



Mitgehangen mitgefangen?

Welche Folgen
hat der Klimawandel
für Fische?

Stefan Mucha

Humboldt-Universität zu Berlin

Workshopreihe Klimawandel

Museum für Naturkunde



Ca. **70,7%** der Erdoberfläche ist mit Wasser bedeckt
Nur ca. 2,5% des Wassers ist Süßwasser
Davon sind wiederum nur ca. 1% zugänglich

Ca. **30%** unserer CO₂-Emissionen werden durch
Ozeane „absorbiert“

Ca. **90%** der absorbierten Sonneneinstrahlung
„verschwinden“ in den Meeren

Es gibt mehr als **34.300 Fischarten**
...das sind mehr als alle anderen Wirbeltierarten
zusammen!





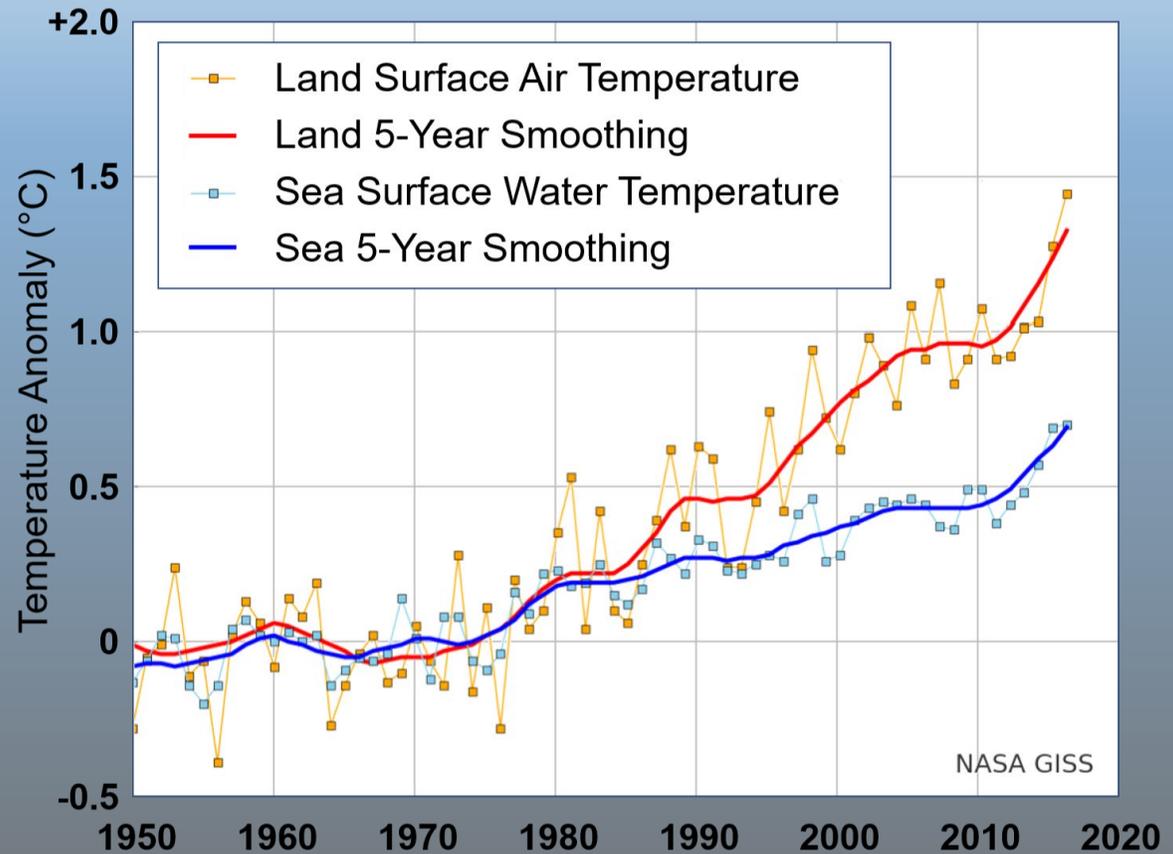
Teil 1: Was ist los im Wasser?

Was ist los im Wasser?

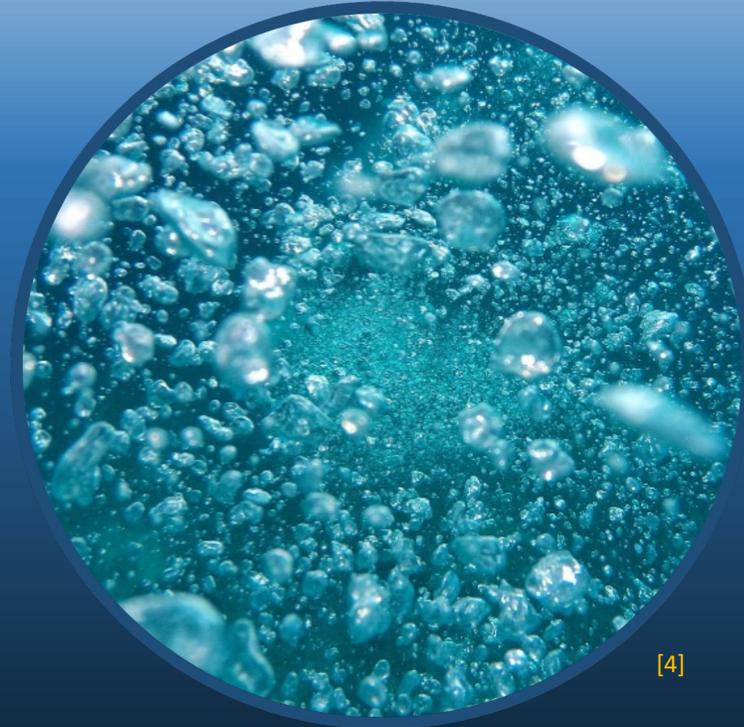


1. Es wird wärmer

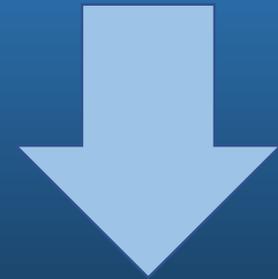
Annual Mean Temperature Change for Land and for Ocean



Was ist los im Wasser?



[4]



2. Die Sauerstoffkonzentration sinkt aufgrund höherer Temperaturen und erhöhtem Eintrag von Nährstoffen (Eutrophierung)

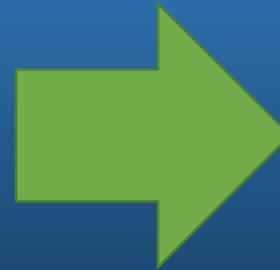
Verringerte Sauerstoffkonzentrationen (Hypoxie) kann weltweit an den Küsten gemessen werden



- Hypoxie
- Hypoxie, die mit Eutrophierung zusammenhängt

<https://www.wri.org/our-work/project/eutrophication-and-hypoxia/interactive-map-eutrophication-hypoxia>

Was ist los im Wasser?

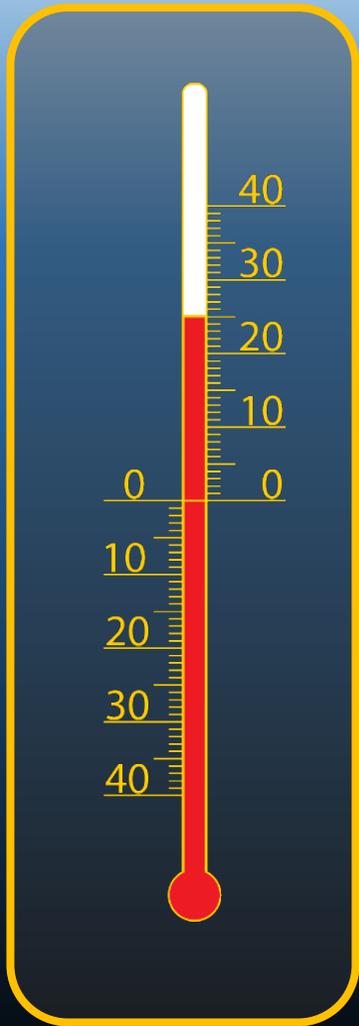


3. Der Eintrag von CO_2 aus der Atmosphäre senkt den pH-Wert im Wasser



Teil 2: Welche
Folgen hat
das
für Fische?

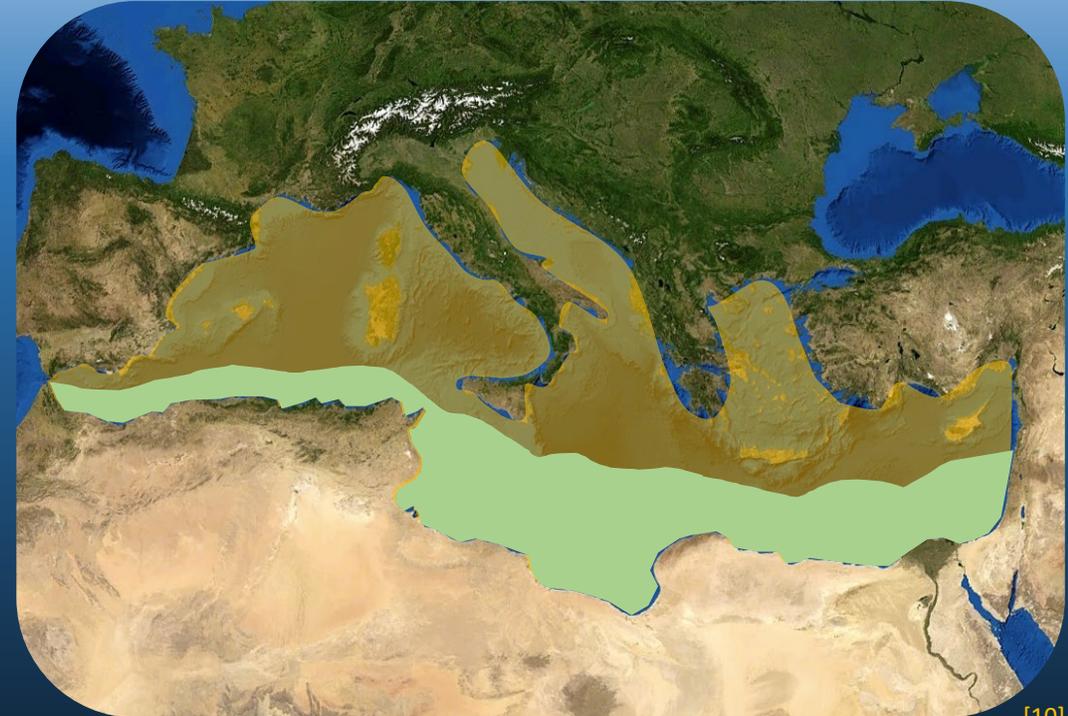
1. Manche mögen's heiß...



[8]



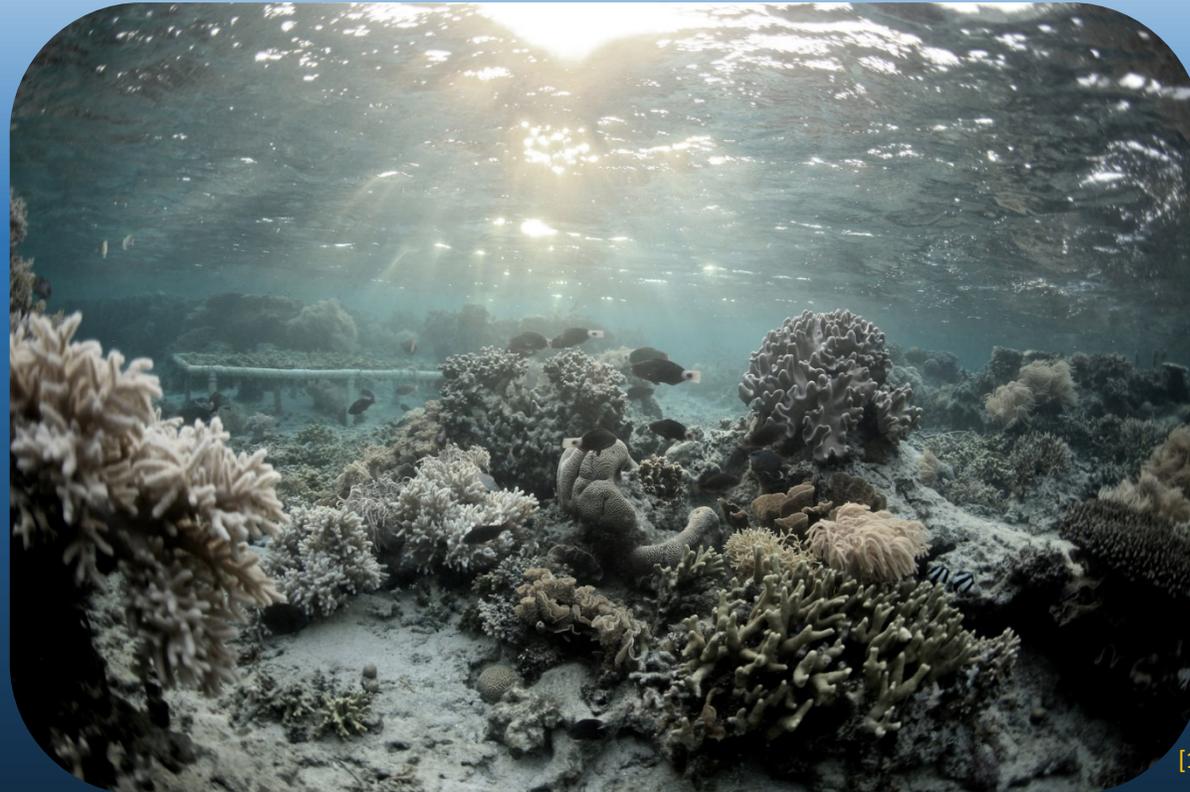
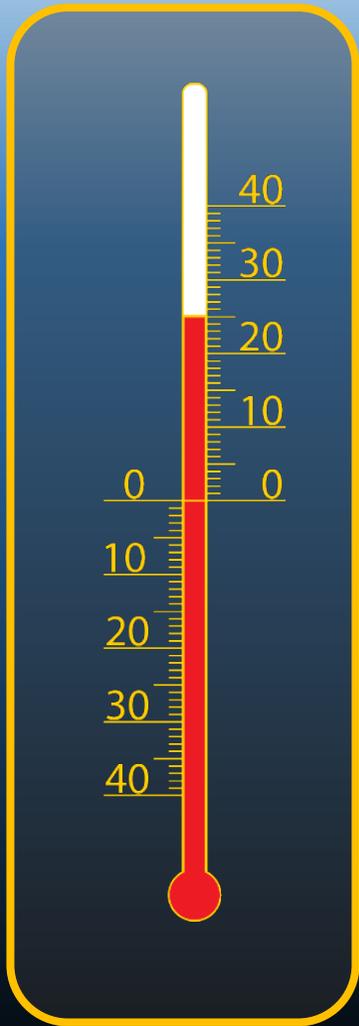
[9]



[10]

Der Meerpfau (links, oben Weibchen, unten Männchen) ist eine wärmeliebende Art. Seit den 80er Jahren hat sich diese Art von den südlichen Bereichen des Mittelmeers (grün) auf das gesamte Mittelmeer (gelb und grün) ausgebreitet.

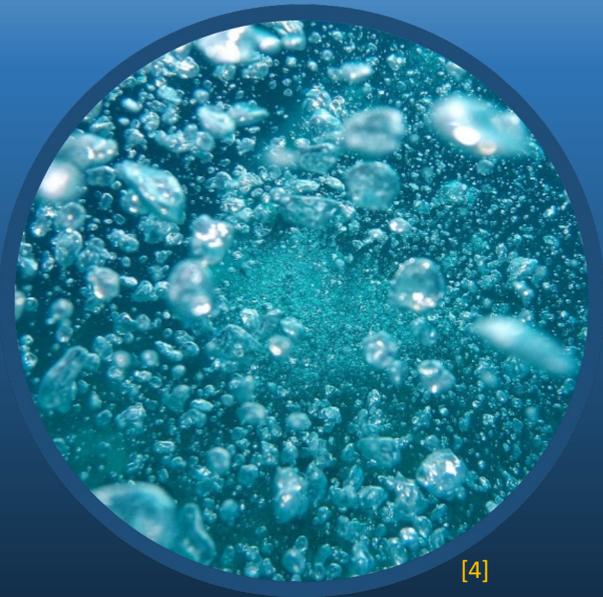
1. ...andere eher nicht!



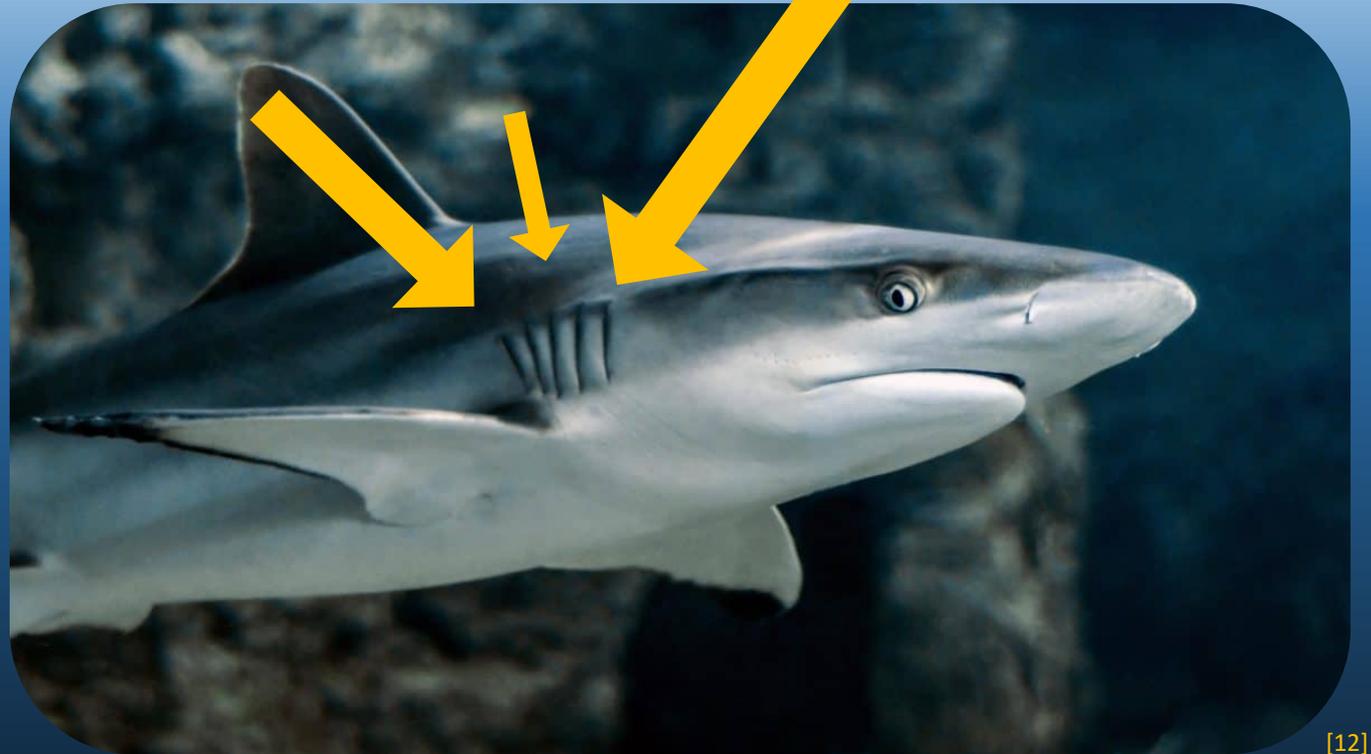
[11]

Hitzewellen führen immer öfters zum Absterben von Korallen. Dabei werden die photosynthetisch aktiven Mikroorganismen, mit denen die Korallen in Symbiose leben, abgestoßen. Übrig bleiben relativ farblose Kalkskelette. Man spricht deshalb von der Korallenbleiche.

2. Fische können ertrinken!



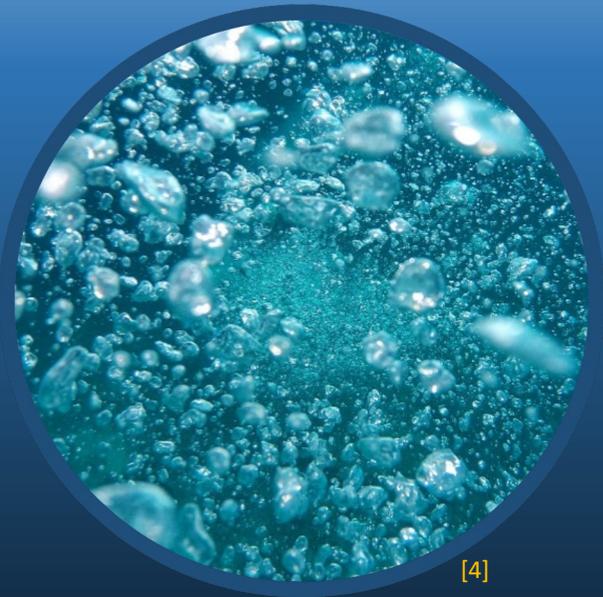
[4]



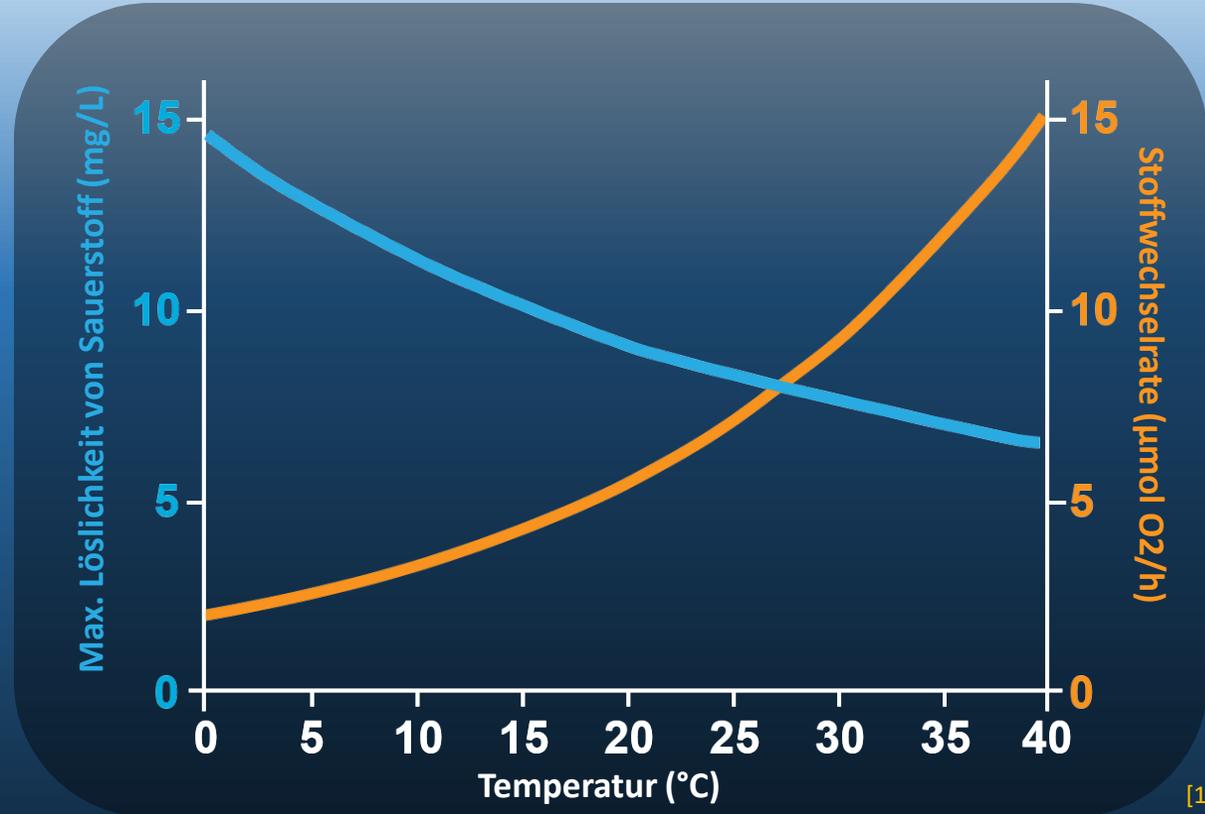
[12]

Alle Fische brauchen Sauerstoff zum Überleben. In ihren Kiemen passiert der Gasaustausch zwischen Blut und Wasser. So wie bei uns in der Lunge. Es stimmt übrigens nicht ganz, dass alle Haie ständig in Bewegung bleiben müssen um atmen zu können. Ca. 2/3 aller Haie können aktiv atmen ohne zu schwimmen.

2. Fische können ertrinken!



[4]

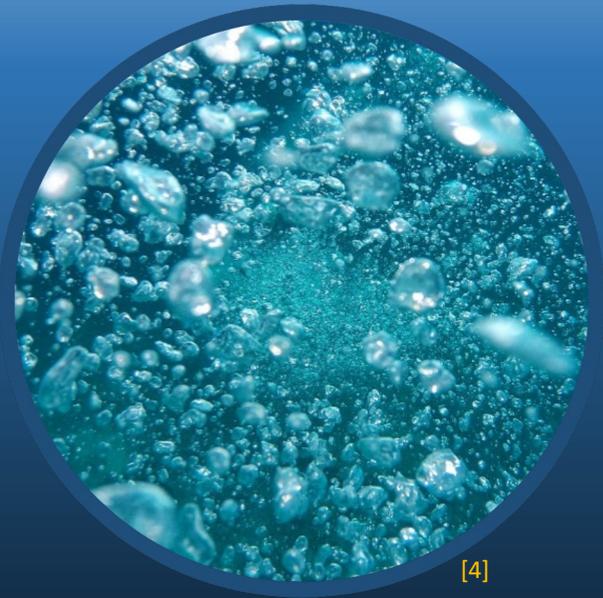


[13]

Die Erhöhung der Temperatur führt auf doppeltem Weg zu Sauerstoffmangel:

1. Sauerstoff löst sich immer schlechter in Wasser, je wärmer das Wasser wird. Dadurch nimmt die verfügbare Menge an Sauerstoff im Wasser ab.
2. Wasserlebende Organismen sind wechselwarm. Das bedeutet, dass ihre Stoffwechselrate von der Umgebungstemperatur abhängt. Je wärmer es wird, desto mehr Sauerstoff benötigen sie.

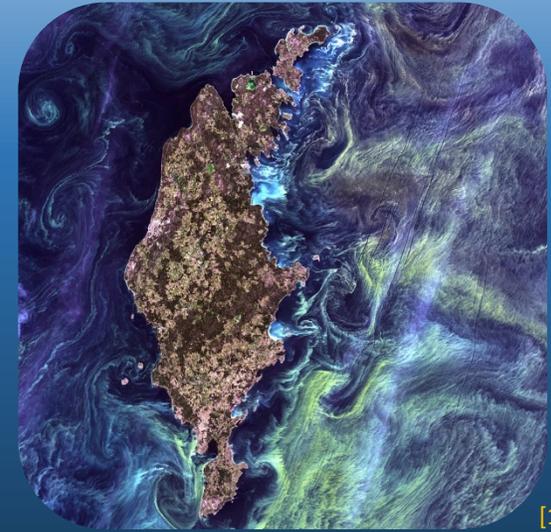
2. Fische können ertrinken!



[4]



[14]



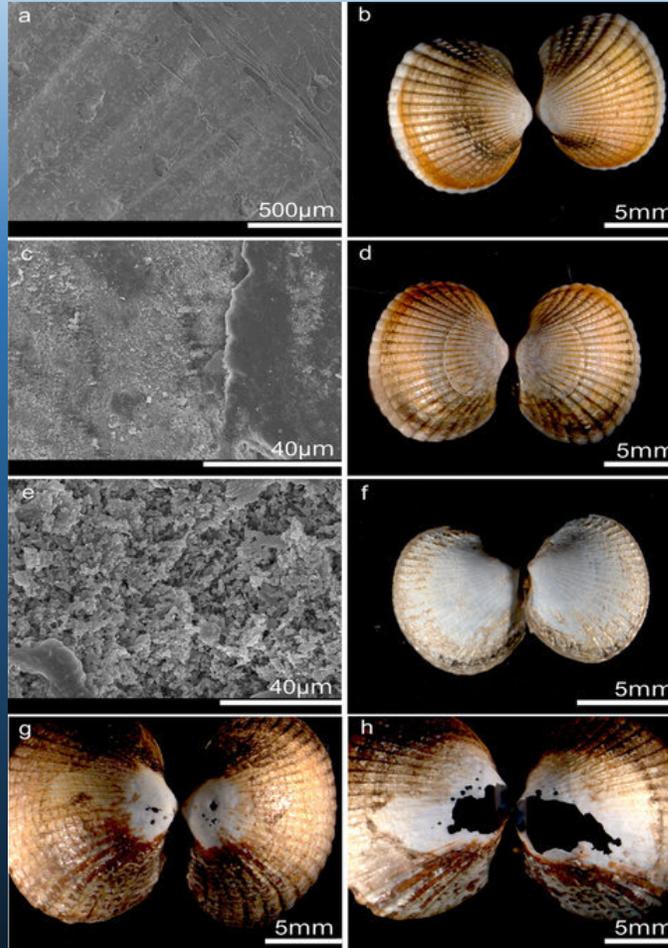
[15]

Wenn viele Nährstoffe ins Wasser kommen, wie z.B. durch den Abfluss von Düngemitteln, führt das zu vermehrtem Algenwachstum (oben, links). Diese Algenblüten können zum Teil sogar aus dem Weltall gesehen werden (oben, rechts)!

Wenn die Algen absterben, werden sie von Mikroorganismen abgebaut. Dabei wird Sauerstoff verbraucht.

Durch Algenblüten entstehen so immer mehr Zonen, in denen es überhaupt keinen Sauerstoff mehr im Wasser gibt – sogenannte Todeszonen.

3. Die Versauerung hinterlässt Spuren



Das CO_2 aus der Atmosphäre löst sich in den Gewässern der Erde und reagiert dort zusammen mit Karbonat-Ionen zu Kohlensäure. Dies führt zu einem Verlust von verfügbaren Karbonat-Ionen im Wasser, einem wichtigen Bestandteil in der Schale von vielen Schalentieren wie Muscheln und Schnecken.

Links ist sichtbar, wie die Schale von Muscheln bei zunehmender Konzentration von CO_2 in der Atmosphäre immer stärker korrodieren (eine Reihe repräsentiert jeweils dieselben CO_2 Konzentrationen, von oben nach unten nimmt die Konzentration zu).

Schade et al. (2016). Simulated leakage of high pCO_2 water negatively impacts bivalve dominated infaunal communities from the Western Baltic Sea. *Scientific Reports*. 6. 31447. 10.1038/srep31447.

Und was passiert zum Schutz?

UN-Übereinkommen über biologische Vielfalt (CBD) – Kernziel 11:

„Bis 2020 sind mindestens 17 Prozent der Land- und Binnenwassergebiete und 10 Prozent der Küsten- und Meeresgebiete [...] geschützt und in die umgebende (terrestrische/marine) Landschaft integriert.“

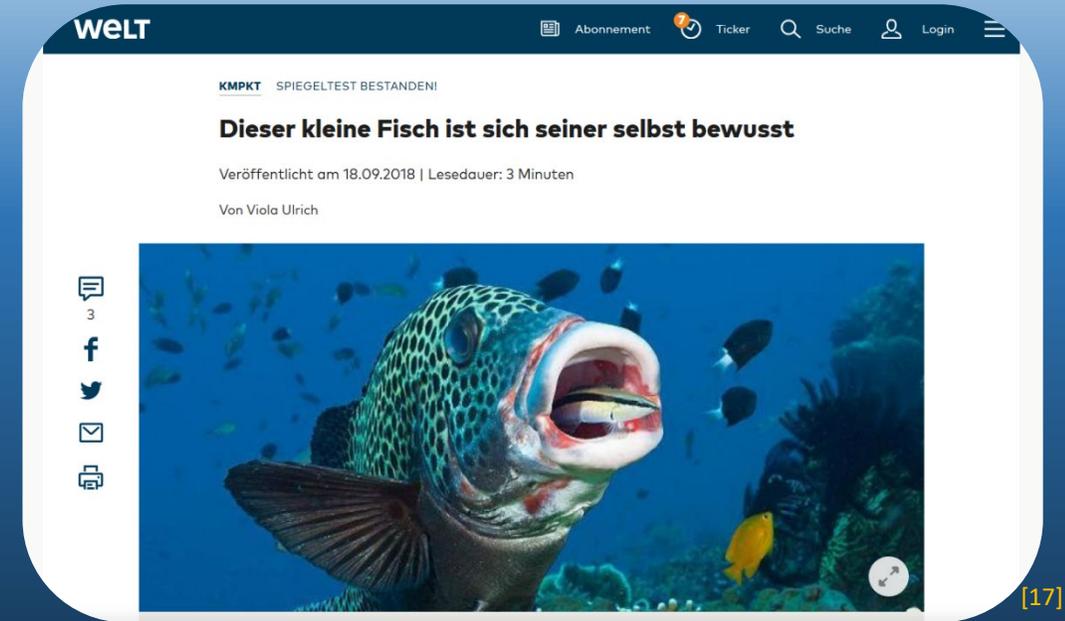
Probleme:

- **Unklare Gerichtsbarkeit** in internationalen Gewässern
- Schutzgebiete lassen sich nicht vom umgebenden Wasser isolieren
- Aquatisches Leben ist häufig **unbekannt** und **unterschätzt**

Aber....



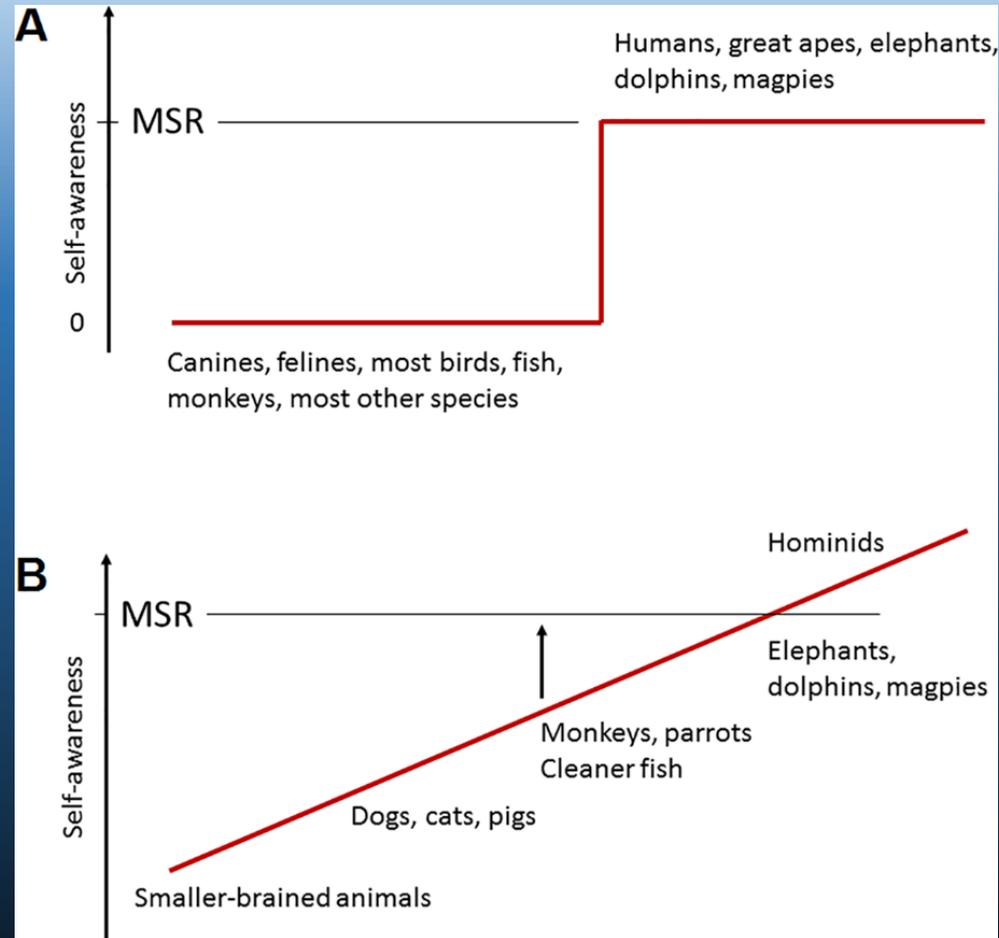
...Fische sind smarter als viele denken!



Kürzlich wurde heraus gefunden, dass der Putzerlippfisch (oben links) den Spiegeltest besteht. Bei diesem Test wird ein Tier u.a. mit einem farbigen Punkt markiert und beobachtet, ob das Tier im Spiegel erkennt, dass es selbst diesen Punkt trägt. Die Putzerlippfische in dieser Studie reagierten, indem sie sich gezielt an der Stelle, an der sie markiert wurden, am Boden oder Gegenständen scheuerten – ein natürliches Verhalten um externe Parasiten oder Schmutz loszuwerden.

Inwiefern dieses Ergebnis tatsächlich bedeutet, dass Putzerlippfische ein Selbst-Bewusstsein haben (siehe Welt Artikel oben links) ist unklar. Es ist relativ unwahrscheinlich, dass Fische ein menschenähnliches Bewusstsein haben. Jedoch steht fest, dass Fische durchaus zu komplexen kognitiven Leistungen fähig sind, die sie auf eine Intelligenz-Stufe mit vielen Landwirbeltieren stellen.

Fische sind smarter als viele denken



Traditionell wurde die Fähigkeit zur Selbstwahrnehmung von Tieren häufig anhand eines einzigen Tests (Mirror Self Recognition Test, MSR) in zwei Klassen eingestuft (links, oben): vorhanden oder nicht vorhanden. Inzwischen zeigt sich, dass viele Tiere Zeichen von Selbstbewusstsein zeigen, auch wenn dieses sich wahrscheinlich von unserer menschlichen Wahrnehmung unterscheidet. Ein graduelles Modell für tierische Selbstwahrnehmung entspricht daher wahrscheinlich eher der Realität (links, unten).

De Waal FBM (2019) Fish, mirrors, and a gradualist perspective on self-awareness. PLOS Biology 17(2): e3000112.

Zusammenfassung

Gewässer sind mit dem Klima durch Energie- und Stoffflüsse eng verbunden. Sie haben eine immense **Pufferwirkung** auf das Klima.

Fische bilden die artenreichste Gruppe der Wirbeltiere und sind zu komplexen Leistungen fähig.

Durch menschliche Aktivitäten verändern sich u.a. Temperatur, Sauerstoffgehalt und pH.

Mögliche Auswirkungen dieser Umweltveränderungen sind

- Verlust von Lebensraum durch Wärme und Sauerstoffmangel
- Veränderung der Artenzusammensetzung innerhalb eines Lebensraums
- Einschränkungen bei z.B. Brutpflege



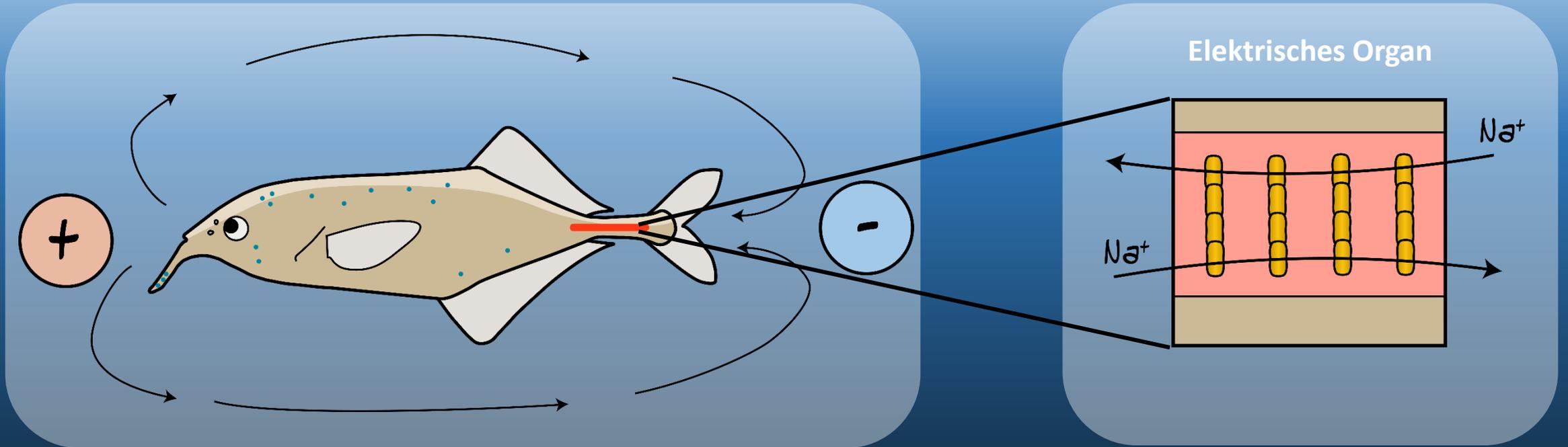
TEIL 3

SCHWACH ELEKTRISCHE FISCH!



Marcusenius victoriae

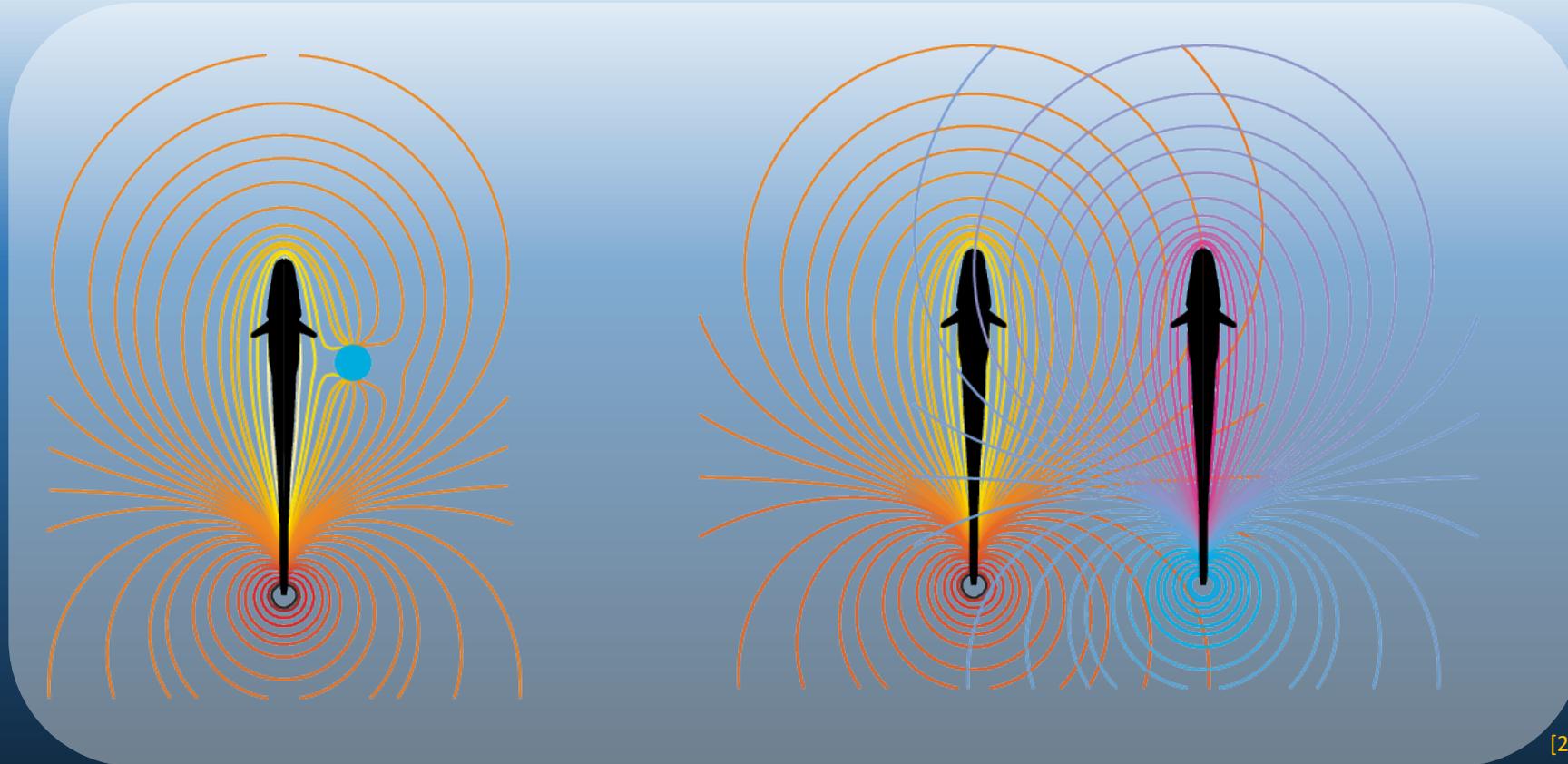
Was machen schwach elektrische Fische?



Schwach elektrische Fische erzeugen im Wasser ein elektrisches Feld mithilfe eines spezialisierten elektrisches Organs. Mit speziellen Elektrozeporen, die auf der Haut verteilt sind, nehmen sie das elektrische Feld wahr.

Im elektrischen Organ sind Elektrozyten, spezialisierte Zellen mit einer hohen Anzahl von Na^+ - Kanälen. Sie sind in Reihen hintereinander positioniert, so wie Batterien in einer Taschenlampe.

Warum machen die das?



[20]

Objekte wie Beutetiere oder Hindernisse verformen das elektrische Feld (oben, links). Dadurch können diese Fische **navigieren und jagen**, ohne ihre Augen zu gebrauchen, ähnlich wie Fledermäuse. Außerdem **kommunizieren** Schwach elektrische Fische untereinander mit elektrischen Signalen (oben, rechts). Bei vielen Arten beeinflusst die Größe und das Geschlecht zudem Eigenschaften des elektrischen Feldes.



[19]

Schwach elektrische Fische bewohnen viele tropische Süßwassersysteme

Die zwei artenreichsten Gruppen schwach elektrischer Fische haben sich unabhängig voneinander in tropischen Süßwassersystemen in **Südamerika (Gymnotiforme)** und **Afrika (Mormyriden)** entwickelt - ein Paradebeispiel für konvergente Evolution.

Rechts seht ihr einen Schokoladenmesserfisch (*Apteronotus leptorhynchus*) und einen Elefantenrüsselfisch (*Gnathonemus petersii*).

Könnt ihr erraten, welcher Name zu welchem Fisch gehört?



[21]

Bilderquellen

- [1] Weltkugel: Pixabay License, <https://www.pexels.com/photo/sky-earth-galaxy-universe-2422/>
 - [2] Fisch: CC0 1.0, Public Domain, <https://www.pxfuel.com/en/free-photo-jraxi>
 - [3] Sonnenuntergang: CC0 1.0, Public Domain, <https://pixnio.com/nature-landscapes/sunrise/sunrise-wave-pacific-beach-sea-ocean-sun-dawn-water-landscape#>
 - [4] Blasen: By Marcello Rabozzi, Pixabay License, <https://pixabay.com/de/photos/luftblasen-meer-wasser-ocean-1446661/>
 - [5] Schornsteine: CC0 1.0, Public Domain, <https://www.maxpixels.net/Smoke-Smog-Manufacturing-Steel-Industry-Industrial-1149888>
 - [6] Zitrone: By Marco Verch, CC BY 2.0, <https://foto.wuestenigel.com/ripe-yellow-lemon-close-up>
 - [7] Kugelfisch: CC0 1.0, Public Domain, <https://www.pxfuel.com/en/free-photo-emddy>
 - [8] Meerpfaue Weibchen: By Cisamarc, CC BY-SA 3.0, https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Thalassoma_pavo_female.jpg
 - [9] Meerpfaue Männchen: By Nuno Vasco Rodrigues, CC BY 3.0, https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Thalassoma_pavo_Azores.jpg
 - [10] Mittelmeer: By NASA, CC0 1.0, Public Domain, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mediterranean_Sea_16.61811E_38.99124N.jpg
 - [11] Totes Riff: By Cesar Herada, CC BY-NC-SA 2.0, <https://www.flickr.com/photos/worldworldworld/>
 - [12] Haifisch: By christels, CC0 1.0, Public Domain, <https://pixnio.com/fauna-animals/fishes/water-predator-underwater-sea-ocean-shark-fish-wildlife#>
 - [13] Sauerstofflösungskurve: Verändert nach <http://www.dartmouth.edu/~bio31/oxygen.htm>
 - [14] Algenblüte klein: By Stephen Craven, CC BY-SA 2.0, https://s0.geograph.org.uk/geophotos/01/49/61/1496154_e4647436.jpg
 - [15] Algenblüte groß: By NASA, CC0 1.0, Public Domain, https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Algal_bloom_around_Gotland.jpg
 - [16] Putzerlippfisch: By Alex Jordan, <http://collectivebehaviour.com/jordan-lab/>
 - [17] Welt Artikel: <https://www.welt.de/kmpkt/article181557926/Spiegeltest-bestanden-Dieser-kleine-Fisch-ist-sich-seiner-selbst-bewusst.html>, abgerufen am 5.12.19
 - [18] Clownsfisch: By Der_Knipser, Pixabay License, <https://www.needpix.com/photo/download/1270467/clown-fish-underwater-background-underwater-world-fish-sea-diving-coral-meeresbewohner>
 - [19] Fledermaus: By Jürgen Mangelsdorf, CC BY-NC-ND 2.0, <https://www.flickr.com/photos/22084572@N07/29455146887>
 - [20] eFisch-Felder: Krahe, Rüdiger & Gabbiani, Fabrizio. (2004). Burst Firing in Sensory Systems. Nature reviews. Neuroscience. 5. 13-23. 10.1038/nrn1296.
 - [21] Südamerikanischer Fisch: Guy l'Heureux Photography, <https://www.linkedin.com/in/guy-l-heureux-55a52b10b/?originalSubdomain=ca>
- Nicht-gekennzeichnete Bilder sind selbst erstellt lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](#)