

Ein Streifzug durch die Optik

JOSEF REINHARD

Für unsere Art zu fischen ist es kennzeichnend, daß wir weder auf witterungsintensive Naturköder angewiesen sind noch auf Kunstköder, die Druckwellen erzeugen. Vielmehr haben wir uns darauf spezialisiert, den Gesichtssinn der Fische mit raffinierten Imitationen natürlicher Kleinlebewesen zu täuschen oder ihn durch Formen, Farben und Verhaltensweisen phantasieroller Kunstgebilde zu reizen. Und da sich kaum eine Fischart ohne optisches Orientierungsvermögen entwicklungs geschichtlich behaupten konnte, eröffnen sich uns geradezu universelle Möglichkeiten.

Zudem beruht ein großer Reiz unserer Fischerei darin, mit eigenen Augen verfolgen zu können, wie unsere optischen Köder von den Fischen angenommen werden. Das Fischen auf Sicht, ohne vom Fisch gesehen zu werden, bedeutet wohl für uns alle ein Höchstmaß fischereilichen Erlebens.

Die Fliegenfischerei ist also in vielfacher Hinsicht und ganz entschieden für Angler und Fisch Sache der Augen und des Augenmaßes, ein kunstvolles Erfüllen, Nützen und Erleben physikalisch-optischer Gesetzmäßigkeiten. Sie intensiv zu erfassen und zu verstehen, lernt man mit wachsender praktischer Erfahrung. Doch interessant und nützlich ist es auch, sich die physikalischen Voraussetzungen unserer Art zu fischen ein wenig genauer zu verdeutlichen. J. S.

Lichtempfindungen werden im Auge des Menschen wie im Auge des Fisches durch elektromagnetische Schwingungen hervorgerufen, die von der Sonne oder einer anderen Lichtquelle ausstrahlen oder von angestrahlten Objekten reflektiert werden. Lichtstrahlen sind also z.B. mit Radiowellen oder mit den Röntgenstrahlen verwandt. Innerhalb des gesamten Spektrums elektromagnetischer Wellen nimmt jedoch das sichtbare Licht nur einen schmalen Sektor ein (s. Abb. 1).

Um jene Eigenschaften des Tageslichtes zu verdeutlichen, die hier von Interesse sind, brauchen wir zum Glück nicht die komplexe Gesamtheit der von der Sonne kugelförmig in alle Richtungen ausgehenden Lichtwellen zu betrachten. Aus der unendlich großen Zahl der einzelnen Sonnenstrahlen können wir einzelne herausblenden und näher untersuchen, z.B. daraufhin, ob sie sich in der Luft ebenso ausbreiten wie im Wasser, denn das ist, wie gleich zu sehen sein wird, für Fischer eine wichtige Frage.

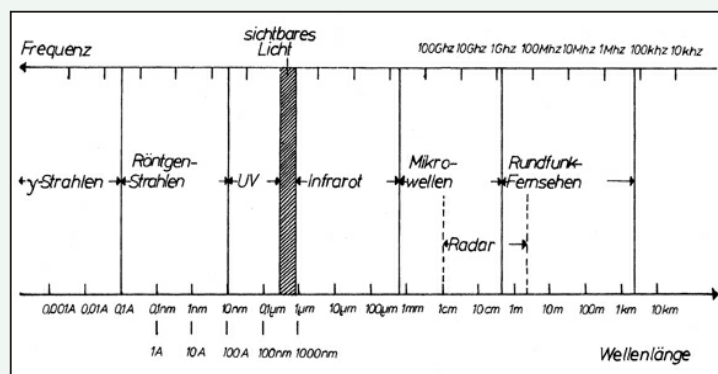


Abb. 1: Der Bereich des sichtbaren Lichts im elektromagnetischen Wellenspektrum.

1. Die Lichtbrechung.

Eigentlich erst ziemlich spät, erst 1850, erbrachte der französische Physiker Foucault den exakten Nachweis, daß Lichtwellen sich nicht in allen transparenten Stoffen gleich schnell fortpflanzen. So beträgt die Lichtgeschwindigkeit in Luft 299.700 km/sec, in Wasser jedoch nur 225.000 km/sec und in Glas sogar nur etwa 200.000 km/sec.

„Das ist immer noch schnell genug!“ kann man jetzt spaßhalber einwenden, doch zugleich erkennt man, daß solch ein Lichtstrahl beim Übertritt aus der Luft in den optisch dichteren Stoff Wasser ziemlich kraß, nämlich um 25 % seiner ursprünglichen Geschwindigkeit abgebremst wird. Bei Tempo 100 entspräche dies immerhin einer Verringerung auf 75 km/h. Bei 299,7 km/h (Rennauto) würde die Differenz schon 75 km/h betragen. Für einen Lichtstrahl aber ist sie noch tausendmal größer und dies ist die eine Grundlage dafür, daß Lichtenergie von Wasser stets nur zum Teil absorbiert, zum anderen Teil jedoch reflektiert wird.

Dazu kommt, daß z.B. ein Sonnenstrahl je nach Tageszeit und Wellengang in unterschiedlichsten Einfallswinkeln auf die Oberfläche eines Gewässers treffen kann. Schießt die Sonne an einem heißen Mittag im Sommer ihre Strahlen in einem ziemlich steilen Winkel auf eine glatte Wasseroberfläche, so können diese noch am besten in das Wasser eindringen. Sie leuchten dann, wie man sagt, das Gewässer gründlich aus. Je weiter geneigt jedoch die Sonnenstrahlen später am Tag zur Wasseroberfläche oder zu einer Wellenflanke auftreffen, desto stärker kommt die größere optische Dichte des Wassers zum Tragen: Die Wellenlinien jeder Lichtschwingung treffen jeweils auf ihrer dem Wasser zugewandten Seite zunächst auf und werden dort zuerst resorbiert. Der Wellenstrahl insgesamt wird dabei umgelenkt und pflanzt sich – soweit nicht wieder in die Luft abgestrahlt – unter Wasser in einer berechenbar veränderten Richtung fort (s. Abb. 2).

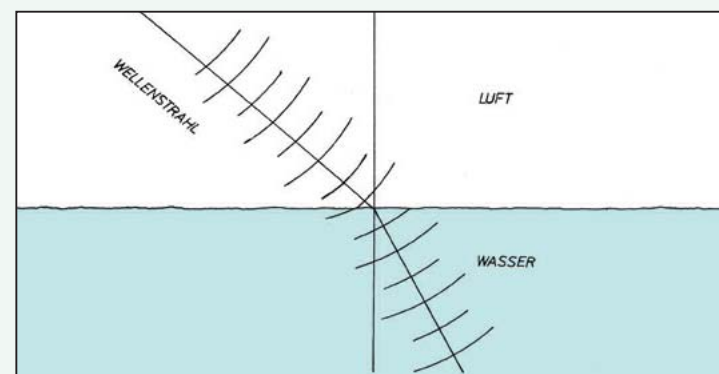


Abb. 2: Der Vorgang der Lichtbrechung nach der Huygens'schen Wellentheorie. Zeichnungen (5): Claus Schobig.

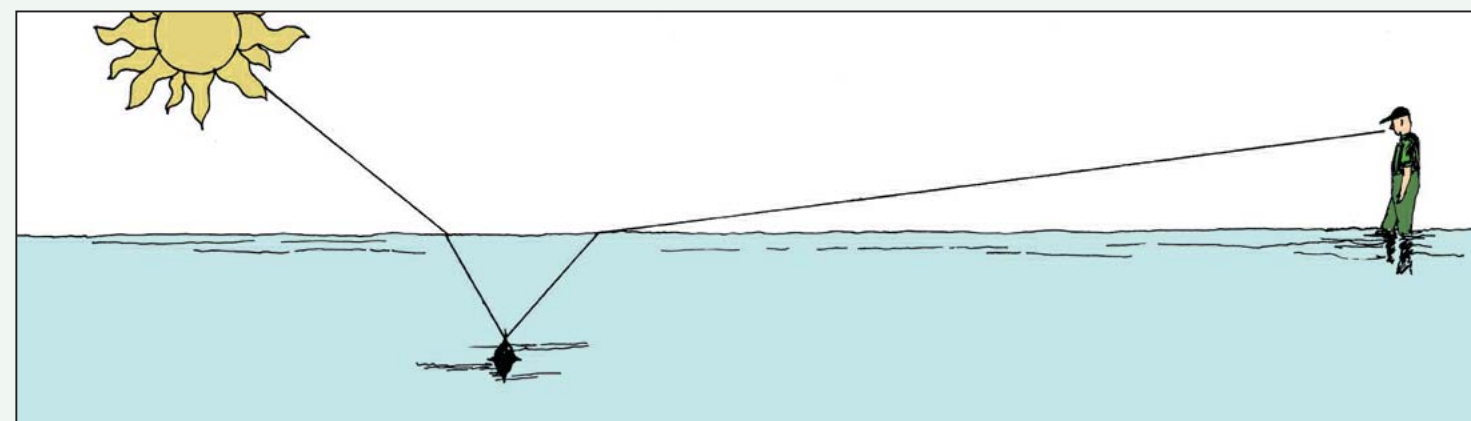


Abb. 3: Die doppelte Brechung des Sonnenlichts für das menschliche Auge bei der Beleuchtung eines Unterwasserobjektes.

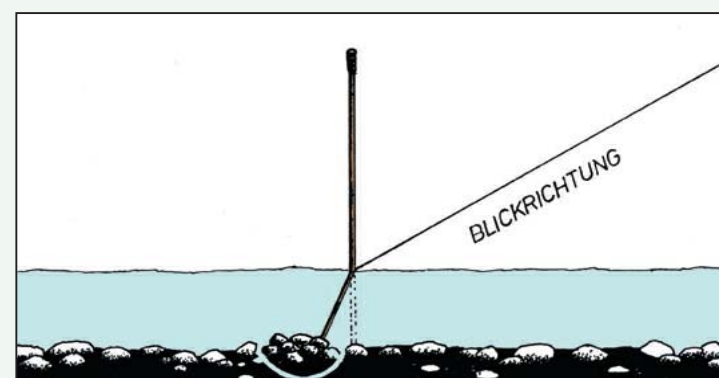


Abb. 4: Die Brechungsabweichung eines eingetauchten Stabes.

Die Gesetzmäßigkeiten, nach denen sich diese optischen Vorgänge in jedem Augenblick, den man am Wasser verbringt, vollziehen, sind seit dem 17. Jahrhundert durch den Niederländer Christian Huygens definiert. Erfahrene Fischer haben zu ihnen natürlich längst ein höchst persönliches Verhältnis gefunden. Doch so allgemein bekannt, daß sie niemanden mehr einen guten Fang vermässeln, sind sie auch im Zeitalter der polarisierenden Brillen noch nicht.

Daß diese Brechungswinkel der einzelnen Lichtstrahlen entsprechend dem Brechungsindex des Wassers in der Beziehung $\sinus \alpha : \sinus \beta = 1,333$ stehen und welcher Teil der Lichtenergie jeweils reflektiert wird, interessiert mehr den Physiker. Der Fischer dagegen muß es verstehen, sich darauf einzustellen, daß Lichtstrahlen, die unter Wasser befindliche Objekte beleuchten, sowohl beim Eintreten wie beim Verlassen des Wassers gebrochen werden, also zweimal, und daß sie deshalb diese Objekte für das menschliche Auge anderswo erscheinen lassen, als sie sich in Wirklichkeit befinden (s. Abb. 3).

Ein Stein am Gewässergrund – und die Forelle dahinter – sind grundsätzlich nicht ganz so weit entfernt, wie man glaubt. Außerdem lokalisiert man beide nicht in der zutreffenden Tiefe, sondern höher, wie man sich ja auch beim Hineinwaten in ein klares Gewässer nur allzu leicht beim Abschätzen der tatsächlichen Tiefe vertut und prompt Wasser schöpft.

Blickt man dann an seinem Watstock entlang, so unterliegt auch dieser dem Lichtbrechungsprinzip: Dort, wo er ins Wasser eintaucht, hat er, obwohl nach wie vor völlig gerade, auf einmal einen deutlichen Knick und seine unter Wasser befindliche Partie scheint je tiefer, desto weiter vom Betrachter wegzustreben. Besonders solch ein „geknickter“ Watstock verdeutlicht augenfällig, wie die Lichtbrechung funktioniert:

Die Lichtstrahlen, die ihn am Eintauchpunkt treffen, brauchen nicht oder kaum ins Wasser einzudringen, werden also nicht oder kaum gebrochen. Lichtwellen, die dagegen seine Spitze am Gewässergrund erreichen und für uns sichtbar machen, müssen eine größere Strecke im Wasser zurücklegen. Dabei macht sich dann ihre Brechungsabweichung doch ganz erheblich bemerkbar (s. Abb. 4).

Nutzanwendung.

Ortsbestimmungen im dreidimensionalen Raum unter der Wasseroberfläche bereiten also dem menschlichen Sehvermögen nicht unerhebliche Schwierigkeiten. In der Blickrichtung irrt es sich nicht: vertikal können wir Dinge im Wasser richtig orten. Was es dagegen durch Abschätzen korrigieren muß, das sind die horizontalen Gesichtseindrücke, vor allem auch beim Schätzen der Entfernung. Das menschliche Gehirn urteilt nämlich nach Erfahrungswerten, die es im Luftraum gewonnen hat, und unterliegt dadurch optischen Täuschungen.

Nehmen wir einmal den konkreten Fall an, daß ein Fischer mit einer Augenhöhe von 170 cm auf einem 50 cm hohen Ufer steht und aufs Wasser blickt und daß seine Augen in immer flacheren Blickwinkeln über die Oberfläche wandern, ehe sie in 12,5 m Entfernung („normale“ Wurfdistanz) die letzten Lichtstrahlen erfassen können, die aus 1 m Tiefe heraufkommen und einen Fisch beleuchten. Was kann der Fischer der Reihe nach erkennen?

Je steiler er auf glattes Wasser sieht, desto leichter fällt es ihm, ohne störende Lichtreflexe und ohne starke Brechungsabweichungen tief hineinzuschauen, denn die aus dem Wasser tretenden Lichtwellen werden nur in einem flachen Winkel zur Senkrechten gebrochen. Je höher er seine Augen hebt, desto größer wird der Winkel der aus dem Wasser kommenden Lichtstrahlen zum Einfallslot und damit auch deren Brechungswinkel, der sich nach der bereits erwähnten Formel $\sin \alpha = \sin \beta - 1,333$ errechnen läßt. Und je größer seine Entfernung zum Standort des Fisches ist, desto eindeutiger erscheint dieser jenseits und oberhalb seines eigentlichen Standorts (s. Grafik 5 und Datentabelle).

Weshalb diese Tatsachen beim Fliegenfischen nützlich sind, liegt auf der Hand: Bereits auf relativ kurze Distanzen muß man beim Servieren von Trockenfliegen optische Fehler korrigieren.

Versucht man z.B., eine vermeintlich höher stehende Forelle mit einer möglichst direkten Überraschungspräsentation zum raschen Zupacken zu verleiten, so überwirft man diesen Fisch an seinem tatsächlichen Standort nur allzu leicht. Bei glatter Oberfläche nimmt er das einfallende Vorfach mit Sicherheit wahr und läßt Fliege und Fischer abblitzen.

Um solche Mißdeutungen des Begriffs „Blitzpräsentation“ durch die Fische auszuschließen, muß man also grundsätzlich zunächst eher zu kurz servieren als auch nur eine Idee zu weit. Die besten Chancen, daß das Vorfach ungesehen bleibt, hat man jedenfalls, wenn praktisch nur die Fliege im Gesichtskreis des Fisches auftaucht.

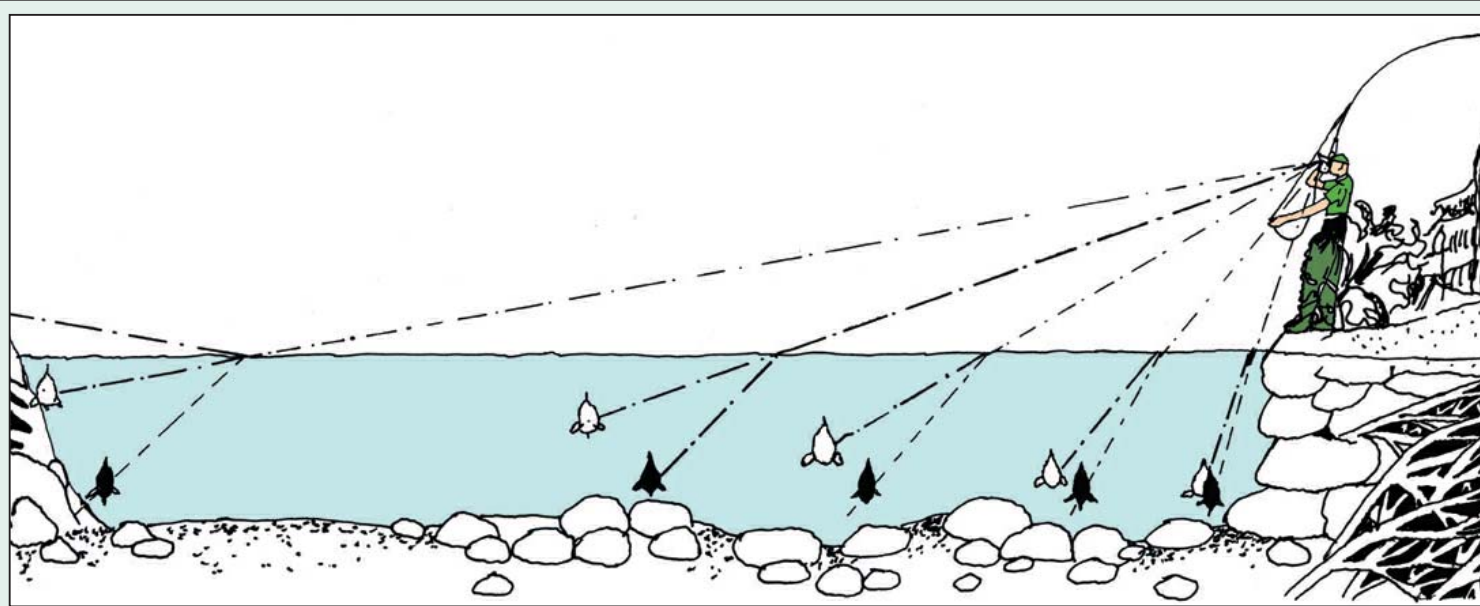


Abb. 5: Je höher der Fischer steht, desto größer ist seine potentielle Sicht in ein Gewässer, da – wie später zur Erscheinung der Polarisation noch auszuführen – das menschliche Auge die Wasseroberfläche höchstens bis zu einem Blickwinkel von etwa 20 ° durchdringen kann. In je flacherem Winkel ein Fischer aufs Wasser blickt, desto beträchtlichere optische Abweichungen hat er zu korrigieren. Sie betragen z.B. für einen Fisch, der einen Meter unter der Wasseroberfläche steht, je nach dem Blickwinkel des Fischers auf diese rechnerisch:

Blickwinkel	Entfernungsabweichung	Tiefenabweichung
20 °	+ 47 cm	- 47 cm
30 °	+ 35 cm	- 30 cm
40 °	+ 27 cm	- 19 cm
50 °	+ 20 cm	- 11 cm
60 °	+ 15 cm	- 6 cm
70 °	+ 10 cm	- 2,4 cm
80 °	+ 4 cm	- 0,6 cm

Ein Streifzug durch die Optik

Beim Äschenfischen gilt es zudem, sowohl genau auf dem schmalen Wasserstreifen zu servieren, den der Fisch vom Grund aus mit seinen Augen kontrolliert und nach Nahrung absucht. Hier ist es zugleich besonders wichtig, mit genügend Vorhalt zu präsentieren, damit die Äsche auch eine Chance hat, die über sie wegtreibende Trockenfliege zu erwischen. Sie muß ja erst vom Grund aufsteigen und sie steht auf jeden Fall tiefer, als wir visuell glauben.

Besonders große Anforderungen an das räumlich-optische Umdenken des Fischers stellt das dreidimensionale Fischen auf Sicht mit versunkenen Fliegen, Streamern und Nymphen. Nicht nur der Vorhalt und die Wurfdistanz sind hier vom Fischer richtig zu bemessen, sondern auch die dem Standort des Fisches entsprechende Abdrifhöhe. Außerdem muß er auch noch „irgendwie“ die Bisse möglichst frühzeitig mitbekommen, und das bedeutet vor allem: mit den Augen. Nur der Sichtkontakt zum Köder informiert mit Lichtgeschwindigkeit.

Ganz bewußt wurde in diesem Teil etwas vergrößert und vereinfacht. Nur einige erste Beispiele dafür sollten gegeben werden, wie wichtig Einblicke in die physikalischen Gesetze der Optik für Fliegenfischer sein können. Im Mittelpunkt stand dabei die Situation des Fischers. Nicht minder interessant ist es jedoch, auch einmal näher zu untersuchen, unter welchen optischen Bedingungen die Fische in ihrem Element leben – und an Fliegen gehen oder auch nicht.

Auge in Auge mit einer Weichmaulforelle. – Foto: Dr. Joze Ocvirk.



Was die Fische sehen.

Wer von uns gäbe nicht manches darum, ganz genau in Erfahrung zu bringen, wie ein Fisch die nähere und entferntere Umgebung an seinem Standort, die Dinge an der Wasseroberfläche und Objekte außerhalb sei-

nes Lebensraumes, also in der Luft oder am Ufer wahrnimmt? Könnten wir einen einzigen Tag in das Schuppenkleid eines Fisches schlüpfen und mit seinen Augen die Welt unter und über Wasser erleben, so würde dies unser Wissen über die optischen Grundlagen des Fliegenfischens ungemein bereichern. Doch auch dank einiger gesicherter Erkenntnisse der

Naturwissenschaften vermögen wir uns die Sehensweise der Fische recht detailliert zu verdeutlichen und daraus Nutzen zu ziehen.

Sicherlich wäre es nun sehr interessant, zunächst einige physiologische Eigentümlichkeiten des Fischeauges zu erläutern. Denn dieses ist in Anpassung an das Leben unter Wasser in mehrfacher Hinsicht anders aufgebaut als beispielsweise das menschliche Auge. Es übermittelt demzufolge dem Fisch auch andere Eindrücke als jene, die wir etwa beim Tauchen gewinnen können. Ein ausführlicher Vergleich dieser Unterschiede – und damit notwendigerweise auch der Unterschiede im Sehvermögen von Fischart zu Fischart – würde jedoch den Rahmen dieses Beitrages bei weitem übersteigen. Daher sei hier nur kurz dies zusammengefaßt:

Im Lebensraum der Fische, d. h. physikalisch gesehen vom Medium Wasser, wird bereits ohne Trübung alles einfallende Licht aus mittleren Entfernungen ebenso wie von mittleren Tiefen an so stark absorbiert, daß ein gutes Weitsehvermögen den Fischen keinen Vorteil brächte. Daher sind die Fische, je nach Art und Lebensweise, mehr oder minder kurzsichtig und vermögen nur im Nahbereich präzise zu akkomodieren, also ihre Augen scharf einzustellen.

Fische, die gerne Oberflächennahrung nehmen, müssen also oft und oft auf Verdacht steigen, um sich erst einmal aus der Nähe zu vergewissern. Andererseits lassen sie sich im angetrübten Wasser oder im Tiefen nur dann mit optischen Ködern fangen, wenn diese ihnen nahe genug angeboten werden.

Das bedeutet allerdings nicht, daß Fische im Fernbereich überhaupt nichts sähen. Jeder Kurzsichtige, dem man in einer Entfernung, auf die er nicht mehr akkomodieren kann, einen bewegten Gegenstand vorführt, nimmt diesen durchaus wahr. Wer normalsichtig ist, kann dies dadurch überprüfen, daß er bei solch einem Versuch durch eine Lupe blickt: Er erkennt zwar nicht mehr unbedingt, um welchen Gegenstand es sich handelt, doch durch seine Bewegung hebt er sich deutlich von einem ruhigen Hintergrund ab.

Unschärf, doch aufgrund des Bewegungskontrastes zum Hintergrund deutlich genug, vermag auch ein Fisch einen nahenden Fischer oder dessen geschwungene Rute zu erkennen. Besonders auffällig sind natürlich dunkle Ruten vor dem Himmel und vor hellerem Fond bzw. helle Westen vor dunklem Hintergrund. Hierauf zu achten, gehört – wie gleich noch näher zu erläutern sein wird – zum kleinen taktischen Einmaleins, nicht nur beim Fischen im Nahbereich.

Nun jedoch zum Hauptanliegen dieses Beitrags, zur Erläuterung der optischen Grundbedingungen, unter denen unsere Fische leben. Hierzu müssen wir uns dem bereits erläuterten Phänomen der Lichtbrechung noch etwas genauer zuwenden.

2. Die Totalreflexion.

Die Wellen des Tageslichts treffen – ob direkt von der Sonne ausgesandt oder von beleuchteten Objekten reflektiert – in den unterschiedlichsten Neigungsgraden auf die Wasseroberfläche. Je nach ihrem Einfallswinkel werden sie dort vom optisch dichteren Medium Wasser zu unterschiedlichen Energieteilen aufgenommen bzw. wieder abgestrahlt.

Mit den geringsten Reflexionsverlusten dringt Lichtenergie ein, die senkrecht zur Wasseroberfläche eintrifft. Etwa von Einfallswinkeln größer als 70° an werden dann immer erheblichere Lichtanteile reflektiert. Besonders bei sonnigem Wetter können wir diese Teilreflexionen über allen Wasserparten wahrnehmen, auf die wir etwa im Winkel von 20° und weniger blicken.

Über die Lichtverhältnisse, die zur selben Zeit unter Wasser herrschen, vermittelt ein Tauchversuch wohl die nachhaltigsten Eindrücke. Keineswegs über das gesamte Blickfeld hin, sondern nur in einem begrenzten,

Ein Streifzug durch die Optik

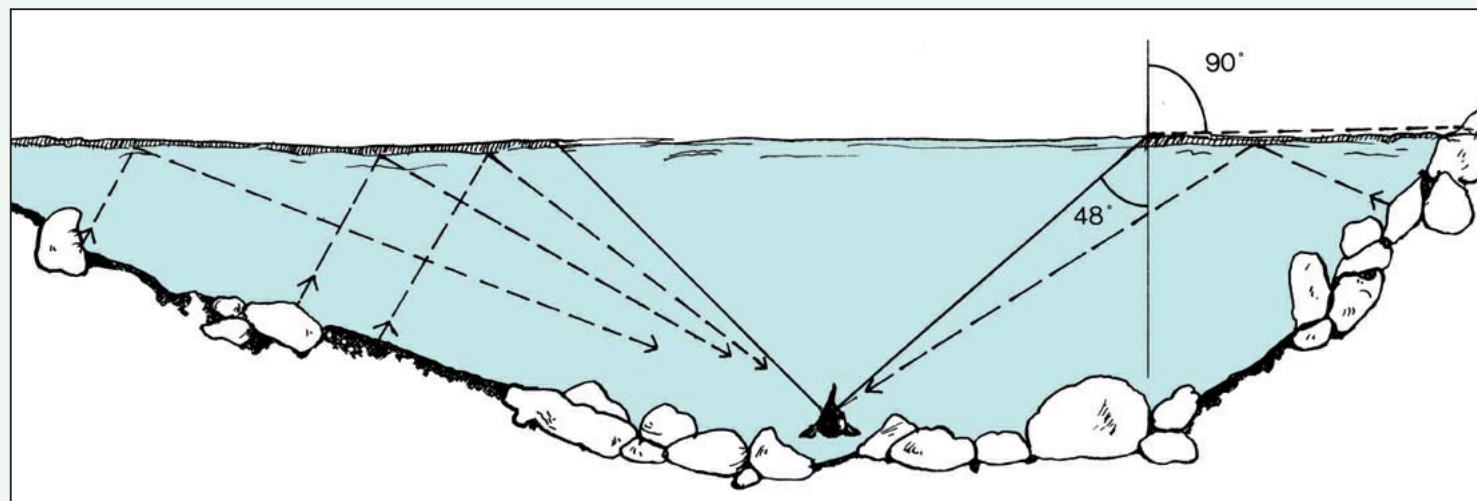


Abb. 6.

runden Ausschnitt erscheint die Wasseroberfläche als hell und transparent. Deutlich nehmen Helligkeit und Transparenz des Wassers von der Mitte dieses Sichtfensters aus konzentrisch zu dessen Begrenzung hin ab. Gegenstände, die direkt über uns schwimmen, sind also am besten, Gegenstände, die am Rand dieses Blickkreises erscheinen, nur immer schemenhafter zu unterscheiden. Taucht man tiefer, so erweitert sich dieser Ausschnitt und zugleich verliert das ganze Sichtfenster sukzessive an Helligkeit. Die übrige Wasseroberfläche hingegen erscheint, soweit man von seinem Tauchort aus blicken kann, als silbern glänzender Spiegel.

Woher das kommt, ist wiederum mittels der Gesetzmäßigkeiten der Lichtbrechung zwischen Wasser und Luft schnell erklärt: Der größtmögliche Brechungswinkel, in welchem Licht unter Wasser gebrochen werden kann, entspricht dem größtmöglichen Einfallswinkel von Licht und letzterer beträgt, jedenfalls theoretisch, 90° . Setzt man diesen Wert ein, so errechnet man als größtmöglichen Brechungswinkel für einfallendes Licht $48^\circ 36' 24''$.

Blickt man in noch größerem Winkel zur Wasseroberfläche, so nimmt man nur noch Lichtwellen wahr, die außerhalb des eigenen Sichtkegels ins Wasser gelangten und, beispielsweise vom Gewässergrund, zur Wasseroberfläche zurückgestrahlt und von dort weiter reflektiert werden. Dabei wirkt die Berührungsebene von Wasser und Luft als Spiegel, d. h. solche Lichtwellen aus dem Gewässerinneren werden total reflektiert.

Natürlich gelten diese allgemeinen physikalischen Gesetzmäßigkeiten für einen Taucher in Rückenlage ebenso wie für einen Fisch in normaler Schwimmposition. Beide erfassen maximal einen Unterwassersichtkegel von zweimal gut 48° , also von insgesamt gut 97° . Auch die Spiegelwirkung der übrigen einsehbaren, totalreflektierenden Wasseroberfläche nehmen beide wahr.

Der praktische Nutzwert dieses optischen Billardspiels unter Wasser, mit Hilfe dessen ja theoretisch Blicke hinter Unterwasserhindernisse möglich sind, wird allerdings gerne überbetont. Er kommt für die Fische höchstens unter idealen Licht- und Wasserverhältnissen ein wenig zum Tragen (s. Abb. 6). Wesentlich entscheidender ist es jedenfalls, daß sich – wiederum nach den Lichtbrechungsgesetzen – der Unterwassersicht-

kegel eines Fisches über Wasser nicht linear fortsetzt, sondern ganz erheblich erweitert wird: theoretisch sogar um 42° , also bis zum maximalen Einfallswinkel von (fast) 90° und damit eigentlich bis parallel zur Wasseroberfläche. Wie eingangs jedoch bereits erläutert, wird flach einfallendes Licht zu hohen Teilen wieder abgestrahlt, so daß etwa aus dem

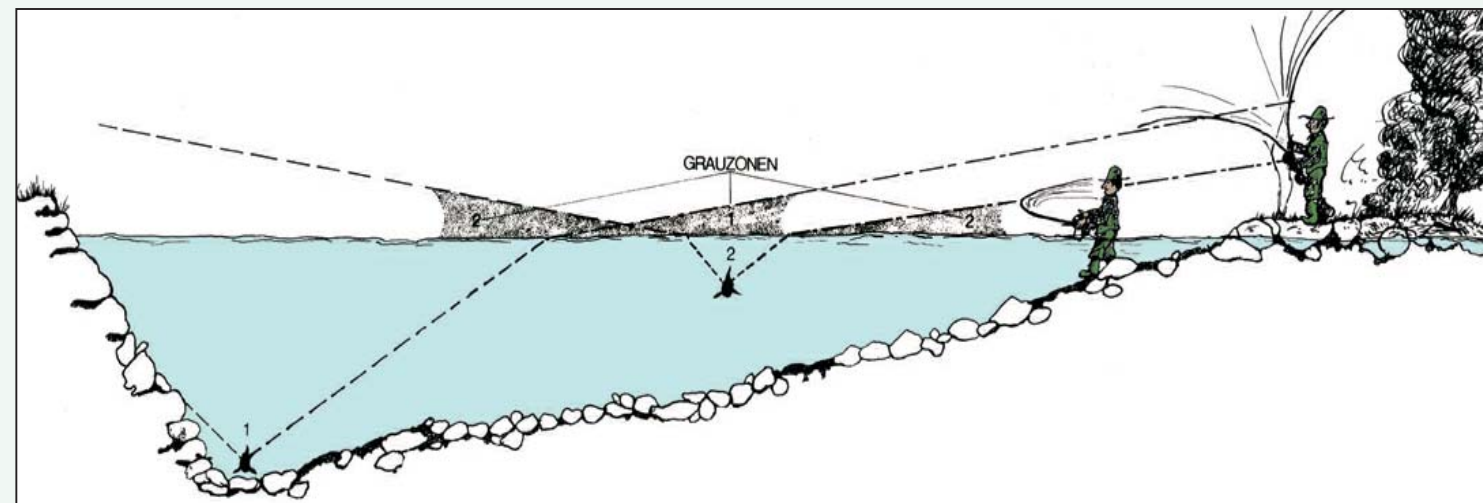


Abb. 7.

Zeichnungen (2) : Peter Neudecker.

Bereich der untersten 10° nur schwaches Licht kommt. Ganz recht: Deswegen verdunkelt sich ja auch das Sichtfenster eines Fisches ringsum zum Rand hin, so daß seine Sicht in dementsprechenden Bereich über Wasser stark eingeschränkt ist (s. Abb. 7).

Nutzenanwendung.

Wenn man dies alles weiß, dann sollte man als Fischer daraus auch Nutzen ziehen können.

Hier gilt es zunächst einmal festzuhalten, daß Fische durch eine erstaunlich gute Rundumsicht über Wasser geschützt sind. Diese trübt sich zwar zum Rand hin ein, kontraststarke und bewegte Objekte bleiben für den Fisch dennoch über ein weites Gesichtsfeld hin identifizierbar. Insbesondere je höher er steht. Nun blickt er zwar durch ein kleineres, insgesamt jedoch helleres Sichtfenster mit entsprechend besserer Rundumsicht!

Hoherfreut, solch einen Fisch entdeckt zu haben, beginnen nun die allermeisten Fischer unternehmungslustig die Rute zu schwingen. Überkopf natürlich, denn so haben sie schließlich werfen gelernt. Das kann

man schon, nur darf man sich dann nicht wundern, wenn der Fisch wegtaucht. Würden statt dessen sie selbst versuchen, unentdeckt zu bleiben oder wieder ganz vorsichtig aus dem Sichtbereich des Fisches zu gelangen, durch Niederknien etwa oder durch saches Einwaten mit gebücktem Oberkörper, so stünde es um ihre Chancen, zum Wurf zu kommen, gleich wesentlich besser. Der lederne Kniefleck auf den Hosen englischer Kollegen, die deckungsarme Kreideflüsse befischen, ist also durchaus kein spleeniger Zierat.

Abb. 7 verdeutlicht außerdem recht gut, welche negative Bewandnis es in solch kritischen Situationen mit gedankenlosen Überkopfwürfen hat. Je flacher und je näher ein Fisch steht, desto angebrachter ist es jedenfalls, mit Horizontalwürfen zu servieren.

Bis gut über die Normdistanz von (inklusive Vorfach) ca. 12 Metern nähert man sich einem ausgemachten Fisch tunlichst auch nicht durch die nächstgelegene Lücke um Uferbewuchs, nur weil es sich von dort aus so schön werfen läßt ... Ein Fisch, zu dessen Gesichtskreis tagaus, tagein diese Lücke gehört, und zwar als leere Lücke, bedankt sich für soviel Offenherzigkeit wie für die freundlichen Winke mit der Fliegenrute zumindest mit erhöhter Vorsicht. Deswegen sind ja auch flache Rollwürfe vor einer Strauch- oder Baumkulisse als neutralisierendem Hintergrund so außerordentlich erfolgreich. Es sei denn man hat seine neue, hellbeige Weste an ...

Um von vorneherein einem Einwand zu begegnen, der sicher manchem bereits auf der Zunge liegt: Einen Sixtanten benötigt man nicht, um sich taktisch richtig zu verhalten! Das Grundkonzept braucht lediglich darin zu bestehen, daß man zu einem angesprochenen Fisch, der einen entdecken könnte, grundsätzlich nicht länger als nötig Augenkontakt behält. Es ist besser, man sucht dann nach anderen Orientierungshilfen und geht rechtzeitig vor dem Fisch in Deckung. Bevor der dies tut.

Wie sehr man bei solch grundsätzlichen Erläuterungen verallgemeinern muß, wird recht gut am unterschiedlichen Steigverhalten von Forellen und Äschen in rasch fließendem Wasser deutlich. Während Bach- und Regenbogenforellen etwa auf eine zu kurz servierte Fliege durchaus noch zur Seite steigen, konzentrieren Äschen ihre Aufmerksamkeit auf einen wesentlich schmälere Sichtraum direkt über ihrem Standort. Sie sind meist auch entschieden unproblematischer anzuwaten als Forellen, die ebenso wie etwa Barsche und etliche Cyprinidenarten ihre Augen „überall“ zu haben scheinen. Doch über artenspezifische Unterschiede im Sehvermögen der Fische ein andermal mehr, im Rahmen physiologischer Erläuterungen.