

Vergleicht man die Kontaminationen von Fischen in den verschiedenen ICES-Subdivisionen, dann fällt auf, daß Fische aus östlich gelegenen Arealen höher kontaminiert waren als solche aus westlichen Gebieten.

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse muß berücksichtigt werden, daß die Akkumulation von Cadmium stark vom Salzgehalt abhängt: Je niedriger der Salzgehalt, desto höher die Akkumulation. Die Belastung der Fische mit anderen Kontaminanten, wie beispielsweise DDT und PCB, folgt allerdings einem ähnlichen Verbreitungsmuster, so daß davon ausgegangen werden kann, daß die Kontamination der Wassersäule in den östlicher gelegenen Gebieten höher ist als in den westlichen.

Als Schlußfolgerung bleibt festzuhalten, daß in Nieren und Lebern von Kabeljau in südöstlichen Regionen höhere Konzentrationen von Cadmium gefunden wurden als in westlichen Regionen.

Skelettdeformierte Kabeljau wiesen signifikant erhöhte Cadmiumkonzentrationen gegenüber gesunden Vergleichsfischen auf.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen und die bisher veröffentlichten Informationen könnten als Indiz dafür interpretiert werden, daß Cadmium möglicherweise kausal an der Hervorrufung von Skelettdeformationen des Kabeljau der Ostsee beteiligt ist.

Zitierte Literatur

LANG, T.; DETHLEFSEN, V.: Cadmium in skeletally deformed and normally developed Baltic cod (*Gadus morhua* L.). Coun. Meet. ICES, Mar. Environ. Quality Comm., E 30, 1987.

T. Lang u. V. Dethlefsen
Institut für Küsten- und Binnenfischerei
Außenstelle Cuxhaven

BINNENFISCHEREI

Zur Gasblasenkrankheit der Fische

In technischen Fischzuchtanlagen, aber auch z.B. in den Bruthäusern konventioneller Betriebe treten häufig Probleme mit übersättigtem Wasser auf, die entweder zu starken Verlusten bis Totalausfällen führen oder schwer oder in ihrer Ursache nicht erkennbare chronische Schäden bei Fischen, aber auch anderen Wasserorganismen verursachen. Aus diesem Grunde wurden im Rahmen eines vom BMFT geförderten Forschungsvorhabens neben einem gründlichen Studium der internationalen Literatur zahlreiche eigene Experimente in einer dafür entwickelten Versuchsanlage durchgeführt.

Die bekannten äußerlichen Symptome, wie z.B. Bildung von Blasen oder Blutungen in Flossen, Augen (Exophthalmus), Maul und auf dem Kopf sind Anzeichen einer sublethalen länger einwirkenden Gasschädigung, die durch äußere Einflüsse (z.B. Streß durch Fütterung oder Abfischen) leicht in eine lethale Schädigung übergehen kann. Die sublethale Schädigung kann durch Reduzierung des Gasgehaltes im Wasser beseitigt werden. Diese Tatsache darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Blasenbildung durch damit verbundene Gewebsschädigungen das Infektionsrisiko wesentlich erhöht. Blasenbildung tritt im Bereich von ~105 - 115 % Gesamtsättigung auf. Oberhalb dieses Bereiches kann die akute bzw. lethale Gasblasenkrankheit auftreten. Hierbei kommt es zur Blasenbildung im Blut der Organismen. Diese Gasblasen blockieren die feinsten Blutgefäße. Dadurch wird die Blutzirkulation durch die Kiemen unterbrochen und die Fische ersticken. Das einzige äußerliche Symptom ist häufig das weit geöffnete Maul und abgespreizte Kiemendeckel.

Salmoniden sind generell wesentlich empfindlicher als Nicht-Salmoniden. Artenspezifisch ergab sich in den Experimenten folgende Reihe abnehmender Empfindlichkeit: Salmoniden, Sterlet, Hecht, Barsch, Zander, Cypriniden, Wels.

Bei gleicher Gesamtsättigung ist ein hoher Stickstoffanteil im Wasser etwa 4 x so schädlich, wie ein hoher Sauerstoffanteil. So konnte die Sauerstoffsättigung auf 600 % (d.h. die Gesamtgassättigung auf ~120 %) erhöht werden, wenn Stickstoff fast ganz ausgetrieben wurde; ohne, daß die Fische an Gasblasenkrankheit verendeten. Aus diesem Grunde gibt eine Sauerstoffmessung alleine keine Aussage über die Gesamtgassättigung bzw. über Eignung des Wassers für die Fischhaltung.

In Becken mit großer Tiefe besteht theoretisch die Möglichkeit der hydrostatischen Kompensation, d.h. Wasser, das an der Oberfläche eine Gesamtgassättigung von 130 % hat, und damit auf die meisten Fische lethal wirkt, hat in 3 m Tiefe entsprechend dem höheren hydrostatischen Druck nur noch eine Gesamtgassättigung von 100 % und wäre damit für die Fische ungefährlich. Leider sind die Fische nicht, oder nur unzureichend in der Lage, Gasübersättigungen wahrzunehmen und entsprechend darauf zu reagieren. Das z.T. schwache Wahrnehmungsvermögen wird oft durch stärkere Reize (Temperaturgradient, Fütterung an der Oberfläche) völlig überlagert.

Wie kommt es zu Gasübersättigungen in Fischzuchtbetrieben?

Gasübersättigungen entstehen immer dann, wenn Gas (Luft) und Wasser unter Druck miteinander vermischt werden:

1. Grundwasser

Grundwasser aus der Tiefe steht unter einem hydrostatischen Druck und ist entsprechend gasübersättigt. Wegen der Zehrungsvorgänge im Boden wird die Übersättigung nie durch Sauerstoff, sondern in der Regel durch Stickstoff oder CO₂ verursacht. Lethale Übersättigungen sind häufig. Besonders tückisch ist ein natürlicherweise häufig stark schwankender Gasgehalt.

2. Undichte Pumpen und Saugleitungen

Durch undichte Pumpen und Saugleitungen wird oft Luft angesogen, die in der Pumpe unter Druck mit dem Wasser vermischt wird. Lethale Übersättigungen können die Folge sein.

3. Nicht regelbarer Sauerstoffeintrag

Sauerstoffreaktoren führen immer zu einer hohen Gasübersättigung, die sehr leicht lethale Grenzen erreicht. Reaktoren sollten deshalb regelbar sein und im Bypass gefahren werden, damit der O₂-Eintrag dem Bedarf der Fische bei Fütterung bzw. Nichtfütterung angepaßt werden kann. Bei Eintrag von technischem Sauerstoff muß der N₂-Vorbelastung größte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

4. Brunnenanlagen

Brunnenanlagen, die mit Winddruckkesseln arbeiten, und Anlagen zur Enteisung von Wasser erhöhen den Gesamtgasgehalt in der Regel auf schädliche oder lethale Konzentrationen.

5. Verschneiden von warmem mit kaltem Wasser, Aufheizen von Wasser

Eine Temperaturerhöhung um 1°C führt zu einer Erhöhung der Gesamtgassättigung um ~2,5 %. Das Mischen von Wassern mit hohen Temperaturdifferenzen kann zu schädlichen Gassättigungen führen, Aufheizen von Wasser führt oft zu Verlusten durch Gasblasenkrankheit.

6. Belüftung am Boden tiefer Behälter

Theoretisch erreicht man durch Ausströmer - Belüftung in 1 m Tiefe 110 % Gassättigung. Man sollte also eher nahe der Oberfläche belüften und dabei eine vertikale Zirkulation des Wassers bewirken, oder das Wasser verrieseln.

Unschädliche Grenzkonzentrationen für Fische sind nur mit Vorbehalt anzugeben, da die Empfindlichkeit von der Fischart, Alter, Größe, physiologischem Zustand, Haltungs- und Fütterungsbedingungen und anderen Faktoren abhängt.

Anzuraten ist, in jedem Fall durch entsprechende Maßnahmen den Gesamtgasgehalt im Bereich der Sättigung (~100 - 102 %) zu halten.

H. Kuhlmann
Institut für Küsten- und Binnenfischerei
Hamburg

Entfernung von fischschädlichen Gasübersättigungen durch Vakuumentgasung

Schon geringe Gasübersättigungen im Haltungswasser können zu Schädigungen von Fischen führen. Je nach Fischart, Fischgröße und physiologischem Zustand der Tiere werden unterschiedlich starke, als Gasblasenkrankheit beschriebene Symptome ausgebildet. Die Folgen sind Fischschädigungen oder Fischverluste je nach Höhe, Zusammensetzung und Einwirkungszeit der im Wasser gelösten Gase.

Bei Brunnen- oder aufbereitetem Grundwasser ist es oft notwendig, die Gasgehalte über eine Entgasungseinrichtung zu reduzieren. Dieses gilt besonders bei Durchlaufanlagen zur Bruterzeugung von Fischen. In der Praxis werden zur Entgasung von Wasser mehrere Verfahren angewendet:

- Vakuumentgasung (Verrieselung des Wassers bei Unterdruck)
- Niederdruckbelüftung (hohe Druckluftbeaufschlagung bei niedrigen Einfachtiefen)
- Kaskadenbelüftung (Verrieselung des Wassers über Siebbleche etc.)
- Füllkörpersäulenbelüftung (Verrieselung des Wassers über Füllkörper)

Ziel dieser Verfahren ist, den gelösten Gasgehalt im Wasser dem Sättigungswert zu nähern. Während mit dem Verfahren der Vakuumentgasung sich beliebige Gasgehalte auch im Untersättigungsbereich einstellen lassen, erreichen die übrigen Verfahren in der Regel Gasgehalte von ca. 102% - 105% Stickstoffsättigung. Ein Nachteil der Vakuumentgasung ist darin zu sehen, daß auch der O_2 -Gehalt in die Untersättigung geführt wird.

Als wirtschaftliche Entgasungsverfahren gelten die Füllkörper- und Kaskadenbelüftung. Vakuumentgasung und Niederdruckbelüftung sind durch ihre Investitions- bzw. Energiekosten erheblich teurer.

Um höhere Besatzmengen halten zu können, wird nach Entgasung des Wassers in Fischintensivhaltungen der Sauerstoffgehalt durch die Verwendung von technischem Sauerstoff wieder erhöht. Bei einer Entgasung mit Belüftungsverfahren und anschließender Begasung mit Sauerstoffreaktoren können sehr leicht wieder fischschädliche Gesamtgasgehalte im Wasser erreicht werden. Bei einer Entgasung mit einer Vakuumentgasungsanlage kann durch eine entsprechende Regelung der Entgasungsgrad auf die Intensität der anschließenden Begasung abgestimmt werden.

Im Rahmen eines BMFT-Projektes zur Bedeutung der gelösten Gase für die Fischhaltung wurde in der Außenstelle des Instituts für Küsten- und Binnenfischerei eine Vakuumentgasungsanlage für das dort vorhandene, belüftete Brunnenwasser installiert.

In einem 850 l fassenden Druckbehälter wird das Brunnenwasser unter Vakuum über eine Füllkörperschicht verrieselt. Die Wasserzufuhr in dem Druckbehälter wird mit einer