Leitlinie zur Impfung von Fischen

Ständige Impfkommission Veterinärmedizin (StIKo Vet)

Leitlinie zur Impfung von Fischen

Die Leitlinie wurde vom Arbeitskreis Fische der StIKo Vet erarbeitet.
Dem Arbeitskreis gehören an:

Prof. Dr. D. Steinhagen; TiHo Hannover
Dr. S. Bornstein; TGD Baden-Württemberg
Dr. G. Bräuer; TGD Sachsen
PD Dr. U. Fischer; FLI
Prof. Dr. U. Truyen; Universität Leipzig

Vorwort

Seit ihrer Konstituierung am Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) im Jahr 2015 hat die StIKo Vet Leitlinien zur Impfung von Kleintieren, Pferden, Rindern und kleinen Wiederkäuern sowie Schweinen veröffentlicht. Hiermit legt die StIKo Vet erstmals eine Leitlinie zur Impfung von Fischen vor. Fische sind eine phylogenetisch sehr heterogene Gruppe von Wirbeltieren, die ihrerseits in eine sehr große Anzahl unterschiedlicher Spezies unterteilt ist. Von den mehreren Tausend Fischarten, werden zahlreiche Arten auch als Zierfische in Aquarien und sonstigen geschlossenen Einrichtungen gehalten. Diese Leitlinie trifft keine Aussagen zu Wild- und Zierfischen, sondern konzentriert sich auf Fische, die in Deutschland in Aquakultur aufgezogen werden. Wirtschaftliche Bedeutung haben in Deutschland nur wenige Fischarten. Es dominieren Salmoniden (Forellen, Saiblinge, Felchen) und Karpfen. Zur Anwendung bei Fischen sind in Deutschland und in der Europäischen Union nur sehr wenige Impfstoffe zugelassen. Soweit es zugelassene Impfstoffe gibt, wurden diese in den Fachinformationen für die jeweilige Infektionskrankheit aufgelistet. Sofern keine Impfstoffe zugelassen sind, ist es möglich und ggf. erforderlich bestandsspezifische Impfstoffe einzusetzen. Diese spielen bei Fischen anteilsmäßig eine besonders große Rolle. Aufgrund der aquatischen Lebensweise gibt es im Vergleich zu anderen Tierarten erhebliche Unterschiede bei der Impfung von Fischen. Deshalb wurden auch grundsätzliche Überlegungen zu Impftechniken, Impfzeitpunkt (Wassertemperatur, Gewicht) und zur Immunologie von Fischen in diese Leitlinie aufgenommen und zusammenfassend dargestellt. Den Kollegen und Kolleginnen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Leitlinie mitgewirkt haben, sei an dieser Stelle sehr herzlich für ihre Mitarbeit gedankt.

Für die Ständige Impfkommission Veterinärmedizin am FLI

Prof. Dr. U. Truyen, Vorsitzender

Für den Arbeitskreis Fische der StIKo Vet

Prof. Dr. D. Steinhagen, Vorsitzender

Inhalt

Vorwort **4**
Präambel **6**
A. Impfempfehlungen **8**
A. 1 Forellen 8
A. 2 Karpfen 13
A. 3 Aal 14
A. 4 Europäischer Wels 15
A. 5 Gesetzlich reglementierte Impfungen 16
B. Fachinformationen Teil I **17**
Impftechniken bei Fischen 17
Hygienemaßnahmen 18
Grundaspekte der Fischimmunologie unter besonderer Berücksichtigung der Impfung 19
C. Fachinformationen Teil II **21**
C. 1 Ichthyiophtiriose 22
C. 2 Infektiöse Hämatopoetische Nekrose (IHN) 23
C. 3 Infektiöse Pankreasnekrose (IPN) 24
C. 4 Flavobakteriose 27
C. 5 Furunkulose 28
C. 6 Pankreaserkrankung der Lachse 30
C. 7 Rotmaulseuche 32
C. 8 Vibriose 33
C. 9 Virale Hämorrhagische Septikämie (VHS) 36
D. Fachinformationen Teil III **39**
D. 1 Edwardsiellose der Welse 40
D. 2 Erythrodermatitis der Karpfen 41
D. 3 Infektionen mit dem Aal-Herpesvirus 43
D. 4 Infektionen mit dem Carp Edemavirus 44
D. 5 Koi Herpesvirus-Infektion der Karpfen (KHV-I) 45
E. Glossar **47**

Präambel

Die Impfung ist eine der wichtigsten Maßnahmen zur Verhinderung von Infektionskrankheiten und deren Verbreitung sowie zum Schutz der Tiere.

1. Bestandsimpfungen sind anzustreben, um nach Möglichkeit Infektionsketten zu unterbrechen.

2. Die regelmäßige Gesundheitsberatung und das Impfgespräch sind essentiell für die Erarbeitung eines bestandsorientierten Impfprogramms. Vor jeder Impfung ist die Impffähigkeit des Bestandes durch eine Inaugenscheinnahme und ggf. klinische Untersuchung festzustellen.

3. Eine vollständige Grundimmunisierung ist Voraussetzung für einen optimalen Schutz auf Einzeltier- sowie auf Bestandsebene.

Die Notwendigkeit von Impfungen ist unbestritten. Impfungen tragen dazu bei, die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere zu erhalten und zu fördern. Sie dienen dem Schutz des Einzeltieres und bei einer ausreichenden Impfabdeckung dem Schutz des gesamten Bestandes.

Die Leitlinie zur Impfung von Fischen ist nicht starr und nicht rechtsverbindlich, vielmehr stellt sie eine Entscheidungshilfe für den anwendenden Tierarzt dar. Sie wird in regelmäßigen Abständen überprüft und gegebenenfalls ergänzt oder geändert. Neben den Impfleitlinien werden von der Ständigen Impfkommission Veterinärmedizin (StIKo Vet) auch wissenschaftliche Stellungnahmen zur Impfung von Tieren auf der Homepage der StIKo Vet veröffentlicht. Diese Stellungnahmen nehmen Bezug zu aktuellen Themen und liefern teilweise über die Leitlinien hinausreichende Hintergrundinformationen. Die Informationen zu den verfügbaren Impfstoffen wurden der Homepage des Paul-Ehrlich-Institutes (PEI) bzw. der Europäischen Arzneimittelagentur (EMA) entnommen. Sie geben den Stand zum Zeitpunkt des Erscheinens der Leitlinien wieder. Änderungen oder aktuelle Warnhinweise sind der jeweiligen Packungsbeilage/Gebrauchsinformation zu entnehmen. Gemäß Tiergesndheitsgesetz bedürfen Impfstoffe in Deutschland einer Zulassung durch das Paul-Ehrlich-Institut (PEI) oder durch einen vergleichbaren europäischen Rechtsakt. Davon ausgenommen sind sogenannte bestandsspezifische Impfstoffe, d.h. Inaktivatimpfstoffe, die unter Verwendung von in einem bestimmten Bestand isolierten Erregern hergestellt worden sind und nur in diesem Bestand angewendet werden. Voraussetzung ist, dass kein zugelassener Tierimpfstoff für die jeweilige Indikation zur Verfügung steht. Aktuelle Informationen über die derzeit in Deutschland zugelassenen Impfstoffe können der Internetseite des PEI entnommen werden. Im Rahmen der Zulassung werden die Qualität, die Wirksamkeit sowie die Verträglichkeit und Sicherheit der Impfstoffe geprüft. Dennoch lassen sich unerwünschte Tierarzneimittelwirkungen nicht ganz ausschließen. Daher ist es seitens der Anwender notwendig, das Vorkommen unerwünschter Wirkungen zu dokumentieren und die zuständige Institution darüber zu informieren. Die Überwachung, Registrierung und Kommunikation hinsichtlich Nebenwirkungen geschieht zentral durch das PEI. Ein Meldeformular für unerwünschte Wirkungen steht auf der Internetseite des PEI zum Abruf bereit. Für Fische stehen nur wenige, in Deutschland regulär zugelassene Impfstoffe zur Verfügung. Entsprechend hat die Anwendung von im europäischen Ausland zugelassenen oder bestandsspezifisch hergestellten Impfstoffen große Bedeutung.

Die Gebrauchsinformation ist Teil der Zulassung eines Impfstoffes. Grundsätzlich sind die dort enthaltenen Informationen zu beachten. Die von der StIKo Vet erarbeiteten Empfehlungen gehen in Einzelfällen über diese Anwendungsempfehlung hinaus. Sie basieren auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen oder stellen – wenn die Datenlage eine abschließende Bewertung nicht zulässt – den Konsens des Expertengremiums der StIKo Vet dar. Gegebenenfalls von den Herstellerangaben abweichende Empfehlungen sollen auch dazu beitragen, die Impfstoffhersteller zu einer Ergänzung ihrer Produktpalette zu motivieren, die den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen entspricht. Über die Verbindlichkeit derartiger Anwendungsempfehlungen gibt es unterschiedliche Rechtsauffassungen. Im Zweifelsfall ist davon auszugehen, dass ein Abweichen von der Gebrauchsinformation zu einem Erlöschen der Herstellergewährleistung führt und das Behandlungsrisiko auf den behandelnden Tierarzt übergeht.

Fachinformationen zu den einzelnen Erregern nebst Übersichtstabellen zu den in Deutschland zugelassenen Impfstoffen finden sich nach Erkrankung, bzw. Symptomkomplex sortiert im zweiten Teil der Impfleitlinie. Für jede Nutzungsrichtung sollen Farbampeln angelehnt an das Konzept der Core- und Non-Core-Vakzinierung einen schnellen Eindruck darüber vermitteln, ob bzw. für welche Bestandssituation die Impfung empfohlen wird (grüne Punkte), oder grundsätzlich verboten und nur nach behördlicher Anordnung möglich sind (rot). Sie treffen keine Aussage zur Qualität der Impfstoffe.

Farbcode	Interpretation
●●●	In der jeweiligen Altersgruppe oder Nutzungsrichtung sollte jedes Tier gegen diese Erkrankung geschützt sein.
●●○	Eine Impfung ist empfohlen, wenn der Erreger in der Region oder im Bestand enzootisch ist.
●○○	Eine Impfung kann im Einzelfall sinnvoll sein.
○○○	Eine Impfung ist für die entsprechende Nutzungsrichtung nicht relevant oder steht derzeit nicht zur Verfügung.
●●●	Die Impfung ist grundsätzlich verboten und allenfalls im Rahmen eines von der EU-Kommission genehmigten Tilgungsprogrammes möglich.

A. Impfempfehlungen

Impfungen stellen eine wesentliche Maßnahme zur Prophylaxe und Bekämpfung von Infektionskrankheiten und Tierseuchen dar. Eine Impfempfehlung muss sich immer am Infektions-/ Gesundheitsstatus der Fische eines einzelnen Bestandes bzw. der Region und damit an der jeweiligen Risikoeinschätzung orientieren. Die daraus folgende Impfentscheidung hängt letztlich auch von ökonomischen Überlegungen ab und kann in zwei unmittelbar benachbarten Betrieben vollkommen unterschiedlich sein. Die Auswahl der Impfstoffe und die Dauer der Impfung orientieren sich an den auftretenden Erkrankungen im Bestand bzw. in den einzelnen Haltungsbereichen. In Deutschland sind für Fische nur wenige Impfstoffe zugelassen. Deshalb sind Fischzüchter in vielen Fällen auf den Einsatz von bestandsspezifischen Vakzinen bei der Immunprophylaxe von Fischbeständen angewiesen (siehe auch: Stellungnahme zu bestandsspezifischen Impfstoffen). Zum Einsatz kommen Impfstoffe in erster Linie in Beständen von Regenbogen- und Bachforellen, aber auch bei anderen Salmoniden, wie Saiblingen und Felchen sowie darüber hinaus bei Karpfen und Aalen. Es werden überwiegend Jungtiere geimpft, um die Fische in der folgenden Mastperiode vor Infektionen zu schützen. Eine Impfung wird bei Salmoniden ab einem Körpergewicht von ca. 4 g vorgenommen, weil davon ausgegangen wird, dass die Fische ab diesem Körpergewicht eine belastbare Immunität aufbauen können. Die Entwicklung des Impfschutzes ist temperaturabhängig und kann je nach eingesetztem Impfstoff erst nach mindestens 150 bis zu 500 Tagesgraden (Wassertemperatur x Anzahl Tage) erreicht sein. Die Dauer und Belastbarkeit des Impfschutzes kann sehr stark variieren und beträgt je nach Vakzine oft 4 bis 6 Monate. Es obliegt dem Tierarzt zusammen mit dem Fischzüchter, ein bestandbezogenes Impfregime im Zusammenhang mit einer guten Hygienepraxis festzulegen. Zur Vorbereitung von Impflingen empfiehlt es sich, auf eine adäquate Fütterung und ausreichende Vitaminversorgung der Impflinge zu achten. Auch Kochsalzbäder (0,5-1,0 %) für 10 bis 30 min können zur Steigerung der Immunabwehr und des Impferfolges beitragen.

A. 1 Forellen

Impf-Ampel Forelle

Flavobakteriose	●○○	**Pankreaserkrankung der Lachse**	●○○
Furunkulose	●●○	**Rotmaulseuche**	●●○
Ichthyophthiriose	○○○	**Vibriose**	●○○
Infektiöse Hämatopoetische Nekrose	●●●	**Virale Hämorrhagische Septikämie**	●●●
Infektiöse Pankreasnekrose	●○○		

Flavobakteriose

Infektionen mit Gram-negativen Flavobakterien, die Flavobakteriosen, stellen weltweit und auch in Deutschland in Salmonidenhaltungen, insbesondere bei der Regenbogenforelle, in Form von verschiedenen Krankheitsbildern ein großes Problem dar. *Flavobacterium psychrophilum* ruft bei Brütlingen das sogenannte Rainbow Trout Fry Syndrom (RTFS) hervor, welches durch Anorexie, Anämie, Milz-/bzw. Nierenschwellungen und teils hohe Mortalität gekennzeichnet ist. Ebenfalls durch *F. psychrophilum* versursacht, kommt während niedriger Wasser-temperaturen (unter 10°C) bei Jungfischen die sog. Kaltwasserkrankheit (Bacterial Cold Water Disease, BCWD) vor. Hautläsionen, teils tief in die Muskulatur reichende Nekrosen sowie hochgradige Flossenschäden stehen hierbei im

Vordergrund, mittelfristig kommt es zu teils erheblichen Verlusten. Mischinfektionen mit *F. columnare* können bei höheren Temperaturen (20–25°C) zur Columnariskrankheit führen, die durch ulzerative Veränderungen der äußeren Epithelien einschließlich der Kiemen gekennzeichnet ist. *F. branchiophilum* führt vor allem zur Bakteriellen Kiemenkrankheit. Fast immer ist die Flavobakteriose Ausdruck ungünstiger Umwelt-/ Haltungsbedingungen oder von Stress. Eine antibiotische Therapie der Flavobakteriose ist daher meist nur erfolgreich bei gleichzeitiger Optimierung der Hygiene- und Haltungsbedingungen (u.a. Desinfektion des Zulaufwassers, Reduktion der Besatzdichte, Salzbäder und Zufüttern von Immunstimulantien). Der Integrität der äußeren Schleimhäute kommt eine wichtige Rolle bei der Besiedlung durch Flavobakterien zu. Ist diese gestört, kann es zu tiefen ulzerativen Veränderungen bis in die unteren Muskelschichten kommen, die jedoch nicht immer systemische Infektionen nach sich ziehen. Gesunde Fische können sich über Trägerfische, kontaminiertes Wasser und Sedimente bzw. Biofilme an Beckenwänden infizieren. Derzeit ist nur ein in Chile lizensierter bivalenter Impfstoff ALPHA JECT® IPNV-Flavo verfügbar. Weiterhin kommen bestandsspezifische Impfstoffe zum Einsatz, die jedoch angesichts eines noch nicht vollentwickelten Immunsystems bei Brütlingen sowie bei Temperatur- und Umweltbedingungen, unter denen eine optimale Immunabwehr nicht gewährleistet ist, von zweifelhafter Wirksamkeit sind.

Furunkulose

Erreger der Furunkulose ist das Gram-negative unbewegliche Bakterium *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*. Die Furunkulose ist eine komplexe Erkankung lachsartiger Fische, die abhängig von Alter und Kondition der Fische, der Fischspezies und den Umweltbedingungen einen unterschiedlichen Verlauf nimmt. Der Name beruht auf der Entwicklung von eitrigen Geschwüren („Furunkel“) oder beulenartigen Veränderungen in Haut und Muskulatur, die bei älteren Fischen bei subakutem oder chronischem Verlauf der Erkrankung auftreten. Infizierte Fische sind außerdem durch Dunkelfärbung, Lethargie, Appetitlosigkeit und Blutungen an den Flossenbasen gekennzeichnet. Bei juvenilen Salmoniden verläuft die Erkrankung oftmals akut, verbunden mit Septikämie, nekrotischen Läsionen in der Haut und Blutungen in inneren Organen. Akut erkrankte Fische verenden oft ohne erkennbare klinische Symptome, lediglich verbunden mit einer Dunkelverfärbung der Haut, Appetitlosigkeit und Lethargie. Zudem können subklinisch infizierte Fische das pathogene Bakterium tragen. Die Furunkulose der Salmoniden ist weltweit verbreitet und wird durch Kontakt mit infizierten Fischen oder kontaminiertem Wasser sowie Gerätschaften übertragen, wobei Transport, Handling, hohe Fischdichten und bei Lachsen der Transfer in Seewasser den Ausbruch der Erkrankung begünstigen. Neben der typischen, durch *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* verursachten Furunkulose können weitere, „atypische“ *A. salmonicida*-Isolate aus verschiedenen Subspezies Ursache systemischer und ulzerativer Erkrankungen sowohl bei Salmoniden als auch bei nicht-salmoniden Fischspezies sein. Zur Behandlung der Furunkulose werden Antibiotika eingesetzt. International sind polyvalente Impfstoffe verfügbar und in Deutschland kommen bestandsspezifische Impfstoffe zum Einsatz.

Ichthyophthiriose

Der einzellige Parasit *Ichthyophthirius multifiliis* ist der Erreger der Weißpünktchen-Krankheit bei verschiedenen Süßwasserfischen und hat in der Aquakultur und im Zierfischbereich eine große Bedeutung. Der Parasit infiziert die Haut und die Kiemen von Fischen aus allen Altersgruppen.
Die Infektion führt bei betroffenen Fischen zu Sauerstoffmangel und einer Störung des Salzhaushaltes. Ausbrüche treten vermehrt bei erhöhten Wassertemperaturen, bei Jungfischen nach dem Einsetzen in Teiche, die mit Oberflächenwasser versorgt werden, oder in Hälterungsanlagen von Fischen auf. Therapeutika zur Behandlung der Infektion sind für die Anwendung bei Lebensmittel liefernden Tieren nicht zugelassen. Um den Ausbruch von Erkrankungen zu verhindern, können Maßnahmen, wie strikte Hygiene, Verhinderung des Erreger-Eintrags durch kontaminiertes Wasser und Gerätschaften oder infizierte Fische eingesetzt werden. Trotz intensiver Forschung steht derzeit keine Vakzine zur Verfügung. Prinzipiell wird aber nach Anwendung bestandsspezifischer Impfstoffe ein gewisser Schutz beschrieben.

Infektiöse Hämatopoetische Nekrose

Die Erreger der Infektiösen Hämatopoetischen Nekrose (IHN) und der Viralen Hämorrhagischen Septikämie (VHS) sind relativ eng verwandt. In beiden Fällen handelt es sich um Rhabdoviren. Beide Erkrankungen sind gemäß Durchführungsverordnung (EU) 2018/1882 als Seuchen der Kategorie C gelistet. IHN ist in erster Linie eine Infektionskrankheit der Lachsartigen (Salmoniden), wobei in Deutschland vor allem Regenbogenforellen, insbesondere in der juvenilen Phase betroffen sind. Die Infektionen gehen einher mit Blutungen, Lethargie, Dunkelfärbung, Exophthalmus, Anämie, Aszites und Inappetenz. Der Erreger, das IHN-Virus (IHNV), wird nicht vertikal übertragen, haftet aber an Eiern und Sperma an. Die verschiedenen Virusstämme können in ihrer Virulenz variieren, was zusammen mit entwicklungsbedingten und individuellen Unterschieden in der Empfänglichkeit zu mehr oder weniger hohen Morbiditäten und Mortalitäten führen kann. Virusreservoire sind infizierte Fische aus Aquakultur und Wildgewässern. Klinische Erkrankungen treten gehäuft zwischen 8 - 15°C auf. Die Bekämpfung der IHN beruht auf der Vermeidung des Viruseintrages in Aquakulturbetriebe und der Umsetzung solider Hygienepraktiken und Kontrollrichtlinien. Bislang war die Impfung in Schutzzonen und seuchenfreien Kompartimenten gemäß Fischseuchenverordnung grundsätzlich verboten. Nach Inkrafttreten der Verordnung (EU) 2016/429 ist die Impfung gegen Seuchen der Kategorie C nicht mehr grundsätzlich verboten. Die zuständige Behörde kann Impfungen von Wassertieren, ggf. auch wild lebenden Wassertieren, damit im Rahmen von durch die EU genehmigten Tilgungsprogrammen als eine Bekämpfungsmaßnahme aufnehmen (Art. 54 der Delegierten Verordnung (EU) 2020/689). Derzeit stehen allerdings europaweit keine zugelassenen Impfstoffe gegen die IHN zur Verfügung.

Infektiöse Pankreasnekrose

Der Erreger der Infektiösen Pankreasnekrose (IPN), das IPN-Virus (IPNV, Birnaviridae) ist in deutschen Forellenzuchtbetrieben weit verbreitet. Am häufigsten erkranken Jungfische, die unter intensiven Aufzuchtbedingungen gehalten werden, insbesondere Salmoniden: verschiedene Arten von Forellen, Saiblingen und Lachsen. Erstes Anzeichen eines Ausbruchs bei juvenilen Fischen ist häufig eine plötzliche Zunahme der täglichen Sterblichkeit. Zu den klinischen Symptomen zählen Dunkelfärbung, abdominale Schwellung und unkoordinierte Schwimmbewegungen. IPN tritt häufig im Zusammenspiel mehrerer Faktoren auf, wobei Mortalitäten in Abhängigkeit von Virusstamm, Infektionsdruck und Umweltbedingungen schwanken können. IPNV wird horizontal und vertikal übertragen, weshalb die Desinfektion von befruchteten Eiern eine Virusausbreitung nicht vollständig verhindern kann. Die Bekämpfung der IPN stützt sich auf allgemeine Hygienemaßnahmen, die Vermeidung des Eintrages über befruchtete Eier oder infizierte Jungfische aus infizierten Brutbeständen sowie des Kontaktes mit infizierten Wildfischen und kontaminiertem Wasser. Für die kommerzielle Lachszucht werden im innereuropäischen Ausland multivalente Vakzinen angeboten. In der deutschen Salmonidenzucht spielt die Impfung derzeit eine untergeordnete Rolle. In Norwegen konnte durch QTL-basierte Genotypisierung von befruchteten Lachseiern die Anzahl von IPN-Ausbrüchen zwischen 2009 und 2018 um mehr als 90% gesenkt werden.

Pankreaserkrankung der Lachse

Der Erreger der Pankreaserkrankung der Lachse (PD) und auch der „Schlafkrankheit“ Sleeping Disease (SD) der Regenbogenforellen, das Salmonid Alpha Virus (SAV), wird seit 2008 in Deutschland im Rahmen von Salmonidenverlusten (Regenbogenforellen und Saiblinge) vermehrt nachgewiesen. Hierbei spielt der Süßwasser-Genotyp SAV 2 eine wichtige Rolle. Von der PD und SD betroffen sind Lachse, Regenbogenforellen und Saiblinge verschiedener Altersgruppen. Klinisch auffällig sind verringerte Futteraufnahme, Lethargie (Absinken, „Schlafen“), Schrägschwimmen, Kümmern und plötzliche, teilweise hohe Verluste. Risikofaktoren wie übermäßige Fütterung, Umsetzen/Transport, im Frühjahr ansteigende Wassertemperaturen und Befall mit Ektoparasiten begünstigen den klinischen Ausbruch der Pankreaserkrankung bzw. der Schlafkrankheit.

Mangels spezifischer antiviraler Therapie gegen die Pankreasnekrose ist ein optimales Betriebs- und Hygienemanagement einschließlich sorgfältiger Auswahl von SAV-freiem Besatzmaterial ein wichtiges Mittel zur Minimierung der Verluste in betroffenen Salmonidenbeständen. Durch Impfung von Jungtieren (Smolts) kann beim Lachs sowohl die Virusausscheidung als auch die Morbidität und Mortalität reduziert werden. Für die Immunprophylaxe gegen Pankreasnekrose beim Lachs ist seit 2017 ein DNA-Impfstoff innerhalb der EU zugelassen.

Rotmaulseuche

Die Rotmaulseuche (Enteric Redmouth Disease, ERM) wird von *Yersinia ruckeri*, einem Gram-negativen Enterobakterium, verursacht. Infektionen mit *Y. ruckeri* sind weit verbreitet und führen zu teils hohen Verlusten in Forellenzuchten; betroffen sind häufig Regenbogenforellensetzlinge in Bachwasseranlagen, insbesondere in Stresssituationen (z.B. Transport/Handling, jahreszeitlich bedingte Temperaturschwankungen) kommt es zu Krankheitsausbrüchen. Der Erreger ist aufgrund seiner Widerstandsfähigkeit schwer aus einer infizierten Anlage zu eliminieren.
Überträger der Rotmaulseuche sind infizierte Fische (Carrier), kontaminiertes Wasser, ggf. Prädatoren und Gerätschaften. Das Krankheitsbild entspricht dem einer Sepsis bei Fischen: Futterunlust, Lethargie, Randstehen, Dunkelfärbung, Exophthalmus, manchmal sind Rötungen im After- bzw. Kopfbereich (Name!) sichtbar. Bei Brütlingen oder kleinen Setzlingen können plötzliche Verluste ohne vorangegangene Symptomatik auftreten. Das Sektionsbild ist geprägt von allgemeiner Anämie, Blutungen in Organen sowie einer Enteritis. *Y. ruckeri* wird mittels kultureller Anzucht nachgewiesen. Eine zielführende Therapie der ERM beinhaltet neben der Gabe von Antibiotika die Stressreduktion durch Optimierung der Hygiene- und Haltungsbedingungen (besonderes Augenmerk liegt auf Wasserqualität, Besatzdichte, während Krankheitsphasen reduzierte, aber hochwertige Fütterung und ggf. Immunstimulantien). Für die Immunprophylaxe stehen in Deutschland zugelassene Ganzzell-Impfstoffe zur Verfügung, die spezifische Immunantworten induzieren. In Verbindung mit o.g. Hygienepraxis und Betriebsmanagement ist die ERM-Impfung in betroffenen Beständen sehr erfolgreich und wird aufgrund der Widerstandskraft von *Y. ruckeri* gegen äußere Einflüsse für diese Salmonidenbestände empfohlen.

Vibriose

Der Erreger der Vibriose ist das Gram-negative Bakterium *Vibrio (Listonella) anguillarum*. Infektionen mit *V. anguillarum* führen zu hämorrhagischen Septikämien bei verschiedenen Meeres- und Süßwasserfischen, aber auch bei Muscheln und Krebstieren. Betroffen sind Tiere aller Altersgruppen. In Deutschland wurde der Erreger der Vibriose in den letzten Jahren vor allem in Meeresfischen und im Zierfischbereich isoliert. Lediglich zwei der 23 bekannten Serotypen, O1 und O2 (weniger der Serotyp O3) sind mit der Vibriose assoziiert. Ausbrüche werden häufig ab einer Wassertemperatur von 15°C beobachtet, wobei Umweltstress den Krankheitsverlauf ungünstig beeinflusst. Zur Behandlung der Vibriose werden seit vielen Jahren Antibiotika eingesetzt. Um deren Einsatz zu minimieren, sollten alternative Maßnahmen, wie strikte Hygiene, Verhinderung des Erregereintrages durch kontaminiertes Wasser oder infizierte Fische, die Verwendung von Probiotika und Immunstimulantien und nicht zuletzt Impfungen eingesetzt werden. International sind mono- und polyvalente Impfstoffe für den Salz- und Süßwasserbereich verfügbar. Weiterhin kommen bestandsspezifische Impfstoffe zum Einsatz.

Virale Hämorrhagische Septikämie

Die Erreger der Infektiösen Hämatopoetischen Nekrose (IHN) und der Viralen Hämorrhagischen Septikämie (VHS) sind relativ eng verwandt. In beiden Fällen handelt es sich um Rhabdoviren. Beide Erkrankungen sind gemäß Durchführungsverordnung (EU) 2018/1882 als Seuchen der Kategorie C gelistet. Die VHS ist wie die IHN in erster Linie eine Infektionskrankheit der Salmoniden, wobei in Deutschland vor allem Regenbogenforellen, insbesondere in der juvenilen Phase betroffen sind. Die Infektionen gehen einher mit Blutungen, Lethargie, Dunkelfärbung, Exophthalmus, Anämie, Aszites und Inappetenz. Der Erreger, das VHS-Virus (VHSV), wird nicht vertikal übertragen, haftet aber an

Eiern und Sperma an. Die verschiedenen Virusstämme können in ihrer Virulenz variieren, was zusammen mit entwicklungsbedingten und individuellen Unterschieden in der Empfänglichkeit der Fische zu mehr oder weniger hohen Morbiditäten und Mortalitäten führen kann. Virusreservoire sind infizierte Fische aus Aquakultur und Wildgewässern. Klinische Erkrankungen treten gehäuft zwischen 4 - 14°C auf. Die Bekämpfung beruht auf der Vermeidung des Viruseintrages in Aquakulturbetriebe und der Umsetzung solider Hygienepraktiken und Kontrollrichtlinien. Bislang war die Impfung in Schutzzonen und seuchenfreien Kompartimenten gemäß Fischseuchenverordnung grundsätzlich verboten. Nach Inkrafttreten der Verordnung (EU) 2016/429 ist die Impfung gegen Seuchen der Kategorie C nicht mehr grundsätzlich verboten. Die zuständige Behörde kann Impfungen von Wassertieren, ggf. auch wild lebenden Wassertieren, damit im Rahmen von durch die EU genehmigten Tilgungsprogrammen als eine Bekämpfungsmaßnahme aufnehmen (Art. 54 der Delegierten Verordnung (EU) 2020/689). Derzeit stehen allerdings europaweit keine zugelassenen Impfstoffe gegen die VHS zur Verfügung.

A. 2 Karpfen

Impf-Ampel Karpfen

Carp-Edema-Virus-Infektion	○○○	**Koi-Herpesvirus-Infektion**	●○○
Carp Erythrodermatitis	●○○		

Carp-Edema-Virus-Infektion

Das Carp Edema Virus (CEV), ein Pockenvirus, infiziert Kiemenzellen von Karpfen und führt bei Speisekarpfen und Farbvarianten von Karpfen (Koi) zu ödematösen Veränderungen des Kiemengewebes. Betroffene Fische weisen eine Dunkelfärbung und Verschleimung der Haut, Enophthalmus und oft entzündliche Veränderungen in der Anusregion auf. Auffällig ist ein lethargisches Verhalten der betroffenen Fische, die oft auf einer Körperseite wie schlafend auf dem Grund des Teiches liegen. Anhand der Nukleotidsequenz des Gens, das für das p4a Capsid-Protein des Virus codiert, lassen sich zwei Genogruppen des Virus unterschieden: Isolate der Genogruppe I infizieren vor allem Speisekarpfen in Europa, Isolate der Genogruppe II vor allem Koi in Asien, Nord-Amerika und Europa sowie Speisekarpfen in Asien. Isolate der Genogruppe I weisen gegenüber europäischen Zuchtlinien von Speisekarpfen eine höhere Virulenz auf als Isolate der Genogruppe II, die vor allem Erkrankungen bei Koi verursachen. Der Eintrag des Virus in Fischpopulationen erfolgt durch sub-klinisch und klinisch infizierte Karpfen und Koi, ob weitere Cypriniden oder kontaminierte Gerätschaften und Wasser für die Verbreitung der Infektion eine Rolle spielen, ist nicht belegt. Da das Virus in der Zellkultur nicht angezüchtet werden kann, stehen keine Impfstoffe zur Verfügung.

Carp Erythrodermatitis

Die Erkrankung, die auch als Karpfenfurunkulose oder als „infektiöse Bauchwassersucht“ beschrieben wird, wird durch atypische Aeromonaden, *Aeromonas salmonicida* subsp., hervorgerufen. Leitbild der Erkrankung sind auffällige, in der Regel offene Geschwüre auf der Schleimhaut, die nicht selten von tiefen Erosionen begleitet werden. Auch Blutungen an der Flossenbasis, im Maul- oder Orbitabereich können auftreten. Nur in seltenen Fällen verläuft die Infektion systemisch. Die Morbidität kann sehr hoch sein, die Mortalität ist eher gering bis mittelgradig. Allerdings sind betroffene Fische als Lebensmittel und Besatzmaterial unverkäuflich. Damit kommt der Erkrankung eine hohe wirtschaftliche Bedeutung zu. Betroffen sind nicht nur Karpfen, sondern auch andere Cypriniden wie Goldfische, Karauschen sowie Flussbarsch u.a. Fischarten. Die Virulenz der atypischen Stämme von *A. salmonicida* subsp. wird in der Literatur sehr unterschiedlich angegeben. Die Erkrankung tritt vorzugsweise bei Wassertemperaturen über 12°C auf. Je höher die Wassertemperatur ist, desto deutlicher wird die Symptomatik. Ein Befall mit die Schleimhaut schädigenden Parasiten kann der Erkrankung zugrunde liegen. Insbesondere der Befall mit Karpfenläusen (*Argulus foliacaeus*) oder Fischegeln (*Piscicola geometra*) gilt als Eintrittspforte des Erregers. Die Erkrankung hat bei optimalen Bedingungen und entsprechender Hygienepraxis eine relativ gute Heilungstendenz. Kommerzielle Impfstoffe sind nicht verfügbar. Bestandsspezifische Impfstoffe, begleitet von einer guten Hygienepraxis, sind sehr gut geeignet, den Infektionsdruck zu verringern.

Koi-Herpesvirus-Infektion

Die Koi-Herpesvirus-Infektion der Karpfen (KHV-I) ist gemäß Durchführungsverordnung (EU) 2018/1882 als Seuche der Kategorie E gelistet. In Deutschland ist der Verdacht des Ausbruchs der Fischseuche gemäß Fischseuchenverordnung anzeigepflichtig. Die Infektion, die durch das Cyprinid Herpesvirus 3 (CyHV-3) hervorgerufen wird, betrifft unter den karpfenartigen Fischen klinisch nur Karpfen aller

Altersstufen, unabhängig davon, ob es sich um Farbvariationen des Karpfens (Koi) oder andere spezielle Zuchtformen handelt (Spiegel-, Zeilen- oder Schuppenkarpfen). Hauptkennzeichen der klinischen Erkrankung sind Anorexie, durch massive Veränderungen des Kiemengewebes bedingte Atemnot, Enophthalmus, Flossen- und Hautläsionen bis hin zur Schleimhautablösung sowie zentralnervöse Störungen. Das Virus wird nach bisherigem Kenntnisstand nur horizontal durch den direkten Kontakt der Fische oder über das Wasser übertragen. In Phasen der klinisch apparenten Infektion ist das Virus hoch kontagiös. Der Eintrag der Infektion erfolgt zumeist durch latent infizierte Fische über den Zukauf von Satzfischen, unkontrolliert ausgesetzte Zierfische sowie Prädatoren und Gerätschaften. Die Krankheit tritt gewöhnlich bei Wassertemperaturen zwischen 16 und 29 °C auf. Die Morbidität und Mortalität schwanken in Abhängigkeit von der Virulenz des Erregers, der Wassertemperatur sowie weiteren einwirkenden Stressoren und kann bis zu 100% erreichen. Die Impfung gegen das KHV ist gemäß Verordnung (EU) 2016/429 und seinen Delegierten und Durchführungsverordnungen für eine Seuche der Kategorie E keinen Restriktionen unterworfen. Allerdings stehen derzeit europaweit keine zugelassenen Impfstoffe gegen die KHV-I zur Verfügung.

A. 3 Aal

Impf-Ampel Aal

Aal-Herpesvirus-Infektion

Aalherpesvirusinfektionen werden durch das Anguillid Herpesvirus 1 (AngHV1, *Herpesvirus anguillae* - HVA), ein Virus aus der Familie der Alloherpesviridae, verursacht. Es ist hochpathogen und führt weltweit zu hohen Verlusten beim Europäischen, Amerikanischen und Japanischen Aal. AngHV1 wird bei Aalen deshalb häufig als Erreger mit dem höchsten Gefährdungspotential angesehen, sowohl für in Aquakultur gehaltene als auch für in Wildgewässern lebende Aale. HVA-Infektionen sind vor allem durch Hautblutungen und Kiemennekrosen gekennzeichnet. Es ist nicht auszuschließen, dass bereits Glasaale, die nach ihrem Zug aus der Sargassosee in Europäische Küstengewässer und für den Besatz von Aquakulturanlagen gefangen werden, latent mit AngHV1 infiziert sind. Da Herpesviren generell zur Latenz neigen, stellen klinisch gesunde, latent infizierte Aale eine große Gefahr beim Eintrag in Aquakulturanlagen oder bei Besatzmaßnahmen in Wildgewässern dar. Bedingt durch den damit verbundenen Stress kann es zu einer vermehrten Virusreplikation und Virusausscheidung kommen. Deshalb sollten auch klinisch gesunde, für Besatzmaßnahmen vorgesehene Aale auf das Vorliegen von AngHV1-Genom untersucht werden. Kommerzielle Impfstoffe sind nicht verfügbar, während bestandsspezifische Impfstoffe den Infektionsdruck mit AngHV1 insbesondere in Aalmastanlagen verringern können. Dort werden diese im Tauchbad eingesetzt.

A. 4 Welse

Impf-Ampel Wels

Edwardsiellose	●○○		

Edwardsiellose

Die Edwardsiellose wird durch die Bakterien *Edwardisella tarda* und *E. ictaluri* aus der Familie der Enterobacteriaceae verursacht. *E. tarda* führt bei einem weiten Spektrum von Fischarten aus dem Süß- und Seewasser, einschließlich mariner Plattfische, Aale und verschiedener Welsarten zu einer systemischen Infektion und verursacht eine septikämische Erkrankung. Dieses Bakterium kann darüber hinaus bei Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren einschließlich des Menschen zu Erkrankungen führen. Im Gegensatz dazu infiziert *E. ictaluri* nur Fische aus verschiedenen Welsarten. *E. ictaluri* wird als obligat parasitische Spezies eingeschätzt, die außerhalb eines infizierten Wirtes nur für eine begrenzte Zeit überlebt. Im Gegensatz dazu überdauert *E. tarda* im Darm von Fischen und anderen aquatischen Tieren sowie in Umweltproben, in denen es bei 14 bis 45°C über einen langen Zeitraum, auch in nicht kultivierbarer, aber lebensfähiger Form („viable but non culturable form“) vorliegen kann. Die Infektion erfolgt durch infiziertes Material, wie Faeces von infizierten Fischen, kontaminiertes Wasser oder Schlamm, wobei die Erreger über Kiemen, und *E. tarda* auch über Darm und Haut in den Fisch eindringen. Zur Therapie der Edwardsiellose werden Antibiotika eingesetzt. In Nordamerika ist gegen *E. ictaluri* ein Impfstoff mit einem attenuierten Isolat (Aquavac ESC, Fa. Intervet) zugelassen. In Europa sind Impfstoffe gegen *E. ictaluri* und *E. tarda* nicht verfügbar.

A. 5 Gesetzlich reglementierte Impfungen

2016 trat mit der Verordnung (EU) 2016/429 das neue Tiergesundheitsrecht in Kraft. Gültigkeit erlangte die Verordnung am 21. April 2021. Die Verordnung und die auf ihr basierenden Durchführungsrechtsakte stellen die gesamte Tierseuchenbekämpfung in der EU auf eine neue rechtliche Grundlage. Eine wesentliche Neuerung ist die Listung von Tierseuchen gemäß Artikel 5 der Verordnung. In der Delegierten Verordnung (EU) 2018/1882 sind 63 Infektionskrankheiten bei Tieren aufgeführt und unterschiedlichen Kategorien zugeteilt. In Artikel 9 des Tiergesundheitsrechtsaktes sind die Grundprinzipien des Umgangs mit diesen Tierseuchen definiert. Es werden fünf Kategorien unterschieden. Kategorie-A-Seuchen treten in der EU normalerweise nicht auf und erfordern sofortige Tilgungsmaßnahmen. In dieser Kategorie wird im Bereich der Fischkrankheiten die **Epizootische Hämatopoetische Nekrose (EHN)** der Forellen und Flussbarsche geführt. Kategorie-B-Seuchen werden in der gesamten EU obligat bekämpft mit dem Ziel, sie in der gesamten Union zu tilgen. Unter diese Kategorie fällt keine Erkrankung von Fischen. Kategorie-C-Seuchen umfassen Wassertierseuchen, die für einige Mitgliedsstaaten relevant sind und für die Maßnahmen ergriffen werden müssen, damit sie sich nicht in allen Teilen der Union ausbreiten. Sie können in bestimmten Regionen oder Mitgliedsstaaten der EU bekämpft werden. Besondere Regelungen werden getroffen, um seuchenfreie Bereiche bzw. Regionen, die eine Seuchenfreiheit anstreben, vor neuen Einträgen zu schützen. Dies kann Verbringungsverbote und Impfverbote beinhalten. Unter diese Kategorie fallen die Infektion mit dem HPR deletierten Virus der **Ansteckende Blutarmut der Lachse (ISA)**, die **Infektiöse Hämatopoetische Nekrose (IHN)** und die **Virale Hämorrhagische Septikämie (VHS)**. Für diese Erkrankungen können die Mitgliedsstaaten Tilgungsprogramme auflegen. Einzelheiten, wie diese Tilgungsprogramme für die genannten Fischseuchen auszugestalten sind, sind in der Delegierten Verordnung (EU) 2020/689 in Anhang VI niedergelegt. Diese Verordnung erlangte ebenfalls am 21. April 2021 Gültigkeit. Weder die Delegierte Verordnung (EU) 2020/689 noch der Entwurf einer weiteren Delegierten Verordnung (SANTE/7144/2020) enthalten bislang verpflichtende Vorgaben zur Impfung bei Fischen. Es ist damit möglich, bei der Aufstellung von Tilgungsprogrammen die Impfung als eine mögliche Bekämpfungsmaßnahme aufzunehmen. Kategorie-E-Seuchen erfordern keine unmittelbare Bekämpfung, sind aber EU-weit zu überwachen. Bei Fischen fällt die **Koi Herpesvirus-Infektion (KHV-I)** in die Kategorie E. Für keine der genannten Virusinfektionen stehen derzeit zugelassene Impfstoffe zur Verfügung.

Mit Geltungsbeginn des neuen Tiergesundheitsrechtsaktes wurden über 50 Richtlinien und Verordnungen sowie 400 Durchführungsrechtsakte, darunter auch die Aquakulturrichtlinie 2006/88/EG, aufgehoben. Diese Richtlinie wurde seinerzeit mit der Fischseuchenverordnung in nationales Recht umgesetzt. Durch die Aufhebung der Richtlinie ist die Rechtsgrundlage der Fischseuchenverordnung entfallen. Stattdessen sind – wie oben ausgeführt – in der Delegierten Verordnung (EU) 2020/689 Vorgaben zur Einrichtung von Bekämpfungs- und Überwachungsprogrammen gegen die genannten Seuchen der Kategorie C gemacht. Es ist in Deutschland derzeit nicht geplant, verpflichtende Tilgungsprogramme aufzulegen. Betriebe können allerdings an freiwilligen Überwachungsprogrammen teilnehmen. Bestehende Schutzgebiete (Zonen und Kompartimente), die frei von IHN und VHS sind, behalten entsprechend den Übergangs-bestimmungen der Delegierten Verordnung (EU) 2020/689 ihre Gültigkeit. Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) 2021/620 verfügen alle Mitgliedstaaten über den Status "seuchenfrei" hinsichtlich Infektion mit dem HPR-deletierten ISAV. In Bezug auf IHN und VHS wurden mit der letzten Bekanntmachung im Bundesanzeiger vom 19. Januar 2021 ca. 30 Schutzzonen und über 100 Kompartimente als seuchenfrei ausgewiesen. Entsprechend den Übergangsregelungen bleibt dieser Seuchenstatus zunächst gewahrt. Damit der Status aufrechterhalten wird, ist sicher zu stellen, dass die Bedingungen für die Aufrechterhaltung des Status mit den in Anhang VI der Verordnung festgelegten Bedingungen übereinstimmen.

B. Fachinformationen Teil I

Impftechniken bei Fischen

Grundsätzlich ist es wichtig, die Art der Applikation von Impfstoffen bestandsbezogen nach Alter, Fischart, Betriebsstruktur und Pathogen auszuwählen. Dabei sind die Vorgaben des Impfstoffherstellers zu beachten. Impfungen bei Fischen können oral, durch Immersion oder durch intraperitoneale Injektion durchgeführt werden:

- Oral: eine wässrig-ölige Emulsion mit inaktiviertem Antigen wird gründlich unter das Futter gemischt, ggf. zur besseren Haftung mit geschmacksneutralem Speiseöl überzogen (gecoatet) und im Rahmen eines mehrtägigen Fütterungsplanes verabreicht. Diese Applikationsart wäre bezüglich des geringen zusätzlichen Arbeitsaufwandes und der fehlenden Stressbelastung durch Handling der Fische ideal. Sie kommt jedoch aufgrund schwächerer bzw. nicht lange anhaltender Immunantworten lediglich als Booster-Impfung bereits grundimmunisierter Fische zum Einsatz. Manche Erkrankungen (wie z.B. die Flavobakteriose) treten außerdem bereits im frühen Brutstadium, teils sogar vor der Fressfähigkeit, auf, sodass auch hier eine alternative (Erst-) Impfung gewählt werden muss.
- Immersion: Diese am häufigsten angewendete Impftechnik beruht auf der Aufnahme des inaktivierten Antigens über Kiemen und Haut mittels einmalig durchgeführtem Immersionsbad oder Sprühbehandlung. Diese Methode ist gut geeignet für Jungfische (bei Salmoniden meist ab ca. 4 g Körpergewicht) und für große Fischhaltungseinheiten, der Arbeits- und Kostensaufwand ist angemessen und die Belastung für die Fische kann durch optimales Handling auf ein Minimum reduziert werden. In Verbindung mit guten Haltungsbedingungen kann meist eine belastbare Immunität für einige Monate, teils für die Dauer der gesamten Produktionsperiode erreicht werden.
- Injektion: Fische ab einem bestimmten Gewicht werden einzeln nach schonender Betäubung mittels einer einmaligen intraperitonealen Injektion vakziniert. Dies kann manuell oder automatisiert durchgeführt werden. Dieses Verfahren ist relevant bei besonders wertvollen Fischbeständen sowie in der intensiven Aquakultur, kommt aber aufgrund des verhältnismäßig hohen Arbeits- und Kostenaufwandes in der deutschen Aquakultur nicht routinemäßig zum Einsatz. In anderen, insbesondere in salmonidenproduzierenden Ländern (z.B. Norwegen, Finnland, Schweden) ist es als automatisiertes Standardverfahren etabliert.

Unabhängig von der gewählten Impftechnik sind folgende Parameter für den Erfolg der Immunprophylaxe notwendig:

- klinisch gesunde, nüchterne Fische in gutem Ernährungszustand;
- zur Impfung geeignetes Körpergewicht;
- geeignete Wasserparameter, insbesondere optimale Wassertemperatur und Sauerstoffversorgung;
- Vorbereitung der Fische (z.B. ausreichende Vitaminversorgung und vorbereitende Salzbäder);
- Vorbereitung der Impfung (z.B. Gerätschaften, Behältnisse, Unterweisung des Personals, Dokumentation, Notfallplan)

Hygienemaßnahmen.

Um Eintrag und Verbreitung von Infektionsserregern in Fischzuchten zu vermeiden, ist eine strikte Hygiene notwendig, die Zugangskontrollen für Besucher, regelmäßige Reinigung von Gerätschaften und gegebenfalls ihre Desinfektion umfasst. Vor einer Desinfektion werden alle Gerätschaften sorgfältig von Schmutz, Kot, Schleim, Fett oder anderem anhaftenden organischen Material gereinigt. Es empfiehlt sich, gereinigte Gerätschaften und Behälter sorgfältig auszutrocknen. Hierdurch wird bereits eine Vielzahl möglicher Infektionserreger abgetötet. Vielfach ist anschließend die Anwendung chemischer Desinfektionsmittel, insbesondere zur Inaktivierung von fischpathogenen Viren, unerlässlich. Zur Anwendung kommen Substanzen, die auf Anwender und Fische keine toxische Wirkung zeigen und die keine unzureichende Wirkung bei niedrigen Temperaturen (Kältefehler) aufweisen. Aus diesem Grund scheiden z. B. Aldehyde als Desinfektionsmittel in der Fischzucht nahezu aus, weil ihre Wirkung bei Temperaturen unter 10 °C nur verzögert oder unzureichend eintritt und ihre Anwendung gesundheitsgefährdend sein kann. Eine gute Desinfektionswirkung wird mit der Anwendung von Peroxidverbindungen (z.B. Peressigsäure, Kaliummonopersulfat o.ä.) oder bei Kombinationspräparaten von organischen Säuren mit Alkoholen oder von Jod-Tensid-Komplexen sowie von Jodophoren erzielt. Insbesondere Peroxidverbindungen oder Säuren mit Puffer finden bei der Desinfektion von Stiefeln in Desinfektionswannen und von Oberflächen (Becken, Gerätschaften, Netze) Verwendung. Zur Händedesinfektion empfehlen sich Präparate mit Alkoholen. Bei der Auswahl von Präparaten sind die Vorschriften des Arbeitsschutzes und der Biozid-Richtlinie (Informationen erhältlich bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz) zu beachten. Eine Übersicht über zugelassene Präparate und ihr Wirkspektrum ist in der DVG Liste der geprüften Desinfektionsmittel für den Einsatz in der Tierhaltung zu finden. Des Weiteren wird auf die Empfehlungen des Friedrich-Loeffler-Instituts über Mittel und Verfahren für die Durchführung einer tierseuchenrechtlich vorgeschriebenen Desinfektion verwiesen.

Auch bei der Durchführung von Impfungen besteht die Gefahr, dass durch betriebsfremdes Impfpersonal, das bei der Impfung eingesetzt wird, Infektionen z. B. mit einem fischpathogenen Virus in den Bestand eingetragen oder verbreitet werden. Ein Eintrag von Infektionserregern kann durch alle Gegenstände, die mit dem Wasser des Betriebes oder den zu impfenden Fischen in Kontakt kommen, erfolgen, in erster Linie durch das Schuhwerk und die Schutzkleidung des Personals, das die Impfungen vornimmt sowie durch Gerätschaften, mit denen Fische oder Wasser transportiert werden oder mit denen die Impfungen vorgenommen werden. Deshalb sollte das mit der Impfung befasste Personal das Betriebsgelände nur mit hygienisch einwandfreier Arbeitskleidung betreten. Das Schuhwerk ist zu desinfizieren oder mit Überschuhen zu versehen. Hieran schließt sich eine Händedesinfektion an. In vielen Betrieben werden Besucher beim Betreten von Betriebsteilen mit wertvollen Fischpopulationen mit betriebseigenen Stiefeln bzw. Arbeitskleidung versorgt. Für den Transport der Fische zur Impfung und die Impfung selbst werden nur betriebseigene Geräte, wie Eimer, Kescher, Wannen, Waagen und Schutzschürzen verwendet, die zuvor gereinigt und desinfiziert wurden. Ist ein manuelles Handhaben der Fische notwendig, sollten zum Schutz der Hände, und um eine Ausbreitung von Infektionserregern zu vermeiden, Einmalhandschuhe getragen werden. Für die Injektion von Vakzinen notwendige Injektionssysteme sollten zuvor gereinigt, desinfiziert und getrocknet werden. Mindestens zwischen der Impfung unterschiedlicher Fisch-Gruppen und nach Fehlinjektionen (z.B. bei Verletzung des Darms) sollten unverzüglich die Kanülen gewechselt werden.

Grundaspekte der Fischimmunologie unter besonderer Berücksichtigung der Impfung

Faktoren, die den Erfolg einer Impfung im Allgemeinen bzw. insbesondere bei Fischen beeinflussen, sind vielfältig. Zunächst gibt es generelle Unterschiede zwischen den Arten von Impfstoffen in Bezug auf die von ihnen induzierten Immunmechanismen. Die Antigene inaktivierter Impfstoffe werden vom Immunsystem in erster Linie so prozessiert, dass sie in eine humorale Immunantwort münden. Deshalb sind solche Impfstoffe insbesondere bei solchen Krankheiten wirksam, wo Antikörper eine entscheidende Rolle spielen. Das gilt vornehmlich für antibakterielle Impfstoffe. Bei vielen viralen Infektionen stehen jedoch zellvermittelte Immunmechanismen im Vordergrund, die sich gegen virusinfizierte Zielzellen richten und damit eine weitere Virusreplikation unterbinden. Um zellvermittelte Immunmechanismen in Gang zu setzen, bedarf es der intrazellulären Synthese und nachfolgenden Prozessierung von antigenen Proteinen. Deshalb sind extrazelluläre Antigene, wie sie bei inaktivierten Impfstoffen vorliegen, in Bezug auf die Induktion einer spezifischen zellulären Abwehr weitgehend unwirksam. Die Induktion zellvermittelter Immunmechanismen durch zytotoxische T-Zellen können grundsätzlich nur attenuierte Lebendimpfstoffe, Vektor- oder DNA-Vakzine leisten, da hier die immunogenen Proteine intrazellulär exprimiert werden. Der Einsatz von Lebendimpfstoffen und bestimmten Vektorvakzinen ist jedoch aus epidemiologischer Sicht insbesondere bei den Fischen problematisch, da hierbei vermehrungsfähige Erreger in die Umwelt freigesetzt werden. Vielversprechend sind aus dieser Sicht DNA- und RNA-Vakzine, die eine intrazelluläre Synthese antiviraler Proteine, aber keine replikationsfähigen Erreger induzieren. Ein weiterer Aspekt beim Einsatz von Impfstoffen ist aus immunologischer Sicht die Art der Verabreichung. Injektionsvakzine sind durch deren gezielte Applikation in den Organismus unter Durchbrechung der epithelialen Barrieren hocheffizient, wobei der durch Narkose und Handling verursachte Stress auch immunsuppressiv sein kann. Der Applikationsstress kann bei Bad- und Oralimpfstoffen erheblich reduziert werden. Über die Schleimhäute aufgenommene Impfstoffe sind jedoch häufig von geringerer Wirksamkeit, da die Schleimhautbarriere die Aufnahme von Antigenen generell erschwert. Weiterhin kann die mukosale Immuntoleranz, die vor allem überschießende Immunreaktionen gegenüber Futtermitteln, ungefährlichen Schwebstoffen und gegen die physiologische Schleimhautmikrobiota verhindern soll, eine erwünschte Immunreaktion gegenüber oral bzw. über Bad verabreichte Impfantigene verhindern. Oral aufgenommene Antigene können zudem nach Aufnahme durch Verdau oder pH-Wertverschiebungen inaktiviert werden, bevor sie die immunkompetenten Zellen erreichen, die vornehmlich im hinteren Teil das Gastrointestinaltraktes lokalisiert sind.

Fische sind wechselwarme Tiere, deren physiologische Leistungen, zu denen auch die Immunabwehr zählt, stark von der Umgebungstemperatur beeinflusst werden. Gemeinhin wird angenommen, dass antigenspezifische Abwehrmechanismen und ein darauf aufbauendes immunologisches Gedächtnis als Grundlage des Impfschutzes im oberen physiologischen Temperaturbereich der jeweiligen Fischspezies am effizientesten induziert werden. Ähnliches gilt für das Alter der Fische. Es wird vermutet, dass juvenile Fische, insbesondere im Larvenstadium, noch nicht über eine ausreichende Immunkompetenz verfügen, sodass Impfungen von Brütlingen in Praxi oftmals nicht in Frage kommen. Abgesehen davon können juvenile Fische wegen ihrer geringen Größe nicht parenteral vakziniert werden, und eine mukosale Applikation über Bad oder Futter kann aus den oben bereits genannten Gründen mit Problemen behaftet sein. In der Praxis müssen diese Überlegungen zum optimalen Impfzeitpunkt mit produktionstechnischen Gegebenheiten in Einklang gebracht werden.

Ein weiterer Nachteil vieler Fischimpfstoffe ist deren relativ kurze Wirksamkeit. Das kann einerseits daran liegen, dass transiente Antigen-unspezifische Immunmechanismen im Vordergrund stehen, oder dass die Generierung von Gedächtniszellen ineffektiv ist. Zur Aufrechterhaltung des Immunschutzes empfehlen deshalb einige Hersteller zum Teil Wiederholungsimpfungen im Abstand von vier bis sechs Monaten.

Die meisten Impfstoffe sind mit sog. Adjuvantien formuliert, Hilfsstoffen, die den Erfolg der Vakzination, insbesondere die Dauer des Immunschutzes, verbessern sollen. Intraperitoneal zu verabreichende Impfstoffe enthalten meist Öladjuvantien (z.B. Mineralöle). Deren gewollte immunstimulatorische Wirkung ist häufig mit ungewollten Nebenwirkungen in Form von Peritonitiden verbunden. In letzter Zeit werden diesbezüglich zunehmend weniger aggressive Adjuvantien eingesetzt. Insgesamt ergibt sich aus den ungelösten Problemen bei der Vakzination von Fischen ein erheblicher Forschungsbedarf, insbesondere hinsichtlich mukosaler Impfstoffe.

C. Fachinformationen Teil II

Erkrankungen der Salmoniden

Nach den Informationen zu der jeweiligen Erkrankung finden sich jeweils Hinweise zu zugelassenen Impfstoffen. Sofern Impfstoffe in Deutschland zugelassen sind, wird auf die PharmNet.Bund, bzw. EMA Homepage verlinkt, wo die Gebrauchsinformationen öffentlich zugänglich hinterlegt sind.

Auf der Homepage des Zusammenschlusses der Europäischen Zulassungsbehörden, der Heads of Medicines Agencies (HMA) Website, wurde darüber hinaus eine Liste an Fischimpfstoffen veröffentlicht, die im innereuropäischen Ausland zur Anwendung an Fischen zugelassen sind (www.hma.eu). Sofern in Deutschland keine Impfstoffe zugelassen sind, sind die entsprechenden Produkte aus der HMA-Liste genannt.

Für die Anwendung von im Ausland zugelassenen Impfstoffen ist eine Ausnahmegenehmigung nach §11 (6) des Tiergesundheitsgesetzes erforderlich.

C. 1 Ichthyiophtiriose

Leitsymptome:

- Scheuern, Springen, beschleunigte Atemfrequenz, Inappetenz, stecknadelkopf-große weiße Punkte auf Haut und Flossen.
- Sektionsbild: Verstärkte Schleimbildung an Haut und Kiemen, Hautläsionen, stecknadelkopf-große weiße Punkte auf Haut und Kiemen, evtl. Kiemennekrosen.

Labordiagnostik:

- Mikroskopischer Nachweis des Erregers in frischen Abstrich-Präparaten von Haut und Kiemen

Informationen zur Erkrankung

Der Erreger der Ichthyophthiriose ist *Ichthyophthirius multifiliis*, ein einzelliger Ciliat, der in Haut und Kiemen eines breiten Spektrums von Süßwasserfischen parasitiert. Der Parasit kann eine Größe von bis zu einem Millimeter erreichen und ist mit bloßem Auge als stecknadelkopfgroßes weißes Pünktchen auf Haut und Kiemen infizierter Fische erkennbar. Im mikroskopischen Bild ist er bei geringer Vergrößerung als vollständig bewimperter Ciliat mit einem hufeisenförmigen Makronucleus zu erkennen, der eine langsame Drehbewegung ausführt. Infizierte Fische scheuern ihre Haut an im Wasser untergetauchten Gegenständen, am Boden und an Wänden des Teiches oder Beckens, gelegentlich springen sie aus dem Wasser. Stark parasitierte Fische weisen Hautschäden, Lethargie und gesteigerte Atemfrequenz auf. Die in Haut und Kiemen parasitierenden Trophonten fallen im ausgereiften Stadium vom Fisch ab, gelangen auf den Boden des Teiches oder Beckens, wo sie eine Zyste (Tomont) mit fester Hülle bilden. Im Tomonten entwickelt sich innerhalb weniger Tage eine große Zahl von Tomiten, die als Schwärmer entlassen werden und erneut Fische infizieren. Auf diese Weise kann die Parasitenzahl auf infizierten Fischen in einem Teich oder Becken innerhalb weniger Tage rasch ansteigen. Infizierte Fische entwickeln spezifische Antikörper gegen Strukturen auf der Zelloberfläche des Ciliaten, die den Parasiten immobilisieren und eine Abtötung durch das Komplementsystem ermöglichen (I-Antigene). Nachdem Malachitgrün, Formalin oder Trichlorphon als Therapeutika bei lebensmittelliefernden Fischen nicht mehr eingesetzt werden dürfen, stehen keine Therapeutika zur Behandlung der Infektion mit *I. multifiliis* zur Verfügung. Die Bekämpfung beruht auf Maßnahmen zur Hygiene, sowie dem Erhöhen des Wasserdurchflusses zum Ausschwemmen der Parasitenstadien oder Verringern der Besatzdichte. Trotz intensiver Forschung steht derzeit keine Vakzine zur Verfügung. Prinzipiell wird aber nach Anwendung bestandsspezifischer Impfstoffe ein gewisser Schutz beschrieben.

Quelle:

W. H. Baur, G. Bräuer and J. Rapp. Nutzfische und Krebse – Lebensraum, Erkrankungen und Therapie. 3.Auflage ed. Stuttgart: Enke Verlag; 2010

H. W. Dickerson. Ichthyophthirius multifiliis. In: P. T. K. Woo, Herausgeber. Fish Parasites, Pathobiology and Protection. Wallingford: CABI; 2012. p. 55-72.

H. W. Dickerson and R. C. Findly. Immunity to Ichthyophthirius infections in fish: a synopsis. Dev Comp Immunol. 2014;43:290-9.

C. 2 Infektiöse Hämatopoetische Nekrose (IHN)

CAVE: gelistete Tierseuche (Kat C+D+E)

Leitsymptome:	**Labordiagnostik:**
• Ataxie, Dunkelfärbung, Exophthalmus, Ascites, Anämie, Hämorrhagien, Kiemenblässe • Sektionsbild: Hämorrhagien, blasse oder fleckige Leber, Nieren dunkelrot und geschwollen, Splenomegalie, leerer Verdauungstrakt	• Virusanzucht auf Zellkultur • Molekularbiologischer Nachweis mittels RT-PCR mit RNA aus Parenchymen • Neutralisationstest, IFAT oder ELISA

Informationen zur Erkrankung

Der Erreger der IHN, das IHN-Virus (IHNV), ist ein einzelsträngiges RNA-Virus aus der Familie Rhabdoviridae. Der Erreger wurde in den 1970er Jahren über Eier oder Jungfische aus Nordamerika in Europa eingeschleppt. Heute ist IHN nahezu weltweit verbreitet, wobei in Abhängigkeit von der geographischen Herkunft verschiedene Genogruppen unterschieden werden: Genogruppe U (isoliert aus Rotlachs im Nordostpazifik); Genogruppe L (isoliert aus Königslachs in Kalifornien); Genogruppen E, J und M (isoliert jeweils aus Regenbogenforellen in Europa, Asien bzw. den USA). Nach Durchführungsverordnung (EU) 2018/1882 werden als empfängliche Arten verschiedene Salmoniden (z.B. Regenbogenforelle, Saiblinge und Lachse), gelistet. In Deutschland sind vor allem Regenbogenforellen, insbesondere Jungfische, betroffen. Ältere Fische weisen selten klinische Krankheitsanzeichen auf. Zu Ausbrüchen kommt es häufig im Frühling und zum Winterbeginn bei Wassertemperaturen zwischen 8 und 15°C, wenn die Immunabwehr der Fische zu schwach ist, um eine Virusreplikation zu unterdrücken, die Viren jedoch bereits gut repliziert werden. Die Erregerübertragung erfolgt ausschließlich horizontal. Das Virus kann in Samenflüssigkeit nachgewiesen werden und an Eiern anheften, weswegen der Desinfektion von Eiern eine große Bedeutung zukommt. Weiterhin kann IHNV über den Handel, Besatzmaßnahmen, Angler (Köderfische), Abwässer (Transportwasser, Küchen, Haltungsbetriebe) und Vektoren (Lachslaus, Vögel, Mensch, Fische) übertragen werden. Es ist davon auszugehen, dass überlebende Fische lebenslang Virusträger sind. Klinisch werden Lethargie, Rückzug erkrankter Fische in ruhige Zonen, Dunkelfärbung, Exophthalmus, Ascites, Blutungen und blasse Kiemen beobachtet. Der ebenfalls nicht pathognomonische Sektionsbefund erstreckt sich auf Blutungen, blasse oder fleckige Lebern, dunkelrot gefärbte und geschwollene Nieren und Splenomegalie. Aufgrund von Inappetenz ist der Verdauungstrakt meist leer. Es werden perakute bis chronische Verlaufsformen unterschieden.
Laut Amtlicher Methodensammlung des FLI wird zur Erlangung oder Aufrechterhaltung des Status „frei von IHN“ der Virusnachweis und/oder der Nachweis der viralen Genome geführt. Dazu werden empfängliche Zellkulturen verwendet, wonach sich ein spezifischer Antigennachweis über immunologische Nachweisverfahren (Immunfluoreszenz, ELISA) oder der Genomnachweis anschließt. Gleichfalls kann der Nachweis der viralen Genome mittels erregerspezifischer RT-(q)PCRn direkt aus Organmaterial oder nach Zellkulturpassagen erfolgen. Ein Verdacht auf IHN gilt als ausgeschlossen, wenn Zellkultivierung oder RT-qPCR keine weiteren Nachweise für das Vorhandensein von VHSV ergeben. Differentialdiagnostisch sind potentiell mit Blutungen einhergehende Erkrankungen

auszuschließen. In Anhang VI der Delegierten Verordnung (EU) 2020/689 sind Vorgaben für Tilgungsprogramme zur Bekämpfung der IHN gemacht. Dies umfasst Vorgaben bezüglich der Häufigkeit und Art der Probennahme. Im Falle eines Ausbruches sind demnach Bestandsräumungen vorzunehmen und alle Fische unschädlich zu beseitigen. Ansteckungsverdächtige Fische dürfen geschlachtet oder bis zur Schlachtung ausgemästet werden, wobei jedoch ein Genehmigungsvorbehalt der zuständigen Behörde zur Verbringung besteht. Nach der Bestandsräumung sind die Hälterungsanlagen zu desinfizieren. Gemäß Delegierter Verordnung (EU) 2020/689 ist eine Trockenfallperiode für mindestens 6 Wochen einzuhalten. In Deutschland ist derzeit nicht geplant, der Verordnung entsprechende, verpflichtende Tilgungsprogramme aufzulegen. In der Diskussion sind allenfalls freiwillige Überwachungsprogramme. Bislang war die Impfung gegen IHNV gemäß Fischseuchenverordnung in seuchenfreien Zonen oder Kompartimenten verboten. Nach Inkrafttreten der Verordnung (EU) 2016/429 ist die Impfung gegen Seuchen der Kategorie C nicht mehr grundsätzlich verboten. Die zuständige Behörde kann Impfungen von Wassertieren, ggf. auch wild lebenden Wassertieren, im Rahmen von EU genehmigten Tilgungsprogrammen als eine Bekämpfungsmaßnahme aufnehmen (Art. 54 der Delegierten Verordnung (EU) 2020/689). Derzeit stehen allerdings europaweit keine zugelassenen Impfstoffe gegen die IHN zur Verfügung.

Quellen:

Delegierte Verordnung (EU) 2020/689 der Kommission vom 17. Dezember 2019 zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2016/429 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Vorschriften betreffend Überwachung, Tilgungsprogramme und den Status „seuchenfrei“ für bestimmte gelistete und neu auftretende Seuchen (Amtsblatt der Europäischen Union L 174, 211 - 340)

Durchführungsverordnung (EU) 2018/1882 der Kommission vom 3. Dezember 2018 über die Anwendung bestimmter Bestimmungen zur Seuchenprävention und -bekämpfung auf Kategorien gelisteter Seuchen und zur Erstellung einer Liste von Arten und Artengruppen, die ein erhebliches Risiko für die Ausbreitung dieser gelisteten Seuchen darstellen (Amtsblatt der Europäischen Union L 308, 21-29)

Infektiöse Hämatopoetische Nekrose der Salmoniden (Amtliche Methode und Falldefinition). Friedrich-Loeffler-Institut. https://www.fli.de/

Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals. OIE. https://www.oie.int/

C. 3 Infektiöse Pankreasnekrose (IPN)

Leitsymptome:
- Ataxie, Dunkelfärbung, Exophthalmus, Ascites, Anämie, Blutungen, blass-gelbe Leber
- Sektionsbild: Pankreas-, Leber- und Nieren-nekrosen; Hämorrhagien

Labordiagnostik:
- Virusanzucht auf Zellkultur
- Molekularbiologischer Nachweis mittels RT-PCR mit RNA aus Parenchymen
- Neutralisationstest, IFAT oder ELISA

Informationen zur Erkrankung

Der Erreger der Infektiösen Pankreasnekrose (IPN), das IPN-Virus (IPNV), ist ein doppelsträngiges RNA-Virus aus der Familie Birnaviridae. Es werden verschiedene Serotypen unterschieden. Als unbehülltes Virus ist es von hoher Tenazität. Betroffen sind zahlreiche Süß- und Salzwasserspezies, insbesondere jedoch Salmoniden und unter diesen vor allem Jungfische bis zu einem Alter von 20 Wochen und gut konditionierte Fische. Die Übertragung erfolgt horizontal über infizierte Fische, kontaminierte Transport- und Abwässer, Netze, Behälter etc., sowie durch belebte Vektoren wie Personen, Seevögel und Wassersäuger, jedoch auch vertikal durch (befruchtete) Eier und Sperma. Ungünstige Umweltbedingungen sowie Stress wirken sich ungünstig auf den Krankheitsverlauf aus, weswegen bei Lachsen nach dem Umsetzen in Salzwasser häufig IPN-Ausbrüche zu beobachten sind. Klinische Erkrankungen treten unter natürlichen Bedingungen zwischen 8 ° C und 15 ° C auf und lassen sich nur schwer von anderen mit Hämorrhagien einhergehenden Fischkrankheiten unterscheiden. Pathognomonisch sind ebenfalls nicht die in Pankreas, Leber und Niere beschriebenen Nekrosen. Zusätzlich auftretende unkoordinierte Schwimmbewegungen, Dunkelfärbung, Exophthalmus, Ascites, blasse Kiemen und eine blassgelbe Leber werden auch bei anderen Erkrankungen beschrieben. Deswegen ist für die Diagnostik eine genaue Identifizierung des Erregers durch Nachweis von IPNV-Antigen (Immunfluoreszenz, ELISA) oder –Genom (RT-PCR, RT-qPCR) unabdingbar. Die Bekämpfung der IPN erfolgt durch Isolierung betroffener Teiche, Aussetzen von Transporten bzw. von direkten Kontakten zu anderen Aquakulturbetrieben sowie Reduzierung der Besatzdichte (Stressreduktion!). Verendete Fische sind unschädlich zu beseitigen. Vor dem Neubesatz mit IPNV-negativen Fischen erfolgt eine Reinigung und Desinfektion der betroffenen Aquakulturanlage. Die Prophylaxe der IPN beruht auf der strikten Einhaltung von Hygienemaßnahmen. Auch nach regelmäßigen Routine-Desinfektionen der Hälterungsanlagen sollten nur Fische mit bekanntem Gesundheitsstatus angekauft werden. Diese sind zur Vermeidung von Stress nach Gewicht und Alter separat zu halten. Wenn möglich, sollte dekontaminiertes (UV) oder vorzugsweise Quell- oder Brunnenwasser verwendet werden. In Deutschland ist derzeit kein Impfstoff gegen IPN zugelassen. Für die kommerzielle Lachszucht werden in der Europäischen Union multivalente Vakzine angeboten. In Chile, Kanada und den USA wurden VP2 Subunit-Vakzine gegen IPN zugelassen. Nachdem der wissenschaftliche Nachweis erbracht wurde, dass epitheliales Cadherin für die zelluläre Internalisation von IPNV verantwortlich ist, werden in Norwegen IPN-resistente Lachse durch Quantitative Trait Locus (QTL)-basierte Genotypisierung produziert, wodurch die Anzahl von IPN-Ausbrüchen zwischen 2009 und 2018 um mehr als 90% gesenkt werden konnte (AquaGen, 2019).

Quellen:

J. Ma, T. J. Bruce, E. M. Jones and K. D. Cain. A Review of Fish Vaccine Development Strategies: Conventional Methods and Modern Biotechnological Approaches. Microorganisms. 2019;7.

Invasive Species Compendium (2019): Infectious pancreatic necrosis. CABI. https://www.cabi.org/

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2022

Handelsname *zugelassen für*	**Zulassungsinhaber**	**Impfantigen**	**Zugelassen in**
Im europäischen Ausland sind Impfstoffe zugelassen, eine Anwendung ist nur mit einer Ausnahmegenehmigung gem § 11 (6) TierGesG möglich:			
Alpha Ject 2-2 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, Infectious pancreatic necrosis virus	Nordirland (UK)
Alpha Ject 6-2 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2	Norwegen
Alpha Ject Micro 6 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS, Overhalla	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O1, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2	Norwegen, Irland, Nordirland (UK)
Alpha Ject micro 7 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O1, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2, Infectious salmon anemia virus, inactivated	Norwegen
Aquavac 6 *atlantischer Lachs*	Intervet International BV - 5831 AN	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicid*a, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serotype Sp, inactivated	Norwegen
AquaVac PD3 *atlantischer Lachs*	Intervet Ireland Ltd	Salmon pancreas disease virus, Infectious pancreatic necrosis virus, *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*	Irland, Nordirland (UK)
Aquavac PD7 *atlantischer Lachs*	Intervet International BV - 5831 AN	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serotype Sp, inactivated, Salmon pancreatic disease virus (SPDV), strain F93-125, inactivated	Norwegen
Pentium Forte Plus *atlantischer Lachs*	Elanco GmbH	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2	Norwegen

C. 4 Flavobakteriose

Leitsymptome:

- Variables Krankheitsbild: Dunkelfärbung, Appetitlosigkeit, Schwäche, Kiemenschwellung und -blässe; teilweise bis in die Muskulatur reichende Hautläsionen, Flossenschäden; Verluste
- Sektionsbild: allgemeine Anämie, vergrößerte Milz und Niere

Labordiagnostik:

- Erregeranzucht aus typisch verändertem Haut-/Kiemen-/Milz- oder Nierengewebe auf Spezialagar (z.B. nach Anacker-Ordal)
- Erregeranzucht aus typisch verändertem Haut-/Kiemen-/Milz- oder Nierengewebe auf Spezialagar (z.B. nach Anacker-Ordal)

Informationen zur Erkrankung

Flavobakteriosen stellen weltweit und auch in Deutschland in der Salmoniden-Aquakultur, insbesondere bei der Regenbogenforelle, in Form von verschiedenen Krankheitsbildern ein großes Problem dar. Bei den Erregern, *Flavobacteriaceae*, handelt es sich um ubiquitär in der terrestrischen und aquatischen Umwelt vorkommende, Gram-negative, meist lange und schlanke Bakterien, die in gelben Kolonien auf Spezialnährböden angezüchtet werden. *Flavobacterium psychrophilum* ruft bei Brütlingen das sog. Rainbow Trout Fry Syndrom – RTFS hervor, welches durch Anorexie, Anämie, Milz- bzw. Nierenschwellungen und teils hohe Mortalität gekennzeichnet ist. Ebenfalls durch *F. psychrophilum* versursacht, kommt während niedriger Wassertemperaturen (unter 10°C) bei Jungfischen die sog. Kaltwasserkrankheit (Bacterial Cold Water Disease, BCWD) vor. Hautläsionen, teils tief in die Muskulatur reichende Nekrosen sowie hochgradige Flossenschäden stehen hierbei im Vordergrund, mittelfristig kommt es auch hier zu teils erheblichen Verlusten. Mischinfektionen mit *F. columnare* können bei höheren Temperaturen (20–25°C) zur sog. Columnariskrankheit führen, die durch ulzerative Veränderungen der äußeren Epithelien einschließlich der Kiemen gekennzeichnet ist. *F. branchiophilum* führt vor allem zur sog. Bakteriellen Kiemenkrankheit. Fast immer ist die Flavobakteriose Ausdruck ungünstiger Umwelt-/Haltungsbedingungen oder von Stress. Die Prophylaxe bzw. die antibiotische Therapie der Flavobakteriose ist daher meist nur erfolgreich bei gleichzeitiger Optimierung der Hygiene- und Haltungsbedingungen (u.a. Desinfektion des Zulaufwassers, Reduktion der Besatzdichte, Salzbäder und Zufüttern von Immunstimulantien). Der Integrität der äußeren Schleimhäute kommt eine wichtige Rolle bei der Besiedlung durch Flavobakterien zu. Ist diese gestört, kann es zu tiefen ulzerativen Veränderungen bis in die unteren Muskelschichten kommen, die jedoch nicht immer systemische Infektionen nach sich ziehen. Gesunde Fische können sich über Trägerfische, kontaminiertes Wasser und Sedimente bzw. Biofilme an Beckenwänden infizieren. Derzeit ist nur ein in Chile lizensierter bivalenter Impfstoff ALPHA JECT® IPNV-Flavo verfügbar. Weiterhin kommen bestandsspezifische Impfstoffe zum Einsatz, die jedoch angesichts eines noch nicht vollentwickelten Immunsystems bei Brütlingen sowie bei Temperatur- und Umweltbedingungen, unter denen eine optimale Immunabwehr nicht gewährleistet ist, von zweifelhafter Wirksamkeit sind.

Quelle:

T. Wahli and L. Madsen. Flavobacteria, a Never Ending Threat for Fish: a Review. Curr Clin Microb Rep. 2018;5:26-37.

T. P. Loch and M. Faisal. Emerging flavobacterial infections in fish: A review. J Adv Res. 2015;6:283-300.

C. 5 Furunkulose

Leitsymptome:

- Variables Krankheitsbild: Dunkelfärbung Exophthalmus, Apathie, Blutungen am Flossenansatz, Hautläsionen in erster Linie am Schwanzstiel, beulenartige, aufbrechende Geschwürbildungen in der Haut.
- Sektionsbild: Blutungen in der Leibeshöhle, geschwollene Milz, blasse Leber, Niere mit weicher Konsistenz

Labordiagnostik:

- Erregeranzucht aus Niere, Milz, Gehirn und typisch veränderten Hautstellen auf Blutagar oder TS-Agar bei Kultur unter 20°C über mehrere Tage.
- Molekularbiologische Identifizierung durch Sequenzierung eines Fragments des 16S-rRNA-codierenden Gens

  Identifizierung aufgrund biochemischer Charakteristika oder mittles MALDI-TOF

Informationen zur Erkrankung

Die Furunkulose bei Salmoniden (Lachse, Forellen, Saiblinge, Äsche) wird durch das Bakterium *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* verursacht. Es handelt sich um eine systemische, oft verlustreiche Erkrankung. Betroffene Fische weisen eine Dunkelfärbung, Exophthalmus, Hämorrhagien in Kiemen, Muskulatur und inneren Organen sowie ulzerative Läsionen in der Haut auf. Bakterien des Genus *Aeromonas* sind im aquatischen Milieu weit verbreitete Gram-negative, fakultativ anaerobe Stäbchen und wurden überwiegend als opportunistische Pathogene von poikilothermen und von homoiothermen Tieren beschrieben. *A. salmonicida* ist eine unbewegliche, primär für Fische pathogene, psychrophile Spezies mit bis zu 5 Subspezies (*achromogenes, masoucida, pectinolytica, salmonicida* und *smithia*), wobei Bakterien der Subspezies *salmonicida* (A.s.s.) bei Salmoniden die typische Furunkulose verursachen. Bakterien aus den anderen Subspezies können bei Salmoniden und Fischen aus anderen Spezies, wie Karpfen, Steinbutt, Flunder, Heilbutt, Dorsch, eine ulzerative Erkrankung und Septikämie hervorrufen. Bei Infektion von Salmoniden mit A.s.s. kann es im akuten Krankheitsverlauf insbesondere bei Jungfischen zu einem raschen Verlustgeschehen ohne Auftreten von klinischen Symptomen kommen. Bei subakutem oder chronischem Verlauf der Erkrankung, vor allem bei älteren Fischen, kommt es zu einer langsamen Entwicklung von klinischen Symptomen, zu einer Entwicklung von Beulen oder Geschwüren in Muskulatur und geringen Mortalitätsraten. Es ist außerdem eine latente Form der Erkrankung bekannt, in der Fische den Erreger tragen, ohne dass klinische Symptome beobachtet werden. Der Erreger gelangt über Verletzungen in Haut und Kiemen sowie über den Darm in den Organismus. Physiologischer Stress und hoher Besatz begünstigen den Ausbruch der Erkrankung. Die Übertragung des Erregers erfolgt durch Fische, die latent mit dem Bakterium infiziert sind, durch Kontakt mit klinisch erkrankten Fischen sowie durch Eintrag des Bakteriums in Fischteiche durch kontaminiertes Wasser oder durch infizierte Wildfische. In Wasser, Sediment und an Gerätschaften kann das Bakterium über mehrere Tage bis einige Wochen überleben. Die Diagnose des Erregers beruht auf seiner Anzucht aus Niere, Milz oder Gehirn klinisch erkrankter Fische. Die Anzucht aus den dermalen Läsionen ist durch die Kontamination dieser Läsionen mit

opportunistischen Bakterien und Pilzen erschwert. Dieses erschwert insbesondere die Diagnose bei atypischen *A. salmonicida*-Infektionen. Mikrobiologische Proben sollten über mehrere Tage bei einer Temperatur möglichst unter 20°C kultiviert werden. Die Identifizierung der Erreger kann anhand der Nucleotidsequenz des 16S-rRNA Gens, der biochemischen Eigenschaften, oder anhand ihres Proteinspektrums mittels Massenspektroskopie erfolgen. Bei der Bekämpfung der Furunkulose werden überwiegend Antibiotika eingesetzt. International sind monovalente und eine Reihe von polyvalenten inaktivierten Vakzinen verfügbar, die beim Atlantischen Lachs zum Einsatz kommen. In Deutschland sind keine kommerziellen Impfstoffe verfügbar, weshalb bestandsspezifische Impfstoffe verwendet werden können.

Quelle:

S. Dallaire-Dufresne, K. H. Tanaka, M. V. Trudel, A. Lafaille and S. J. Charette. Virulence, genomic features, and plasticity of *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, the causative agent of fish furunculosis. Vet Microbiol. 2014;169:1-7.

R. C. Cipriano and B. Austin. Furunculosis and other aeromonad diseases. In: P. T. K. Woo and D. W. Bruno, Herausgeber. Fish Diseases and Disorders, Vol.3, Viral, Bacterial and Fungal Infections. 2. Auflage. CAB International,; 2011. p. 424-483.

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2022

Handelsname *zugelassen für*	**Zulassungsinhaber**	**Impfantigen**	**Zugelassen in**
Im europäischen Ausland sind Impfstoffe zugelassen, eine Anwendung ist nur mit einer Ausnahmegenehmigung gem § 11 (6) TierGesG möglich:			
Alpha Ject 2-2 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, Infectious pancreatic necrosis virus	UK(NI)
Alpha Ject 3000 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida, Vibrio anguillarum*	Dänemark, Island, Norwegen, Finnland, Irland
ALPHA JECT 5-3 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated	Island, Norwegen
Alpha Ject 6-2 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2	Norwegen
Alpha Ject Micro 6 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS, Overhalla	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O1, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2	Norwegen, Irland, Nordirland (UK)

Alpha Ject micro 7 ILA *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS, Overhalla	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O1, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2, Infectious salmon anemia virus, inactivated	Norwegen
Aquavac 6 *atlantischer Lachs*	Intervet International BV - 5831 AN	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serotype Sp, inactivated	Norwegen
AQUAVAC FNM *atlantischer Lachs*	MSD Animal Health, S.L.	Inactivated cells of *Aeromonas salmonicida* (MT004 and MT423 strains)	Spanien
Aquavac FNM Plus *atlantischer Lachs*	MSD Animal Health Lda.	*Aeromonas salmonicida*, and *Aeromonas salmonicida*.	Portugal, Nordirland (UK), Slowakei, Tschechien
AquaVac PD3 *atlantischer Lachs*	Intervet Irland Ltd	Salmon pancreas disease virus, Infectious pancreatic necrosis virus, *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*	Irland, Nordirland (UK)
Aquavac PD7 *atlantischer Lachs*	Intervet International BV - 5831 AN	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serotype Sp, inactivated, Salmon pancreatic disease virus (SPDV), strain F93-125, inactivated	Norwegen
Pentium Forte Plus *atlantischer Lachs*	Elanco GmbH	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2	Norwegen

C. 6 Pankreaserkrankung der Lachse

Leitsymptome:

- verringerte Futteraufnahme, Lethargie („Schlafen“ in Seitenlage am Beckenboden), Schrägschwimmen, Kümmern, plötzliche Verluste
- Sektionsbild: futterleerer, mit gelblichem Schleim gefüllter Darm, petechiale Blutungen an Pylorusschläuchen/ Fettgewebe, evtl. blasses Herz

Labordiagnostik:

- Virusanzucht auf Zellkultur
- Molekularbiologischer Nachweis mittels RT-(q)PCR mit RNA aus Herz, Niere und Kiemen
- Histologischer Nachweis von Pankreasnekrosen sowie degenerativer und entzündlicher Herz- und Skelettmuskelveränderungen
- Serum-Neutralisationstest

Informationen zur Erkrankung

Die Pankreaserkrankung der Lachse (PD), wird ebenso wie die bei Regenbogenforellen vorkommende „Schlafkrankheit“ (Sleeping Disease; SD) durch das Salmonid Alpha Virus (SAV), ein einzelsträngiges behülltes RNA-Virus der Familie Togaviridae, verursacht. Während das Krankheitsbild in anderen

europäischen Ländern seit über 40 Jahren bekannt ist und das ursächliche Virus Ende der 90er Jahre isoliert wurde, gibt es in Deutschland seit 2008 Nachweise von SAV-Infektionen im Rahmen von Salmonidenverlusten. Das SAV wird bezüglich der empfänglichen Salmonidenarten und der Wasserbeschaffenheit in 6 Genotypen eingeteilt; in Deutschland spielt der Süßwasser-Genotyp SAV 2 eine wichtige Rolle.

Die Pankreaserkrankung der Lachse ist eine systemische Erkrankung des Atlantischen Lachses, der Regenbogenforelle und des Saiblings, die durch verringerte Futteraufnahme, Lethargie (Absinken, „Schlafen"), Schrägschwimmen, Kümmern und plötzliche, teilweise hohe Verluste charakterisiert ist. Durch den fehlenden Zuwachs und die Fischverluste kann die PD erhebliche wirtschaftliche Verluste verursachen.

Der klinische Ausbruch der Pankreaserkrankung wird verstärkt durch zusätzliche Risikofaktoren wie übermäßige Fütterung, Umsetzen/Transport, im Frühjahr ansteigende Wassertemperaturen und Befall mit Ektoparasiten. Die Krankheitsdauer kann von 1 bis 32 Wochen betragen, mit einer kumulativen Mortalität von wenigen bis zu teilweise über 50 %. Verschiedene Altersgruppen der Lachse und o.g. Süßwasser-Salmoniden können erkranken, die Übertragung erfolgt hauptsächlich horizontal über (Oberflächen-) Wasser, Kot, Hautschleim, abdriftende Fetttröpfchen oder auch Ektoparasiten von infizierten Fischen. Das Sektionsbild erkrankter bzw. verendeter Fische variiert, häufig sind ein futterleerer, mit gelblichem Schleim gefüllter Darm, petechiale Blutungen oder Rötungen in der Pankreasregion zwischen den Pylorusschläuchen oder Aszites sichtbar, manchmal auch blasse Herzen bzw. Herzrupturen. Die weiterführende Labordiagnostik beinhaltet den histologischen Nachweis von Pankreasnekrosen und von degenerativen und entzündlichen Herz- und Skelettmuskelveränderungen, die Erregeranzucht auf Zellkultur, die RT-(q)PCR oder auch einen Serum-Neutralisationstest.

Mangels spezifischer antiviraler Therapie gegen die Pankreasnekrose ist ein optimales Betriebs- und Hygienemanagement einschließlich sorgfältiger Auswahl von SAV-freiem Besatzmaterial ein wichtiges Mittel zur Reduktion der Verluste in betroffenen Salmonidenbeständen. Für die Immunprophylaxe gegen Pankreasnekrose beim Lachs ist seit 2017 europaweit ein DNA-Impfstoff zugelassen.

Quelle:

Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals. OIE. https://www.oie.int/

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2022

Handelsname *zugelassen für*	**Zulassungsinhaber**	**Impfantigen**	**Zugelassen in**
CLYNAV *atlantischer Lachs*	ELANCO GmbH	*Salmonid Alphavirus*	EMA
Im europäischen Ausland sind Impfstoffe zugelassen, eine Anwendung ist nur mit einer Ausnahmegenehmigung gem § 11 (6) TierGesG möglich:			
ALPHA JECT MICRO 1 NODA *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	Salmon pancreas disease virus	Griechenland

ALPHA JECT micro 1 PD *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	Salmon pancreas disease virus	Irland, Nordirland (UK)
Aquavac PD *atlantischer Lachs*	Intervet Irland Ltd	Salmon pancreas disease virus	Irland, Nordirland (UK)
AquaVac PD3 *atlantischer Lachs*	Intervet Irland Ltd	Salmon pancreas disease virus, Infectious pancreatic necrosis virus, *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*	Irland, Nordirland (UK)
Norvax Compact PD *atlantischer Lachs*	Intervet UK Ltd	Salmon pancreas disease virus	Nordirland (UK)

C. 7 Rotmaulseuche

Leitsymptome:

- Lethargie, Dunkelfärbung, Exophthalmus, Rötungen im Kopf-/Maulbereich
- Sektionsbild: allgemeine Anämie, Blutungen in Muskulatur, Bauchfell, Leber und Fettgewebe; Ascites, Peritonitis, Milzschwellung, Enteritis

Labordiagnostik:

- Erregeranzucht aus typisch verändertem Leber- oder Milzgewebe bzw. aus Darm auf Blut-/TS-Agar oder auch Selektivnährboden (z.B. Gassner)

Informationen zur Erkrankung

Die Rotmaulseuche (Enteric Redmouth Disease, ERM) zählt mit zu den bedeutendsten bakteriellen Erkrankungen in der Süßwasser-Salmonidenaquakultur mit einer hohen Kontagiosität und Mortalität und den sich daraus ergebenden wirtschaftlichen Verlusten. Betroffen sind in den deutschen Fischzuchten am häufigsten Regenbogenforellen im Jungfisch-Stadium. Die Krankheit wird von *Yersinia ruckeri*, einem Gram-negativen, stäbchenförmigen, sehr widerstandsfähigen Enterobakterium, verursacht. Es werden zwei Biovare und 5 Serovare unterschieden. In Europa sind bei ERM-Ausbrüchen meist *Y. ruckeri* Serotyp O1a Stämme maßgeblich beteiligt, hierzu zählt auch der sog. Hagerman-Typ.2 5

Die Rotmaulseuche wird durch infizierte Fische (Carrier) bzw. nicht desinfizierte Eier, kontaminiertes Wasser, Prädatoren, Nagetiere und auch Gerätschaften übertragen. Perakute bis akute Ausbrüche und Verläufe treten meist bei Jungfischen im Rahmen von jahreszeitlich ansteigenden oder sinkenden Temperaturen auf. Das Krankheitsbild variiert von perakuten Verläufen, bei denen Brütlinge oder kleine Setzlinge innerhalb von wenigen Tagen ohne deutliche vorangehende klinische Symptome verenden, über akut verlaufende Symptomatiken, die durch Futterunlust, Lethargie, Randstehen, Dunkelfärbung, Exophthalmus, manchmal Rötungen im After- bzw. Kopfbereich (Name!) gekennzeichnet sind, bis hin zu chronischen Verläufen, die mit Dunkelfärbung und zu geringem Zuwachs einhergehen. Im Sektionsbild zeigt sich meist eine allgemeine Anämie, Blutungen in Muskulatur, Leber, Fettgewebe sowie eine regelmäßig vorhandene Entzündung der Darmschleimhaut. Die weiterführende Diagnostik erfolgt durch den Erregernachweis mittels kultureller Anzucht auf gängigen Blut- oder TSA-Nährböden. Eine zielführende Therapie der ERM beinhaltet neben der Gabe von Antibiotika die Stressreduktion durch Optimierung der Hygiene- und Haltungsbedingungen (besonderes Augenmerk liegt auf Wasserqualität, Besatzdichte, während Krankheitsphasen

reduzierte, aber hochwertige Fütterung und ggf. Immunstimulantien). Für die Immunprophylaxe stehen in Deutschland zugelassene Ganzzell-Impfstoffe zur Verfügung, die spezifische Immunantworten induzieren. In Verbindung mit o.g. Hygienepraxis und Betriebsmanagement ist die ERM-Impfung in betroffenen Beständen sehr erfolgreich und wird aufgrund der Widerstandskraft von *Y. ruckeri* gegen äußere Einflüsse für diese Salmonidenbestände empfohlen.

Quelle:

W. H. Baur, G. Bräuer and J. Rapp. Nutzfische und Krebse – Lebensraum, Erkrankungen und Therapie. 3.Auflage ed. Stuttgart: Enke Verlag; 2010

A. C. Barnes. Enteritic redmouth disease (ERM) (Yersinia ruckeri). In: P. T. K. Woo and D. W. Bruno, Herausgeber. Fish Diseases and Disorders, Vol.3, Viral, Bacterial and Fungal Infections. 2. Auflage. CAB International,; 2011. p. 484-511.

Zugelassene Impfstoffe **Stand: Januar 2022**

Handelsname *zugelassen für*	**Zulassungsinhaber**	**Impfantigen**	**leb./ inakt.**	**Hyperlink**
Aqua-Vac ERM *Forelle*	Intervet/ MSD Tiergesundheit	*Yersinia ruckeri*, St. Hagermann Typ 1	Inakt.	PharmNet
Aqua-Vac ERM Oral *Forelle*	Intervet/ MSD Tiergesundheit	*Yersinia ruckeri*, St. Hagermann Typ 1	Inakt.	PharmNet
Aqua-Vac Relera *Forelle*	Intervet/ MSD Tiergesundheit	*Yersinia ruckeri*, St. Hagermann Typ 1 und St. EX5-Biotyp	Inakt.	PharmNet

C. 8 Vibriose

Leitsymptome:

- Kachexie, Lethargie, Hämorrhagien, Exophthalmus, Hautschwellungen, Ulzera
- Sektionsbild: Blutungen; aufgetriebener, mit klarer Flüssigkeit gefüllter Darm

Labordiagnostik:

- Erregeranzucht aus Milz und Kopfniere
- Molekularbiologischer Nachweis mittels PCR aus Milz und Kopfniere

Informationen zur Erkrankung

Der Erreger der Vibriose ist das Gram-negative kommaförmige Bakterium *Vibrio anguillarum*, auch bekannt unter dem Namen *Listonella anguillarum*, aus der Familie der *Vibrionaceae*. Von den 23 bekannten Serotypen führen nur die Serotypen O1 und O2 (weniger der Serotyp O3) zu signifikanten Verlusten. Weltweit sind eine ganze Reihe von aquatischen Spezies einschließlich Weich- und Krustentieren, sowohl im marinen als auch im Süßwasserbereich, betroffen, wobei die Krankheit in Mitteleuropa zu wirtschaftlichen Verlusten vor allem bei Salmoniden, Steinbutt, Aal und Dorsch führt.

Klinisch äußert sich die Virbriose durch Gewichtsverlust, Lethargie, Blutungen, Exophthalmus und Hautschwellungen bis hin zu ulzerativen Veränderungen. Der Erreger kann in hohen Konzentrationen aus dem Blut und den hämatopoetischen Geweben isoliert werden. Im Sektionsbefund überwiegt neben Blutungen ein aufgetriebener Darm, der mit einer klaren, viskosen Flüssigkeit gefüllt ist. Bei akutem Krankheitsverlauf kann es zu Verlusten ohne das Auftreten einer klinischen Erkrankung kommen. Der Erreger gelangt in den Organismus über die geschädigte Haut, aber auch nach oraler Aufnahme über kontaminiertes Futter, was vor allem für juvenile Fische von Bedeutung ist. Durch ihr noch nicht vollständig entwickeltes Immunsystem sind letztere besonders gefährdet. Stress und Veränderungen der Wassertemperatur spielen bei der Pathogenese der Vibriose eine große Rolle, wobei Temperaturen von über 15°C bevorzugt zu Ausbrüchen führen. Der Erregernachweis kann traditionell über dessen Anzucht auf speziellen Nährmedien sowie die Analyse seiner biochemischen Eigenschaften erfolgen. Aufgrund der engen Verwandtschaft zu nicht-pathogenen Erregern der Familie *Vibrionaceae* kann jedoch meist auf eine genauere Charakterisierung nicht verzichtet werden. Da sich auch immunologische Nachweisverfahren (Immunfluoreszenz, ELISA) als nicht hinreichend spezifisch erwiesen haben, sind molekularbiologische Nachweisverfahren (PCR) die Methoden der Wahl. In den zurückliegenden Jahren wurden zur Bekämpfung der Vibriose, insbesondere bei der Aufzucht von Larven, Antibiotika eingesetzt. Deren Verwendung kann durch prophylaktische Maßnahmen wie Haltungshygiene, Vermeidung von Stress sowie die Fütterung von Probiotika und Immunstimulantien vermindert werden. International sind eine Reihe von monovalenten und polyvalenten inaktivierten Serotyp O1- und O2-Vakzinen verfügbar, die bei verschiedenen Fischspezies zum Einsatz kommen. In Deutschland sind keine kommerziellen Impfstoffe verfügbar, weshalb bestandsspezifische Impfstoffe verwendet werden könnten.

Quelle:

I. Frans, C. W. Michiels, P. Bossier, K. A. Willems, B. Lievens and H. Rediers. Vibrio anguillarum as a fish pathogen: virulence factors, diagnosis and prevention. J Fish Dis. 2011;34:643-61.

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2022

Handelsname *zugelassen für*	**Zulassungsinhaber**	**Impfantigen**	**Zugelassen in**
Im europäischen Ausland sind Impfstoffe zugelassen, eine Anwendung ist nur mit einer Ausnahmegenehmigung gem § 11 (6) TierGesG möglich:			
ALPHA DIP 2000 *Seebarsch*	Pharmaq AS	Inactivated bacterial species *Listonella anguillarum* (01) and *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*.	Griechenland
ALPHA DIP VIB *Seebarsch*	Pharmaq AS	*Listonella anguillarum* (Vibrio anguillarum) serotype O1, strain AL 112	Griechenland, Portugal, Spanien, Kroatien, Italien
ALPHA DIP VIBRIO *Seebarsch*	Pharmaq AS	*Listonella anguillarum* (Vibrio anguillarum) inactivated	Griechenland
ALPHA JECT 2000 *Seebarsch*	Pharmaq AS	Contains a non-mineral adjuvant and the inactivated bacterial species *Listonella anguillarum* (01) and *Photobacterium damsela*	Griechenland, Spanien, Kroatien

Alpha Ject 3000 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, *Listonella anguillarum* serotype O1, *Listonella anguillarum* serotype O2a	Island, Norwegen, Finnland, Irland
ALPHA JECT 5-3 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated	Island, Norwegen
Alpha Ject 6-2 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2	Norwegen
Alpha Ject Micro 6 *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicid*a, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O1, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2	Norwegen, Irland, Nordirland (UK)
Alpha Ject micro 7 ILA *atlantischer Lachs*	Pharmaq AS	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O1, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2, Infectious salmon anemia virus, inactivated	Norwegen
Alpha Marine Vibject *Dorsch*	Pharmaq AS	*Listonella anguillarum* serotype O1, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O2b, inactivated	Norwegen
Alpha Marine Vibrio suspension for bath treatment *Dorsch*	Pharmaq AS	*Listonella anguillarum* serotype O1, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Listonella anguillarum* serotype O2b, inactivated	Norwegen
Aqua Vibrio oral *Forelle*	MSD ANIMAL HEALTH S.R.L.	*Listonella* (Vibrio) *anguillarum* inactivated cells strain 78-SKID: *Vibrio ordalii* inactivated cells strain	Italien
Aquavac 6 *atlantischer Lachs*	Intervet International	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serotype Sp, inactivated	Norwegen
Aquavac PD7 *atlantischer Lachs*	Intervet International	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillaru*m serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2a, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serotype Sp, inactivated, Salmon pancreatic disease virus (SPDV), strain F93-125, inactivated	Norwegen
AQUAVAC Vibrio Immersion and Injection *Forelle*	Intervet International	Inactivated cells of *Listonella (Vibrio) anguillarum* strain 78-SKID: RPS60(*) > 75%. Inactivated cells of *Vibrio ordalii* strain MSC 275: RPS60(*) > 75%	Griechenland, Portugal, Zypern, Nordirland (UK), Frankreich, Italien, Spanien
AQUAVAC Vibrio Oral *Forelle*	Intervet International	*Listonella (Vibrio) anguillarum* strain 78-SKID, inactivated; *Listonella (Vibrio) ordalii* strain MSC275, inactivated	Zypern, Frankreich, Kroatien, Portugal, Spanien, Nordirland (UK)

AQUAVAC VIBRIO PASTEURELLA *Seebarsch*	Intervet HELLAS	Inactivated cultures of *Vibrio anguillarum* and *Photobacterium damsela*	Griechenland
Aquavac Vibrio vab *Salmoniden, Aal, Seebarsch, Seebrasse, Steinbutt*	MSD ANIMAL HEALTH S.R.L.	*V. anguillarum* (78-SKID) inactivated, *V. anguillarum* (MSC 275) inactivated	Italien
BI-FISHVAX *Forelle*	FATRO S.P.A.	*Listonella anguillarum* antigen, *Yersinia ruckeri* antigen	Italien
ICTHIOVAC VR/PD *Seebarsch*	LABORATORIOS HIPRA, S.A.	Inactivated *Listonella anguillarum serotype 01; Inactivated Listonella anguillarum serotype 02a; Inactivated Listonella anguillarum serotype 02B;* Inactivated *Photobacterium damselae* subsp. p*iscicida* DI 21	Griechenland, Kroatien, Frankreich, Spanien, Portugal, Italien
ICTHIOVAC-VR *Seebarsch, Steinbutt*	LABORATORIOS HIPRA, S.A.	Inactivated *Vibrio (Listonella) anguillarum*, serotype O1; Inactivated *Vibrio (Listonella) anguillarum*, seroype O2 α; Inactivated *Vibrio (Listonella) anguillarum*, serotype O2 ß	Frankreich, Portugal, Spanien
Pentium Forte Plus *atlantischer Lachs*	Elanco GmbH	*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O1, inactivated, *Vibrio anguillarum* serotype O2, inactivated, *Vibrio salmonicida*, inactivated, *Moritella viscosa*, inactivated, Infectious pancreatic necrosis virus, serovar A2	Norwegen
VIBRI-FISHVAX *Forelle*	FATRO S.P.A.	*Listonella anguillarum* antigen; *Vibrio ordalii* antigen	Italien

C. 9 Virale Hämorrhagische Septikämie (VHS)

CAVE: gelistete Tierseuche (Kat C+D+E)

Leitsymptome:

- Ataxie, Dunkelfärbung, Exophthalmus, Ascites, Anämie, Hämorrhagien, Kiemenblässe
- Sektionsbild: Hämorrhagien, blasse oder fleckige Leber, Nieren dunkelrot und geschwollen, Splenomegalie, leerer Verdauungstrakt

Labordiagnostik:

- Virusanzucht auf Zellkultur
- Molekularbiologischer Nachweis mittels RT-PCR mit RNA aus Parenchymen
- Neutralisationstest, IFAT oder ELISA

Informationen zur Erkrankung

Die Erreger der VHS, das VHS Virus (VHSV), ist ein einzelsträngiges RNA-Virus aus der Familie Rhabdoviridae. VHSV wurde in Europa wahrscheinlich aus marinen Spezies (Hering) auf im Süßwasser lebende Salmoniden übertragen. Heute ist VHS nahezu weltweit verbreitet, wobei es territorial unterschiedliche Genotypen gibt. Die Genotypen I-a bis I-e kommen vor allem in Europa (I-a in Kontinentaleuropa; I-b in Ostsee, Skagerrak, Kattegat, Nordsee, und Ärmelkanal; I-c und I-d in Nordeuropa; I-e in Regenbogenforellen in Georgien sowie in Steinbutt aus dem Schwarzen Meer) vor. Der Genotyp II ist auf Salzwasserfische der Ostsee beschränkt, während der Genotyp III aus Salzwasserfischen des Nordatlantik, der Nordsee, des Skagerraks und Kattegats isoliert werden kann.

Der Genotyp IV bleibt auf den nordamerikanischen Raum sowie Japan und die koreanische Halbinsel beschränkt, wobei der Genotyp IVb vor allem im Bereich der Großen Seen zu finden ist. In der Durchführungsverordnung (EU) 2018/1882 werden neben einer Reihe von für die Aquakultur weniger bedeutsamen empfänglichen Arten verschiedene Arten von Salmoniden (Forellen, Saiblinge, Lachse, Felchen), Aal und Hecht gelistet. In Deutschland sind Regenbogenforellen aller Altersgruppen betroffen, wobei vor allem bei juvenilen Fischen hohe Verluste zu verzeichnen sind. Zu Ausbrüchen kommt es häufig im Frühling und zum Winterbeginn bei Wassertemperaturen zwischen 8 und 15°C, wenn die Immunabwehr der Fische zu schwach ist, um eine Virusreplikation zu unterdrücken, die Viren jedoch bereits gut repliziert werden. Die Erregerübertragung erfolgt ausschließlich horizontal. Das Virus kann in Samenflüssigkeit nachgewiesen werden und an Eiern anheften, weswegen der Desinfektion von Eiern eine große Bedeutung zukommt. Weiterhin kann VHSV über den Handel, Besatzmaßnahmen, Angler (Köderfische), Abwässer (Transportwasser, Küchen, Haltungsbetriebe) und Vektoren (Arthropoden, Vögel, Mensch, Fische) übertragen werden. Es ist davon auszugehen, dass überlebende Fische lebenslang Virusträger sind. Klinisch werden Lethargie, Rückzug erkrankter Fische in ruhige Zonen, Dunkelfärbung, Exophthalmus, Ascites, Blutungen und blasse Kiemen beobachtet. Der ebenfalls nicht pathognomonische Sektionsbefund erstreckt sich auf Blutungen, blasse oder fleckige Lebern, dunkelrot gefärbte und geschwollene Nieren und Splenomegalie. Aufgrund von Inappetenz ist der Verdauungstrakt meist leer. Man unterscheidet akute (ausgeprägte Klinik), chronische (vordergründig Lethargie und Inappetenz) sowie nervöse (zentralnervöse Störungen wie Taumeln, Kopfstehen etc.) Verlaufsformen.

Laut Amtlicher Methodensammlung des FLI wird zur Erlangung oder Aufrechterhaltung des Status „frei von VHS“ der Virusnachweis und/oder der Nachweis des viralen Genoms geführt. Dazu werden empfängliche Zellkulturen verwendet, wonach sich ein spezifischer Antigennachweis über immunologische Nachweisverfahren (Immunfluoreszenz, ELISA) oder der Genomnachweis anschließt. Gleichfalls kann der Nachweis des viralen Genoms mittels erregerspezifischer RT-qPCR direkt aus Organmaterial oder nach Zellkulturpassagen erfolgen. Ein Verdacht auf VHS gilt als ausgeschlossen, wenn Zellkultivierung oder RT-qPCR keine weiteren Nachweise für das Vorhandensein von VHSV ergeben. Differentialdiagnostisch sind potentiell mit Blutungen einhergehende Erkrankungen auszuschließen. In Anhang VI der Delegierten Verordnung (EU) 2020/689 sind Vorgaben für Tilgungsprogramme zur Bekämpfung der VHS gemacht. Dies umfasst Vorgaben bezüglich der Häufigkeit und Art der Probennahme. Im Falle eines Ausbruches sind demnach Bestandsräumungen vorzunehmen und alle Fische unschädlich zu beseitigen. Ansteckungsverdächtige Fische dürfen geschlachtet oder bis zur Schlachtung ausgemästet werden, wobei jedoch ein Genehmigungsvorbehalt der zuständigen Behörde zur Verbringung besteht. Nach der Bestandsräumung sind die Hälterungsanlagen zu desinfizieren. Gemäß Delegierter Verordnung (EU) 2020/689 ist eine Trockenfallperiode für mindestens 6 Wochen einzuhalten. In Deutschland ist derzeit nicht geplant, der Verordnung entsprechende, verpflichtende Tilgungsprogramme aufzulegen. In der Diskussion sind allenfalls freiwillige Überwachungsprogramme. Bislang war die Impfung gegen VHSV gemäß Fischseuchenverordnung in seuchenfreien Zonen oder Kompartimenten verboten. Nach Inkrafttreten der Verordnung (EU) 2016/429 ist die Impfung gegen Seuchen der Kategorie C nicht mehr grundsätzlich verboten. Die zuständige Behörde kann Impfungen von Wassertieren, ggf. wildlebenden Wassertieren, im Rahmen von EU genehmigten Tilgungsprogrammen als eine Bekämpfungsmaßnahme aufnehmen (Art. 54 der Delegierten Verordnung (EU) 2020/689). Derzeit stehen allerdings europaweit keine zugelassenen Impfstoffe gegen die VHS zur Verfügung.

Quellen:

Delegierte Verordnung (EU) 2020/689 der Kommission vom 17. Dezember 2019 zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2016/429 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Vorschriften betreffend Überwachung, Tilgungsprogramme und den Status „seuchenfrei“ für bestimmte gelistete und neu auftretende Seuchen (Amtsblatt der Europäischen Union L 174, 211 - 340)

Durchführungsverordnung (EU) 2018/1882 der Kommission vom 3. Dezember 2018 über die Anwendung bestimmter Bestimmungen zur Seuchenprävention und -bekämpfung auf Kategorien gelisteter Seuchen und zur Erstellung einer Liste von Arten und Artengruppen, die ein erhebliches Risiko für die Ausbreitung dieser gelisteten Seuchen darstellen (Amtsblatt der Europäischen Union L 308, 21-29)

O. B. Dale, I. Orpetveit, T. M. Lyngstad, S. Kahns, H. F. Skall, N. J. Olesen and B. H. Dannevig. Outbreak of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) in seawater-farmed rainbow trout in Norway caused by VHS virus Genotype III. Dis Aquat Organ. 2009;85:93-103.

T. Nishizawa, H. Savas, H. Isidan, C. Ustundag, H. Iwamoto and M. Yoshimizu. Genotyping and pathogenicity of viral hemorrhagic septicemia virus from free-living turbot (Psetta maxima) in a Turkish coastal area of the Black Sea. Appl Environ Microbiol. 2006;72:2373-8.

Virale Hämorrhagische Septikämie der Salmoniden (Amtliche Methode und Falldefinition). Friedrich-Loeffler-Institut. https://www.fli.de/

Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals. OIE. https://www.oie.int/

World Animal Health Information Database (WAHIS) Interface. OIE. https://www.oie.int/wahis_2/

D. Fachinformationen Teil III

Weitere relevante Erkrankungen bei wirtschaftlich genutzten Fischen

Die tabellarischen Angaben zu den einzelnen Impfstoffen –sofern vorhanden- sind den Gebrauchsinformationen der Impfstoffhersteller entnommen. Jeweils in der ersten Tabelle findet sich ein Hyperlink zum PharmNet.Bund, bzw. zum Internetauftritt der Europäischen Arzneimittelagentur, wo die Gebrauchsinformationen öffentlich zugänglich hinterlegt sind.

D. 1 Edwardsiellose der Welse

Leitsymptome:

- variables Krankheitsbild: *E. tarda:* anfangs lokale Läsionen in der Muskulatur, später nekrotische Abszesse in Muskulatur und Schwanzbereich, Verlust der Motilität der caudalen Körperregion
- *E. ictaluri*: apathisches Stehen an der Wasseroberfläche, Petechiale Blutungen in Haut unter dem Unterkiefer, an Kiemen und Bauch
- Sektionsbild: *E. tarda*: Abszesse in Muskulatur, Leber gefleckt, Niere vergrößert, generalisierte Hyperämie. *E. ictaluri*: Abdominale Ascites, Niere und Milz hypertrophiert, Entzündung im Fettgewebe, Peritoneum und Darm. Offene Läsionen im Schädel in der Region der Augen.

Labordiagnostik:

- Erregeranzucht aus inneren Organen infizierter Fische auf TSA oder BHI-Agar
- Molekularbiologischer Nachweis mittels PCR aus inneren Organen infizierter Fische

Informationen zur Erkrankung

Die Edwarsiellose wird von Enterobakterien aus dem Genus *Edwardsiella* hervorgerufen: *Edwardsiella tarda* infiziert Fische und andere Wirbeltiere einschließlich des Menschen, *E. ictaluri* infiziert nur Fische. *E. tarda* ruft eine emphysemische und eitrige Erkrankung bei Welsen sowie eine hämorrhagische Erkrankung bei Aalen hervor, während *E. ictaluri* eine enteritische Septikämie bei Welsen verursacht. Die *Edwardsiella*-Septikämie ist gekennzeichnet durch nekrotische Abszesse in der Muskulatur, die einen fauligen Geruch entlassen, wenn sie angeschnitten werden. *E. tarda* überdauert lange im Darm infizierter Fische und anderer aquatischer Tiere sowie in vielen aquatischen Lebensbereichen außerhalb eines infizierten Wirtes, z. B. im Schlamm vieler Gewässer. Erkrankungen treten bevorzugt bei in Aquarien gehaltenen Warmwasserfischen auf, aber auch bei wandernden Lachsen, bei Steinbutt, Welsen und Wolfsbarschen in der Aquakultur. Die Erkrankung nimmt häufig einen chronischen Verlauf. Erhöhte Wassertemperaturen, hohe organische Belastung des Wassers sowie niedrige Sauerstoffgehalte, hohe Ammoniak- und Nitritgehalte und andere Stressoren beschleunigen den Krankheitsverlauf und erhöhen die Mortalitätsrate. Die Infektion erfolgt durch kontaminierte Faeces von infizierten Fischen und anderen Tieren, durch kontaminiertes Wasser und Schlamm. Das Bakterium gelangt über Verletzungen in der Haut und über den Darm in nicht infizierte Fische. Infektionen mit *E. tarda* sind nicht auf Fische beschränkt. Das Bakterium wurde auch von wirbellosen Tieren aus dem Wasser sowie aus Vögeln und Säugetieren einschließlich des Menschen isoliert. Bei Menschen kann das Bakterium Diarrhoe und eine Gastro-Enteritis, sowie gelegentlich eine Peritonitis und Cellulitis verursachen. Weil *E. tarda* eine durch Lebensmittel übertragene Erkrankung beim Menschen auslösen kann, wird das Bakterium für die Lebensmittelsicherheit als relevant angesehen. Die Bakterien können aus inneren Organen infizierter Fische auf Herz-Hirn-Agar (BHI-Agar) oder auf Trypton-Soja-Agar (TS-Agar) angezüchtet werden und anhand der biochemischen Eigenschaften oder durch Sequenzieren des 16S-rRNA Gens identifiziert werden. Mit *E. ictaluri* infizierte Welse stehen apathisch an der Wasseroberfläche oder führen kreisförmige Schwimmbewegungen aus. Erkrankte Welse weisen petechiale Blutungen oder Entzündungen in der Haut im Maulbereich, auf dem Kiemendeckel und der Bauchseite auf. Oft entstehen in der Haut kleine

weiße depigmentierte Bereiche, aus denen sich entzündete Hautulzerationen entwickeln. Die Kiemen sind blass, das Abdomen oft aufgetrieben und mit einer trüben, blutigen Flüssigkeit gefüllt. Charakteristisch ist die Entwicklung einer offenen Läsion im Schädel in der Region der Augen. In der chronischen Verlaufsform entwickeln Welse eine Meningoenzephalitis, bei der sich lethargisches Verhalten mit unkoordinierten Schwimmbewegungen abwechseln.
Die Edwardsiellose kann durch Verabreichen von Antibiotika therapiert werden. Da sowohl *E. tarda* als auch *E. ictaluri* in Makrophagen überleben und sich vermehren können, ist die Therapie nicht so effektiv wie bei der Behandlung von extrazellulären Bakterien. Deshalb kommt es häufig zu Rezidiven. Zur Behandlung der *E. ictaluri*-Septikämie der Welse steht international eine Lebendvakzine mit einem attenuierten Bakterienstamm zur Verfügung (Aquavac-ESC, Intervet/Merck Animal Health). Ein Impfstoff zur Behandlung der durch *E. tarda* verursachten Edwardsiellose ist nicht erhältlich.

Quelle:

A. O. Kordon, H. Abdelhamed, H. Ahmed, W. Baumgartner, A. Karsi and L. M. Pinchuk. Assessment of the Live Attenuated and Wild-Type Edwardsiella ictaluri-Induced Immune Gene Expression and Langerhans-Like Cell Profiles in the Immune-Related Organs of Catfish. Front Immunol. 2019;10:392.

J. J. Evans, P. H. Klesius, J. A. Plump and S. C.A. Edwardsiella Septicaemia. In: P. T. K. Woo and D. W. Bruno, Herausgeber. Fish Diseases and Disorders, Vol.3, Viral, Bacterial and Fungal Infections. 2. Auflage. CAB International,; 2011. p. 512-569.

Invasive Species Compendium (2019): Edwarsiella tarda Septicaemia. CABI. https://www.cabi.org/isc/datasheet/84398

D. 2 Erythrodermatitis der Karpfen

Leitsymptome:

- in der Regel deutliche Geschwürbildung oberhalb der Seitenlinie, an den Flossenbasen sowie am Schwanzstiel, lokale Läsionen bis tief in die Muskulatur reichend, Abszessbildung, oftmals weißer Rand der Läsionen sowie nekrotischer Zentralbereich
- Sektionsbild: Geschwüre – und Abszesse in der Muskulatur, bis Perforation der Bauchhöhle, Milz- und Nierenschwellung möglich
- Differentialdiagnostisch sind Läsionen im Bereich der Orbita und des Mauls durch weitere Aeromonaden abzugrenzen.

Labordiagnostik:

- Erregeranzucht über entsprechende konventionelle, nichtselektive feste Nährmedien, z.B. Blutagar mit 7% Schafblut
- anschließende biochemische Differenzierungsmethoden mit ggf. Objektträgeragglutination (MonoAS)

Informationen zur Erkrankung

Unter dem Begriff Erythrodermatitis (ED) des Karpfens (Carp Erythrodermatitis, CE) wird ein eigenständiges Krankheitsbild zusammengefasst, welches durch sogenannte atypische, nichtmotile Aeromonaden, *Aeromonas salmonicida* subsp., hervorgerufen wird. Durch diverse biochemische,

physiologische und genetische Eigenschaften werden sie von den typischen, nichtmotilen Aeromonaden, *A. salmonicida* subsp. *salmonicida*, dem Erreger der Furunkulose der Salmoniden, abgegrenzt. Die genaue taxonomische Einordnung ist auch mittels AFLP fingerprints (amplified fragment-length polymorphism) schwierig und wird ständig nachjustiert. Die hauptsächlichsten Gründe, ein Isolat als atypisch zu bezeichnen sind das Fehlen oder der Mangel an Pigmentproduktion, Katalase- und Oxidase-negative Reaktionen, langsames Wachstum als ernährungsphysiologisch anspruchsvolles Bakterium. Ein wichtiges Kennzeichen ist außerdem der Bezug zu einem spezifischen Nichtsalmonidenwirt. Unter Gruppe 3 der atypischen Aeromonaden wird *A. salmonicida* subsp. *nova* herausgestellt. Etliche Autoren haben sich auf diesen Erreger als typischen Erreger der ED festgelegt, weil experimentell durch diese Aeromonade die Erkrankung reproduziert werden konnte und der Erreger als Reinkultur angezüchtet werden konnte. Die durch *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* produzierten Toxine werden für die Geschwürbildung mitverantwortlich gemacht. Die ED tritt vorwiegend in Karpfenteichwirtschaften gegen Ende des Sommers auf. Betroffen sein können alle Altersklassen des Karpfens sowie Koi, Goldfische und andere Cypriniden. Die klassische offene Geschwürbildung findet man typischerweise beim Spiegelkarpfen. Oftmals sind Veränderungen der Schleimhaut bis zum Ende des Sommers nicht auffällig und werden erst bei der Herbstabfischung entdeckt. Die ED ist demnach eine typische Sommerkrankheit. Sie kann schon bei Wassertemperaturen ab 12 °C auftreten. Der Befall mit blutsaugenden Parasiten wie *Argulus foliacaeus* (Karpfenlaus) oder *Piscicola geometra* (Gemeiner Fischegel) und damit verbundener Schleimhautschädigung, gilt neben der Kontaktinfektion als Übertragungsmechanismus des Erregers. Mangelnde Hygiene von benutzten Gerätschaften, hohe organische Belastung des Wassers oder symptomlose, infizierte Carrierfische sind weitere Faktoren, die die Übertragung begünstigen. Die Morbidität kann bis zu 80% betreffen, die Mortalität ist eher mittelmäßig. Allerdings sind betroffene Fische sowohl als Satz- als auch als Speisefische nicht vermarktungsfähig. Zu Beginn der Erkrankung findet man Blutungen in der Haut und auch an Flossenansätzen. Die sich zwischen den Hautschichten bildenden Entzündungsprozesse breiten sich aus und führen zur Geschwürbildung. Die Geschwüre brechen auf und sind dann rund oder unregelmäßig konturiert. In der Regel sind die Geschwüre im Zentrum durch die lokalen Entzündungsprozesse in der Muskulatur tiefrot. Nach dem Abheilen großer Geschwüre bleiben dunkelgefärbte Areale in Form von Narben zurück. Auch diese mindern den Verkaufswert der Fische. Ein Großteil der Geschwüre heilt jedoch ohne Narbenbildung ab. Der Erregernachweis erfolgt aus den Geschwüren und den inneren Organen bei Sektion. Die Probenahme kann über Abstrichtupfer mit Transportmedium erfolgen, wobei auf eine möglichst saubere Entnahme aus dem Randbereich der veränderten Areale geachtet werden sollte, um eine Verunreinigung mit ubiquitärer Bakterienflora zu vermeiden. Die Tupfer sind umgehend gekühlt dem Labor zuzustellen. Die Anzucht des Erregers erfolgt z.B. auf Blutagar mit 7% Schafblut und anschließender biochemischer Differenzierung. Die Behandlung der Erkrankung kann nach vorliegendem Resistogramm über Antibiotika oral erfolgen. Ein einmaliger Behandlungszyklus schützt jedoch nicht vor Rezidiven und sollte von entsprechenden Hygienemaßnahmen begleitet werden. Bei bestimmten Haltungsformen wie RAS-Systemen und wiederkehrenden Erkrankungsfällen sowie zum Schutz des Verbrauchers und der Minimierung des Antibiotikaeinsatzes empfiehlt sich die Vakzinierung. In der EU gibt es derzeit keine zugelassene Vakzine gegen atypische Aeromonaden. Es muss deshalb auf bestandspezifische Vakzine zurückgegriffen werden.

Quelle:

M. Hiney and G. Olivier. Furunculosus. In: P. T. K. Woo and D. W. Bruno, Herausgeber. Fish Diseases and Disorders, Vol.3, Viral, Bacterial and Fungal Infections. 2. Auflage. CAB International,; 2011. p. 386-402.

D. 3 Infektionen mit dem Aal-Herpesvirus

Leitsymptome:	**Labordiagnostik:**
• Apathie, Inappetenz, ulzerative Hautläsionen, Hämorrhagien • Sektionsbild: blasse Lebern, Hämorrhagien	• Erregeranzucht aus Kieme und Parenchymen auf Zellkultur • Molekularbiologischer Nachweis mittels PCR

Informationen zur Erkrankung

Mitte der 1980er Jahre wurden in Ungarn und später in Japan bei Aalen Krankheitsgeschehen mit Hautläsionen beschrieben bei denen herpesvirusvirale Partikel isoliert wurden, die später als *Herpesvirus anguillae* (HVA) bzw. als anguillid herpesvirus 1 (AngHV1) bezeichnet wurden. AngHV1 ist in die Gattung Cyprinivirus, in der Familie Alloherpesviridae, Ordnung Herpesvirales eingeordnet. AngHV1-Isolate aus dem Europäischen, dem Asiatischen und dem Amerikanischen Aal sind serologisch und genetisch sehr eng miteinander verwandt, wobei man davon ausgehen kann, dass das Auftreten von AngHV1 deckungsgleich mit dem Vorkommen des Europäischen, des Asiatischen und des Amerikanischen Aals ist. Klinik und Pathologie variieren stark und sind oft stressinduziert. Es werden dann Apathie, Inappetenz, Hautveränderungen bis hin zu ulzerativen Läsionen (insbesondere im Kopfbereich), Hämorrhagien und Verschmelzungen der Primärlamellen der Kiemen beobachtet. Im pathologischen Befund fallen blasse Lebern und multifokale Blutungen auf, zuweilen auch Milzschwellung und Ascites. Die Diagnostik der AngHV1-Infektion beruht wegen des unspezifischen Krankheitsbildes auf der Identifizierung des Erregers. Hierfür stehen immunhistologische Verfahren, die In-situ-Hybridisierung und die (q)PCR zur Verfügung. AngHV1 kann erfolgreich aus Anreibungen von Kieme, Leber, Niere und Milz mittels Anzucht auf EK-1-Zellen isoliert werden. Erste Hinweise auf eine Herpesvirusinfektion kann die Elektronenmikroskopie liefern. Zugelassene Impfstoffe gegen die AngHV1-Infektion sind nicht verfügbar, weshalb sich die Prophylaxe der Erkrankung zunächst auf die Vermeidung der Viruseinschleppung, Quarantänemaßnahmen, die Behandlung von Sekundärinfektionen und Stressreduzierung konzentrieren. Bei Ausbruch der Krankheit bleibt nur die Räumung, Reinigung und Desinfektion der Hälterungsanlagen. Die Absenkung der Wassertemperatur auf unter 22°C kann die klinischen Symptome einer AngHV1-Infektion reduzieren. Für Aale existiert kein geschlossener Reproduktionszyklus. Deswegen werden für Besatzmaßnahmen vorgesehene Glasaale im Atlantik gefangen und bis zur Auswilderung in Aquakulturanlagen vorgestreckt. Der damit verbundene Stress kann eine latente Herpesvirusinfektion klinisch manifest werden lassen, wobei große Virusmengen ausgeschieden werden. Diese Virusmengen können wiederum zu einem erhöhten Infektionsdruck in solchen Flusssystemen führen, in die die vorgestreckten Aale ausgesetzt werden. Um solche negativen Folgen abzumildern, können bestandsspezifische Impfstoffe eingesetzt werden.

Quelle:

L. Hanson, A. Doszpoly, S. J. van Beurden, P. H. de Oliveira Viadanna and T. Waltzek. Chapter 9 - Alloherpesviruses of Fish. In: F. S. B. Kibenge and M. G. Godoy, Herausgeber. Aquaculture Virology. San Diego: Academic Press; 2016. p. 153-172.

S. J. van Beurden, M. Y. Engelsma, I. Roozenburg, M. A. Voorbergen-Laarman, P. W. van Tulden, S. Kerkhoff, A. P. van Nieuwstadt, A. Davidse and O. L. Haenen. Viral diseases of wild and farmed European eel Anguilla anguilla with particular reference to the Netherlands. Dis Aquat Organ. 2012;101:69-86.

D. 4 Infektionen mit dem Carp Edemavirus

Leitsymptome:	**Labordiagnostik**:
• Krankheitsbild: Dunkelfärbung, Lethargie, Enophthalmus, Anorexie, Kiemenschwellung, Liegen auf einer Körperseite am Grund des Teiches oder Beckens, entzündeter Analbereich, • Sektionsbild: Kiemenschwellung, Überproduktion von Schleim auf Kiemen und Haut	• Erregeranzucht nicht möglich • Molekularbiologischer Nachweis virusspezifischer DNA-Sequenzen aus Kiemenproben.

Informationen zur Erkrankung

Das Carp Edemavirus Virus (CEV), das ätiologische Agens der Schlafkrankheit der Karpfen und Koi (Koi Sleepy Disease, KSD), ist ein DNA-Virus aus der Familie der Pockenviren. Das Virus infiziert Kiemenzellen des Speisekarpfens und von Farbschlägen des Karpfens (Koi) und verursacht eine Hypertrophie der Kiemen-Epithelzellen, eine Fusion der Sekundärlamellen sowie ein Auffüllen des intralamellaren Spaltes zwischen den Sekundärlamellen mit hyperplastischen Zellen und Zelldetritus. Klinisch an der KSD erkrankte Karpfen oder Koi sind dunkel verfärbt, weisen eingefallene Augen, Ascites, blasse, geschwollene Kiemen und lethargisches Schwimmverhalten auf. Oft liegen erkrankte Fische auf einer Körperseite am Boden des Teiches oder Beckens. Die Erkrankung tritt bei Koi im Frühjahr oder Herbst bei einer Wassertemperatur zwischen 15 bis 25 °C auf, bei Speisekarpfen überwiegend bei einer niedrigeren Temperatur zwischen 6 und 9°C. Die bekannte Nucleotid-Sequenz des P4a-codierenden Gens variiert bei vorliegenden Isolaten um mehr als 6 % und lässt 2 Genogruppen erkennen: Isolate der Genogruppe I wurden von infizierten Speisekarpfen aus Europa isoliert, Isolate der Genogruppe II aus Koi in Europa, Nordamerika und Asien sowie aus Speisekarpfen in Asien. CEV der Genogruppe II wurde vermutlich mit infizierten Koi aus Asien nach Europa transportiert, während CEV-Isolate der Genogruppe I in Karpfenpopulationen in Europa endemisch sind. Eine klinische Erkrankung nach Infektion mit CEV wurde bisher nur bei Karpfen beobachtet. Dabei verursachen CEV-Isolate der Genogruppe I eine Erkrankung bei Karpfen aus europäischen Zuchtlinien, während Infektionen mit CEV-Isolaten aus der Genogruppe II bei Koi klinische Erkrankungen auslösen können, selten bei Speisekarpfen aus europäischen Zuchtlinien. Bei anderen Fischarten wurde das Virus nach Kohabitation mit erkrankten Karpfen oder Koi mittels PCR nachgewiesen, eine Übertragung des Virus auf andere Fische oder Krankheitssymptome wurden bei diesen Fischen nicht beobachtet.
Das Virus lässt sich in vorliegenden Zellkulturen nicht anzüchten. Der Nachweis einer Infektion erfolgt mittels PCR durch Amplifizierung eines Fragmentes des P4a-codierenden Gens. Die Übertragung der

Infektion erfolgt durch Kontakt mit infizierten Fischen. Ob CEV in der infizierten Population oder in der kontaminierten Umgebung persistiert, ist nicht geklärt.
Bei Zierfischen können die Krankheitssymptome durch Zusatz von Kochsalz zum Haltungswasser gemildert werden. Eine Therapiemöglichkeit für Fische in Teichwirtschaften besteht nicht. Das Virus kann *in vitro* nicht angezüchtet werden. Es besteht keine Möglichkeit zur Impfung.

Quelle:

K. Way, O. Haenen, D. Stone, M. Adamek, S. M. Bergmann, L. Bigarre, N. Diserens, M. El-Matbouli, M. C. Gjessing, V. Jung-Schroers, E. Leguay, M. Matras, N. J. Olesen, V. Panzarin, V. Piackova, A. Toffan, N. Vendramin, T. Vesel and T. Waltzek. Emergence of carp edema virus (CEV) and its significance to European common carp and koi Cyprinus carpio. Dis Aquat Organ. 2017;126:155-166.

M. Adamek, A. Oschilewski, P. Wohlsein, V. Jung-Schroers, F. Teitge, A. Dawson, D. Gela, V. Piackova, M. Kocour, J. Adamek, S. M. Bergmann and D. Steinhagen. Experimental infections of different carp strains with the carp edema virus (CEV) give insights into the infection biology of the virus and indicate possible solutions to problems caused by koi sleepy disease (KSD) in carp aquaculture. Vet Res. 2017;48:12.

D. 5 Koi Herpesvirus-Infektion der Karpfen (KHV-I)

CAVE: gelistete Tierseuche (Kat E)

Leitsymptome:

Plötzliche Anorexie, Atemnot, Enophthalmus, großflächiger Schleimhautverlust, zentralnervöse Störungen

- Sektionsbild: Kiemenschwellung, Kiemennekrose, Blutungen in den Kiemen, Verlust der Lamellenstruktur der Kiemen, Hautnekrosen

Labordiagnostik:

- Erregeranzucht nicht möglich
- Molekularbiologischer Nachweis virusspezifischer DNA-Sequenzen aus Kieme, Niere und Gehirn

Informationen zur Erkrankung

Gemäß Anhang der Durchführungsverordnung (EU) 2018/1882 der Kommission wird die KHV-I als Seuche der Kategorie E eingeordnet. Als betroffene Arten werden der Karpfen und der Japanische Farbkarpfen aufgeführt. Die Erkrankung, die erstmals zum Ende der 1990er Jahre in Israel bei Farbkarpfen (Koi) beschrieben wurde, ist weltweit verbreitet. Der Erreger der KHV-I ist das Cyprinid Herpesvirus 3 (CyHV-3) aus der Familie der Alloherpesviridae. Eine enge Verwandtschaft besteht zum CyHV-1, dem Erreger der Karpfenpocken und dem CyHV-2, welches bei Goldfischen nachgewiesen wurde. Unterschiedliche Genotypen des KHV werden nicht beschrieben. Die genetische Verwandtschaft der einzelnen weltweit beschriebenen Virusstämme ist sehr hoch. Die KHV-Infektion ist die gegenwärtig wirtschaftlich bedeutsamste Virusinfektion der Karpfen. Klinische Erscheinungen der Erkrankung sind nur beim Karpfen einschließlich seiner Varietäten bekannt. Weitere Spezies wie Goldfische und Graskarpfen können das Virus übertragen, ohne selbst daran zu erkranken. Diese sind im Anhang der Durchführungsverordnung (EU) 2018/1882 als Überträgerarten aufgelistet. Für weitere

Fischarten wurde in experimentellen Studien die Übertragung nachgewiesen. Mortalität und Morbidität werden mit 10 bis 100 % angegeben. Die Übertragung des Virus erfolgt nach bisherigen Erkenntnissen ausschließlich horizontal über direkten Fischkontakt bei klinisch apparenter Erkrankung und sowohl über Gerätschaften (Kescher, Transportbehälter, -fahrzeuge etc.), als auch Prädatoren. Letztere spielen eine große Rolle bei der Übertragung des Virus über Teichketten bzw. benachbarte natürliche Haltungseinheiten. Das Risiko der Übertragung über das Wasser über größere Distanzen konnte in wissenschaftlichen Studien ausgeschlossen werden. Eine vertikale Übertragung ist bisher nicht nachgewiesen. Zu Ausbrüchen der Erkrankung kommt es hauptsächlich in den Sommermonaten bzw. bei Wassertemperaturen von 15 bis 29°C, wobei Erkrankungsfälle über 20°C am häufigsten beschrieben werden. In höheren Temperaturbereichen verläuft die Erkrankung schwerer und geht mit höheren Mortalitäten einher. Bestimmte Stressoren wie Temperaturschwankungen begleitet von Sauerstoffmangel können die Virusvermehrung begünstigen. Betroffene Karpfen fallen durch eine plötzliche Anorexie auf, die zügig von Atemnot und Apathie begleitet wird. Die einsetzenden Veränderungen des Kiemengewebes, in dem auch die Virusvermehrung hauptsächlich stattfindet, zeigen sich mikroskopisch durch Anämie, hochgradige Hyperplasie und -trophie, Verlust der Sekundärlamellen. Makroskopisch sichtbar sind massive Kiemenschwellung, Kiemenblässe mit Übergang zu Nekrosen. Im weiteren Verlauf der Erkrankung kommen Enophthalmus sowie großflächiger oft runder Schleimhautverlust hinzu. Typische pathologische Veränderungen der inneren Organe werden nicht beschrieben. Gemäß der amtlichen Methodensammlung des FLI erfolgt der Virusnachweis durch den molekularbiologischen Genomnachweis mittels qPCR oder PCR aus Kieme und Rumpfniere, ggf. mit zusätzlicher Probe aus Milz, Gehirn oder Darm. Differentialdiagnostisch sind sowohl pilz- und bakteriell bedingte Kiemenerkrankungen als auch das CEV auszuschließen. Neben der Meldepflicht wurde bis zum Inkrafttreten der Verordnung (EU) 2016/429 auch die Bekämpfung durch Maßnahmen der Bestandssanierung gefordert. Dies beinhaltete u.a. die Tötung von seuchenkranken und seuchenverdächtigen Fischen. Impfungen gegen die Seuche waren in freien Schutzgebieten oder Gebieten, die einem Überwachungsprogramm unterlagen, gemäß Fischseuchenverordnung verboten. Mit Aufhebung der Aquakulturrichtlinie 2006/88/EU entfiel die Rechtsgrundlage der FischSeuchVO. Damit sind Impfungen gegen KHV nicht mehr grundsätzlich verboten, allerdings stehen derzeit europaweit keine zugelassenen Impfstoffe zur Verfügung.

Quelle:

Durchführungsverordnung (EU) 2018/1882 der Kommission vom 3. Dezember 2018 über die Anwendung bestimmter Bestimmungen zur Seuchenprävention und -bekämpfung auf Kategorien gelisteter Seuchen und zur Erstellung einer Liste von Arten und Artengruppen, die ein erhebliches Risiko für die Ausbreitung dieser gelisteten Seuchen darstellen (Amtsblatt der Europäischen Union L 308, 21-29)

M. Y. Engelsma, K. Way, M. J. Dodge, M. Voorbergen-Laarman, V. Panzarin, M. Abbadi, M. El-Matbouli, H. Frank Skall, S. Kahns and D. M. Stone. Detection of novel strains of cyprinid herpesvirus closely related to koi herpesvirus. Dis Aquat Organ. 2013;107:113-20.

Koi Herpesvirus-Infektion der Karpfen (Amtliche Methode und Falldefinition). Friedrich-Loeffler-Institut. https://www.fli.de/

World Animal Health Information Database (WAHIS) Interface. OIE. https://www.oie.int/wahis_2/

E. Glossar

Aale	Fische der Familie Anguillidae (Echte Aale) sind durch einen schlangenartigen Körper sowie sehr kleine und tief in die Haut einbettete Schuppen gekennzeichnet. Die Fortpflanzung der Aale erfolgt in bestimmten Meeresgebieten, die oft erst durch eine lange Laichwanderung erreicht werden. Die Jungfische wandern in Flüssen aufwärts und leben in fließenden und stehenden Gewässern über mehrere Jahre, bis sie eine Wanderung in die Laichgebiete im Meer antreten. In der Aquakultur wird überwiegend der Europäische Aal (*Anguilla anguilla*), aber auch der Amerikanische Aal (*Anguilla rostrata*) und der Japanische Aal (*Anguilla japonica*) gehalten.
Adjuvans	Ein *Adjuvans* ist ein Hilfsstoff (von lat. *adjuvare* – helfen), der vor allem Inaktivatimpfstoffen beigefügt wird, um die Immunantwort auf die im Impfstoff enthaltenen Erregerbestandteile zu verstärken. Die verstärkende Wirkung kann durch physikochemische Eigenschaften, z.B. durch eine Depotwirkung, oder auch durch die spezifische Stimulation von angeborenen Immunmechanismen (→ angeborene Immunantwort) zustande kommen.
Antigen	Das Zielobjekt einer adaptiven Immunantwort (→ adaptive Immunantwort) wird als *Antigen* bezeichnet. Dabei kann es sich um einen Erreger, z.B. ein ganzes Bakterium handeln. Zum Teil werden auch einzelne Moleküle als *Antigene* bezeichnet.
Antikörper	*Antikörper* sind lösliche Proteine, die von spezialisierten, aktivierten B-Lymphozyten und sogenannten Plasmazellen, gebildet werden. Sie besitzen antigenbindende Domänen, Bereiche innerhalb des Proteins, die für jede B Zelle und ihre Tochterzellen jeweils individuell spezifisch sind und die spezifisch an das von ihnen erkannte Epitop (→ Epitop) eines bestimmten Antigens (→ Antigen) binden können. Durch die Antikörperbindung kann die Wirkung des Antigens, z.B. im Falle von Toxinen, neutralisiert werden oder das Antigen kann durch die Wechselwirkung des Antikörpers mit Komponenten des angeborenen Immunsystems (→ angeborenes Immunsystem) wie Phagozyten oder Komplement eliminiert werden.
Atlantischer Lachs	Lat. *Salmo salar*. Im Nordatlantik verbreitete Lachsart und weltweit in kalten marinen Gewässern in Aquakultur gezüchtet. Die Reproduktion erfolgt im Süßwasser, juvenile Lachse leben im Süßwasser, wandern als Smolts in marine (Küsten)-Gewässer und kehren zur Reproduktion in das Süßwasser zurück. In der Aquakultur werden juvenile Fische zunächst im Süßwasser gezüchtet und anschließend in Netzgehegen in marinen Küstengewässern gemästet. Der Atlantische Lachs gehört der Familie der lachsartigen Fische (Salmonidae) an.
Attenuierung	Als *Attenuierung* wird die Abschwächung eines lebenden Infektionserregers verstanden. Dabei kann er immunogen bleiben, also weiterhin eine Immunantwort auslösen. Er verliert dadurch aber seine Virulenz, d.h. seine pathogene Wirkung. Konventionell wurden Erreger durch häufige Passagierung, zum Teil auch durch induzierte Mutagenese attenuiert. Mit neueren biotechnologischen Methoden ist es möglich, Virulenzfaktoren gezielt auszuschalten und Erreger damit gentechnisch zu attenuieren.
auxotroph	*Auxotroph* sind Organismen, die aufgrund einer Mutation die Fähigkeit verloren haben, bestimmte für das Wachstum essentielle Substanzen eigenständig zu synthetisieren. Die Wachstumsfaktoren müssen entsprechend mit dem Nährmedium zur Verfügung gestellt werden.

Diese Eigenschaft kann zur Attenuierung von Infektionserregern genutzt werden. (→ Attenuierung)

Bachforelle ..... Lat: *Salmo trutta*. In europäischen Gewässern heimische Forellenart. Wird in Aquakultur in Deutschland als Speisefisch und für den Besatz von natürlichen Gewässern gezüchtet. Forellen bilden zusammen mit Lachsen (*Salmo, Oncorhynchus*), Saiblingen (*Salvelinus*), Renken (*Coregonus*), Äschen (*Thymallu*s) und Huchen (*Huso*) die Familie der Salmonidae (lachsartige Fische).

Beginn der Immunität ... Mit dem Begriff wird der in den Zulassungsstudien ermittelte Zeitpunkt nach der Impfung bezeichnet, ab dem von einem belastbaren Impfschutz ausgegangen werden kann. Der relative Zeitraum bis zum Erreichen der Immunität wird bei Fischen meist in Gradtagen angegeben (→ Gradtage).

Dauer der Immunität .... Mit dem Begriff wird der in den Zulassungsstudien ermittelte Zeitraum nach der Impfung bezeichnet, über den von einem belastbaren Impfschutz ausgegangen werden kann.

endemisch/enzootisch .. Die Begriffe *endemisch* und *enzootisch* werden allgemein synonym verwendet. Sie bezeichnen das wiederholte Auftreten einer Infektionskrankheit in einem lokal umschriebenen Gebiet oder auch in einer umgrenzten Tierpopulation, z.B. einem Bestand. Streng genommen beschreibt der Begriff *endemisch* eine Erkrankung des Menschen (εν δημον – im Volk), während der Begriff *enzootisch* eine Tierseuche (εν ζοον – im Lebewesen) beschreibt. Die entsprechenden Substantive sind die *Endemie* oder *Enzootie*, also eine endemisch auftretende Krankheit, und das *Endemiegebiet*, also das Gebiet, in dem eine Krankheit endemisch auftritt.

epidemisch/ epizootisch Die Begriffe *epidemisch* und *epizootisch* werden allgemein synonym verwendet. Sie bezeichnen die Tendenz einer Infektionskrankheit, sich mit zunehmender Häufigkeit räumlich auszubreiten. Streng genommen beschreibt der Begriff *epidemisch* eine Erkrankung des Menschen (επι δημον – auf dem Volk), während der Begriff *epizootisch* eine Tierseuche (επι ζοον – auf dem Lebewesen) beschreibt. Die entsprechenden Substantive sind die *Epidemie* oder *Epizootie*, also epidemisch auftretende Krankheiten. Der Begriff der *Pandemie*, bzw. *Panzootie* beschreibt Infektionskrankheiten, die sich weltweit ausbreiten.

Epitop ..... Ein *Epitop* ist der kleinste Teil eines Antigens (→ Antigen), der von einem Rezeptor erkannt wird. Das von einem Antikörper innerhalb eines Proteinantigens erkannte *Epitop* kann unter Umständen nur wenige Aminosäuren umfassen. Man unterscheidet lineare (sequenzielle) Epitope die in einer Primärstruktur vorliegen und konformationelle Epitope, die bei gefalteten Proteinen Tertiärstrukturen bilden. Die meisten Epitope liegen in Tertiärstruktur vor, weshalb der korrekten Faltung von Impfantigenen eine herausragende Bedeutung zukommt.

Gradtage..... Als Gradtage bezeichnet man das Produkt aus Grad Celsius Wassertemperatur und der Anzahl von Tagen, die seit einer Impfung verstrichen sind. Der Wert wird häufig verwendet, um bei Fischen den Zeitpunkt des Impfschutzes nach Vakzination zu benennen.

Felchen..... Als Felchen werden in der Bodenseeregion Fische der Gattung *Coregonus* bezeichnet, die in anderen Regionen als Renken oder Maränen benannt werden. Die Fische der Gattung *Coregonus* leben im Freiwasser von Seen und ernähren sich überwiegend von Plankton und Insektenlarven. Als Bodenseefelchen wird die Spezies *Coregonus*

wartmanni bezeichnet. Fische der Gattung *Coregonus* gehören zur Familie der lachsartigen Fische (Salmonidae).

Fischegel..... Lat. *Piscicola geometra*. In Binnengewässern Europas und Nordamerikas weit verbreiteter Egel mit drehrundem Körper und deutlich erkennbaren Saugnäpfen an den Körperenden, der sich auf der Haut von Fischen festheftet und Blut saugt.

Flussbarsch ..... Lat. *Perca fluviatilis*. Weit verbreitet im Pflanzengürtel stehender und fließender Gewässer Europas. Im Bergland dringt der Flussbarsch bis ca. 1000 m Höhe vor und ist auch im Brackwasser der Ostsee anzutreffen. Jungfische ernähren sich von Kleinlebewesen, ältere Flussbarsche jagen kleine Fische. Fische dieser Spezies werden in der Schweiz als Egli bezeichnet. Sie werden in begrenztem Maße in Aquakultur in Teichen oder Kreislaufanlagen gezüchtet und gehören der Familie der Barsche (Percidae) an.

Graskarpfen ..... Lat. *Ctenopharyngodon idella*. Die natürliche Verbreitung dieser Fischart liegt im Amurflusssystem in Ostasien, und sie ist gegenwärtig durch Besatz weltweit verbreitet. Graskarpfen werden neben Karpfen in der Teichaquakultur gezüchtet und oft zur Kontrolle von Unterwasservegetation in Gewässer eingesetzt. Graskarpfen gehören der Familie der Karpfenfische (Cyprinidae) an.

Giebel ..... Lat: *Carassius gibelio*. In Zentraleuropa, Sibirien und Ostasien weit verbreitet, in europäische Gewässer eingeführt. Hier erfolgt die Fortpflanzung gynogenetisch zusammen mit Karauschen oder Karpfen. In Europa in begrenztem Maße in der Teichaquakultur gezüchtet. Fische der Gattung *Carassius* gehören der Familie der Karpfenfische (Cyprinidae) an.

Goldfisch..... Lat: *Carassius auratus*. Der Goldfisch ist vermutlich in China durch Züchtung aus dem Giebel (*Carassius gibelio*) entstanden. Er wurde in zahlreichen unterschiedlichen Formen in China und Japan herangezüchtet und in Europa überwiegend als Zierfisch gehalten. Fische der Gattung *Carassius* gehörender Familie der Karpfenfische (Cyrinidae) an.

Immunsystem, angeborenes ..... Als *angeborenes Immunsystem* wird der Teil der Immunabwehr bezeichnet, der Infektionserreger durch ein kanonisches Repertoire an Muster-Erkennungs-Rezeptoren (sog. *Pattern Recognition Receptors - PRR*) erkennt und dadurch sehr effizient bekämpft. Die angeborene Immunantwort entwickelt kein immunologisches Gedächtnis, bildet aber eine erste Schutzbarriere bevor die durch zytotoxische T-Zellen und Antikörper getragene spezifische Abwehr einsetzt. Zelluläre Bestandteile der angeborenen Abwehr sind z.B. Granulozyten, Monozyten und Makrophagen, humorale sind z.B. Komplement und Lysozym.

Immunsystem, adaptives ..... Das *adaptive Immunsystem* ist durch ein immunologisches Gedächtnis gekennzeichnet und damit Ziel jeder aktiven Immunisierung. In der klassischen Form ist das adaptive Immunsystem nur bei Wirbeltieren anzutreffen. Das System basiert auf zytotoxischen T-Zellen und B-Zellen, die antigenspezifische T-Zellrezeptoren und B-Zellrezeptoren (Antikörper) tragen. Durch somatische Hypermutation können eine Vielzahl von hochspezifischen und hochaffinen Rezeptoren gebildet werden, die einen Großteil der bekannten antigenen Epitope erkennen können. Während zytotoxischen T-Zellen direkt agieren, entwickeln sich B-Zellen zu Antikörper-sekretierenden Plasmazellen. Dieser Prozess wir von T-Helferzellen unterstützt. Nach erfolgter primärer Immunantwort, entwickelt sich ein Teil der B- und T-Zellen zu langlebigen Gedächtniszellen, die im Falle einer erneuten

	Konfrontation mit dem Antigen schneller als nach primärem Antigenkontakt reaktiviert werden können.
Immunantwort, humorale	Die *humorale Immunantwort* umfasst alle nicht-zellulären, d.h. im Serum oder in Gewebsflüssigkeiten gelösten Abwehrstoffe.
Immunantwort, zelluläre	Die *zelluläre Immunantwort* umfasst alle zellvermittelten Immunmechanismen. Adaptive zelluläre Immunmechanismen werden durch zytotoxische T-Zellen vermittelt, die ihrerseits virusinfizierte Körperzellen abtöten. Zytotoxische T-Zellen werden vor allem durch Lebend- und DNA-Impfstoffe induziert, während die Immunantwort von Inaktivatimpfstoffen meistens auf Antikörpern basiert.
Immunität	Als *Immunität* wird die Summe der Immunmechanismen bezeichnet, die dazu führt, dass ein Individuum gegen eine Infektionskrankheit geschützt bzw. immun ist.
Impfstoff.....	Der Begriff bezeichnet ein immunologisches Arzneimittel, das dazu dient, eine Erreger-spezifische Immunantwort in einem geimpften Tier oder Mensch zu induzieren. In der Regel dient die Immunantwort dazu, eine bestimmte Infektionskrankheit zu verhindern oder zumindest die Folgen der Erkrankung abzumildern. In der Veterinärmedizin dürfen Impfstoffe gegen Tierseuchenerreger gemäß Tiergesundheitsgesetz nur in Verkehr gebracht und angewendet werden, wenn sie durch die zuständige Bundesoberbehörde, das Paul-Ehrlich-Institut, dafür zugelassen sind. Von der Zulassungspflicht sind bestandsspezifische Impfstoffe ausgenommen. (→ bestandsspezifische Impfstoffe).
Impfstoff, bestandsspezifischer	*Bestandsspezifische Impfstoffe* sind gemäß Tiergesundheitsgesetz Impfstoffe, die von der grundsätzlich geltenden Zulassungspflicht ausgenommen sind. Sie bestehen aus Erregern, die in einem Bestand isoliert wurden, und dürfen nur in diesem Bestand wieder eingesetzt werden. Sie müssen inaktiviert sein. Die Herstellung bestandsspezifischer Impfstoffe bedarf einer Herstellungserlaubnis durch die zuständige Behörde.
Impfstoff, Inaktivatimpfstoff	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, der eine aktive Immunantwort in dem geimpften Tier oder Mensch gegen eine Infektionskrankheit induziert. Bei der Herstellung wird der entsprechende Erreger der Infektionskrankheit vermehrt und anschließend in aller Regel chemisch inaktiviert. Häufig wird dem Impfstoff ein Adjuvans (→ Adjuvans) oder Wirkverstärker zugesetzt.
Impfstoff, Lebendimpfstoff	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, bei dem ein vermehrungsfähiger Erreger eine aktive Immunantwort in dem geimpften Tier oder Mensch gegen eine Infektionskrankheit induziert. Dem lebenden Infektionserreger fehlen krankmachende Eigenschaften (→ Attenuierung). Zelluläre Immunantworten (→ zelluläre Immunantworten) werden durch Lebendimpfstoffe in aller Regel besser angesprochen als durch Inaktivatimpfstoffe.
Impfstoff, rekombinanter	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, bei dem ein rekombinant hergestelltes Antigen eine aktive Immunantwort in dem geimpften Tier oder Mensch gegen eine Infektionskrankheit induziert. Bei der Herstellung des Impfstoffes werden moderne biotechnische Ansätze genutzt, um den jeweiligen Erreger gezielt zu attenuieren (→ Attenuierung), einzelne Bestandteile des Erregers biotechnisch zu produzieren oder auch einzelne Bestandteile des Erregers durch ein anderen attenuierten Erreger bilden zu lassen.
Impfstoff, ...	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, bei dem chemisch gespaltene Erregeruntereinheiten eine aktive Immunantwort in dem geimpften

Spaltimpfstoff	Tier oder Mensch gegen eine Infektionskrankheit zu induzieren. Diese Untereinheiten werden gewonnen, indem der entsprechende Infektionserreger vermehrt und in der Regel chemisch, z.B. durch Zugabe von Detergenzien, aufgespalten wird. Anschließend werden die entsprechenden Untereinheiten aufgereinigt. Typisches Beispiel sind Influenzaimpfstoffe für die Humanmedizin.
Impfstoff, ... Subunitimpfstoff	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, bei dem gentechnisch hergestellte Untereinheiten eines Erregers eine aktive Immunantwort in dem geimpften Tier oder Mensch gegen eine Infektionskrankheit zu induzieren. In der Regel müssen diese Untereinheiten mit Adjuvantien kombiniert werden, um eine ausreichende Immunantwort zu induzieren. (→ Adjuvans) Ein typisches Beispiel ist die in Chile, Kanada und den USA zugelassene VP2 Subunit-Vakzine gegen IPN.
Impfstoff, ... Toxoidimpfstoff	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, bei dem durch Verabreichung von inaktivierten Toxinen in dem geimpften Tier oder Mensch eine aktive Immunantwort gegen ein, die Krankheitssymptome verursachendes Exotoxin des jeweiligen Krankheitserregers induziert wird. Dazu wird der Erreger unter Bedingungen vermehrt, die zur Bildung des Toxins führen. Anschließend wird das Toxin in der Regel chemisch inaktiviert und mit einem Adjuvans kombiniert. (→ Adjuvans) Alternativ, können auch detoxifizierte Varianten des Toxins rekombinant hergestellt werden. Typisches Beispiel sind die Tetanustoxoide.
Karausche.....	Lat. *Carassius carassius*. Die Karausche ist ein sehr widerstandsfähiger Fisch aus flachen, nährstoffreichen Gewässern in Eurasien. Sie spielt in der europäischen Aquakultur nur eine untergeordnete Rolle, ist allerdings ein wichtiger Speisefisch in China und Ostasien. Die Karausche ist eng mit Giebel und Goldfisch verwandt und gehört der Familie der Karpfenfische (Cyprinidae) an.
Karpfen.....	Lat. *Cyprinus carpio*. Der Karpfen ist durch Besatz weltweit verbreitet und ist ein wichtiger Speisefisch in der globalen insbesondere asiatischen Aquakultur. In Deutschland wird er als Speisefisch in Teichwirtschaften in naturnahen Teichen gezüchtet. Die als Zierfische gehaltene Koi sind Farbvarianten des Karpfens. Der Karpfen gehört der Familie der Karpfenfische (Cyprinidae) an.
Karpfenlaus.....	Lat. *Argulus foliaceus*. Als Karpfenlaus wird ein ektoparasitisch auf Fischen lebendes Krebstier aus der Gruppe der Branchiura (Fischläuse) bezeichnet. Karpfenläuse sind bis zu 10 mm groß, stark dorsoventral abgeflacht, heften sich auf der Haut von Fischen fest, stechen die Haut von Fischen an und nehmen Blut und Gewebeflüssigkeit auf. Sie können mehrere Wochen auf der Schleimhaut der Fische verbleiben.
Kiemen	Als Kiemen werden die Atemorgane von Fischen bezeichnet. Knochenfische verfügen auf beiden Seiten des Kopfes über jeweils 4 Kiemenbögen, die jeweils mit 2 Reihen von Primärlamellen besetzt sind. Diese Primärlamellen bilden an beiden Seiten eine Reihe von flachen, flügelartig abstehenden halbmondförmigen Sekundärlamellen aus, die vom Atemwasser umflossen werden und dem Stoffaustausch dienen. Das Blut wird durch afferente Gefäße in den Primärlamellen in den Sinus der Sekundärlamellen entlassen, wo die Sauerstoffaufnahme aus dem Wasser erfolgt und von wo es anschließend über efferente Gefäße der Primärlamellen dem Kreislauf der Fische wieder zugeführt wird. Neben der Sauerstoffaufnahme und der Kohlendioxid-Ausscheidung erfolgt an den Kiemen die Exkretion von Ammoniak als Stoffwechsel-Endprodukt. Außerdem erfüllen Kiemen wichtige

	Aufgaben in der Osmoregulation und der Regulation des Säure-Basen-Haushaltes von Fischen.
Kreuzimmunität	*Kreuzimmunität* bezeichnet den Schutz vor einem Infektionserreger, der durch eine Immunantwort auf eine andere Erregerspezies oder eine andere Serovar oder einen anderen Stamm derselben Erregerspezies vermittelt wird. (→ Immunität)
Pazifische Lachse.....	Im Pazifikraum (Ostasien und westliches Nordamerika) verbreitete lachsartige Fische (Salmonidae) der Gattung *Oncorhynchus*. Einige Arten sind in der Aquakultur weltweit, auch in Europa, verbreitet, darunter die Regenbogenforelle (*O. mykiss*), der Buckellachs (*O. gorbuscha*), Ketalachs (*O. keta*), Königslachs (*O. tshawytscha*) und Silberlachs (*O. kisutch*).
Regenbogenforelle	Lat. *Oncorhynchus mykiss*. Sie entstammt den Gewässern im westlichen Nordamerika und wird seit dem Ende des 19. Jahrhunderts als Speisefisch in der Aquakultur gezüchtet. Sie ist weltweit verbreitet und ist die wichtigste Fischart in der deutschen Forellenzucht. Die Regenbogenforelle gehört der Familie der lachsartigen Fische (Salmonidae) an.
Salmoniden	Unter diesem Begriff werden Fische aus der Familie der lachsartigen Fische (Salmonidae) zusammengefasst. Dieser Familie gehören z.B. Fische aus den Gattungen *Coregonus* (Felchen, Maränen, Renken), *Huso* (Huchen), *Oncorhynchus* (Pazifische Lachse, Regenbogenforelle), *Salmo* (Atlantischer Lachs, Bachforelle), *Salvelinus* (Saiblinge) und *Thymallus* (Äschen) an.
Saibling.....	Als Saiblinge werden lachsartige Fische der Gattung *Salvelinus* bezeichnet, die in Habitaten mit kaltem, klarem Süßwasser in der gesamten Nordhalbkugel verbreitet sind. In der deutschen Aquakultur spielen der auch in Europa heimische Seesaibling (*Salvelinus alpinus*), der aus Nordamerika eingeführte Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) sowie eine als Elsässer Saibling bezeichnete Kreuzung aus *S. alpinus* x *S. fontinalis* zunehmend eine Rolle.
Serovar	Die *Serovar* bezeichnet eine Gruppe von Erregerstämmen einer Erregerspezies, die sich hinsichtlich einer serologischen Typisierung einheitlich verhalten. Die Stämme tragen damit die gleichen oder zumindest sehr ähnliche, durch die verwendeten diagnostischen Antikörper erkannte Oberflächenstrukturen.
Wels	Welse gehören zu einer der artenreichsten Ordnungen von Knochenfischen. Sie leben überwiegend am Boden von Süßwasserhabitaten auf allen Kontinenten, haben eine schuppenlose Haut und die in der Aquakultur in Europa gezüchteten Arten sind dämmerungsaktiv und besitzen eine karnivore Ernährungsweise. In Deutschland werden in der Aquakultur der Europäische Wels (*Silurus glanis*) in Teichen und Kreislaufanlagen sowie der Afrikanische Raubwels (*Clarias gariepinus*) in Warmwasser-Kreislaufanlagen gezüchtet.

Ständige Impfkommission Veterinärmedizin (StIKo Vet)
am Friedrich-Loeffler-Institut,
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Südufer 10
D-17493 Greifswald – Insel Riems

StIKo Vet Geschäftsstelle
Leiter der Geschäftsstelle
Dr. Max Bastian
Telefon +49 (0) 38351 7-1026
Telefax +49 (0) 38351 7-1151
E-Mail: stikovet@fli.de
Internet: www.stiko-vet.de

Fotos/Quelle: Pixabay