

Franz Geldhauser | Peter Gerstner



DER TEICHWIRT

Karpfen und Nebenfische

10., aktualisierte Auflage

Geldhauser / Gerstner

Der Teichwirt



Franz Geldhauser / Peter Gerstner

Der Teichwirt

Karpfen und Nebenfische

10., aktualisierte Auflage

108 Fotos
67 Zeichnungen
15 Tabellen

Inhalt

Vorwort zur 10. Auflage	7	4.4	Düngung	50
Fischereiliche Fachkürzel	8	4.4.1	Organische Düngung	52
1 Teichwirtschaft	9	5	Naturnahrung	55
1.1 Geschichtliches	9	5.1	Formen der Naturnahrung	55
1.2 Marketingfragen in der Teichwirtschaft	10	5.1.1	Das Zooplankton	55
		5.1.2	Bodentiere und Pflanzenbewohner . .	56
2 Das Teichwasser	13	5.2	Nährwert der Naturnahrung für die Fische	57
2.1 Grundlagen der Wasserchemie . . .	13	5.3	Pflege und Förderung der Naturnahrung	59
2.1.1 Sauerstoff	13	6	Ernährung des Karpfens	61
2.1.2 pH-Wert	16	6.1	Verdauungsvorgänge	61
2.1.3 Säurebindungsvermögen (SBV)	17	6.2	Nährstoffe	62
2.1.4 Ammoniak	18	6.2.1	Eiweiß (= Protein)	62
2.2 Behandlung des Teichwassers . . .	20	6.2.2	Fett	64
		6.2.3	Rohfaser	64
		6.2.4	Stärke und Zucker	64
3 Pflanzen im und am Teich	27	6.3	Futtermittel	65
3.1 Überwasserpflanzen	27	6.3.1	Getreide	66
3.2 Schwimmblattpflanzen	30	6.3.2	Mais	66
3.3 Unterwasserpflanzen	32	6.3.3	Hülsenfrüchte (Lupinen, Ackerbohnen, Erbsen)	66
3.4 Verlandungszonen	32	6.3.4	Sojaextraktionsschrot („Sojaschrot“)	66
3.4.1 Nachteile	33	6.3.5	Fertigfutter	67
3.4.2 Vorteile	34	6.3.6	Fütterungsarzneimittel	68
3.5 Naturschutz	34	6.4	Bedarf	68
		6.4.1	Eiweiß/Energie-Verhältnis	68
		6.4.2	Futtermengen	69
4 Teichpflege	36	6.5	Fütterungstechnik und Tipps . . .	72
4.1 Pflanzenbeseitigung	36			
4.2 Dampfpflege	39			
4.3 Pflege des Teichbodens	42			
4.3.1 Kalken	43			
4.3.2 Austrocknen	46			
4.3.3 Ausfrieren	48			
4.3.4 Fräsen	49			

7	Zucht und Vermehrung	76	10	Natürliche Feinde und Schädlinge	121
7.1	Zucht	76	10.1	Der Mensch	121
7.1.1	Schuppenkarpfen	79	10.2	Bisam	121
7.1.2	Spiegelkarpfen	79	10.2.1	Fallen	122
7.1.3	Zeilkarpfen	79	10.2.2	Fallen im Kunstbau	122
7.1.4	Nackt- bzw. Lederkarpfen	80	10.2.3	Schafe	123
7.2	Vermehrung	80	10.3	Graureiher (Fischreiher) und Silberreiher	124
8	Besatz und Bewirtschaftung	89	10.4	Kormoran	125
8.1	Ertragsfähigkeit der Teiche	89	10.5	Lachmöwe	127
8.2	Teichtypen und Besatzstärken – der dreisömmerige Umtrieb	90	10.6	Weitere Schadvögel	127
8.2.1	Vorstreckteiche, K_0 auf K_V	91	10.7	Fischotter	128
8.2.2	Brutstreckteiche, Rest des ersten Zuchtjahres, K_V auf K_1	94	10.8	Biber	129
8.2.3	Streckteiche, zweites Zuchtjahr, K_1 auf K_2	95	10.9	Wildtiermanagement	130
8.2.4	Abwachsteiche, drittes Zuchtjahr, K_2 auf K_3	97	10.10	Sonstige Schädlinge	131
8.3	Der zweisömmerige Umtrieb und seine Bedingungen	98	11	Krankheiten	133
9	Karpfenpolykultur mit Nebenfischen	99	11.1	Außenparasiten	133
9.1	Schleie (<i>Tinca tinca</i> L.)	101	11.1.1	Fischegel	133
9.2	Hecht (<i>Esox lucius</i> L.)	104	11.1.2	Karpfenlaus	134
9.2.1	Vermehren in Laichteichen	105	11.2	Hauterkrankungen	135
9.2.2	Vorstrecken in Teichen	105	11.2.1	Milchig weiße Trübung der Haut	135
9.2.3	Sommerbesatz mit Hechten im Karpfenteich	107	11.2.2	Grießkörnchenkrankheit (Ichthyophthiriose)	135
9.3	Zander (<i>Sander lucioperca</i> L.)	108	11.2.3	Verpilzung	136
9.4	Wels (<i>Silurus glanis</i> L.)	110	11.2.4	Pocken	136
9.5	Ostasiatische Pflanzenfresser	113	11.3	Kiemenerkrankungen	137
9.5.1	Grasfisch, Amur, Graskarpfen	113	11.3.1	Kiemenfäule	137
9.5.2	Silberfisch, Silberkarpfen, Tolstolob	114	11.3.2	Kiemennekrose	137
9.5.3	Marmorfisch, Marmorkarpfen	115	11.3.3	Kiemenwürmer (<i>Dactylogyrus</i> und <i>Gyrodactylus</i>)	138
9.6	Futter- und Köderfische	116	11.4	Bandwürmer	138
9.7	Goldfische und Koi	117	11.5	Erythrodermatitis (<i>CE, Carp Erythrodermatitis</i>)	139
			11.6	Virosen	139
			11.6.1	Frühlingsvirämie (SVC)	140
			11.6.2	Koi-Herpes-Virose (KHV)	140
			11.6.3	Koi-Schlafkrankheit (KSD)	141

12	Abfischen	143	16	Hältern und Wintern	180
12.1	Gerätschaften und vorbereitende Arbeiten	143	16.1	Hältern	180
12.2	Abfischen vor dem Mönch	146	16.2	Wintern	184
12.3	Abfischen hinter dem Mönch	150	16.2.1	Sichere Überwinterung für K ₂	184
12.4	Sortieren	152	16.2.2	Vorbereiten der Fische und Besatzdichte der Winterungen	186
13	Teichbau	154	16.2.3	Kontrollen und Maßnahmen bei Gefahrensituationen	187
13.1	Baukosten	154	17	Vermarktung und Rentabilität	191
13.2	Voraussetzungen für den Teichbau	154	18	Karpfenrezepte	197
13.2.1	Geländehöhenverhältnisse	154	18.1	Kalte und warme Zubereitung des Karpfens	198
13.2.2	Untergrund	154		Bunter Karpfensalat	198
13.2.3	Wasserzulauf	155		Karpfen in Dillsoße	199
13.2.4	Rechtliche Voraussetzungen	155		Karpfen „indische Art“	199
13.3	Damm und Mönch	155		Karpfensalat „chinesisch“	200
14	Sonderformen der Teichwirtschaft	158		Creme aus Räucherkarpfen (nach Resi Oberle, Kosbach)	200
14.1	Baggerseen	158		Fische in Blausud (nach Helena Gerstner, Hauswirt- schaftsmeisterin, Obervolkach)	201
14.2	Das Halten von Edelkrebse in der Teichwirtschaft	162		Karpfen, fränkisch gebacken	201
14.2.1	Anforderungen an den Krebsteich	162	19	Zum Abschluss	202
14.2.2	Haltung und Besatz	163		Stichwortverzeichnis	203
14.2.3	Transport und Ernte	164		Impressum	208
14.3	Der Angelteich	165			
15	Fischtransport	167			
15.1	Grundlagen	167			
15.2	Transportgefäße und Transport	169			
15.3	Sauerstoffbedarf von Forellen und Karpfen bei verschiedenen Temperaturen	171			
15.4	Versand in Plastikbeuteln	175			
15.5	Transport empfindlicher Fischarten	178			
15.5.1	Zander und Barsch	178			
15.5.2	Aal	179			

Vorwort zur 10. Auflage

Der Bitte des Verlages zur Neufassung dieser Auflage sind wir gerne nachgekommen, haben sich doch seit der letzten Auflage zahlreiche neue Erkenntnisse der Forschung, aber auch eine Reihe praktischer Erfahrungen eingestellt. Wir haben sie in allen Kapiteln eingearbeitet, Texte ergänzt, auch überholte Vorschriften entnommen und durch aktuelle ersetzt. Die EU-Kommission erließ in den letzten zehn Jahren bezüglich der Aquakultur eine Fülle von Vorschriften, die entweder direkt oder nach Umsetzung in deutsches Recht gelten. Das hat unmittelbaren Einfluss auf die teichwirtschaftliche Praxis, bis hin zur Vermarktung. Unter anderem haben wir daher Hinweise zum Tierschutz, zur Wasserrahmenrichtlinie, zur Fischseuchenverordnung, zum Transport oder zu Hygiene und Verpackung der Erzeugnisse eingebracht; immer dort, wo sie bei der praktischen Arbeit zu beachten sind. Damit die Beschreibung von Vorschriften nicht allzu viel Platz einnimmt, haben wir jeweils auf weiterführende Links und Leitfäden verwiesen. Natürlich stand das Fachliche im Vordergrund. So wurden z. B. neue Erkenntnisse zum Sauerstoffverlauf oder zur Kohlendioxidproduktion im Teichwasser eingebracht, ebenso wurden die Pflege der Naturnahrung und des Teichschlammes ergänzt. Umfassend gingen wir auf das Management von Biber, Kormoran und Fischotter ein. Letzterem wurde ein völlig neuer Abschnitt gewidmet. Das Kapitel der Vermarktung und Rentabilität aktualisierten wir grundlegend.

Dabei hatten wir immer zwei große Anliegen, zum einen die Verständlichkeit. „Der Teichwirt“ soll ein umfassendes und tief gehendes Fachbuch bleiben, das aber klar und deutlich formuliert ist.

Zum anderen ist es unser großes Anliegen, die Arbeitsweise der traditionellen und über tausend Jahre alten Karpfenteichwirtschaft zu beschreiben. Gleichzeitig erklären wir dabei die biologischen Hintergründe der Bewirtschaf-

tungsmethoden und wollen so deren Sinn darlegen. Das Buch richtet sich damit nicht nur an den interessierten Neuling, sondern auch an den erfahrenen Teichwirt, an Studenten und an Auszubildende des Berufsbildes Fischwirt bzw. an Fischwirtschaftsmeister. Das Gleiche gilt für Bewirtschafter von Angelgewässern, insbesondere für Gewässerwarte, die für Still- und Fließgewässer große Verantwortung tragen und die fachliche Kompetenz im Kreis der Vereinsmitglieder aufweisen müssen.

Unser herzlicher Dank gilt Dr. Erik Bohl, der das Kapitel über Krebsaufzucht schrieb. Bei der Abhandlung des Säurebindungsvermögens (SBV) half uns Dipl.-Biol. Kurt Schiemenz (vorm. Bauer). Ebenso danken wir für ihre Mithilfe Dr. Christian Proske, Walter Jakob, Dr. Martin Oberle, Rita Geldhauser, Dr. Florian Heyder und Helmut Reil. Weiterhin danken wir Christian Drechsler, Martin Maschke, Herrn Förster und Thomas Beer, dem Institut für Fischerei sowie dessen Außenstelle für Karpfenteichwirtschaft und der ARGE Fisch/Herrn Fürst für die Überlassung einiger Fotos. Abbildungen mit der Bezeichnung LfL/IFI wurden von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei, zur Verfügung gestellt.

P. Gerstner, Obervolkach
Dr. F. Geldhauser, München

Ein idealer Ausgangspunkt für weitere Informationen ist die Homepage: www.portal-fischerei.de.

Herausgeber ist das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, das diese Homepage regelmäßig aktualisiert. Auf ihr sind neben den für Fischerei zuständigen Bundes- und Landesbehörden auch alle Verbände, Institute und Beratungseinrichtungen aufgeführt, die Bezug zur Fischerei haben. Hinweise auf zahlreiche weitere Links finden sich an den fachlich zutreffenden Stellen in den jeweiligen Kapiteln.

Fischereiliche Fachkürzel

Zum täglichen Gebrauch haben sich in der Teichwirtschaft und auch im Satzfishhandel u. a. nachstehende Kürzungen eingebürgert und als sehr praktisch erwiesen. Sie kommen deshalb auch in nahezu allen Kapiteln dieses Buches vor. Hier die wichtigsten:

Die am häufigsten aufgezogenen Fischarten werden mit einer Buchstabenabkürzung bezeichnet, so z. B. K = Karpfen, S = Schleie, H = Hecht, W = Wels, Z = Zander, B = Bachforelle, R = Regenbogenforelle.

Um das Alter der Fische kenntlich zu machen, wird der Artbezeichnung, z. B. K, eine arabische Zahl, die das Alter angibt, angehängt, z. B. K₂. Diese Altersklassenziffer bedeutet bei den karpfenartigen Fischen, dass sie in diesem Beispiel 2 Wachstumsperioden (Sommer) hinter sich gebracht haben. In diesem Fall also bedeutet K₂ einen zweisömmerigen Karpfen. Bei den Salmoniden erstreckt sich das Wachstum normalerweise über das ganze Jahr. Man spricht deshalb

auch von zum Beispiel zweijährig. R₂ ist danach eine zweijährige Regenbogenforelle.

Wird statt der arabischen Ziffer ein L der Fischart angehängt, z. B. K_L, so ist das ein Karpfenlaichfisch. K₀ (sprich Null) wird ein soeben aus dem Ei geschlüpfter Karpfen genannt. K_v ist ein vorgestreckter Karpfen.

K_{2/3} wird „K₂ auf K₃“ oder „K₂ zu K₃“ ausgesprochen und steht für einen zweisömmerigen Karpfen im dritten Jahr, also auf dem Weg zu einem K₃.

FQ = Futterquotient. Heißt es z. B. FQ 4, so muss der Fisch 4 kg Futter fressen, um 1 kg an Körpergewicht zuzunehmen.

Korpulenzfaktor K = $\text{Fischgewicht in g} / (\text{Fischlänge in cm})^3 \cdot 100$

Der Faktor K ist ein Anhaltspunkt für die Körperfülle des Fisches. Er ist von Art, Alter und Ernährungszustand abhängig. Näheres zu den K-Faktoren der einzelnen Fischarten siehe Kapitel 9, Karpfenpolykultur mit Nebenfischen.

1 Teichwirtschaft

1.1 Geschichtliches

Die Bewirtschaftung von Karpfenteichen hat eine lange Tradition. Erste schriftliche Nachweise darüber liegen in der Wirtschaftsordnung Karls des Großen (795 n. Chr.) vor. Für den Aischgrund bestätigt eine Urkunde Konrad I. aus dem Jahr 912 erstmalig die Existenz von Teichen. Als Ausgangspunkte der teichwirtschaftlichen Entwicklung z. B. in Bayern gelten die Zisterzienserklöster Waldsassen in der Oberpfalz und Heilsbrunn in Franken, Maulbrunn im Kraichgau oder „Rey-neverde“ in Reinfeld.

Zur damaligen Zeit wurden Teiche hauptsächlich auf Flächen angelegt, die durch Rodung des einst sehr großen Waldbestandes freigelegt worden waren. Der Bau von Teichen diente jedoch nicht allein der Erzeugung von Fischen. Häufig standen die Sicherung von Trinkwasser für den Menschen bzw. Tränkwasser für das Vieh im Vordergrund. Auch war es zu dieser Zeit sehr wichtig, für einen ausreichenden Löschwasservorrat zu sorgen. Noch heute zeugen Namen wie Tränk-, Gänse- oder Brandweiher von der Funktion dieser Teiche. Darüber hinaus mussten in Gegenden, die kaum über Fließwasser verfügten, zum Betrieb zahlreicher Mühlen Wasserspeicher angelegt werden. Versorgte der Teich eine Lohmühle mit Wasser, so bekam er beispielsweise den Namen Lohweiher.

In Bayern, Sachsen, Böhmen, Schlesien und Lothringen erreichte die Karpfenteichwirtschaft bis zum 15. und 16. Jahrhundert ihren vorläufigen Höhepunkt. Dieser Aufschwung wird zum einen mit dem für den Fischer damals günstigen Preisverhältnis zwischen Karpfen- und Warmblütfleisch erklärt. So entsprach $\frac{1}{2}$ kg Karpfenfleisch dem Wert von 3 kg Schweinefleisch bzw. 12 Maß Bier. Zum anderen war der Karpfen, nach Aufzeichnungen des Bischofs Dubrav (1486–1533) beim Verbraucher überaus beliebt und die Nach-

frage entsprechend groß. Die Eignung des Karpfens als Fastenspeise, aber auch seine Frische und gute Verfügbarkeit spielten hierbei eine große Rolle. Bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts war der Karpfen bezüglich Sicherheit und Kontinuität allen anderen Eiweißquellen für die menschliche Ernährung überlegen. Weit blickende Landesherren legten daher Teichflächen im großen Umfang an. Für Dresden wurden z. B. die Teichanlage „Moritzburg“ und die Hälterung „Hoffischgarten“ geschaffen, sodass für die Einwohner der Stadt jeweils 2 kg Karpfen pro Jahr ständig zur Verfügung standen. Spätestens ab dem 15. Jahrhundert war dann die Bewirtschaftung in getrennten Altersklassen bekannt. Bis dahin gab es nur den Femelbetrieb, also ein buntes Gemisch aller Altersklassen im selben Teich. Mit Besatzzahlen von 75–150 zweisömmerigen Karpfen pro ha wurden Zuwachsraten von 50–100 kg pro ha erzielt. Eine direkte Zufütterung gab es damals noch nicht, man wusste allerdings, dass sich der Ertrag durch Zugabe von Mist steigern lässt.

Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts verlor die Teichwirtschaft immer mehr an Bedeutung. Besonders in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde ein Großteil der Teichflächen wieder ausschließlich mit Getreide bebaut. Dies hatte seine Ursache im Bevölkerungszuwachs und der damit verbundenen stärkeren Nachfrage nach Getreide. In den 80er-Jahren des 19. Jahrhunderts gab es in der Karpfenteichwirtschaft jedoch wieder einen erneuten Aufschwung. Die Einfuhren billigen Getreides aus Übersee und wachsender Wohlstand bedingten schon eine deutliche Zunahme der Teichflächen, und hier ist auch der Beginn einer wissenschaftlichen Bearbeitung von Fragen der Karpfenteichwirtschaft zu suchen. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg jedoch wurden die Teichflächen durch Bauprogramme wieder entscheidend vergrößert. Gleichzeitig fand bis in die 60er- und 70er-Jahre des 20. Jahrhunderts

eine laufende Intensivierung der Bewirtschaftung statt. Anfänglich waren durch Steigerung z. B. der Besatzdichten und der Fütterung wirtschaftliche Erfolge auch an der Tagesordnung. Nach Erreichen von Besatzdichten, die durch vielerlei Faktoren, z. B. Krankheiten, ihre natürlichen Grenzen haben, stiegen jedoch Aufwand und Risiko merklich an, während der Karpfenpreis gegenüber den Erzeugungskosten immer mehr zurückfiel. Diese Verschlechterung der wirtschaftlichen Bedingungen, aber auch Einschränkungen durch den Naturschutz und das Fehlen weiterer Flächen- und Wasserressourcen, verhindern zzt. eine Ausweitung der Karpfenteichwirtschaft. Aktuell kommt es infolge zunehmender Verluste durch Kormorane, Grau- und Silberreiher, Biber und Fischotter vereinzelt sogar zu Betriebsaufgaben.

1.2 Marketingfragen in der Teichwirtschaft

Fischereistatistiken sind sowohl weltweit als auch länderintern seit jeher ungenau und schwankend. Statistisch hat der durchschnittliche Fischverzehr in Deutschland von jährlich 11 kg bis zum Maximum von 16 kg pro Einwohner im Jahr 2011 deutlich zugenommen. Doch fiel er in den letzten Jahren wieder auf ca. 14 kg ab. In der EU liegt dieser Wert bei 22,5 kg, weltweit bei 20 kg. Der Anteil der Süßwasserfische am deutschen Pro-Kopf-Verzehr beträgt mit 26% ca. 3,61 kg, davon ca. 2,3 kg Lachs, 0,8 kg Forellen und 0,07 kg Karpfen. Vom Pangasius wurden ca. 0,23 und vom Zander 0,22 kg pro Kopf verzehrt. Der Karpfenverbrauch landet zwar deutlich hinter dem der allseits bekannten Aquakulturfische, doch muss die Karpfenteichwirtschaft sich nicht daran messen. Ihre Stärke sind die Alleinstellungsmerkmale der naturnahen Haltung und der absoluten Frische als Folge kurzer Wege.

Der Fang aus den Weltmeeren liegt seit vielen Jahren bei rund 90 Mio. t. Da die Nachfrage permanent steigt, haben sich die Großhandelspreise in wenigen Jahren verdoppelt, teilweise ver-

dreifacht. Neu beschlossene Fangbeschränkungen in der Meeresfischerei werden die Preise noch stärker anheben. Daher nimmt der Anteil der Aquakulturprodukte weltweit zu und liegt aktuell erstmalig auch bei 90 Mio. t; insbesondere, da dort der Preisanstieg langsamer verläuft. Seit 2010 sind auch die Importpreise für Karpfen und Forellen deutlich höher. Dies begünstigt die Eigenproduktion der Teichwirte. Aktuelle internationale Marktstudien weisen darauf hin, dass gerade deutsche Verbraucher großen Wert auf natur- und tierschutzgerechte Aufzucht legen und die Massenproduktion mithilfe von Chemotherapeutika etc. ablehnen. Besonders geschätzt wird unbehandeltes, naturnahes Futter und die Schonung der natürlichen Ressourcen. Diese Forderungen entsprechen genau den Bedingungen der Karpfenteichwirtschaft und sind eine ideale Ausgangsposition.

Die gleichen Studien weisen darauf hin, dass zukünftig der größte Absatzzuwachs für Fische außer Haus stattfindet. Großer Wert wird dabei auf fettarme gesunde Ernährung gelegt. Leider wissen Verbraucher häufig noch nicht, dass Karpfen nicht einmal halb so viel Fett wie Schweinefleisch haben und dass Karpfenfette überwiegend die erwünschten ungesättigten Fettsäuren enthalten. Diese Verbraucheraufklärung muss durch geschicktes Marketing rasch vermittelt werden. Wird zusätzlich beste Karpfenqualität ganzjährig angeboten, steigen die Erlöse und Marktanteile.

Ein weiterer Vorteil der heimischen Erzeugnisse ist die Frische aufgrund kürzester Transportwege. Es gilt folgender Grundsatz:

- Frisch geschlachtete deutsche Karpfen schmecken, aber riechen nicht –
- vorgeschlachtete Karpfen auf Eis oder in der Folie riechen, aber schmecken nicht.

Durch die Etikettierungspflicht mit Angabe von Herkunft und Produktionsweise wird der Markt endlich transparent. Diese Qualitätsmerkmale helfen den Direktvermarktern, insbesondere in den Hauptproduktionsgebieten der Oberpfalz, Frankens, Sachsens und Brandenburgs. Wir

müssen uns mit kontrollierter nachprüfbarer Qualität von den Billigprodukten des Handels abgrenzen, dann können wir unsere Fischprodukte gewinnbringend verkaufen. Hilfreich ist, dass der Karpfenimportpreis frei Grenze in wenigen Jahren um über 50 % gestiegen ist. Importierte Karpfen mit gleichem Qualitätsstandard, also lebend angeboten, stören wenig. Von Händlern vermarktete Karpfen auf Eis oder in Schalen mit Schutzgas sind häufig nicht mehr frisch und haben dann mindere Qualität.

Die Möglichkeit, Karpfenteiche gut an Angler zu verpachten, verringert das Massenaufgebot an Speisefischen und schafft Nachfrage nach teuren Satzfishen. Gleichzeitig wird dadurch der Druck der Angler auf schützenswerte Biotope an Flüssen, Bächen und naturnahen Seen verringert. Bei der Wahl der Pächter muss man immer darauf achten, dass die Substanz der Teiche durch eine richtige Bewirtschaftung gesichert bleibt.

Nach dem Krieg gab es in West- und Ostdeutschland etwa 250 000 Angler, heute ist die Zahl auf über 1,7 Millionen gestiegen. Da die Fläche der möglichen Angelgewässer durch Naturschutzauflagen abnimmt, insbesondere aber da sich der mögliche Fangertrag durch die Kormoranplage und andere geschützte Schadtierarten reduziert, wird die Nachfrage nach großen Besatzfishen zunehmen. Entgegen den bisherigen vernünftigen Besatzeempfehlungen für Jungfische werden zunehmend fangfähige Fische eingesetzt. Teichwirte sollten die Entwicklung beobachten und bei Bedarf hochpreisige Speisefische in Besatzfischqualität anbieten. Ist der Fang auf Dauer zu gering, nimmt die Zahl der Angler ab oder das Angeln wird noch mehr mit dem Urlaub im Ausland verbunden. Bei Abwägung der Interessen der Fischer mit den Interessen der Tierschützer sollte bei Gesetzesänderungen berücksichtigt werden, dass bereits jetzt für Angelurlaube mehrere Hundert Millionen € jährlich ins Ausland fließen. Konflikte werden dadurch nicht beseitigt, sondern verlagert. Bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung kostet dies zusätzlich viele Arbeitsplätze. Angeltourismus ist auch ökologisch bedenklich.

Haupthindernis für höhere Erzeugerpreise ist bisher das Fehlen einer breit angelegten ansprechenden positiven Karpfenwerbung, denn das Produkt ist viel besser als der Ruf. Feinschmecker bevorzugen die Spezialität frischer naturnaher Karpfen gegenüber dem Massenprodukt Farmlachs. Besonders wichtig ist es, dabei auch junge Käufer zu gewinnen.

In den alten Bundesländern wird wegen der hohen Produktionskosten, die durch die klein strukturierte Teichwirtschaft vorgegeben sind, nur die Direktvermarktung möglichst küchenfertiger Karpfen erfolgreich sein. Der Verkauf an den Handel ist und bleibt ein Verlustgeschäft – oder eben ein schönes teures Hobby. In den neuen Bundesländern produzieren Großbetriebe etwas billiger, dafür ist wegen der Marktdistanz nur teilweise eine Direktvermarktung möglich. Die fehlenden Markterlöse wurden bisher durch Zuschüsse für Naturschutzleistungen kompensiert. Darauf kann man nicht langfristig vertrauen, weshalb Sachsen die ganzjährige Belieferung von Supermärkten, Catering, Kantinen, Gaststätten usw. anstrebt. Die Entwicklung von ganzjährig verfügbaren Karpfenfertigprodukten ist zu begrüßen, da viele neue Kunden gewonnen werden können. Dies setzt allerdings voraus, dass über das ganze Jahr Karpfen in verlässlicher Menge und Sortierung geliefert werden können; letztlich ist das eine Frage der teichwirtschaftlichen Strukturen. Früher lehnten die Teichwirte importierte, spottbillig angebotene Frostforellen in Supermärkten ab. Durch großflächige Dauerangebote zu günstigen Preisen hat der Forellenkonsument aber sehr rasch zugenommen. Das Festessen Forelle wandelte sich in ein preiswertes Tagesgericht, das auch eine mit Fischen unerfahrene Hausfrau anspricht. Plakative Werbung und gelungene Rezepte beschleunigen diesen Prozess. Die gleichen Marktgesetze erleben wir mit dem rasanten Anstieg des Lachsverzehr. Dass der Karpfen sich ebenfalls erfolgreich durchsetzt, ist zu wünschen. Doch wird er infolge der natürlichen Bewirtschaftungsbedingungen überwiegend ein Saisonprodukt mit all seinen Vor- und Nachteilen bleiben.

Grätenfreie Karpfenfilets, frisch oder geräuchert, sind mit das Beste, was die Küche bietet. Beim Karpfen wird es aber aufgrund seiner extensiven Produktionsweise immer heißen „Klasse vor Masse“.

Durch Fleischskandale verunsichert, auch durch ein neues Qualitätsbewusstsein wie „Slow Food“, kaufen viele Verbraucher erstmals bei Direktvermarktern frisch geschlachtete Fische und stellen erstaunt fest, dass diese viel besser sind als gefrostete Fische, Fische auf Eis oder plastikverpackte Fische. Ein Haltbarkeitsdatum für Lebensmittel ist nämlich kein Qualitätssiegel. Zudem sind viele Verbraucher bereit, für unverfälschte frische Lebensmittel aus der Region 10–20% mehr zu bezahlen. Wir müssen aber den Qualitätsstandard durchgehend einhalten und auch zum Räuchern die Fische immer frisch schlachten, da nur beste Rohware optimale Räucherqualität ermöglicht.

Mit der Verordnung Nr. 710/2009 schuf die EU erstmalig eine einheitliche Grundlage für die Zertifizierung von Ökofischen. Allerdings gilt darin eine Karpfenproduktion von bis zu 1 500 kg/ha immer noch als ökologisch; ein Wert, der unter deutschen Verhältnissen als hoch intensiv zu sehen ist. Darüber hinaus ist es aber fragwürdig, für Karpfen ein Ökosiegel anzustreben. Tatsächlich haben unsere Karpfen bereits bei maßvoller Getreidefütterung und der üblichen traditionellen, extensiven Bewirtschaftungsweise beste Ökoqualität. Das Ökosiegel würde die Masse der Teichwirte ungerechtfertigt diskreditieren. Wie fragwürdig die Ökosiegel mancher Verbände sind, zeigt das Beispiel des Pangasius. Er wird in Vietnam „ökologisch“ erzeugt, dort filetiert, dann mit dem Flugzeug nach Europa gebracht und hier mit Ökosiegel angeboten.

Das Marketing des Karpfens muss sich davon deutlich abheben. Es gilt, die Besonderheiten dieses Naturproduktes hervorzuheben. Dazu zählen seine naturnahe und nachhaltige Erzeugung, die hohe Lebensmittelqualität und absolute Frische, die Pflege der Teiche als Lebens-

raum für viele bedrohte Pflanzen- und Tierarten und nicht zuletzt der Erhalt schöner alter Kulturlandschaften und ihrer Bräuche. Vielerorts haben Teichwirte und ihre regionalen Organisationen dies schon in publikumswirksamen Aktionen umgesetzt. Beispielhaft seien hier genannt das Anbieten von Radwanderwegen, oft in Verbindung mit Lehrpfaden zur Teichwirtschaft, öffentliche Abfischungen, wie bei der Dinkelsbühler Fischerntewoche, dem Horstseefischen, den Lausitzer Fischwochen oder den Erlebniswochen Fisch im Landkreis Tirschenreuth, die stets auch mit Kunst, Musik und Kulinarischem verbunden sind. In der Oberpfalz werden in der ganzen Region große, bunt bemalte Karpfenplastiken aufgestellt, die sogenannten Phantastischen Karpfen. In Neustadt/Aisch und in Tirschenreuth gibt es ein Karpfenmuseum und in einigen Regionen werden alte, geschichtsreiche Teiche öffentlich als Kulturgut Teich ausgezeichnet, manche davon sind gut 500 Jahre alt. Häufig werden solche Veranstaltungen auch von jungen hübschen Damen eröffnet und begleitet, den Karpfenköniginnen oder Teichnixen. 2021 wurde die „Traditionelle Karpfenteichwirtschaft Bayerns“ in das Bundesweite Verzeichnis des Immateriellen Kulturerbes aufgenommen; ein Hinweis, wie hoch ihre Bedeutung für die Landeskultur einzuschätzen ist, was zugleich auch für alle Karpfenregionen gleichermaßen gilt.

Nach den Bedingungen der EU-Verordnung Nr. 1151/2012 können Name und Herkunft eines für eine Region typischen Produktes gesichert werden. Sie tragen die Bezeichnung g. g. A. für geschützte geografische Angabe und sind z. B. für Allgäuer Emmentaler oder Nürnberger Bratwürste vergeben worden, aber eben auch schon für Karpfen aus der Oberpfalz, dem Aischgrund und aus ganz Franken. Und letztlich ist darauf hinzuweisen, dass die Einkaufsführer sowohl von Greenpeace als auch vom WWF den Karpfen wegen seiner absolut nachhaltigen Produktionsweise im Grunde als einzig empfehlenswerten Speisefisch einstufen.

2 Das Teichwasser

Karpfenteiche sind stehende Gewässer. Im Gegensatz zu Forellenzuchtanlagen, wo es ständigen Zufluss von Frischwasser gibt, findet im Karpfenteich kein oder nur ein unbedeutender Wasseraustausch statt. Das heißt, der lebensnotwendige Sauerstoff muss im Teich selbst produziert werden. Gleichzeitig sollen auch ein erheblicher Teil der Fischnahrung im Teich erzeugt und sämtliche Abfallprodukte dieses Geschehens abgebaut und wieder verwendet werden. Zudem darf keiner dieser Vorgänge überhandnehmen, sonst wäre das biologische Gleichgewicht im Karpfenteich gestört. Die Folge davon können z. B. Sauerstoffmangel, Wachstums- und Gesundheitsstörungen oder im Extremfall Fischsterben sein. In den meisten Fällen wird der Teichwirt erst auf eine Störung aufmerksam, wenn bereits kranke oder tote Fische sichtbar werden. Die Behebung dieser fortgeschrittenen Schäden ist dann in der Regel nur in unbefriedigender Weise möglich und zudem kostspielig. Wesentlich günstiger ist es, den Teich regelmäßig zu beobachten und das Teichwasser zu untersuchen. Auf diese Weise können vorbeugende Maßnahmen getroffen werden, die sich noch im Bereich der Teichpflege bewegen und nicht bereits als „Reparaturmaßnahmen“ anzusprechen sind.

Der Teichwirt sollte daher das Wasser in regelmäßigen Abständen untersuchen, etwa alle 2 Wochen. Darüber hinaus sind solche Untersuchungen unbedingt notwendig bei besonderen Ereignissen. Das können u. a. Änderungen des Fischverhaltens, einschließlich Häufungen kranker bzw. toter Fische sein, oder plötzliche Klarwasserstadien. Wasserproben sollten ca. 10 cm unter der Oberfläche und ca. 20 cm über dem Boden genommen werden, um Einschwemmungen von Schwimmschichten oder von Schlamm zu vermeiden. Muss die Wasserprobe zur Untersuchung nach Hause gebracht werden, empfiehlt es sich, eine saubere Mineralwasserflasche voll-

ständig zu füllen; ein Luftraum würde den Sauerstoffwert verfälschen. Die Flasche ist dunkel und kühl zu transportieren und ohne Verzögerungen zu untersuchen. Im Folgenden werden nun die wichtigsten Eigenschaften des Teichwassers und seine Veränderungen besprochen.

2.1 Grundlagen der Wasserchemie

2.1.1 Sauerstoff

Sauerstoff, mit der chemischen Bezeichnung O_2 , ist notwendige Grundlage allen Lebens. Abbildung 73 zeigt deutlich, in welchem Maße dabei die Tierwelt von der Sauerstoffproduktion der Pflanzen abhängt. Sauerstoff löst sich im Wasser und ist damit auch für Fische verfügbar. Karpfen, Schleien und andere Nebenfische benötigen einen Mindestsauerstoffgehalt von etwa 4 mg pro l Wasser. Unter 4 mg Sauerstoff pro l ist die Gesundheit der Fische gefährdet, ab 1–2 mg pro l beginnt die Notatmung an der Oberfläche. Erst wenn die Sauerstoffwerte 6 mg/l längere Zeit nicht unterschreiten, sind Gesundheit, gute Futterverwertung und damit ein befriedigendes Wachstum gewährleistet. Die Fähigkeit des Wassers, Sauerstoff aufzunehmen, ist begrenzt. Wenn diese Aufnahmekapazität erreicht ist, spricht man von „Sättigung“ bzw. 100% Sättigung.

Eine 100%ige Sättigung ist im Karpfenteich normalerweise kaum gegeben. Sie sollte jedoch möglichst hoch sein. Bei 20 °C entsprächen 40% nur 3,5 mg Sauerstoff/l. Das wäre suboptimal; 60 bis 80% sollten es – mit Tagesschwankungen – mindestens sein.

Nur unter besonderen Bedingungen, z. B. bei Anwendung von Druck, unter einer Eisdecke oder bei rascher Sauerstoffbildung durch Algen, kann die Sättigung kurzzeitig 100% übersteigen; in oberen Wasserschichten bis über 200%. Bei niederen Wassertemperaturen kann sich

Tab. 1 Vollständige Sauerstoffsättigung bei verschiedenen Temperaturen und Normaldruck.

Wassertemperatur	Sauerstoffsättigung (100 %)
0 °C	14,16 mg/l
10 °C	10,92 mg/l
15 °C	9,76 mg/l
20 °C	8,80 mg/l
25 °C	8,10 mg/l
30 °C	7,53 mg/l

Wasser mit mehr Sauerstoff anreichern als bei hohen Temperaturen.

Die Werte in Tabelle 1 garantieren nicht, dass 20 °C warmes Wasser 8,8 mg Sauerstoff pro l enthält. Es handelt sich nur um Höchstwerte, die maximal erreicht werden können. Deutlich wird dabei, dass mit steigender Temperatur immer weniger Sauerstoff gelöst und für den Fisch verfügbar sein kann. Gleichzeitig nimmt beim Fisch der Stoffwechsel und damit der Sauerstoffverbrauch zu. Bei Nahrungsaufnahme, im Laichgeschäft, bei Bewegung oder Stress, wie Abfischung, Beunruhigung durch Kormorane o. Ä., kann sich der Sauerstoffverbrauch auf 500 mg und mehr pro Stunde und pro 1 kg Fisch erhöhen.

Beispiel: Ein ruhender Karpfen von 100 g Körpergewicht verbraucht, umgerechnet auf 1 kg Körpergewicht, pro Stunde
bei 10 °C 17 mg Sauerstoff,
bei 30 °C 105 mg Sauerstoff.

Weil die Stoffwechselintensität bei kleinen Fischen deutlich höher ist, verbrauchen sie auch mehr Sauerstoff pro kg Lebendgewicht als große. Rümmler und Pfeiffer haben festgestellt, dass bei einer Temperatur von ca. 25 °C ein 1 g schwerer Karpfen mit 1100 mg Sauerstoff pro kg etwa das Dreifache verbraucht wie ein 300 g schwerer Artgenosse.

Unter normalen Bedingungen benötigt ein Karpfenteich weder Frischwasserzulauf noch Be-

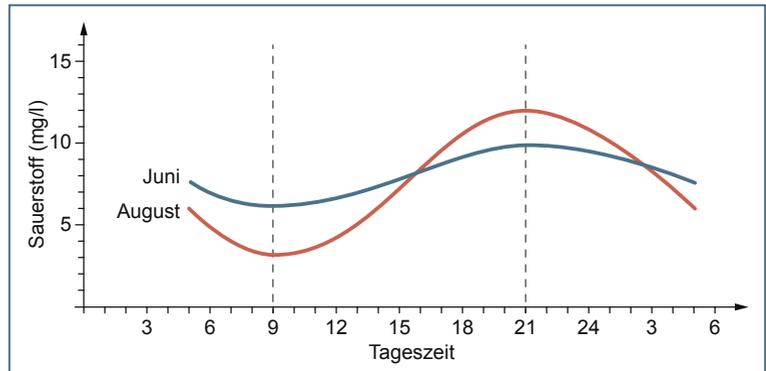
lüftung, denn auf zwei natürlichen Wegen reichert sich das Wasser laufend mit Sauerstoff an:

- Wasser nimmt an der Oberfläche ständig Sauerstoff aus der Luft auf. Dieser Vorgang wird durch Wind und Wellenbewegung noch verstärkt. Je größer ein Teich ist und je weniger Windschatten vorhanden ist, umso mehr Sauerstoff geht auf diese Weise ins Wasser über. In 24 Stunden können damit etwa 1–5 mg Sauerstoff pro l eingetragen werden.
- Wasserpflanzen und Mikroalgen (Phytoplankton) erzeugen mithilfe des Sonnenlichts und unter Verbrauch von Kohlensäure (CO₂) Sauerstoff. Dies wird als Photosynthese oder Assimilation bezeichnet. An der pflanzlichen Sauerstoffproduktion haben die Algen den weitaus größten Anteil. Wie alle Pflanzen geben sie nur bei Licht Sauerstoff ab. In der Dunkelheit verbrauchen sie dann wie tierische Lebewesen Sauerstoff und geben Kohlensäure ab (Dissimilation). Durch diesen Tag- und Nachtwechsel ergeben sich Schwankungen im Sauerstoffgehalt des Wassers.

Je mehr Algen sich im Wasser befinden, desto extremer sind diese Schwankungen. Sauerstoffmangel ist also besonders ein Risiko nährstoff- und algenreicher Teiche. Auch sind solche Schwankungen im August meist größer als in den anderen Monaten, wie z. B. im Juni (siehe Abb. 1).

In der Sommerzeit sind sowohl Temperatur als auch Sauerstoffwerte in den oberen Wasserschichten deutlich höher und schwanken im Tag-Nacht-Rhythmus dort auch stärker als in Bodennähe. In den Stunden nach Mitternacht, so stellte die Arbeitsgruppe von M. Oberle et al. fest, gleichen sich für beide Wasserparameter die jeweiligen Werte nahe der Oberfläche bzw. des Bodens infolge der Durchmischung fast völlig an. Sie beobachteten auch, dass erst mit leichter Verzögerung nach Sonnenaufgang, in der Zeit der Morgenstunden von etwa 6 bis 10 Uhr, die Sauerstoffwerte ihren Tiefpunkt erreicht haben.

Abb. 1 Sauerstoffgehalt im Verlauf eines Tages im Juni und August (schematisch).



Dem Sauerstoffeintrag steht natürlich eine Reihe von Sauerstoffverbrauchern gegenüber. Diese Sauerstoffzehrung ist wie folgt zu erklären:

- Fische und alle anderen tierischen Wasserbewohner verbrauchen Sauerstoff. Hohe Dichte an Zooplankton (Wasserflöhe u. a.) z. B. kann den Sauerstoffgehalt des Wassers durch Atmung erheblich reduzieren. Darüber hinaus ist es möglich, dass eine sehr große Zahl von Zooplanktontieren das Sauerstoff produzierende Phytoplankton (Mikroalgen) durch Fraß fast völlig beseitigt. Das dadurch nahezu algenfreie Teichwasser wird deutlich klarer und sauerstoffärmer („Klarwasserstadium“).
- Hohe Algendichte kann sich wegen des erhöhten nächtlichen Sauerstoffverbrauchs, insbesondere bei Abnahme der Tageslänge nach der Sommer-Sonnenwende, gefährlich auswirken. Abend- und Morgennebel verkürzen den Tag zusätzlich, sodass die Gefahr eines Sauerstoffmangels dann besonders groß ist. Überhaupt führt jede Form der Beschattung zur Abnahme der Sauerstoffproduktion. Beschattung tritt z. B. ein bei dichter Wolkendecke oder Bedeckung des Teiches mit Wasserlinsen. Von einer großflächigen Bedeckung der Karpenteiche mit Photovoltaikplatten ist daher abzuraten.
- Ebenso wie bei erhöhter Temperatur kommt es beim Abfall des Luftdruckes zu einer Ausgasung des bis dahin im Wasser gelösten Sauer-

stoffs. Dieser Effekt des abnehmenden Luftdruckes tritt besonders bei Gewitter auf. Er wird durch die starken Windturbulenzen und aufgrund des Eintrags von kaltem Regenwasser verstärkt. Hierbei sterben mehr Algen ab als unter normalen Verhältnissen.

- Nicht zu vergessen ist die ständig fortlaufende Mineralisation (Oxidation) organischer Stoffe. Im Teich sterben ständig Zooplankton, Mikroalgen und Wasserpflanzen ab. Diese Organismen werden von Bakterien zersetzt, die hierbei Sauerstoff in größeren Mengen verbrauchen. In Bodennähe sind die Sauerstoffwerte daher meist geringer als nahe der Oberfläche, auch wegen der geringeren Lichteinstrahlung. Weitere Ursachen für Sauerstoffzehrungen im Teich sind Futterreste, Fischkot, organischer Dünger und in besonderem Maß eingeschwemmte Gülle oder Silosickersaft.

Regelmäßige Kontrollen des Sauerstoffgehaltes sind auf jeden Fall anzuraten.

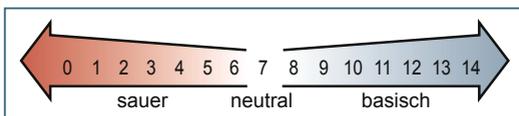
Mit den vom Fachhandel angebotenen Wasseruntersuchungskästen ist dies ohne Probleme möglich. Sauerstoffanalysen sollten in den Morgenstunden durchgeführt werden. Zu dieser Zeit ist der Sauerstoffgehalt am geringsten (siehe Abb. 1), die Belastung der Fische also am deutlichsten erkennbar. Führt der Teichwirt eine zweite Sauerstoffanalyse in den Abendstunden durch, kann das Ausmaß der täglichen Sauer-

stoffschwankungen gut erfasst werden. Es sollte in kritischen Zeiten immer an derselben Stelle zur selben Zeit gemessen werden; am besten oberflächen- und auch bodennah. Besonderes Augenmerk muß auf sichtbaren Änderungen des Teichwassers liegen. Algenreiche Teiche neigen bei hohen Luftdruckschwankungen bzw. einhergehendem Starkregen zum spontanen Absterben aller Algen, dem sogenannten „Umkippen“. Der vormals grüne Teich befindet sich plötzlich im Klarwasserstadium. In manchen Fällen nimmt man vorher noch eine Braunfärbung der abgestorbenen Algen war. Dabei sind nicht nur die Sauerstoffproduzenten ausgeschaltet, sondern zusätzlich verbraucht auch der sofort anschließende Abbau der toten Algen sehr viel Sauerstoff.

2.1.2 pH-Wert

Der pH-Wert gibt mathematisch den Gehalt an Wasserstoffionen (H^+), also den Säure- bzw. Laugengrad eines Wassers, an. Man bedient sich dazu einer Skala von 0 bis 14 (Abb. 2). Wasser mit dem pH-Wert 7 wird weder zu Säure noch zu Lauge (Base) gerechnet, ist also neutral. Doch jede Änderung des pH-Wertes um eine Stufe bedeutet einen Schritt um das Zehnfache in Richtung Säure bzw. Lauge. Steigt der pH-Wert z. B. von 8 auf 9, so ist das Wasser nun zehnfach laugenartiger. Schon ab pH 8 können bei Karpfen Kiemenschädigungen beginnen, ab pH 9 ist die Gesundheit massiv gefährdet; dieser pH-Wert entspricht schon dem von Seifenlauge. Forellenartige und Hechte ziehen den neutralen bis leicht sauren Bereich vor, basisches Wasser schädigt sie schnell. Bei den Karpfenartigen ist es eher umgekehrt.

Abb. 2 Skala der pH-Werte, die den Säure- bzw. Laugengrad des Wassers angibt.



Für die Karpfenteiche sind pH-Werte von 7–8 am günstigsten. Im leicht basischen Bereich ist die Nährstoff-Freisetzung aus dem Boden optimal. Auch ist das Milieu für Bakterien zum Abbau des Bodenschlamm optimal. Der pH-Wert des Wassers wird von vielen Faktoren beeinflusst. Wasser, das z. B. aus Waldgebieten kommt, ist in der Regel leicht sauer. Beim Verrotten der Nadeln entstehen Säuren, die den pH-Wert des Wassers senken. In der Hauptsache bestimmen jedoch Kohlensäure, Kalkgehalt und Algenmenge den pH-Wert.

Je höher der Kalkgehalt eines Wassers ist, mit anderen Worten, je härter es ist, umso langsamer steigt und fällt der pH-Wert beim Eintrag von Laugen oder Säuren. Das Wasser ist „gepuffert“. Gewässer in Regionen, deren Böden Kalk nur in geringem Maß enthalten, zeigen daher besonders starke pH-Schwankungen. Ein leider aktuelles Beispiel hierfür sind die Gewässerversauerungen der kalkarmen Mittelgebirgslagen: Wasser und Boden sind hier wegen des Kalkmangels nicht in der Lage, den sauren Regen abzupuffern.

Mikroalgen und Unterwasserpflanzen erzeugen am Tag Sauerstoff und verbrauchen dabei Kohlensäure (CO_2). In der Nacht verbrauchen sie, wie schon erwähnt, Sauerstoff und setzen Kohlensäure frei. Kohlensäure, dies lässt schon der Name erkennen, drückt den pH-Wert in den sauren Bereich. Auf diese Weise entsteht also eine Tag-Nacht-Schwankung des pH-Wertes im Teich.

Je kalkärmer und algenreicher das Wasser ist, umso extremer fallen die pH-Schwankungen aus.

Da die höchsten pH-Werte am späten Nachmittag erreicht werden können, sollten pH-Untersuchungen zu dieser Zeit durchgeführt werden (Abb. 3). Auch für pH-Analysen steht eine Reihe von Untersuchungskästen zur Verfügung. Sie arbeiten nach dem Prinzip des Farbvergleichs von Flüssigkeiten und sind ausreichend genau. Zu ungenau für teichwirtschaftliche Belange sind dagegen Papier-Teststreifen.

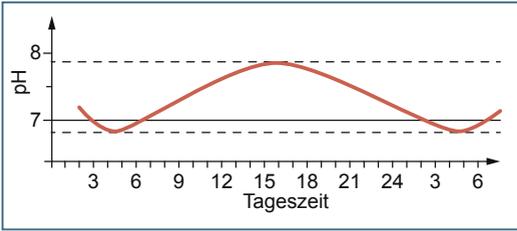


Abb. 3 „Normale Schwankungen“ des pH-Wertes in Teichen. Im August steigt die Kurve noch weiter an.

2.1.3 Säurebindungsvermögen (SBV)

Das SBV ist ein wasserchemischer Messwert, der in der Fischerei seit vielen Jahrzehnten eine wichtige Stellung einnimmt, häufig aber falsch verstanden wird. Kurt Schiemenz (vorm. Bauer), damals Limnologe beim Bayerischen Fischgesundheitsdienst, trug einiges zum genaueren Verständnis seiner Wirkung im Teich bei. Chemisch bedeutet „SBV“ das Salzsäure-Bindungsvermögen des Wassers. Damit ist die Menge Salzsäure gemeint, die man einem Liter Wasser zusetzen muss, um den pH-Wert auf 4,3 zu senken. Angegeben wird das SBV in „mval“ (Millival) je Liter.

In der klassischen Fischereilehre galt das SBV als pH-Puffer und als Maß für die „Fruchtbarkeit“ (siehe Kap. 8, Besatz und Bewirtschaftung) eines Teiches. Ein optimales SBV von 2–4 mval/l sollte stabile, fischverträgliche pH-Werte garantieren, da es pH-Veränderungen entgegenwirken, sie also „puffern“ könne. Damit sei auch eine gute natürliche Ertragskraft, also Fruchtbarkeit, des Teiches gewährleistet.

Zu Beginn der 1970er-Jahre wurde jedoch deutlich, dass Teichwasser infolge starker Algenentwicklung sehr wohl pH-Werte um 9 oder 10 aufweisen konnte, obwohl ein SBV von z. B. 3 mval/l vorlag. Die Theorie von der Pufferwirkung war also unvollständig.

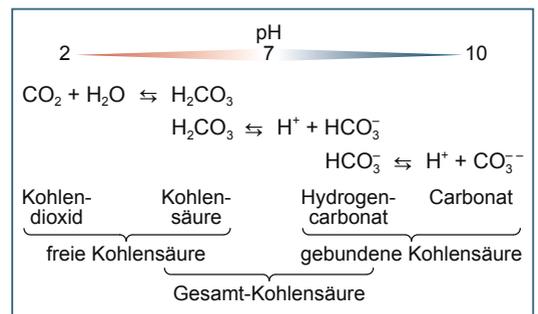
Zum besseren Verständnis ist vorauszuschicken, dass Kohlensäure, der wichtigste Nährstoff der Algen, in verschiedenen Formen im Wasser vorliegt. Ihr Mengenverhältnis hängt streng mit dem pH-Wert zusammen. Im Wasser (H₂O) ge-

löstes Kohlendioxid (CO₂) und die daraus entstandene eigentliche Kohlensäure H₂CO₃ werden als „freie Kohlensäure“ zusammengefasst (Abb. 4). Diese überwiegt im sauren Bereich der pH-Werte unter 7. Je höher der pH-Wert ist, desto mehr überwiegt die „gebundene Kohlensäure“ in den Formen von Hydrogencarbonat HCO₃⁻ und schließlich Carbonat CO₃²⁻: Dabei spaltet sich immer ein positiv geladenes Wasserstoffatom (H⁺) ab.

Für die Algen ist die freie Kohlensäure am leichtesten zu verwerten. Wenn sie diese Vorräte im Wasser aufbrauchen, steigt der pH-Wert. Spezialisten unter den Algen können nun auch die im basischen Wasser vorliegende Hydrogencarbonat-Kohlensäure verwerten. Dabei steigt der pH-Wert weiter, manchmal bis nahe 11. Die als Carbonat vorliegende Kohlensäure ist von den Algen dagegen nicht verwertbar. Sie verbindet sich fast ausschließlich mit dem im Teichwasser vorhandenen Kalzium (Ca) zu Kalziumcarbonat, also Kohlensaurem Kalk, der bei diesem pH-Wert unlöslich als kleinste Kristalle vorliegt, die frei schweben, zu Boden sinken oder Wasserpflanzen mit einer hellen Schicht belegen. Man bezeichnet diesen Vorgang als biogene Entkalkung.

Die Messung des SBV beruht darauf, die im Wasser vorliegenden gebundenen Kohlensäure-Formen, Hydrogencarbonat und Kalziumcarbonat, in freie Kohlensäure umzuwandeln. Hohe SBV-Werte bedeuten theoretisch viel verwertbare Kohlensäure. Bei gleichem pH-Wert bedeutet

Abb. 4 Chemische Reaktionen.



ein höheres SBV auch mehr leicht verwertbare freie Kohlensäure. Nach herkömmlicher Auffassung dürfte wegen der Pufferwirkung der pH-Wert kaum steigen, wenn die Algen Kohlensäure aus einem Wasser mit hohem SBV verbrauchen. Dennoch wird ein deutlicher pH-Anstieg beobachtet.

Dies hat zweierlei Gründe. Zum einen, dass das herkömmliche Messverfahren mit Salzsäure auch andere Puffersubstanzen im Wasser anzeigt, wie z. B. Phosphat und Ammoniak, sowie feine Kalkkristalle, die bei der biogenen Entkalkung oder durch das Ausbringen von Kalk entstanden sind. Ebenfalls täuschen die im Teichwasser schwebenden Schlammeilchen einen hohen SBV-Wert vor, der mit den gezeigten Kohlensäurereaktionen nichts zu tun hat. Zum anderen machte K. Bauer deutlich, dass die voneinander abhängigen Komponenten freie Kohlensäure, Hydrogencarbonat, Carbonat und pH-Wert eine strenge, berechenbare Beziehung zueinander haben. Der Entzug einer bestimmten Menge Kohlensäure durch Algen hebt demnach den pH-Wert immer um den gleichen Betrag, unabhängig davon, wie groß das SBV ist. Die Höhe des SBV legt aber fest, in welchem pH-Bereich diese Schwankungen auftreten. Und der liegt umso höher, je höher das SBV ist. In der Praxis bedeutet dies, dass der pH-Wert in einem kalkarmen Wasser mit einem SBV um 1 und darunter im leicht sauren Bereich liegt. In nährstoffreichen und gekalkten Karpfenteichen mit einem SBV von 2,5 bis 4 mval/l liegt dagegen der pH-Wert meist über 8 und kann deutlich höher steigen.

Eine weitere pufferähnliche Wirkung des SBV liegt in der biogenen Entkalkung, die nach dem Erreichen höherer pH-Werte und somit erhöhter Carbonatkonzentrationen eintritt. Dabei wird SBV abgebaut und zugleich der pH auf ein neues Gleichgewichtsniveau gesenkt. Dieser Vorgang ist aber um viele Größenordnungen langsamer als die pH-Steigerung durch den Kohlensäureverbrauch der Algen. Deshalb kann er seine „schützende“ Wirkung nicht entfalten. Aber durch das Ausbringen von Branntkalk auf bereits basisches

Teichwasser wird die Kalkfällung bei der biogenen Entkalkung um ein Vielfaches beschleunigt und führt dadurch zu dieser paradoxen, aber erwünschten pH-Senkung, während gleichzeitig die vom Branntkalk bewirkte Zerstörung der Algen die weitere pH-Steigerung durch photosynthetischen Kohlensäureverbrauch beendet. Zusätzlich entsteht bei der Zersetzung der abgetöteten Algen langfristig die pH senkende Kohlensäure.

2.1.4 Ammoniak

Ammoniak, es hat die chemische Bezeichnung NH_3 , ist ein stark wirkendes Fischgift. In kleinsten Mengen ist es auch im Blut des Fisches vorhanden. Ammoniak wird beim Stoffwechsel als Abfallprodukt der Eiweißverdauung ans Blut abgegeben und von dort aus über Kiemen und Haut ausgeschieden. Darüber hinaus gibt es aber noch weitere Möglichkeiten, über die Ammoniak ins Wasser gelangen oder dort gebildet werden kann:

Gülle

Häufig treten erhöhte Ammoniakwerte im Wasser auf, nachdem im Winter auf gefrorenem Boden Gülle ausgebracht wurde. Die Gülle fließt dann direkt oder über einen Vorfluter in den Teich. Die Gefahr des Gülleeintrags ist auch im Sommer gegeben, wenn es kurz nach dem Gülleausbringen zu starken Regenfällen kommt.

Pflanzen, Algen, Zooplankton

Absterbende Pflanzen, Algen und Tiere zersetzen sich. Die organische Substanz, die dabei abgebaut wird, enthält auch Eiweiß. Bei dem Abbau von Eiweiß entsteht wiederum Ammoniak. Auch Futterreste auf dem Teichboden bilden auf diese Weise Ammoniak, wenn sie längere Zeit dort liegen.

Der Ammonium- und Ammoniakgehalt eines sehr algenreichen Wassers erhöht sich auch schlagartig nach einem Umkippen des Teiches, z. B. als Folge eines Starkregens. Bei der Zersetzung der abgestorbenen Algen wird viel Ammonium freigesetzt.

Dicke Schlammschicht

Die Praxis zeigt, dass Teiche mit einer hohen Schlammschicht häufig erhöhte Ammoniakgehalte im Wasser aufweisen. Besonders in Winterungen steigt hier der Ammoniakwert in kritische Bereiche. Meist wurden diese Teiche über mehrere Jahre hinweg nicht trockengelegt bzw. nicht gekalkt.

Ammoniak bildet sich also, mehr oder weniger stark, ständig im Teich. Normalerweise bauen Bakterien das angefallene Ammoniak weiter zu Stickstoff ab, der als Gas dem Wasser entweicht, oder zu Nitrat, einem Pflanzennährstoff, der weiterverarbeitet wird. Bei extrem sauerstoffarmen Verhältnissen im Teichschlamm und im Wasser kann dieser Vorgang auch rückwärts verlaufen, aus vorhandenem Nitrat also das Fischgift Ammoniak gebildet werden. Dies ist einer der vielen Gründe, weshalb Teichböden möglichst oft trockengelegt und so mit Sauerstoff angereichert werden sollten.

Ein Anstieg des Ammoniakgehaltes im Teichwasser ist also auf verstärkten Eintrag bzw. Bildung von Ammoniak und/oder auf eine Hemmung des bakteriellen Abbaus zurückzuführen. Häufig sind hohe Ammoniakwerte in den Monaten Juli und August festzustellen.

In dieser Zeit werden in der Regel die größten Futtermengen verabreicht. Beim Abbau des Fischkotes und der Futterreste bildet sich daher viel Ammoniak. Auch sterben im August bereits einige Wasserpflanzen ab, bei deren Zersetzung ebenfalls Ammoniak frei wird.

Die Belastung der Fische durch Ammoniak ist eines der bedeutendsten Gesundheitsprobleme. Der Teichwirt sollte stets Wasseruntersuchungen auch auf Ammoniak hin durchführen. Es gibt dafür einfach zu handhabende Untersuchungskästen, die Ergebnisse mit hinreichender Genauigkeit bringen. Das Ergebnis einer solchen Untersuchung gibt nicht sofort den reinen Ammoniakgehalt des Wassers an. Im Wasser befindet sich nämlich neben Ammoniak noch ein naher Verwandter, das Ammonium. Dieses Ammonium, es ist nicht fischgiftig, wird in der Untersuchung

miterfasst. Man erhält einen Analysewert, der die Summe von Ammoniak und Ammonium angibt. Da beide Stoffe in enger Beziehung zueinander stehen, kann nur in Verbindung mit einer pH-Wert-Bestimmung der Gehalt an reinem Ammoniak abgeleitet werden.

Die Beziehung zwischen Ammonium und Ammoniak ist relativ einfach:

Abbildung 5 zeigt, dass sich bei steigenden pH-Werten, also über 7,0, Ammonium in Ammoniak umwandelt. Hohe Temperaturen begünstigen diesen Vorgang. Umgekehrt wird dieses Ammoniak zu Ammonium umgebildet, wenn der pH-Wert fällt. Weil diese Umwandlungen nie ganz vollständig ablaufen, sind im Teichwasser bei pH-Werten über 7,0 stets Ammonium und Ammoniak gleichzeitig vorhanden. Je nach pH-Wert und Temperatur stehen Ammonium- und Ammoniakgehalt in einem bestimmten prozentualen Verhältnis zueinander.

Bei 24°C Wassertemperatur und einem pH-Wert von 8,5 besteht z. B. das Ammonium-Ammoniak-Gemisch im Teichwasser zu etwa 86% aus Ammonium und zu etwa 14% aus Ammoniak. Der Weg, den Gehalt des Ammoniaks zu ermitteln, wird im folgenden Beispiel gezeigt.

Beispiel:

1. Gemessen: pH 8,5; Temperatur = 24°C
Ammonium-Ammoniak-Gemisch = 2 mg/l.
2. Aus Tabelle 2 abzulesen:

Bei pH 8,5 und Temperatur = 24°C spalten sich Ammonium und Ammoniak auf in 86% bzw. 14% (gerundete Werte).

Abb. 5 Beziehungen zwischen Ammonium und Ammoniak.

