Dr. Julius Grim,
Institut für Seenforschung und Seenbewirtschaftung, Langenargen am Bodensee

Die Temperatur und die Zeit der Fische

Vielleicht wird mancher sagen: „Was hat denn die Zeit mit der Temperatur zu tun? Wir messen die Zeit mit der Uhr. Unsere besten Präzisionsuhren erreichen dank geschickter Regulationsmechanismen eine fast beliebige Genauigkeit. Unsere Zeit ist von den Veränderungen der Außenwelt unabhängig, Hitze oder Kälte, Dunkelheit oder Helle verändern sie nicht. Sie geht von all dem abgelöst ihren gleichmäßigen, unbeirrbaren Gang."

Der kälteste Wintertag ist genau so lang wie der heißeste Sommertag. Wir messen aber nicht nur die Zeit, um eben in irgend einem Zeitmaß, in Minuten, Stunden, Tagen, Wochen, Monaten, Jahren usw. angeben zu können, wann dies oder das sich ereignet hat, wie lange es her ist seit ... oder wie lange es noch dauern wird, bis irgend etwas eintreten wird, sondern wir sagen auch: Dieses Hühnchen ist 4 Tage alt, sagen, diese Blume, dieser Baum, dieser Fisch, dieser Mensch ist so und so alt; er wird wahrscheinlich noch etwa so und so viele Tage, Monate oder Jahre leben. Wenn wir das tun, glauben wir etwas Wesentliches von diesem Lebewesen zu sagen und vor allen Dingen etwas Vergleichbares. Hier aber erweist sich die Vorstellung einer temperaturunabhängigen Zeit als irreführend, ja sogar bis zu einem gewissen Grad die Zeitangabe ihres Sinnes beraubt.

Wir sind jahraus, jahrein etwa gleich warm. Alle Lebensvorgänge in uns laufen bei etwa 37 Grad ab. (Ein paar Grad darüber oder darunter bedeuten für uns den Tod.) Wir verdauen im Sommer so schnell wie im Winter und unser Herz schlägt Sommer und Winter den gleichen Takt. Darum sind wir so leicht bereit, an eine allgemeine Gültigkeit der gleichmäßig vergehenden Zeit zu glauben und denken zunächst garnicht daran, daß die Temperatur irgend einen Einfluß auf die Zeit haben könnte. Bei uns ist sie praktisch einflußlos, aber — und das ist das Entscheidende — nur weil wir unsere eigene, von der Außentemperatur weitgehend unabhängige Innentemperatur haben und unter allen Umständen zu erhalten versuchen. Alle Pflanzen und die meisten Tiere aber sind nicht von der Außentemperatur unabhängig, sondern stets etwa so warm wie ihre Umgebung.

Den meisten Lebensprozessen liegen chemische Vorgänge zugrunde. Chemische Reaktionen verlaufen (im allgemeinen) bei erhöhter Temperatur schneller. Damit werden auch die Lebensvorgänge temperaturabhängig. Sie werden durch Temperaturerhöhung (wenigstens innerhalb eines bestimmten Bereiches) beschleunigt. Im Warmen pulst das Leben schneller als im Kalten. Wenn ich beispielsweise von einem Fisch, etwa einem Karpfen, sage: „Er ist drei Monate alt", so weiß ich im Grunde garnichts von ihm; denn wenn er in einem kalten Teich in Deutschland lebt, ist er ein ganz junges Fischlein von vielleicht 5 oder 6 cm und wiegt 15 oder 20 Gramm. Wenn er aber in einem heißen Tropenteich gelebt hat, in 30 und mehr Grad warmem Wasser und hinreichend zu fressen hatte, dann ist er vielleicht 30 cm lang, wiegt über 600 g und ist laichreif, also „erwachsen". Bei uns wird er das als Männchen erst nach 3 und als Weibchen gar erst nach 4 Jahren. Man begreift, hier hat eine einfache Zeitangabe keinen Sinn mehr. Man weiß dann zwar,

wann der Fisch geboren wurde, aber nicht wie „alt", das heißt, wie groß, wie schwer und wie weit entwickelt er ist.

Die Chemiker haben eine Regel, die R. G. T.-Regel (das ist die Reaktions-Geschwindigkeit-Temperatur-Regel). Diese besagt nicht nur allgemein, daß bei einer Temperaturerhöhung die Geschwindigkeit eines chemischen Vorganges wächst, sondern sie gibt auch eine grobe Maßzahl dieser Geschwindigkeitszunahme. Bei einer Temperaturerhöhung um 10 Grad Celsius verdoppelt bis verdreifacht sich die Geschwindigkeit der meisten chemischen Vorgänge. Die Zahl, die angibt, wievielmal schneller ein chemischer oder auch biochemischer Prozeß bei einer Temperaturerhöhung um 10 Grad Celsius abläuft, nennt man seinen Temperaturkoeffizienten. Dieser Temperaturkoeffizient sagt uns also auch, wievielmal mehr geschehen kann an einem solchen 10 Grad wärmeren Tag als an einem kalten. Man sieht, hier gibt es eine Maßzahl für die „besondere Zeit" der Pflanzen und wechselwarmen Tiere und diese enthält im Gegensatz zu der „normalen" oder, wenn man so sagen will, der Zeit der Physiker und Astronomen die Temperatur. Leider ist dieser Temperaturkoeffizient nicht immer und überall derselbe, auch in der reinen Chemie nicht, wenngleich er sich dort in einem relativ engen Rahmen bewegt (1,4 — 7). Bei Pflanzen und Tieren aber findet man in Sonderfällen Temperaturkoeffizienten von mehr als 100 bis zu einigen Tausend.

Wenn man Weizenkörner in verschieden warmes Wasser wirft, so sind die Einwirkungszeiten, die zu einer Abtötung der Hälfte der Körner nötig sind, sehr verschieden.

Bei 60 Grad stirbt etwa die Hälfte in 1 Minute,
bei 55 Grad in etwa 8 bis 9 Minuten,
bei 50 Grad in etwa 122 Minuten,
bei 45 Grad in etwa 888 Minuten.
(Der Temperaturkoeffizient ist 100)

Bei vielen Lebenserscheinungen, wie etwa der Entwicklung oder dem Wachstum, muß noch eine Einschränkung gemacht werden. Sie haben nur ein begrenztes Temperaturbereich, in dem sie vor sich gehen können. Sie setzen bei einer bestimmten Temperatur ein (Temperaturminimum), an einer oberen Temperaturgrenze (Temperaturmaximum) kommen sie zum Stillstand und bei einer dazwischenliegenden Temperatur (Temperaturoptimum) verlaufen sie am schnellsten und besten. Man kann sich das grob so vorstellen: Der Gang des von vielen Komponenten abhängigen Lebensvorganges wird nur innerhalb eines zwischen dem Temperaturminimum und dem Temperaturoptimum liegenden Bereiches bei zunehmender Erwärmung kräftig gefördert. Dann aber beginnen mit steigender Temperatur ebenfalls anwachsende Hemmungsprozesse den betrachteten Lebensvorgang ihrerseits zu verlangsamen. So kommt es, daß nicht nur die Vorstellung steigender Geschwindigkeit bei steigender Temperatur falsch werden kann, sondern daß im Bereich einer Temperaturbeschleunigung — selbst für einen bestimmten Vorgang bei einem bestimmten Tier — keine einfache Maßzahl für die „besondere Zeit" gegeben werden kann. In der Nähe des Temperaturminimums ist der Temperaturkoeffizient zumeist größer als etwa im günstigsten Bereiche.

Wir sehen, die Zeit der Fische wird immer schwieriger zu fassen. Wir können ihr leider keinen immer gültigen Faktor, weder eine einfache, noch

eine mit der Temperatur funktionell verbundene Zahl zuordnen, die uns ein Geschwindigkeitsmaß für die Zeit gäbe und uns die Intensität des Lebens erkennen ließe.

Aber das Prinzip können wir uns leicht verdeutlichen. In einer Uhr mit dicker Schmierung wird im Winter das Öl steif. Die Uhr geht langsamer. Wir regulieren ein. Im wärmeren Sommer wird das Öl flüssiger, die Uhr läuft schneller. Sie „geht vor". Sie braucht vielleicht nur noch 50 Normalminuten, um den großen Zeiger einmal rund gehen zu lassen. Bei demselben Ausmaße der Beeinflussung, wie man sie bei Fischen findet, müßte der große Zeiger oft mehr als 10mal rundlaufen in einer einzigen normalen Stunde.

Wir wollen uns darauf beschränken, eine Anzahl von Beispielen anzuführen, um deutlich zu machen, wie sehr man sich hüten muß, Vorstellungen aus der eigenen Welt in eine völlig andersartige mitzunehmen und — wie bei der Zeit — mit Maßen zu messen, die dort nicht mehr gültig sind.

Im Gegensatz zu einem Vogelei, das sich nur bei einer bestimmten Temperatur erbrüten läßt, entwickeln sich die Fischeier innerhalb weiter Temperaturbereiche. Sie brauchen nur verschieden lange „Zeit". So schlüpfen die jungen Forellen bei einer Temperatur des Brutwassers von 2·5 Grad nach etwa 245 Tagen. Bei 5 Grad dauert es nur noch etwas länger als 150 Tage. Bei 10 Grad schlüpfen sie schon nach 70 und bei 12·5 Grad sogar schon nach 47 Tagen.*)

Die Forelleneier brauchen also für denselben Vorgang bei 2·5 Grad fünfmal so lange wie bei 12·5 Grad. Betrachten wir es uns noch ein wenig näher, so ergibt sich aus dem soeben Gesagten für den gesamten Ablauf der Entwicklung im Ei ein Temperaturkoeffizient von etwas mehr als 5. Bei Temperaturen zwischen 2·5 und 5 Grad ist er 6½ und zwischen 5 und 10 Grad etwas kleiner als 5. Das bedeutet: Jede Erwärmung um nur 1 Grad verkürzt die Dauer des Ablaufes schon um etwa 20 Prozent. Es finden statt 5 Entwicklungsschritte am Tage dann 6 statt.

Bei Erhöhung um einen weiteren Grad steigt die Geschwindigkeit um weitere 20 Prozent. Aber jetzt ist der Ausgangspunkt nicht mehr der ursprüngliche, sondern ein bereits um 20 Prozent erhöhter, also sind es bei 2 Grad Temperaturerhöhung nicht einfach 40 Prozent, sondern wie bei Zinseszins 44 Prozent, bei 3 Grad fast 75, bei 4 Grad schon mehr als 100 Prozent, bei 5 Grad rund 150 Prozent usw. Dies nur zur Erläuterung, warum eine 5- bis 6fache Steigerung der Entwicklungsgeschwindigkeit pro Grad nur eine Steigerung um etwa ein Fünftel bedeutet.

Unsere kleinen, eben geschlüpften Forellen haben einen Dottersack mit Nahrungsreserven aus dem Ei mitbekommen. Davon leben sie die ersten Tage. Bei zwei Grad Wassertemperatur birgt sein Inhalt die Nahrung für 70 bis 80 Tage. Dann erst ist der Dottersack aufgezehrt. Bei 6 Grad reicht sein Inhalt aber nur noch für etwa 40 und bei 8 Grad schon nur mehr für 30 Tage. Auch hier wiederum eine starke Beschleunigung durch Temperaturerhöhung, allerdings bleibt unsere Maßzahl, der Temperaturkoeffizient, etwas niedriger (wenigstens nach den hier zugrundeliegenden Werten). Er ist zwischen 2 und 5 Grad etwa 5, zwischen 5 und 10 Grad aber nur noch etwa 3.**)

Bei anderen Fischen ist das ähnlich. Die Eier der Bodenseeblaufelchen schlüpfen bei 2 bis 3 Grad erst nach 90 bis 95 Tagen, bei 8 bis 10 Grad

*) Die Zahlen sind alt und stammen von Ailsworth aus SMOLIAN: „Merkbuch der Binnenfischerei".

**) Man kann das ausrechnen, auch wenn das Intervall zwischen niedrigster und höchster beobachteter Temperatur kleiner als 10 Grad ist.

aber bereits nach 25 bis 30 Tagen. Auch hier ist der Temperaturkoeffizient etwa 5 bis 6.

Wir wollen grob zusammenfassen, was wir jetzt wissen: Das Ei und das junge Fischlein entwickeln sich bei Temperaturerhöhungen von 10 Grad rund fünfmal so schnell. In einem Tag geschieht in dem 10 Grad wärmeren Wasser fünfmal so viel als im kälteren. Für den Fisch ist der 10 Grad wärmere Tag also fünfmal so lang und er ist, obwohl er in beiden Fällen die gleiche Zeit gelebt hat, in 10 Grad wärmerem Wasser fünfmal so „alt" geworden.

Um im weiteren deutlicher zu sehen, müssen wir einen Fisch nehmen, von dem man viel weiß und den man unter den verschiedensten Temperaturbedingungen halten kann. Vorn wurde schon erzählt, daß ein Galizier-Karpfen, also eine europäische Rasse, in Niederländisch-Indien in 3 Monaten 30 cm lang wurde, über 600 g wog und geschlechtsreif war, während seine Artgenossen in Deutschland dazu 3 Jahre brauchen. Ein deutscher Rekordkarpfen kann in zwei Jahren 750 g wiegen, der indonesische Rekordkarpfen erreicht etwa dasselbe Gewicht in 90 Tagen, also in dem achten Teil der Zeit.

Hier bei uns ist eine Gewichtszunahme von 400 Prozent etwa die Jahresleistung eines Karpfens, d. h. am Ende des ganzen Jahres ist der Fisch 5mal so schwer als er zu Anfang war. BUSCHKIEL erzählt von Karpfen auf Java, die in 36 Tagen — also wenig mehr als einem Monat — 500 bis 1000 Prozent an Gewicht zunahmen. Sie waren im warmen Tropenteich 10mal so schnell gewachsen als bei uns. Sie waren 10mal so „alt" geworden in derselben Zeit im 15 bis 20 Grad wärmeren Wasser.

Bei uns laichen die Karpfen alle Jahre einmal im späten Frühjahr oder im frühen Sommer, dort aber laichen sie alle 4 bis 6 Wochen und 8- bis 9mal im Jahre. Auch dieses sagt, sie werden — gemessen an unseren Karpfen — in einem Jahre eben 8 bis 9 Jahre älter. Die Reihe der Beispiele ließe sich noch beliebig weiterführen.

Bei diesen Betrachtungen ist vorauszusetzen, daß die Karpfen so viel zu fressen haben, wie sie brauchen, und das Wachstum nicht durch Hunger hintangehalten wird.

Unsere Fische leben nun im Sommer im warmen und im Winter im kalten Wasser. Es ist klar, daß ihr Leben mit dem Steigen und Sinken der Temperatur pulsieren muß. Im Sommer leben sie so schnell, wie wir es von den Fischen in den Tropengebieten vorher sahen, und im Winter leben sie ganz langsam, ja manche wachsen nicht nur nicht mehr, sondern versinken in Winterruhe. So stehen die Karpfen in Rudeln an den tiefsten Stellen der Teiche ruhig oder nur langsam kreisend, ohne zu fressen und nur ganz wenig atmend. Mit der steigenden Erwärmung im Frühling wächst auch die Lebensintensität, bis sie im Hochsommer ihren Höhepunkt erreicht. Nimmt man als ungefähres Maß der Lebensintensität das Wachstum, so findet man, daß ein Karpfen von Ende September bis etwa Ende März überhaupt nicht wächst. Sein Leben ist fast völlig erloschen und auf die niedrigste Intensitätsstufe gedrosselt.

Da er nicht frißt, aber doch ein wenig, wenn auch nur langsam, lebt, verbraucht er etwa 5 bis 15 Prozent seines Körpergewichtes, um in dieser kalten Zeit das Leben zu erhalten.

Im April beginnt er zu wachsen, zunächst noch wenig — 0 bis 5 Prozent des Jahreszuwachses — im Mai steigt es auf 5 bis 10 Prozent, im Juni

auf 20 bis 30 Prozent, im Juli auf 30 bis 35 Prozent, im August sinkt es zumeist schon wieder etwas ab auf 20 bis 30 Prozent und im September klingt es mit 5 bis 15 Prozent aus. Ein Drittel des gesamten Jahreszuwachses leistet also der Karpfen bei uns in einem Monat. In den drei Sommermonaten Juni, Juli und August schafft er vier Fünftel des gesamten Jahreszuwachses und von Anfang September bis Ende Mai nur noch das restliche Fünftel. Vom 1. September bis 31. Mai, das sind 9 Monate mit ungefähr 270 Tagen, in denen er genau so viel wächst, wie im Juni — also in 30 Tagen — oder in etwa 20 Julitagen oder in 20 bis 25 Tagen des August. Ein Sommertag ist also für ihn 10- bis 12mal so lang wie ein durchschnittlicher Tag der restlichen drei Viertel des Jahres. Wir verstehen jetzt, warum der so träge Karpfen im Hochsommer lebhaft ist und daß man von den Karpfen in tropischen Bereichen erzählt, wie ruhelos, freßgierig und lebendig sie sind, eben rund 10mal lebendiger, so wie hier nur im heißen Sommer.

Man kann sich das nicht leicht „übersetzen". Vielleicht, wenn man an vergebliche Versuche denkt, kalte Finger zu bewegen, aber auch dann denken wir ja noch gleich schnell und erwarten im Grunde auch von der steifen und kalten Hand eigentlich eine promptere Befolgung unseres Willens. Wenn man sich vorstellt, man brauchte im Winter zu allem 10mal so lange, alles ginge, wenn überhaupt, im Zeitlupentempo.

Dieses im Temperaturrythmus des Jahres pulsierende Wachstum spiegelt sich für uns leicht ablesbar in den Knochen der Fische wider und schafft „Jahresringe", die man besonders leicht auf den knöchernen Schuppen sehen kann und die man benützt, um das Alter der Fische zu bestimmen.

Wir verstehen jetzt, warum die Fische bei uns so langsam wachsen und in den warmen Tropen so gut gedeihen. Sie wachsen mit einer ähnlichen Intensität wie dort bei uns eben nur 1 bis 2 Monate. Wir sahen ja, daß ein einziger Sommermonat für den Fisch länger ist als Herbst, Winter und Frühjahr zusammengenommen. Wir verstehen jetzt auch leicht, was die Temperatur mit der Zeit zu tun hat, mit der Zeit der Fische. Man kann annehmen, daß ein Teich im Sommer etwa 15 bis 20 Grad wärmer ist als im Winter, Herbst und Frühjahr. Auch die tropischen Teiche, die uns von BUSCHKIEL aus Java beschrieben wurden, kann man grob als etwa 15 bis 20 Grad wärmer ansetzen, als die unseren im Jahresdurchschnitt sind. Je nachdem, was wir betrachten, zeigte sich: Das Leben in unseren Karpfen rann im Sommer 10- bis 12mal so schnell als im Rest des Jahres und in den tropischen Teichen vielleicht 8- bis 9mal so geschwind wie bei uns im Jahresdurchschnitt. Der Temperaturkoeffizient, die Maßzahl für die Geschwindigkeitszunahme bei einer Temperaturerhöhung von 10 Grad, ist grob geschätzt hier etwa (3) — 4.

Es ist klar, wenn ein Fisch im Jahre 8- bis 10mal so viel wächst und auch das ganze Jahr über genügend Nahrung vorhanden ist, dann muß ein gleich großer Teich derselben Güteklasse bei ähnlicher Behandlung in den Tropen auch 8- bis 10mal so viel Fischfleisch hervorbringen. Bei uns gilt ein Teich als schlecht, wenn er ohne Düngung weniger als 25 kg pro Hektar und Jahr hervorbringt. Auf Java sagt man dasselbe von ihm, wenn er weniger als 500 kg trägt. Ein guter, gedüngter Teich hier bei uns bringt 100 bis 200 kg Fische pro Hektar und Jahr. Dort gilt, wie BUSCHKIEL anführt, 1000 bis 1500 kg pro Hektar als gut und über 1500 als sehr gut. Dem

entspricht bei uns die Klasse der Teiche mit einem Ertrag von 200 bis 400 kg pro Hektar. Erträge über 2000 kg gelten auch in Java als ungewöhnlich, wenn auch bei Mischbesatz in besonders günstiger Kombination Erträge bis zu 9000 kg pro Hektar und Jahr geerntet wurden. Ähnliche Rekordernten meldet SKLOWER aus Palästina, wo als Jahreshöchstertrag im nur von Karpfen besetzten Teich fast 9000 kg pro Hektar erreicht wurden.

Wenn wir uns jetzt Gedanken machen über manches, was uns vorher unverständlich erschien oder was wir einfach als Tatsache hinnahmen, so ist jetzt verständlicher geworden, warum die Fische im Sommer schneller wachsen als im Winter, warum sie im warmen hungernd schnell abmagern, während ihnen das Hungern im kalten Wasser fast garnichts ausmacht, warum eine Bachforelle, wenn sie aus dem kalten Bach in den warmen See kommt, plötzlich loswächst. Auch wenn Fische krank werden, so haben sie im Sommer im Grunde genommen 3- bis 4mal und mehr so viel Zeit dazu. Der Fische Zeit ist ganz eng mit der Temperatur verquickt und wenigstens innerhalb eines bestimmten Bereiches intensiviert eine Temperaturerhöhung das Leben in einer für uns nur schwer begreifbaren Weise und ein Temperaturabfall bis in die Nähe des Temperaturminimums läßt es einschlafen. Für uns ist nur ein Viertel bis ein Drittel des Jahres Sommer, für die Fische aber ist — wenn man das so ausdrücken will — drei Viertel bis vier Fünftel des Jahres Sommer, weil sie im Sommer so schnell und im Winter so langsam leben und für sie ein heißer Sommertag so lang ist wie 10 oder 12 Wintertage.

Zur Frage der lipoiden Leberdegeneration bei Forellen

Unter diesem Titel berichtet Dr. Hans MANN von der Deutschen Bundesanstalt für Fischerei in Heft 2/1952 der Zeitschrift „Fischereiwelt" über neue Untersuchungsergebnisse an Regenbogenforellen, bei denen diese Krankheit häufig auftritt. Die dabei in der Leber abgelagerten größeren Mengen entarteten Fettes, besonders Lipoide neben Eiweißverbindungen, können nicht wieder in den normalen Stoffkreislauf eingeschaltet werden. Die erkrankten Tiere stehen meist matt an den Teichrändern und der Wasseroberfläche, die Bauchpartie zeigt dunkle Färbung, die sich manchmal über den größten Teil des Körpers erstrecken kann.

Nach Befunden von WOLLEY (bei LEE, C. F.: Thiaminase in fishing products, a revier; in· Commercial Fish. Rev. 1948, p. 7—17) besitzen viele See- und Süßwasserfische einen Stoff (Thiaminase), der das Vitamin B_1 biologisch unwirksam macht und besonders in Kopf und Eingeweiden enthalten ist. Tierversuche an Füchsen und Katzen führten bei ausschließlicher Verfütterung von rohem Fischfleisch zum Auftreten von typischen Vitaminmangelsymptomen. Da das Vitamin B_1 den Kohlehydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsel beeinflußt, kann eine krankmachende Wirkung einseitiger Ernährung mit rohen Seefischabfällen als wahrscheinlich angenommen werden, zumal die Erkrankung an lipoider Leberdegeneration bei Regenbogenforellen sofort zurückging. sobald die Abfälle gedämpft verfüttert wurden. Der Dämpfungsprozeß zerstört offenbar die Thiaminase.

H. MANN faßt die Ergebnisse folgendermaßen zusammen: „Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß als Ursache für die lipoide Leberdegeneration bestimmte Störungen im Gesamtstoffwechsel anzusehen sind. Es steht noch nicht fest, wodurch diese hervorgerufen werden. Eine gewisse Rolle spielt sicher die Einseitigkeit der Ernährung und der Thiaminasegehalt roher Seefischabfälle. Von Bedeutung für den Praktiker ist die Beobachtung, daß die Fütterung von rohen Seefischabfällen eine Gefahr bedeutet. Es ist also anzuraten, niemals nur rohe Abfälle zu verfüttern, sondern sie entweder ganz oder zumindest teilweise zu dämpfen." Gf.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: 5

Autor(en)/Author(s): Grim Julius

Artikel/Article: Die Temperatur und die Zeit der Fische 75-80