

## Über die Reaktion von Fischen auf Lotschall

Seit der Einführung des Echolotes in die Fischerei ist von verschiedenen Seiten immer wieder die Befürchtung geäußert worden, das Gerät könne nebenbei ein Fischscheuchgerät sein oder dazu werden. Selbst wenn keine unmittelbare Reaktion der Fische auf den Lotschall beobachtet werden kann, halten es manche Fischer und Fischereiwissenschaftler für möglich, daß die Fische mit der Zeit lernen könnten, ein Fischereifahrzeug am Echolot zu erkennen und zu meiden. Die erste Voraussetzung für diese Möglichkeit ist allerdings, daß die Fische den Ultraschall hören. Dafür sind aber bis jetzt noch keine eindeutigen Beweise erbracht worden.

Genährt werden die Bedenken gegenüber dem Echolot namentlich dadurch, daß man Wale mit Ultraschall treiben und mit Hilfe von Ultraschall-Bündeln in eine Zange nehmen kann, die sie nicht zu durchbrechen wagen. Wale sind aber eben keine Fische, und bei dieser Säugetier-Ordnung ist eine Reaktion auf den Ultraschall beinahe selbstverständlich. Wale und Delphine erzeugen selbst Laute, die weit im Ultraschall-Bereich liegen, und sie haben auch schon das Prinzip des Echolots mit hochfrequenten Schallstößen erfunden, ebenso wie die Fledermäuse. Da viele Wale und Delphine Fischräuber sind, liegt immerhin ein Ultraschall-Hören bei Fischen als Schutzanpassung nahe.

Russischen Laborversuchen zufolge sollen Ultraschallquellen mit Erfolg zum Treiben und Leiten von Fischschwärmen benutzt worden sein. Doch ist dies kein Beweis für echtes Hören von Ultraschall bei Fischen. Die dabei verwendeten Schalldrucke waren nämlich so hoch, daß ganz offenbar der Schmerzsinne der Fische erregt wurde und sie deshalb reagierten. In zahlreichen Beobachtungen und Experimenten auf See und im Laboratorium konnte noch niemals eine unbedingte Reaktion von Fischen auf die kommerziell üblichen Echolote festgestellt werden.

Dagegen hat ein englischer Wissenschaftler bei einer Reihe von Fischen - darunter so wichtigen Nutzfischen wie Scholle, Kabeljau und Köhler - bedingte, also erlernte, Reaktionen auf den Schall von gewöhnlichen Echoloten beobachtet. Vor der Dressur im Labor hatten sich diese Fische vollkommen passiv gegenüber dem Lotschall verhalten.

Diese Feststellung schafft allerdings einen begründeten Verdacht für die Möglichkeit, daß die Fische auch im Meer lernen könnten, dem Lotschall auszuweichen. Im Rahmen weiterer Untersuchungen, die sich mit den Hörfähigkeiten des Kabeljaus beschäftigen, wurden deshalb im Institut für Fangtechnik auch Versuche mit Echoloten durchgeführt, um zu erfahren, ob eine negative Auswirkung dieses Gerätes auf die Fischerei unter Umständen eintreten könnte.

Diese Experimente wurden mit 30-40 cm langen Dorschen aus Hamenfängen ausgeführt. Die Fische hatten sich bald in den 1,50 m langen Becken eingewöhnt und nahmen regelmäßig Futter an. Während der Versuche waren sie gegen die Außenwelt optisch vollkommen isoliert und wurden durch einseitig verspiegelte Sichtscheiben überwacht.

An Echoloten standen je ein modernes 30 kHz und 50 kHz und außerdem noch ein älteres 30 kHz Gerät zur Verfügung. Der entscheidende Unterschied zwischen den neueren und dem veralteten Gerät bestand darin, daß in letzterem der Lotschwinger durch eine Kondensatorentladung erregt wurde. Dieser Schaltstoß erzeugt in dem Schwingerpaket ein Geräusch, das eine entfernte Ähnlichkeit mit dem eines Hammerschlags auf einen kleinen Ambos hat. Die Analyse dieses Nebengeräusches ergab, daß es Frequenzen von 50 bis 9.000 Hz enthält. Der eigentliche Nutzschall des Lotes von 30.000 Hz ist natürlich für das menschliche Ohr unhörbar. Bei den beiden moderneren Echoloten wurden die Schwinger dagegen durch einen Wechselstromimpuls der betreffenden Frequenz zur Resonanz gebracht. Bei dieser Funktionsweise tritt praktisch kein Nebengeräusch auf, lediglich ein leises, dem einer Taschenuhr vergleichbares Ticken ist für das menschliche Ohr zu vernehmen.

In Vorversuchen reagierten die Fische auf keinen der 3 verschiedenen Lotimpulse. Eine Dressur wurde nun in der Weise durchgeführt bzw. versucht, daß die Fische kurz nach Einschalten des Lotes einen elektrischen Schlag erhielten. Dieser Reiz - bestehend aus Gleichstrom-Impulsen - war so dosiert, daß die Fische nicht geschädigt wurden, aber eine deutliche Fluchtreaktion zeigten. Wie schon in anderen Fällen bewiesen, lernen Fische bei einer derartigen Methodik, einen vorher indifferenten Reiz als Signal zu werten, und sie reagieren nach einiger Zeit auf den Signal- (oder bedingten) Reiz allein schon ebenso wie auf den Original- (oder unbedingten) Reiz. Der Signalreiz war also in diesem Fall der Lotschall, der Originalreiz der Elektroschock. Wenn die Dressur gelingt, ist es ein Beweis dafür, daß der Fisch den Signalreiz wahrnehmen kann und umgekehrt.

Derartige bedingte Reaktionen lassen sich nicht nur im Experiment erzeugen, sondern sie spielen als sogen. Selbstdressuren auch in der natürlichen Umgebung der Tiere eine wichtige Rolle. Es kann dabei sogar zu einer völligen Umkehr der ursprünglichen Reaktion kommen. Um nur einige Beispiele aus der Fischerei zu nennen: In den Gegenden, in denen Dynamitfischerei betrieben wird, kommen nach einer Detonation die Haie aus allen Richtungen angeschwommen, da sie gelernt haben, diesen Reiz mit leicht erbeutbaren betäubten Fischen zu verbinden. Sobald auf einem Trawler die Netzwinden weithin hörbar aufzuholen beginnen, kommen Scharen von Seevögeln angefliegen - auch nachts und bei dichtem Nebel - da sie gelernt haben, daß jetzt für sie etwas abfällt; eine entsprechende Reaktion wird auch von Thunfischen berichtet.

Die Dressurversuche mit den Dorschen auf Lotschall hatten nun folgende Ergebnisse:

Die Impulse des Kondensatorlotes lernten die Fische nach etwa 15-20 Erfahrungen als Signal zu werten und reagierten auf den Lotschall allein mit einer Fluchtbewegung. Ein Fisch, der vorher auf andere Schallreize dressiert worden war, reagierte schon nach 8 Versuchen auf den Lotschall. Wie oben erwähnt, waren die Impulse dieses Lotes durch den Begleitschall der Kondensator-Entladung auch für das menschliche Ohr deutlich hörbar. Auf den Schall der beiden neueren Lote, die mit Impulsgeneratoren anstelle des Kondensators arbeiteten, konnte selbst nach über 60 Versuchen bei keinem Fisch eine bedingte Reaktion beobachtet werden. Da das eine dieser Geräte, ebenso wie das Kondensator-Lot, eine Nutz-Frequenz von 30 kHz hatte, kann gefolgert werden, daß die Fische nicht auf den Ultraschall, sondern auf den niederfrequenten Begleitschall dressiert worden waren.

Ein Hören von hohen Frequenzen wäre auch auf Grund vorangegangener Versuche mit Kabeljauen gleicher Größe und Herkunft sehr unwahrscheinlich gewesen. Diese Experimente hatten ergeben, daß bei diesen Fischen unbedingte Reaktionen auf Töne bis zu etwa 350 Hz zu erwarten sind. Dressieren ließen sich die Dorsche noch auf laute Töne bis zu 4000 Hz, aber nicht mehr auf höhere Frequen-

zen. Diese Befunde stimmen auch recht gut mit denen bei anderen Fischarten überein. Es ist bis jetzt noch kein sicherer Fall bekannt, daß ein Fisch auch nur die menschliche Hörgrenze (16.000 Hz) erreicht hätte. (Zufolge einer eingeholten Auskunft bei dem Autor der erwähnten Arbeit, bei der bedingte Reaktionen zuerst auf den Lotschall festgestellt worden waren, hatten diese Lote ebenfalls einen hörbaren Nebenschall.)

Daß die Fische sich auf die niederfrequenten Nebengeräusche bestimmter Echolote dressieren können, dürfte für die Verhältnisse in der Fischerei vollkommen belanglos sein. Abgesehen davon, daß diese Lote bereits veraltet sind, würde auf See der Nebenschall des Lotes von den übrigen Schiffsgерäuschen überdeckt werden. Auch daß sich bei den Dorschen erst nach 15-20 schlechten Erfahrungen ein Fluchtreflex einstellte, spricht dagegen, daß bedingte Reaktionen auf akustische Reize dieser Art für die Fischerei eine Rolle spielen könnten. Zwar war die Reaktionsbereitschaft und Lernfähigkeit der Dorsche durch die Gefangenschaftsbedingungen wahrscheinlich etwas herabgesetzt, aber dafür sind draußen die Beziehungen zwischen Signalreiz und Originalreiz fast nie so eindeutig wie im Experiment.

H. Mohr  
Institut für Fangtechnik  
Hamburg