

# Impfung von Fischen

## Eine Leitlinie der Ständigen Impfkommission Veterinärmedizin (StIKo Vet)

Arbeitskreis Fische\* und Geschäftsstelle der StIKo Vet

\* Dem **Arbeitskreis Fische** der StIKo Vet am Friedrich Loeffler-Institut (FLI) gehören an: Dr. Stephanie Bornstein, CVUA Freiburg; Dr. Grit Bräuer, TSK Sachsen und Vorsitzende des BTK-Ausschusses für Fische; PD Dr. Uwe Fischer, FLI; PD Dr. Verena Jung-Schroers, TiHo Hannover; Prof. Dr. Dieter Steinhagen, TiHo Hannover; Prof. Dr. Uwe Truyen, Universität Leipzig

**Nach der Veröffentlichung von Impfleitlinien für Kleintiere, Pferd, Rind und Schwein hat die StIKo Vet erstmals eine Leitlinie zur Impfung von Fischen erarbeitet. Diese wird hier in Verbindung mit einigen allgemeinen Aussagen zur Impfung von Fischen vorgestellt.**



Die Leitlinie zur Impfung von Fischen soll Tierärzten<sup>1</sup> einen Überblick über wichtige Impfindikationen bei in Deutschland gehaltenen Nutzfischen geben. Sie trifft keine Aussagen zu Wild- und Zierfischen oder zu marinen Fischarten, sondern konzentriert sich auf die für die deutsche Aquakultur wichtigen Fischarten, wie Salmoniden (Bach- und Regenbogenforellen, Saiblinge, Felchen), Karpfen, Aale und Europäische Welse.

Aufgrund der aqua-

tischen Lebensweise gibt es bei der Impfung von Fischen erhebliche Unterschiede zur Impfung von terrestrischen Tieren. Deshalb werden in der Leitlinie auch grundsätzliche Überlegungen zu Impftechniken, zum Impfzeitpunkt und zur Immunologie von Fischen zusammenfassend dargestellt.

### Fische sind gut vor Infektionskrankheiten geschützt

Durch die Verbindung offener Gewässer untereinander sowie seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften begünstigt Wasser die Ausbreitung von Krankheitserregern in einer Fischpopulation und die Übertragung zwischen Populationen. Fische sind durch die intakte Schleimhaut, die den gesamten Körper überzieht, vor einer Infektion mit Bakterien oder Parasiten relativ wirkungsvoll geschützt, sofern die Schleimhautbarriere in der Aquakultur durch artgerechte Haltung und Handling nicht zerstört wird. In Fischzuchten kann ein gutes Management zusätzlich das Risiko des Einschleppens und der Ausbreitung von Infektionserregern erheblich reduzieren. Ausbrüche von Erkrankungen treten deshalb in Fischzuchten häufig nur nach für Fische belastenden Situationen auf, wie nach dem Sortieren, innerbetrieblichen Umsetzen oder Transport bzw. sehr hoher Haltungsdichte. Diese Situationen, die nicht nur Stress mit sich bringen, sondern bei denen auch häufig die

Integrität der Schleimhäute verletzt wird, sind allerdings fester Bestandteil der Arbeitsroutinen in der Aquakultur und lassen sich oft nicht vermeiden. Erkrankungen zeigen sich dann zunächst an verändertem Aussehen und Verhalten einzelner Fische, wie das Absondern von der Gruppe, verzögerte Futteraufnahme oder veränderte Atmung. Durch die Verletzung der Schleimhaut können Erreger leichter in den Körper eindringen. In der Folge steigt die Anzahl betroffener Fische im Bestand und es kann zu erheblichen Mortalitäten kommen.

Besonders häufig sind Jungfische betroffen. Durch eine unverzügliche diagnostische Abklärung kann in vielen Fällen die Ursache der Erkrankung frühzeitig erkannt und eine geeignete Therapie eingeleitet werden. Während eine Therapie von diversen Virusinfektionen und auch von einigen Parasiteninfektionen, wie *Ichthyophthirius multifiliis*, aufgrund fehlender wirksamer Medikamente schwierig oder nicht möglich ist (hier müssen prophylaktische Maßnahmen durchgeführt werden), könnten zahlreiche bakterielle Infektionen durch den Einsatz von Antibiotika therapiert werden. Beim „One Health“-Gedanken besteht jedoch das gesellschaftliche Ziel darin, den Antibiotikaeinsatz zu reduzieren; dem wird auch in der Aquakultur strikt gefolgt. Außerdem sind bei der Wahl der Antibiotika in der Aquakultur auch die bakterielle Begleitflora und die bakterielle Gemeinschaft in den Becken einer Fischzucht zu beachten, insbesondere, wenn es sich um Kreislaufanlagen mit biologischer Filtration handelt. Da Erkrankungen bei Fischen oft durch das Zusammenwirken von belastenden Umweltfaktoren und Infektionserregern ausgelöst werden, ist eine dauerhafte Besserung der Krankheitssituation erst durch eine gezielte Behandlung in Verbindung mit einem verbesserten Management zu erreichen. Hier kommen Maßnahmen zur Krankheitsprophylaxe, wie der Impfung, eine große Bedeutung zu.

Das Immunsystem von Fischen verfügt grundsätzlich über vergleichbare Komponenten, wie sie bei warmblütigen Haustieren und dem Menschen wirksam sind. Körperfremde Antigene können erkannt und die Ausbreitung von Infektionserregern durch angeborene und Antigen-spezifische Mechanismen kontrolliert werden. Somit verfügt das Immunsystem von Fischen auch über die Fähigkeit, spezifische Erreger zu erkennen, ein immunologisches Gedächtnis auszubilden und bei einer erneuten Infektion mit einem Erreger eine Erkrankung durch eine rasche und wirksame Immunantwort zu verhindern. Es kann also auch bei Fischen eine Impfung als Krankheitsprophylaxe zum Schutz vor spezifischen Infektionserkrankungen eingesetzt werden. So wurde der Einsatz von Antibiotika in der norwegischen Lachszeit u. a. nach der Einführung einer Impfung gegen die Erreger der Kaltwasser-Vibriose und der Furunkulose erheblich reduziert. Durch Einführung eines strikten Hygiene- und Impfrezimes verhartet der Antibiotikaverbrauch seitdem auf einem sehr niedrigen Niveau, obwohl die Erzeugung von Lachsen und Forellen von etwa 10 000 t im Jahr 1987 auf mehr als 1,4 Millionen t im Jahr 2020 anstieg [NORM/NORM Vet report 2020].

<sup>1</sup> Die in diesem Beitrag verwendeten Bezeichnungen stehen für alle Personen, unabhängig vom Geschlecht.



© Grit Bräuer

Abb. 1: Manuelle Injektion eines Impfstoffs in den Bauchraum von Karpfen (intraperitoneale Impfung).



© Grit Bräuer

Abb. 2: Vollautomatisierter Impfapparat für die intraperitoneale Impfung von Fischen.



© Stephanie Bornstein

Abb. 3: Immersionsimpfung von Forellen.

## Impfstoffe für Fische

Gegen bakterielle Infektionserreger kommen in erster Linie Inaktivimpfstoffe zum Einsatz, deren Antigene vom Immunsystem so prozessiert werden, dass sie in einer humoralen Immunantwort münden. Zellvermittelte Immunreaktionen, die durch zytotoxische T-Zellen vor intrazellulär replizierenden Infektionserregern schützen, können insbesondere durch attenuierte Lebend-, Vektor- oder DNA-Impfstoffe induziert werden. Allerdings ist der Einsatz von Lebend- und bestimmten Vektorimpfstoffen bei Fischen problematisch, weil hierbei replikationsfähige Erreger in die Umwelt freigesetzt werden würden. Dieses ist bei DNA- und RNA-Vakzinen nicht der Fall, die nach Verabreichung die intrazelluläre Synthese antiviraler Proteine, aber keine replikationsfähigen Erreger induzieren. Gegenwärtig ist zur Anwendung bei Fischen eine DNA-Vakzine zum Schutz vor „Pancreas Disease“ (PD) bei Lachsen (Clynav<sup>®</sup>) von der EU-Kommission zugelassen.

## Applikation von Impfstoffen

Impfstoffe können bei Fischen per injectionem, oral über das Futter sowie als Sprüh- oder Tauchbad verabreicht werden. Injektionsimpfstoffe sind durch die gezielte Applikation in den Organismus hoch effizient. Die Injektion erfolgt überwiegend intraperitoneal, entweder manuell durch spezielle Impfteams (**Abb. 1**) oder auch automatisiert (**Abb. 2**). Für die Injektion sind jedoch eine Narkosierung und ein Handling der Fische notwendig, was die Fische einem erheblichen Stress aussetzt und mit hohem Kosten- und Arbeitsaufwand verbunden ist. Deshalb kommen Injektionsimpfstoffe nur in intensiven Aquakulturen zum Einsatz und werden in der deutschen Aquakultur eher nicht routinemäßig angewendet.

Arbeitsaufwand und Applikationsstress sind bei Bad- und Oralimpfstoffen erheblich geringer, deshalb werden Immersionsimpfstoffe in den deutschen Aquakulturen am häufigsten eingesetzt. Hierbei werden die Fische in eine Impfstoff-Wasser-Suspension eingesetzt (**Abb. 3**), sodass der Impfstoff über die Schleimhäute von Haut- und Kiemen aufgenommen werden kann. Mit dieser Impftechnik lassen sich bei vertretbarem Arbeitsaufwand auch große Fischpopulationen impfen. Durch eine gute Vorbereitung der Fische und optimales Handling während der Impfung lässt sich die Stressbelastung für die Fische auf ein Minimum reduzieren, sodass diese Methode auch gut für die Impfung sensibler Jungfische geeignet ist. Allerdings ist die Absorption von Antigenen über die Schleimhäute erschwert. Daher sind mukosal aufgenommene Impfstoffe von geringerer Wirksamkeit und müssen für einen Impfschutz über die gesamte Produktionsperiode teilweise im Intervall von wenigen Monaten geboostert werden.

Die orale Verabreichung des Impfstoffes (**Abb. 4**) ist mit einem relativ niedrigen Arbeitsaufwand für die Betriebe und nahezu keiner Stressbelastung für die Fische verbunden, weil der Impfstoff den Fischen während der Fütterung über mehrere Tage verabreicht werden kann. Für eine orale Immunisierung muss der Impfstoff als wässrig-ölige Immersion vorliegen, die dann vor Ort gründlich mit extrudiertem Futter vermischt wird. Um eine gute Haftung des Impfstoffs zu erreichen, kann das Futter mit geschmacksneutralem Speiseöl überzogen werden. Diese Impfmethode eignet sich jedoch nur für Fische, die das Futter unverzüglich aufnehmen (z. B. Salmoniden). Allerdings können oral verabreichte Antigene bei der Passage des Gastro-Intestinaltraktes durch Verdauung oder pH-Wertverschiebungen inaktiviert werden, bevor sie durch immunkompetente Zellen aufgenommen werden können, die vornehmlich im posterioren Abschnitt des Darms lokalisiert sind. Auch kann die mukosale Immuntoleranz, die normalerweise eine überschießende Immunreaktion gegenüber Futtermitteln oder Schleimhautmikrobiota verhindern soll, die erwünschte Immunreaktion reduzieren. So kommt es mit den gegenwärtig zur Verfügung stehenden oralen Impfstoffen nur zu einer schwachen und nicht langanhaltenden Immunantwort. Deshalb wird die orale Vakzinierung gegenwärtig v. a. als Booster bei bereits immunisierten Beständen eingesetzt.



© Grit Bräuer

Abb. 4 : Fütterung von Forellen zur oralen Immunisierung.

### Gute Vorbereitung der Fische ist wichtig

Unabhängig von der gewählten Impftechnik ist der Impferfolg von einer guten Vorbereitung der Fische abhängig. Zur Impfung vorgesehene Fische sollten klinisch gesund und durch Fütterung unter entsprechender Vitaminversorgung in gute Kondition versetzt werden. Vor der Impfung müssen die Fische ausgenüchert sein. Bei der Badimmunisierung kann die Aufnahme des Impfstoffs über die Schleimhäute durch vorhergehende Salzbäder verbessert werden. Vor, während und nach der Impfung sollten die Fische bei optimaler Wassertemperatur und einer guten Sauerstoffversorgung gehalten werden. Alle notwendigen Gerätschaften, wie Kescher, Behälter und Belüftung, müssen entsprechend vorbereitet und das beteiligte Personal in den Impfplan eingewiesen sein.

Die Immunkompetenz und der Impferfolg von Fischen ist altersabhängig. Juvenile Fische, insbesondere Fischlarven, verfügen noch nicht über eine ausreichende Immunkompetenz, sodass hier eine Impfung nicht vorgenommen werden kann. Bei Salmoniden wird eine Impfung erst ab einem Körpergewicht von 4 g empfohlen. Abgesehen davon können juvenile Fische aufgrund ihrer geringen Größe nicht parenteral vakziniert werden. Zudem sind Fische wechselwarme Tiere, deren physiologische Leistungen, und somit auch die Immunabwehr, stark von der Umgebungstemperatur beeinflusst werden. Dieses betrifft ebenfalls antigenspezifische Abwehrmechanismen und ein darauf aufbauendes immunologisches Gedächtnis als Grundlage für einen Immunschutz, die im oberen Bereich des optimalen Temperaturbereichs der Fische am effizientesten induziert werden. Deshalb sollte die Impfung bei einer für Fische optimalen Wassertemperatur vorgenommen werden. Die Entwicklung des Immunschutzes ist ebenfalls temperaturabhängig, wobei eine optimale Protektion z. B. bei Salmoniden erst nach ca. 150 bis 500 Tagesgraden (Wassertemperatur multipliziert mit der Anzahl von Tagen) erreicht wird. Daneben bestehen auch saisonale Einflüsse auf die Immunkompetenz von Fischen – Immunantworten entwickeln sich bei Salmoniden in den Sommermonaten effizienter als im Winter. Von Bedeutung für die Wahl des Impfzeitpunktes ist auch das saisonale und altersabhängige Auftreten von Erkrankungen.

### Welche Impfstoffe stehen für Fische zur Verfügung?

Impfstoffe für Fische wurden überwiegend zum Schutz vor bakteriellen Infektionen entwickelt, es sind aber auch Impfstoffe zum Schutz vor viralen Infektionserregern, wie der infektiösen Pankreasnekrose der Salmoniden (IPN) oder der „Pancreas Disease“ der Lachse, erhältlich. In Deutschland sind nur wenige Impfstoffe für die Anwendung bei Fischen

zugelassen. Deshalb muss in vielen Fällen entweder die Anwendung eines in einem anderen EU-Mitgliedsstaat zugelassenen Impfstoffs in Betracht gezogen werden oder ein bestandsspezifischer Impfstoff zum Einsatz kommen.

Zur Herstellung bestandsspezifischer Impfstoffe werden ein oder mehrere für den Krankheitsausbruch klinisch relevante Erreger von Fischen aus dem entsprechenden Bestand isoliert und als Inaktivimpfstoffe in demselben Bestand eingesetzt. So können Fische durch Impfung auch vor Infektionserregern geschützt werden, für die aktuell kein vom Paul-Ehrlich-Institut (PEI) oder von der EU-Kommission zugelassener Impfstoff zur Verfügung steht.

In der nun von der Stiko Vet erarbeiteten Leitlinie zur Impfung von Fischen werden wichtige, bei Salmoniden, Karpfen, Aalen und Europäischen Welsen auftretende Erkrankungen kurz beschrieben und es wird über die zur Verfügung stehenden Impfstoffe informiert. Neben den in Deutschland zugelassenen Impfstoffen sind auch, soweit relevant, Informationen über Produkte in anderen europäischen Ländern aufgenommen, die mit einer Ausnahmegenehmigung gemäß § 11 (6) Tiergesundheitsgesetz (TierGesG) in Deutschland angewendet werden können. Des Weiteren werden Informationen zu gesetzlichen Regelungen unter Berücksichtigung der noch nicht abgeschlossenen Anpassung an das neue EU-Tiergesundheitsrecht vorgestellt. Um über den Ablauf der Immunisierung zu informieren, wird kurz auf die Besonderheiten bei der Anwendung von Impfstoffen und des Immunsystems bei Fischen eingegangen. Zur schnellen Übersicht wurden wichtige Erkrankungen zusammengestellt, vor denen Fische durch eine Impfung geschützt werden können und Empfehlungen in Form von Impfpfeln formuliert.

Diese Impfleitlinie steht auf der Internetseite der Stiko Vet zur Verfügung unter: <https://stiko-vet.fli.de/de/aktuelles/einzelansicht/leitlinie-zur-impfung-von-fischen/>

Die Impfleitlinie für Fische wurde in einem vergleichbaren Artikel in der Fachzeitschrift „Fischer & Teichwirt“ den in der Aquakultur Beschäftigten zur Kenntnis gebracht.

### Korrespondierender Autor

#### Dr. Max Bastian

Geschäftsstelle der Stiko Vet am Friedrich-Loeffler-Institut, Greifswald – Insel Riems, Tel. +49 38351 7-1026, [stikovet@fli.de](mailto:stikovet@fli.de), [www.stiko-vet.de](http://www.stiko-vet.de)