

Sauerstoffmangel im Winterteich – Dokumentation der Reaktion von Zuchtkarpfen (*Cyprinus carpio carpio morpha domestica*) mittels Radiotelemetrie

CHRISTIAN BAUER & GÜNTHER SCHLOTT

Ökologische Station Waldviertel, Gebharts 33 – Postfach 43, A-3943 Schrems

Abstract

Low oxygen in wintering ponds – the reaction of common carp (*Cyprinus carpio carpio morpha domestica*) revealed by radio telemetry

In general low levels of dissolved oxygen in the wintering ponds force the carps to move towards areas which provide a better supply with oxygen, for example near the tributary, where fresh oxygenated water enters the pond. This movement of carps was well documented by radio telemetry from the beginning of the oxygen crisis until the end after the ice was opened and aeration was provided by the carp breeder.

1. Einleitung

Der Sauerstoffgehalt des Wassers ist ein wichtiger Faktor bei der sicheren Überwinterung der Karpfen. Niedrige Gehalte an Sauerstoff können zu erheblichen Beeinträchtigungen während der Winterung führen. Im Gegensatz zu Salmoniden, die im Allgemeinen einen höheren Sauerstoffbedarf haben (z.B. Reichenbach – Klinke 1980, Amlacher 1981), kommt der Karpfen mit geringeren Mengen aus. Da er aber nicht über die Fähigkeit verfügt - wie beispielsweise die Karausche (*Carassius carassius* L.), die dank einer Stoffwechselbesonderheit unter winterlichen Bedingungen mehrere Monate in gänzlich sauerstofffreiem Wasser überleben kann (z. B. Blažka 1958, Hyvarinen et al. 1985) - ist ein Minimum an Sauerstoff für ihn überlebensnotwendig. Nach Schäperclaus (1990) benötigt der Karpfen einen Sauerstoffgehalt von 4 mg/l zur Erhaltung normaler Lebensbedingungen und eine Sauerstoffsättigung von 50 % um den normalen Sauerstoffgehalt im Blut aufrecht zu erhalten. Ein Sauerstoffgehalt von 3 – 3,5 mg/l beeinträchtigt das Wohlbefinden der Karpfen, führt zur Futterverweigerung und lässt die Fische in sauerstoffreicheres Wasser abwandern, wo dies möglich ist. In Teichen erfolgt dies in der

Regel Richtung Zulauf. Die radiotelemetrische Dokumentation einer solchen Wanderung von Zuchtkarpfen unter dem Eis eines Winterteiches in der Folge von Sauerstoffmangel wird in der vorliegenden Arbeit vorgestellt.

2. Untersuchungsgebiet

Im Zuge einer Untersuchung des Winterungsverhaltens wurden Zuchtkarpfen mit implantierten Radiosendern versehen und in verschiedenen Winterteichen walddviertler Teichwirtschaften überwintert (Bauer 2002). In einem dieser Teiche konnte die Reaktion der Karpfen auf Sauerstoffmangel unter dem Eis gut dokumentiert werden. Der Streitteich (ST) (Abb. 1) im nördlichen Waldviertel (Niederösterreich) mit einer Fläche von 2,7 ha ist ein von Wiesen und Feldern umgebener Teich in windexponierter Lage. Die größte Tiefe am Zapfen beträgt ca. 2 m. Zufluss erhält der Teich aus landwirtschaftlich genutztem Einzugsgebiet.

3. Material & Methoden

In den Wintern von 1999/2000, 2000/2001 und 2001/2002 wurden insgesamt 14 mit Radiosendern versehene dreisömmerige Karpfen mit einem Gewicht von 1240 – 2148 g im ST überwintert. Die Implantationsmethode und deren Auswirkung auf die Versuchstiere sowie deren grundsätzliche Eignung ist in Bauer (2002) dargestellt. Während der Wintermonate von November bis Februar wurde die Position der Karpfen mindestens an zwei Tagen in der Woche und in den letzten beiden Wintern zusätzlich jeweils am Vormittag und Nachmittag des Probennahmetages vom Ufer aus bestimmt. Die Ermittlung der Positionsdistanzen als relative Distanz zwischen zwei ermittelten Aufenthaltsbereichen zweier aufeinander folgenden Positionsbestimmungen ermöglichte die Erstellung eines Aktivitätsmusters der Versuchsfische (Bauer 2002). Zusätzlich wurde im Zuge der Positionsbestimmungen der Sauerstoffgehalt [mg/l] im Bereich der tiefsten Stelle gemessen. Die Auswertung erfolgte mittels Linearer Regression.

4. Ergebnisse

Winter 1999/2000

Im Winter 1999/2000 schwankten die mittleren Positionsdistanzen im ST zwischen 31,7 m im Februar 2000 und 65,2 m im Jänner 2000, wobei ab November 1999 die Distanzen bis Jänner 2000 abnahmen (Tab. 1). Der starke Anstieg der Positionsdistanzen im Jänner 2000 fiel mit einem starken Absinken des Sauerstoffgehaltes zusammen und zwischen den Positionsdistanzen und dem Sauerstoffgehalt war ein signifikant negativer Zusammenhang gegeben ($p < 0,05$, $r^2 = 0,336$) (Abb. 3). Der Teichbewirtschafter reagierte auf den niedrigen Sauerstoffgehalt indem Wuhnen ins Eis geschnitten und ein Belüfter installiert wurde. Abbildung 1 zeigt die Aufenthaltsbereiche der Versuchskarpfen von Dezember 1999 bis Februar 2000. Der Sauerstoffgehalt schwankte zwischen 0,6 und 16,6 mg/l. Der niedrigste Wert wurde Anfang Jänner gemessen (Abb. 2, Tab. 2).

Winter 2000/2001

Im Winter 2000/2001 schwankte die mittlere Positionsdistanz im ST zwischen 42,6 m im Dezember 2000 und 56,2 m jeweils im Jänner und Februar 2001 (Tab. 1). Die erhöhten mittleren Positionsdistanzen im Jänner und Februar 2001 fielen wie im Vorjahr mit einem Absinken des Sauerstoffgehaltes zusammen. Dieser Zusammenhang zwischen Positionsdistanzen und Sauerstoffgehalt war signifikant negativ ($p < 0,05$, $r^2 = 0,2081$) (Abb. 4). Wie im Vorjahr wurden vom Bewirtschafter Wuhnen geschnitten und ein Belüfter eingesetzt. Der Sauerstoffgehalt schwankte zwischen 2,5 und 12,6 mg/l, wobei der niedrigste Wert Ende Jänner gemessen wurde (Abb. 2, Tab. 2).

Winter 2001/2002

Im Winter 2001/2002 schwankte die mittlere Positionsdistanz im ST zwischen 40,3 m im Dezember 2001 und 55,6 m jeweils im Jänner und Februar 2002 (Tab. 1). Alle Monate waren hinsichtlich der Positionsdistanzen sehr ähnlich. Eine sich anbahnende Sauerstoffkrise wurde durch rechtzeitig einsetzendes Tauwetter gebannt, sodass sich kurzzeitige Abwanderungen zum Zulauf in den mittleren Positionsdistanzen nicht widerspiegeln. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Positionsdistanzen und dem Sauerstoffgehalt konnte nicht festgestellt werden ($p > 0,05$, $r^2 = 0,0128$).

Der Sauerstoffgehalt schwankte zwischen 1,5 und 13,7 mg/l. Der niedrigste Wert wurde Anfang Jänner gemessen (Abb. 2, Tab. 2).

5. Diskussion

Die im Streitteich in den Wintern 1999/2000, 2000/2001 und 2001/2002 mittels Radiotelemetrie beobachteten Wanderungen der Karpfen in den Zulaufbereich des Teiches konnten in den Wintern 1999/2000 und 2000/2001 in einen signifikant negativen Zusammenhang mit dem Sauerstoffgehalt des Wassers gebracht werden (Winter 1999/2000 $r^2 = 0,34$, $p < 0,05$; Winter 2000/2001 $r^2 = 0,21$, $p < 0,05$). Im Winter 2001/2002 bahnte sich zwar eine Sauerstoffkrise an, allerdings besserte einsetzendes Tauwetter die Situation sehr rasch und die kurzfristige Abwanderung der Karpfen reichte nicht aus, um einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Positionsdistanzen und dem Sauerstoffgehalt feststellen zu können ($p > 0,05$, $r^2 = 0,0128$).

Dass Sauerstoffmangel für die erhöhte Aktivität der Karpfen im Streitteich verantwortlich war legt auch der Vergleich mit einem Teich nahe, in dem der Gehalt an Sauerstoff in den Versuchswintern nie unter 3,8 mg/l sank und Wanderungen zum Zulauf wie im Streitteich radiotelemetrisch nicht nachgewiesen werden konnten (Bauer 2002).

In den unmittelbaren Seichtbereichen des Zuflusses ist durch das einströmende Frischwasser der Gehalt an Sauerstoff zwar höher als in zuflussfernen tieferen Teilen des Teiches, dafür ist dort die Wassertemperatur niedriger. Dies müssen die Karpfen jedoch in Kauf nehmen. Gegenüber dem Sauerstoffmangel stellen Änderungen der Wassertemperatur jedenfalls den relativ milderen Stressor dar (Tanck et al. 2000). Erst nach Erhöhung des Sauerstoffgehaltes im gesamten Teich, sei es durch Maßnahmen des Bewirtschafters, wie das Schneiden von Wuhnen und das Belüften oder das Einsetzen von Tauwetter, welches den Wasserdurchfluss durch den Teich verstärkt und das Eis zum Schmelzen bringt, kehrten die Karpfen in die zuflussferneren Bereiche des Teiches zurück (Abb. 1.).

Dieses Verhalten der Karpfen bei Sauerstoffmangel ist wohlbekannt (z.B. Schmeller 1988, Schäperclaus 1990, Geldhauser 1996) und auch das winterliche Phänomen, dass die Karpfen dabei durch ihre Bewegung das wärmere Tiefenwasser mit dem kälteren Oberflächenwasser vermischen und das Eis zum Schmelzen bringen, wie es im Zuflussbereich des Streitteiches im Winter 2000/2001 der Fall war (z.B. Koch et al. 1982).

Nach Schäperclaus (1990) liegt der kritische Sauerstoffgehalt für Karpfen bei 0,5 mg/l. Ab diesem Wert kommt es zur sogenannten Notatmung, d.h. die Fische nehmen an der Wasseroberfläche Luft auf

und können diese Situation nur kurzzeitig überleben. Man muss sich allerdings bewusst sein, dass diese Angaben für sommerliche Temperaturen gelten. Bei niedrigen Temperaturen liegt auch der Sauerstoffbedarf der Karpfen niedriger. Haas (1997) vertritt beispielsweise die Ansicht, dass die Karpfen bei niedrigen Temperaturen und langsamem Absinken des Sauerstoffgehalts auch durch 0,6 – 0,7 mg/l noch nicht unmittelbar gefährdet sind. Die Sauerstoffmessungen der vorliegenden Arbeit lassen, aufgrund der punktuellen Probenentnahme im Bereich der tiefsten Stelle, diesbezüglich keine Schlüsse zu. Sie spiegeln nur Trends wieder, d.h. Verbesserungen oder Verschlechterungen der Gesamtsituation, können aber nicht als jene Werte angesehen werden, mit den die Karpfen unmittelbar konfrontiert waren. Probenentnahmen an den exakten Positionen der besenderten Karpfen waren nicht möglich, da es dadurch zu Störungen der Karpfen gekommen wäre. Es ist bekannt, dass Karpfen auf Aktivitäten auf dem Eis in ihrer unmittelbaren Nähe mit Ausweichreaktionen reagieren (Bauer 2002). Sucht man nach den Gründen für die starke Abnahme des Sauerstoffgehaltes im Streitteich, dann stößt man auf die hohe Belastung mit Phosphor. In den Wintern 1999/2000, 2000/2001 und 2001/2002 wurden Wert zwischen 65 und 390 µg/l Gesamtphosphor gemessen (Bauer & Schlott 2002). Ein anderer Winterteich wies im selben Zeitraum Gesamtphosphorwerte zwischen 20 und 87 µg/l auf. Wer sich die möglichen Folgen von extremer Witterung und Sauerstoffmangel im Winter vergegenwärtigen möchte, der sei auf den dramatischen Bericht von Planansky (1963) aus einem „Katastrophenwinter“ verwiesen, als die Karpfen notatmend in den Wuhnen erschienen und Notabfischungen unumgänglich waren.

Danksagung

Unser Dank für die gewährte Unterstützung gilt Mag. Thomas Weismann, Dr. Elisabeth Licek und dem Institut für Hydrobiologie Fisch- und Bienenkunde der Veterinärmedizinischen Universität Wien sowie der Teichwirtschaft Kinsky Heidenreichstein.

Finanziert wurden die Arbeiten vom BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, BM für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Land Niederösterreich und Land Steiermark

Literatur

- Amlacher, E. (1981): Taschenbuch der Fischkrankheiten, 4. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 474 S.
- Bauer, Ch. (2002): Radiotelemetrische Untersuchungen am Zuchtkarpfen, *Cyprinus carpio carpio* morpha *domestica*, während der Winterung unter Berücksichtigung der Bewegungsaktivität der besenderten Karpfen, der biotelemetrischen Methode sowie deren Auswirkungen auf die Versuchsfische. Dissertation, Universität Wien, 156 S.
- Bauer, Ch. & Schlott, G. (2002): Endbericht zum Forschungsprojekt „Radiotelemetrische Untersuchungen am Zuchtkarpfen.“ Ökologische Station Waldviertel, 119 S.
- Blažka, P. (1958): The anaerobic metabolism of fish. *Physiological Zoology* 31: 117-128
- Geldhauser, F. (1996): Aktuelle Probleme der Winterung. *Fischer & Teichwirt* 47: 105-106
- Haas, E. (1997): Der Karpfenteich und seine Fische. Leopold Stocker Verlag, Graz, Stuttgart, 195 S.
- Hyvarinen, H., Holopainen, I. J. & Piironen, J. (1985): Anaerobic wintering of crucian carp (*Carassius carassius* L.) – I. Annual dynamics of glycogen reserves in nature. *Comparative Biochemistry and Physiology* 82A: 797-803
- Koch, W., Bank, O. & Jens, G. (1982): Fischzucht, 5. Auflage. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 235 S.
- Planansky, A. (1963): Das unmittelbare Zeugnis eines Züchters (A. Planansky) über die Zustände an Waldviertler Karpfenteichen während des schweren Winters 1962/63. *Österreichs Fischerei* 16: 26-27
- Reichenbach – Klinke, H. – H (1980): Krankheiten und Schädigung der Fische, 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 472 S.
- Schäperclaus, W. (1990): Fischkrankheiten, 5. bearbeitete Auflage. Akademie Verlag Berlin: 1123 S.
- Schmeller, H. B. (1988): Die Überwinterung des Karpfens. *Fischer & Teichwirt* 39: 66-75
- Tanck, M. W. T., Booms, G. H. R., Eding, E. H., Wendelaar Bonga, S. E. & Komen, J. (2000): Cold shocks: a stressor for common carp. *Journal of Fish Biology* 57: 881-894

Tab. 1: Mittlere Positionsdistanz zwischen zwei aufeinander folgende Peilungen in den jeweiligen Monaten. In Klammer Anzahl der Beobachtungen und Standardabweichung.

	Winter 1999/2000	Winter 2000/2001	Winter 2001/2002
November	55,6 m (n=24, s=36,7)	43,0 m (n=69, s=27,8)	41,5 m (n=53, s=17,6)
Dezember	39,5 m (n=50, s=31,5)	42,6 m (n=67, s=24,5)	40,3 m (n=62, s=29,5)
Jänner	65,2 m (n=60, s=42,2)	56,2 m (n=91, s=46,8)	55,6 m (n=62, s=50,8)
Februar	31,7 m (n=35, s=21,7)	56,2 m (n=63, s=47,7)	55,6 m (n=49, s=36,2)

Tab. 2: Mittlerer Sauerstoffgehalt und Minima/Maxima [mg/l] im Streitteich

	1999/2000	2000/2001	2001/2002
November	9,6	10,0	8,0
Dezember	10,6	12,2	8,6
Jänner	2,3	4,0	3,8
Februar	14,8	8,9	12,0
Minimum/Maximum	0,6/16,6	2,5/12,6	1,5/13,7

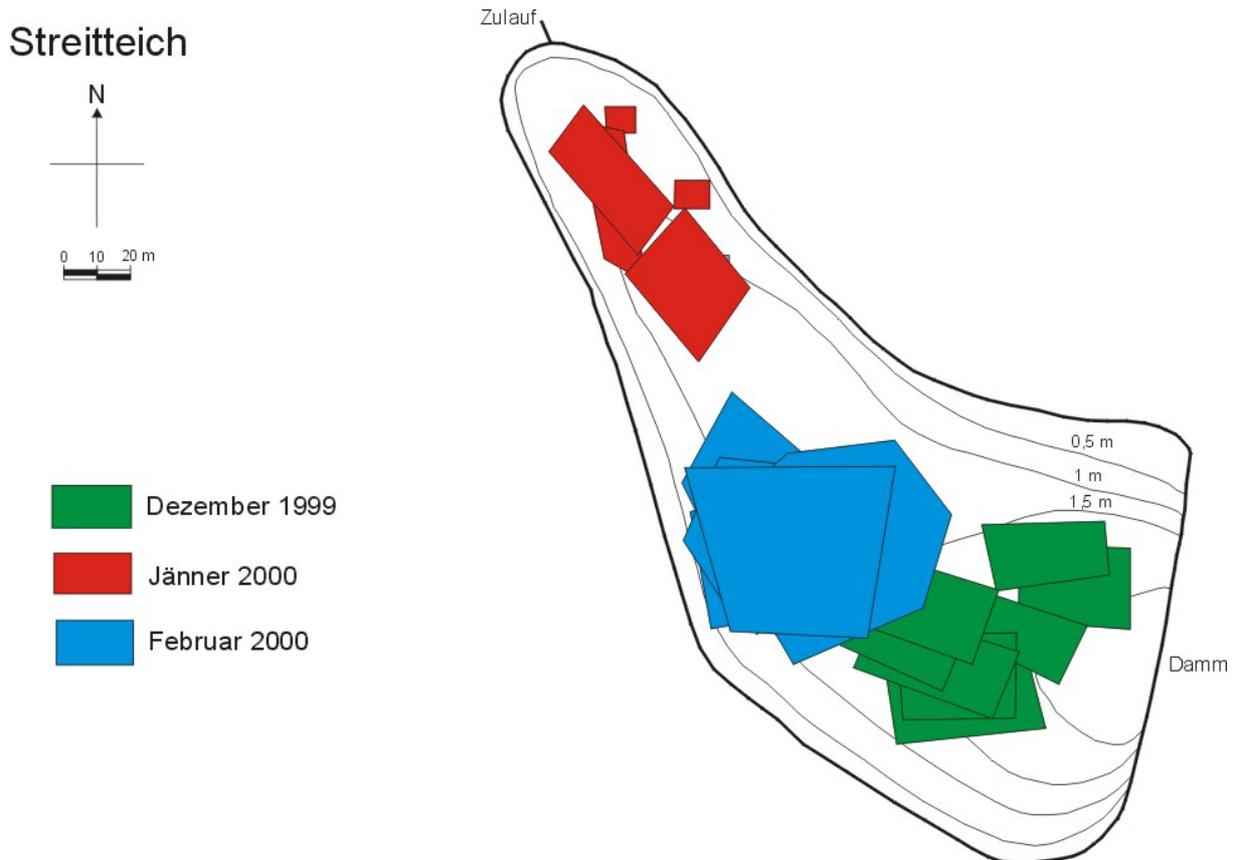


Abb. 1: Aufenthaltsbereiche der Versuchskarpfen vor dem Absinken des Sauerstoffgehalts (Dezember 1999), am Höhepunkt der Sauerstoffkrise (Jänner 2000) und nach Besserung der Situation (Februar 2000).

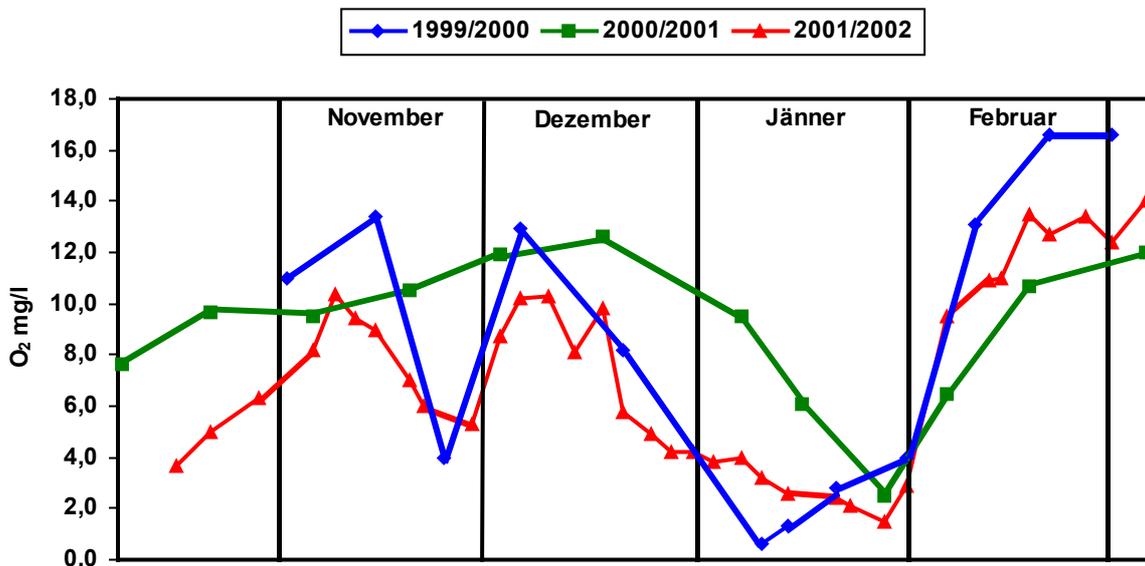


Abb. 2: Sauerstoffgehalt im Streitteich [mg/l] in den drei Versuchswintern

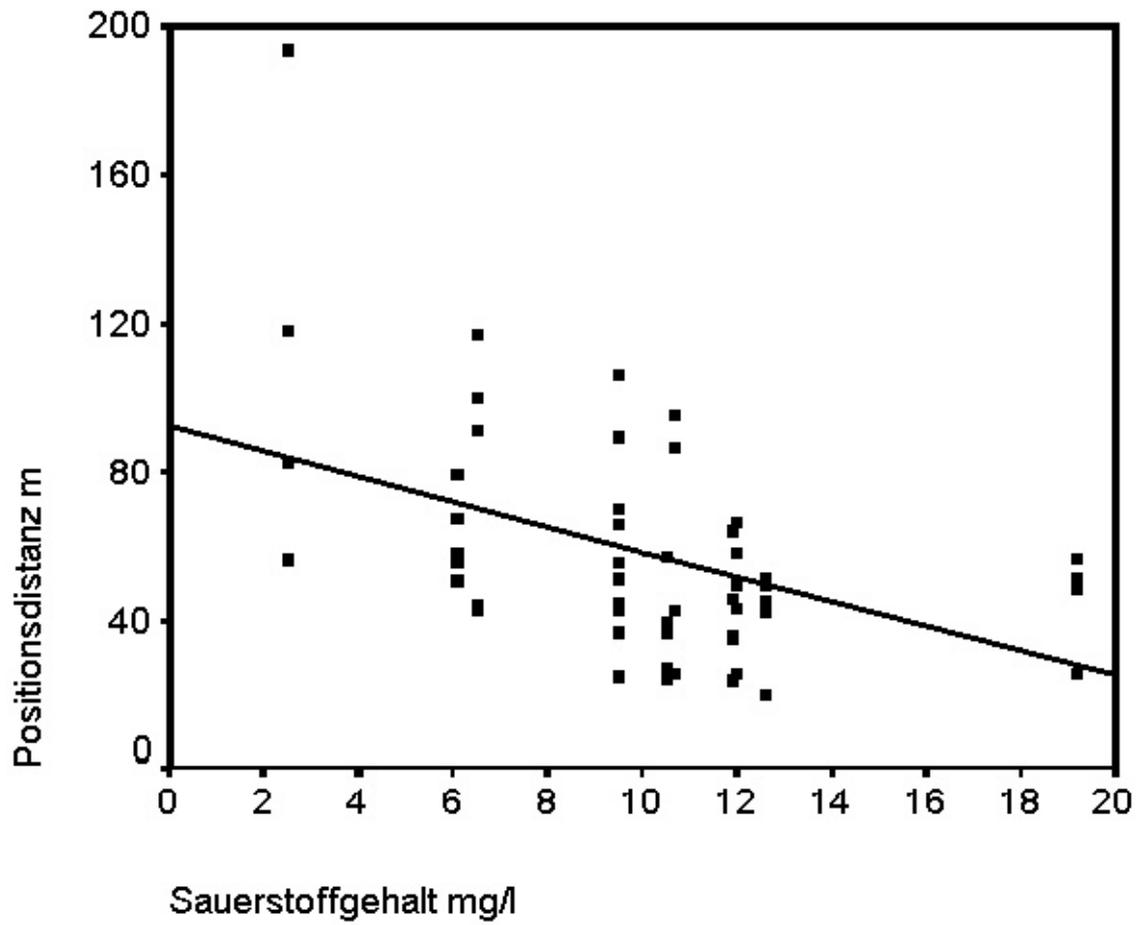


Abb. 3: Die Positionsdistancen [m] aufgetragen gegen den Sauerstoffgehalt [mg/l] im Winter 1999/2000. $r^2 = 0,336$, lineare Regression $p < 0,05$

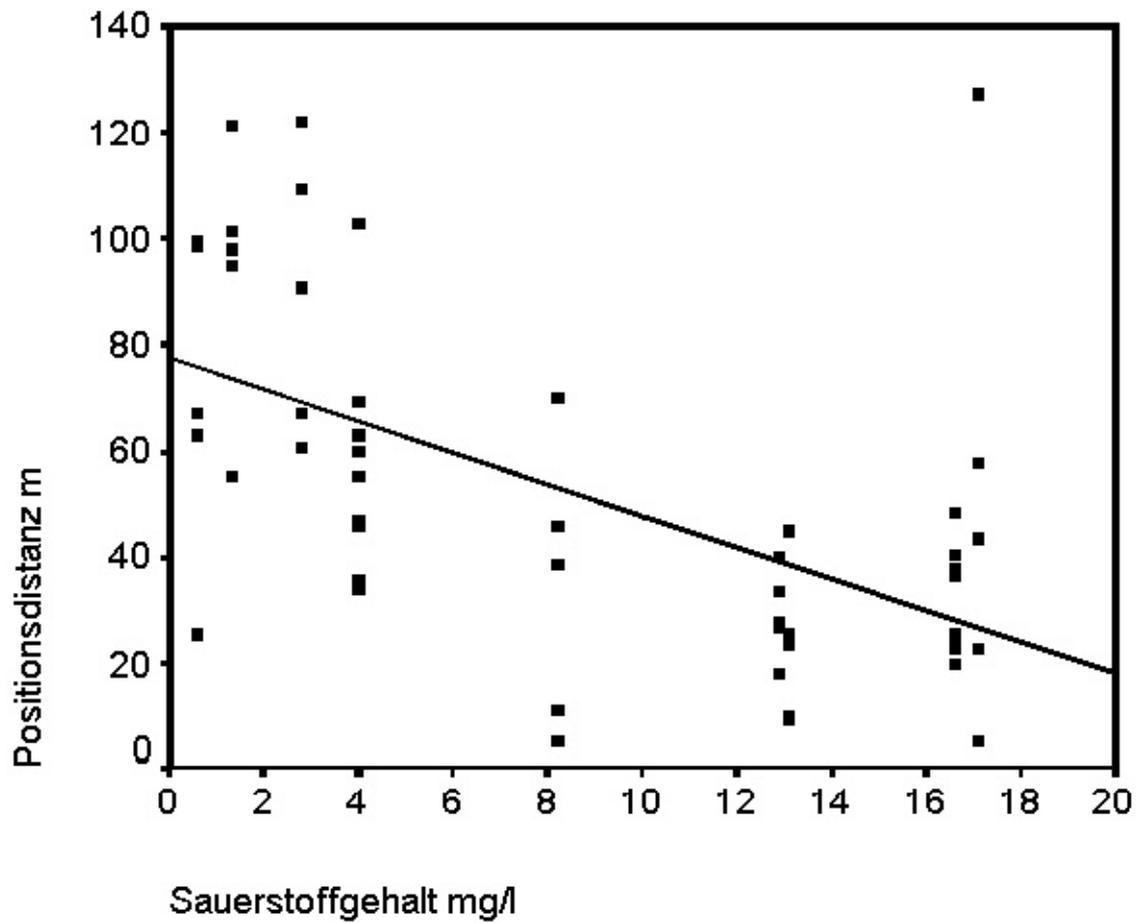


Abb. 4: Die Positionsdistanzen [m] aufgetragen gegen den Sauerstoffgehalt [mg/l] im Winter 2000/2001. $r^2 = 0,2081$, lineare Regression $p < 0,05$