



Der vergangene Sommer und Herbst 2018 waren geprägt von außergewöhnlich hohen Temperaturen und sehr geringen Niederschlagsmengen. An den niedersächsischen Flüssen und Seen ist dieses Wetterextrem nicht spurlos vorbeigegangen.

# Hitzesommer 2018

Insbesondere die Oberläufe der Bäche sind teilweise komplett trockengefallen, gleiches galt auch für kleine und flache Stillgewässer. Selbst die großen Ströme des Landes wie Elbe, Ems und Weser zeigten rekordverdächtige Niedrigwasserstände. Der Schiffsverkehr musste zeitweise komplett eingestellt werden, und zur Trinkwasserversorgung wurde erstmals das vorindustrielle Oberharzer Wasserregal mit einbezogen.

Auch Fische wurden beeinträchtigt. Lokal kam es zu kleinen und großen Fischsterben, die zwar unterschiedliche Gründe hatten aber letztlich alle auf

die Witterungsbedingungen zurückzuführen waren. Zur Bilanz gehört außerdem die Feststellung, dass diese Fischsterben weniger häufig auftraten als es von vielen befürchtet wurde. Wo es passierte, waren die Verluste allerdings umso schmerzhafter und hatten zuvor ungekannte Ausmaße. Zudem offenbarte sich ein landesweites Entsorgungsproblem toter Fische: Die Anlagen zur Tierkörperverwertung nahmen die Tiere erst nach ausgesprochen komplizierten Verwaltungswegen an. Hier sind gesetzliche Neuregelungen zwingend erforderlich.

— Eine Bilanz aus Sicht der Fische und der Angler

Dr. Thomas Klefoth, Dr. Matthias Emmrich, Ralf Gerken, Katrin Wolf, René Focke & Florian Möllers

## Hitze verursacht neue Formen des Fischsterbens – auch im Winter!

Vor eine fast unlösbare Aufgabe wurden die Angelvereine in den Landkreisen Cuxhaven und Stade gestellt.

Zunächst völlig überraschend starben große Mengen Fische im Dezember 2018 und Januar 2019 in den dort weitverzweigten Kanalsystemen. Dies, obwohl es bereits seit längerer Zeit geregnet hatte und die Temperaturen normales Winterniveau erreichten. Die Fischsterben waren so massiv, dass in diversen Gewässern mit einem Totalverlust gerechnet werden muss. Angler, Behördenvertreter und auch die AVN Biologen standen vor einem Rätsel, was das Fischsterben verursacht haben könnte. Nach Auswertung der Wasserproben und dem Zusammenfügen aller vorhandenen „Puzzleteile“ scheint festzustehen, dass die Fische an einer Aluminiumvergiftung in Kombination mit weiteren Umweltstressoren als Spätfolge des Hitzesommers gestorben sind. Sie lesen richtig, die Fische starben vermutlich an einer Aluminiumvergiftung. In den betroffenen Landkreisen gibt es zahlreiche sogenannte „potentiell sulfatsaurer Böden“. Das sind Böden, Sedimente und Torfe, die aufgrund der hohen Grundwasserspiegel normalerweise nicht mit Luftsauerstoff in Verbindung kommen. In diesen Böden sind säurebildende Sulfatverbindungen (insbesondere Pyrit) langfristig und natürlicherweise konserviert, sofern sie nicht trockengelegt werden [1]. Genau dies ist aber im Zuge der Hitzeperiode passiert und hat eine fatale chemische Kettenreaktion ausgelöst. Der Grundwasserspiegel sank stärker ab als dies normalerweise der Fall ist, Luftsauerstoff löste Oxidationsprozesse der säurebildenden Sulfatverbindungen aus, bei denen große Mengen Eisen(II) Sulfat und Säure (Schwefelsäure) entstanden und wodurch der pH-Wert deutlich abgesenkt wurde. Unter diesen extrem sauren Bedingungen werden dann wiederum vermehrt Metalle aus dem Boden gelöst [1,2]. Das häufigste natürlich vorkommende Metall in unseren Böden ist Aluminium.

Dieses Aluminium reicherte sich im Restwasser und Sickerwasser der Böden an. Nachdem es im Dezember stärker geregnet hatte, wurde die Entwässerung der Äcker und Böden in die umliegenden Kanäle aktiviert, und das gelöste Aluminium gelangte in die Angelgewässer. Die Folgen waren sofort einsetzende starke Fischsterben aller Arten und eine starke Aufklärung des Wassers in Kombination mit ausgesprochen geringen pH-Werten. Aluminium ist bereits in geringen Konzentrationen fischgiftig und schädigt insbesondere das Kiemengewebe, der Tod setzt rasch ein. Der Landkreis Cuxhaven ging zunächst von einer Sulfatvergiftung aus, allerdings ist Sulfat normalerweise nicht fischgiftig und selbst die sehr hohen festgestellten Konzentrationen hätten das sofortige und massive Absterben der Fische nicht erklären können. Erst die weiterführenden Wasserproben der Angelvereine testeten auch auf Aluminium und bestätigten die Hypothese, dass die Todesursache vermutlich auf Aluminium zurückzuführen war. Ähnliche aluminiumbasierte Fischsterben unter fast identischen Bedingungen sind auch aus der wissenschaftlichen Fachliteratur bekannt und gut dokumentiert [2]. Unter diesen extremen Umweltbedingungen fördern zudem weitere Stressoren wie Eisenoxyd, das sich auf den Kiemen absetzt, und sehr geringe pH-Werte die Sterblichkeit der Fische. Für die betroffenen Angelvereine in Küstennähe sind starke Regenfälle nach längeren Hitze- und Dürreperioden zukünftig als Warnsignal zu betrachten. Auch abfallende pH-Werte unter pH 6 in Kombination mit einer ungewöhnlichen Aufklärung des Wassers sind Indikatoren für ein anstehendes Fischsterben. Zu verhindern sind solche Negativergebnisse aber nur, wenn die Entwässerungsmethode nach längeren Hitzeperioden angepasst wird und die Grundwasserpegel grundsätzlich möglichst hoch gehalten werden. Gemeinsam mit den betroffenen Vereinen strebt der AVN entsprechende Veränderungen zum Wohle der Fische, der Gewässer und der Angler an.



Fotos: E. Jibben / BVO

### Austrocknen von Gewässern

In manchen Fällen trockneten kleine und flache Gräben, Flüsse, Seen und Teiche einfach aus. Für die Fische bedeutete dies einen schleichenden Prozess von sich kontinuierlich verschlechternden Umweltbedingungen. Während größere Fische in offenen Flusssystemen häufig noch abwandern konnten, blieben die kleineren und schwimmschwachen Fische in den letzten Wasserpfützen zurück und verendeten dort. Alternativ wurden sie zuvor gefressen. Gerade an den kleineren Gewässern wurde eine starke Zunahme von Grau- und Silberriehern beobachtet, welche die Flachwasserbedingungen nutzten, um zahlreiche Beute zu machen.

Dieser Räuberdruck führte auch dazu, dass die Fischsterben für den Menschen teilweise unerkant blieben. Beispiele lokal trockenfallender Gewässer fanden sich in ganz Niedersachsen, bspw. in der Leinemasch in der Region Hannover, in der Lüneburger Heide, im Osnabrücker Land oder auch im Harz. Betroffen waren insbesondere junge Bachforellen, Mühlkoppen, Schmerlen und Stichlinge in den Bächen und das gesamte Artenspektrum in den Stillgewässern. Im Einzelfall versuchten die Angelvereine durch Zupumpen von Wasser in flache Teiche das Schlimmste zu verhindern. Meistens waren die Vereine aber machtlos.

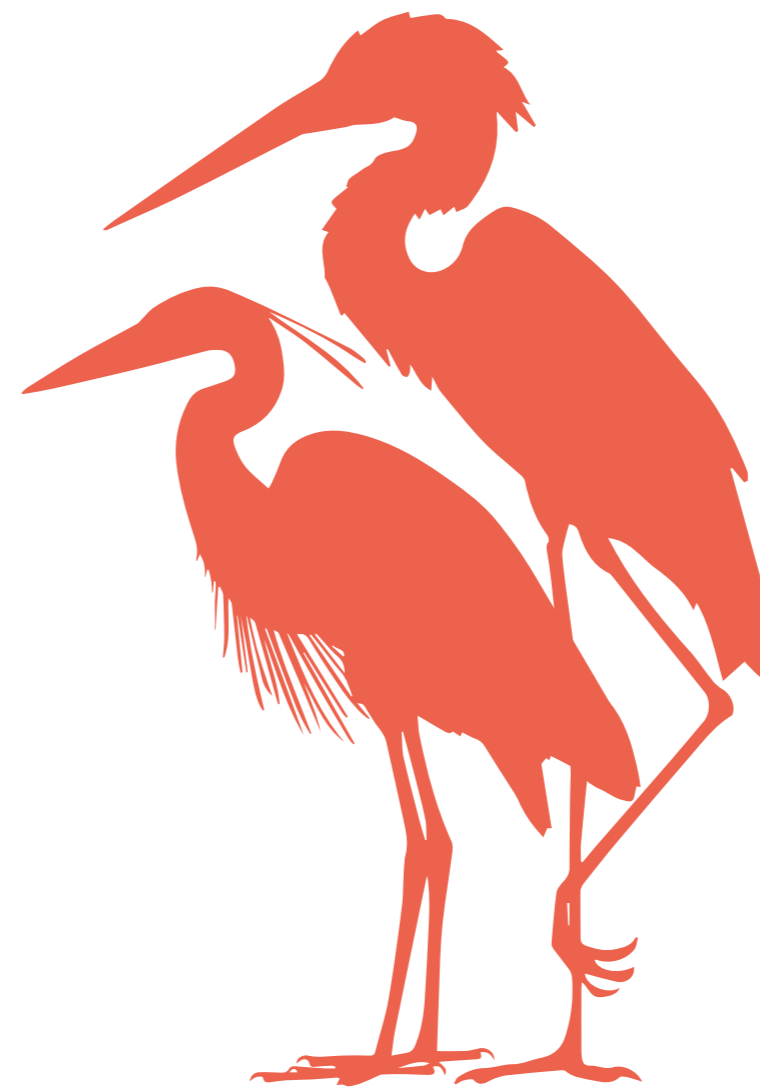
**>> Dieser Räuberdruck führte auch dazu, dass die Fischsterben für den Menschen teilweise unerkant blieben. <<**

### Blualgen treten vermehrt auf

Besonders häufig beobachtet wurden Blualgenblüten in den Stillgewässern. Blualgen, die eigentlich Cyanobakterien verschiedener Arten darstellen, produzieren Sauerstoff, sind aber extrem sauerstoffzehrend, wenn sie absterben. Passiert dies in großen Mengen und binnen kurzer Zeit, können sich die Umweltbedingungen schnell verschlechtern und die Fische sterben. Blualgenblüten entstehen bevorzugt in heißen Perioden des Hochsommers mit hoher Sonneneinstrahlung und wenig Wind. Absterbende Blualgen bilden einen grün-bläulichen Schleier auf der Wasseroberfläche und können sehr unangenehm riechen. Dies ist gleichzeitig ein Warnsignal für die Gewässerbewirtschafter, den Fischbestand im Auge zu behalten und in akuten Fällen zu versuchen, das Wasser zu belüften. Meistens verlaufen Blualgenblüten glimpflich, vereinzelt kam es aber niedersachsenweit zu Fischsterben.

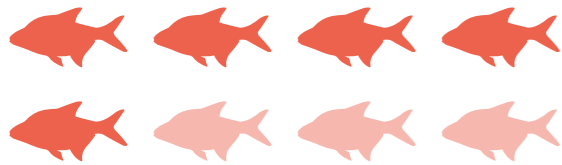
### Hitzebedingte Aalsterben

Bei besonders hohen Wassertemperaturen weit über 20 °C kommt es immer wieder zu sogenannten Aalsterben. In diesen Fällen werden ausschließlich Sterblichkeiten von Aalen, nicht aber von anderen Fischarten beobachtet. Häufig zeigen die toten Aale deutlich erkennbare rote Flecken an den Flossenansätzen und auf der Bauchseite. Zurückzuführen ist diese Krankheit auf Bakterien (zumeist *Aeromonas hydrophila*), welche in fast allen Gewässern vorkommen. Für die Fische wirken sie erst tödlich, wenn sie sich temperaturbedingt stark vermehren und verschlechterte Umweltbedingungen als Folge der hohen Temperaturen das Immunsystem der Tiere schwächen. Effektive Gegenmaßnahmen gibt es keine. Es sollte lediglich sichergestellt werden, dass die toten Tiere möglichst rasch aus dem Wasser entfernt werden. So wurde beispielsweise auch im Stadtgraben in Wolfenbüttel verfahren, in dem die Aalrotseuche im Sommer 2018 ausgebrochen war.



### Salzwassereinstrom tötet Süßwasserfische

Einige der größten Fischsterben in der jüngeren Geschichte Niedersachsens ereigneten in den Küstengebieten. Der Leybucher Verbindungskanal und das Leyhörner Binnentief in Greetsiel verbinden über eine Schleuse die Nordsee mit dem ostfriesischen Kanalsystem und gehörten zu den produktivsten Zandergewässern des Landes. Als durch den ausbleibenden Regen der Süßwasserzufluss aus dem Binnenland zum Erliegen kam, drückte auf noch unbekanntem Wege (wahrscheinlich unter dem Nordseedeich) Salzwasser in die Kanäle und erhöhte den Salzgehalt der Gewässer fast auf Nordseeebene. Die Folge war ein massives Fischsterben.



**>> Organisiert von mehreren Angelvereinen und zahlreichen spontan mithelfenden Touristen konnten 5-8 Tonnen Brassen gerettet und umgesetzt werden. <<**



Ausgetrocknetes Salmonidengewässer in der Lüneburger Heide.

Foto: Timo Seiser

Organisiert von mehreren Angelvereinen und zahlreichen spontan mithelfenden Touristen konnten ca. 5 – 8 Tonnen Brassen gerettet und umgesetzt werden. Für die meisten Fische kam aber jede Hilfe zu spät. Zwei Wochen nach den Brassen starben auch die ausgesprochen salztoleranten Zander. Der sichtbare Gesamtschaden wurde auf rund 30 Tonnen toter Fische geschätzt. Fische, die nicht auftriefen, wurden nicht erhoben, sodass der Gesamtschaden wohl deutlich höher lag. Eine Fischbestandserhebung durch den AVN im Dezember 2018 ergab fast keine überlebenden Süßwasserfische. Lediglich Aale hatten den Salzwassereinstrom überstanden, und die Gewässer wurden mittlerweile von zahlreichen Nordseesprotten besiedelt.

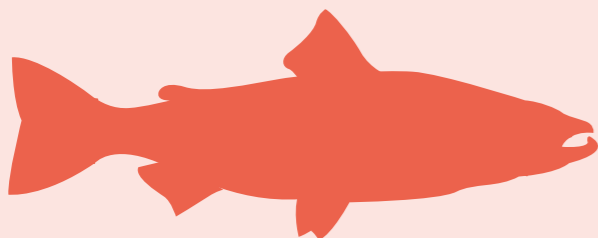
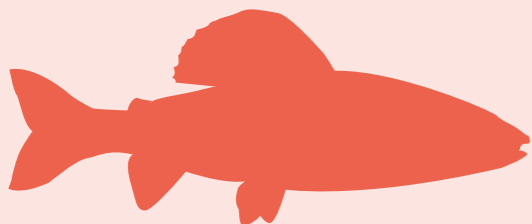
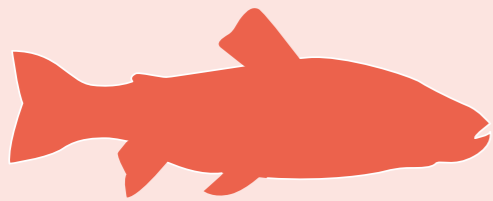
### Was kann gegen Wassermangel unternommen werden?

Insbesondere die niedersächsischen (Bagger)Seen sind grundwassergespeist. Im Zuge der langanhaltenden Dürre im Sommer und Herbst 2018 wurde sowohl in den Naturseen als auch in den Baggerseen ein ungewöhnlich geringer Wasserstand beobachtet, kleinere Gewässer trockneten teilweise ganz aus. Als Folge des Klimawandels wird für Niedersachsen ein regional unterschiedliches Bild der Grundwasserneubildung erwartet. Im Norden und Süden des Landes ist durch den erhöhten Winterniederschlag mit einem durchschnittlichen Grundwasseranstieg zu rechnen, in der Mitte Niedersachsens wird die Grundwasserneubildung tendenziell abnehmen [5]. In diesen Gebieten kann es zukünftig zu verschärften Nutzungskonflikten um Wasserressourcen kommen, wobei der landwirtschaftliche Sektor der einzige ist, dessen Wasserbedarf in den Sommermonaten zukünftig steigen wird [5]. Gerade in der östlichen Hälfte Niedersachsens wird vorrangig Marktfruchtanbau betrieben, und die Felder werden über mehrere Monate immer wieder künstlich bewässert. Durch diese Bewässerung sinkt der Grundwasserspiegel in den besonders trockenen Monaten, was sich direkt auch auf die grundwassergespeisten Seen auswirkt. Verbesserungen in der Bewässerungstechnik und der Einsatz alternativer Wasserquellen sind mögliche Lösungsansätze [6], um extreme Grundwasserniedrigstände zu vermeiden und so auch lokale Fischsterben durch Niedrigwasser zu verhindern. Das Konfliktfeld zwischen landwirtschaftlicher Grundwassernutzung und anglerischer Gewässerbewirtschaftung ist bisher kaum präsent. Der AVN erwartet aber eine Zunahme der mit sinkenden Grundwasserpegeln verbundenen Nutzungskonflikte. Die landwirtschaftlichen Betriebe und die Agrarforschung arbeiten intensiv an Verbesserungen der Bewässerungstechniken [6]. Auf lokaler Ebene werden die Konflikte um die Ressource Grundwasser dennoch zunehmen und müssen auf politischer Ebene bekannt gemacht und bestenfalls gelöst werden.



**>> Für Bachforelle, Äsche, Quappe und Wandersalmoniden wie Lachs und Meerforelle sind dies extrem große Unterschiede, die deren Fortbestand in unseren Gewässern maßgeblich beeinträchtigen können. <<**

**Was kann gegen steigende Wassertemperaturen unternommen werden?**



Wenn die Wassertemperaturen weiter steigen, ergeben sich insbesondere für die heimischen Kaltwasserfischarten neue Stresssituationen. Unsere Fließgewässersysteme sind bereits heute durch menschliche Hand stark verändert. Mangelnde Beschattung, Flussbegradigungen und fehlende Gewässerrandstreifen prägen das Bild. Die Konsequenz dieser Gewässerverbauung ist unter anderem eine starke künstliche Erwärmung, ganz ohne zusätzlichen Klimawandel. So betrug die maximale Differenz der Wassertemperatur zwischen vollständig beschatteten und unbeschatteten Verhältnissen in der Böhme (Lüneburger Heide) im Sommer 2005 bei Niedrigwasserabfluss bis zu 11 °C! [5] Ähnliche Beispiele finden sich in ganz Niedersachsen. Für Bachforelle, Äsche, Quappe und Wandersalmoniden wie Lachs und Meerforelle sind dies extrem große Unterschiede, die deren Fortbestand in unseren Gewässern maßgeblich beeinträchtigen können. In anderen Worten: Starke Temperaturerhöhungen als Konsequenz menschlicher Flussverbauung und zusätzlichem Klimawandel können zum lokalen Aussterben heimischer Fischarten führen.

Der Einfluss der Beschattung auf die Wassertemperatur in Fließgewässern scheint aktuell größer zu sein als die durch Klimawandel zu erwartende Wassererwärmung [5]. Somit kann durch eine konsequente Revitalisierung der Fließgewässer wesentlich zum Gewässer- und Fischartenschutz beigetragen werden und die Folgen des Klimawandels gegenüber heutigen Verhältnissen stark abgemildert werden (Hinweis: Gilt nicht für Standgewässer). Ein Konsortium, bestehend aus Experten und Wissenschaftlern verschiedener Fachrichtungen und gefördert vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur, schlug dazu bereits im Jahr 2013 folgendes vor: „Das Auftreten kritischer Wassertemperaturen kann durch den Ausbau der Ufergehölzvegetation deutlich reduziert werden. Positive Nebeneffekte sind eine verbesserte Lösung von Sauerstoff im Gewässer durch geringere Wassertemperaturen, verringerte Makrophyten- und Algenentwicklung durch verringerten Strahlungseinfall sowie eine mögliche Reduzierung von Nährstoffeinträgen durch eine Vegetationspufferzone zwischen landwirtschaftlichen Nutzflächen und dem Fließgewässer“. [5]

Aus Sicht des AVN ist dem nichts hinzuzufügen! Diese Forderung entspricht exakt den jahrzehntelangen Bemühungen der Anglerschaft um eine naturnahe Gestaltung heimischer Fließgewässer und zudem den verbindlichen Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie.

**>> Somit kann durch konsequente Revitalisierung der Fließgewässer wesentlich zum Gewässer- und Fischartenschutz beigetragen werden. <<**

**Was kann gegen Blaualgen unternommen werden?**

Blaualgen treten vorrangig in stehenden Gewässern auf, und die Prognose für die Zukunft ist negativ. Eine weitere Erwärmung der Seen wird kaum zu verhindern sein. Im Zuge dieser Erwärmung sind die Wasserkörper länger geschichtet, wodurch vollständig sauerstofffreie Zonen im Tiefenwasser entstehen. Unter diesen Bedingungen werden Nährstoffe aus dem Bodensediment gelöst, welche wiederum das Wachstum von Blaualgen fördern. Der Freizeitwert der Seen für Angler und alle anderen Nutzer wird dadurch tendenziell sinken [4]. Dagegen kann so gut wie nichts unternommen werden. Angelvereine sollten ihre Gewässer verstärkt beobachten, Sauerstoffmessungen von der Oberfläche bis zum Grund durchführen, um Veränderungen frühzeitig zu erkennen und in besonders kritischen Gewässern darauf vorbereitet sein, notfalls das Wasser belüften zu können. Dies wird nicht in allen Fällen möglich sein, die Investition in entsprechende Mess-, Belüftungs- und Pumpentechnik wird aber eine zukünftige Herausforderung für Angelvereine darstellen.



**Ein Ausblick in die Zukunft**

Lange Hitze- und Dürreperioden werden als Folge des Klimawandels auch für Niedersachsen vorhergesagt. Das NLWKN geht in einer ausführlichen Studie von zunehmenden Niederschlagsmengen im Frühjahr, Herbst und Winter und länger anhaltenden Dürreperioden im Sommer aus.

**>> Der Klimawandel ist also gerade in den Binnengewässern bereits Realität, mit einer Verschlechterung der Situation ist zu rechnen. <<**

Insbesondere im Norden und Süden des Landes ist mit Zunahmen der Regenmengen außerhalb des Sommers zu rechnen, für die Mitte Niedersachsens sagen die Experten die größten sommerlichen Trockendauern voraus [3]. Das extreme Wetter aus dem Jahr 2018 wird sich also wahrscheinlich häufiger wiederholen. Für Fische, Gewässer und Angler kann das zu einem ernstem Problem werden.

Flüsse und Seen sind durch die Klimaerwärmung bereits deutlich wärmer geworden. Das von der internationalen Gemeinschaft angestrebte Ziel, die Erderwärmung auf unter 2 °C zu begrenzen, wurde bei den Temperaturen des Oberflächenwassers in den vergangenen Jahrzehnten in den Sommermonaten bereits erreicht oder sogar überschritten [4]. Dies gilt auch für Niedersachsen [3]!

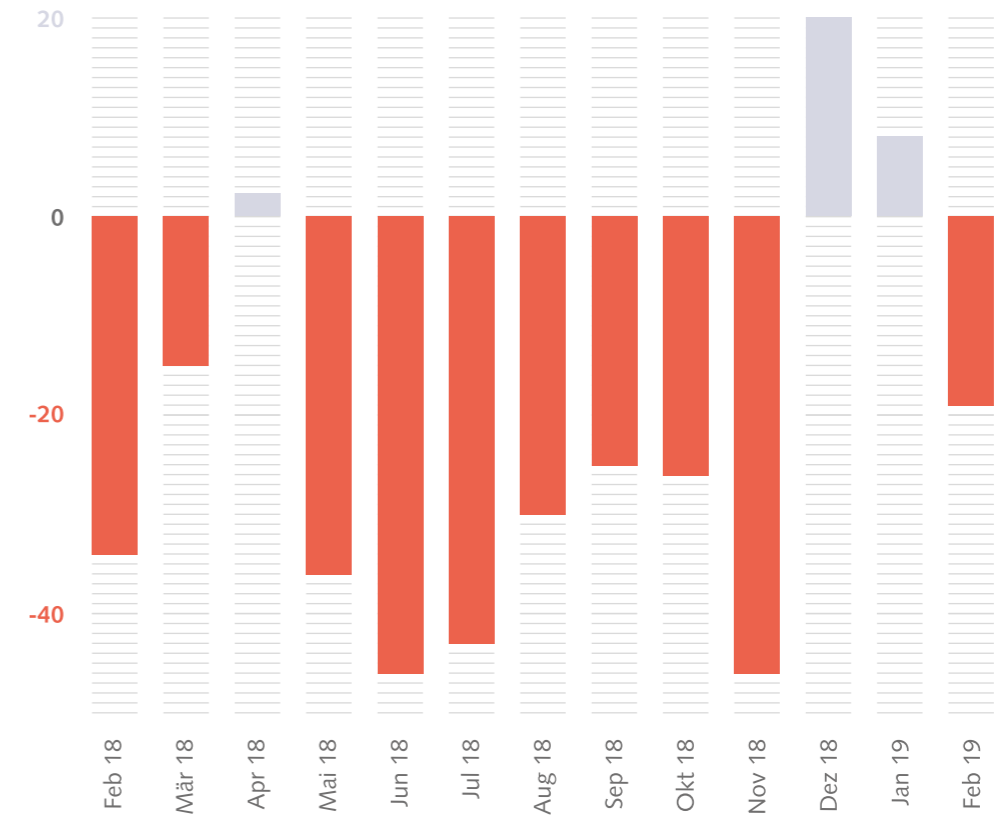
Der Klimawandel ist also gerade in den Binnengewässern bereits Realität, mit einer Verschlechterung der Situation ist zu rechnen. Somit werden sich hitzebedingte Fischsterben wiederholen, die Umweltbedingungen für Fische in den Gewässern werden häufiger außerhalb optimaler Bereiche liegen, auch wenn die ökologischen und biologischen Konsequenzen noch nicht vollumfänglich abschätzbar sind [4].

**Was sollten Angler und Angelvereine unternehmen?**

Die anstehenden klimatischen Veränderungen werden zunehmen. Negative Auswirkungen auf Fischbestände, Gewässer und Freizeitwerte der Gewässer sind zu erwarten. Die individuellen Auswirkungen und mögliche Gegenmaßnahmen sind vielfältig und regional sehr unterschiedlich. In Abhängigkeit der jeweiligen Gewässersituation sollten die Angelvereine einen engen Kontakt zu den zuständigen Behörden und Ressourcennutzern aufbauen und aufrechterhalten. Dies können die unteren Wasser- und Naturschutzbehörden, der Entwässerungsverband oder die Landwirte vor Ort sein.

Auch regionale politische Kontaktpflege ist zu nennen. Der AVN wird dies auf Landesebene ebenso vorantreiben und versuchen, bestmögliche politische Rahmenbedingungen für die Angelvereine zu schaffen. Weiterhin sollte angestrebt werden, möglichst jeden Verein mit ausreichend guter Wassermess-technik zu versorgen. Nur über eine kontinuierliche Dokumentation der Umweltbedingungen ist es überhaupt möglich, Fischsterben vorherzusehen und rechtzeitig reagieren zu können.








Zudem sollten in den kommenden Jahren individuelle Notfallpläne entwickelt werden, wie im Falle eines hitzebedingten Fischsterbens zu verfahren ist und welche Gerätschaften dafür notwendig sind (beispielsweise Wasserbelüfter oder Wasserpumpen). Letztlich sollten Bewirtschafter von Fließgewässern durch Bepflanzungsaktionen die Beschattung und damit die Reduktion der Wassertemperaturen fördern. Gerne ist der AVN dabei behilflich, auch bei der Beantragung von Fördergeldern.



Niederschlag // Abweichung vom langjährigen Durchschnitt (l/m²)



## Politische Forderungen des AVN

-  Flächendeckende Etablierung von Gewässerrandstreifen und Fließgewässerbeschattung
-  Etablierung überregionaler Maßnahmenkataloge zur Entwässerung sulfatsaurer Böden
-  Eindeutige Neuregelung der Fischentsorgung im Falle von Fischsterben und finanzielle Kompensation bewirtschaftender Angelvereine
-  Etablierung von Notfallplänen zur Grundwassernutzung in Dürreperioden um Mindestwassermengen sicherzustellen und akuten Wassermangel in Oberflächengewässern zu verhindern
-  Finanzielle Unterstützung der Angelvereine zur Abwendung klimatisch bedingter Folgeschäden für aquatische Ökosysteme und Förderung entsprechender Mess- und Pumptechnik
-  Finanzielle Unterstützung der Angelvereine- und Verbände beim Monitoring der Fischbestände und der aquatischen Ökosysteme
-  Etablierung von durch Anglern geleitete ökologische Schutzstationen an Stand- und Fließgewässern

## Literatur

- [1] Heumann S., E. Gehrt, J. Gröger-Trampe (2018). Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebietern: Entstehung, Vorerkundung und Auswertungskarten. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. Geofakten 24.
- [2] Sutela, T., T. Vehanen (2017). The effects of acidity and aluminium leached from acid-sulphate soils on riverine fish assemblages. *Boreal Environment Research*, 22, 385-391.
- [3] Hölscher J., U. Petry, M. Bertram, M. Anhalt, S. Schmidtke, U. Haberlandt, H. Müller, S. van der Heijden, C. Berndt, A. Verworn, M. Wallner, A. Belli, J. Dietrich, G. Meon, K. Förster, M. Gelleszun, G. Riedel, A. Lange, F. Eggelsmann (2012). Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland. *Oberirdische Gewässer Band 33*, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Herausgeber).
- [4] IGB (Herausgeber) (2018). IGB Dossier. Seen im Klimawandel. Diagnosen und Prognosen aus der Langzeitforschung. Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin.
- [5] Wallner M., U. Haberlandt, F. Krause, S. van der Heijden, N. Maier, J. Dietrich, A. Fangmann, M. Gelleszun, K. Förster, M. Gocht, K. Stein, G. Meon, M. Herold, T. Ptak, M. Sauter, V. Spering, F. Verworn, K.H. Rosenwinkel, A. Heuer, S. Lange, C. Forberg, A. Haas, B. Restemeyer, B. Gerkensmeier, M. Anhalt, J. Hölscher (2013). Auswirkungen von Klimaänderungen auf Wasserangebot, Hochwasserrisiko und Gewässerbelastung in Niedersachsen (KLIFWA). KLIFW – Klimafolgenforschung in Niedersachsen, Abschlussbericht – Forschungsthema 6: Binnengewässer.
- [6] Schimmelpfenning S., J. Anter, C. Heidecke, S. Lange, K. Röttcher, F. Bittner (2018). Bewässerung in der Landwirtschaft. Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09. 2017 in Suderburg (No. 1422-2018-301).

