

Die Aquakultur im Klimawandel: Auswirkungen, Herausforderungen und Anpassungs- optionen. Ergebnisse der Dialogplattform »Nachhaltigkeit in der Aquakultur«

WOLFGANG LEXER¹, BERNHARD FERNER¹ & FLORIAN BORGWARTD²

1 Umweltbundesamt

2 Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement

Einleitung

Am 11. Juni 2019 fand in der Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik in Wien die zweite Dialogplattform »Nachhaltigkeit in der Aquakultur« statt. Auf Einladung des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) und des Umweltbundesamts diskutierten mehr als 50 heimische FischproduzentInnen, VertreterInnen von Vereinen & Verbänden, von zuständigen Bundes-, Landes- und Forschungsstellen, von Handelsketten sowie von NGOs zu aktuellen Herausforderungen der heimischen Aquakultur.

In Österreich produzierte Fische decken nur etwa 6 % des gesamten inländischen Konsums an Fisch und Meerestieren. Um die in der Aquakultur 2020 Strategie geforderte »Reduktion der Importabhängigkeit« zu unterstützen, setzte sich die Dialogplattform »Nachhaltigkeit in der Aquakultur« das Ziel, Lösungsvorschläge zu diskutieren, wie mehr heimischer Fisch auf die Teller der Österreicherinnen und Österreicher kommen kann.

Dazu wurden bei der Dialogplattform Herausforderungen der Aquakultur festgehalten sowie Lösungen und nötige Schritte diskutiert. Durch verschiedene Dialogformate sollte möglichst allen TeilnehmerInnen die Möglichkeit gegeben werden im Laufe des Tages zu Wort kommen zu können. Neben Vorträgen, Statements, moderierten Podiums- und Publikumsdiskussionen erfolgte in Kleingruppendiskussionen zwischen ReferentInnen und Teilnehmenden eine Vertiefung von Schwerpunktthemen. Somit wurde ein guter Wissens- und Erfahrungsaustausch gewährleistet.



Abb. 0: Bei der Dialogplattform wurden Schwerpunktthemen in moderierten Kleingruppen intensiv diskutiert.

Foto: Bernhard Ferner

Neben Vorträgen zu den durch den Europäischen Meeres- und Fischereifonds (EMFF) geförderten Projekten zu Datenerhebung und Kontrolle, Ernährungsempfehlungen für den Fischkonsum und Vermarktungsinitiativen heimischer Fische, standen drei Schwerpunktthemen am Programm:

- Wasserrecht und wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen
- Futtermittel für die zukünftige Aquakultur sowie
- Klimawandel – Herausforderungen für die Aquakultur und Lösungen

Der vorliegende Beitrag fasst die Aussagen der ExpertInnen sowie die berichteten Praxiserfahrungen der FischproduzentInnen zum Thema »Einfluss des Klimawandels auf die Aquakultur« zusammen. Der Artikel ist als »Scoping-Paper«, also einer Feststellung des Untersuchungsrahmens für das Thema, zu verstehen. Er identifiziert die Problemfelder und Herausforderungen der Aquakultur infolge des Klimawandels, stellt erste Anpassungsoptionen und deren Bandbreite vor und definiert in diesem Sinne den Rahmen für weitere Untersuchungen und Prozesse.

Ergebnisse

Klimawandel und Anpassung

Klimawandel ist kein Zukunftsszenario mehr, sondern eine Tatsache. Als Alpenland ist Österreich stärker vom Klimawandel betroffen als andere europäische Regionen. Seit 1880 ist die Jahresmitteltemperatur in Österreich bereits um rund 2 °C gestiegen (APCC 2014; BMNT 2017a). Dies entspricht dem Doppelten der mittleren globalen Erwärmung von rund 1 °C seit 1850 (IPCC 2013; WMO 2018). Die Erwärmungsrate hat sich seit den 1980er Jahren deutlich beschleunigt: die auf globaler Ebene fünf wärmsten jemals gemessenen Jahre sind alle im Zeitraum 2014 – 2018 aufgetreten – alle 10 wärmsten Jahre wurden seit dem Jahr 1998 gemessen. In Österreich sind rund 1 °C des bisherigen Temperaturanstiegs seit vorindustrieller Zeit allein auf die letzten 25 Jahre zurück zu führen (APCC 2014). 20 der wärmsten Jahre seit dem Beginn instrumenteller Messungen wurden seit 1989 verzeichnet. Das Jahr 2018 war mit 2,4 °C über dem langjährigen Mittel das bisher wärmste Jahr in der 250-jährigen Messgeschichte in Österreich (ZAMG 2018).

Ein Fortschreiten der globalen Erwärmung im Laufe des Jahrhunderts ist aufgrund der Trägheit des Klimasystems und der Langlebigkeit von Treibhausgasemissionen in der Atmosphäre bereits zu einem beträchtlichen Teil unvermeidbar. Das Klimaänderungssignal für die nächsten Jahrzehnte, d.h. die weitere Erwärmung, ist durch die Emissionen der Vergangenheit bereits weitgehend vorgegeben und wäre selbst durch einen hypothetischen sofortigen Stopp des weiteren Ausstoßes von Treibhausgasen bis in die Mitte des 21. Jahrhunderts hinein kaum noch beeinflussbar. Längerfristig (bis zum Ende des 21. Jahrhunderts und darüber hinaus) ist die weitere Temperaturentwicklung hingegen stark von der Intensität verschiedener Klimaschutzaktivitäten abhängig und dementsprechend maßgeblich durch die vom Menschen verursachten, zukünftigen Emissionen beeinflusst. Hieraus folgt, dass beide etablierten Handlungssäulen der Klimapolitik, Schutz und Anpassung, gleichermaßen zwingend notwendig sind: zum einen rasche und entschiedene Anstrengungen zum Klimaschutz, sprich Reduktion von Treibhausgasemissionen, um unbeherrschbare Klimaänderungen zu vermeiden; zum anderen Maßnahmen zur Anpassung an bereits beobachtete und erwartete zukünftige Klimaänderungen, um nachteilige Klimawandelfolgen, Schadensrisiken und Kosten zu vermeiden bzw. zu verringern, aber auch sich ergebende potenzielle Vorteile zu nutzen (BMNT 2017a). Klimaschutz und Klimawandelanpassung sind dabei unmittelbar voneinander abhängig: das Gelingen oder Versagen beim Klimaschutz von heute entscheidet über das Ausmaß des Anpassungsbedarfs von morgen.

Klimaszenarien: Entwicklung von Temperatur und Niederschlag

In den aktuellen ÖKS15-Klimaszenarien für Österreich (Chimani et al. 2016), die den Klimawandelanpassungs-Strategien von Bund und Bundesländern zugrunde liegen, wird die heimische Klimaentwicklung für die nahe Zukunft (2021 – 2050) und die fernere Zukunft (2071 – 2100) sowie für zwei Treibhausgas-Konzentrationspfade, die mit globalen Emissionsverläufen korrespondieren, modelliert: ein »business-as-usual«-Szenario mit weiterhin ungebremsen Treibhausgasemissionen (RCP8.5) und ein moderates Klimaschutzszenario (RCP4.5). Die Projektionen zeigen, dass im Vergleich zur Referenzperiode 1971 – 2000 ein weiterer Anstieg der österreichweiten Jahresmitteltemperatur um ca. 1,4 °C bis 2050 zu erwarten ist, wobei sich beide Szenarien aufgrund der oben erwähnten weitgehenden Festlegung des Klimaänderungssignals bis zur Mitte des Jahrhunderts kaum unterscheiden. Langfristig wird eine Szenarienabhängige Bandbreite des

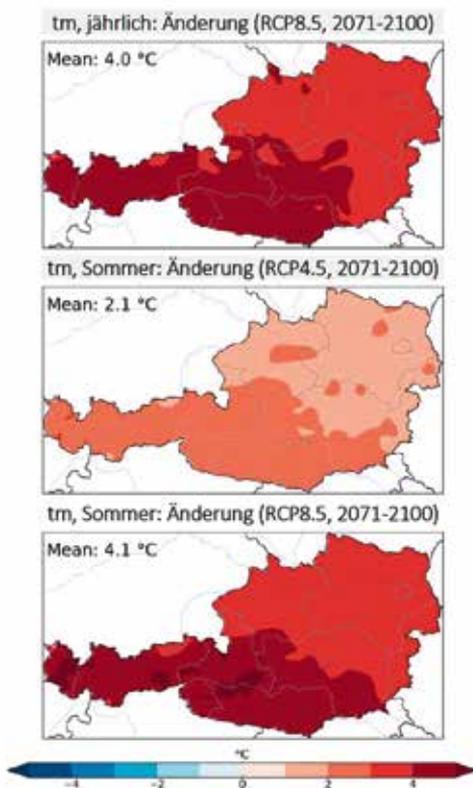


Abb. 1: Oben: Änderung der Jahresmitteltemperatur in der ferneren Zukunft des RCP8.5. Mitte: Änderung der Mitteltemperatur in den Sommermonaten der ferneren Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Mitteltemperatur in den Sommermonaten der ferneren Zukunft des RCP8.5.

Quelle: (2016). Endbericht ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich – Daten – Methoden – Klimaanalyse, Version 1. Vienna, Austria. CCCA Data Centre. PID: <https://hdl.handle.net/20.500.11756/06edd0c9>. [September 9, 2019]

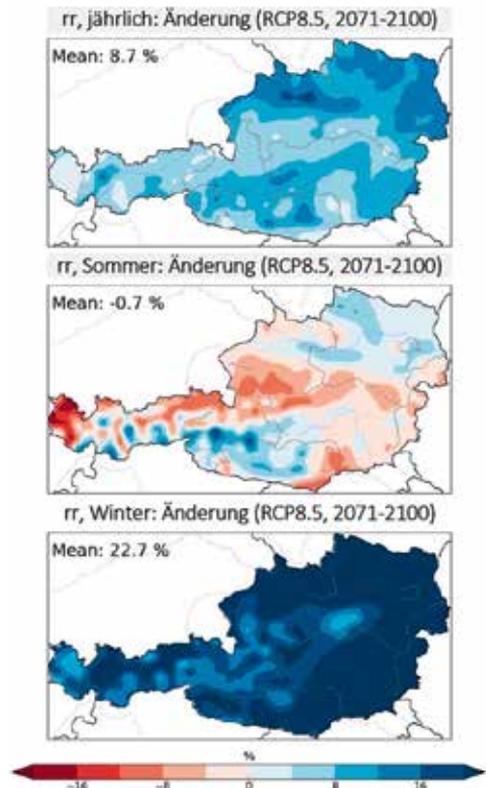


Abb. 2: Oben: Änderung des Jahresniederschlags in der ferneren Zukunft des RCP8.5. Mitte: Änderung des Sommer-Niederschlags in der ferneren Zukunft des RCP8.5. Unten: Änderung des Winter-Niederschlags in der ferneren Zukunft des RCP8.5.

Quelle: (2016). Endbericht ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich – Daten – Methoden – Klimaanalyse, Version 1. Vienna, Austria. CCCA Data Centre. PID: <https://hdl.handle.net/20.500.11756/06edd0c9>. [September 9, 2019]

Temperaturanstiegs von 2,3 °C (RCP4.5) bis zu 4,0 °C (RCP8.5) projiziert, wobei die stärkste Erwärmung im Winter sowie im Westen und Süden Österreichs eintritt. Im Zuge ansteigender Mittelwerte werden auch Hitzeextreme verstärkt auftreten. Bereits für die nahe Zukunft ergibt sich eine weitere Zunahme von Sommertagen (maximale Tagestemperatur > 25 °C) und Hitzetagen (maximale Tagestemperatur > 30 °C) über weite Gebiete Österreichs, die während des Sommers im Alpenvorland, im Klagenfurter Becken und im Flach- und Hügelland am stärksten ausgeprägt ist und in der fernen Zukunft in der Südost-Steiermark ein jährliches Plus von bis zu 50 Sommertagen und 37 Hitzetagen bedeuten kann.

Die Modellierung der künftigen Niederschlagsentwicklung ist im Vergleich zur Temperatur mit größeren Unsicherheiten behaftet. Diese Unsicherheiten stehen im Zusammenhang mit dem kleinräumig differenzierten alpinen Reliefs und der Lage Österreichs im Übergangsbereich zwischen atlantisch, mediterran und pannonisch geprägten klimatischen Einflussbereichen, sowie einer stärkeren räumlichen und zeitlichen Variabilität. Signifikante Änderungen der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmengen ergeben sich in den ÖKS15-Klimaszenarien erst langfristig und insbesondere im Extremszenario RCP8.5, für welches Zunahmen von 8,7 % im österreichweiten Mittel sowie regional bis + 18 % ausgewiesen werden. Saisonal betrachtet ist langfristig von einer Tendenz zur Verlagerung von Niederschlagsmaxima in den Winter auszugehen, wobei die Zunahme im RCP8.5-Szenario regional bis zu 30 % betragen kann. Damit zusammenhängend ist eine höhenabhängige Verschiebung von Niederschlag in Form von Schnee zu Regen zu erwähnen, was sich u. a. auf die Wasserspeicherung auswirkt. Schon rein atmosphärenphysikalisch betrachtet, ist eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von v. a. kleinräumigen Starkniederschlagsereignissen zu erwarten, insbesondere im Zusammenhang mit sommerlichen konvektiven Gewittergeschehen (Frei et al 2006).

Neben den »schleichenden« klimatischen Veränderungen ist zu erwarten, dass neben Starkniederschlägen auch andere Extremwetterereignisse, wie Hagel, Hitzewellen, Trockenperioden und Sturmereignisse, künftig häufiger und intensiver auftreten werden, was in unmittelbarer Folge zur Verstärkung und Ausweitung hydrologischer und gravitativer Naturgefahrenprozesse, wie Hochwasser, Muren, Hangrutschungen und Steinerschlag, sowie entsprechender Schadensereignisse führt. Die ökonomischen Auswirkungen von wetterbedingten Extremereignissen in Österreich sind bereits jetzt erheblich und haben in den letzten drei Jahrzehnten zugenommen (APCC 2014).

Klimawandelfolgen

Die Veränderung von Temperatur- und Niederschlagsregimen impliziert, dass sich auch eine Vielzahl anderer klimaabhängiger Parameter ändern. Neben der direkten Einwirkung klimatischer Stimuli auf die natürliche Umwelt und menschengemachte physische Strukturen (Gebäude, Infrastruktur, etc.), manifestieren sich die Auswirkungen des Klimawandels daher auch über Wirkfolgenketten, indem direkte Einflüsse in weiterer Folge wiederum indirekte wirtschaftliche und soziale Kaskadenwirkungen in Mensch-Umwelt-Systemen auslösen. Graduelle klimatische Veränderungsprozesse und klimawandelgetriebene Extremereignisse führen zu bereits jetzt spürbaren Auswirkungen auf alle Bereiche von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Klimawandelfolgen betreffen auf direkte und indirekte Weise so gut wie alle natürlichen Systeme (z. B. Wasserhaushalt, aquatische Lebensräume, Biodiversität) und deren Ökosystemleistungen (z. B. Schutzwirkung des Waldes, Wasserrückhalt), ökonomische Sektoren (z. B. Land- und Forstwirtschaft, Tourismus, Wasserwirtschaft, Energiewirtschaft), Land- und Raumnutzungen (einschließlich Siedlungsraum und Infrastruktur) sowie Bevölkerungsgruppen (Gesundheit, Privathaushalte, vulnerable Gruppen).

Ausmaß und Form der Klimawandel-Betroffenheit werden räumlich unterschiedlich verteilt sein und hängen von Faktoren wie der sektoralen und regionalen Vulnerabilität und Anpassungskapazität ab. Klimawandelfolgen und andere Veränderungstrends, wie Landnutzungswandel und bestehende Umweltbelastungen, können sich dabei wechselseitig verstärken (z. B. tragen Flächenversiegelung und Intensivierung agrarischer Landnutzungen zu erhöhtem Hochwasserrisiko bei; bei stofflichen Vorbelastungen von Gewässern können Niederwassersituationen die Wasserqualität zusätzlich kritisch beeinträchtigen).

Veränderung relevanter klimaabhängiger Parameter und Auswirkungen auf die Aquakultur

Durch temperatur- und niederschlagsinduzierte Veränderungen beeinflusst der Klimawandel stark und unmittelbar die Hydrosphäre, den Wasserhaushalt und die aquatischen Biozöosen. Als ökosystembasierte und wasserabhängige Primärproduktionsform wird der Aquakultur dementsprechend auch in der Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (BMNT 2017b) eine hohe Vulnerabilität zugeschrieben. Die Auswirkungen des Klimawandels manifestieren sich bereits heute vorrangig über i) den Anstieg der Wassertemperatur (Oberflächengewässer, Quell-/Grundwasser), ii) Veränderungen von Wasserdargebot und -verfügbarkeit (Abflussregime, Grundwasserregime), und iii) Extremwetterereignisse (Starkniederschläge, Extremtemperaturen und Hitzewellen, Trockenheitsperioden).

ROLLE DER AQUAKULTUR IM KLIMAWANDEL

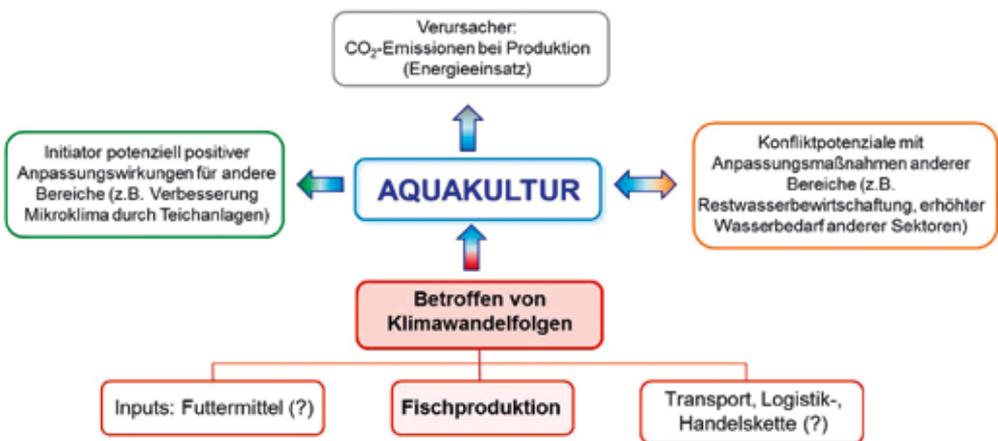


Abb. 3: Der Klimawandel betrifft die Aquakultur vor allem durch die Auswirkungen von Klimaänderungen; diese können tendenziell auf die gesamte Produktions- und Wertschöpfungskette einwirken.

Grafik: Wolfgang Lexer (Umweltbundesamt)

Basierend auf Auswertungen von Messdaten, wissenschaftlicher Literatur, Expertenvorträgen, Interviews mit AquakulturproduzentInnen in Österreich, Diskussionen und Workshops wurden im Zuge der Dialogplattform »Nachhaltigkeit in der Aquakultur«, die am 11. Juni 2019 stattfand, beobachtete und erwartete Veränderungen relevanter klimaabhängiger Parameter identifiziert sowie deren Auswirkungen auf die Fischzucht diskutiert.

Hinsichtlich der Auswirkungen ist zwischen den in Österreich dominierenden Produktionsformen der »Salmonidenzucht« und der »Karpfenteichwirtschaft« zu differenzieren. Betreiber von Kreislaufanlagen nehmen hingegen den Klimawandel derzeit (noch) nicht als relevante Einflussgröße wahr, nicht zuletzt, weil die Produktionsbedingungen wesentlich besser künstlich kontrolliert werden können.

Wassertemperatur (Oberflächengewässer, Quell- und Grundwasser)

Das natürliche Temperaturregime von Fließgewässern charakterisiert sich durch einen Temperaturanstieg im Längsverlauf (Lahnsteiner 2019). Dementsprechend sind Flussoberläufe kühler und Unterläufe wärmer, was mit einer entsprechenden Gliederung und Veränderung der Fischzönosen einhergeht (Huet 1959). Die quellnahe Wassertemperatur ist grundsätzlich ähnlich der Grundwassertemperatur und schwankt im Jahresverlauf nur wenig (Lahnsteiner 2019). Das thermale Regime der Gewässer unterliegt vielen Einflussfaktoren, wobei Einwirkungen der Atmosphäre und die Abflussverhältnisse zwei der wichtigsten Faktoren darstellen (Caissie 2006). Da der Klimawandel den Strahlungsantrieb beeinflusst, kommt es auch zu einer Erwärmung von Gewässern.

Die Wassertemperatur österreichischer Flüsse ist seit den 1980er Jahren im landesweiten Mittel um + 1,5 °C im Sommer und + 0,7 °C im Winter gestiegen (BMLFUW 2011). Melcher et al. (2013) haben im Zeitraum 1976 bis 2010 an 30 ausgewählten Flüssen eine Zunahme der mittleren Temperatur im August um bis zu 2,5 °C festgestellt. Dies impliziert, dass bei anhaltend hohen Sommertemperaturen lokal und zeitweise eine noch wesentlich stärkere Wassererwärmung möglich ist. In einer Studie mit Daten von Donau und Elbe wurde gezeigt, dass die Erwärmung im Frühjahr früher einsetzt und die Anzahl von Tagen mit warmen Temperaturen seit den 1980er Jahren angestiegen ist (Markovic et al., 2013) Bis 2050 ist ein weiterer Anstieg um + 0,7 – 1,1 °C im Sommer und um + 0,4 – 0,5 °C im Winter zu erwarten (ACRP 2014).

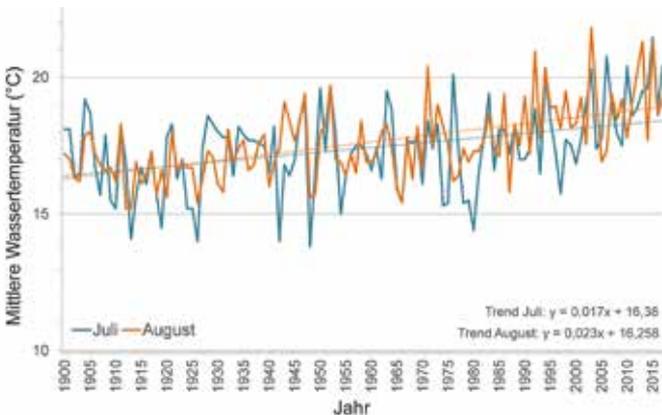


Abb. 4: Entwicklung der mittleren Wassertemperatur der Donau bei Hainburg in den Monaten Juli und August von 1900 bis 2015.

Daten: Hydrographisches Zentralbüro (HZB); Grafik: Florian Borgwardt (Universität für Bodenkultur, Inst. f. Hydrobiologie und Gewässermanagement).

An größeren österreichischen Seen wurde ebenfalls eine signifikante, aber regional sehr unterschiedlich ausgeprägte Zunahme der Oberflächenwassertemperaturen im Ausmaß von + 0,9 – 1,7 °C gemessen (2001 – 2005 relativ zu 1960 – 1989) (ACRP 2014). Eine weitere Erwärmung der mittleren Wassertemperaturen in der Bandbreite von 1,2 – 2,6 °C wird bis 2050 als wahrscheinlich eingeschätzt (ACRP 2014). Nahezu gleichlaufend zur Lufttemperatur, wenngleich in geringerem Ausmaß, ist die Temperatur an den österreichischen Grundwassermessstellen von 1997 bis 2009 um durchschnittlich + 0,7 °C (Bandbreite: + 0,4 – 1,3 °C) angestiegen; eine weitere Zunahme um + 0,2 – 1,0 °C bis 2050 gilt als wahrscheinlich (Umweltbundesamt 2011; BMLFUW 2011).

Die Wassertemperatur beeinflusst Fische als wechselwarme Lebewesen direkt und indirekt und stellt somit für die Fischzucht einen zentralen Parameter dar. So beeinflusst die Wassertemperatur den Wasserchemismus und den Stoffwechsel und damit das Wachstum von Fischen, bewirkt jedoch physikalisch bedingt eine Abnahme des Sauerstoff-Gehalts des Wassers. Weiters beschleunigt eine höhere Wassertemperatur biochemische Prozesse und verschiebt das Ammonium-Ammoniak-Gleichgewicht in einen für Fische ungünstigen Bereich. Da Erwärmung die Stoffwechselaktivität der Fische erhöht, steigt deren Sauerstoff- und Energiebedarf, wodurch die Temperatur-Sauerstoff-Schere zunehmend auseinander klafft.

Insbesondere in der Salmonidenzucht steigt durch den Klimawandel das Risiko, dass die Wassertemperatur häufiger und länger den Präferenz- sowie den Toleranzbereich der Fischarten verlässt. Diese Temperaturbereiche variieren zwischen den Arten und innerhalb einer Art zwischen den unterschiedlichen Lebensstadien. So verfügen die Eier und Jungfische zumeist über geringere Toleranzbereiche als adulte Fische, was sie anfälliger macht. Im Toleranzbereich gibt es noch keine negativen (aber auch keine positiven) Effekte; geht die Temperatur über den Toleranzbereich hinaus ist im negativen Auswirkungen zu rechnen.

Grundsätzlich wachsen Fische bei höherer Temperatur schneller, womit erhöhte Temperaturen bis zu einer gewissen Grenze und zu bestimmten Zeiten (Winterhalbjahr) die Wachstumsraten von Salmoniden steigern können. Erhöhte Spitzenwerte und länger andauernde Überschreitungen des Präferenzbereichs können rasch zu sinkenden oder sogar negativen Wachstumsraten bis hin zu erhöhten Mortalitätsraten und Verlusten ganzer Fischbestände führen. Deshalb ist es besonders wichtig saisonale Effekte zu beachten, wie z. B., dass ein geringeres Wasserdargebot in Kombination mit höheren Temperaturen zu längeren Perioden jenseits des Toleranzbereichs führen kann.

In natürlichen Gewässern ist nachgewiesen, dass temperaturbedingte Habitatveränderungen zur Veränderung von aquatischen Lebensgemeinschaften und zur Verschiebung von Fischbiozönosen führen. Dies manifestiert sich u. a. in Abundanzverschiebungen von der Bach- zur Regenbogenforelle im Oberlauf, der Verdrängung sauerstoff- und kälteliebender Salmonidenarten durch ubiquitäre Weißfischarten, einer Verengung des Artenspektrums im Mittellauf bis hin zu kompletten Ausfällen temperatursensibler Arten (Pletterbauer et al. 2015). Höhere Temperaturen erhöhen zudem die Infektionsempfindlichkeit von Fischen und begünstigen die Ausbreitung von Pathogenen und Parasiten außerhalb ihres ursprünglichen Verbreitungsgebietes, einschließlich der Etablierung neuer (invasiver) Erreger von Fischkrankheiten. Das heißt, dass direkte (physiologischer Stress durch höhere Temperatur) und indirekte (verstärkte Auftreten von Krankheiten)



Abb. 5: Bachforelle: eine der »Verlierer«-Fischarten des Klimawandels.

Foto: © Wolfgang Gessl | www.pisces.at

Auswirkungen des Klimawandels zu einer Mehrfachbelastung der Fische führt. Am Beispiel der Bachforelle und der Proliferativen Nierenkrankheit (PKD) kann gezeigt werden, dass mit steigenden Wassertemperaturen die Ausbruchswahrscheinlichkeit von PKD, die Erkrankungsschwere sowie die Mortalitätsrate zunehmen (Borgwardt 2019). In der Schweiz wird der PKD eine entscheidende Rolle für den Rückgang der Bachforelle zugesprochen (Fischnetz, 2004)

In Kombination mit Niederwassersituationen können erhöhte Temperaturen aufgrund schlechterer Verdünnungsraten und längerer hydraulischer Verweildauer des Wassers die Wasserqualität empfindlich beeinträchtigen, v. a., wenn bereits stoffliche Vorbelastungen im Vorfluter auftreten; dies ist insbesondere bei Durchflussanlagen in der Forellenzucht relevant. Aber auch Karpfenteichwirte berichten von zunehmenden Problemen mit der Wasserqualität während sommerlicher Hitzeperioden in eutrophen und hypertrophen Teichen, wobei verstärkte Ausscheidungen der Fische und unangepasste Fütterung die Situation verschärfen können. Ein durch höhere Temperaturen verstärktes Wachstum von Algen und Wasserpflanzen kann zu einer übermäßigen Sauerstoffzehrung während der Nacht führen, wenn die Pflanzen heterotroph atmen, und zu Hypoxie (Sauerstoffmangel) im Wasser führen.

Im Unterschied zur Salmonidenzucht können höhere Wassertemperaturen in der Karpfenteichwirtschaft eine Ausdehnung der Wachstumsperiode ermöglichen, solange artspezifische physiologische Grenzen nicht überschritten werden. Da es sich bei der Karpfenteichwirtschaft um eine Polykultur handelt, sind temperaturinduzierte Auswirkungen auf Fischzuwächse jedoch grundsätzlich artenabhängig. FischzüchterInnen berichten weiters, dass die Erwärmung in tieferen Teichanlagen häufiger zur Ausbildung von stabilen Temperaturschichtungen mit sauerstoffarmen Tiefenzonen führt, was den verfügbaren Lebensraum der Fische reduziert und sie anfälliger für Prädatoren und andere Umwelteinflüsse (wie direkte Sonneneinstrahlung) macht. Das Spektrum der möglichen Auswirkungen ist bei quell- bzw. grundwassergespeisten Fischzuchtanlagen grundsätzlich ähnlich wie bei Zu-/Durchflussanlagen, wobei das Ausmaß der Folgen durch die geringeren absoluten Temperaturanstiege gemildert wird.

Die möglichen Konsequenzen für die Fischproduktion – überwiegend, aber nicht ausschließlich in der Salmonidenzucht – reichen von erhöhten Produktionsrisiken über einbußen (erhöhte Fischmortalität, geringere Zuwachsraten) bis hin zum kompletten Ertragsverlust (Ausfall ganzer Fischbesätze). Hinzu kommen erhöhte Aufwände (Geld, Arbeitszeit, Material) für die Bewirtschaftung, Fütterungsmanagement, Überwachung, Kontrolle von Fischkrankheiten und allfällige (technische) Anpassungsmaßnahmen,



Abb. 6: Graskarpfen: eine der »Gewinner«-Fischarten des Klimawandels.

Foto: © Wolfgang Gessl | www.pisces.at

wodurch sich das ökonomische Aufwands-Ertragsverhältnis kritisch verschlechtern kann. Für Vermarktung und Absatz scheint der ernährungswissenschaftliche Hinweis relevant, dass sich bei höheren Temperaturen die Omega-3-Fettsäuren-Produktion von Forellen reduziert (Kiefer 2019). Hingegen könnten sich für die Karpfenteichwirtschaft auch Vorteile in Form von (begrenzt möglichen) Produktionssteigerungen ergeben.

Wasserdargebot/-verfügbarkeit (Abfluss- und Grundwasserregime)

Durch Veränderungen räumlicher und saisonaler Niederschlagsmuster, geringerem Schneeanteil am Winter-Niederschlag, Abschmelzen der Gletscher und temperaturbedingt erhöhte Verdunstung, beeinflusst der Klimawandel das Abflussverhalten von Flüssen, Seen, Grundwasserkörpern und Quellschüttungen. Für die Aquakultur sind dabei insbesondere die für die Fischzucht nutzbaren Wassermengen in ausreichender Qualität eine zentrale Einflussgröße, wobei praktisch v. a. ein verändertes Wechselspiel von »zu wenig« und »zu viel« Wasser Bewirtschaftungsprobleme verursacht.

Bei den mittleren Jahresabflüssen sind in Österreich in der Vergangenheit generell eher geringe Änderungen zu beobachten, wobei dennoch regional differenzierte Unterschiede auffallen: einem Trend zur Abflusszunahme im zentralen Alpenraum steht ein Trend zur Abnahme im Süden gegenüber (ACRP 2014). Bis 2050 wird in großen Teilen Österreichs außer im Westen und Süden mit steigenden Jahresabflüssen gerechnet, wohingegen längerfristig bis 2100 eine generell rückläufige Tendenz bei den Mittelwasserabflüssen erwartet wird (ACRP 2014). Für die Fischproduktion besonders relevant sind saisonale Abflussveränderungen. Im Einklang mit den beobachteten und erwarteten jahreszeitlichen Niederschlagsverschiebungen zeigen sich diesbezüglich in Österreich generelle Trends zur Abnahme von Sommerabflüssen im Ausmaß von 10 – 20 % und zur Erhöhung von Winterabflüssen um bis zu 20 %, ausgenommen im Süden, wo ganzjährig abnehmende Abflüsse dominieren (BMLFUW 2011, ACRP 2014). In der Zukunft wird eine Verstärkung des bestehenden Trends erwartet: höhere Winterniederschläge mit temperaturbedingt geringerem Schneeanteil werden die Winterabflüsse weiter erhöhen, während durch geringere Sommerniederschläge und höhere Verdunstungsraten die Sommerabflüsse sich weiter vermindern werden. Daraus resultiert in Bezug auf das Oberflächenwasser-Dargebot eine zukünftig hohe Vulnerabilität v. a. für jene Regionen, die bereits jetzt geringe Abflussspenden aufweisen (Osten und Südosten) (ACRP 2014, BMLFUW 2011). Bei den beobachteten Änderungen der Niederwasser-Abflüsse stehen Reduktionen im östlichen Flachland, Süden und Südosten (Sommer-Niederwasserregime) Erhöhungen in alpinen Gebieten (Winter-Niederwasserregime) gegenüber. Auf Basis der Klimaszenarien wird erwartet, dass sich dieser Trend in der absehbaren Zukunft fortsetzt, wobei generell und in allen Einzugsgebieten mit häufigeren Niederwassersituationen im Sommer zu rechnen ist (ACRP 2014). Das heißt Herbst-Niederwassersituationen, wie sie in weiten Teilen Österreichs typisch sind, werden im Jahresgang früher und über längere Zeiträume auftreten. Hinzuzufügen ist, dass temperaturbedingte Einflüsse auf das Abflussverhalten generell sicherer sind als niederschlagsbedingte.

Am entgegengesetzten Ende des Abflussspektrums ist in den letzten 30 Jahren eine Zunahme von Hochwässern in 20 % der Einzugsgebiete festzustellen, am stärksten nördlich des Alpenhauptkamms und im Winter. Zukünftig sind häufigere und intensivere Hochwässer im Winter bzw. zeitigen Frühjahr wahrscheinlich. Zudem ist von einer Zunahme des kleinräumigen Überflutungsrisikos durch höhere lokale Starkniederschlagsintensitäten auszugehen, wobei auch Hangwässer und flächenhafte Oberflächenabflüsse zum erhöhten Risiko beitragen. Nach Modellierungsergebnissen wird allein der klimawandelbedingte Schadensanteil von Hochwässern im Zeitraum 2036 – 2065 eine Wohlfahrtsverringerung von bis zu einer Mrd. Euro pro Jahr verursachen (Prettenthaler

et al. 2014), und ein einzelnes 100-jährliches Hochwasser wird zu Gebäudeschäden von € 4 bis 7 Mrd. zur Mitte des Jahrhunderts und von € 8 bis 41 Mrd. bis 2100 führen (Steininger et al. 2015).

Beobachtete Schwankungen der Grundwasserkörper weisen in Österreich regional unterschiedliche Trends auf und können auch auf natürliche Klimavariabilität und Wassernutzungsänderungen zurückgeführt werden (BMNT 2017b). Zu beobachten waren verminderte Grundwasserneubildungen v. a. im Süden und Osten sowie teils abnehmende oder stärker schwankende Quellschüttungen v. a. oberflächennaher Quellen. Längerfristig ist in Zukunft mit einer Abnahme der mittleren Bodenfeuchte während des Sommerhalbjahrs sowie mit abnehmenden Grundwasserständen in außer- und randalpinen Lagen im Süden und Osten zu rechnen, wohingegen im Norden und Westen aufgrund höherer Winterniederschläge steigende Grundwasserpegel erwartet werden (BMLFUW 2011; ACRP 2014; BMNT 2017b). Insbesondere Regionen, die bereits heute sinkende Grundwasserpegel aufweisen und bei Trockenheit von Wasserknappheit betroffen sind, gelten in Zukunft als hoch vulnerabel (BMNT 2017b).

Den berichteten Erfahrungen der Fischzüchter zufolge wurde die Produktion in den letzten Jahren zunehmend häufiger durch Niederwasser- und/oder Hochwasser-Situationen eingeschränkt. Der projizierte Rückgang der Sommerabflüsse und regional häufigere Niederwasserstände reduzieren die Wasserverfügbarkeit und gefährden die Kontinuität der Dotierung von Durchflussanlagen mit ausreichenden Wassermengen gerade in der sommerlichen Haupt-Wachstums- und Produktionszeit. Geringere Wassermengen implizieren geringere Besatzdichten, verschärfen die Fischprädatoren-Problematik und können durch den reduzierten Verdünnungseffekt und verminderte Durchflussraten die erforderliche Wasserqualität gefährden. Karpfenteichwirte berichten von häufigeren Herausforderungen durch schwierigere Befüllbarkeit von Teichen und bei der Fischhälterung bis hin zum Trockenfallen von Teichen im Extremfall.

In Phasen sommerlicher Trockenperioden kommt es durch das Zusammenwirken von mangelnder Wasserverfügbarkeit mit gleichzeitigen Verbrauchsspitzen zudem zunehmend zu Konkurrenzsituationen mit anderen Wassernutzungen, wie Landwirtschaft, Energiewirtschaft oder Tourismus/Freizeit. Einschränkungen insbesondere für SalmonidenproduzentInnen resultieren zudem aus den rechtlichen Vorgaben für die Restwasserbewirtschaftung in Vorflutern, wodurch sich in Trockenperioden die erlaubten Entnahmemengen für Fischzuchtanlagen weiter verringern. Bereits heute regelmäßig auftretende Folgen von Hochwässern umfassen die Verunreinigung mit eingeschwemmten Trüb-, Nähr- und Schadstoffen, die Ausschwemmung von Fischen sowie physische Schäden an Fischzuchtanlagen und zugehöriger Infrastruktur. Das bei Hochwässern zu- und durchfließende Überschusswasser ist zudem für die Anlagen nicht nutzbar.

Die fischereiwirtschaftlichen Auswirkungen von Hoch- und Niederwasser-Situationen sind ähnlich: beides kann zu Produktionsbeeinträchtigungen, Fischverlusten und Ertragsminderungen bis hin zu Totalverlusten von Fischbesätzen führen. Hinzu kommen erhöhte Instandhaltungs- und Sanierungskosten nach Hochwasserschäden, zusätzliche Investitionskosten für (technische) Anpassungsmaßnahmen sowie höhere Aufwände und Transaktionskosten für Management, Vereinbarungen mit anderen WassernutzerInnen, behördliche Abläufe und Genehmigungen (z. B. betreffend Hochwasserschutzmaßnahmen oder Wasserentnahmen), etc. Da vor dem Hintergrund der beschriebenen Klimaänderungstrends davon auszugehen ist, dass sich der Problemdruck ohne Anpassungsmaßnahmen in vielen Fällen verschärfen wird, können die Auswirkungen in ihrem gesamten Zusammenspiel die wirtschaftliche Existenzbasis von FischzüchterInnen ernsthaft gefährden.

Extremwetter- und Naturgefahrenereignisse

Hierunter können meteorologische Extremereignisse (Starkregen, Hagel, Gewitter, Sturm, Hitze, Trockenheit) sowie hydrologische (Flusshochwässer, niederschlagsbedingte Überflutungen) und gravitative Naturgefahrenprozesse (Hangrutschungen, Steinschlag, Bergsturz, Lawinen), die häufig durch extreme Witterungsbedingungen ausgelöst werden, subsummiert werden. Klimawandelbedingte Veränderungen von Hitze und Hochwasser sowie deren Auswirkungen auf die Fischzucht wurden bereits unter den Aspekten der Wassertemperatur und der Abflussvolumina von Vorflutern behandelt. Extremereignisse treten definitionsgemäß statistisch selten auf; die Modellierung von Veränderungen im Zuge des Klimawandels ist daher mit hohen Unsicherheiten verbunden. Grundsätzlich lassen Klimamodelle für die Zukunft aber eine Zunahme von Extremwetterereignissen, v. a. von Starkniederschlägen und Unwettern, erwarten. Die ÖKS15-Szenarien projizieren bis 2100 eine Zunahme der maximalen Tagesniederschläge um 16,2 % (RCP4.5) bzw. 23,5 % (RCP8.5) sowie der maximalen 5-tägigen Niederschlagsmenge um bis zu 40 % in nördlichen und östlichen Regionen Österreichs (RCP8.5).

In Verbindung mit den erwarteten Veränderungen von Temperatur, Niederschlagsverteilung und Abflüssen ist davon auszugehen, dass sich die künftige Häufigkeit, Intensität und das räumliche Auftreten von Naturgefahrenereignissen verändern. Je nach den regionalen und lokalen Gegebenheiten kann es vielfach zu einer Ausweitung der Gefährdungsbereiche von Überschwemmungen, Muren, Hangrutschungen und Sturzprozessen kommen.

Ähnlich wie bei Hochwasser kann der Oberflächenabfluss bei Starkniederschlägen zur Einschwemmung von Erosionsmaterial, Sedimenten, Trüb- und Schadstoffen in Fischzuchtanlagen führen, insbesondere in der Nachbarschaft von erosionsanfälligen landwirtschaftlichen Nutzflächen. Indirekt können auch die Überstauung von Wassergewinnungsgebieten und die Trübung von oberflächennahen Quellwasserspendern im Zuge von Überflutungen die Wasserqualität von Zuläufen der Fischzuchtanlagen temporär beeinträchtigen. Grundsätzlich muss auch mit häufigeren physischen Schäden durch direkte Einwirkung von Extremwetter- und Naturgefahrenereignissen auf Anlagen und Infrastruktur gerechnet werden. Die betrieblichen Auswirkungen auf die Aquakultur sind Beeinträchtigungen der Produktion in unterschiedlichem Ausmaß und von unterschiedlicher Dauer sowie erhöhte Kosten für Instandsetzungs-, Reparatur-, Ersatz- und Schutzmaßnahmen.

Diskussion: Möglichkeiten der Klimawandelanpassung in der Aquakultur

Die erörterten Auswirkungen des Klimawandels auf die Aquakultur in Österreich sind für die BetreiberInnen von Aquakulturanlagen vielfach bereits spürbar und werden diese zukünftig vor verstärkte Herausforderungen stellen. Ein Schwerpunkt der Dialogplattform am 11. Juni 2019 lag daher darauf, in interaktiven Diskussionsformaten (Podiumsdiskussion und Workshops im Format »Stehcafé«) mit den Betroffenen erste Handlungsstrategien für die Klimawandelanpassung in der Aquakultur zu entwickeln und Lösungsansätze zu identifizieren.

Ein wesentliches Ergebnis war, dass in Reaktion auf den wachsenden Problemdruck Anpassungsmaßnahmen zum Teil bereits individuell und »autonom« eingeleitet wurden, wenngleich nicht immer als bewusste Maßnahme im Kontext des Klimawandels. Auf Basis einer Zusammenschau von ExpertInnenvorträgen, Diskussionsbeiträgen, Workshops und von im Vorfeld der Veranstaltung durchgeführten Interviews mit AquakulturbetreiberInnen wurden im Folgenden Anpassungsoptionen für die österreichische Aquakultur identifiziert, die sowohl bestehende Maßnahmen als auch Vorschläge für künftige Maßnahmen umfassen. Die nachfolgende Zusammenstellung kann dabei nur eine **erste Sammlung von Anpassungsoptionen** sein, die die Bandbreite der Handlungsmöglich-

keiten aufzeigen und die eine weitere Diskussion anstoßen soll. Zahlreiche mögliche Anpassungsmaßnahmen können auf betrieblicher Ebene umgesetzt werden, bedürfen aber vielfach der Unterstützung von (Fach)Politik, öffentlicher Verwaltung, Forschung und Interessenvertretungen sowie der Kooperation mit anderen privaten Akteuren (wie GrundstückseigentümerInnen, LandwirtInnen). Eine Differenzierung nach Salmonidenzucht und Karpfenteichwirtschaft, die teils unterschiedlicher Maßnahmen bedürfen, wird nachfolgend jedoch nicht explizit vorgenommen.

• **Anpassungen von Bewirtschaftungskonzepten und der Managementpraxis:**

Ansatzpunkte bieten beispielsweise die Anpassung von Besatzdichten, Umstellungen bei der Fütterung (z. B. in zeitlicher Hinsicht: früherer Fütterungsbeginn im Frühjahr und mögliches Aussetzen im Hochsommer), der Wechsel zu klimaresilienteren Fischarten bzw. -varietäten, die kontinuierliche Überwachung von Rahmenbedingungen und Maßnahmenwirksamkeit sowie die flexible Nachjustierung von Maßnahmen im Rahmen eines adaptiven Managements.

• **Beschattung:** Beschattung ist die effektivste Maßnahme, um zu hohen Wassertemperaturen in Aquakulturen entgegenzuwirken. Die Beschattung von Anlagen kann auf natürliche Weise durch Baum- und Gehölzpflanzungen oder auch unterstützend durch technische Beschattungsmaßnahmen erfolgen. Wesentlich wäre, dass in Kooperation mit Grundeigentümern, Gewässerbewirtschaftern und Naturschutzbehörden bereits stromauf entlang des Vorfluters für natürliche Beschattung gesorgt wird. Beschattung allein wird jedoch insb. in der Salmonidenzucht mittelfristig nicht ausreichen, sondern wird durch technische Maßnahmen unterstützt werden müssen.

• **Technische Anpassungsmaßnahmen** (von BetreiberInnen genannte Beispiele): das künstliche Einbringen von Sauerstoff; die Belüftung bei zu geringen Wassermengen; die Errichtung von Teilkreislauf-Anlagen (Installation von Pumpsystemen, die bei Wasserknappheit das Zurückpumpen von Wasser ermöglichen); Zuleitungen von Wehr-/Stauanlagen, die in Extremsituationen aktiviert werden können (aufgrund des Eingriffs in Wassernutzungsrechte, der Errichtung von Zuleitungen über fremdes Grundeigentum und der Kosten schwierig umzusetzen); technische Hochwasserschutzmaßnahmen (in Abstimmung mit zuständigen Behörden); Abdeckungen von Fischteichen zum Schutz der Fische vor direkter Sonneneinstrahlung und UV-Licht; Neuerrichtung bzw. Vergrößerung von Teichanlagen, um Pufferkapazitäten zu schaffen.

• **Landschaftsbezogenes Wassermanagement:** Dies kann Maßnahmen und Vereinbarungen mit anderen Land- und WassernutzerInnen zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft sowie zur Regelung von Wasserentnahmen in Trockenperioden umfassen. Dies erfordert insbesondere Kooperation und Abstimmung mit der Landwirtschaft. In Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden können auch die Renaturierung von Feuchtgebieten oder die Errichtung von Retentionsanlagen zur Verbesserung des Wasser-



Abb. 7: Naturnahe Gewässerstrukturen, Ufervegetation und natürliche Beschattung sind die wirkungsvollste Vorbeugung gegen zu starke Wassererwärmung.

Foto: Florian Borgwardt (Universität für Bodenkultur, Inst. f. Hydrobiologie und Gewässermanagement).

haushalts in der Landschaft beitragen. Entsprechende Pufferstreifen mit Ufervegetation können, neben dem Beschattungseffekt, auch den Eintrag von Feinsedimenten reduzieren und so die Feinstofffracht bei Hochwässern reduzieren.

- **Forschung:** Zucht von Fischarten bzw. -varietäten, die höhere Resilienz gegenüber Klimawandeleinflüssen (wie höhere Wassertemperaturen) aufweisen. Dazu sollen Kooperationen von FischproduzentInnen mit Forschungseinrichtungen intensiviert werden.

- **Versicherungslösungen:** Kooperation mit der Versicherungswirtschaft, um Versicherungsangebote für klimawandel- bzw. witterungsbedingte Produktionsausfälle bereit zu stellen. Durch geeignete Koppelung von Versicherungsprämien und Selbstbehalten an das individuelle Risiko- und Vorsorgeniveau können zugleich privatwirtschaftliche Anreize für betriebliche Anpassungsmaßnahmen gesetzt werden. Denkbar wäre es auch, die (Teil)Kompensation von Produktionsverlusten infolge von Extremereignissen aus dem staatlichen Katastrophenfonds zu ermöglichen (Hochwasserbedingte Schäden fallen bereits in die Zuständigkeit des Fonds; ähnlich könnten extreme Hitzeperioden als Katastrophe eingestuft werden). Allerdings kann dies auch einen Fehlanreiz für privates Nicht-Handeln bei der Anpassung darstellen.

- **Öffentlicher Governance-Rahmen und finanzielle Unterstützung:**

- *Climate-proofing* von Neuerrichtungen: Neue Produktionsstandorte sollten im Rahmen einer verstärkten behördlichen Prüfung und Genehmigung auf die langfristige Standort-eignung unter Klimawandelbedingungen evaluiert werden. Die Ergebnisse aus dem laufenden Forschungsprojekt aquaNovum¹ können hierfür bspw. Grundlagen liefern.

- *Behördliche Genehmigungspraxis:* Die Aquakultur insgesamt sowie viele Anpassungsmaßnahmen auf betrieblicher Ebene unterliegen unterschiedlichen Rechtsmaterien und bedürfen behördlicher Bewilligungen in einer Vielzahl von Kompetenzbereichen. Diesbezüglich wurde von Teilnehmenden der Dialogplattform vielfach der Bedarf nach kurzen Behördenwegen und straffen sowie konsistenten Abläufen geäußert, um rascheres Handeln, z. B. während extremer Witterungsperioden oder nach Extremereignissen, zu ermöglichen. Beispiele sind Bewilligungen für das Rückpumpen von Ablaufwasser im Bedarfsfall, die Realisierung von technischen Hochwasserschutzmaßnahmen, die Mehrfachnutzung von Retentionsbecken für Zwecke der Fischzucht, oder die Handhabung der Wasserentnahme in Restwasserstrecken.

- *Förderungen:* Durch Bereitstellung öffentlicher Förderangebote für Investitionen in Anpassungsmaßnahmen können positive Anreize für privates Handeln von AnlagenbetreiberInnen geschaffen werden. Zum Beispiel könnten entsprechende Maßnahmen über den EMFF (Europäischer Meeres- und Fischereifonds) förderfähig gemacht werden. Durch Koppelung von Fördervergaben an entsprechende Auflagen könnte zudem sichergestellt werden, dass langfristige Klimaänderungen bei der Maßnahmenplanung vorausschauend berücksichtigt werden.

- *Informationsbereitstellung:* Erstellung und Vermittlung von spezifisch aufbereiteten Grundlageninformationen, Entscheidungs- und Umsetzungshilfen, um AnlagenbetreiberInnen bei Maßnahmen zur Bewältigung von Klimawandelfolgen zu unterstützen. Eine konkrete Möglichkeit wäre die Einarbeitung einer Checkliste zu Klimawandelrisiken in eine aktualisierte »Leitlinie für die Errichtung von Aquakulturanlagen« (BMLFUW 2012).

- *Forschung und Beratungsleistungen:* Verstärkte Bereitstellung finanzieller Mittel für spezifische Forschungs- und Beratungsleistungen für die Aquakulturbedeure.

- *Bewusstseinsbildung und Vermarktung:* Durch den Klimawandel bedingte Änderungen bei der Fischproduktion benötigen nicht nur ein Umdenken bei den ProduzentInnen, sondern auch bei anderen Akteuren entlang der Verarbeitungs- und Wertschöpfungskette

sowie nicht zuletzt bei den KonsumentInnen. Dies wäre insbesondere notwendig, wenn die Produktion auf neue bzw. andere Fischarten umzustellen ist.

Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurden im Sinne eines »Scoping«-Ansatzes die Bandbreite der durch den Klimawandel bedingten Problemfelder und Herausforderungen für die Aquakultur in Österreich untersucht sowie erste Handlungsoptionen zur Klimawandelanpassung aufgezeigt. Damit soll ein Beitrag zur Themensetzung, zur Ableitung vertieften Untersuchungsbedarfs und zur weiteren Diskussion dieses Themenfeldes geleistet werden.

Die identifizierten ersten Maßnahmen bieten eine Grundlage, die zur Entwicklung einer Strategie bzw. eines Maßnahmenprogramms zur »Klimawandelanpassung in der Aquakultur« genutzt werden kann. Zudem benötigen AnlagenbetreiberInnen spezifische Informationsgrundlagen, Entscheidungs- und Umsetzungshilfen, nicht zuletzt beim Umgang mit Unsicherheiten im Zusammenhang mit dem Klimawandel. Das Umweltbundesamt und andere Fachinstitutionen können hierzu Expertise anbieten. Hilfreich erscheinen Pilotprojekte, in denen die Wirksamkeit konkreter Klimawandelanpassungsmaßnahmen in der Praxis erprobt und deren Erfolg überprüft werden kann. Dem Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen FischproduzentInnen, Wissenschaft, Verwaltung und Interessenvertretungen wird weiterhin zentrale Bedeutung zukommen, z. B. um von guten Praxisbeispielen lernen und neue Forschungsergebnisse berücksichtigen zu können. Die Fortführung der Dialogplattform »Nachhaltigkeit in der Aquakultur« kann zusätzlich dazu beitragen und wurde von allen TeilnehmerInnen einhellig befürwortet.

¹ https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=de&menue_id_in=300&id_in=12151

DANKSAGUNG

Dem Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT), Abteilung EU-Koordination Klima und Umwelt, als Auftraggeber der Dialogplattform. Der Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik in Wien, die einerseits die Räumlichkeiten für die Dialogplattform zur Verfügung gestellt hat und andererseits eine großartige Unterstützung bei der organisatorischen Abwicklung der Veranstaltung war.

Allen ReferentInnen, insbesondere jenen, die neben den Autoren zum Thema Klimawandel Vorträge gehalten haben und somit substanzialen Beitrag für den vorliegenden Artikel zur Verfügung gestellt haben: Christian Bauer & Franz Lahnsteiner, BAW Institut für Gewässerökologie und Fischereiwirtschaft. Abschließend aber nicht zuletzt ein großes Dankeschön allen TeilnehmerInnen, die z. T. weite Anreisen nicht gescheut haben und wertvolle Inputs gegeben haben, die wir im Artikel aufgreifen konnten.

LITERATUR

- APCC – Austrian Panel on Climate Change, 2014. Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014. Austrian Assessment Report 2014 (AAR14). Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich. 1096 Seiten. ISBN 978-3-7001-7699-2
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2011. Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft. Studie der TU Wien.
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2017a. Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Teil 1 – Kontext. Vom Ministerrat beschlossen am 22.08.2017.
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2017b. Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Teil 2 – Aktionsplan. Vom Ministerrat beschlossen am 22.08.2017.
- Borgwardt, F., 2019. Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf Fisch und Wasser. Vortrag bei der Dialogplattform 2019 »Nachhaltigkeit in der Aquakultur« am 29.05.2019 in Wien.
- Caissie, D. 2006. The thermal regime of rivers: a review, *Freshwater Biology*. Blackwell Publishing Ltd., 9600 Garsington Road Oxford OX 4 2 DQ UK, 51(8), pp. 1389–1406. doi: 10.1111/j.1365-2427.2006.01597.x.
- Chimani B., Heinrich G., Hofstätter M., Kerschbaumer M., Kienberger S., Leuprecht A., Lexer A., Peßenteiner S., Poetsch M.S., Salzmann M., Spiekermann R., Switaneck M. und H.Truhetz, 2016. ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich. Daten, Methoden und Klimaanalyse. Projektendbericht, Wien.
- Fischnetz (2004). Dem Fischrückgang auf der Spur. Kurzbericht des Projekts Netzwerk Fischrückgang Schweiz. Dübendorf, Bern, EAWAG, BUWAL.
- Frei, C., Schöll, R., Fukutome, S., Schmidli, J. and P.L. Vidale, 2006. Future change of precipitation extremes in Europe: Intercomparison of scenarios from regional climate models. *Journal of Geophysical Research* 111.

- Huet, M. 1959. Profiles and biology of Western European streams as related to fish management, Transactions of the American Fisheries Society. Taylor & Francis, 88(3), pp. 155–163.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Kiefer, I., 2019. Ist Fisch gesund? Ernährungsempfehlungen zum Fischkonsum. Vortrag bei der Dialogplattform 2019 »Nachhaltigkeit in der Aquakultur« am 29.05.2019 in Wien.
- Lahnsteiner, F., 2018. Einfluss des Klimawandels auf die Salmonidenfischzucht in Österreich. Vortrag bei der Dialogplattform 2019 »Nachhaltigkeit in der Aquakultur« am 29.05.2019 in Wien.
- Markovic, D., Scharfenberger, U.; Schmutz, S.; Pletterbauer, F.; Wolter, C. 2013. Variability and alterations of water temperatures across the Elbe and Danube River Basins, Climatic Change, 119(2), pp. 375–389. doi: 10.1007/s10584-013-0725-4.
- Melcher, A., Borgwardt, F., Kremser, H. und S. Schmutz, 2013. Temperaturansprüche und Auswirkungen des Klimawandels auf die Fischfauna in Flüssen und unterhalb von Seen. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 65(11-12):408–417.
- Pletterbauer, F., Pinter, K. und G. Unfer, 2015. Fischökologische Studie zur Pielach unter besonderer Berücksichtigung der Wassertemperatur. Eine Studie im Auftrag des niederösterreichischen Landesfischereiverbands und des Revierverbands IV – St. Pölten. Wien.
- Pretenthaler, F., Kortschak, D., Hochrainer-Stigler, S., Mechler, R., Urban, H., Steininger, K.W., Matt Themeßl, M., Wolf, A., Kriechbaum, M. und M. Pech, 2014. Auswirkungen des Klimawandels auf die durch Fließgewässer bedingte Hochwassergefährdung in Österreich. Fact Sheet Katastrophenmanagement, Projekt COIN. Graz: Climate Change Centre Austria. <http://coin.ccca.at/node/70>
- Steininger, K., König, M., Bednar-Friedl, B., Kranzl, L., Loibl, W. and F. Pretenthaler (eds.), 2015. Economic Evaluation of Climate Change Impacts: Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria. Springer.
- Umweltbundesamt, 2011. Trends der Grundwassertemperatur. Untersuchungen von Daten der Überwachung des Gewässerzustandes in Österreich. Umweltbundesamt, Wien.
- WMO – World Meteorological Organization, 2018. WMO Statement on the State of the Global Climate in 2017.
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geophysik, 2018. Österreichisches Klimabulletin 2018.

Anton Planansky – Teil I

INTERVIEWPARTNER: PETER WEBER (Ö1), MICHAELA BODNER
TRANSKRIPTION: STEPHANIE SALZMANN

Vermutlich 1994 aufgenommen (1908 geboren, zum Zeitpunkt des Interviews 86 Jahre alt)
Interviewaufnahme zur Verfügung gestellt von Dr. Christian Bauer BAW



Anton Planansky wurde am 16. Mai 1908 in Kunas, im Bezirk Neuhaus (CZ) geboren. Er besuchte die Volksschule in Schamers sowie die Bürgerschule in Neubistritz. Seine fischereiliche Karriere begann er 1925 als Praktikant der staatlichen Teichwirtschaft Neuhaus, er war jedoch auch für die größte südböhmische Teichwirtschaft in Wittingau tätig. Nach seinem Militärdienst im Jahr 1928 besuchte er ab 1929 die zweijährige Fischereifachschule in Vodnany. Von 1931 bis 1938 war er für die Teichverwaltung Neuhaus tätig, ab 1935 übernahm er dort den Dienstbezirk Gatterschlag (400 ha) von seinem Vater, der dort als Teich-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [72](#)

Autor(en)/Author(s): Lexer Wolfgang, Ferner Bernhard, Borgwardt Florian

Artikel/Article: [Die Aquakultur im Klimawandel: Auswirkungen, Herausforderungen und Anpassungsoptionen. Ergebnisse der Dialogplattform »Nachhaltigkeit in der Aquakultur« 261-275](#)