



## Zuverlässige Sauerstoffversorgung in der Forellenzucht mit LDO

In der Fischzucht steht die ausreichende Versorgung mit Sauerstoff im Mittelpunkt. Eine Unterversorgung geht mit erheblichen Beeinträchtigungen der Fischproduktion einher. Besatzdichte, Futteraufnahme und Krankheitsresistenz sind nur einige wichtige Kenngrößen, die ganz wesentlich den Erfolg beeinflussen und unmittelbar von der O<sub>2</sub>-Konzentration abhängen.

Kirsten und Alexander Tautenhahn betreiben seit 1991 eine Forellenzucht in Troststadt, Thüringen. Seit Juli 2005 basiert die gesamte Sauerstoffmessung auf HACH LANGE LDO Sensoren. Dabei sorgt die **→Messgenauigkeit auch bei höheren Konzentrationen** – selbst nachts, wenn **→keine Anströmung** vorhanden ist – für einen optimalen Sauerstoffeintrag. Die **→robuste Membran** und die umfangreichen **→Garantieleistungen** ermöglichen einen zuverlässigen Dauerbetrieb.

### Autoren:

**Alexander Tautenhahn**

- Diplomfischereingenieur
- Mitinhaber der Forellenzucht Troststadt GbR



### Uwe Karg

- Dipl. Ing. Wassertechnologie
- Applikation Prozess-Produkte  
HACH LANGE

# Die Bedeutung des Sauerstoffs für die Fischzucht



Abb. 1: Forelleneier für den Anfang

## Reiner Sauerstoff für die Fischzucht

„Fische brauchen Sauerstoff... Für das Leben unter Wasser ist Sauerstoff lebenswichtig... Durch Anreicherung des Wassers mit reinem Sauerstoff lässt sich die Besatzdichte (Fischgewicht) in der Anlage erhöhen und gleichzeitig eine Produktionssteigerung erzielen... Durch den Ausgleich witterungsbedingter Sauerstoff-Schwankungen werden die Futtermittelaufnahme verbessert, die Krankheitsresistenz erhöht und das Wachstum beschleunigt. Zur nachhaltigen Erhöhung der Fischproduktion ist die optimale Sauerstoff-Versorgung ein überaus wichtiger Faktor“. (Auszug aus: Linde AG, Lebenselixier für erfolgreiche Fischzucht, Reiner Sauerstoff steigert die Produktion ganz natürlich; [www.linde-gas.de](http://www.linde-gas.de))

Mit steigenden Wassertemperaturen sinkt die Menge an Sauerstoff, die durch mechanische Oberflächenbelüftung in das Wasser eingetragen werden kann. Der Energieaufwand, der dazu benötigt wird, steigt hingegen stark an. Bei Temperaturen über 15 °C wird es also wesentlich kostengünstiger, reinen Sauerstoff einzusetzen. Um die für Fische optimale Sauerstoffsättigung (100 %) zu erreichen, setzen immer mehr erfolgreiche Fischzuchtanlagen reinen Sauerstoff ein.

## Mehr Chemie als Romantik in der Fischzucht

Wer sich etwas unbedarft der Forellenzucht nähert, wird überrascht sein, welche Bedeutung der angepassten Sauerstoffversorgung zukommt.

„Temperaturschwankungen verursachen Stress“ heißt es da beispielsweise, gemeint ist dabei in erster Linie die niedrigere Sauerstoffkonzentration im Wasser bei höheren Temperaturen. Bei der Füt-

terung wird es dann besonders kritisch, wenn der angeregte Stoffwechsel der Fische eine deutlich gesteigerte Sauerstoff-Aufnahme zur Folge hat. Züchter verwenden wegen der besseren Löslichkeit in Wasser gerne reinen Sauerstoff. Eine ständige Überdosierung würde nicht nur unnötig viel Geld kosten, die Fische quittieren ein solches Überangebot mit einem Rückgang an roten Blutkörperchen und erhöhter Anfälligkeit für Krankheiten. Abhilfe schaffen kann hier nur präzise Messtechnik.

Überhaupt erweist sich die gesamte Wasserchemie rund um die Fischzucht als sehr komplex. Der bisweilen verklärte romantische Blick wird da schnell auf die nüchterne Realität chemischer Gleichgewichtsreaktionen konzentriert.

Ein CO<sub>2</sub>-Anstieg kann den pH-Wert unter 6,5 absinken lassen und verhilft dem Nitrit zu gefährlicher Toxizität über die Bildung von salpetriger Säure (HNO<sub>2</sub>). Assimilieren hingegen die Pflanzen tagsüber verstärkt CO<sub>2</sub> und treiben damit den pH-Wert auf über 8,5, sehen sich die Fische einer verstärkten Kalkausfällung und je nach Ammoniumkonzentration (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) höheren Ammoniakgehalten (NH<sub>3</sub>) ausgesetzt. Vieles muss im Gleichgewicht gehalten werden! Ohne die kontinuierliche Überwachung des pH-Wertes und der Ammoniumkonzentration verbleibt ein schwer kalkulierbares Risiko.

## Die Forellenzucht in Troststadt

Fangen wir vorne an: in der Forellenzucht Troststadt. Hier, in der Nähe von Suhl, betreiben Kirsten und Alexander Tautenhahn seit 1991 eine größere Forellenzucht. Die Eier kommen vom weltweit größten Produzenten, von der Troutlodge, Inc. aus den USA.

## Anlagen-Daten

Wasserversorgung	Quellwasser
Wassertemperatur	8-10 °C
Schüttung	50-150 l/s
CO <sub>2</sub> -Entgasung	100 mg/l auf 8-10 mg/l
Jahresproduktion	3000 kg/l-s
Seuchenfreier zugelassener Betrieb	
Strikt getrennte Stufenproduktion	
Rein-Raus-Prinzip	

In Troststadt nun werden regelmäßig Chargen von ca. 800.000 Eiern „erbrütet“ (Abb. 1). Nach dem Schlüpfen durchlaufen die zunächst winzigen Fische mehrere (Aufzucht-)Stufen auf ihrem Weg in die Freilandteiche. In jedem neuen und geräumigeren Becken, in das die Fische mit zunehmendem Alter und entsprechender Größe (Abb. 2) gesetzt werden, spielen sich die gleichen Vorgänge ab:

- Automatische Fütterung alle 10 Minuten für 30-40 Sekunden, um die Fische regelmäßig stressfrei zu versorgen und keine Trübung während der Fütterung zu verursachen, die den Fischen den Blick aufs Futter raubt.
- Wasserkreisläufe mit Rückführung des Wassers bis zu 90 %
- Je nach Bedarf 150-400 % O<sub>2</sub>-Anreicherung und CO<sub>2</sub>-Entgasung des Kreislaufwassers vor der Rückführung in die Becken
- Laminare Strömung für stressfreie O<sub>2</sub>-Versorgung und Kot-Abführung

### Das Leben im Freilandteich

In den Aufzuchtbehältern leben die Fische in einer Mischung aus Frischwasser, Kreislaufwasser und O<sub>2</sub>-übersättigtem Wasser. Mit dem Sprung in die Freilandteiche ändern sich diese Lebensbedingungen gewaltig. Der Sauerstoff gelangt hier über Trommelbelüfter ins Wasser (Abb. 3). LDO Sauerstoff-Sensoren überwachen ständig die O<sub>2</sub>-Konzentration und sorgen bei Werten unter 10 mg/l automatisch für zusätzliche Belüftung (Abb. 4). Schaufelradbelüfter wirken steigenden Kohlendioxid- und Ammoniak-Gehalten entgegen.

Auch die „automatische Reinigung“ sieht etwas anders aus: Die laminare Strömung vermag nicht mehr die gesamten Schmutzstoffe zu entfernen, ein Teil setzt sich zwischen den Steinen am Boden fest und muss bei der nächsten Hochdruckreinigung entfernt werden. Größe und Struktur der Steine am Boden gehen auf Erfahrungswerte zurück, denn nicht jeder Stein hält den Kot fest und bleibt während der druckvollen Reinigung „sesshaft“.



Abb. 2: Eine der vielen Stufen für die Fische auf dem Weg zum Freilandteich



Abb. 3: Freilandteiche mit Trommelbelüfter

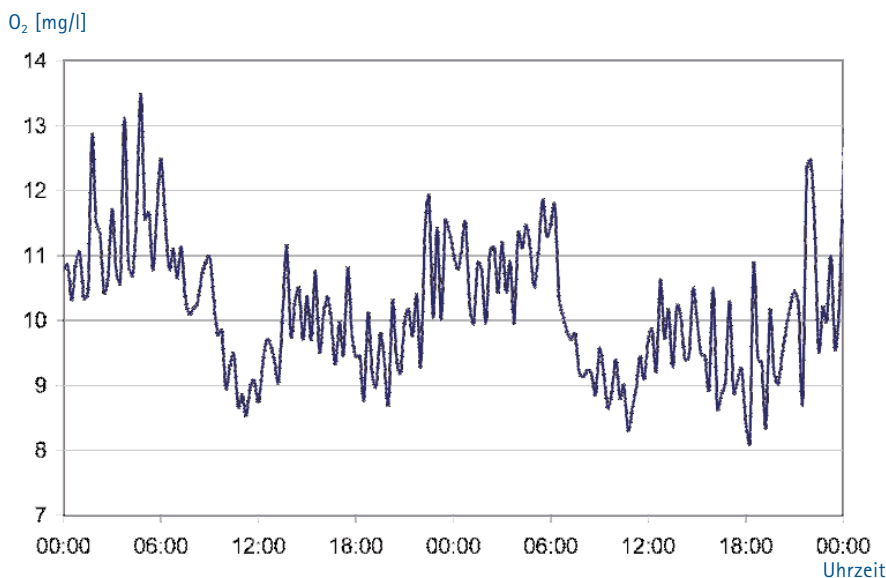


Abb. 4: LDO Sauerstoff-Ganglinie in einem der Freilandteiche (Werte in mg/l O<sub>2</sub>)

# Erfolgreich eingesetzte Messtechnik



Abb. 5: Sauerstoff-Sensor LDO im Einsatz

## Eingesetzte Prozess-Messgeräte

### LDO Sauerstoff-Sensor

Kalibrierfreier Sensor für gelösten Sauerstoff nach dem Lumineszenzverfahren. Keinerlei Interferenzen durch  $H_2S$ , reduzierende oder oxidierende Substanzen, keine Polarisationszeit, keine Anströmung nötig.

### SC 100 Controller

Universal-Controller für die Wand-, Rohr- oder Schaltschrankmontage. Anschlussmöglichkeit für zwei digitale Sensoren über spritzwassergeschützte Steckverbindungen. Zwei analoge Stromausgänge, drei potenzialfreie Umschalter (5 A 115/230 VAC, 5 A 30 VDC), digitale Schnittstelle für Busanbindung (ModBus, ProfiBus, LonBus).

## Der Weg zum LDO

Seit 1998 werden die Forellenbestände der Forellenzucht Troststadt mit reinem Sauerstoff versorgt. Zur Überwachung der Sauerstoffgehalte sowie zur Steuerung des Sauerstoffeintrages war bis Juli 2005 ein System auf Basis modifizierter Clark-Elektroden im Einsatz. Konstruktiv bedingt arbeitete das System recht unsicher. Insbesondere unter den Bedingungen höherer Sauerstoffgehalte ergab sich ein hoher und häufiger Wartungsaufwand. Letztlich kamen über 90 % aller Störmeldungen infolge Sauerstoff-Fehlmessungen zustande. Weiterhin ergaben sich durch die nachts geringere Anströmung der Sonden in den Teichen regelmäßig Fehlmessungen.

Im Juli 2005 wurde der Betrieb vollständig auf das HACH LANGE LDO-System (Abb. 5) umgestellt. Seit dieser Zeit kommen Fehlalarme durch versagende Sonden nicht mehr vor. Eine Wartung der Sonden war bisher nicht notwendig (abgesehen von regelmäßiger Reinigung, die bei jeder Sonde erforderlich ist). Selbst ohne Anströmung der LDO-Sonden werden korrekte und reproduzierbare Werte geliefert.

Mittels der Controller SC 100 konnte die Überwachung über einen digitalen BUS eingebunden werden. Die Sicherheit der Produktion sowie die Überwachung der Sauerstoffdaten sind somit über das bestehende Netzwerk praktisch von überall aus möglich. Aus unserer Sicht ist diese neue Technologie revolutionär und wird sich insbesondere in der intensiven Fischproduktion kurzfristig durchsetzen.

## Über 7.000 Euro jährlich durch LDO gespart

Die 2005 ausgetauschten Clark-Sauerstoff-Sensoren zeigten teilweise Konzentrationen von bis zu 2 mg/l  $O_2$  unterhalb der tatsächlichen Werte. Solche Minderbefunde führten zu einer Überversorgung der Fische und zu einem Mehrverbrauch an Sauerstoff von mindestens 20 % bzw. ca. 7.000 Euro pro Jahr. Dabei sind die Mehrkosten durch Fehlalarme und den erhöhten Wartungsaufwand der herkömmlichen Messtechnik noch gar nicht berücksichtigt worden.