischen Besonderheiten feststellen ließen, wurden die Ergebnisse für alle drei Tierarten gemeinsam ausgewertet (Ausnahme für das Quecksilber-Selen-Verhältnis siehe unten). Eine zusammengefasste Übersicht der Nachweise kann nachfolgender **Tabelle 20** entnommen werden.

Tabelle 20: Summarische Übersicht der Nachweise toxikologisch relevanter Elemente in den untersuchten Organen (Niere, Leber, Muskelgewebe) von allen untersuchten Tieren (n=63) in mg/kg Frischmasse

	As	Cd	Cu	Fe	Hg	Pb	Se	Zn
Minimum	0,03	0,001	0,94	48	0,32	0,001	0,16	17
Maximum	8,3	1,2	24	4246	393	39	155	80
Mittelwert	0,51	0,10	4,7	422	6,6	0,54	3,3	40
Median	0,22	0,01	3,6	207	1,1	0,009	1,1	38,5
Zum Vergleich: Höchstgehalte in Lebensmitteln*	0,3* ¹	1,0* ²	-	-	1,0* ³	0,1* ⁴	-	-

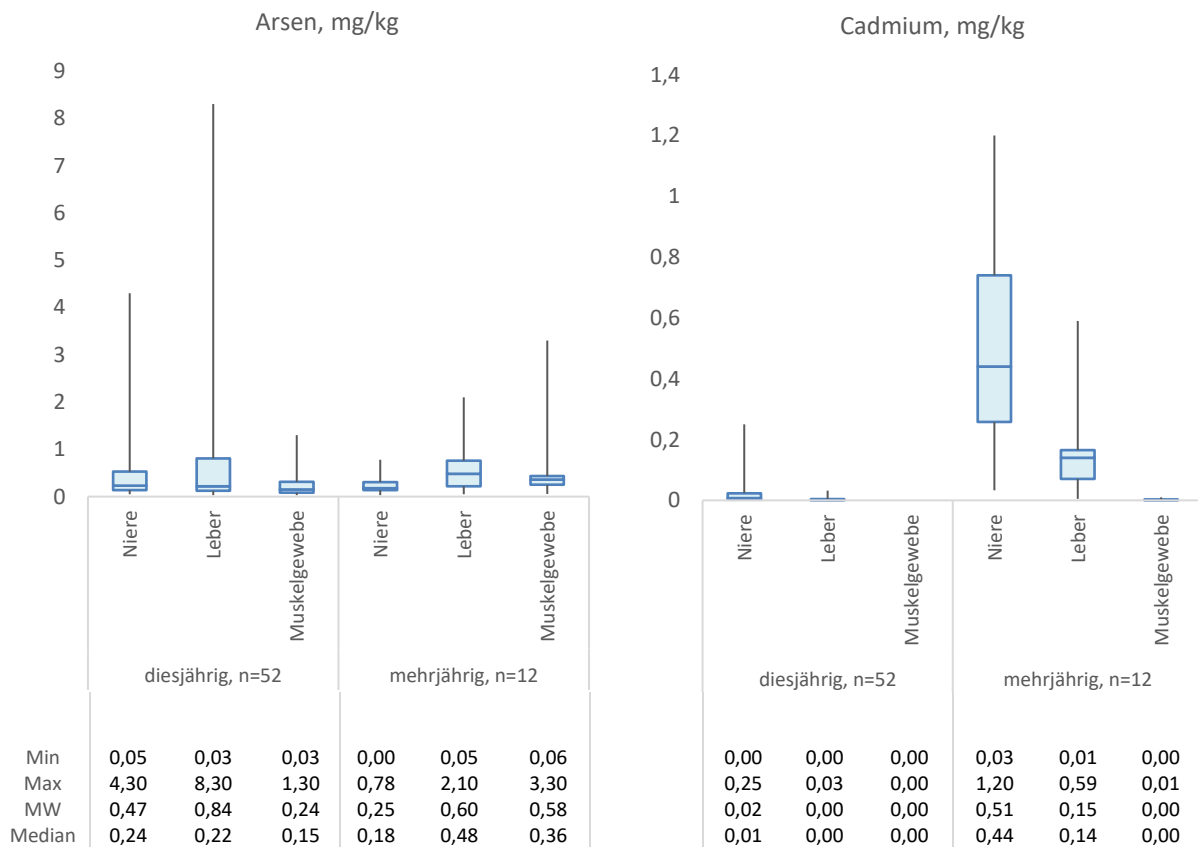
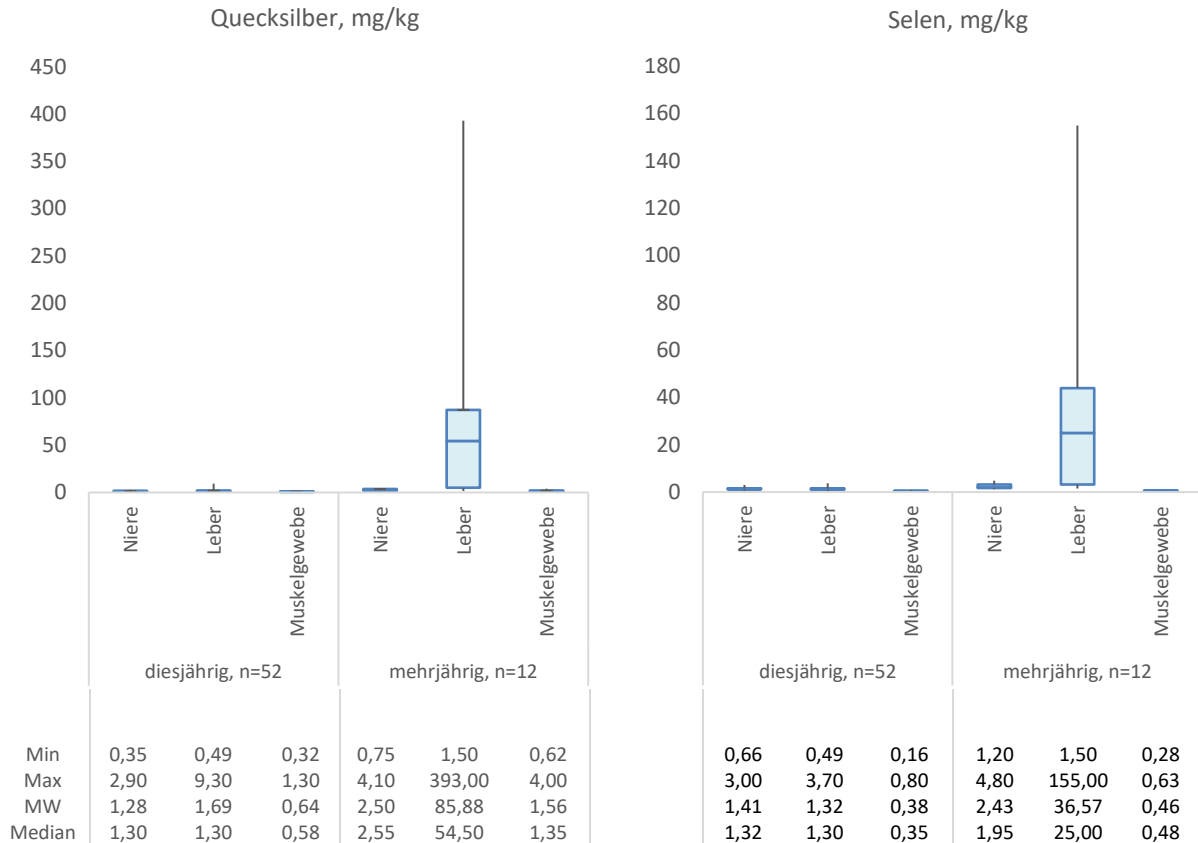
* Nach VO (EU) 2023/915 für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln

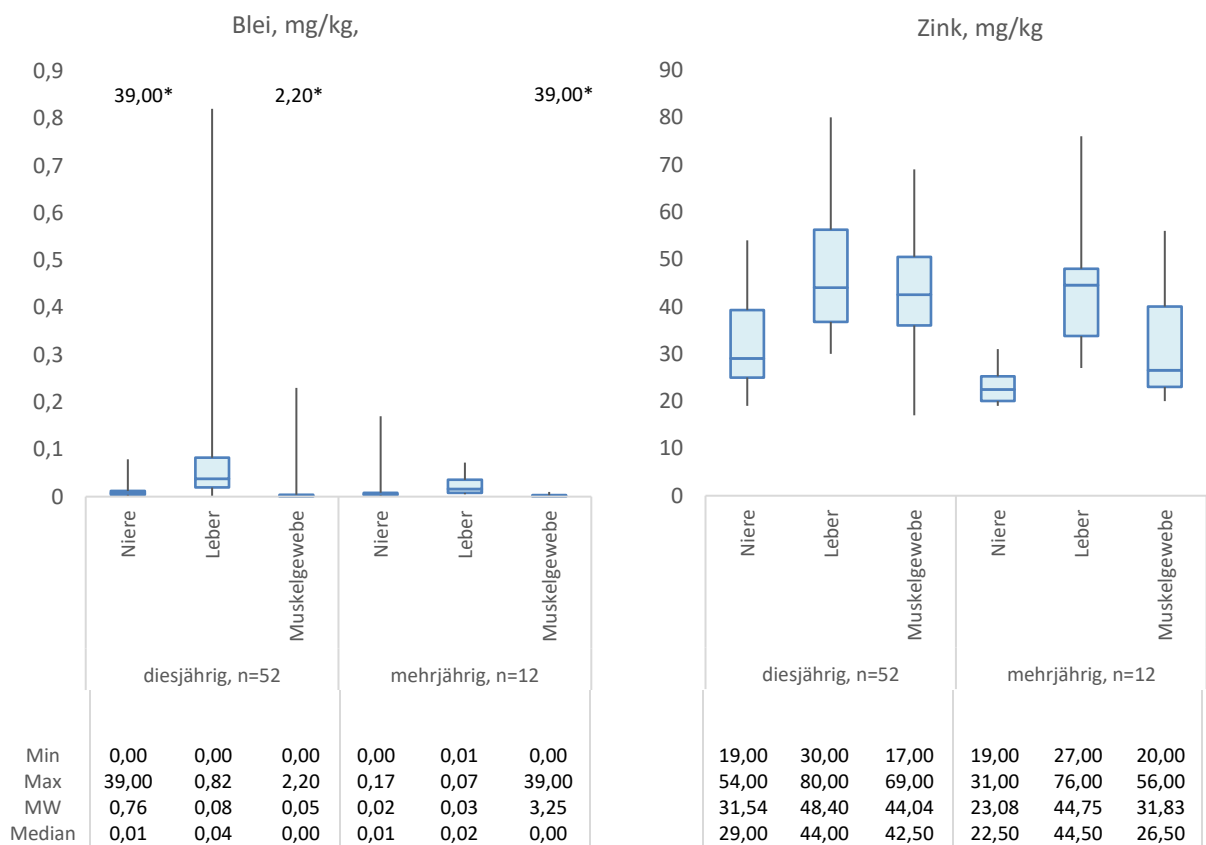
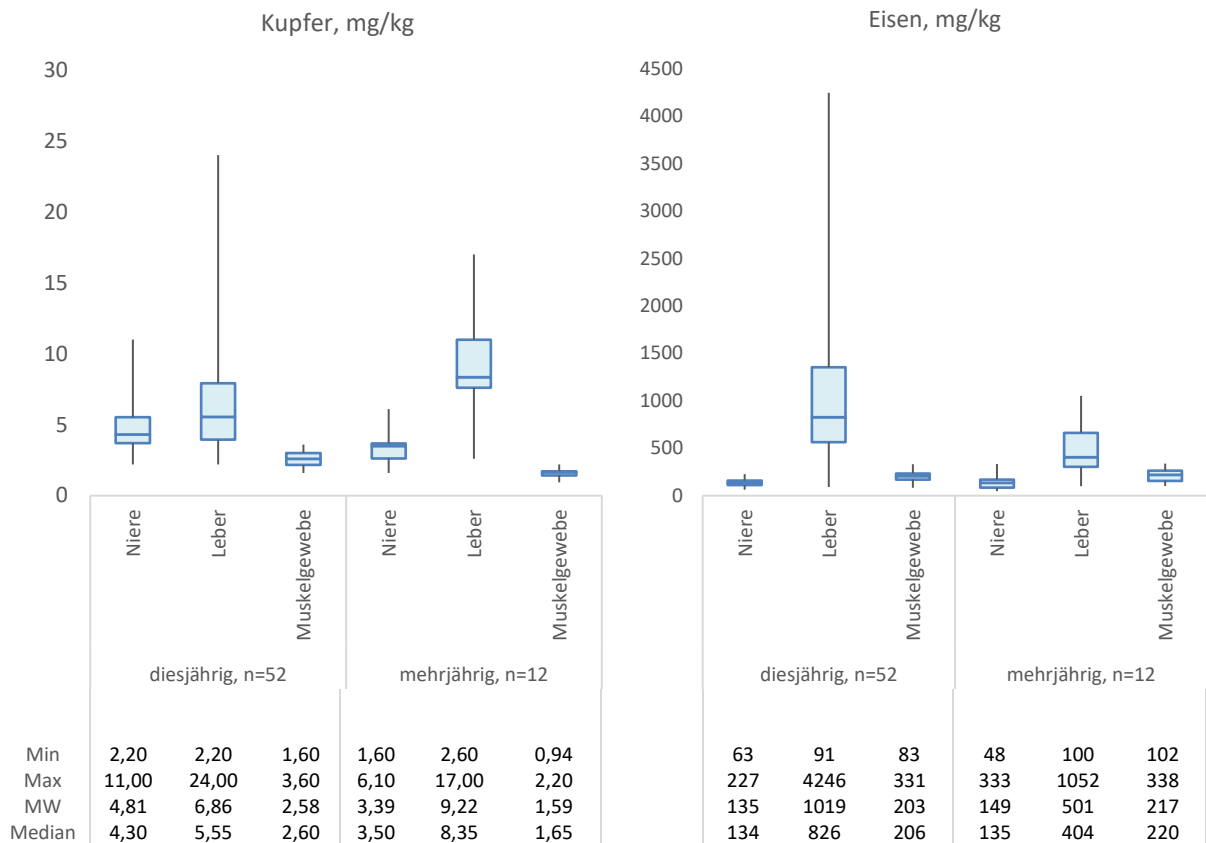
*¹ Höchstgehalt für den Anteil an anorganischem Arsen (iAs) in Reiskekse, Reiswaffeln, Reiskracker, Reiskuchen, Reisflocken und Frühstückreis; für Gesamt-Arsen ist kein zulässiger Höchstgehalt in Lebensmitteln festgelegt

*² Höchstgehalt für Niere von Rindern, Schafen, Schweinen, Geflügel und Pferden

*³ Höchstgehalt für Muskelfleisch div. Fischarten

*⁴ Höchstgehalt für Fleisch von Rindern, Schafen, Schweinen und Geflügel





* Ausreißer, nicht in der grafischen Darstellung berücksichtigt

Abbildung 8: Grafische Darstellung der Untersuchungsergebnisse der einzelnen Elemente

Zur Visualisierung der Ergebnisse wurden in der Abbildung die Messwerte der einzelnen Elemente und die Streuung der Ergebnisse als Boxplots und als Tabelle dargestellt. In den Diagrammen stellt das untere Ende der Antennen das Minimum und das obere Ende das Maximum der Messwerte dar. Die Box umfasst von unten den Bereich zwischen unterem Quartil und dem Median, den Median (Linie) und den Bereich zwischen Median und oberem Quartil, also die mittleren 50 % der Messwerte. Alle Angaben in mg/kg Frischmasse.

Elemente werden in essentielle (u. a. Zn, Fe, Cu, Cr, Se, Ni, Al) und nichtessentielle (u. a. Hg, Cd, Pb) unterteilt. Die Letztgenannten können auch in niedrigen Gewebekonzentrationen eine Toxizität aufweisen. Verschiedene physiologische und ökologische Faktoren beeinflussen den Gehalt von Elementen im Gewebe von Meeressäugern. Geografische, ernährungsphysiologische, tierartspezifische und tierindividuelle (Alter, Geschlecht, Ernährungszustand) Besonderheiten sind hier zu nennen (36). Im Rahmen des Gesundheitsmonitorings bei Seehunden in Schleswig-Holstein wurden in den Jahren 2021 und 2022 Blut- und Haarproben auf unterschiedliche Spurenelemente und toxikologisch relevante Elemente untersucht (32; 33). In diesen Studien wurde die Bewertung unterschiedlicher Elemente aus Blut- und Haarproben von Seehunden hinsichtlich möglicher Gesundheitsrisiken für die Seehundpopulation als schwierig beurteilt, da Datengrundlagen fehlen. Nachfolgend wird auf einige Ergebnisse der hier dargestellten Untersuchungen eingegangen.

Quecksilber: Quecksilber ist ein giftiges, nichtessentielles Element. Grundsätzlich weisen fischfressende Meeressäuger höhere Quecksilberbelastungen auf als nicht-fischfressende. Quecksilber reichert sich im Laufe des Lebens insbesondere in der Leber von Meeressäugern an (36). Dieses ist bei den mehrjährigen Tieren in der vorliegenden Untersuchung ebenfalls zu beobachten. Dabei wurden Quecksilbergehalte bis zu 393 mg/kg vorgefunden. Im Laufe der Evolution haben Meeressäuger eine gewisse Toleranz gegenüber Quecksilber entwickelt (36; 10). Dafür werden biochemische Mechanismen unter Einbeziehung von Selen mit Bildung von Quecksilberselenit, einem inerten, unlöslichen und kristallinen Komplex, verantwortlich gemacht, die vor der Quecksilbertoxizität schützen. Dementsprechend werden oftmals gleichzeitig hohe Quecksilber- und Selenkonzentrationen in Lebergewebe nachgewiesen. In den vorliegenden Untersuchungen korrelierten die Quecksilber- und Selengehalte in den Lebern der mehrjährigen Tiere ebenfalls, wie nachfolgender **Abbildung 9** zu entnehmen ist.

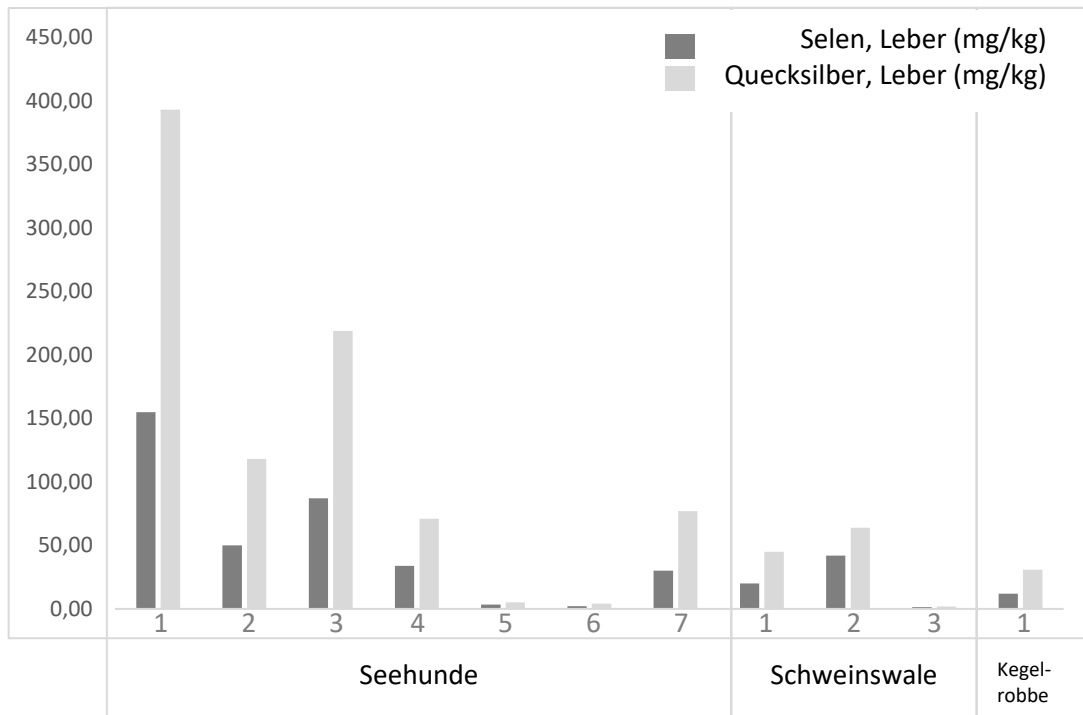


Abbildung 9: Quecksilber- und Selenachweise im Lebergewebe von mehrjährigen Meeressäugern (n=11), alle Angaben in mg/kg Frischmasse.

Für natürliche Quecksilberbelastungen von Meeressäugern werden in der Literatur deutliche regionale Unterschiede beschrieben. So sind die Quecksilberbelastungen von gestreiften Delfinen im Mittelmeer auf Grund natürlicher Quecksilbervorkommen um ein Vielfaches höher als bei Delfinen im Atlantik (36). In einer aktuellen Studie konnte eine große Varianz der Quecksilberkonzentrationen in Lebergewebe von kleinen Meeressäugern aus dänischen Gewässern festgestellt und keine Beziehung zwischen der Quecksilberbelastung, Körperkondition und pathologischen Veränderungen festgestellt werden (37). Es wird vermutet, dass die Seehunde im Wattenmeer Quecksilber akkumulieren können (Striwe et al., 2022), wofür in der hier vorliegenden Studie ebenfalls Hinweise zu finden sind.

Arsen: Arsen wurde mit einem Gehalt von 0,03 bis 8,3 mg/kg Lebergewebe nachgewiesen. Werte > 1mg/kg wurden nur bei Seehunden gefunden. Altersspezifische Unterschiede waren nicht festzustellen. Da Arsen diaplazentar übertragen wird, war dieses Ergebnis zu erwarten. Für die hier angewendete Messmethode wird das gesamte anorganische und organische Arsen in der Probe mineralisiert und als Gesamt-Arsen gemessen. Eine weitere Differenzierung des gemessenen Arsens in organisch oder anorganisch gebundenes Arsen wurde nicht durchgeführt. Meeressäuger weisen insgesamt relativ geringe Arsenbelastungen auf (38), was den hier ermittelten Ergebnissen entspricht.

Cadmium: Cadmium ist eines der giftigsten Elemente, welches beim Menschen verschiedene Erkrankungen hervorrufen kann (36). Die kritische Konzentration, bei der es zu Schädigungen der

Nieren kommt, wird in der Literatur mit 800 mg/kg Trockenmasse bzw. 200 mg/kg Frischmasse angegeben (36; 39). Die Cadmiumgehalte im Nierengewebe der hier vorliegenden Untersuchungen lagen bei den Jungtieren zwischen „nicht nachweisbar“ (<0,002 mg/kg) und 0,13 mg/kg und bei den adulten Tieren zwischen 0,12 und 1,2 mg/kg Frischmasse und damit deutlich unterhalb dieser Schwelle. Hohe Cadmiumbelastungen sind insbesondere bei Meeressäugern anzutreffen, die sich von Kopffüßern ernähren, da diese hohe Cadmiumgehalte aufweisen können. Über entsprechende Untersuchungen von Lebensmittelproben wird u.a. auf der Internetseite des LAVES berichtet (www.laves.niedersachsen.de).

Blei: Bleigehalte in Gewebe von Meeressäugern werden in der Literatur als i. d. R. niedrig angegeben (36). Die Messergebnisse an den drei untersuchten Geweben entsprechen diesen Angaben. Nur drei Tiere zeigten erhöhte Werte. Von diesen Tieren sind zwei mit bleihaltiger Munition euthanasiert worden. Ein Jungtier mit hohen Bleigehalten im Nierengewebe ist auf natürliche Weise verstorben.

Zink und Kupfer: In den vorliegenden Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Kupfer- und Zinkgehalte im Gewebe von Jungtieren ähnlich hoch wie bei Alttieren sind. Ein hoher Gehalt dieser essenziellen Elemente in sich entwickelnden und differenzierenden Geweben wurde in der Literatur beschrieben (36).

5.6 Untersuchungen auf persistente organische Schadstoffe

Persistente organische Schadstoffe (*peristent organic pollutants*, POP) sind organische Chemikalien, die sich durch ihre Langlebigkeit (Persistenz) auszeichnen, sich in Organismen und damit der Nahrungskette anreichern (Bioakkumulation und Biomagnifikation) und schädliche Wirkungen auf den Organismus von Mensch und Tier zeigen. Sie verfügen über das Potential weiträumig in den Meeren verbreitet zu werden, was dazu führt, dass man diese Stoffe auch in entlegenen Regionen, z. B. in der Antarktis, finden kann, auch wenn sie nur in Industrieländern eingesetzt werden. Da Herstellung, Verwendung und schädliche Wirkungen bei diesen Chemikalien sowohl zeitlich als auch räumlich sehr weit auseinanderliegen können, verlangt eine wirksame Begrenzung ihrer Schäden internationale Kooperationen und Vereinbarungen. POP sind u. a. Gegenstand des Stockholmer Übereinkommens. Umgesetzt wird das Stockholmer Übereinkommen in Europa durch die Verordnung (EU) 2019/1021 vom 20. Juni 2019 (EU POP-Verordnung) (Quelle: Internetseite des Umweltbundesamtes).

POP bioakkumulieren besonders in marinen Ökosystemen und reichern sich im Fettgewebe von Spitzenprädatoren an, zu denen im Wattenmeer Seehund, Schweinswal und Kegelrobbe gehören (40). Für die Feststellung der Belastung von Meeressäugern im niedersächsischen Wattenmeer wurden POP oder deren Abbauprodukte ausgewählt, die im Übereinkommen von Stockholm gelistet sind (**Tabelle 24**). Für die Untersuchung wurden Leber- und Fettgewebe (Blubber) verwendet. Wenn Fettgewebe auf Grund starker Abmagerung nicht in ausreichender Menge gewonnen werden konnte, wurde nur das Lebergewebe untersucht. Sämtliche Messwerte werden in µg/kg Frischsubstanz dargestellt. Den nachfolgenden **Tabelle 21** und **22** können die Anzahl der untersuchten Tiere und Gewebeproben, sowie der **Tabelle 23** eine Übersicht der nachgewiesenen Schadstoffe entnommen werden.

Tabelle 21: Anzahl der auf persistente organische Schadstoffe untersuchten Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben nach Altersklasse

	gesamt (m/w)	diesjährig (m/w)	vorjährig (m/w)	mehrfjährig (m/w)
Tiere gesamt	145 (72/73)	111 (59/52)	11 (3/8)	23 (10/13)
Seehund	130 (65/65)	107 (56/51)	10 (3/7)	13 (6/7)
Schweinswal	11 (4/7)	2 (2/0)	1 (0/1)	8 (2/6)
Kegelrobbe	4 (3/1)	2 (1/1)	0	2 (2/0)

Tabelle 22: Anzahl der auf persistente organische Schadstoffe untersuchten Leber- und Fettgewebeproben nach Altersklasse

	gesamt (Sh/Sw/K)*	diesjährig (Sh/Sw/K)*	vorjährig (Sh/Sw/K)*	mehrfjährig (Sh/Sw/K)*
Leber	145 (130/11/4)	111 (107/2/2)	11 (10/1/0)	23 (13/8/2)
Fettgewebe	106 (91/11/4)	75 (71/2/2)	11 (10/1/0)	20 (10/8/2)

* Sh = Seehund, Sw = Schweinswal, K = Kegelrobbe

Tabelle 23: Übersicht der Nachweise von persistenten organischen Schadstoffen über alle Tierarten (Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben) und Altersstufen

Untersuchte Substanz			Fettgewebe								Lebergewebe							
	NG	BG	Min	Max	MW	Median	Anzahl	>= BG	< BG, > NG	<= NG	Min	Max	MW	Median	Anzahl	>= BG	< BG, > NG	<= NG
	µg/kg FS		µg/kg FS				n=				µg/kg FS				n=			
Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT)*	0,2	0,6	< 0,2	9.515,6	1.093,6	728,7	106	105	0	1	< 0,2	352,6	48,5	23,7	145	142	0	3
Nicht dioxinähnliche poly-chlorierte Biphenyle (ndl PCB)**	0,1	0,3	246	113.623,7	11.358,9	7.503,5	106	106	0	0	11,1	58.559,1	1.000,5	334,3	145	145	0	0
Hexachlorbenzol (HCB)	0,1	0,3	< 0,1	377,6	18,7	2,4	106	105	0	1	< 0,1	33,0	1,3	0,3	145	101	0	44
Dieldrin	0,2	0,7	< 0,2	1.220,0	54,7	13,5	106	96	0	10	< 0,2	33,1	1,8	0,7	145	109	0	36
α(cis)-Chlordan	0,1	0,4	< 0,1	150,7	3,5	0,1	106	14	2	90	< 0,1	5,2	0,2	0,1	145	8	2	135
Oxychlordan	0,6	1,8	< 0,6	191,8	38,0	25,9	106	99	0	7	< 0,6	14,9	1,8	1,8	145	77	0	68
β-Endosulfan	0,8	2,5	< 0,8	208,0	15,9	5,9	106	60	3	43	< 0,8	8,8	1,3	0,8	145	12	25	108
β-Hexachlorcyclohexan (HCH)	0,8	2,5	< 0,8	169,8	9,4	3,6	106	65	0	41	< 0,8	10,2	1,4	0,8	145	28	0	117
cis-Heptachlorepoxyd	1,2	3,6	< 1,2	405,0	27,9	16,6	106	96	0	10	< 1,2	10,8	2,4	1,2	145	55	0	90
α-Endosulfan	0,4	1,2	< 0,4	7,6	0,7	0,4	106	11	0	95	< 0,4	1,2	0,4	0,4	145	1	0	144
α- HCH	0,1	0,3	< 0,1	24,6	2,5	1,5	106	99	0	7	< 0,1	2,2	0,3	0,3	145	90	0	55
trans-Heptachlorepoxyd	0,2	0,5	< 0,2	23,9	0,9	0,2	106	6	0	100	< 0,2	13,8	0,4	0,2	145	11	0	134
Lindan	0,1	0,5	< 0,1	10,1	0,9	0,5	106	56	46	4	< 0,1	0,6	0,2	0,2	145	6	115	24
δ-Ketoendrin	0,3	1	< 0,3	0,3	0,3	0,3	106	0	0	106	< 0,3	1,0	0,3	0,3	145	1	0	144
Heptachlor (α- und β-Isomer)	0,1	0,3	< 0,1	0,4	0,1	0,1	106	1	0	105	< 0,1	0,3	0,1	0,1	145	3	0	142
Endrin	0,4	1,3	< 0,4	1,3	0,4	0,4	106	2	0	104	< 0,4	4,3	0,4	0,4	145	2	0	143
γ-(trans)-Chlordan	0,1	0,4	< 0,1	8,8	0,2	0,1	106	4	0	102	< 0,1	0,3	0,1	0,1	120	0	2	118
Bromocyclen; Bromodan	0,2	0,5	< 0,2	0,2	0,2	0,2	106	0	0	106	< 0,2	0,2	0,2	0,2	120	0	0	120
Endosulfan-sulfat	0,4	1,1	< 0,4	4,0	3,3	4,0	106	84	0	22	< 0,4	28,5	3,8	4,0	145	128	0	17
Oktachlorbornan***	0,3	0,8	< 0,3	0,3	0,3	0,3	83	0	0	83	< 0,3	0,3	0,3	0,3	109	0	0	109
Nonachlorbornan****	0,5	1,6	< 0,5	0,5	0,5	0,5	83	0	0	83	< 0,5	0,5	0,5	0,5	109	0	0	109
Nonachlorbornan*****	1,1	3,4	< 1,1	1,1	1,1	1,1	83	0	0	83	< 1,1	1,1	1,1	1,1	109	0	0	109
Polychlorterpene*****	0,3	0,8	< 0,3	1,1	0,9	1,1	83	61	0	22	< 0,3	1,1	0,9	1,1	109	84	0	25
Moschus-Keton	0,5	1,6	< 0,5	0,5	0,5	0,5	106	0	0	106	< 0,5	0,5	0,5	0,5	145	0	0	145
Moschus-Xylol	0,3	1	< 0,3	0,3	0,3	0,3	106	0	0	106	< 0,3	0,3	0,3	0,3	145	0	0	145

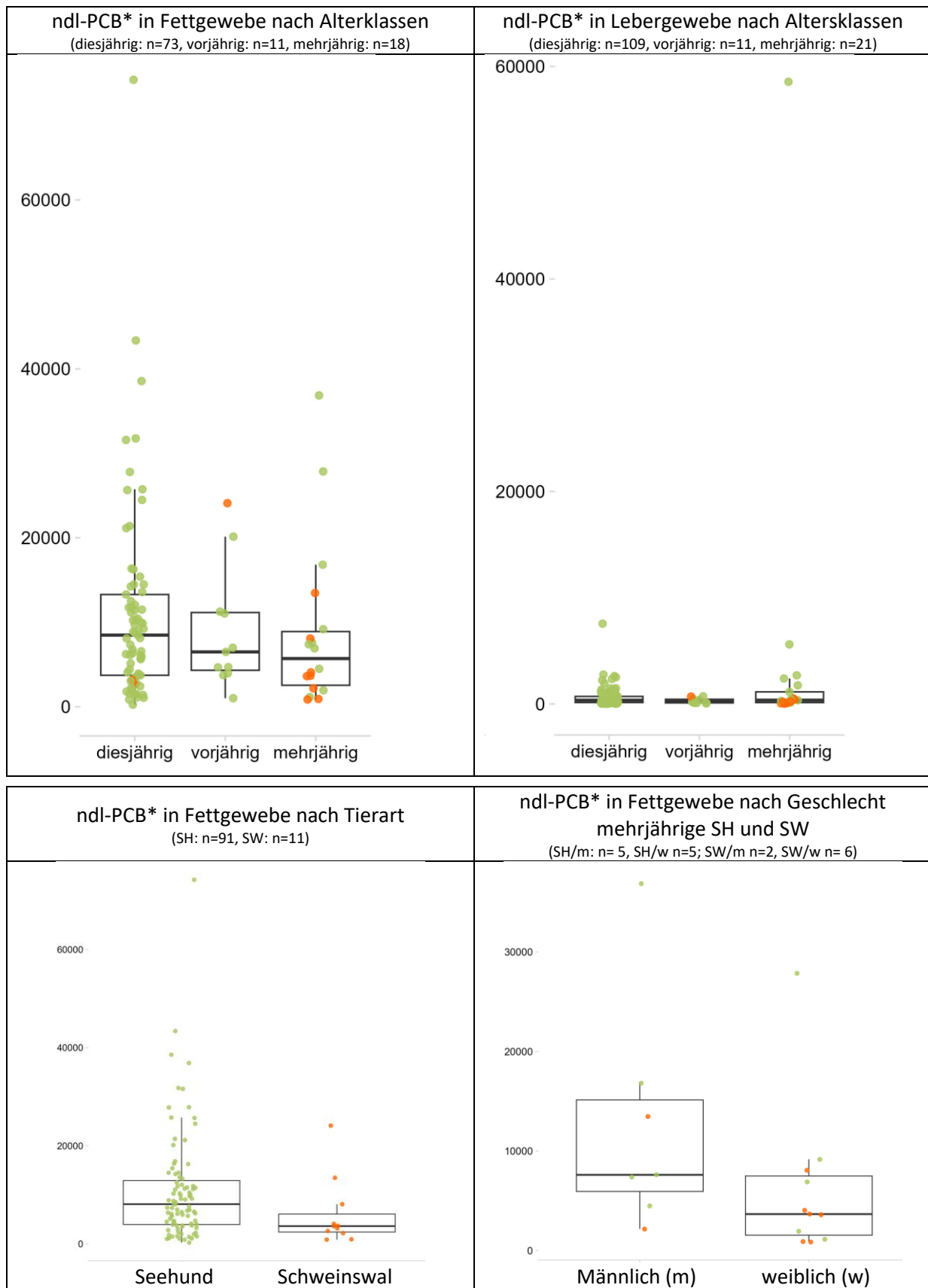
NG= Nachweisgrenze, BG= Bestimmungsgrenze, FS= Frischsubstanz, *Summe aus DDT, DDE, DDD, ** Summe aus PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180, ***Parlar 26 2-endo,3-exo,5-endo,6-exo,8,8,10,10-Oktachlorbornan, **** Parlar 50 2-endo,3-exo,5-endo,6-exo,8,8,9,10,10-Nonachlorbornan, ***** Parlar 62 2,2,5,5,8,9,9,10,10-Nonachlorbornan, ***** Polychlorterpene, Summe aus Parlar 26, Parlar 50 und Parlar 62 insgesamt, Camphechlor, Stroban u. a. Polychlorterpene (Parlare, Toxaphen)

Im nachfolgenden Abschnitt werden Einzelauswertungen für die Verbindungen dargestellt, die häufig nachgewiesen wurden. Auf Grund der geringen Tierzahlen wurden Kegelrobben dabei nicht berücksichtigt.

Tabelle 24: Häufig nachgewiesene persistente organische Schadstoffe

Persistenter organischer Schadstoff	Anlage* zum Stockholmer Übereinkommen
ndl-PCB**	A, C
DDT***	B
HCB	A, C
Dieldrin	A
Chlordan (als α (cis)-Chlordan und als Oxychlordan)	A
Endosulfan (als β -Endosulfan)	A
β -Hexachlorcyclohexan	A
Heptachlor (als cis Heptachlorepoxyd)	A

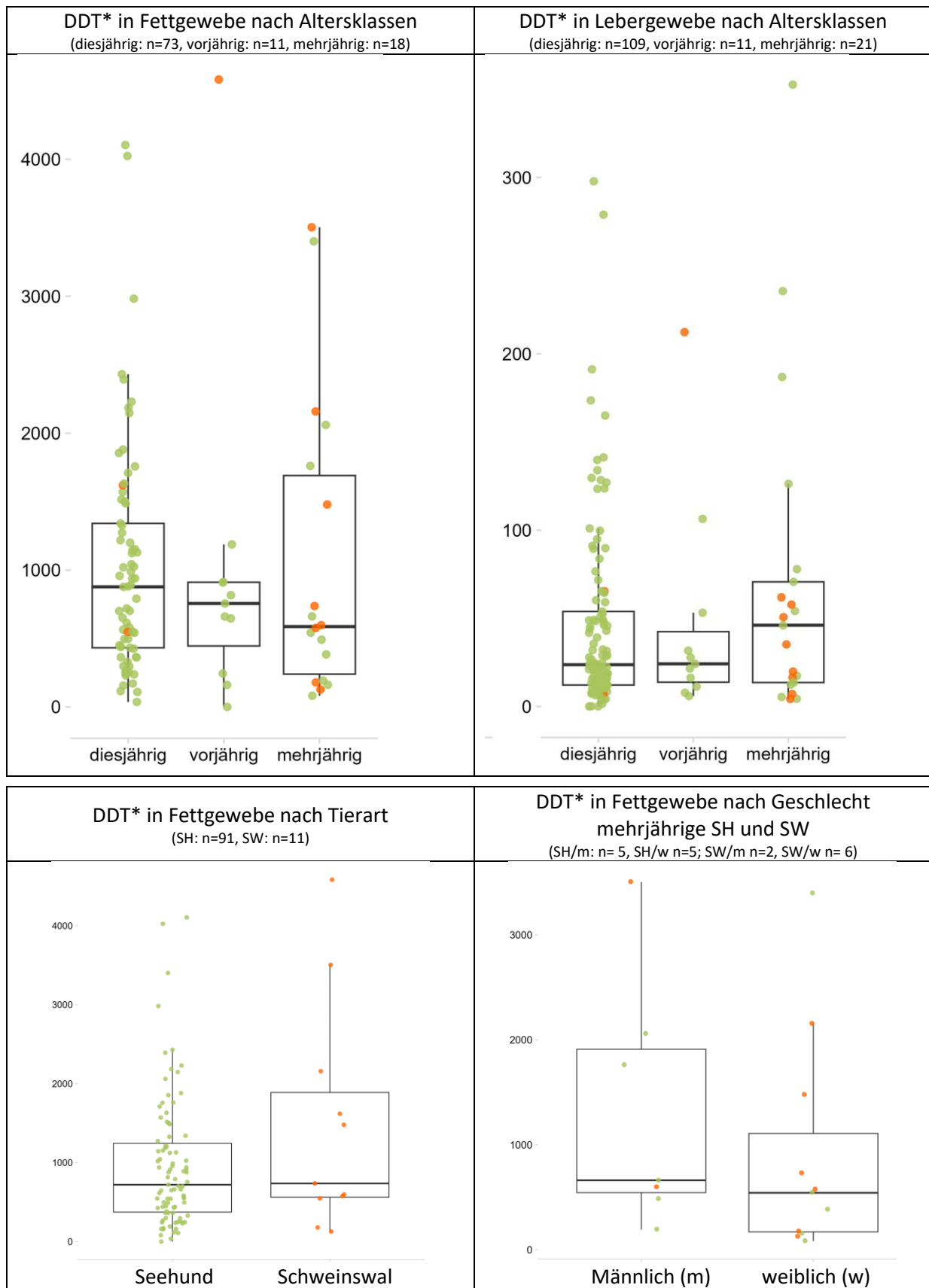
*Anlage A: Eliminierung der Produktion und Verwendung; Anlage B: Beschränkungen von Produktion und Anwendung; Anlage C: Unerwünschte Freisetzung., **Summe aus PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180, *** Summe aus DDT, DDE, DDD



● Seehund (SH), ● Schweinswal (SW)

* PCB-Summe (ICES-6), berechnet aus PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180, upper bound

Abbildung 10: ndl-PCB*-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz)



● Seehund (SH), ● Schweinswal (SW)

* Summe aus DDT, DDE, DDD, berechnet als DDT

Abbildung 11: DDT*-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in $\mu\text{g}/\text{kg}$ Frischsubstanz)

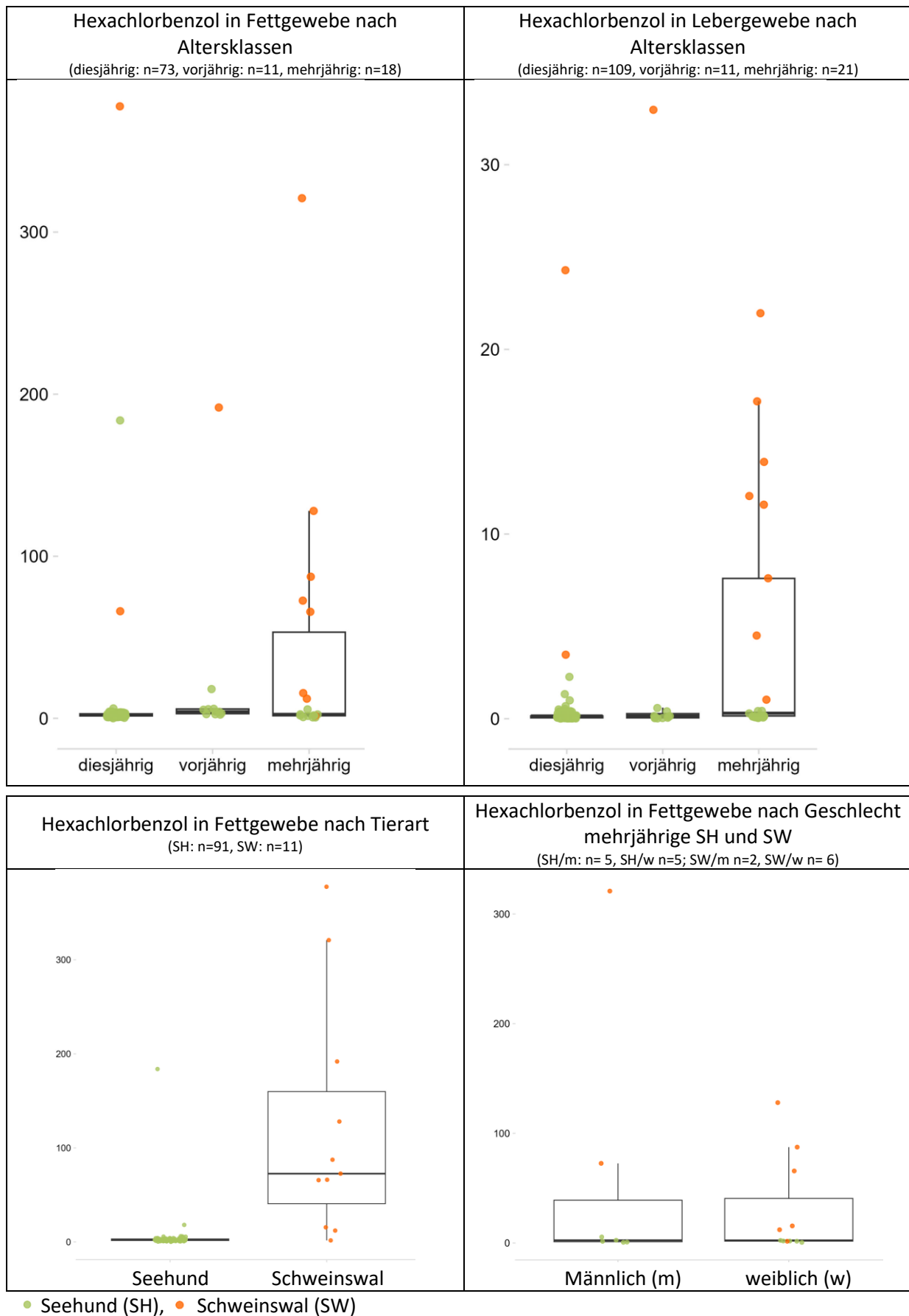


Abbildung 12: Hexachlorbenzol-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in $\mu\text{g/kg}$ Frischsubstanz)

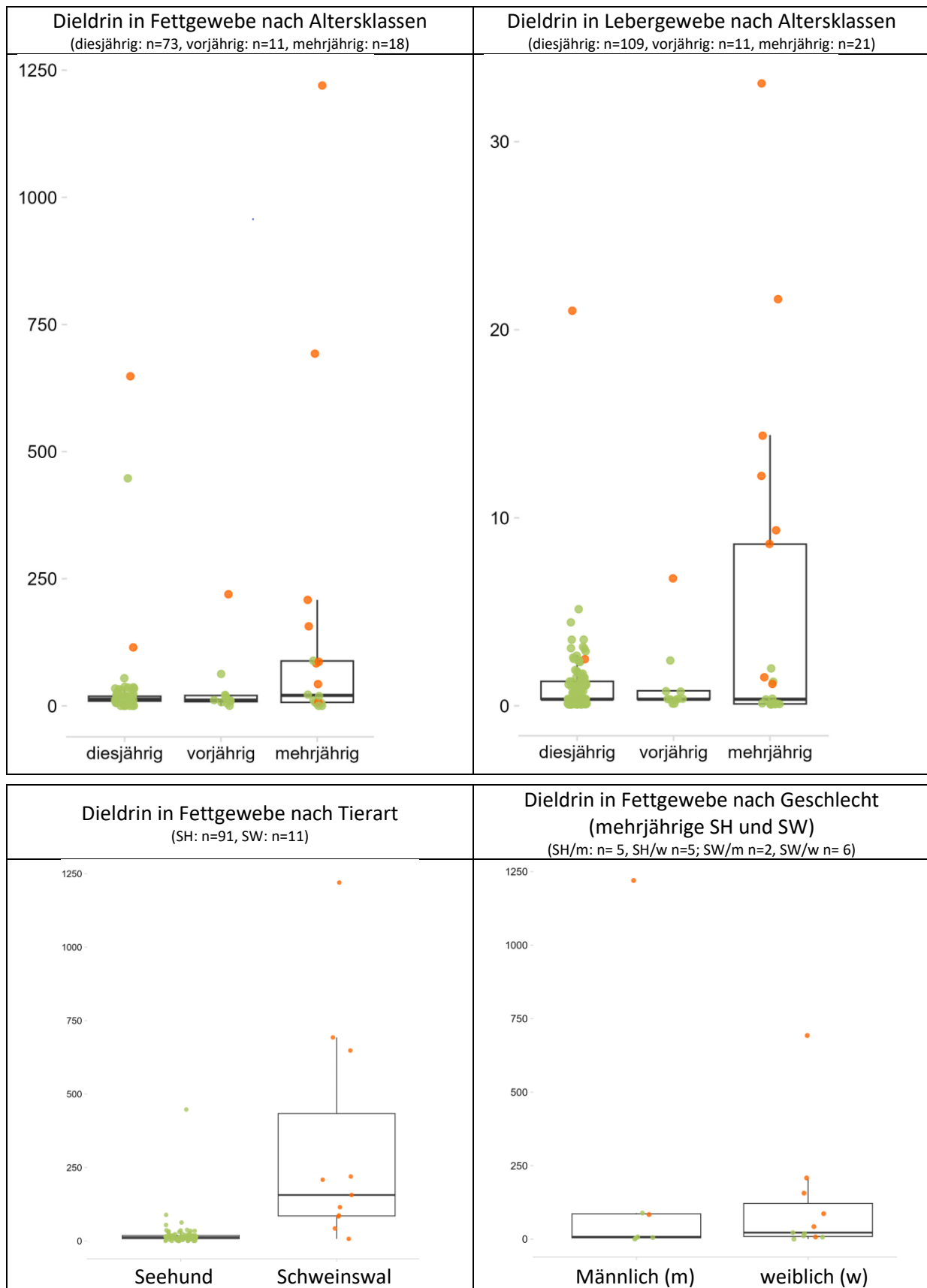


Abbildung 13: Dieldrin-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in $\mu\text{g/kg}$ Frischsubstanz)

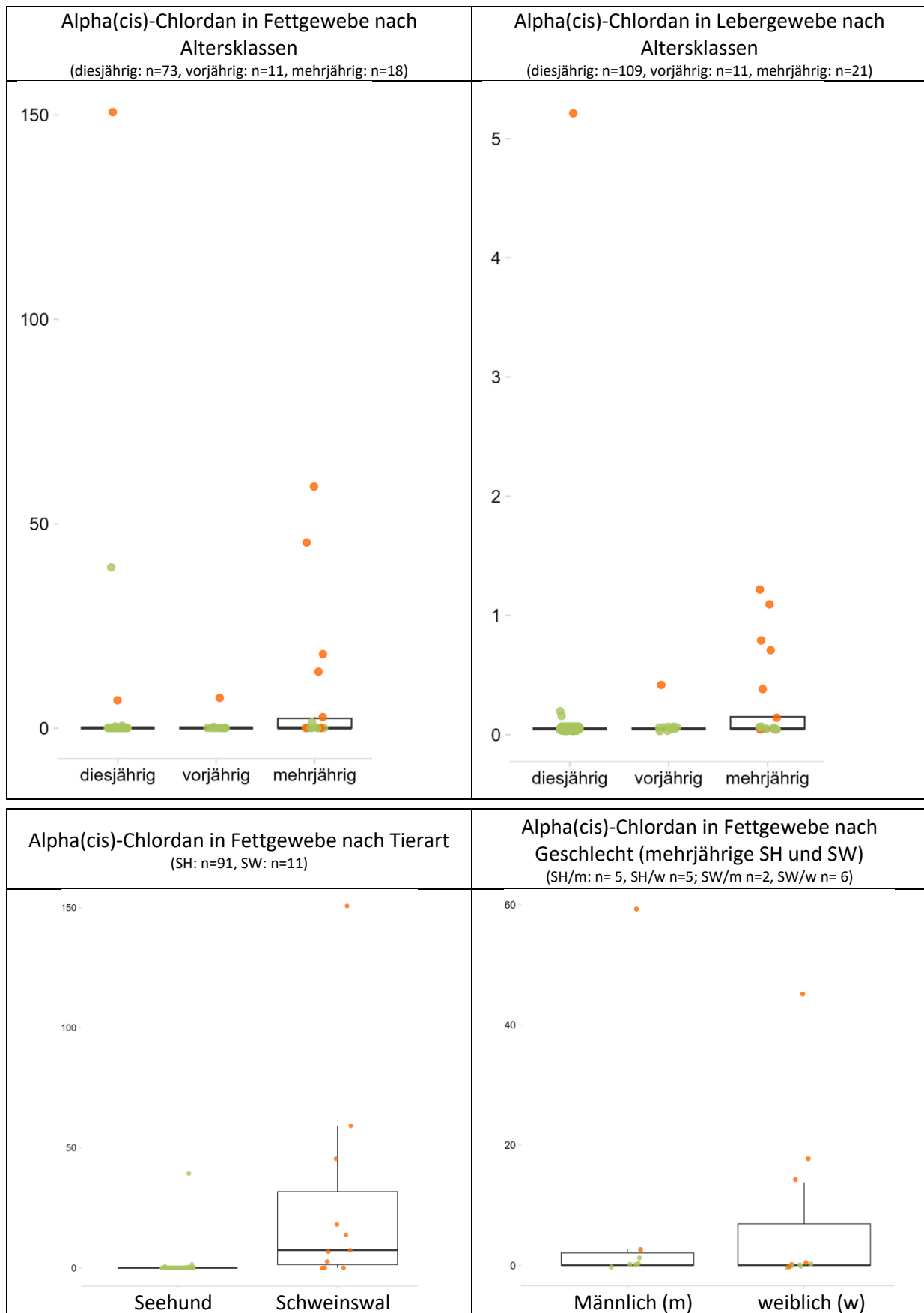


Abbildung 14: Alpha(cis)-Chlordan-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz)

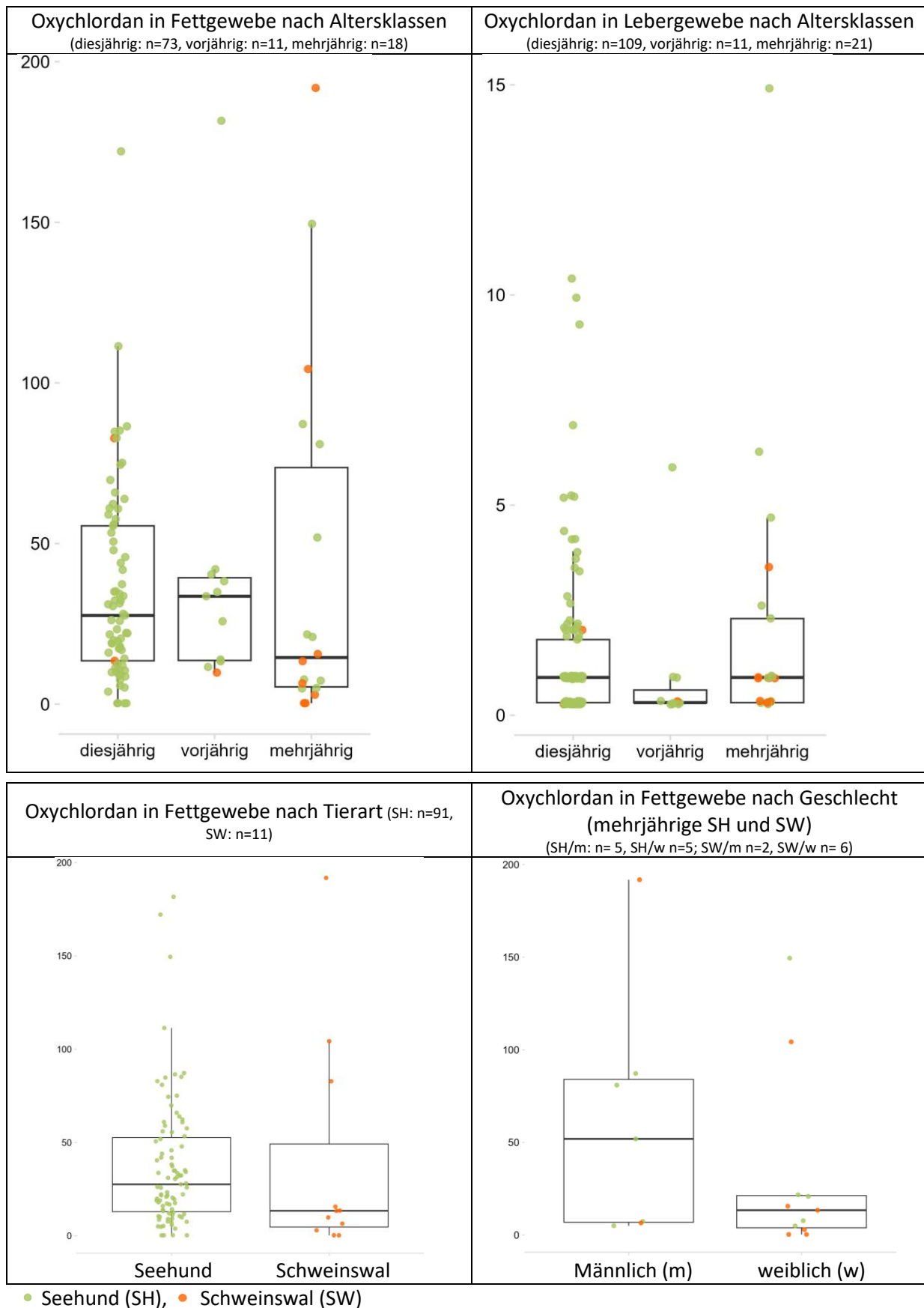


Abbildung 15: Oxychlordan-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in $\mu\text{g/kg}$ Frischsubstanz)

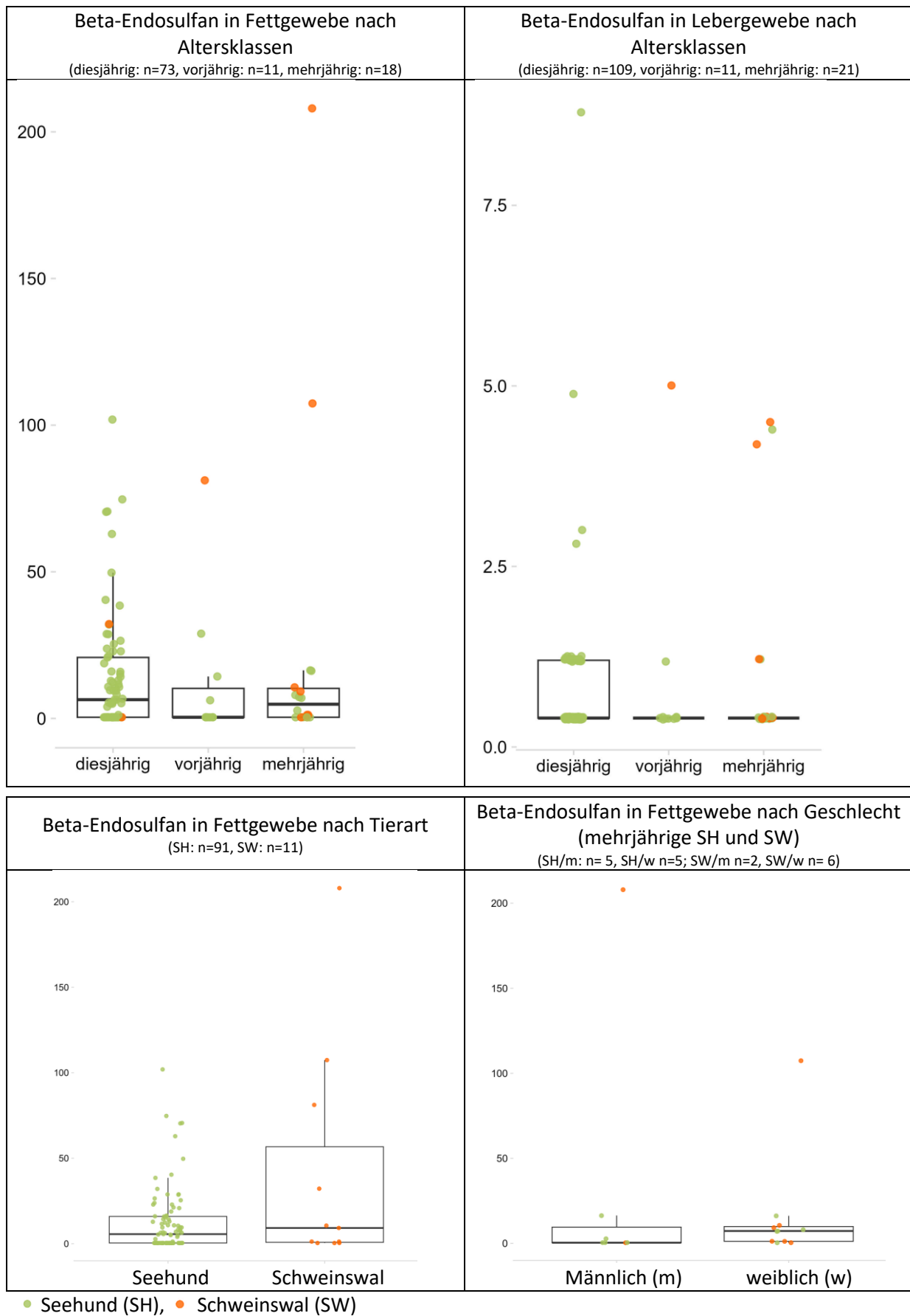


Abbildung 16: Beta-Endosulfan-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in $\mu\text{g}/\text{kg}$ Frischsubstanz)

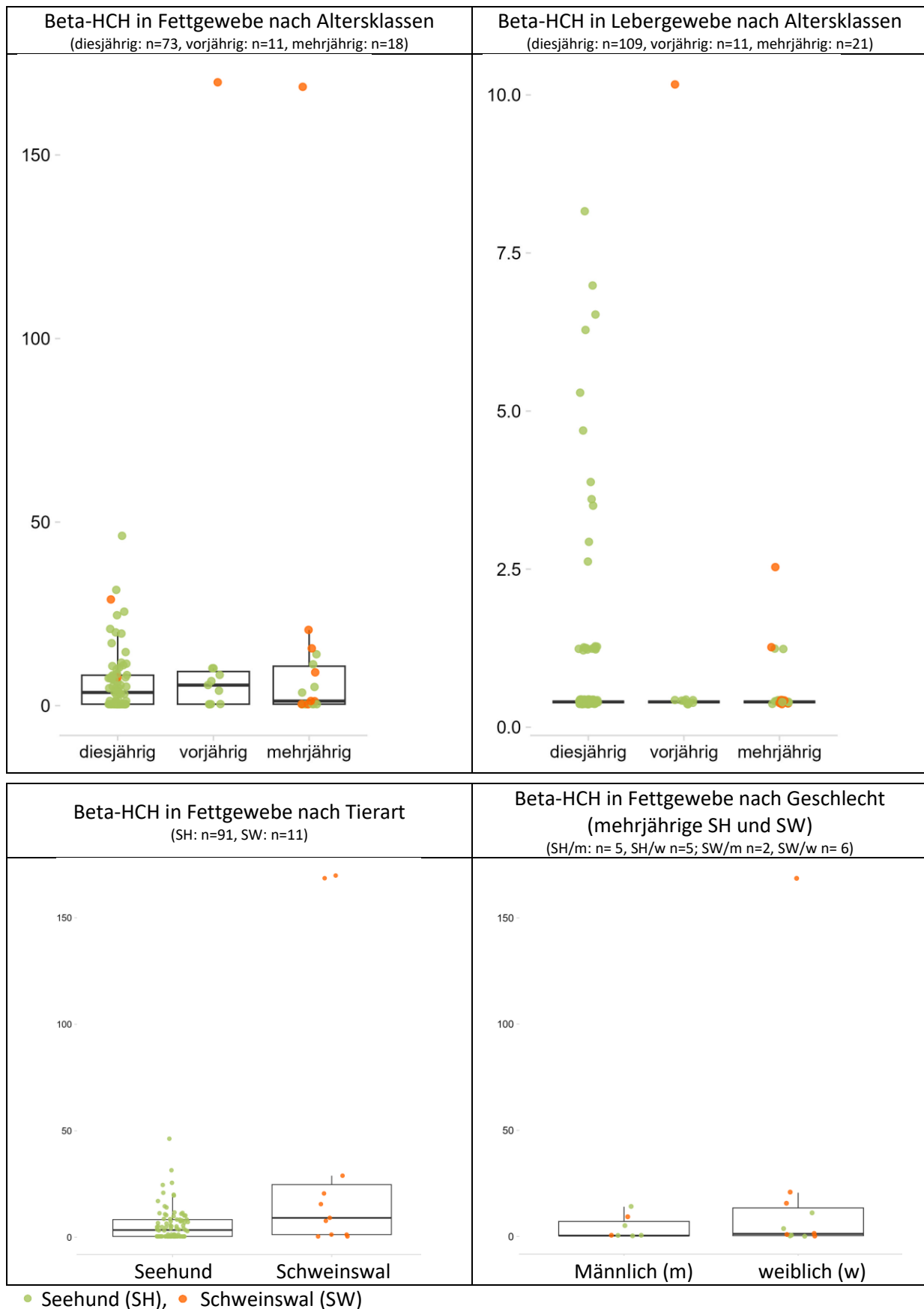


Abbildung 17: Beta-Hexachlorcyclohexan (HCH)-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz)

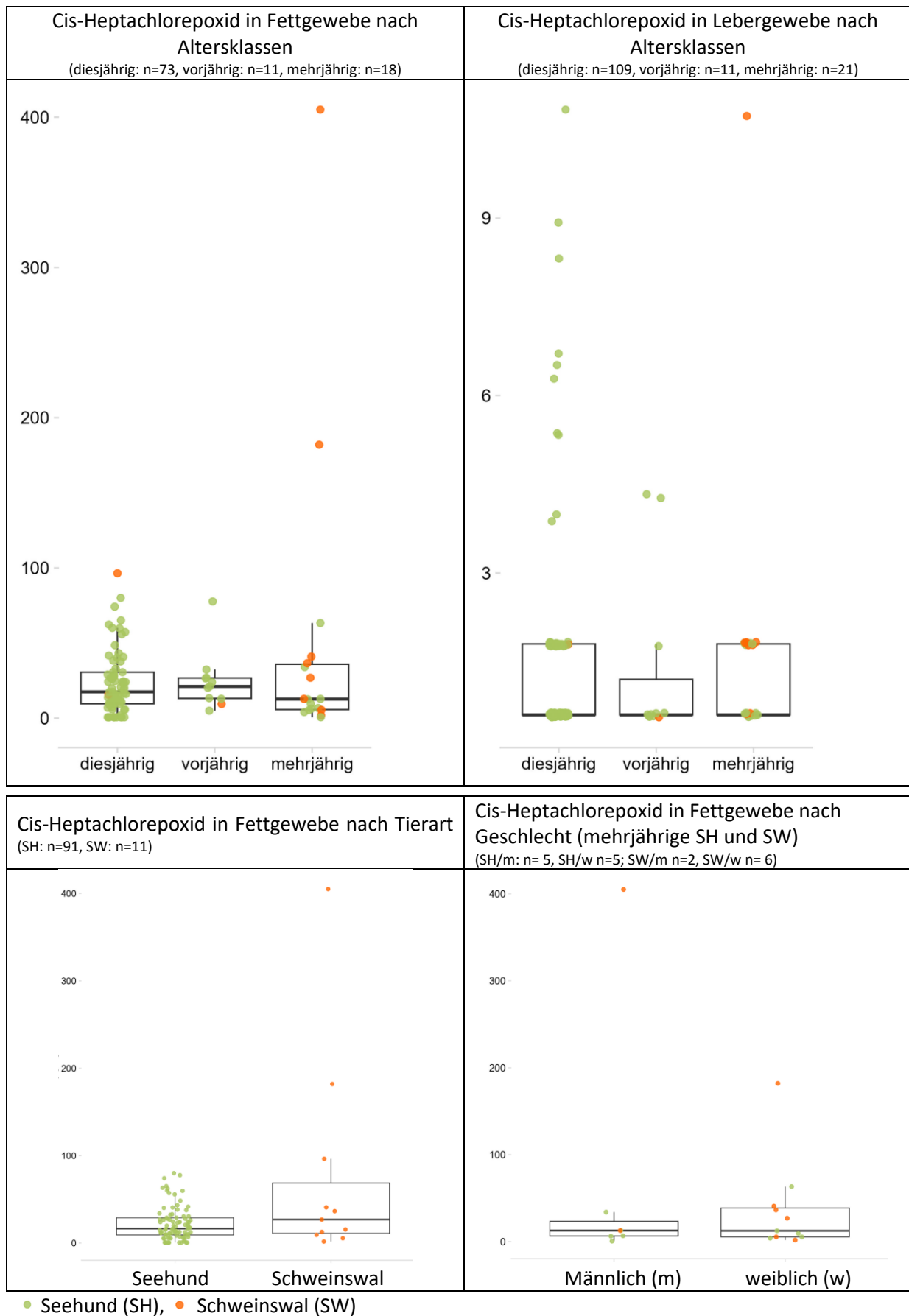


Abbildung 18: cis-Heptachlorepoxyd-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz)

In den untersuchten Proben des Fettgewebes, aber auch des Lebergewebes konnten einige Verbindungen in zum Teil sehr hohen Konzentrationen nachgewiesen werden. So gehörten die nicht dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle (ndl-PCB) zu denjenigen Verbindungen, die in ihrer Summe in Konzentrationen von über 10 mg/kg nachweisbar waren. Ebenfalls sehr hohe Konzentrationen konnten für das Insektizid Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) in der Summe mit seinen Metaboliten festgestellt werden. Auch andere Pestizide wie Hexachlorbenzol oder Dieldrin, deren Anwendung ebenso wie die von DDT bereits seit vielen Jahren verboten ist, konnten nachgewiesen werden.

Für ndl-PCB wurden in allen Altersgruppen sehr hohe Werte, insbesondere im Fettgewebe (Blubber), nachgewiesen. Das Tier mit den höchsten Werten (113.623,7 µg/kg) war eine dreijährige Kegelrobbe. Die höchste mediane Belastung zeigte die Gruppe der diesjährigen Tiere. Die Belastung der Jungtiere mit ndl-PCB resultiert aus der massiven Aufnahme dieser lipophilen Substanzen über die Muttermilch (40). Seehunde scheinen etwas höhere Belastungen aufzuweisen als Schweinswale, allerdings ist dies aufgrund der stark differierende Stichprobengröße vorsichtig zu interpretieren. In den vorliegenden Ergebnissen zeichnete sich eine stärkere Belastung männlicher adulter Tiere ab, allerdings ist auch hier die geringe Tierzahl zu berücksichtigen.

Die DDT-Belastung stellte sich ähnlich der PCB-Belastung dar. Die höchsten Werte (9515,6 µg/kg) wurden im Fettgewebe der Kegelrobbe mit den höchsten ndl-PCB-Werten gemessen. Die Schweinswale waren teilweise etwas stärker belastet als die Seehunde, wobei auch hier die Aussagekraft durch die geringe Anzahl untersuchter Schweinswale begrenzt ist. Die Geschlechterverteilung bei adulten Tieren ähnelte wiederum der Verteilung der ndl-PCB.

Von einer hohen Belastung mit Hexachlorbenzol waren deutlich weniger Tiere betroffen. Schweinswale und mehrjährige Tiere wiesen höhere Gehalte auf. Das könnte in dem höheren Anteil mehrjähriger Schweinswale im Untersuchungsgut begründet sein. Ähnlich verhielten sich die Nachweise von Dieldrin, Hexachlorbenzol (HCB) und Alpha (cis)-Chlordan.

Eine Belastung mit Oxychlordan war in allen Altersgruppen sowie bei beiden Tierarten zu finden. Ähnlich wie für ndl-PCB und DDT gezeigt, scheinen männliche Tiere stärker belastet zu sein als weibliche.

Für die Beta-Endosulfan-Belastung konnte aus den Diagrammen nichts abgeleitet werden. Die höchsten Wertewaren bei mehrjährigen Schweinswalen und diesjährigen Seehunden zu beobachten.

Die Belastung mit Beta-Hexachlorcyclohexan (HCH) sticht bei einem vorjährigen und einem mehrjährigen Schweinwal hervor. Ansonsten sind keine deutlichen Unterschiede zwischen den Altersgruppen und dem Geschlecht zu erkennen.

Die hier dargestellten Untersuchungen zeigen, dass einige persistente organische Schadstoffe in zum Teil sehr großen Mengen im Gewebe der kleinen Meeressäuger enthalten sind. Die Tiere werden auf Grund der Fettlöslichkeit der Substanzen direkt nach der Geburt über die Muttermilch mit teilweise großen Mengen belastet (40). Da diese Substanzen unter anderem die Funktion des Immunsystems und die Fortpflanzung negativ beeinflussen, ist ein Einfluss auf die Gesundheit der Population naheliegend. So soll die Belastung mit POP das Auftreten von Infektionskrankheiten und Parasitosen bei kleinen Meeressäugern begünstigen (28).

5.7 Erkrankungs- und Todesursachen

Im Rahmen der pathologisch-anatomischen und histologischen Untersuchung wurde die makroskopische und mikroskopische Morphologie des Tierkörpers und seiner Organe beschrieben und in ihrer Gesamtheit hinsichtlich der individuellen Erkrankungs- und Todesursache interpretiert. Nachfolgend werden die wichtigsten pathologischen Befunde der Organsysteme der untersuchten Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben beschrieben und beurteilt. Eine Übersicht aller relevanten pathologischen Befunde ist im Anhang zu finden (**Tabelle 25**).

5.7.1 *Tierkörper und allgemeine Körperdecke*

Traumatische Veränderungen der Haut (Zusammenhangstrennungen, Exkoriationen, Ulzerationen etc.) und deren Folgen stellten den überwiegenden Teil der pathologischen Veränderungen der Körperdecke dar. Besonders häufig konnten diese im Bereich des Kopfes und der Gliedmaßen nachgewiesen werden. Fortgeschrittene Autolyse, Fäulnis, und Tierfraß erschwerten häufig sichere Rückschlüsse auf das Trauma verursachende Objekt. Grundsätzlich sind sowohl der Kontakt mit Menschen (Schiffsverkehr, Fischerei etc.) als auch Auseinandersetzungen mit Vertretern der eigenen oder fremder Spezies in Betracht zu ziehen (10). In vielen Fällen zeigten sich in Folge der Hautschädigungen sekundäre Dermatitis, welche aufgrund der traumatischen Genese vorrangig von erosiver bis ulzerativer Form waren. In vielen Fällen wurden zusätzlich zur ulzerativen Dermatitis auch eitrige bis eitrig-nekrotisierende Entzündungskomponenten nachgewiesen, sodass in diesen Fällen von einer bakteriellen Sekundärinfektion auszugehen ist. Als Komplikation dieser Hautinfektion wurden am häufigsten Abszesse und Phlegmonen beobachtet, letztere besonders häufig im Bereich der Gliedmaßen (n = 16). Eine Übersicht pathologischer Hautveränderungen und derer Komplikationen sind in den **Abbildung 19** und **20** dargestellt. Der Nabel als Prädilektionsstelle für den Eintritt von Erregern in die Bauchhöhle zeigte in nur zwei Fällen eine Entzündung. Des Weiteren wurden bei drei diesjährigen Seehunden ikterische Veränderungen, insbesondere der Unterhaut, der Schleimhäute und der Intima großer Gefäße, beobachtet. In einem Fall konnte ein Zusammenhang mit einer nekrotisierenden Hepatitis (intrahepatischer Ikterus) nachgewiesen werden. In den verbleibenden Fällen wurden ein erhöhter Blutabbau und -resorption in Folge hochgradiger Lungenblutungen (prähepatischer Ikterus) sowie ein physiologischer Neugeborenenikterus als Ursache vermutet. Nur bei einem diesjährigen Seehund wurde eine geringgradige Ektoparasitose durch Läuse diagnostiziert. Auf Robben sind ausschließlich blutsaugende Läuse aus der Familie der *Echinophthiriidae* zu finden. Die Infektion durch Läuse findet sowohl horizontal zwischen Individuen als auch vertikal vom Muttertier auf ihr Junges durch den direkten Körperkontakt statt. Alle dazugehörigen Läusespezies entwickeln sich über drei Nymphenstadien auf demselben Wirtstier. Klinisch kann es bei hoher Infektionslast zu Hautirritationen und Anämien kommen (10).



Abbildung 19: Übersicht der pathologischen Befunde der Haut bei Seehunden und Kegelrobben.

Oben links: Ulzerative Dermatitis einschließlich ulzerativer, eitrig-nekrotisierender Stomatitis und Gingivitis im Maulbereich eines Seehundes; **Oben rechts:** Verlust der Endphalangen im Bereich der linken Hintergliedmaße eines Seehundes; **Unten links:** Ulzerative, eitrig-nekrotisierende Dermatitis im Bereich beider Hintergliedmaßen eines Seehundes; **Unten rechts:** Phlegmone der gesamten rechten Hintergliedmaße einer Kegelrobbe. Man beachte die deutliche Umfangsvermehrung im Vergleich zur linken unveränderten Gliedmaße.

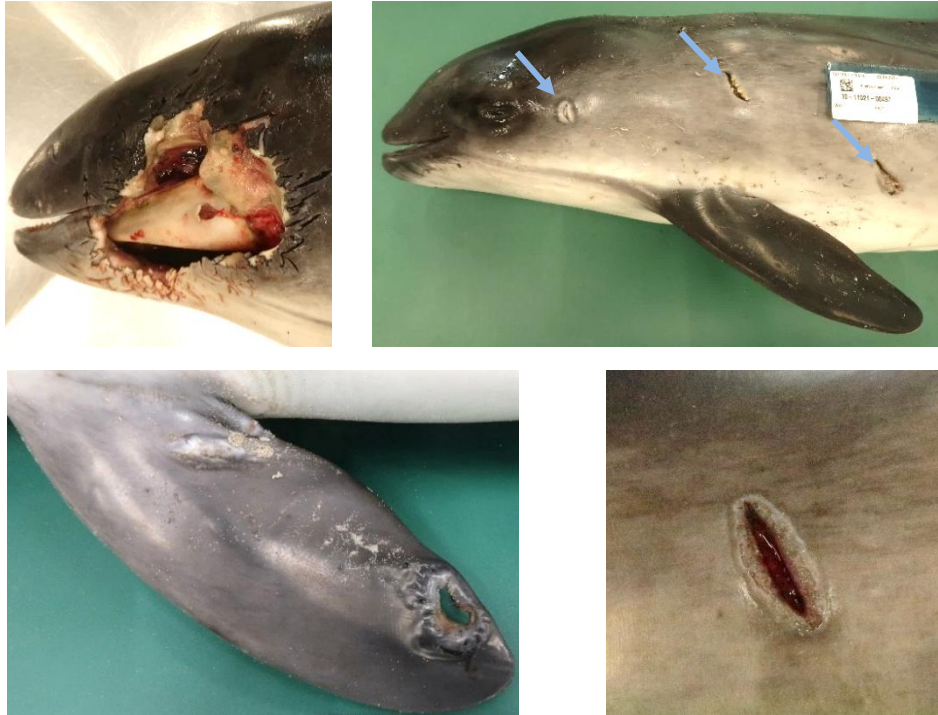


Abbildung 20: Übersicht der pathologischen Befunde der Haut bei Schweinswalen.

Oben links: Hochgradige Zusammenhangstrennungen im Kopfbereich mit Freilegung der Unterkieferknochen in Folge von postmortalem Tierfraß eines Schweinswals; **Oben rechts:** Multifokale Zusammenhangstrennungen der Haut des Rumpfes (Pfeile) eines Schweinswals (postmortale Veränderungen sind nicht auszuschließen); **Unten links:** Multifokale vernarbende Zusammenhangstrennungen am rechten Flipper eines Schweinswals; **Unten rechts:** Fokale Zusammenhangstrennung am Rumpf eines Schweinswals.

5.7.2 Bewegungsapparat

Der Bewegungsapparat setzt sich aus den Knochen und ihren Gelenken (passiv) und der Muskulatur (aktiv) zusammen (41). Zu den pathologischen Befunden der Muskulatur gehörten hauptsächlich eitrige bis nekrotisierende und abszedierende Entzündungen. Dabei ist in den meisten Fällen von einem kausalen Zusammenhang mit den zuvor beschriebenen Defekten und Entzündungen der äußeren Körperdecke auszugehen. Entsprechend waren Muskelentzündungen überwiegend an den Gliedmaßen zu finden. Ebenso mit diesen vergesellschaftet waren eitrige Entzündungen der Gelenke (Arthritis) und des periartikulären Gewebes (Periarthritis), (**Abbildung 21**). Auch in diesen Fällen ist von einer bakteriellen Genese auszugehen.



Abbildung 21: Eitrige Entzündungen des Gelenks und des periartikulären Gewebes bei Seehunden.

Links: Eitrige, teils abszedierende Myositis und Periarthritis der linken Hintergliedmaße eines Seehundes; **Rechts:** Eitrige, teils abszedierende Myositis und eitrige Arthritis des linken Kniegelenks eines Seehundes.

Zu den pathologischen Veränderungen des knöchernen Skelettes gehörten vorrangig Frakturen und entzündliche Mazerationen des Knochens.

5.7.3 Zentrales Nervensystem (ZNS)

Das zentrale Nervensystem bezeichnet das Groß-, Klein- und Stammhirn, sowie das Rückenmark. Grundsätzlich wurden Alterationen des zentralen Nervensystems nur selten beobachtet. Vorrangig wurden Einblutungen und Lacerationen des Großhirngewebes in Folge stumpfer Schädelhirntraumata nachgewiesen (**Abbildung 22**). In zwei Fällen wurde eine Entzündung in Form einer lymphoplasmazellulären bzw. eitrigen Leptomeningitis gefunden. Im Falle der eitrigen Leptomeningitis konnte im Gehirn *Streptococcus phocae* mikrobiologisch isoliert werden. Darüber hinaus wurden in mehreren Fällen unspezifische, perivaskuläre Infiltrationen verschiedener Entzündungszellen und Gliosen nachgewiesen, deren Bedeutung jedoch nicht abschließend geklärt werden konnte. Einen seltenen Befund stellt die zerebrokortikale Nekrose (syn. Polioenzephalomalazie) dar, die lediglich bei einem Seehund nachgewiesen wurde. Hierbei handelt es sich um laminare Nekrosen juxtamedullärer Neuronen der Großhirnrinde einschließlich einer Ödematisierung des Neuropils, die zu einer diffusen Hirnschwellung führt. Dabei entstehende Lipidabbauprodukte zeigen unter ultravioletter (UV) Strahlung eine gelb-weiße Autofluoreszenz der Großhirnrinde (**Abbildung 23**). Die Polioenzephalomalazie tritt sowohl in Folge einer Kochsalzvergiftung nach Wasserentzug, als auch bei einer Thiamin (Vitamin B1)-Unterversorgung auf. Ursächlich für letztere kann neben einer primär ungenügenden Aufnahme (nur bei Karnivoren), auch ein erhöhter Abbau durch Thiaminasen, pflanzliche Thiaminantagonisten oder eine Inaktivierung durch Sulfat-Metaboliten (z.B. sulfatreiches Wasser, Melasse) sein (42; 43). Im Falle der marinen Säuger wird eine Thiamin-Unterversorgung hauptsächlich durch die Aufnahme bestimmter Thiaminasehaltiger Fischarten (z.B. Heringe, Stinte) verursacht (10). Für andere karnivore Spezies werden im Allgemeinen auch autolytische Fische und Fischabfälle als ursächlich beschrieben (42). Auch für die hier beobachtete Polioenzephalomalazie des Seehundes ist eine erhöhte Aufnahme von Thiaminasen über einseitige Jagdbeute oder Fischabfälle in Betracht zu ziehen. Bereits zuvor konnte in einer Reihe von Seehunden mit zentralnervösen Störungen (Dyspnoe, Apathie, Inkoordination, Seitenlage etc.) eine Polioenzephalomalazie als Erkrankungsursache nachgewiesen werden. Obwohl eine Vitamin B-Substituierung in einem Fall erfolgreich war, verendeten insgesamt sieben Tiere an den Folgen. Auch in diesem Fallbericht wird ein Thiamin-Mangel als Ursache vermutet (44).

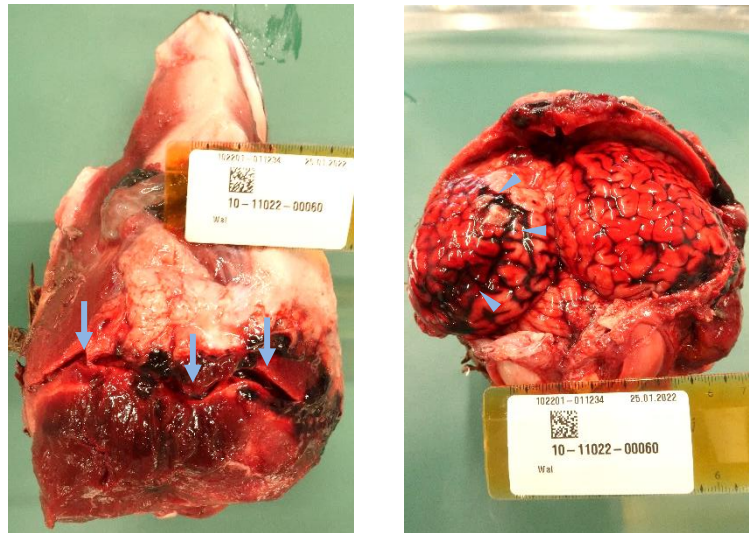


Abbildung 22: Schädel-Hirn-Trauma eines Schweinswals.

Links: Aufsicht auf die obere Schädeldecke eines Schweinswals mit deutlicher querverlaufender Frakturlinie zwischen Stirn- und Hinterhauptsbein (Pfeile); **Rechts:** Aufsicht Großhirn nach Entfernung der Schädeldecke mit flächenhafter leptomeningealer Einblutung (Pfeilspitzen) desselben Schweinswals.

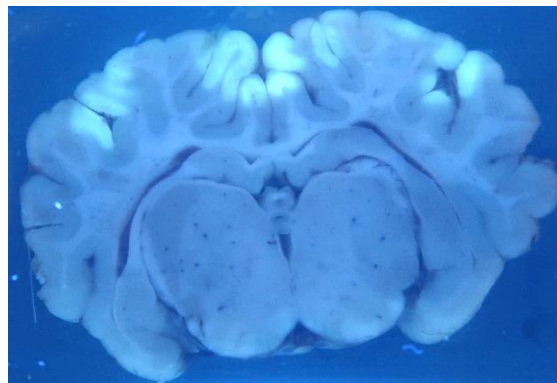


Abbildung 23: Querschnitt des Großhirns mit sichtbarer Autofluoreszenz der grauen Substanz unter UV-Licht bei zerebrokortikaler Nekrose eines Seehundes.

Ähnlich dem Gehirn konnten für das Rückenmark neben traumaassoziierten, meningealen Einblutungen nur unspezifische histologische Befunde in Form von perivaskulären Infiltrationen, Gliose, Chromatolyse und Vakuolisierung des Neuropils nachgewiesen werden.

5.7.4 Sinnesorgane (Augen, Ohren)

Pathologische Veränderungen der Augen konnten fast ausschließlich bei Seehunden gefunden werden. Unter anderem wurden Trübungen ($n = 2$) und Zusammenhangstrennungen der Kornea ($n = 2$), sowie in fünf Fällen Entzündungen diverser Strukturen des Auges (Konjunktivitis $n = 4$, Keratitis $n = 1$, Skleritis $n = 1$, Endophthalmitis $n = 2$) nachgewiesen. Plötzliche Veränderungen der Wasserqualität und erhöhte UV-Lichtexposition gelten als die Hauptursachen für Keratopathien des Seehundes (10). Die bei zwei Seehunden beobachtete ein- bzw. beidseitige Trübung betraf mindestens 20 % der Hornhaut, sodass von einer entsprechend hohen Einschränkung des Sehvermögens auszugehen ist (**Abbildung 24**) (10). Seehunde sind aufgrund ihres Habitats einem hohen Maß an ultravioletttem Licht ausgesetzt. In Gefangenschaft kommt zusätzlich die Reflektion durch die überwiegend hellen Pools hinzu. Messungen haben ergeben, dass in einem hellen Pool die gefährliche ultraviolette Strahlung bis zu einem Meter tief in dem klaren Wasser nachweisbar ist (45). Zusätzliche sekundäre, bakterielle Infektionen können eine Progression der anfänglichen Keratopathie zur Folge haben. Im Rahmen des Monitoringprogramms konnte vorrangig *Streptococcus phocae* aus dem eitrig veränderten Augengewebe isoliert werden. Von der Trübung der Hornhaut ist die Trübung der Linse (syn. Katarakt $n = 4$) abzugrenzen. Fortgeschrittenes Alter (> 15 Jahre), kämpferische Auseinandersetzungen, vorausgegangene Keratopathien und hohe UV- und Sonnenlichtexposition gelten als Risikofaktoren für die Entwicklung eines Katarakts bei Seehunden (10). Keines der von uns untersuchten Tiere mit Katarakt wies gleichzeitig eine Keratopathie oder ähnliche Entzündung des Auges auf. Jedoch konnte bei beiden Tieren mit beidseitigem Katarakt eine Glukosurie (100 beziehungsweise 1000 mg Glukose/dl) (46), sowie in einem Fall zusätzlich der Verdacht auf eine numerische Reduktion des endokrinen Pankreas diagnostiziert werden. In diesen Fällen ist also ein Diabetes mellitus als ursächliche Grunderkrankung für den Katarakt in Erwägung zu ziehen. Der Schwund des Augapfels (Phthisis bulbi) als Endstadium einer vorausgehenden Schädigung des Auges konnte in zwei Fällen beobachtet werden (**Abbildung 25**).



Abbildung 24: Einseitige Korneatrübung des rechten Auges eines Seehundes.

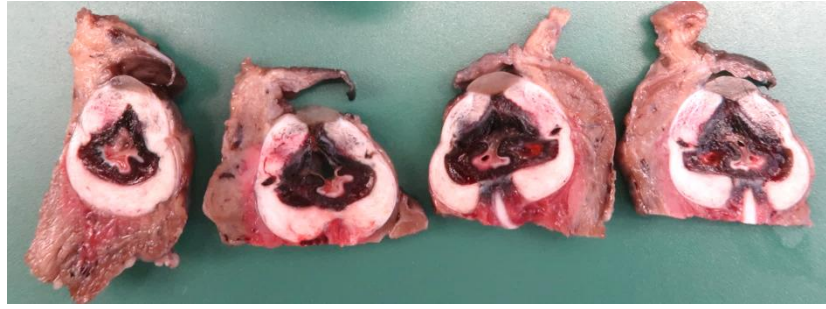
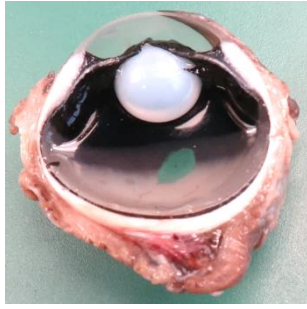


Abbildung 25: Phthisis bulbi bei einer Kegelrobbe.

Links: Unverändertes Auge einer Kegelrobbe im Längsschnitt; **Rechts:** Phthisis bulbi einer Kegelrobbe im Längsschnitt in Folge einer perforierenden Hornhautverletzung. Die Linse war weder makroskopisch noch histologisch darstellbar.

Des Weiteren konnte bei einer circa 2 Monate alten Kegelrobbe eine beidseitige Retinadysplasie festgestellt werden (**Abbildung 26**). Hierbei handelt es sich um einen Sammelbegriff für eine meist genetisch bedingte Differenzierungsstörung der Retina, die unter anderem durch retinale Falten, Rosetten, Zelluntergang, Entdifferenzierung der Körnerschichten und Glianarben gekennzeichnet ist (42). Eine ähnliche Differenzierungsstörung wurde bisher nur bei einem Südafrikanischen Seebär (*Arctocephalus pusillus pusillus*) beschrieben. Dieser zeigte bereits ab einem Alter von 8 Wochen klinische, ophthalmologische Symptome mit einem zunehmend progressiven Verlauf, welcher schließlich in der Blindheit und schmerzindizierten Euthanasie des Tieres endete (47).

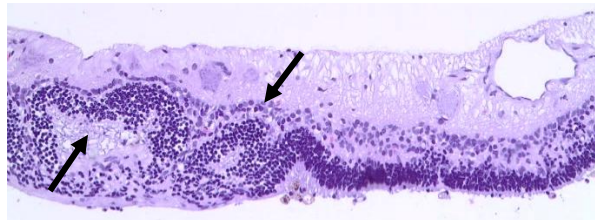


Abbildung 26: Retinadysplasie des Auges einer Kegelrobbe.

Man beachte den unregelmäßigen Aufbau der Retina (Pfeile).

Die Endoparasitose des Innenohres durch Würmer stellt einen typischen Befund des Schweinswals dar (**Abbildung 27**). Die parasitäre Infestation des Ohrs von Walen ist ausschließlich für verschiedene Fadenwurmspezies der Familie *Pseudaliidae* beschrieben (10). In der Hälfte der Fälle konnten die adulten Würmer der Spezies *Stenurus minor* zugeordnet werden. Über die Entwicklung und Pathogenese dieser Parasiten ist bisher wenig bekannt. Obwohl die Rolle einer parasitären Besiedelung des Ohrs an Strandungen von Zahnwalen diskutiert wird, fehlen gesicherte Daten über die Auswirkung auf das Hör- und Orientierungsvermögen des Wirtes (10). Zur Aufklärung dieses Zusammenhangs wurden Ohren von Schweinswalen an das ITAW der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover weitergeleitet. Im Zuge dieser noch laufenden Untersuchungen wurde bereits in einem Individuum histologisch eine milde Schädigung des Innenohres nachgewiesen. Mithilfe zukünftiger

Untersuchungsergebnisse könnte die Rolle der aurikulären Endoparasitose und deren klinischer Folgen für den Wirt weiter aufgeklärt werden.



Abbildung 27: Querschnitt durch das Innenohr eines Schweinswales mit aurikulärer Endoparasitose.

5.7.5 Brusthöhle

Als pathologischer Inhalt der Brusthöhle wurden sowohl blutige als auch eitrig-eitrige Ergüsse sowie freie parasitäre Würmer nachgewiesen (**Abbildung 28**). Unabhängig davon wiesen zwei Seehunde und ein Schweinswal eine Pleuritis auf (**Abbildung 29**). Im Falle des Seehundes mit teilweise purulenter Pleuritis ist von einer bakteriellen Fortleitung ausgehend von einer hochgradigen, eitrig-myositis auszugehen. Für die verbleibenden Fälle konnte keine eindeutige Ursache für die Brustfellentzündung identifiziert werden. Der häufigste Befund der Brusthöhle war das mediastinale Emphysem (n = 13). Das mediastinale Emphysem wird häufig im Rahmen einer hochgradigen pulmonalen Endoparasitose beobachtet; sehr wahrscheinlich kommt es hierbei zu alveolären Mikroläsionen, die zu einem Lufteinstrom in das Interstitium und auch in das Mediastinum führen. In Einzelfällen breitet sich das Emphysem bis in die Unterhaut aus.

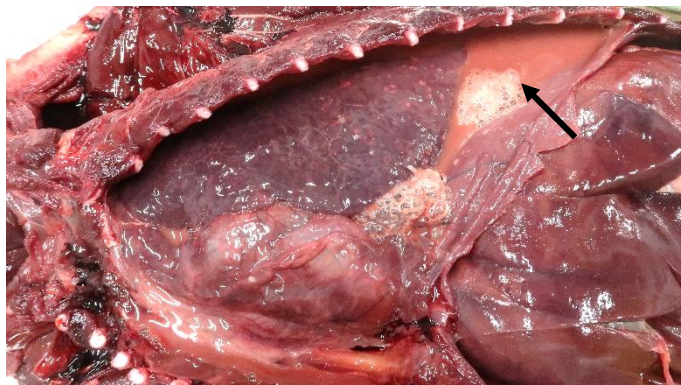


Abbildung 28: Eitriger Erguss (Pfeil) in der Brusthöhle eines Seehundes.

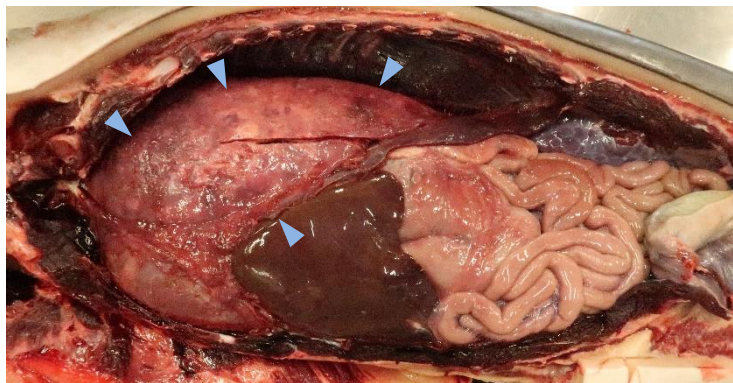


Abbildung 29: Geringgradige, fibröse bis fibroblastische Pleuritis (Pfeilspitzen) der Brusthöhle eines Schweinswals.

5.7.6 Herz-Kreislaufsystem

Hauptbefund des Herz-Kreislaufsystems war die kardiale Endoparasitose (n = 14) (**Abbildung 30**). So konnten in einer Vielzahl an Seehunden und Schweinswalen parasitierende Würmer innerhalb der Herzkammern oder deren abführender Gefäße, vorrangig des Truncus pulmonalis, nachgewiesen werden. Parasiten des Herzens konnten bei Seehunden ausschließlich der Fadenwurmspezies *Otostrongylus circumlitus* (n= 5) und bei den drei betroffenen Schweinswalen ausschließlich der Spezies *Pseudalius inflexus* zugeordnet werden. Obwohl beide Parasitenspezies den „Lungenwürmern“ zugeordnet werden, sind sie für ihre opportunistische Infektion des Herzens von Robben bzw. Walen bekannt. In Folge der kardialen Parasitose kann es zu schweren Komplikationen (Thrombose, Vaskulitis, Endokarditis, Herzruptur etc.) mit Todesfolge kommen (10). In einem Fall war zusätzlich zur Endoparasitose des linken Ventrikels eine Ruptur derselben Herzwand mit konsekutivem Hämoperikard und Hämothorax nachweisbar. Ein Zusammenhang zwischen der parasitären Infektion der Herzkammer und der Ruptur der entsprechenden Herzwand wurde bereits in vorherigen Publikationen diskutiert (48). Ohne Zusammenhang mit einer Endoparasitose zeigte sich bei einer Kegelrobbe eine links- und rechtsventrikuläre Thrombo-Endokarditis, sowie eine Thrombo-Endophlebitis der Vena cava caudalis (**Abbildung 31**). Der fibrino-purulente Entzündungscharakter in Kombination mit dem bakteriologischen Nachweis fakultativ pathogener Sepsiserreger (*Streptococcus phocae*, *Corynebacterium phocae*, *Escherichia coli* und *Enterococcus raffinosus*) (10) bestätigen die bakterielle Genese dieser entzündlichen Alterationen.

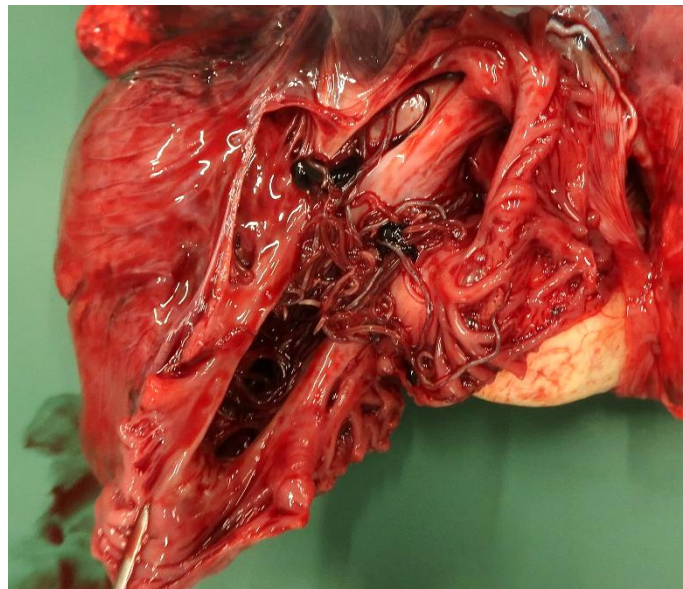


Abbildung 30: Kardiale Endoparasitose in der rechten Herzkammer eines Seehundes.

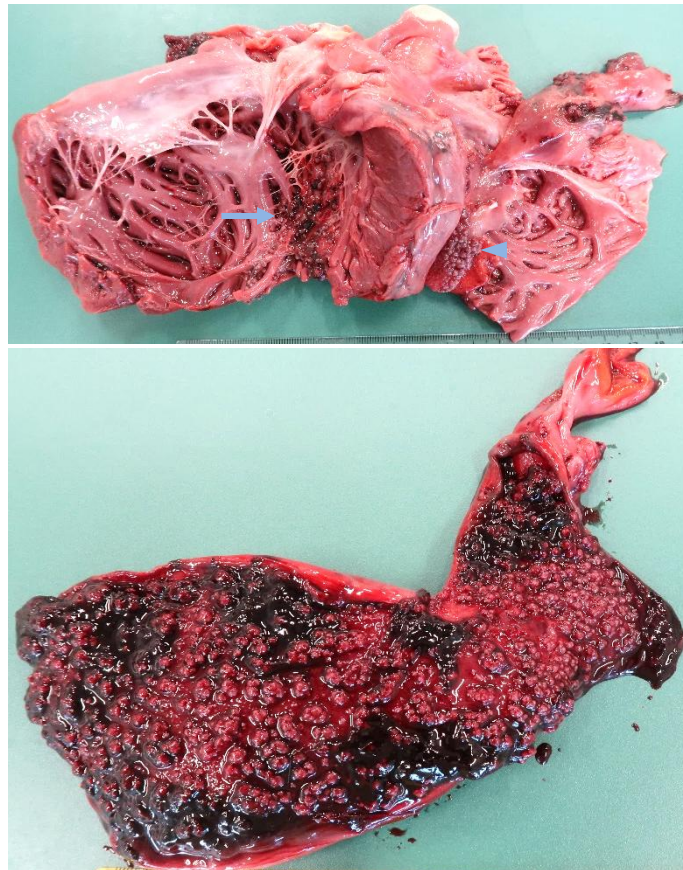


Abbildung 31: Thrombo-Endokarditis und -phlebitis einer Kegelrobbe.

Oben: Thrombo-Endokarditis der rechten (Pfeil) und linken (Pfeilspitze) Herzkammer einer Kegelrobbe; **Unten:** Thrombo-Endophlebitis der Vena cava caudalis derselben Kegelrobbe.

5.7.7 *Lymphatisches System*

Pathologische Befunde der lymphatischen Organe und des Lymphgefäßsystems waren generell eher unspezifisch. So konnte in einer hohen Zahl an Tieren ($n = 36$) eine generalisierte Hyperplasie multipler Lymphknoten gefunden werden. Hyperplastische Lymphknoten einzelner Körperregionen standen meist im direkten Zusammenhang mit entzündlichen Veränderungen im tributären Gebiet und sind daher eher als Ausdruck der immunologischen Abwehr zu bewerten. In mehreren peripheren, nicht weiter definierten, Lymphknoten konnten granulomatöse Entzündungen nachgewiesen werden ($n = 11$), wobei in zwei Fällen eine parasitäre Genese bestätigt werden konnte. Die Milz zeigte in 34 Fällen eine follikuläre Hyperplasie. Inwiefern ein Zusammenhang mit der generalisierten Hyperplasie der Lymphknoten besteht, konnte nicht abschließend geklärt werden. Die pulpöse Hyperplasie der Milz konnte fast ausschließlich bei diesjährigen Seehunden und Kegelrobben gefunden werden, weshalb diese eher als physiologischer Ausdruck der juvenilen Hämatopoese zu werten ist. Als gesichert pathologisch ist hingegen die in einem Fall nachgewiesene purulente Splenitis anzusehen, welche jedoch aufgrund der eindeutigen traumatischen Todesursache des entsprechenden Tieres als Nebenfund zu bewerten ist. Unklar bleibt die Interpretation des Verdachts einer lymphatischen Depletion des Thymus bei diesjährigen Individuen ($n = 7$). Bei Haussäugetieren ist der Thymus bei Neugeborenen bereits voll entwickelt und beginnt sich um den Zeitpunkt der Geschlechtsreife zurückzubilden (49; 50). Dieser Rückbildungsprozess wird als Thymusinvolution bezeichnet (42). Robben erreichen die Geschlechtsreife erst nach mehreren Jahren, wobei die frühesten Geburten ab dem 3. Lebensjahr beschrieben sind. Bezüglich des Schweinswals wird die Geschlechtsreife, in Abhängigkeit von der Körpergröße, frühestens mit drei Jahren erreicht. Grundsätzlich erreichen Weibchen die Geschlechtsreife früher als Männchen (51). Durch verschiedenste pathologische Noxen, darunter Abmagerung, Mangelernährung, Stress, Infektionserkrankungen, Toxine oder Umweltkontaminanten (PCB), kann die physiologische Thymusinvolution beschleunigt werden und so in eine pathologische Thymusatrophie übergehen (42; 52). In beiden Fällen ist das Endergebnis ein Verlust kortikaler Lymphozyten und eine damit einhergehende lobuläre Schrumpfung des Thymusgewebes (52). Differentialdiagnostisch ist bei neugeborenen Tieren auch eine Thymushypoplasie in Betracht zu ziehen, wie sie auch bei Immundefizienzerkrankungen von Pferden und Hunden beschrieben ist (52). Histologisch ist die Thymushypoplasie gekennzeichnet durch eine fast vollständige Depletion von Lymphozyten mit Ersatz der Thymusrinde durch Adipozyten (52).

5.7.8 Respirationstrakt

Die häufigste Erkrankung der untersuchten Meeressäuger war die parasitäre Infektion der luftführenden Wege der Lunge (n = 65, circa 40 %) (**Abbildung 32**). Die pulmonale Endoparasitose trat besonders häufig in hochgradiger Ausprägung auf. Damit einhergehend war häufig eine partielle oder nahezu vollständige Obturation der luftführenden Wege durch adulte Parasiten zu beobachten. Diese wurden im Falle der Seehunde überwiegend als großer Lungenwurm (*Otostrongylus circumlitus*) identifiziert. Bei Schweinswalen konnten die Parasiten der Lunge verschiedenen Vertretern der *Pseudaliidae* (*Pseudalius inflexus*, *Halocercus invaginatus* oder *Torynurus convolutus*) zugeordnet werden. In den meisten Fällen mit pulmonaler Endoparasitose wurde parallel eine Entzündung des Lungengewebes nachgewiesen. Entsprechend war die am häufigsten nachgewiesene Entzündungsform die verminöse Pneumonie bzw. Bronchopneumonie (n = 37). Diese beschreibt eine granulomatöse Entzündung mit intraläsionalem Nachweis von Wurmstrukturen und gilt als eindeutiger Hinweis auf die parasitäre Genese des Entzündungsgeschehens. Ätiologisch kommen für die verminöse Pneumonie des Seehundes, neben *Otostrongylus circumlitus*, auch Vertreter der *Parafilaroides* spp. in Betracht. Obwohl bisher am besten beschrieben, ist die Entwicklung von *Otostrongylus circumlitus* noch nicht abschließend geklärt. Der Hauptwirt (Robben) infiziert sich über die orale Aufnahme von mit Larven infiziertem Fisch. Anschließend kommt es zur hämatogenen oder lymphogenen Migration der Larven aus dem Magen-Darm-Trakt, teilweise über die Leber, zur Lunge. Nach Entwicklung zu Adulten siedeln sich die Lungenwurmweibchen in den luftführenden Wegen an. Durch ovovivipare Reproduktion schlüpfen nach kurzer Entwicklungszeit Larven des ersten Stadiums aus den abgelegten Eiern. Diese Larven werden passiv in den Rachen hochgeflimmert oder gehustet, abgeschluckt und schließlich mit dem Kot ausgeschieden, wodurch sie über entsprechende Zwischenwirte erneut den Entwicklungszyklus beginnen. *Parafilaroides* spp. weisen eine ähnliche Entwicklung auf, jedoch siedeln sich die adulten Parasiten deutlich tiefer in den Alveolen und Bronchioli an (10). Demzufolge können migrierende *Otostrongylus circumlitus*-Larven und adulte *Parafilaroides* spp. histologisch im Lungenparenchym nicht differenziert werden. Noch weniger bekannt ist über die Entwicklung und Pathogenese von Lungenwürmern der Wale (i.e.S. *Pseudaliidae*) (10). Die zweithäufigste Form der Lungenentzündung bei Seehunden war die katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonie (n = 34) (**Abbildung 33**). Diese tritt meistens im Zusammenhang mit einer verminösen Pneumonie/Bronchopneumonie oder pulmonalen Endoparasitose auf, sodass in diesen Fällen von einer bakteriellen Sekundärinfektion ausgegangen werden kann (10). Vereinzelt wurden auch katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonien ohne parasitäre Grunderkrankung nachgewiesen. In diesen Fällen konnte durch die mikrobiologische Untersuchung vorrangig *Streptococcus phocae* nachgewiesen werden (n = 3). Interstitielle Pneumonien wurden nur sehr selten bei Seehunden nachgewiesen (n = 3), wobei eine virale Genese weder molekularbiologisch noch virologisch bestätigt

werden konnte. Andere als die bisher beschriebenen Entzündungsformen (nekrotisierend, eitrig, abszedierend und Mischformen) der Lunge wurden nur vereinzelt nachgewiesen und standen häufig in einem Zusammenhang mit einer pulmonalen Endoparasitose. Entsprechend der hohen Anzahl an Lungenentzündungen konnte in 31 Fällen eine Hyperplasie der regionalen Lungenlymphknoten beobachtet werden. Jedoch zeigte sich in nur vier Fällen eine Lymphadenitis mit Hinweisen einer parasitären Genese. Das alveoläre und interstitielle Emphysem wurde häufig im Zusammenhang mit der pulmonalen Endoparasitose beobachtet. Die Ursachen des isolierten alveolären Ödems sind jedoch vielfältig und wurden nur selten parallel zu einer pulmonalen Endoparasitose nachgewiesen. Dystelektasen, Einblutungen und Fibrosen stellen angesichts der geringen Nachweisrate nur Nebenfunde der Lunge dar. Bisher ungeklärt ist der Nachweis thrombosierter Lungengefäße in acht Seehunden. Zwar werden pulmonale Vaskulitiden und Thrombosen in der Literatur im Zusammenhang mit *Otostrongylus circumlitus*-Infektionen beschrieben (10), allerdings konnte dieser Befund in den hier beschriebenen Untersuchungen in sieben Fällen nicht mit einer pulmonalen Endoparasitose in Verbindung gebracht werden.

Im Bereich der oberen Atemwege wurden lediglich vereinzelt Entzündungen der Luftröhre nachgewiesen (n = 6). Die Mehrheit davon waren katarrhalisch-eitrige Tracheitiden, welche in allen Fällen mit einer katarrhalisch-eitrigen Bronchopneumonie vergesellschaftet waren. Lediglich bei einem Seehund konnte eine lympho-histiozytäre Tracheitis nachgewiesen werden, wobei das betroffene Tier weder morphologische Hinweise auf eine Endoparasitose noch auf eine Entzündung der Lunge aufwies. Eine virale Genese der Tracheitis konnte weder molekularbiologisch noch virologisch bestätigt werden.



Abbildung 32: Pulmonale Endoparasitose eines Seehundes und eines Schweinswals.

Links: Hochgradige, pulmonale Endoparasitose in der Luftröhre und den Hauptbronchien der Lunge eines Seehundes; **Rechts:** Hochgradige, pulmonale Endoparasitose in der Luftröhre und den Hauptbronchien der Lunge eines Schweinswals.

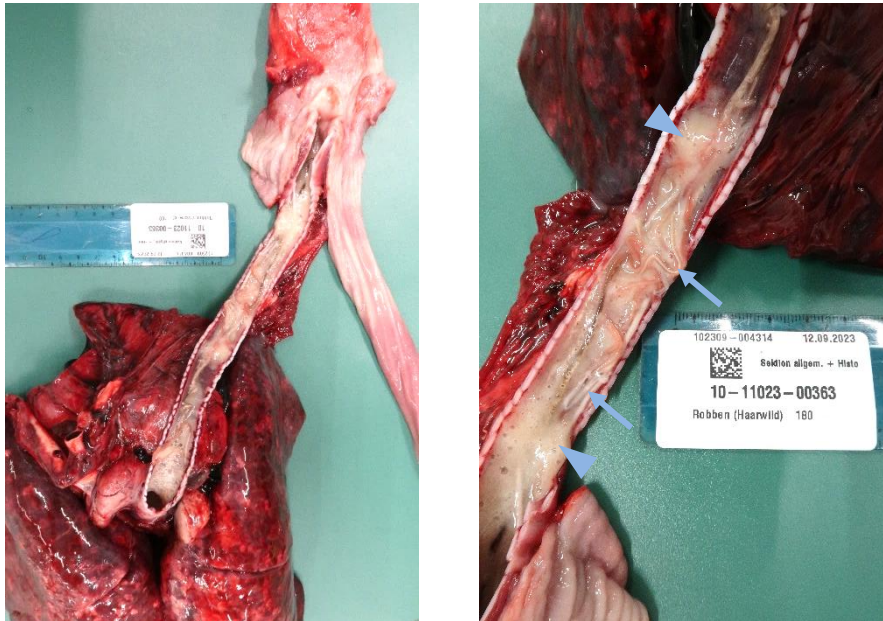


Abbildung 33: Pulmonale Endoparasitose mit katarrhalisch-eitriger Bronchopneumonie eines Seehundes.

Links: Eröffnete Trachea mit pulmonaler Endoparasitose und katarrhalisch-eitriger Bronchopneumonie eines Seehundes; **Rechts:** Vergrößerter Bildausschnitt der linken Abbildung. Man beachte die makroskopisch sichtbaren parasitären Würmer (Pfeile) und Eiter (Pfeilspitze).

5.7.9 *Bauchhöhle*

Pathologische Inhalte der Bauchhöhle bestanden vorrangig aus blutigen (n = 10) und seltener aus serofibrinösen (n = 2) Ergüssen. Blutige Bauchhöhlenergüsse wurden unter anderem in Folge schwerer Traumata (n = 2), eines Volvulus jejunalis mit hämorrhagischer Infarzierung (n = 1) und Leberkapselrupturen (n = 2) beobachtet. Im Vergleich zum Brustfell wies das Bauchfell deutlich häufiger entzündliche Veränderungen auf (n = 23). Dabei konnte eine deutliche Divergenz von akuten (serofibrinös, fibrinös, purulent etc.) bis chronischen (fibrös, pyogranulomatös, granulomatös, plasmazellulär) Entzündungsformen nachgewiesen werden. Besonders häufig wurden chronische Entzündungen in Form von lympho-plasmazellulären und granulomatösen Entzündungen beobachtet. In den meisten Fällen granulomatöser Serositiden konnte durch den Nachweis intraläsionaler Wurmanschnitte die parasitäre Genese bestätigt werden. Dabei sind ätiologisch vorrangig migrierende Lungenwurmlarven in Betracht zu ziehen.

5.7.10 *Magen-Darmtrakt*

5.7.10.1 Kopfdarm

Entzündliche Veränderungen des Kopfdarmes (Maulhöhle, Rachen) konnten ausschließlich bei diesjährigen Seehunden nachgewiesen werden (n = 14). Etwa ein Drittel der Mundhöhlenentzündungen (Stomatitis und Gingivitis) standen dabei im direkten Zusammenhang mit traumatischen Verletzungen des Maul-Kopfbereiches, welche dementsprechend von vorrangig erosivem bis ulzerativem Charakter waren. Des Weiteren waren Entzündungen der Maulhöhle, des Zahnfleisches, der Zunge und des Rachens in den meisten Fällen miteinander vergesellschaftet, wobei eine progressive Ausbreitung der Entzündung anzunehmen ist. So wurden vorrangig erosive bis ulzerative Stomatitiden, Gingivitiden, Glossitiden und Pharyngitiden diagnostiziert, gefolgt von eitrig-nekrotisierenden Entzündungen, welche als Folgen einer bakteriellen Sekundärinfektion zu interpretieren sind (**Abbildung 34**). In einem Fall wurde eine eitrige und abszedierende Entzündung der linken Speicheldrüse nachgewiesen, welche jedoch als Komplikation einer traumatischen Verletzung und eitrig-entzündung der nahe gelegenen Lefze zu werten ist.



Abbildung 34: Entzündungen der Maulhöhle, des Zahnfleisches und der Zunge eines Seehundes.

Links: Hochgradige, ulzerative und eitrig-nekrotisierende Stomatitis (Pfeil); **Mitte:** Hochgradige, ulzerative und eitrig-nekrotisierende Gingivitis (Pfeilspitze); **Rechts:** Ulzerative Glossitis (Stern) desselben Seehundes.

5.7.10.2 Speiseröhre

Alterationen der Speiseröhre waren vergleichsweise selten zu beobachten. Hauptbefund stellt der lichtmikroskopische Nachweis von parasitären Wurmlarven in den Lumina submuköser Drüsen dar (n=6). Eine Speziesidentifizierung der larvalen Stadien war histologisch nicht möglich, jedoch sind aberrant migrierende Lungenwurmlarven nicht auszuschließen. Nur in einem Fall konnte in Form einer erosiv-ulzerativen Ösophagitis eine deutliche immunologische Reaktion auf die larvale Migration festgestellt werden. Die Ursache der lympho-plasmazellulären Ösophagitis konnte nicht abschließend geklärt werden.

5.7.10.3 Magen

Häufigster Befund des Magens war der makroskopische Nachweis von intraluminalen Würmern (**Abbildung 35**, links). Von diesen konnten jedoch nur etwa die Hälfte als pathogene Spezies parasitologisch identifiziert und die Besiedelung als Endoparasitose (n = 37) bestätigt werden (**Abbildung 35**, rechts). Intraluminale Parasiten des Magens konnten größtenteils den Fadenwürmern aus der Familie der Anisakidae zugeordnet werden. Ätiologisch sind im Falle der Robben vorrangig *Pseudoterranova* spp. bzw. im Falle der Schweinswale *Anisakis* spp. in Betracht zu ziehen. In den übrigen Fällen (n = 32) handelte es sich entweder um abgeschluckte Lungenwürmer oder Würmer, die aufgrund von Autolyse, Fäulnis oder Verdauung nicht sicher identifiziert werden konnten. Dem gegenüber erscheint die Anzahl an entzündlichen Reaktionen des Magens vergleichsweise niedrig (n = 13). Dabei wurden fast ausschließlich intramurale pyogranulomatöse und granulomatöse Gastritiden und Vaskulitiden/Perivaskulitiden nachgewiesen, wobei in den meisten Fällen intraläsionale parasitäre Larvenstadien beobachtet wurden. Nur in vier Fällen konnte zu diesen Alterationen eine parallele Endoparasitose des Magens nachgewiesen werden. Adulte Anisakiden haften über ihr Kopfende an der Schleimhaut des Magen-Darmtraktes an, wo sie hauptsächlich ulzerative und granulomatöse Schleimhautentzündungen von geringer klinischer Relevanz verursachen. Bei komplizierten Verläufen

sind die Parasiten in der Lage, die Magenwand zu penetrieren und in die Bauchhöhle einzudringen. Adulte Weibchen reproduzieren sich am Infestationsort, die Eier werden mit dem Kot ausgeschieden. In der Umwelt schlüpfen aus den Eiern Larven, welche nach Infektion diverser Zwischenwirte wieder der Nahrungskette zugeführt werden. Nach oraler Aufnahme von infektiösen Zwischenwirten besiedeln die Larven erneut den präferierten Teil des Magen-Darmtraktes. Die Besiedelung mit Larven kann zu Drüsenatrophie, Hämorrhagien und Schleimhautnekrosen führen (10). Letztendlich bleibt es fraglich, ob die luminale Endoparasitose des Magens in einem kausalen Zusammenhang mit den intramuralen Entzündungen des Magens und seiner Gefäße steht. Eventuell sind die histologischen Veränderungen der Magenwand auf migrierende Larven anderer parasitärer Nematoden (z.B. Lungenwürmer) zurückzuführen.

Regelmäßig wurden auch leere Mägen sowie Schleimhauterosionen und -ulzerationen im Magen von Seehunden festgestellt (**Abbildung 36**). Im Gegensatz zu Pferden sind Seehunde keine konstanten Esser. Ein leerer Magen ist daher nicht per se eine pathologische Auffälligkeit. Erosive und ulzerative Veränderungen der Magenschleimhaut werden bei vielen Tierarten, so auch bei den marinen Säugern, im Zusammenhang mit einem erhöhten Stresslevel beobachtet (10). So können verschiedenste Umweltfaktoren wie Umweltkontaminationen durch Öl und Schadstoffe oder Menschen gemachte Lärmbelästigung zu chronischem Stress bei marinen Säugern führen (53; 54). Nur im Falle eines Schweinswales standen Ulzerationen der Magenschleimhaut im direkten Zusammenhang mit einer parasitären Infestation. In einem Fall konnte sogar ein Durchbruch eines Magenulkus mit Todesfolge diagnostiziert werden (**Abbildung 37**).

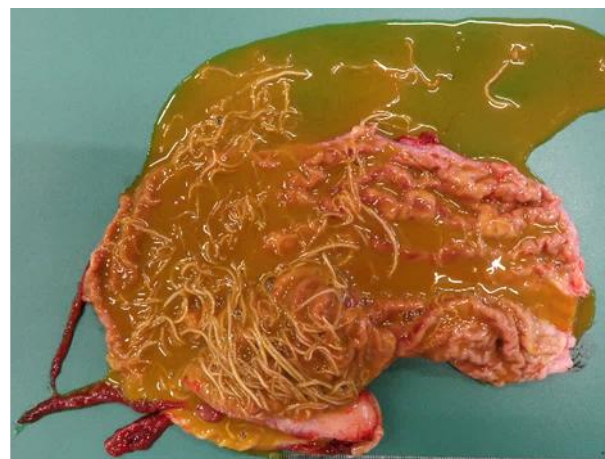


Abbildung 35: Nachweise von Würmern im Magen eines Seehundes.

Links: Mittelgradig intraluminaler Wurm im Magen eines Seehundes (parasitologisch als Lungenwurm *Otostrongylus circumlitus* identifiziert); **Rechts:** Hochgradige intraluminaler Endoparasitose des Magens eines Seehundes (parasitologisch als *Anisakis* sp. identifiziert). In beiden Fällen war der Magen histologisch ohne besonderen Befund. Man beachte die makroskopisch schwierige Unterscheidung der beiden Parasitenspezies.



Abbildung 36: Schleimhauterosionen im Magen eines Seehundes.

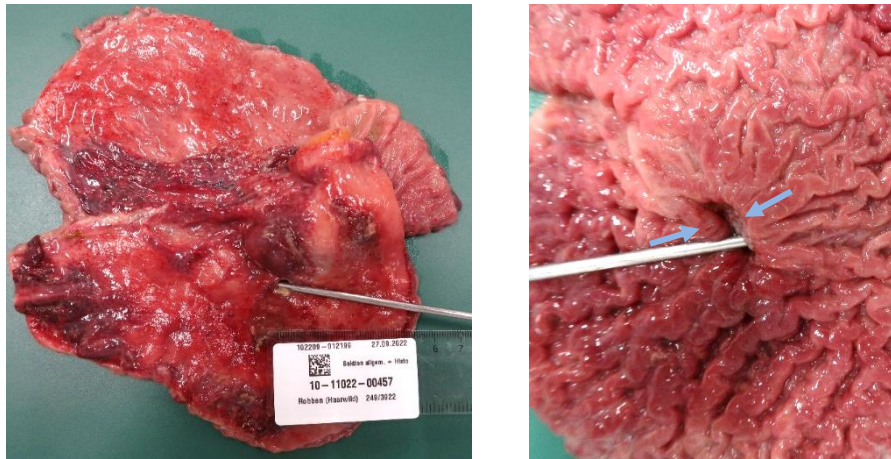


Abbildung 37: Perforierendes Magenulkus eines Seehundes.

Links: Serosale Seite des Magens eines Seehundes. Die Sonde markiert den Durchbruch des Magenulkus; **Rechts:** Mukosale Seite desselben Magens mit sichtbarer Ulzeration der Schleimhaut (Pfeile markieren die Grenze des Ulkus).

5.7.10.4 Darm

Ähnlich dem Magen war die intestinale Endoparasitose die häufigste pathologische Veränderung des Darmes von Seehunden und Kegelrobben ($n = 43$). Im Gegensatz zur Endoparasitose des Magens wurden Parasiten in Dün- und Dickdarm makroskopisch deutlich seltener beobachtet. Bei dieser Feststellung sind jedoch die unterschiedlich großen Lumina von Magen und Darm und das damit verbundene höhere Risiko einer falsch negativen makroskopischen Untersuchung zu berücksichtigen. Eine höhere Konfidenz für die Bestimmung einer intestinalen Endoparasitose lieferte die parasitologische Untersuchung von Dickdarminhalt. Die häufigsten makroskopisch zu findenden Parasiten stellten sogenannte „Kratzer“ (*Acanthocephala*) dar. Aufgrund der recht eindeutigen Morphologie wurden diese seltener durch die parasitologische Untersuchung nachgewiesen (vergl. Kapitel 5.4). Parasitologisch wurden diese ausschließlich als *Corynosoma* sp. identifiziert. Der Lebenszyklus der *Acanthocephala* ist noch nicht vollständig geklärt, jedoch kann es in Abhängigkeit von der parasitären Last zu minimalen bis schweren klinischen Folgen für den Wirt kommen (10). Bandwürmer (Cestoda) konnten nur in einem Fall der Familie Diphylobothriidae zugeordnet werden. Grundsätzlich ist über die Bandwurmentwicklung nur wenig bekannt, jedoch ist erst ab hohen

Infestationszahlen von einer klinischen Relevanz für den Wirt auszugehen. Nichtsdestotrotz gelten die Spezies *Diphyllbothrium* und *Diplogonoporus* als Zoonoseerreger und sollten daher weiterhin im Rahmen des Monitoringprogramms beobachtet werden (10). Nur in einem Individuum wurde makroskopisch eine Parasitose durch Saugwürmer vermutet, diese wurde aber parasitologisch nicht bestätigt. Ätiologisch sind *Cryptocotyle* sp., *Ascocotyle* sp. oder *Phagicola* sp. in Erwägung zu ziehen.

Im Gegensatz dazu wurden mikroskopisch deutlich häufiger parasitierende Wurmlarven innerhalb der Darmkrypten nachgewiesen. Üblicherweise konnte die mikroskopische, parasitäre Infestation im selben Individuum sowohl im Dün- als auch im Dickdarm nachgewiesen werden. In Anbetracht aller untersuchten Tiere ergab sich lediglich eine marginale Häufung im Bereich des Dickdarms (Dünndarm n = 19, Dickdarm n = 25). Eine morphologische Familien- oder gar Speziesidentifizierung der mikroskopisch parasitierenden Larven war histologisch nicht möglich. Während eine mukosale Phase typisch für Anisakidenlarven ist (10), wurden mikroskopisch parasitierende Larven meistens im Zusammenhang mit einer pulmonalen Endoparasitose nachgewiesen. In Zukunft kann eine genauere Identifizierung der larvalen Stadien anhand tiefergehender morphologischer Kriterien oder Immunhistochemie angestrebt werden. Von der mikroskopischen Endoparasitose durch Würmer ist die bei drei diesjährigen Seehunden histologisch nachgewiesene Kokzidiose durch protozoäre Parasiten des Genus *Eimeria* abzugrenzen.

Entzündungen des Darms waren ähnlich wie beim Magen im Vergleich zur Häufigkeit parasitärer Infektionen vergleichsweise niedrig (n = 18). Wie beim Magen wurden im Bereich des Dün- und Dickdarms vorrangig intramurale, granulomatöse Enteritiden und Vaskulitiden/Perivaskulitiden nachgewiesen, wobei gelegentlich eine parasitäre Genese durch den Nachweis intraläsionaler Wurmanschnitte bestätigt werden konnte. Aufgrund des morphologisch sehr ähnlichen Bildes, sind, wie schon beim Magen, migrierende Lungenwurmlarven als primäre Ursache für die entzündlichen Alterationen der Darmwand anzusehen. Andere Entzündungsformen wie katarrhalische, fibrinöse oder nekrotisierende Enteritiden wurden seltener und nur bei Seehunden gefunden. Im Falle der nekrotisierenden Enteritiden konnten die zuvor beschriebene Kokzidiose als Ursache identifiziert werden (55). In einem Fall konnte eine katarrhalische, teilweise fibrinöse, Enteritis mittels positivem Schnelltest mit Rotavirusantigen in Verbindung gebracht werden, jedoch wurde dieses Testsystem nicht für die Anwendung an Meeressäugern validiert. So konnte in keinem der vier Fälle mit positivem Schnelltest eine Rotavirus-Infektion mittels Antigen-ELISA bestätigt werden. Daher sind diese Ergebnisse sehr vorsichtig zu interpretieren, zumal Rotavirus-Infektionen bei marinen Säugern kaum beschrieben sind und die klinische Relevanz noch völlig unklar ist (10; 56). Im zweiten Fall einer katarrhalischen Enteritis konnte diese mit Alpha-Toxin-bildenden *Clostridium perfringens* im Dünndarm in Verbindung gebracht werden. Dies ist jedoch ebenfalls mit Vorsicht zu interpretieren, da

dieser Erreger sowohl bei terrestrischen als auch bei aquatischen Säugern als Bestandteil der normalen Darmflora auch bei gesunden Individuen nachgewiesen werden kann (10; 11). In einem Einzelfall konnte eine Lageveränderung des Darms in Form eines Volvulus jejunalis festgestellt werden.

Besonders hervorzuheben sind entzündliche Alterationen der Mesenteriallymphknoten. So konnten in 14 Fällen immunologische Reaktionen in Form von Hyperplasien und in 34 Fällen ausgeprägte Entzündungen nachgewiesen werden. Dabei stellt die pyogranulomatöse bzw. granulomatöse Lymphadenitis die überwiegende Entzündungsform dar, bei der mehrheitlich nachweisbare, intraläsionale Wurmanschnitte die parasitäre Genese sicherten. In Anbetracht des überwiegend parallelen Auftretens dieser Veränderung im Zusammenhang mit einer pulmonalen Endoparasitose sind ätiologisch auch in diesen Fällen vorrangig lymphogen migrierende Lungenwurmlarven in Betracht zu ziehen. Die lymphogene Migration über den Mesenteriallymphknoten als fester Bestandteil der Lungenwurmentwicklung ist bisher noch nicht beschrieben worden. Des Weiteren wurde in Verbindung mit granulomatösen Entzündungen in einer Vielzahl an Fällen (n = 22) intraläsional extrazelluläres eosinophiles Material nachgewiesen, welches morphologisch dem „Splendore-Hoepli-Material“ entspricht. Splendore-Hoepli-Material beschreibt eosinophile, homogene, kranz- bis keulenförmige Ablagerungen, die sich um Erregerstrukturen von bakteriellen, mykotischen und parasitären Entzündungen gruppieren. Es wird vermutet, dass es sich dabei um eine Immunreaktion des Körpers in Form von Antigen-Antikörper-Komplexen, Detritus und Fibrin handelt, jedoch ist die tatsächliche Zusammensetzung und Funktion noch nicht abschließend geklärt (2; 57). Purulente und eitrig-nekrotisierende Entzündungen als Hinweis auf eine bakteriellen Genese konnten nur in Einzelfällen beobachtet werden.

5.7.11 *Leber und Bauchspeicheldrüse*

Hauptbefunde der Leber sind Entzündungen des Parenchyms, der Gallengänge und der Kapsel (n = 43). An erster Stelle stehen nekrotisierende Hepatitiden (n = 25), gefolgt von granulomatösen Leberentzündungen (n = 13). Zwar wird für beide Entzündungsformen in den meisten Fällen eine parasitäre Genese angenommen, diese konnte jedoch nur selten durch den histologischen Nachweis intraläsionaler parasitärer Stadien bestätigt werden. Als ursächlich sind vorrangig migrierende Lungenwürmer zu nennen (10). Obwohl differentialdiagnostisch auch Saugwurmstadien in Betracht kommen, wurden nekrotisierende Hepatitiden nur gelegentlich gleichzeitig mit Trematoden-Eiern im Dickdarminhalt nachgewiesen. Die bei zwei Schweinswalen nachgewiesene Cholangitis konnte auf eine Gallengangsparasitose durch Trematoden zurückgeführt werden. Da in beiden Fällen im Rahmen der parasitologischen Untersuchung keine Trematodeneier im Dickdarminhalt nachgewiesen werden konnten, kommen ätiologisch eine Vielzahl von Trematodenspezies in Frage.

Zweithäufigster Befund der Leber war die Pigmenthepatose. Für verschiedene Robbenspezies wurden bereits hepatische Hämosiderosen beschrieben (10). Ob es sich bei den nachgewiesenen Pigmenthepatosen ebenfalls um eine Ablagerung von eisenhaltigem Pigment (Hämosiderin) handelt, könnte zukünftig mit einer weiterführenden Turnbull-Blau-Färbung (Fe^{2+}) und Berliner-Blau-Reaktion (Fe^{3+}) geklärt werden (58). Letztendlich könnte es sich hierbei auch um einen physiologischen Nebenfund ohne klinische Relevanz handeln. Vereinzelt konnten traumatische Hämatome und Rupturen der Leber nachgewiesen werden, in deren Folge es zu einem massiven inneren Blutverlust in die Bauchhöhle und zum Tod des Tieres kam (**Abbildung 38**).



Abbildung 38: Hämaskos (links) aufgrund eines rupturierten Hämatoms in der Leber (rechts) desselben Seehundes.

Pathologische Veränderungen des Pankreas waren vergleichsweise selten. Lediglich in zwei Fällen wurde eine granulomatöse Periarteriitis nachgewiesen. Eine parasitäre Genese ist wahrscheinlich, konnte jedoch nicht abschließend geklärt werden.

5.7.12 Urogenitaltrakt

Pathologische Veränderungen der Nieren stellten meist unspezifische Nebenergebnisse dar. Nur vereinzelt konnten entzündliche Veränderungen nachgewiesen werden, deren Ursache jedoch nicht abschließend geklärt werden konnte.

Im Bereich der Fortpflanzungsorgane konnten im Jahr 2022 in mehreren aufeinander folgenden Fällen (n = 6) eine eitrige Endometritis bei Seehunden diagnostiziert werden. Die Mehrheit davon wies gleichzeitig eine eitrige Entzündung der Vagina auf (n = 4). In allen Fällen handelte es sich um diesjährige, juvenile Tiere ohne zyklische Ovaraktivität. Lediglich bei einem Schweinswal konnte zusätzlich zu einer fibrinopurulenten Bauchhöhlenentzündung mit Verwachsungen der inneren Organe eine fibrinopurulente Endometritis nachgewiesen werden (**Abbildung 39**). In diesem Fall konnten im Uterus intraluminal multiple, knöcherne Fragmente mit Verdacht auf einen mazerierten Fetus gefunden werden. In allen Fällen von eitriger Endometritis bzw. Vaginitis ergab die mikrobiologische Untersuchung entweder keine oder nur unspezifische Ergebnisse.

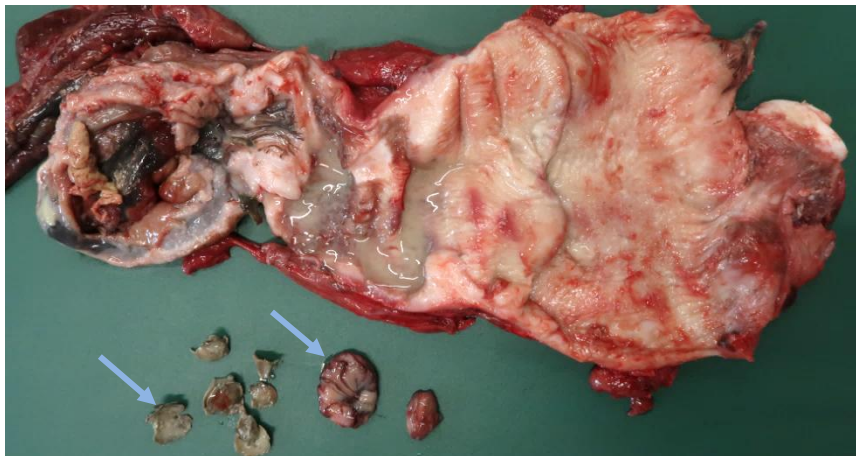


Abbildung 39: Fibrinopurulente Endometritis eines Schweinswals mit Verdacht auf fetale, mazerierte Knochenfragmente (Pfeile).

5.7.13 Todesursachen

Grundsätzlich stellt die genaue Identifizierung der Todesursache für den Pathologen eine besondere Herausforderung dar. Häufig handelt es sich um ein multifaktorielles Geschehen, welches letztlich zum Herz-Kreislaufversagen und folglich zum Tod des Tieres führt. Unter Berücksichtigung des Gesamtbildes wurde nur diejenige pathologische Veränderung als Todesursache dokumentiert, welche entscheidend an dem Herz-Kreislaufversagen des Tieres beteiligt war (**Tabelle 26**). Wenn das pathologische Gesamtbild keine Gewichtung zuließ, wurde die Todesursache als „multifaktoriell uneindeutig“ bezeichnet. Bei fast der Hälfte aller untersuchten Meeressäuger ist der Tod des Tieres auf die Euthanasie, also die indizierte Tötung des Tieres durch den Menschen, zurückzuführen. Somit ist die häufigste natürliche Todesursache das „Lungenversagen“ durch eine pulmonale Endoparasitose mit Obturation der luftführenden Wege in Kombination mit den damit einhergehenden Lungenentzündungen (n = 18). Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass beide Erkrankungen für sich als ausreichend für den Tod eines Tieres in Betracht kommen. Die Bedeutung von parasitären Erkrankungen für den Gesundheitszustand von Meeressäugerpopulationen ist bereits aus früheren Monitoringprogrammen bekannt (1). An zweiter Stelle stehen massive Traumata (n = 11), welche durch Zerstörung lebenswichtiger Organe oder einen massiven Blutverlust nicht mit dem Leben vereinbar waren. Ebenso relevant sind systemische, bakterielle Infektionen im Sinne einer Bakteriämie oder Septikämie (n = 4). Seltener Todesursachen sind unter anderem Entzündungen des Gehirns, Herzrupturen, perforierender Magenulkus, Volvulus jejunalis und Leberrupturen. Als besonders schwierig gilt die Interpretation eines schlechten bis kachektischen Ernährungszustandes. Auch bei der körperlichen Auszehrung handelt es sich um ein multifaktorielles Geschehen, das primär durch eine über Monate andauernde, primär unzureichende Kalorienaufnahme (absolute energetische Unterversorgung) oder sekundär durch Mangelerkrankungen (z. B. starker Parasitenbefall, maligne Neoplasien) entstehen kann (2). Nur in vier Fällen ließ sich die Kachexie als Todesursache vermuten, wobei in jeweils einem Fall eine Endoparasitose bzw. eine massive Entzündung des Bewegungsapparates als ursachliche Grunderkrankung angenommen wird. Grundsätzlich werden Parasitosen des Magen-Darmtraktes mit unterernährten und immunsupprimierten Wirten in Verbindung gebracht (10). Wie bereits erwähnt ist es jedoch im Falle von Infektionskrankheiten häufig schwierig zu differenzieren, inwiefern der schlechte Ernährungszustand Ursache oder Symptom eben jener Erkrankung darstellt (3). Ein nicht ausreichender Jagderfolg aufgrund einer Entzündung des Bewegungsapparates oder der Mundhöhle wurde nur bei gleichzeitigem Vorliegen eines schlechten Ernährungszustandes in Betracht gezogen. Die aurikuläre Endoparasitose als Todesursache von Schweinswalen lässt sich aufgrund der mangelnden Kenntnisse über die Einschränkung des Hör- und Orientierungsvermögens bisher nur vermuten (10)). In Anbetracht der Häufigkeit und Schwere der hier beschriebenen Grunderkrankungen wären ohne die vorzeitige Euthanasie deutlich mehr Tiere zeitnah

verendet (48). In den übrigen 26 Fällen von Seehunden und Schweinswalen konnte letztlich keine eindeutige Todesursache gefunden werden.

6 Danksagung

An dieser Stelle bedanken sich die Autorinnen und Autoren herzlich bei allen am Strandungsnetzwerk in Niedersachsen und den an der Untersuchung der Meeressäuger Beteiligten. Dieser Dank gilt

- den Wattenjagdaufsehern, die die Tiere finden, melden und bergen,
- den Mitarbeitenden der Seehundstation Norddeich, die die Tiere aufnehmen, aufbewahren und sehr viel Kommunikation übernehmen,
- den Fahrerinnen und Fahrern des LAVES, die die Tiere über weite Strecken in das Labor transportieren,
- den Mitarbeitenden aus Dezernat 12 (EDV) des LAVES für die Erstellung von Abfragen,
- der Pressestelle des LAVES für die Unterstützung bei der Veröffentlichung,
- den Kolleginnen und Kollegen des Instituts für terrestrische und aquatische Wildtierforschung der Tierärztlichen Hochschule Hannover sowie der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer für fachliche Unterstützungen und
- allen an den Untersuchungen beteiligten technischen Mitarbeitenden im LAVES (LVI Braunschweig/Hannover, IFF Cuxhaven und LVI Oldenburg) für die Durchführung der zahlreichen Untersuchungen

Unser besonderer Dank für den unermüdlichen Einsatz bei der Sektion der Tiere, der Probenahme, der Anfertigung der histologischen Präparate und vielem mehr gilt den technischen Mitarbeitenden der Pathologie des LVI Oldenburg, Hr. Andre Lürßen, Hr. Mario Borchers und Hr. Hendrik Lindemann.

Die Untersuchung der Meeressäuger ist ein Projekt, in das sich sehr viele Menschen mit großem Engagement einbringen. Ohne dieses Engagement wäre dieses enorme Projekt nicht realisierbar.

7 Literaturverzeichnis

1. **Siebert, Ursula, et al.** Investigations on the Health Status and Infection Risk of Harbour Seals (*Phoca vitulina*) from Waters of the Lower Saxon Wadden Sea, Germany. *Animals* 14(20), 2920. 2024.
2. **Baumgärtner, Wolfgang und Gruber, Achim D.** *Allgemeine Pathologie*. 3., aktualisierte Auflage. Stuttgart : Georg Thieme Verlag KG, 2020.
3. **Neimanis, Aleksija, et al.** Causes of Death and Pathological Findings in Stranded Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) from Swedish Waters. *Animals : an open access journal from MDPI*, 12(3),. 2022, S. 369.
4. **Simeone, C. A., Gulland, F. M., Norris, T., & Rowles, T. K.** A systematic review of changes in marine mammal health in North America, 1972-2012: the need for a novel integrated approach. *PLoS one*, 10(11). 2015.
5. **Numberger, Daniela, et al.** Streptococcal Infections in Marine Mammals. *Microorganisms*, 9(2). 2021, S. 350.
6. **Numberger, Daniela, Siebert, Ursula und Weigand, Peter Valentin.** Survival and adaptation of *Streptococcus phocae* in host environments. *PloS one*, 19(1), e0296368. 2024.
7. **Johnson, Shawn P., et al.** Characterization and clinical manifestations of *Arcanobacterium phocae* infections in marine mammals stranded along the central California coast. *Journal of wildlife diseases*, 39(1). 2003, S. 136–144.
8. **Nordgren, Heli, et al.** Characterization of a new epidemic necrotic pyoderma in fur animals and its association with *Arcanobacterium phocae* infection. *PloS one*, 9(10), e110210. 2014.
9. **Gilbert, Maarten J, et al.** After the bite: bacterial transmission from grey seals (*Halichoerus grypus*) to harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Royal Society open science*, 7(5), 192079. 2020.
10. **Gulland, Frances M.D., Dierauf, Leslie A. und Whitman, Karyl L.** *CRC Handbook of Marina Mammal Medicine*. 3rd. Boca Raton, FL : CRC Press, 2018.
11. **Uzal, F. A., et al.** Clostridium Perfringens Toxins Involved in Mammalian Veterinary Diseases. *The open toxinology journal*, 2. 2010, S. 24–42.
12. **Selbitz, Hans-Joachim, Truyen, Uwe und Valentin-Weigand, Peter.** *Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre*. 11., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart : Georg Thieme Verlag KG, 2023.

13. **Foster, Geoffrey, et al.** *Brucella ceti* sp. nov. and *Brucella pinnipedialis* sp. nov. for *Brucella* strains with cetaceans and seals as their preferred hosts. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 57(Pt 11),. 2007, S. 2688–2693.
14. **Guzmán-Verri, C., González-Barrientos, R., Hernández-Mora, G., Morales, J. A., Baquero-Calvo, E., Chaves-Olarte, E., & Moreno, E.** *Brucella ceti* and brucellosis in cetaceans. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 2, 3. 2012.
15. **Grattarola, C., Petrella, A., Lucifora, G., Di Francesco, G., Di Nocera, F., Pintore, A., Cocumelli, C., Terracciano, G., Battisti, A., Di Renzo, L., Farina, D., Di Francesco, C. E., Crescio, M. I., Zoppi, S., Dondo, A., Iulini, B., Varello, K., Mignone,.** *Brucella ceti* Infection in Striped Dolphins from Italian Seas: Associated Lesions and Epidemiological Data. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 12(8), 1034. 2023.
16. **Vargas-Castro, I., Crespo-Picazo, J. L., Fayos, M., Jiménez-Martínez, M. del Á., Torre-Fuentes, L., Álvarez, J., Moura, A. E., Hernández, M., Buendía, A., Barroso-Arévalo, S., García-Seco, T., Pérez-Sancho, M., De Miguel, M. J., Andrés-Barranco, S., Marco-Cab.** New insights into the pathogenesis and transmission of *Brucella pinnipedialis*: systemic infection in two bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Microbiology spectrum*, 11(6), e0199723. 2023.
17. **Nymo, Tryland, Godfroid.** A review of *Brucella* infection in marine mammals, with special emphasis on *Brucella pinnipedialis* in the hooded seal (*Cystophora cristata*). *Veterinary research*. 2011, 42.
18. **Kroese, M. V., Beckers, L., Bisselink, Y. J. W. M., Brasseur, S., van Tulden, P. W., Koene, M. G. J., Roest, H. I. J., Ruuls, R. C., Backer, J. A., IJzer, J., van der Giessen, J. W. B., & Willemsen, P. T. J.** *Brucella pinnipedialis* in grey seals (*Halichoerus gryphus*) and harbor seals (*phoca vitulina*) in the Netherlands. *ournal of wildlife diseases*, 54(3). 2018, S. 439–449.
19. **Lambourn, Dyanna M., et al.** *Brucella pinnipedialis* infections in Pacific harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) from Washington State, USA. *Journal of wildlife diseases*, 49(4). 2013, S. 802–815.
20. **Sohn, A. H., Probert, W. S., Glaser, C. A., Gupta, N., Bollen, A. W., Wong, J. D., Grace, E. M., & McDonald, W. C.** Human neurobrucellosis with intracerebral granuloma caused by a marine mammal *Brucella* spp. *Emerging infectious diseases*, 9(4). 2003, S. 485–488.
21. **McDonald, W. L., Jamaludin, R., Mackereth, G., Hansen, M., Humphrey, S., Short, P., Taylor, T., Swingle, J., Dawson, C. E., Whatmore, A. M., Stubberfield, E., Perrett, L. L., & Simmons, G.** Characterization of a *Brucella* sp. strain as a marine-mammal type despite isolation from a patient with spinal osteomyelitis in New Zealand. *Journal of clinical microbiology*, 44(12). 2006, S. 4363–4370.

22. **Whatmore, A. M., Dawson, C. E., Groussaud, P., Koylass, M. S., King, A. C., Shankster, S. J., Sohn, A. H., Probert, W. S., & McDonald, W. L.** Marine mammal *Brucella* genotype associated with zoonotic infection. *Emerging infectious diseases*, 14(3). 2008, S. 517–518.
23. **Brew, S. D., Perrett, L. L., Stack, J. A., MacMillan, A. P., & Staunton, N. J.** Human exposure to *Brucella* recovered from a sea mammal. *The Veterinary record*, 144(17), 483. 1999.
24. **Orsini, M., Ianni, A., & Zinzula, L.** *Brucella ceti* and *Brucella pinnipedialis* genome characterization unveils genetic features that highlight their zoonotic potential. *MicrobiologyOpen*, 11(5), e1329. 2022.
25. **Andruzzi, M.N., Krath, M.L., Lawhon, S.D. et al.** *Salmonella enterica* subspecies *houtenae* as an opportunistic pathogen in a case of meningoencephalomyelitis and bacteriuria in a dog. *BMC Vet Res.* 16, 2020, Bd. 437.
26. **IJsseldijk, L. L., Begeman, L., Duim, B., Gröne, A., Kik, M. J. L., Klijnstra, M. D., Lakemeyer, J., Leopold, M. F., Munnink, B. B. O., Ten Doeschate, M., van Schalkwijk, L., Zomer, A., der Graaf-van Bloois, L. V., & Broens, E. M.** Harbor Porpoise Deaths Associated with *Erysipelothrix rhusiopathiae*, the Netherlands, 2021. *Emerging infectious diseases*, 29(4). 2023, S. 835–838.
27. **Jensen, T., Van de Bildt, M., Dietz, H. H., Andersen, T. H., Hammer, A. S., Kuiken, T., & Osterhaus, A.** Another phocine distemper outbreak in Europe. *Science*. 2002, 297.
28. **Sonne, C., Lakemeyer, J., Desforges, J. P., Eulaers, I., Persson, S., Stokholm, I., ... & Siebert, U.** A review of pathogens in selected Baltic Sea indicator species. *Environment international*. 2020, 137.
29. **Goldstein, Tracey, et al.** Pandemic H1N1 influenza isolated from free-ranging Northern Elephant Seals in 2010 off the central California coast. *PLoS One*, 8(5): e62259. 2013.
30. **Pund, Ralf, et al.** Auswirkungen des Influenza A-Infektionsgeschehens 2014/2015 auf den Seehundbestand der Nordsee. *Natur-und Umweltschutz*, 14(1). 2015, S. 13-17.
31. **Swayne, D. E., Sims, L., Brown, I., Harder, T., Stegeman, A., Abolnik, C., ... & Torres, G.** Strategic challenges in the global control of High Pathogenicity Avian Influenza. *Proceedings of the Technical Item of the 90th General Session of WOA, Paris, France*. 2023.
32. **Striewe, L. C., et al.** Untersuchungen zum Gesundheitszustand von Seehunden in Schleswig-Holstein im Jahr 2021. 2021.
33. —. Untersuchungen zum Gesundheitszustand von Seehunden in Schleswig-Holstein im Jahr 2022. 2022.

34. **Postel, A., King, J., Kaiser, F. K., Kennedy, J., Lombardo, M. S., Reineking, W., ... & Becher, P.** Infections with highly pathogenic avian influenza A virus (HPAIV) H5N8 in harbor seals at the German North Sea coast. *Emerging microbes & infections*. 2022, 11(1).
35. **Plaza, P. I., Gamarra-Toledo, V., Euguí, J. R., Rosciano, N., & Lambertucci, S. A.** Pacific and Atlantic sea lion mortality caused by highly pathogenic Avian Influenza A (H5N1) in South America. . *Travel medicine and infectious disease*. 2024, 59.
36. **Das, K., Debacker, V. und Pillet, S. & Bouquegneau, J. M.** Heavy metals in marine mammals. *Toxicology of marine mammals*. 2002.
37. **Sonne, C., et al.** Gross pathology and liver mercury concentrations in harbour porpoises, harbour seals and grey seals in Denmark, Northern Europe. *Science of the Total Environment*. 2024, Bd. 954.
38. **Kunito, T., et al.** Arsenic in marine mammals, seabirds, and sea turtles. *Reviews of environmental contamination and toxicology*. 2008.
39. **Charkiewicz, A. E., et al.** Cadmium toxicity and health effects—a brief summary. . *Molecules*. 2023.
40. **van den Heuvel-Greve, M. J., van den Brink, A. M., Kotterman, M. J., Kwadijk, C. J., Geelhoed, S. C., Murphy, S., ... & IJsseldijk, L. L.** Polluted porpoises: Generational transfer of organic contaminants in harbour porpoises from the southern North Sea. *Science of the Total Environment*. 2021, 796.
41. **Salomon, Franz-Viktor, Geyer, Hans und Gille, Uwe.** *Anatomie für die Tiermedizin*. 4. Auflage. Stuttgart : Georg Thieme Verlag KG, 2020.
42. **Baumgärtner, Wolfgang und Gruber, Achim D.** *Spezielle Pathologie für die Tiermedizin*. 2. Auflage. Stuttgart : Georg Thieme Verlag KG, 2020.
43. **Maxie, M. Grant.** *Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of Domestic Animals*. 6th Edition. St. Louis, Missouri : Elsevier, 2016. Bd. Volume 1.
44. **Wohlsein, P., et al.** Polioencephalomalacia in Captive Harbour Seals (*Phoca vitulina*). *Journal of veterinary medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine*, 50(3). 2003, S. 145-150.
45. **Miller, Sarah, et al.** A retrospective survey of the ocular histopathology of the pinniped eye with emphasis on corneal disease. *Veterinary ophthalmology*, 16(2). 2013, S. 119–129.
46. **Moritz, Andreas.** *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart : Schattauer GmbH, 2014.

47. **Colitz, Carmen M.H., Rudnick, Jens-Christian und Heegaard, Steffen.** Bilateral ocular anomalies in a South African fur seal (*Arctocephalus pusillus pusillus*). *Veterinary ophthalmology*, 17(4). 2014, S. 294–299.
48. **Lehnert, K., Raga, J. A. und Siebert, U.** Parasites in harbour seals (*Phoca vitulina*) from the German Wadden Sea between two Phocine Distemper Virus epidemics. *Helgoland Marine Research*, 61. 2007, S. 239-245.
49. **Schnorr, Bertram und Kressin, Monika.** *Embryologie der Haustiere*. 5. Auflage. Stuttgart : Enke Verlag, 2006.
50. **Liebich, Hans-Georg.** *Funktionelle Histologie der Haussäugetiere und Vögel*. 5. Auflage. Stuttgart, Germany : Schattauer GmbH, 2010.
51. **Würsig, Bernd, Thewissen, J.G.M. und Kovacs, Kit M.** *Encyclopedia of Marine Mammals*. 3rd Edition. s.l. : Academic Press, 2018.
52. **Maxie, M. Grant.** *Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of Domestic Animals*. 6th Edition. St. Louis, Missouri : Elsevier, 2016. Bd. Volume 3.
53. **Fair, Patricia A. und Becker, Paul R.** Review of stress in marine mammals. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 7. 2000, S. 335-334.
54. **Wright, Andrew John, Deak, Terrence und Parsons, E. C.M.** Concerns related to chronic stress in marine mammal. *Inter Whaling Commission*, 1-7. 2009.
55. **McClelland, G.** *Eimeria phocae* (Apicomplexa: Eimeriidae) in harbour seals *Phoca vitulina* from Sable Island, Canada. *Diseases of aquatic organisms*, 17. 1993, S. 1-8.
56. **Coria-Galindo, Elsa, et al.** Rotavirus infections in Galapagos sea lions. *ournal of Wildlife Diseases*, 45(3). 2009, S. 722-728.
57. **Ecimovic, Luka, et al.** Cytological description of splendore-hoepli phenomenon in an actinomycetes mycetoma in the skin of a guinea pig. *Comparative Clinical Pathology*, 1-7. 2024.
58. **Baumgärtner, Wolfgang.** *Pathohistologie für die Tiermedizin*. 2. Auflage. Stuttgart : Enke Verlag, 2012.

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der untersuchten persistenten organischen Schadstoffe.....	6
Tabelle 2: Anzahl untersuchter Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023.....	9
Tabelle 3: Anzahl diesjähriger, vorjähriger und mehrjähriger Seehunde im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023	12
Tabelle 4: Anzahl diesjähriger, vorjähriger und mehrjähriger Schweinswale im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023.....	12
Tabelle 5: Anzahl diesjähriger, vorjähriger und mehrjähriger Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023	13
Tabelle 6: Anzahl männlicher und weiblicher Seehunde im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023	13
Tabelle 7: Anzahl männlicher und weiblicher Schweinswale im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023.....	13
Tabelle 8: Anzahl männlicher und weiblicher Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023.....	13
Tabelle 9: Anzahl der Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben mit frischem bis schlechtem Erhaltungszustand im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023	14
Tabelle 10: Mittelwert und Standardabweichung der Brust- und Nackenspeckdicke in mm von dies-, vor- und mehrjährigen Seehunden im Zeitraum von 2020 bis 2023.	16
Tabelle 11: Übersicht der nachgewiesenen Bakterienspezies bei Seehunden im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023, sortiert nach ihrer Häufigkeit	18
Tabelle 12: Übersicht der nachgewiesener Bakterienspezies bei Schweinswalen im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023, sortiert nach ihrer Häufigkeit	20
Tabelle 13: Übersicht der nachgewiesener Bakterienspezies bei Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023, sortiert nach ihrer Häufigkeit	20
Tabelle 14: Kulturelle Nachweise von <i>Brucella pinnipedialis</i> bei Seehunden im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023.....	23
Tabelle 15: Anzahl molekularbiologischer und virologischer Untersuchungen auf einige für Meeressäuger relevante Viren und Leptospiren.....	26

Tabelle 16: Anzahl parasitologisch untersuchter Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben und nachgewiesener Parasiteneier und -larven im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023	27
Tabelle 17: Anzahl der auf Basis von Eiern und Larven identifizierter Parasitengruppen bzw. -spezies in Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023	28
Tabelle 18: Anzahl untersuchter adulter Parasiten aus verschiedenen Organsystemen von Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im Untersuchungszeitraum von 2020 bis 2023	30
Tabelle 19: Anzahl der auf toxikologisch relevante Elemente untersuchten Tiere nach Tierart und Altersklasse	33
Tabelle 20: Summarische Übersicht der Nachweise toxikologisch relevanter Elemente in den untersuchten Organen (Niere, Leber, Muskelgewebe) von allen untersuchten Tieren (n=63) in mg/kg Frischmasse	34
Tabelle 21: Anzahl der auf persistente organische Schadstoffe untersuchten Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben nach Altersklasse	42
Tabelle 22: Anzahl der auf persistente organische Schadstoffe untersuchten Leber- und Fettgewebsproben nach Altersklasse	42
Tabelle 23: Übersicht der Nachweise von persistenten organischen Schadstoffen über alle Tierarten (Seehunde, Schweinswale und Kegelrobben) und Altersstufen	43
Tabelle 24: Häufig nachgewiesene persistente organische Schadstoffe	44
Tabelle 25: Übersicht aller relevanten pathologischen Befunde von untersuchten Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im Zeitraum von 2020 bis 2023	99
Tabelle 26: Übersicht aller Todesursachen von untersuchten Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im Zeitraum von 2020 bis 2023	109

9 Abbildungsverzeichnis

Die Urheberrechte für alle Bilder und Grafiken im Bericht „Untersuchungen zum Gesundheitszustand von Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im Niedersächsischen Wattenmeer in den Jahren 2020 bis 2023“ liegen beim LAVES.

Abbildung 1: Seehunde: Anzahl der Strandungen (eingefärbte Inseln und Küstenabschnitte) und der untersuchten Tiere (Kreise) im Zeitraum 2020 bis 2023	10
Abbildung 2: Kegelrobben: Anzahl der Strandungen (eingefärbte Inseln und Küstenabschnitte) und der untersuchten Tiere (Kreise) im Zeitraum 2020 bis 2023	11
Abbildung 3: Schweinswale: Anzahl der Strandungen (eingefärbte Inseln und Küstenabschnitte) und der untersuchten Tiere (Kreise) im Zeitraum 2020 bis 2023	11
Abbildung 4: Absolute und relative Häufigkeiten von guten bis sehr schlechten Ernährungszuständen von dies-, vor- und mehrjährigen Seehunden im Zeitraum von 2020 bis 2023.....	15
Abbildung 5: Beispiele für Eier nachgewiesener Parasiten.	29
Abbildung 6: Larve von <i>Otostrongylus circumlitus</i>	29
Abbildung 7: Hinterende von <i>Otostrongylus circumlitus</i> (Adult, männlich).....	31
Abbildung 8: Grafische Darstellung der Untersuchungsergebnisse der einzelnen Elemente	37
Abbildung 9: Quecksilber- und Selenachweise im Lebergewebe von mehrjährigen Meeressäugern (n= 11), alle Angaben in mg/kg Frischmasse.....	39
Abbildung 10: ndl-PCB*-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz).....	45
Abbildung 11: DDT*-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz).....	46
Abbildung 12: Hexachlorbenzol-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz)	47
Abbildung 13: Dieldrin-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz).....	48
Abbildung 14: Alpha(cis)-Chlordan-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz)	49
Abbildung 15: Oxychlordan-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz)	50

Abbildung 16: Beta-Endosulfan-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz)	51
Abbildung 17: Beta-Hexachlorcyclohexan (HCH)-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz)	52
Abbildung 18: cis-Heptachlorepoxyd-Nachweise in Leber- und Fettgewebe von Seehunden und Schweinswalen (alle Angaben in µg/kg Frischsubstanz)	53
Abbildung 19: Übersicht der pathologischen Befunde der Haut bei Seehunden und Kegelrobben. ...	58
Abbildung 20: Übersicht der pathologischen Befunde der Haut bei Schweinswalen.	59
Abbildung 21: Eitrige Entzündungen des Gelenks und des periartikulären Gewebes bei Seehunden.	60
Abbildung 22: Schädel-Hirn-Trauma eines Schweinswals.	62
Abbildung 23: Querschnitt des Großhirns mit sichtbarer Autofluoreszenz der grauen Substanz unter UV-Licht bei zerebrokortikaler Nekrose eines Seehundes.	62
Abbildung 24: Einseitige Korneatrübung des rechten Auges eines Seehundes.	63
Abbildung 25: Phthisis bulbi bei einer Kegelrobbe.	64
Abbildung 26: Retinadysplasie des Auges einer Kegelrobbe.	64
Abbildung 27: Querschnitt durch das Innenohr eines Schweinswals mit aurikulärer Endoparasitose.	65
Abbildung 28: Eitriger Erguss (Pfeil) in der Brusthöhle eines Seehundes.	66
Abbildung 29: Geringgradige, fibröse bis fibroblastische Pleuritis (Pfeilspitzen) der Brusthöhle eines Schweinswals.	66
Abbildung 30: Kardiale Endoparasitose in der rechten Herzkammer eines Seehundes.	67
Abbildung 31: Thrombo-Endokarditis und -phlebitis einer Kegelrobbe.	68
Abbildung 32: Pulmonale Endoparasitose eines Seehundes und eines Schweinswals.	71
Abbildung 33: Pulmonale Endoparasitose mit katarrhalisch-eitriger Bronchopneumonie eines Seehundes.	72
Abbildung 34: Entzündungen der Maulhöhle, des Zahnfleisches und der Zunge eines Seehundes. ...	74
Abbildung 35: Nachweise von Würmern im Magen eines Seehundes.	75
Abbildung 36: Schleimhauterosionen im Magen eines Seehundes.	76
Abbildung 37: Perforierendes Magenulkus eines Seehundes.	76

Abbildung 38: Hämaskos (links) aufgrund eines rupturierten Hämatoms in der Leber (rechts) desselben Seehundes.	79
Abbildung 39: Fibrinopurulente Endometritis eines Schweinswals mit Verdacht auf fetale, mazerierte Knochenfragmente (Pfeile).	80
Abbildung 40: Sektionsprotokoll für marine Säuger des FB 11 Pathologie, Histologie des LVI Oldenburg.....	110
Abbildung 41: Merkblatt für die Bewertung von Totfunden (Bildquelle LAVES oder Seehundstation Norddeich).....	112

10 Glossar

abszedierend	Entzündungsform, gekennzeichnet durch abgekapselte Ansammlung von Eiter (Abszess) in einem nicht präformierten, durch Einschmelzung von Zellen neu gebildeten Gewebshohlraum
Abszess	abgekapselte Eiteransammlung in einem nicht präformierten Gewebshohlraum
Acanthocephala	Systematisch ohne Rang, Kratzwürmer
adult	vollentwickelt, reif
Alteration	pathologische Veränderung
Anämie	verminderter Hämoglobin-Gehalt oder Hämatokrit
Arthritis	Entzündung des Gelenks
ätiologisch	die Ursache betreffend
Atrophie	Verkleinerung des Zellvolumens (einfach) oder der Zellzahl (numerisch) eines Organs mit Leistungsminderung
aurikulär	das Ohr betreffend
Autolyse	Organischer Abbau durch körpereigene Enzyme
Bronchopneumonie	Entzündung der Lunge in der Umgebung der Bronchien
Cd	Cadmium
Cestoda	Systematische Klasse der Bandwürmer
Cholangitis	Entzündung der Gallengänge
Chromatolyse	Schwund von Nissl-Schollen innerhalb der Neuronen
Cu	Kupfer
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
Depletion	Schwund, Verringerung von Zellen
Dermatitis	Entzündung der Dermis der Haut
diesjährig	0 - 12 Monate alte Tiere
Dystelektase	inkomplette Belüftung einzelner oder mehrerer Lungenabschnitte
eitrig	syn. purulent; Entzündungsform gekennzeichnet durch einen hohen Anteil an Zelltrümmern und neutrophilen Granulozyten
Ektoparasitose	Parasitose des Körperoberfläche
Emphysem	pathologisch erhöhtes Vorkommen von Luft oder Gas im Gewebe
Endokarditis	Entzündung der Herzinnenhaut
Endometritis	Entzündung der Gebärmutterschleimhaut
Endoparasitose	Parasitose innerhalb des Wirtes
Endophlebitis	Entzündung der Innenhaut eines venösen Gefäßes
Endophthalmitis	Entzündung des Augeninneren
Enteritis	Entzündung des Darms im weitesten Sinne
Enterotoxämie	Intoxikation durch gastrointestinale Bakterien
Erosion, erosiv	epithelialer Hautdefekt oberhalb der Basallamina
Euthanasie	induzierte Tötung eines Tieres durch einen Sachverständigen
Exkorationen	oberflächliche epidermale Hautdefekt

fakultativ pathogen	krankheitsverursachend bei geschwächtem Wirt
Fäulnis	mikrobielle Zersetzung durch anaerobe Bakterien
Fe	Eisen
Fibrose	pathologische Vermehrung von Bindegewebszellen und Kollagenfasern
FSV	Flotations-/Sedimentationsverfahren
Gastritis	Entzündung des Magens
Genese	Entstehung, Ursache
Gingivitis	Entzündung des Zahnfleisches
Gliose	erhöhte Anzahl von Gliazellen
Glossitis	Entzündung der Zunge
Glukosurie	unphysiologisch hohe Ausscheidung von Glukose mit dem Urin
granulomatös	Entzündungsform, gekennzeichnet durch das Auftreten kleiner knötchenartiger Zellansammlungen (Granulome) aus vorwiegend Makrophagen(-abkömmlingen) und Lymphozyten
Hämaskos	blutiger Erguss in der Bauchhöhle
hämatogen	durch das Blut verursacht
Hämatopoese	Blutbildung
Hämoperikard	blutiger Erguss im Herzbeutel
Hämothorax	blutiger Erguss in der Brusthöhle
HCB	Hexachlorbenzol
HCH	Hexachlorcyclohexan
Hepatitis	Entzündung der Leber
Hg	Quecksilber
horizontale Infektion	Errgerübertragung zwischen Wirten einer Generation
Hyperplasie	Vergrößerung eines Gewebes oder Organs durch Zunahme der Zellzahl
Hypoplasie	abnorme Kleinheit eines Organs aufgrund des vorzeitigen Wachstumsstillstands oder eines zu langsamen Wachstums
IFF CUX	Institut für Fische und Fischereierzeugnisse Cuxhaven
Ikterus	Gelbfärbung der Haut, Schleimhäute und innerer Organe infolge einer Hyperbilirubinämie
Infiltration	Einwanderung
intraläsional	innerhalb der pathologischen Veränderung
Involution	physiologische Degeneration von Geweben oder Organen
Inzidenz	Anzahl neu aufgetretener Krankheitsfälle innerhalb einer definierten Population in einem oder bezogen auf einen bestimmten Zeitraum.
Kachexie	Endstadium der körperlichen Auszehrung/Abmagerung
kardial	das Herz betreffend
Katarakt	Linsentrübung
Kegelrobben	lat. <i>Halichoerus grypus</i>
Keratitis	Entzündung der Hornhaut des Auges
Keratopathie	Pathologische Veränderung der Hornhaut des Auges
Konjunktivitis	Entzündung der Bindehaut des Auges

LAVES	Niedersächsische Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
Lazeration	Zerreißung von Organen und Geweben
Leptomeningitis	Entzündung der weichen Hirnhäute
Lumen	Hohlraum eines Hohlorgans
LVI BS/H	Lebensmittel- und Veterinärinstitut Braunschweig/Hannover
LVI OL	Lebensmittel- und Veterinärinstitut Oldenburg
lymphogen	durch die Lymphe verursacht
lympho-histiozytr	Entzündungsform gekennzeichnet durch einen hohen Anteil an Lymphozyten und Makrophagen (Histiozyten)
lympho-plasmazellulär	Entzündungsform gekennzeichnet durch einen hohen Anteil an Lymphozyten und Plasmazellen mit dem bloßen Auge sichtbar
makroskopisch	Gewebsauflsung
Mazeration	Tiere älter als 24 Monate
mehrfhrig	mit Hilfe eines Mikroskops sichtbar
mikroskopisch	Entzündung des Muskelgewebes
Myositis	nicht dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle
ndl-PCB	Entzündungsform, gekennzeichnet durch den lokalen Gewebstod (Nekrose)
nekrotisierend	Systematischer Stamm der Fadenwürmer
Nematoda	krankheitsverursachend bei gesundem Wirt
obligat pathogen	Verschluss des Lumens eines Hohlorgans durch eine Blockade von innen
Obturation	Entzündung der Speiseröhre
Ösophagitis	Weibchen legt embryonierte Eier, aus denen unmittelbar nach Ablage oder nach kurzer Entwicklung Larven schlüpfen
ovovivipar	Pathologische Veränderungen (Erkrankungen) durch Parasiten
Parasitose	Krankheitsverursachender Einfluss, auch Krankheitserreger
Pathogen	Blei
Pb	Entzündung des umliegenden Gewebes arterieller Gefäße
Periarteriitis	Entzündung des Gelenk umliegenden Gewebes
Periarthritis	Entzündung des Rachens
Pharyngitis	diffuse eitrige Entzündung im interstitiellen Raum des Bindegewebes
Phlegmone	Schwund des Augapfels
Phthisis bulbi	Ablagerung von Pigmenten innerhalb des Leberparenchyms
Pigmenthepatose	Entzündung des Brustfells
Pleuritis	Entzündung der Lunge
Pneumonie	veraltete Bezeichnung für das Reich der eukaryotischen Einzeller
Protozoa	die Lunge betreffend
pulmonal	bakterielle Entzündung der Haut
Pyodermie	lat. <i>Phocoena phocoena</i>
Schweinswal	Selen
Se	lat. <i>Phoca vitulina</i>
Seehund	

Serotyp	Untergruppen von Mikroorganismen, die sich in ihren antigenen Eigenschaften unterscheiden
Sialadenitis	Entzündung der Speicheldrüse
Skleritis	Entzündung der Lederhaut des Auges
Splenitis	Entzündung der Milz
Stomatitis	Entzündung der Mundhöhle
Thrombose	lokalisierte, intravasale Blutgerinnung, die zur Bildung eines Blutgerinnsels (Thrombus) führt
Tracheitis	Entzündung der Luftröhre
Trauma	physische Schädigung eines Organismus durch ein von außen einwirkendes Objekt
Trematoda	Systematische Klasse der Saugwürmer
tributäres Gebiet	Gewebeareal, dessen Lymphe einen bestimmten, regionären Lymphknoten durchfließt.
Ulzeration, ulzerativ	epidermaler Hautdefekt, der unter bis unter die Basallamina reicht
Vaginitis	Entzündung der Scheide
Vaskulitis	Entzündung eines Blutgefäßes
vertikale Infektion	Erregerübertragung vom Muttertier auf die Nachkommen
Verwesung	mikrobielle Zersetzung durch aerobe Bakterien
Volvulus jejunalis	Verdrehung des Jejunums des Dünndarms
vorjährig	13- 24 Monate alte Tiere
Zn	Zink
Zoonose	Erkrankung, die von Tieren auf den Menschen und umgekehrt vom Menschen auf Tiere übertragbar sind

11 Anhang

Tabelle 25: Übersicht aller relevanten pathologischen Befunde von untersuchten Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im Zeitraum von 2020 bis 2023

Organsystem	Organ/Gewebe	Pathologische Diagnose	Entzündungscharakter	Anzahl gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben
Tierkörper	Haut	Ektoparasitose		1	1		
	Unterhaut	Petechien		1	1		
		Exsikkose		2	2		
	Allgemein	Ikterus		3	3		
	Innere Organe	Zusammenhangstrennung		2	2		
Körperdecke, Kopf/Hals	Körperdecke	Zusammenhangstrennung		21	15	5	1
		Einblutung		6	5		1
	Haut	Exkoration, makroskopisch		2	2		
		Ulzeration, makroskopisch		2	2		
		Entzündung		9	9		
		Dermatitis	erosiv-ulzerativ	1	1		
			ulzerativ	6	6		
			eitrig-ulzerativ	1	1		
			eitrig-nekrotisierend	4	4		
			krustös	1	1		
	Unterhaut	Abszess		1	1		
	Weichteilgewebe	Phlegmone		4	4		
Körperdecke, Rumpf	Körperdecke	Zusammenhangstrennung		6	3	2	1
	Körperdecke	Einblutung		2	1		1
	Haut	Exkoration, makroskopisch		8	8		
		Ulzeration, makroskopisch		3	3		
		Entzündung		8	7	1	
		Dermatitis	ulzerativ	5	5		
			eitrig-ulzerativ	3	2	1	
			eitrig-nekrotisierend	1	1		
			nekrotisierend	1	1		
		Abszess		1	1		
	Unterhaut	Emphysem		5	4		1
		Pannikulitis	abszedierend	1	1		
			purulent	1	1		
	Weichteilgewebe	Phlegmone		1	1		
	Nabel	Eventratio simplex/Hernia umbilicalis		1	1		
		Entzündung		2	2		
		Omphalitis	ulzerativ	1	1		
			eitrig-nekrotisierend	1	1		
			abszedierend	1	1		

Organsystem	Organ/Gewebe	Pathologische Diagnose	Entzündungscharakter	Anzahl gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben
Körperdecke, Gliedmaßen	Körperdecke	Omphalophlebitis	fibrinopurulent	1	1		
		Zusammenhangstrennung		23	19	2	2
		Einblutung		1	1		
		Abszess		3	3		
	Haut	Exkoration, makroskopisch		3	3		
		Ulzeration, makroskopisch		8	8		
		Entzündung		10	9		1
		Dermatitis	ulzerativ	7	6		1
			eitrig-ulzerativ	2	2		
			eitrig-nekrotisierend	5	4		1
			eitrig-krustös	1	1		
	Unterhaut	Pannikulitis	purulent	1	1		
	Weichteilgewebe	Phlegmone		16	15		1
Bewegungsapparat	Muskulatur, undefiniert	hyalinschollige		1	1		
		Skelettmuskelfaserdegeneration					
		Skelettmuskelfaserdegeneration mit Mineralisation		1	1		
	Muskulatur, Kopf/Hals	Entzündung		1	1		
		Myositis	eitrig	1	1		
	Muskulatur, Rumpf	Einblutungen		1	1		
		Entzündung		1	1		
		Myositis	eitrig	1	1		
			abszedierend	1	1		
	Muskulatur, Gliedmaßen	Einblutungen		1	1		
		Entzündung		7	6		1
		Myositis	eitrig	5	5		
			eitrig-nekrotisierend	1	1		
			nekrotisierend	1			1
			abszedierend	2	2		
			pyogranulomatös	1			1
	Gelenke, Gliedmaßen	Entzündung		11	11		
		Arthritis/Periarthritis	fibrinopurulent	2	2		
			eitrig	6	6		
			eitrig-nekrotisierend	1	1		
			abszedierend	2	2		
			undefiniert	1	1		
	Kralle, Gliedmaßen	Luxation		1			1
	Knochen, Kopf	Fraktur		8	7	1	
	Knochen, Hals	Fraktur		2	2		
	Knochen, Rumpf	Fraktur		5	5		
	Knochen, Gliedmaßen	Fraktur		2	1		1

Organsystem	Organ/Gewebe	Pathologische Diagnose	Entzündungscharakter	Anzahl gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben
Zentrales Nervensystem	Gehirn	Einblutungen		4	2	2	
		Lazeration		1	1		
		Vakuolisierung des Neuropils		1	1		
		Astrogliose/Gliose		2	2		
		Zerebrokortikale Nekrose		1	1		
		Lymphozytäre Infiltration, perivaskulär		1	1		
		Lympho-histiozytäre Infiltration, perivaskulär		2	2		
		Leptomeningitis	lympho-plasmazellulär purulent	1 1	1 1		
	Rückenmark zervikal	Einblutungen, meningeal		1	1		
	Rückenmark thorakal	Einblutungen, meningeal		1	1		
	Rückenmark lumbal	Einblutungen, meningeal		1	1		
	Rückenmark	Lympho-histiozytäre Infiltration, perivaskulär		1	1		
		Vakuolisierung des Neuropils		1	1		
		Chromatolyse		1	1		
		Gliose		1	1		
Sinnesorgane	Auge	Exophthalmus, einseitig		2	2		
		Enukleation, einseitig		1	1		
		Entzündung		5	5		
		Konjunktivitis, einseitig	fibrinopurulent	1	1		
			lympho-plasmazellulär	1	1		
			purulent	2	2		
		Keratitis, einseitig	ulzerativ	1	1		
		Skleritis, einseitig	fibrinopurulent	1	1		
		Endophthalmitis, einseitig	purulent	2	2		
		Korneatrübung, einseitig		1	1		
		Korneatrübung, beidseitig		1	1		
		Zusammenhangstrennung Kornea		2	2		
		Katarakt, einseitig		2	2		
		Katarakt, beidseitig		2	2		
		Retinadysplasie, beidseitig		1			1
		Phthisis bulbi, einseitig		2	2		
		Einblutung, periorbital		1	1		
		Epidermitis, periorbital	purulent	1	1		
		Azotämie (AKW-Harnstoff erhöht)		2	1		1
	Ohr (Bulla tympanica)	Endoparasitose, aurikulär		6		6	
Brusthöhle	Brusthöhleninhalt	Hämothorax		3	3		
		Pyothorax		1	1		
		freie Würmer		3	3		

Organsystem	Organ/Gewebe	Pathologische Diagnose	Entzündungscharakter	Anzahl gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben
Brusthöhle	Brustfell	Entzündung		3	2	1	
		Pleuritis	sero-fibrinös	1	1		
			purulent	1	1		
			fibrös bis fibroblastisch	1		1	
			fibroblastisch	1	1		
			gemischtzellig	1	1		
	Mediastinum	Emphysem		13	13		
Mediastinallymphknoten	Hyperplasie		14	13		1	
	Lymphadenitis	granulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	1		1		
Herz-Kreislauf	Herzbeutel	Emphysem		3	3		
		Hämoperikard		2	2		
		Perikarditis	sero-fibrinös	1	1		
	Herz	Endoparasitose, kardial		14	11	3	
		Ruptur Herzwand		1	1		
	Herz, Mitral- und Trikuspidalklappe	Thrombo-Endokarditis	fibrinopurulent	1			1
	V. cava caudalis	Thrombo-Endophlebitis	fibrinopurulent	1			1
Lymphsystem	Lymphknoten	Entzündung		13	12	1	
	Lymphknoten, generalisiert	Hyperplasie		36	35	1	
	Lymphknoten, Kopf/Hals	Hyperplasie		1	1		
	Lymphknoten, Gliedmaßen	Hyperplasie		2	2		
		Lymphadenitis	eitrig	1	1		
	Lymphknoten, undefiniert	Hyperplasie		5	5		
		Migrierende Larven		1	1		
		Lymphadenitis	eitrig	1	1		
			granulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	9	8	1	
			granulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	2	2		
	Milz	Hyperplasie	follikulär	34	31	2	1
			pulpös	16	15		1
		Splenomegalie		1	1		
		Splenitis	purulent	1	1		
	Thymus	lymphatische Depletion		1	1		
		V.a. lymphatische Depletion		7	5	1	1
	Tonsille	Wurmanschnitte		2	2		

Organsystem	Organ/Gewebe	Pathologische Diagnose	Entzündungscharakter	Anzahl gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben	
Respirationstrakt	Trachea	Entzündung		6	6			
		Tracheitis	lympho-histiozytär	1	1			
			lympho-plasmazellulär	1	1			
			katarrhalisch-eitrig	4	4			
		intramurale Wurmanschnitte		1	1			
	Lunge	Alveoläres Emphysem		16	15		1	
		Alveoläres Ödem		22	20	2		
		interstitielles Emphysem		8	7		1	
		interstitielles Ödem		1	1			
		Dystelektase		9	8		1	
		Einblutungen		2	2			
		Fibrose, peribronchiolär		1		1		
		Endoparasitose, pulmonal		65	59	6		
		Entzündung		60	56	4		
		Pneumonie	eosinophil	3	3			
			histiozytär	1	1			
			lymho-histiozytär	2	2			
			eitrig	1	1			
			fibrinös-eitrig	1	1			
			nekrotisierend	1	1			
			granulomatös	1	1			
			verminös	17	15	2		
			interstitiell	3	3			
			Bronchopneumonie	katarrhalisch-eitrig	34	34		
				eitrig-abszedierend	1	1		
	eitrig-nekrotisierend			1		1		
	granulomatös			2	2			
	verminös			20	18	2		
		thrombosierte Gefäße		8	8			
	Lungenlymphknoten	Hyperplasie		31	28	2	1	
		Entzündung		4	3	1		
		Lymphadenitis	verminös	1	1			
		Lymphadenitis	granulomatös	3	2	1		

Organsystem	Organ/Gewebe	Pathologische Diagnose	Entzündungscharakter	Anzahl gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben
Bauchhöhle	Bauchhöhleninhalt	Hämascos		10	9	1	
		sero-fibrinöser Erguss		2	1	1	
	Bauchhöhle	septische Thromben, intravaskulär		1	1		
	Bauchfell	Einblutung		1	1		
		Verwachsung der Organe		2		2	
		Entzündung		23	20	3	
		Serositis	lymphozytär	1		1	
			lympho-plasmazellulär	4	4		
			lympho-plasma-histiozytär	7	7		
			sero-fibrinös	1	1		
			fibrinös	1	1		
			fibrös	1		1	
			purulent	1	1		
			fibrino-purulent	2		2	
			pyogranulomatös (MIT intraläsionalen Wurmanschnitten)	1	1		
			granulomatös (ohne intraläsionalen Wurmanschnitten)	2	2		
			granulomatös (MIT intraläsionalen Wurmanschnitten)	6	6		
Magen-Darmtrakt	Mundhöhle	Entzündung		14	14		
		Stomatitis	erosiv	1	1		
			erosiv-ulzerativ	3	3		
			ulzerativ	6	6		
			eitrig-nekrotisierend	7	7		
			eitrig	1	1		
			ulzerativ-nekrotisierend	1	1		
		Gingivitis	erosiv-ulzerativ	1	1		
			ulzerativ	4	4		
			eitrig-nekrotisierend	5	5		
		Phlegmone, periösophageal		1	1		
	Zunge	Entzündung		14	14		
		Glossitis	erosiv	3	3		
			erosiv-ulzerativ	1	1		
			ulzerativ	10	10		
			eitrig-nekrotisierend	4	4		
	Schlund	Entzündung		1	1		
		Pharyngitis	ulzerativ	1	1		
		Pharyngitis	eitrig-nekrotisierend	1	1		
	Speicheldrüse	Entzündung		1	1		
		Sialadenitis	eitrig	1	1		
			abszedierend	1	1		

Organsystem	Organ/Gewebe	Pathologische Diagnose	Entzündungscharakter	Anzahl gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben
Magen-Darmtrakt	Speiseröhre	Schleimhauterosion		1	1		
		Entzündung		2	2		
		Ösophagitis	erosiv-ulzerativ	1	1		
		Ösophagitis	lympho-plasmazellulär	1	1		
	Magen	intramurale Wurmanschnitte		6	6		
		nicht-organische Fremdkörper (Plastik etc.)		1	1		
		Würmer makroskopisch		32	31	1	
		Endoparasitose, Würmer makroskopisch		37	32	4	1
		Endoparasitose, Würmer mikroskopisch (intramukosal)		1	1		
		Endoparasitose, Würmer mikroskopisch (intramural)		1	1		
		Blutextravasation		1		1	
		Petchien/Eckchymosen		2	2		
		Schleimhautproliferation		1	1		
		Schleimhauterosionen		1	1		
		Entzündung		13	12	1	
		Gastritis	ulzerativ	2	1	1	
			perforierendes Ulkus	1	1		
		Gastritis, intramural	nekrotisierend	1	1		
			pyogranulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	1	1		
			pyogranulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	4	3	1	
			granulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	1	1		
			granulomatös (MIT intraläsionalen Wurmanschnitten)	6	6		
			granulomatös (MIT intraläsionalen Wurmanschnitten)	1	1		
			granulomatös (MIT intraläsionalen Wurmanschnitten)	1	1		
		Vaskulitis/Perivaskulitis, intramural	gemischtzellig	1	1		
			granulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	1	1		
			granulomatös (MIT intraläsionalen Wurmanschnitten)	1	1		

Organsystem	Organ/Gewebe	Pathologische Diagnose	Entzündungscharakter	Anzahl gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben
Magen-Darmtrakt	Darm	Diarrhoe		1	1		
		Würmer makroskopisch		3	3		
		Endoparasitose		43	41		2
		Entzündung		18	15	2	1
	Dünndarm	Würmer makroskopisch		2	2		
		Endoparasitose		31	29		2
		Endoparasitose, Würmer mikroskopisch		19	19		
		Endoparasitose, Cestoda makroskopisch		2	2		
		Endoparasitose, Kratzer		10	8		2
		Endoparasitose, Kokkizidien		3	3		
		Entzündung		15	14		1
		Enteritis	lympho-hystiozytär	1	1		
			katarrhalisch	2	2		
			fibrinös	1	1		
			nekrotisierend	2	2		
		Enteritis, intramural	granulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	2	2		
			granulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	1	1		
		Vaskulitis/Perivaskulitis, intramural	pyogranulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	1	1		
			granulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	5	4		1
			granulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	3	3		
		Volvulus jejunalis		1	1		
		Hämorrhagische Infarzierung		2	2		
		Thrombosierte Gefäße		1	1		

Organsystem	Organ/Gewebe	Pathologische Diagnose	Entzündungscharakter	Anzahl gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben
Magen-Darmtrakt	Dickdarm	Würmer makroskopisch		2	2		
		Endoparasitose		33	31		2
		Endoparasitose, Würmer mikroskopisch		24	24		
		Endoparasitose, Cestoda makroskopisch		1	1		
		Endoparasitose, Trematoda makroskopisch		1	1		
		Endoparasitose, Kratzer		6	4		2
		Endoparasitose, Kokkizidien		2	2		
		Entzündung		14	12	2	
		Enteritis, intramural	lymphozytär	1		1	
			lympho-histiozytär	1		1	
		Enteritis	katarrhalisch	2	2		
			fibrinös	1	1		
			nekrotisierend	2	2		
		Enteritis, intramural	granulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	3	3		
			granulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	3	3		
		Vaskulitis/Perivaskulitis, intramural	granulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	2	2		
			granulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	2	2		
		laminäre Mineralisationen		1	1		
	Mesenteriallymphknoten	Hyperplasie		14	11	3	
		Entzündung		34	31	2	1
		Splendore-Hoeppli-like Material, intraläsional		22	21		1
		Lymphadenitis	purulent	1	1		
			eitrig-nekrotisierend	1		1	
			pyogranulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	2	2		
			pyogranulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	3	3		
			granulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	6	6		
			granulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	21	19	1	1
		Vaskulitis/Perivaskulitis	pyogranulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	1	1		
			granulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	3	3		

Organsystem	Organ/Gewebe	Pathologische Diagnose	Entzündungscharakter	Anzahl gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben
Magen-Darmtrakt	Leber	Zusammenhangstrennung (Ruptur)		3	3		
		Entzündung		43	38	3	2
		Cholangitis	fibrosierend	2		2	
			proliferativ	1		1	
			granulomatös	1		1	
		Perihepatitis	filamentös	1	1		
			fibrös	2	1		1
		Hepatitis	serös	3	2		1
			interstitiell	1	1		
			eosinophil	1	1		
			nekrotisierend	25	21	2	2
			pyogranulomatös-nekrotisierend (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	2	2		
			granulomatös (ohne intraläsionale Wurmanschnitte)	10	10		
			granulomatös (MIT intraläsionale Wurmanschnitte)	3	3		
		Gallengangsparasitose		3	1	2	
		Pigmenthepatose		25	25		
		Hämatom		2	2		
		hepatozelluläre Vakuolisierung		7	6	1	
	Leberlymphknoten	Hyperplasie		4	4		
	Pankreas	Periarteriitis	granulomatös	2	2		
		V.a. numerische Reduktion des endokrinen Pankreas		1	1		
Urogenitaltrakt	Niere	hyaline Zylinder, intratubulär		3		2	1
		kristalline Konkreme		1	1		
		Pigmentnephrose		1	1		
		Zyste		1	1		
		Tubulitis	granulozytär	1			1
		Nephritis	interstitiell, lymphozytär	2	2		
		Fibrose, interstitiell		1			1
		Nephropathie		1			1
	Vagina	Vaginitis	purulent	4	4		
	Uterus	Hämometra		1		1	
		Endometritis	fibrino-purulent	1		1	
			purulent	6	6		
		Tragend mit mazeriertem Fetus		1		1	
	Mesovar	Mineralisationen Gefäße (Media)		1	1		

Hinweise:

1. Nicht dokumentiert wurden agonale, postmortale und euthanasieassoziierte Veränderungen sowie reine Verdachtsdiagnosen
2. Entzündungen können aus mehrere Entzündungscharakteren bestehen. In diesem Fall wurde jeder Entzündungscharakter als eigene Diagnose in einer Zeile genannt. Bei unterschiedlichen Entzündungsdiagnose kann es sich also um dasselbe Tier handeln. Folglich ergibt sich die Anzahl betroffener Tiere nicht aus der Summer der Entzündungscharaktere. Die Anzahl der an einer bestimmten Organentzündung erkrankten Tiere findet sich in diesem Fall unter der Zeile „Entzündung“

Tabelle 26: Übersicht aller Todesursachen von untersuchten Seehunden, Schweinswalen und Kegelrobben im Zeitraum von 2020 bis 2023

Organsystem	Todesursache	Beschreibung	Anzahl Gesamt	Anzahl Seehund	Anzahl Schweinswal	Anzahl Kegelrobben
Allgemein	unklare Genese		26	22	4	
	Euthanasie		80	77		3
	systemische bakterielle Infektion (Bakteriämie/Septikämie)		4	4		
	multifaktoriell uneindeutig		3	1	2	
Tierkörper	Trauma		11	8	2	1
	Körperliche Auszehrung	ohne kausalen Zusammenhang	2	2		
		im Zusammenhang mit Endoparasitose	1	1		
		im Zusammenhang mit Entzündung des Bewegungsapparates	1	1		
Sinnesorgane	aurikuläre Endoparasitose mit Verdacht auf einhergehender Orientierungslosigkeit		5		5	
Respirationstrakt	pulmonale Endoparasitose mit partieller/vollständiger Obturation der luftführenden Wege		3	3		
	Pneumonie/Bronchopneumonie		2	2		
	Kombination aus pulmonale Endoparasitose und Pneumonie/Bronchopneumonie		18	18		
Zentrales Nervensystem	Leptomeningitis		1	1		
Herz-Kreislauf-System	Ruptur Herz mit massivem Blutverlust		1	1		
Magen-Darmtrakt	Perforation Magenulkus mit komplikativer Serositis		1	1		
	Volvulus jejunalis		1	1		
	Leberruptur mit massivem Blutverlust		2	2		

Monitoring mariner Säuger

☐ Seehund ☐ Kegelrobbe ☐ Schweinswal ☐ Stationstier (X = obligat; >2 Tage Stationsaufenthalt)	Seziert am:	☐ Metadaten Signum	Tagebuchnummer FB 11
	Seziert von:	☐ Fotos ☐ Scan Signum	

Kennzeichnung	☐ Maulhöhle/Gelenke kontrolliert	☐ gekühlt ☐ gefroren
Gewicht	☐ Thymus vorhanden	
Alter		Erhaltungszustand:
Geschlecht	☐ männlich ☐ weiblich	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
Canini; Maße: _____ mm		

Totallänge (TL)	cm	
Standardlänge (SL)	cm	
Reduzierte Länge (RL)	cm	
Achselfumfang (AU)	cm	
Speckdicke Brust (in mm)	mm	
Speckdicke Nacken (in mm)	mm	

Organe	Gewicht Mikrobiologie-Probe (in g)	Gewicht Organ-Probe (in g)	Gewicht Organ insgesamt (in g)
Milz			
Leber			
Herz			
Gehirn			

X = Stationstier (obligat: >2 Tage Stationsaufenthalt)			
Probennahme Histologie		Probennahme Bakteriologie LVI Hannover	
Zunge	☐ Nebenniere	☐ Milz	☐ Herz
Tonsillen	☒ Ileum	☒ Leber	☒ Lunge
Trachea	☐ Caecum	☒ Niere	☐ ZNS
Thymus	☒ Mesent.-Ln.	☐ Gonaden	☐ Alteration
Ösophagus	☐ Harnblase	☐ Dünndarm	☐ Tupfer
Schilddrüse	☐ Gonaden	☐ Kot (Parasiten)	☐ FB 12 (LVI-OL)
Lunge SL + HL	☒ Uterus	Probennahme Virologie (LVI-Hannover)	
Lu.-Ln.	☒ Milchdrüse	☐ ZNS	
Herz	☒ Muskulatur	Lunge ☐ Tons. ☐ Leber ☐ Niere ☐ Milz ☐	
Leber	☒ Haut	Probennahme PCR (LVI-Hannover)	
Duod. + Pankr.	☐ ZNS	☒ Lunge ☐ ZNS ☐ Milz ☐ Leber ☐ Ln (Morbillivirus)	☒
Magen	☐ Rückenmark	☐ Niere (Leptospirose)	☐
Milz	☒ Sternmark	Probennahme PCR (LVI-OL)	
Niere	☒ Alteration	Tupfer Rachen, Trachea, Lunge (Influenza)	☒
Elementaranalytik (LVI-Oldenburg)		Toxikologie (IFF Cuxhaven)	
Leber ☐ Muskulatur ☐ Niere ☐ asserviert ☐		Fett ☐ asserviert ☐	

Probennahme Parasitologie FB 12 (LVI-OL)		Asservierung bei -80 °C	
Organ	Parasitenbefall (+ / ++ / +++)	in NaCl → FB 12	Altersbestimmung > 1Jahr
Herz			Genetik
Lunge			Blutprobe
Magen			Sonstiges
Darm			

Bemerkungen
Haut
Unterhaut
Augen
Nase
Mundhöhle
Hals/Thymus
Lymphknoten
Knochen/Gelenke
Muskulatur
Brusthöhle
Herz
Lunge
Bauchhöhle
Milz
Leber
Nieren
Pankreas
Magen
Dünndarm
Dickdarm
Blase
Geschl.-Org.
ZNS, RM

Combur 9 Test ☐ Harn ☐ Sonstiges					
1 Leukozyten	☐ negativ	☐ 10-25 Leu/µl	☐ 75 Leu/µl		
2 Nitrit	☐ negativ	☐ positiv			
3 pH-Wert	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
4 Protein	☐ negativ	☐ 30 mg/dl	☐ 100 mg/dl	☐ 500 mg/dl	
5 Glukose	☐ normal	☐ 50 mg/dl	☐ 100 mg/dl	☐ 300 mg/dl	☐ 1000 mg/dl
6 Ketonkörper	☐ negativ	☐ 10 mmol/l	☐ 50 mmol/l	☐ 150 mmol/l	
7 Urobilinogen	☐ normal	☐ 1 mg/dl	☐ 4 mg/dl	☐ 8 mg/dl	☐ 12 mg/dl
8 Bilirubin	☐ negativ	☐ 1+	☐ 2+	☐ 3+	

Zuschnitt histologischer Proben

Datum/Signum

Abbildung 40: Sektionsprotokoll für marine Säuger des FB 11 Pathologie, Histologie des LVI Oldenburg

Bewertung von Tot-Funden von Meeressäugern

Bei Funden toter Meeressäuger ist die Seehundstation Norddeich zu informieren **Tel.: 04931-973330**. Der Daten-Erhebungsbogen kann unter www.seehundstation-norddeich.de heruntergeladen werden.

Bereits erfasste Kadaver sind farblich am Kopf/Nacken markiert.

Besonderheiten wie Flossenmarker oder Markierungen unbedingt vermerken!

Die Altersansprache erfolgt in den Kategorien: diesjährig/ mehrjährig/ unbekannt

Artbestimmung

Seehund

Kegelrobbe



Seehund = gezackt
Kegelrobbe = kegelig



Geschlechts-Bestimmung

Seehund/ Kegelrobbe



After



Vagina

After

Schweinswal

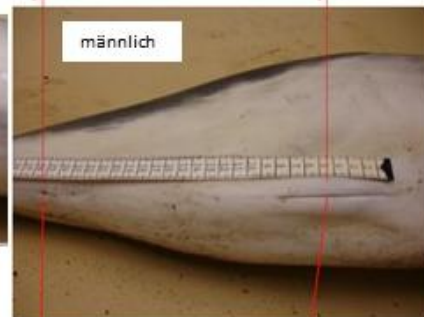


Bauchnabel

Geschlechtsöffnung mit Säugeschlitz

Säugeschlitz

After

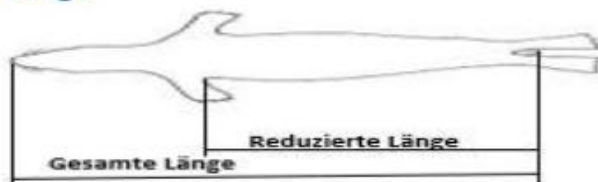


großer Abstand zwischen After und Geschlechtsöffnung

After

Geschlechtsöffnung

Länge



Bei Seehunden/Kegelrobben unbedingt angeben, auf welche Weise die Länge gemessen wurde.

Bei Schweinswalen ist die Gesamtlänge bis zur Gabelung der Schwanzflosse zu messen.

Erhaltungszustand

Der Erhaltungszustand ist anhand der Tabelle und der Fotos einzuschätzen. Nicht alle genannten Eigenschaften eines Erhaltungszustand müssen auf einen Kadaver zutreffen. „frisch tot“ und „in Verwesung“ befindliche Kadaver eignen sich für eine Pathologischeuntersuchung.

frisch tot	frisch tot, als ob gerade verstorben, keine sichtbaren Blähungen, kein Verwesungsgeruch
-------------------	--



in Verwesung	geringe Blutungen (verfärbungen), Haut pellt sich ab, Verwesungsgeruch, Körperhöhle kann offen sein
---------------------	--



stark verwest	beginnende Trocknung der Weichteile, Überreste stark verfärbt/verkäst, Teile des Schädels sichtbar (an Augenhöhlen/Gebiss), starker Geruch
----------------------	---



skelettiert	weit fortgeschrittene Verwesung, trockene Haut, Skeletteile sichtbar, ggf. Knochen ausgebleicht
--------------------	--



Abbildung 41: Merkblatt für die Bewertung von Totfunden (Bildquelle LAVES oder Seehundstation Norddeich)