

Forschungsprojekte zur Abschätzung des nachhaltigen Produktionspotenzials von Forellenbetrieben in Österreich

CARINA SELIGER¹, MELANIE HASLAUER^{1,2}, GÜNTHER UNFER¹, STEFAN SCHMUTZ¹

¹*Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement,*

Universität für Bodenkultur Wien, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

²*Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Wiener Straße 64, A-3100 St. Pölten*

Abstract

Research projects for assessing the sustainable aquaculture potential in Austria

The Austrian Strategy for promoting national aquaculture aims for an increase of self-sufficiency in the production of freshwater fish. Consequently, it is essential to know the limits of the future aquaculture potential in Austria. As there is currently no standardized method to assess the sustainable production potential, we developed a GIS-based conceptual framework based on available geospatial data for assessing the sustainable trout farming potential along Austrian surface water bodies. Overall, more than 30 criteria were evaluated, transferred to 20 x 20 m raster cells and combined to assess the aquaculture suitability under consideration of water availability, water quality, land resources, potential conflicts with other uses and water conservation targets. Thereby, criteria were classified from highly suitable (1) to unsuitable (0) to calculate the overall suitability of an area. For suitable areas, the production potential was calculated under consideration of environmental standards (i.e. e-flow, emission- and immission thresholds). The results are presented for sub-catchment with a mean size of 17 km² in order to highlight regions with high development potential. Production estimates of ten scenarios indicate a high expansion potential for trout production in Austria.

Einleitung

In Österreich liegt der Selbstversorgungsgrad bei Fisch derzeit nur bei ca. 6 % (Statistik Austria, 2019a). Umgelegt auf ein Jahr bedeutet dies, dass die ÖsterreicherInnen am 22. Jänner den letzten in Österreich produzierten Fisch konsumieren und danach auf Importe angewiesen sind. Während Österreich als Binnenland immer auf den Import von Meeresfischen angewiesen sein wird, ist es dennoch überraschend, dass auch der Bedarf an Süßwasserfischen national bei Weitem nicht gedeckt werden kann.

Die österreichische Strategie zur Förderung der nationalen Fischproduktion »Aquakultur 2020« hat sich im Jahr 2012 eine Erhöhung des Selbstversorgungsgrades bei

Süßwasserfisch von ca. 34 % auf 60 % bis 2020 zum Ziel gesetzt (BMLFUW 2012). Dies hätte im Zeitraum von 2012 bis 2020 einem jährlichen Zuwachs von 3,2 % und einer Erhöhung der jährlichen Produktionsmenge von 3.100 t auf 5.500 t entsprochen. In österreichischen Aquakulturanlagen werden vorwiegend Karpfen (Naturteiche) und Forellen (Durchflussanlagen) produziert. Bei der angestrebten Steigerung von insgesamt 2.400 t sollte die Forellenerzeugung mit einem Zuwachs von 1.800 t (d. h. von 2.200 t auf 4.000 t) durch die Errichtung von Neuanlagen und Produktionssteigerung bestehender Anlagen den größten Teil des Produktionszuwachses bewerkstelligen. Bei der Karpfenproduktion wurde eine Steigerung von 750 t auf 1.000 t (+ 250 t durch Neuanlagen) und bei Kreislaufanlagen eine Steigerung von 150 t auf 500 t (+ 350 t durch Neuanlagen) angestrebt (BMLFUW, 2012).

Laut Statistik Austria (2019b) wurden im Jahr 2018 insgesamt 4.085 t Speisefische produziert und, unter Annahme einer seit 2012 unveränderten Süßwasserfischkonsumation, ein Selbstversorgungsgrad von etwa 45 % erreicht. Dabei leistet die Salmonidenproduktion einen Beitrag von etwa 70 % (d. h. 2.913 t). Obwohl seit 2017 ein stärkeres Wachstum spürbar ist, so kann das für 2020 angestrebte Ziel wohl nicht erreicht werden. Daher stellt sich die Frage, welche Menge an Fisch in Österreich zukünftig und v. a. nachhaltig produziert werden kann.

Zur Förderung eines nachhaltigen Wachstums in der Aquakultur bedarf es detaillierter Analysen und der Entwicklung strategischer Ansätze. Die Entwicklung solcher Instrumente wird auch auf internationaler Ebene immer wieder gefordert. Beispiele dafür sind der »Ecosystem Approach to Aquaculture« (EEA) der Food and Agriculture Organization (FAO, 2007) oder mehrere auf EU-Ebene veröffentlichte Strategien, wie die Biodiversitätsstrategie (European Commission, 2011), die »Blue Growth Initiative« (FAO, 2017) sowie die Ende Mai 2020 im Rahmen des Green Deals vorgestellte »Farm to Fork«-Strategie (FFS; European Commission, 2020), eine Strategie »Vom Hof auf den Tisch« für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem.

Ausgehend von diesen internationalen Ansätzen und der nationalen Strategie »Aquakultur 2020« wurden zwei Forschungsprojekte am Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (Universität für Bodenkultur Wien) initiiert. Das Projekt »aquaTool« (2018 – 2020) wurde vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus zur Entwicklung einer Methode für die Erfassung des zukünftigen Produktionspotenzials von Aquakulturbetrieben in Österreich aufgrund von naturräumlichen Gegebenheiten, bestehenden Nutzungen und gesetzlichen Rahmenbedingungen in Auftrag gegeben. Im parallel laufenden Projekt »aquaNovum« (2018 – 2019), das vom Europäischen Meeres- und Fischereifonds (EMFF 2014 – 2020) gefördert wurde, erfolgte schließlich die nationale Anwendung der entwickelten Methode.

Die bei der Standortsuche für Fischzuchten zu berücksichtigenden Kriterien hängen stark von den avisierten Arten (z. B. Salmoniden oder Karpfen) und deren Produktionsweise (z. B. durchfluss- oder flächenabhängig) ab. Auf dem Gebiet der Karpfenteichwirtschaft wurde bereits im Rahmen des Europäischen Fischereifonds 2007 – 2013 eine Studie gefördert, die ein Karpfen-Steigerungspotenzial mittels Einzelerhebungen und diverser Maßnahmen (wie Revitalisierung, Neubau, Fischfressermanagement, Entlandungsmaßnahmen und Produktionsverbesserungen bestehender Anlagen) grob abschätzte (Schlott, 2013). Da zudem ein Großteil der geplanten Produktionssteigerung laut »Aquakultur 2020« auf Basis der Forellenerzeugung erfolgen soll, lag der Fokus der aktuellen Studien auf diesem Produktionstyp. In Bezug auf die zur

Produktion zur Verfügung stehende Wassermenge lassen sich derzeit nur Oberflächengewässer quantitativ abbilden. Quell- und Grundwasser – obwohl für die Salmonidenproduktion grundsätzlich relevant – können österreichweit qualitativ beurteilt werden, eine mengenmäßige Abschätzung unter Berücksichtigung bestehender Rechte ist aufgrund der Datenlage jedoch nicht möglich, weshalb diese Wasserressourcen in den Analysen nicht berücksichtigt werden konnten.

Im Rahmen des Pilotprojektes wurden bestehende raumbezogene Daten (z. B. Wasserverfügbarkeit, Wasserqualität, Raumverfügbarkeit, mögliche Konflikte mit bestehenden und geplanten Nutzungen sowie Vereinbarkeit mit Zielen des Gewässerschutzes) erfasst, analysiert und kombiniert, um (1) geeignete Regionen zu identifizieren und (2) das grundsätzlich mögliche Ausmaß einer zusätzlichen Nutzung der Fließgewässer für Salmoniden-Durchflussanlagen abschätzen zu können. Die dafür neu entwickelte GIS-basierte Methode orientiert sich an den Erfordernissen einer wasserrechtlichen Bewilligung für neue Anlagen. Da flächendeckende Abflusskennzahlen derzeit nur für Teileinzugsgebiete (TEZG) des digitalen Hydrologischen Atlas Österreichs (digHAO; BMLFUW, 2007) vorhanden sind, bilden diese die kleinste zulässige Einheit zur Darstellung der Ergebnisse. Die Studie kann demnach keine detaillierte Standortbetrachtung ersetzen, gibt aber österreichweit einen ersten fundierten Überblick.

Methodenentwicklung

Räumliche Entscheidungshilfen für eine nachhaltige Entwicklung der Aquakultur sind sehr gefragt (Ross et al., 2013). Auf internationaler Ebene finden sich bereits einige Beispiele für die Zonierung und Standortsuche für Aquakulturanlagen (z. B. Yunis et al. 2020; Francisco et al., 2019). Der Vorteil in der hier vorgestellten Methode liegt jedoch darin, dass für geeignete Zonen auch eine Produktionsabschätzung unter Berücksichtigung potenzieller Umweltauswirkungen erfolgt.

Im April 2019 wurde ein erster Entwurf der entwickelten Methode im Rahmen eines Expertenworkshops, der vom Umweltbundesamt organisiert wurde, präsentiert. Auf Basis des erhaltenen Feedbacks wurden Kriterien ergänzt und die Bewertung einzelner Attribute adaptiert. Im Anschluss wurde eine Sensitivitätsanalyse der einzelnen Kriterien und deren Einstufung hinsichtlich der Aquakultureignung durchgeführt. Als Basis dienten 123 bestehende Durchflussanlagen (Stand 2016), die im Untersuchungsraum verortet werden konnten und in Summe 70 % der Salmonidenproduktion in Österreich abdecken. Im August 2019 folgte schließlich eine Freilandüberprüfung in der Steiermark und in Kärnten gemeinsam mit einem Vertreter des Dachverbands für Fischereiwirtschaft und Aquakultur. Dabei wurde die Eignung von fünf potenziellen Standorten in Blindtests anhand der Einzelparameter vor Ort validiert. Die finale Methode sowie die damit erzielten Ergebnisse wurden schließlich im September 2019 in einem Abschlussworkshop präsentiert.

Untersuchungsgebiet

Da potenzielle Standorte meist nicht zu weit von geeigneten Oberflächenwasserkörpern entfernt sind, wurde das Berichtsgewässernetz des Bundes v10.1 beidseitig um 250 m gepuffert. Der so abgegrenzte Untersuchungsraum deckt mit 17.057 km² rund 20 % Österreichs ab. Um die Verschneidung unterschiedlichen Eingangsdaten (Vektor- und Rasterdaten mit unterschiedlicher Auflösung) zu erleichtern, wurden alle Daten in ein Rasterformat mit 20 x 20 m umgewandelt. Die Präsentation der Er-

gebnisse (mittlere Eignung und Produktionspotenzial) erfolgte schließlich aggregiert für 5.134 TEZGs mit einer durchschnittlichen Größe von 17 km².

Konzeptionelles Modell

Bei der Planung von Aquakulturanlagen ist eine Vielzahl an Gesetzen und Verordnungen zu berücksichtigen. In Österreich garantiert ein umfassender gesetzlicher Rahmen hohe ökologische Standards für neue Aquakulturanlagen. Es kann also von einer nachhaltigen Produktion ausgegangen werden, wenn das Gewässerökosystem keine Zustandsverschlechterung laut EU Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) bzw. Wasserrechtsgesetz (WRG 1959, BGBl. Nr. 215/1959 i. d. g. F.) erfährt, Emissions- (AAEV und AEV Aquakultur, BMLFUW 1996, 2004) sowie Immissionsgrenzwerte (QZV Ökologie und Chemie OG, BMLFUW 2010, 2006) und auch alle weiteren gesetzlichen Vorgaben (z. B. Naturschutz) eingehalten werden.

Die neu entwickelte GIS-basierte Methode orientiert sich deshalb stark an den Anforderungen für eine wasserrechtliche Bewilligung für Neuanlagen. Der verfolgte Ansatz ermöglicht eine ökosystembasierte Analyse künftiger Produktionsszenarien und kann somit ein umweltverträgliches Wachstum der Branche unterstützen. Die Abschätzung des Produktionspotenzials erfolgt auf Grundlage dreier Subanalysen: anhand der Standortanalyse (I) werden geeignete Standorte und deren Eigenschaften ermittelt, welche in die Berechnung der Aquakulturproduktion (II) unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf das Gewässerökosystem (III) einfließen (*siehe Abb. 1*). Die einzelnen Subanalysen und ihre Teilschritte werden in den folgenden Kapiteln grob skizziert.

Standortanalyse

Für die Salmonidenproduktion eignen sich v. a. sommerkalte, klare Fließgewässer in Quellnähe (Forellenregion) mit hoher Wasserqualität. Bei den Standortbedingungen werden die nötigen Parameter betreffend Wasser und Land erfasst, wobei sie hinsichtlich ihrer Eignung für die Salmonidenproduktion bewertet werden.

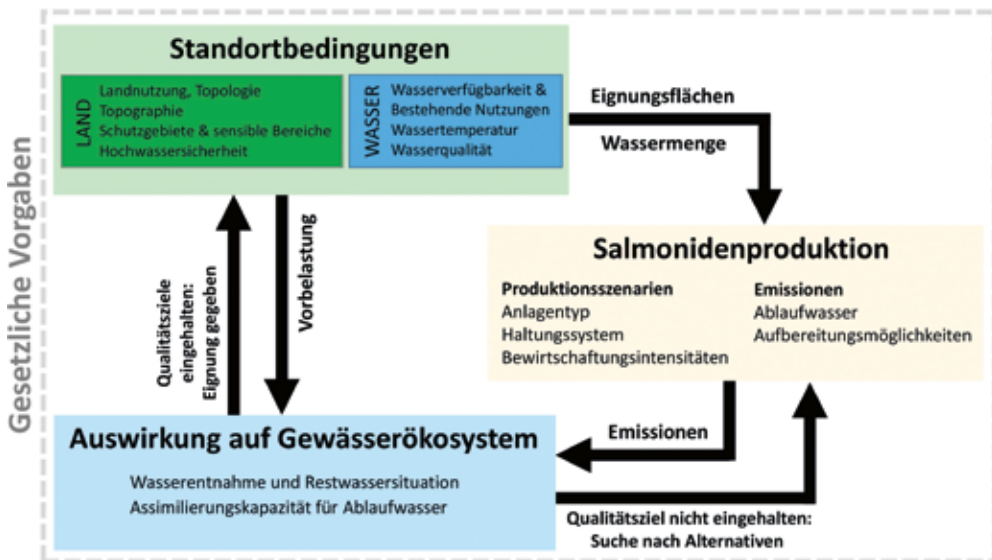


Abb. 1: Konzeptionelles Modell

Beim Wasser werden die Wasserverfügbarkeit (Menge und Variabilität) von Oberflächengewässern sowie die Wassertemperatur und -qualität berücksichtigt. Die Daten des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans 2015 (BMLFUW, 2017) weisen für jeden Wasserkörper Kriterien zur Beurteilung der stofflichen Belastung aus (Zustand, Risiko), wobei nur unbelastete bzw. gering belastete Gewässer als geeignet angesehen werden können. Geeignete Strecken sollten auch nicht im Einflussbereich flussaufgelegener Abwassereinleitungen liegen. Auch Flächen in der Nähe grundwasserrelevanter Altlasten wurden aufgrund des Kontaminationsrisikos ausgeschlossen. Die modellierte Wassertemperatur wurde dankenswerterweise vom ACRP Projekt climateTrout (Borgwardt et al. 2020) zur Verfügung gestellt und ermöglichte neben der Abbildung des Status quo der Wassertemperatur auch die Analyse zukünftiger klimawandelbedingter Wassertemperaturerhöhungen. Der Datensatz bildet jene Wassertemperatur ab, die an 18 Tagen im Jahr überschritten wird ($T_{95\%}$). Dabei wurden Gewässer mit Extremsituationen ($T_{95\%}$) über 16 °C als ungeeignet eingestuft und ausgeschlossen. blieb die Temperatur in warmen Phasen unter 12 °C, so wurde dem Standort eine »sehr hohe« Eignung, bei 12 – 16 °C eine »hohe« Eignung attestiert. Die relevanten Abflussparameter wie z. B. der Mittelwasserabfluss (MQ) oder das mittlere jährliche Tagesniederwasser ($MJNQ_t$) konnten auf Basis der Daten des digHAO je Eignungsfläche abgeschätzt werden. Dabei wurde berücksichtigt, ob sich der Standort am Hauptfluss oder an einem Zubringer des jeweiligen TEZGs befand. Beim Hauptfluss wurde der Abfluss des gesamten Einzugsgebiets flussauf berücksichtigt, während bei kleinen Zubringern nur der im jeweiligen TEZG entstandene Abfluss herangezogen wurde.

Zudem wurde die Standorteignung anhand naturräumlicher Eigenschaften (z. B. Höhenlage, Gefälle, Fischregion), der Landnutzung und -bedeckung (z. B. Copernicus Land Cover, Waldentwicklungsplan), möglicher Einschränkungen und Risiken (naturschutzfachlich sensible Bereiche, bestehende & geplante Nutzungen, Überflutungsflächen) bewertet. Auch hier wurden großteils Daten des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans (BMLFUW, 2017) herangezogen und um einzelne weitere Datensätze ergänzt.

Bei den naturräumlichen Eigenschaften wurden Standorte über 1.000 m Seehöhe, mit mehr als 20 % Gefälle, Seeausrinne und -zuläufe und Gletscherflüsse als ungeeignet eingestuft. Da die Salmonidenproduktion im Fokus stand, wurden zudem alle Gewässer, die nicht als Obere oder Untere Forellenregion (Epi- & Metarhithral) klassifiziert waren, ausgeschlossen. Hinsichtlich der Geologie wurden Flächen mit kalkhaltiger Geologie aufgrund des höheren Säurebindungsvermögens und dem damit einhergehenden stabileren pH-Wert als ideal eingestuft. Flächen, die eine Mischform von Kalk und Silikat bzw. Silikat der Zentralalpen aufweisen sowie große Flüsse im Grenzbereich wurden mit Faktor 0,75 gewichtet, während Flächen in der Böhmisches Masse mit einem silikatischen Untergrund zwar nicht ausgeschlossen, aber auf 0,25 herabgestuft wurden.

In Bezug auf die Landnutzung und -bedeckung wurden verbaute Gebiete, Gewässer und Waldflächen mit hoher (Kat. 3) und mittlerer (Kat. 2) Wertigkeit in Bezug auf die Schutz- und Wohlfahrtsfunktion bzw. hoher Wertigkeit hinsichtlich der Erholungsfunktion entsprechend der Ausweisung im Waldentwicklungsplan (gemäß Forstgesetz 1975 i. d. g. F.) ausgeschlossen. Böden mit sehr geringem bis geringem Nitratrückhaltevermögen wurden auf 0,5 herabgestuft. Zudem wurden landwirtschaftliche

Flächen, die im Invekos Datensatz der AMA enthalten waren (Eignung = 1) gegenüber nicht enthaltenen Flächen (Eignung = 0,75) leicht bevorzugt, da die Errichtung einer neuen Anlage auf einer bestehenden landwirtschaftlichen Fläche sinnvoll ist.

Gewässerstrecken mit sehr gutem ökologischen Zustand, in Schutzgebieten (d. h. im Nationalpark, Naturschutzgebiet, WRG-relevanten N2000 Gebiet, Wasserschutz- und schongebiet) oder mit bestehender Ausleitung (d. h. Restwasserstrecken) sollten keiner zusätzlichen Belastung ausgesetzt werden (Eignung = 0). Auch Badegewässer wurden aufgrund der potenziellen Verschlechterung der Wasserqualität exkludiert. Staustrecken weisen aufgrund der reduzierten Fließgeschwindigkeiten und den damit potenziell einhergehenden Veränderungen der Wasserqualität (z. B. Wassertemperatur) keine idealen Bedingungen für die Entnahme von Dotationswasser für die Aquakultur auf. Zudem kann es in Staustrecken zu einem erhöhten Eutrophierungsrisiko kommen, weshalb auch diese Strecken als ungeeignet eingestuft wurden. Einige Bundesländer haben Regionalprogramme (WRG §55g) oder Wasserwirtschaftliche Rahmenverfügungen (WRG §54) zur Umsetzung des NGP, zum Erhalt schutzwürdiger Gewässerstrecken oder zur Ausweisung einer vorrangigen Nutzung (z. B. Wasserkraft) verordnet. Davon betroffene Strecken wurden hinsichtlich des Nutzungskonflikts in Bezug auf Aquakulturanlagen bewertet, wobei manche Strecken ausgeschlossen (0) und andere herabgestuft wurden (0,5). Letztendlich wurden auch Flächen mit hohem Überflutungsrisiko (areas with potentially significant flood risks; APSFR) exkludiert. Die Auswahl und Einstufung der einzelnen Kriterien ist in Tab. 1 ersichtlich.

Insgesamt wurden mehr als 30 Kriterien und deren Attribute zur Bewertung der Aquakultureignung herangezogen, wobei jedes Kriterium österreichweit abgebildet werden konnte. Die einzelnen Attributwerte jeder Zelle wurden multipliziert, um Flächen mit einem oder mehreren ungeeigneten Attributen auszuschließen. Die verbleibenden Zellen wurden zu zusammenhängenden Eignungsflächen zusammengefasst, wobei zur weiteren Berücksichtigung eine Mindestgröße von 0,4 ha erreicht werden musste. Für diese Flächen wurde anschließend ein mittlerer Eignungsindex (Mittelwert der Eignungswerte zusammenhängender Zellen) zwischen > 0 und 1 berechnet. Zur besseren Visualisierung wurde schließlich der höchste Eignungsindex je TEZG auf die TEZG-Polygone des digitalen Hydrologischen Atlas Österreich (dig-HAO) umgelegt.

Um die Restwasservorgaben lt. QZV Ökologie OG (BMLFUW, 2010) einzuhalten, wurde die ausleitbare Wassermenge (Produktionswassermenge) für Gewässer, bei denen derzeit kein sehr guter hydromorphologischer Zustand gegeben ist, mit 50 % der Niederwassermenge ($MJNQ_t$) begrenzt. Bei Gewässern mit einem Mittelwasserabfluss $> 1 \text{ m}^3/\text{s}$ muss zwar nur $\frac{1}{3}$ des $MJNQ_t$ als Restwasserdotations abgegeben werden, jedoch wurde auch hier von einer Produktionswassermenge von 50 % $MJNQ_t$ ausgegangen, um den Einfluss auf die Gewässer (insb. in Bezug auf die Durchgängigkeit) zu minimieren. Gewässerabschnitte mit sehr guter Hydromorphologie erfahren einen strengen Schutz seitens der Gesetzgebung. So ist hier die Entnahmemenge auf 10 % NQ_t sowie auf maximal 20 % der Jahreswasserfracht beschränkt. NQ_t ist das niedrigste Tagesniedrigwasser, das im Mess-Zeitraum gemessen wurde, und bildet somit einen Extremwert ab. Eine Auswertung der bestehenden Pegeldaten hat gezeigt, dass dieser Wert (und damit die Produktionswassermenge) näherungsweise mit 6 % $MJNQ_t$ abgeschätzt werden kann.

Tab. 1: Berücksichtigte Kriterien und deren Einstufung

		Eignung					Quellen		
		ungeeignet	schlecht geeignet	bedingt geeignet	geeignet	sehr gut geeignet			
		Wert	0	0,25	0,5	0,75	1		
Untersuchungsraum	Puffer um Fließgewässer	>250m					≤250m	1	
	Naturräumliche Eignung	Mindestfläche	<0,4 ha					≥ 0,4 ha	
Höhenlage		>1000 m					≤1000 m	2	
Gefälle		>20%			>10-20%	>5-10%	≤5%	2	
Geologie			Böhmische Masse			Kalk/Silikat, Silikat der Zentralalpen	Kalk	1	
Fischregion		Sonstige					Forellenregion	1	
Seeaus- & -zurinne		ja					nein	1	
Landnutzung & -bedeckung	Gletscherfluss	ja					nein	1	
	Copernicus	Verbaute Gebiete, Gewässer					Agrar u. Grünflächen, Wälder*	3	
	Nitratrückhaltevermögen des Bodens				sehr gering/gering, Siedlung, Wasser		mittel/ hoch, unbekannt, Wald	1	
	Invekos					nicht enthalten	enthalten	4	
	Waldentwicklungsplan	SF (Kat. 2+3), WF (Kat. 2+3), EF (Kat. 3)**					SF (Kat.1), WF (Kat.1), EF (Kat.1+2)***, kein Wald	5	
Einschränkung & Risiko	Ökologischer Zustand	sehr gut					gut od. schlechter	1	
	Restwasserstrecke	ja					nein	1	
	Stau	ja					nein	1	
	Badegewässer	ja					nein	1	
	Nationalpark	ja					nein	6	
	Naturschutzgebiet	ja					nein	6	
	Natura 2000 Gebiet	WRG-relevant			sonstige		nein	1,6	
	Wasserschutz-/schonengebiet	ja					nein	1,6	
	Regionalprog. & Rahmenpläne	Konflikt			Einschränkungen		kein Konflikt, nicht vorhanden	7-10	
Wasser	Wasserqualität	Hochwasser	APSF				keine APSFR	1	
		Zustand Biologie Stoffe	mäßig od. schlechter				sehr gut/gut, keine Einstufung	1	
		Zustand nat. Schadstoffe	nicht gut				sehr gut/gut, keine Einstufung	1	
		Zustand Schadstoffe	nicht gut				gut, keine	1	
		Risiko stoffliche Belastung	mögliches/sicheres Risiko				keine Einstufung ***	keinerlei/kein Risiko	1
		Einleitung lt. Emissionsregister	ja					nein	1
		GW-relevante Altlasten	ja					nein	1
	Wassermenge	Wassertemperatur	>16°C				12-16°C	<12°C	11
		Niederwassermonat	Jul., Aug. & Sep.					sonstige Monate	12
		50% MJNQt	<50 l/s					≥ 50 l/s	12

*) Da die Wälder anhand des Waldentwicklungsplans separat bewertet werden, wurden die Wälder hier mit einer Eignung von 1
 **) Die Kategorie bildet die Wertigkeit der Waldfunktion ab: geringes (Kategorie 1), erhöhtes (Kategorie 2) und besonderes (Kategorie 3) öffentliches Interesse hinsichtlich SF (Schutzfunktion), WF (Wohlfahrtfunktion) und EF (Erholungsfunktion).
 ***) Abschnitte außerhalb des OWK-Shapefiles (aber im Routen-Shapefile) werden einmalig (Risiko stoffl. Belastung) auf 0,75 abgestuft.
 Quellen: 1 = NGP 2015; 2 = BMNT 2018 (GDI-L GDS); 3 = Copernicus 2018; 4 = AMA 2018; 5 = BFW 2018; 6 = OGD Länder 2018; 7 = BMLFUW 2014 (BGBl. II 274/2014); 8 = Amt der OÖ Landesregierung 2019 (Öb. LGBl. Nr. 66/2019; 9 = Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2015 (LGBl. Nr. 40/2015); 10 = Amt der NÖ Landesregierung 2016 (NÖ LGBl. Nr. 42/2016); 11 = Borewardt et al. 2020:

Produktionsberechnung

BetreiberInnen einer Fischzuchtanlage müssen eine Vielzahl an Gesetzen einhalten. Die Konsenswassermenge wird unter Berücksichtigung des Verschlechterungsverbots laut WRG (1959) und den geltenden Restwasservorschriften (QZVO Ökologie OG) festgelegt. Die Berechnung der Produktionswassermenge wurde bereits weiter oben beschrieben. In der Anlage selbst müssen die Vorgaben der Aquakultur Seuchenverordnung (BMG, 2009) und die Tierhaltungsverordnung (BMG, 2004) eingehalten werden. Zweitens beinhaltet Vorgaben zu den maximalen Besatzdichten, wobei bei Salmoniden zwischen Erdteichen (max. 10 kg/m³) und Becken/Fließkanälen (max. 60 kg/m³) unterschieden wird. Hinzu kommen Vorgaben zum Sauerstoffgehalt am Ablauf der Anlage (≥ 5 mg/l). Die Emissionsgrenzwerte sind je nach Produktionsintensität der Anlage in zwei Verordnungen geregelt. Bei einer extensiven Jahresproduktionskapazität von < 207 kg/Sekundenliter gelten die Vorgaben der AAEV (BMLFUW, 1996) und die der AEV Aquakultur (BMLFUW, 2004). Die Immissionsgrenzwerte sind in der QZV Ökologie OG geregelt. Nach Einleitung der Emissionen dürfen die hier festgelegten Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden.

Auf Basis der Produktionsszenarien können verschiedene Bewirtschaftungsintensitäten und Haltungssysteme (d. h. Durchflussanlagen mit Naturteichen oder Becken/Fließkanälen) abgebildet werden. Die Festlegung der Szenarien erfolgt in Anlehnung an die AEV Aquakultur, in welcher die Produktionsintensitäten für Durchflussanlagen definiert sind. Die Kennzahlen beschreiben den jährlichen Salmonidenzuwachs pro Sekundenliter, wobei in Bezug auf die Produktionsintensität zwischen extensiver (< 207 kg/Sekundenliter), intensiver (207 – 310 kg/Sekundenliter) und hochintensiver Bewirtschaftung (> 310 kg/Sekundenliter) unterschieden wird. Informationen zu den Produktionsintensitäten der heimischen Betriebe sind lediglich für den Zeitraum zwischen 1997 und 2002 bekannt (BMLFUW, 2009; Datenbasis sind die Erhebungen des ÖSTAT, heute Statistik Austria). In diesem Zeitraum gab es im Schnitt 270 Durchflussanlagen, wovon 81 % extensiv, 13 % intensiv und 6 % hochintensiv betrieben wurden. Im Durchschnitt haben die Anlagen 180 kg/Sekundenliter produziert.

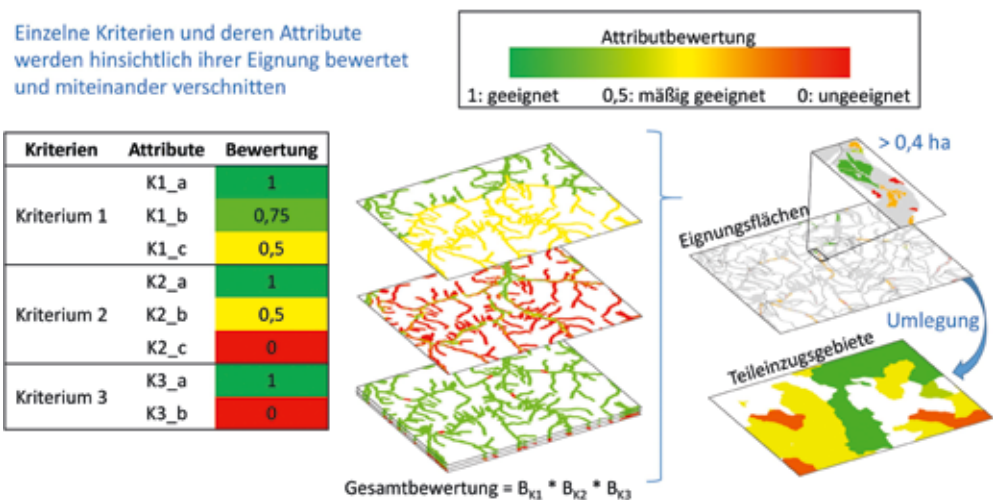


Abb. 2: Schema der Datenverschnidung und Ergebnispräsentation

Tab. 2: Berücksichtigte Kriterien und deren Einstufung

Produktionsszenario	Jährliche Produktionskapazität je Sekundenliter	Basis bzw. Zukunft	A alle Eignungsflächen	B Eignungsflächen mit Eignung > 0,5
1 Extensiv (in Anlehnung an die AEV Aquakultur)	180	Basis	1A	1B
		Zukunft	1AZ	1BZ
2 Naturteiche	75	Basis	2A	2B
		Zukunft	2AZ	2BZ
3 Intensivierung	> 100 t Produktion: 350 Restliche: 180	Basis	-	3B
		Zukunft	-	3BZ

Im Rahmen von aquaNovum wurden drei Produktionsszenarien mit jeweils zwei bis vier Sub-Szenarien (d. h. in Summe zehn Szenarien; siehe Tab. 2) analysiert, um die Bandbreite der potenziellen Produktionsmengen aufzeigen zu können. Dabei wurde ein extensives Basisszenario (1; durchschnittliche Produktion von 180 kg/Sekundenliter), ein Naturteich-Szenario (2; Produktion von 75 kg/Sekundenliter in Naturteichen; Schätzung auf Basis eines Maximalbesatzes von 10 kg/m³ entsprechend der Tierhaltungsverordnung) und ein intensives Szenario (3; Produktion von 350 kg/Sekundenliter an Eignungsflächen mit einer Produktionsmenge über 100 t, ansonsten extensive Produktion von 180 kg/Sekundenliter) abgebildet. Das dritte Szenario soll insbesondere mögliche negative Auswirkungen einer Intensivierung aufzeigen. Um hochintensiv produzieren zu können, ist es notwendig, reinen Sauerstoff in die Produktionsbecken zuzugeben. Weiters muss das Durchlaufwasser mit Mikrosieben in Trommelfiltern und gegebenenfalls auch Biofiltern, wie beispielsweise Pflanzenkläranlagen, geklärt werden. Die dafür notwendige Technik erhöht die Produktionskosten. Die Anschaffung der Technik rentiert sich jedenfalls nicht unterhalb einer Produktion von 100 t, weshalb diese Menge als Grenzwert herangezogen wurde. Ab welcher Produktionsmenge eine Anschaffung dieser Technik ökonomisch rentabel ist, kann jedoch nur anhand einer Einzelfallbetrachtung beantwortet werden. Die Ausführung der Anlage muss derart sein, dass die gesetzlichen Vorgaben, v. a. die Tierhaltungsverordnung (5 mg/l Sauerstoffgehalt im Ablauf der Anlage), die AEV Aquakultur (Emissionsgrenzwerte), so wie die OZV Ökologie OG (Immissionsgrenzwerte) eingehalten werden. Dies ist bei entsprechender technischer Ausführung möglich (Sindilariu, 2007).

Bei den Sub-Szenarien wurden entweder alle oder nur jene Eignungsflächen mit einem Eignungsindex > 0,5 berücksichtigt. Zudem wurde bei der Wassertemperatur hinsichtlich eines Basis- (1971 – 2000) und ein Zukunftsszenarios (2021 – 2050; RCP8.5) differenziert.

Zur Produktionsabschätzung wurde also die ermittelte Produktionswassermenge (in Sekundenlitern) mit den oben beschriebenen Bewirtschaftungsintensitäten je Szenario (d. h. 75, 180 oder 350) multipliziert. Anhand der verfügbaren Wassermenge und der Produktionsszenarien lässt sich zudem der Fischbestand abschätzen. Die zur Erzeugung des Fischbiomassezuwachses notwendige Futtermittelmenge wird in der Fischproduktion über den Futterquotienten (FQ; 1,1 – 1,4 für Salmoniden) ausgedrückt. Anhand dieser und den Angaben zur Stickstoff- und Phosphor-Ausleitung der Futtermittelerzeuger kann die Ablaufwasserkonzentration bei entsprechendem FQ grob abgeschätzt werden. Liegen die Emissionen über den Grenzwerten der

Emissionsrichtlinien (siehe AAEV in und AEV Aquakultur), kann die Ablaufwasserqualität mit Ablaufwasserreinigungsmodulen, wie Sieb-, Absetz-, Filter- oder Pflanzenkläranlagen so weit verbessert werden, dass die gesetzlichen Anforderungen erfüllt bleiben (Sindilariu 2007).

Auswirkungen auf das Gewässerökosystem

Die Auswirkungen auf das Gewässerökosystem werden maßgeblich von den Emissionen der Durchflussanlage sowie von der Gewässertypologie (Immissionsgrenzwerte lt. QZV Ökologie) und möglichen stofflichen Vorbelastungen im Gewässer charakterisiert. Darüber hinaus entsteht im Gewässer aufgrund der Wasserentnahme eine Restwassersituation, bei der eine ausreichende Wassertiefe für ungehinderte Fisch- bzw. Organismenwanderung gewährleistet werden muss. Zusätzliche Beeinflussungen (wie z. B. der Einsatz von Desinfektionsmitteln oder Antibiotika, die mögliche Beeinflussung natürlicher Fischpopulationen durch nicht heimische oder kranke Fische) wurden im Rahmen der Studien nicht berücksichtigt, können aber bei guter fachlicher Betriebspraxis zumindest reduziert werden.

Zur Überprüfung der Immissionen einer Anlage werden die abgeschätzten Emissionen sowie die potenziell bestehende Vorbelastung der maximal zulässigen Immission lt. QZV Ökologie OG gegenübergestellt. Dafür ist es notwendig, die maximal zulässige Immission an den einzelnen Gewässerstrecken nach den Vorgaben der QZV Ökologie OG (d. h. ohne Zustandsverschlechterung) zu ermitteln. Die Immissionsgrenzwerte sind gewässertypologisch nach Bioregion und den entsprechenden saprobiellen und trophischen Grundzuständen festgelegt und unterscheiden sich, je nachdem, ob ein sehr guter oder ein guter stofflicher Zustand am Gewässerabschnitt vorliegt. Analysiert werden die Grenzwerte für den Biologischen Sauerstoffbedarf (BSB₅) und Orthophosphat (PO₄-P). In Kombination mit der Niederwasserabschätzung (MJNQ_t) kann der Mengenschwellenwert (maximal zulässige Immission in kg/Tag) des Wasserkörpers bzw. des Gewässerabschnitts berechnet werden, der die Grundlage der Immissionsbetrachtung darstellt.

Die stoffliche Vorbelastung im Gewässer wurde mangels flächendeckender Daten auf Basis einzelner Messstellen abgeschätzt. Im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV, Erhebung der Wassergüte in Österreich) wird die Wasserqualität regelmäßig an österreichweiten Messstellen gemessen und überprüft. Diese Messdaten wurden an Gewässerstrecken, die laut den Wasserqualitätskriterien eine Eignung für die Salmonidenproduktion (u. a. einen sehr guten bzw. guten stofflichen Zustand) aufweisen, analysiert.

Im Zeitraum von 2010 bis 2018 wurden an 56 Messstellen 2.251 BSB₅-Messwerte (ohne NITRIF.H. in mg/l) genommen, wovon 108 an Fließgewässern mit sehr gutem und 2.143 an Fließgewässern mit gutem stofflichen Zustand lagen. Die BSB₅-Vorbelastung an Gewässern mit einem stofflich guten Zustand beträgt im Mittel rund 40 % des typspezifischen Grenzwerts. Bei jenen mit sehr gutem stofflichen Zustand lag die Vorbelastung im Mittel bei 50 %. Unter Berücksichtigung der Schwankungsbreite (etwa 10 %) wurde also von einer grundsätzlichen Vorbelastung von 50 % (guter Zustand) bzw. 60 % (sehr guter Zustand) des typspezifischen Grenzwertes ausgegangen. Für Orthophosphat-P (in mg/l) stehen mit 2.254 Proben drei zusätzliche Messwerte an Gewässern mit gutem stofflichen Zustand zur Verfügung. Hier wurden bei einer Vorbelastung von 30 % bzw. 50 % (für stofflich gute und sehr gute Zustände) und der Schwankungsbreite (10 %) jeweils 40 % und 60 % des typspezifischen Grenz-

wertes angenommen. Dabei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass die gewählte Vorgehensweise nur eine Annäherung darstellt und von den tatsächlichen Werten stark abweichen kann. Wie erwähnt ist die Methode dazu gedacht, österreichweit einen Überblick zu erhalten. Eine Einzelfallbetrachtung, welche im Rahmen einer Anlagenplanung erfolgen muss, kann dadurch nicht ersetzt werden.

Bei der Immissionsbetrachtung erfolgt eine Gegenüberstellung der zulässigen Immission (QZV Ökologie OG) und der nach Einleitung des Ablaufwassers entstehenden Immission unter Berücksichtigung der Vorbelastung des Gewässers. Ist die entstehende Immission geringer als die zulässige, so kann die Produktion laut Produktionsszenario erfolgen. Wird die zulässige Immission überschritten, so müssen Maßnahmen zur Reduktion (z. B. Klärung des Reinigungs- oder Durchlaufwassers) gesetzt werden. Im Modell wurde jedoch bei den Produktionsszenarien 1 und 2 die Produktionswassermenge und damit die Produktion soweit reduziert, bis die Reduktion der Emissionen in Kombination mit der höheren Verdünnung eine zulässige Immissionsbelastung ergab. Bei Szenario 3 müssen bei der Anlage unabdingbar Maßnahmen zur Immissionsreduktion gesetzt werden.

Nachdem für jede Eignungsfläche eine mögliche Produktionsmenge abgeschätzt und diese bei Bedarf aufgrund der Immissionsvorgaben reduziert wurde, folgte noch eine Überprüfung in Bezug auf die Mindestproduktionsmenge. Als Untergrenze wurde dabei die Einheitswertbewertung herangezogen, wonach beim Basisszenario 1 erst ab 2,5 Sekundenliter (etwa 400 kg/Jahr) eine einkommensrelevante Fischproduktion zustande kommt. Zur Berechnung der möglichen Produktionsmenge je TEZG wurde jeweils die Eignungsfläche mit der maximalen Produktion je Hauptfluss und je Nebenfluss selektiert und deren Produktionswerte addiert. Die Summe aller TEZG-Produktionsmengen ergab letztendlich das österreichische Produktionspotenzial.

Ergebnisse

Basierend auf der oben beschriebenen Verschneidung der einzelnen Kriterien blieben 16.972 isolierte Eignungsflächen mit einer Mindestgröße von 0,4 ha verteilt auf 2.113 TEZGs übrig. Wählt man lediglich jene Eignungsflächen, die zumindest auf 0,4 ha (zusammenhängend, nicht isoliert) eine Eignung von $> 0,5$ aufweisen, so reduziert sich die Anzahl der Eignungsflächen auf 5.527 (1.178 TEZGs). Unter Berücksichtigung der zukünftigen (d. h. durch den Klimawandel beeinflussten) Wassertemperatur verbleiben 16.921 Flächen in 2.104 TEZGs. Davon enthalten 5.495 Flächen in 1.168 TEZGs eine hohe Eignung ($> 0,5$).

Wie bereits weiter oben beschrieben, wurde die höchste Eignung je TEZG zur Visualisierung herangezogen. *Abb. 3* zeigt die Eignung aller Eignungsflächen unter Berücksichtigung zukünftiger Temperaturverhältnisse.

In Bezug auf die Produktion sollen hier die Ergebnisse der Szenarien 1BZ, 2BZ und 3BZ exemplarisch verglichen werden. Bei diesen Szenarien wurden nur Eignungsflächen mit einer Eignung $> 0,5$ und geeigneter zukünftiger Wassertemperatur herangezogen. Es gilt zu berücksichtigen, dass einzelne, zuvor als geeignet ausgewiesene TEZGs aufgrund der festgelegten Mindestproduktionsgrenze ausgeschieden wurden, was zu einer weiteren Reduktion der TEZGs führte.

In Summe wurden in Szenario 1BZ 21,4 % der Teileinzugsgebiete (1.096) als geeignet eingestuft (*siehe Abb. 4*). Bei einer mittleren Produktion von 35,2 t könnten somit in Summe 38.536 t pro Jahr erzeugt werden. Im Szenario 2BZ reduziert sich der Anteil

Eignungsindex

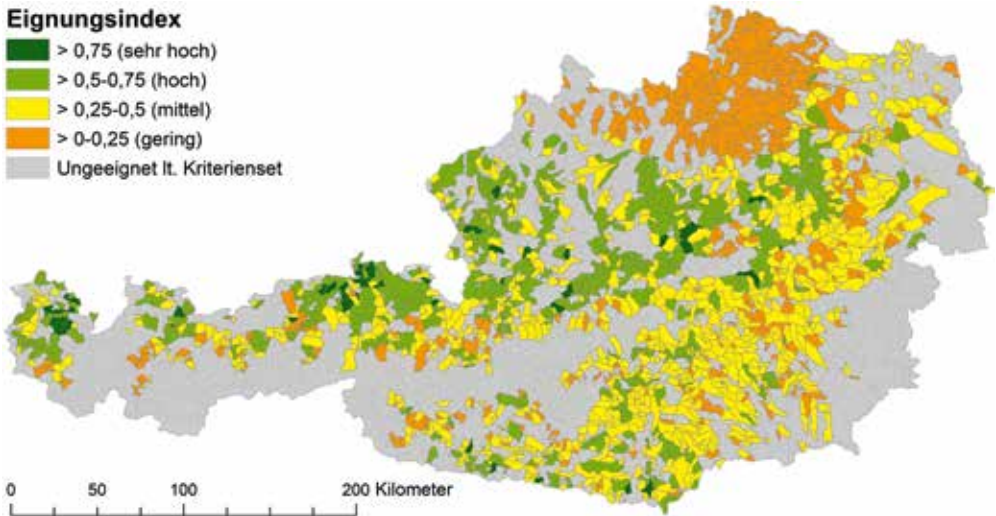


Abb. 3: Eignungsindex unter Berücksichtigung zukünftiger Temperaturverhältnisse

an geeigneten TEZG geringfügig auf 21,3 % (1.092). Dies liegt daran, dass weitere Standorte die geforderte Mindestproduktion unterschreiten und somit ausgeschieden wurden. Die mittlere Produktion dieses Szenarios liegt bei 16,3 t und die Gesamtproduktion bei 17.763 t. Auch bei Szenario 3BZ unterscheidet sich die Anzahl geeigneter TEZGs (1.098) nur geringfügig von den zuvor präsentierten Szenarien 1 und 2. Die mittlere Produktion erzielt jedoch mit 66,8 t deutlich höhere Werte. Obwohl lediglich an 18,6 % der TEZGs eine intensive Produktion möglich ist, könnten in Summe 73.388 t produziert werden. Dabei stammen rund 90 % aus hochintensiver Produktion. Tab. 3 enthält eine Übersicht der Produktionsergebnisse je Szenario.

Szenario 1BZ

Produktion je Teileinzugsgebiet

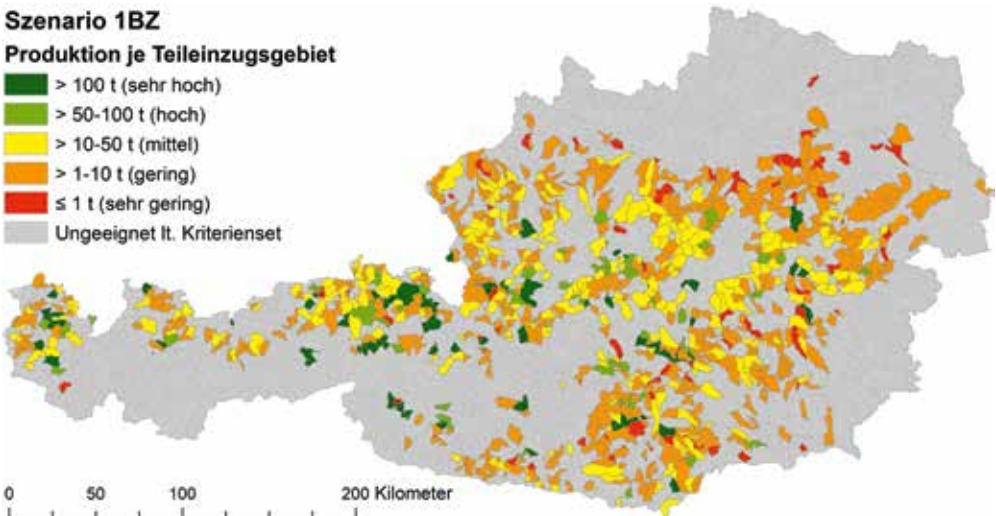


Abb. 4: Produktion je TEZG (Szenario 1BZ)

Tab. 3: Übersicht der Produktionsergebnisse je Szenario

Szenario	Anzahl geeignete TEZG	%-Anteil an Gesamt-TEZG	Mittlere Produktion (t)	Gesamtproduktion (t)		
1A	1.918	37,4	33,7	64.642		
1AZ	1.907	37,2	32,8	62.534		
1B	1.108	21,6	35,8	39.672		
1BZ	1.096	21,4	35,2	38.536		
2A	1.915	37,3	15,7	30.104		
2AZ	1.904	37,1	15,3	29.174		
2B	1.104	21,5	16,6	18.297	% Anteil an intensiven TEZG	% Anteil an intensiver Produktion
2BZ	1.092	21,3	16,3	17.763		
3B	1.109	25,2	68,5	75.928	19,1	89,03
3BZ	1.098	25,5	66,8	73.388	18,6	88,58

Da nicht alle bestehenden Durchflussanlagen verortet werden konnten, war ein Ausschluss bereits genutzter TEZGs nicht möglich. Die oben dargestellten Zahlen stellen also das Gesamtpotenzial (inkl. bereits ausgebaute Anlagen) dar. Im Jahr 2018 wurden 2.913 t Lachsartige in Österreich produziert (Statistik Austria, 2019b). Setzt man diese Zahl in Relation zur potenziellen Gesamtproduktion, die je Szenario ermittelt wurde, so liegt der aktuelle Ausbaugrad zwischen 4 % (Szenario 3B) und 16 % (Szenario 2BZ). Deshalb ist davon auszugehen, dass in Österreich jedenfalls ein signifikantes Steigerungspotenzial vorhanden ist.

Diskussion

Ziel der entwickelten Methode war die Erhebung des österreichweiten Produktionspotenzials von Salmonidendurchflussanlagen. Da die österreichweiten Abflussparameter nur grob anhand der TEZGs des digHAO abgeschätzt werden können, beschränkt sich die Darstellung der Ergebnisse auf diese räumliche Ebene. Zudem sind weitere Detailanalysen notwendig, um den möglichen Einfluss des Klimawandels (Temperaturmaxima, Saisonalität und Intensität von Niederwasserperioden) besser abschätzen zu können.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass Quell- und Grundwasserressourcen in der Produktionsberechnung nicht berücksichtigt werden konnten. Es ist davon auszugehen, dass eine österreichweite, mengenmäßige Abschätzung dieser Ressourcen unter Berücksichtigung bestehender Rechte aufgrund fehlender österreichweiter Daten auch in naher Zukunft nicht möglich sein wird und lediglich bei der Prüfung eines konkreten Standorts erfolgen kann.

Auch kleinere Gewässer (mit einem Einzugsgebiet < 10 km²) konnten aufgrund der Datenlage nur vereinzelt berücksichtigt werden. 25 % der im Rahmen von aquaNovum verorteten bestehenden Aquakulturbetriebe befinden sich aber an solchen Gewässern und tragen 12 % zur Produktion bei. Eine Erweiterung der Analyse um diese Gewässer würde zu einer weiteren Erhöhung der Produktionspotenziale führen, wobei an diesen Standorten aufgrund der geringeren Wasserführung keine hohen Produktionsmengen möglich sind.

Es soll an dieser Stelle auch noch einmal betont werden, dass das beschriebene Modell gewissen (oft vereinfachten) Annahmen zugrunde liegt und keinen Anspruch auf die vollständige Abbildung aller relevanten Einflussfaktoren stellen kann. Es handelt sich um eine österreichweite Zonierung geeigneter und ungeeigneter Gebiete. Zum Beispiel könnte die Realisierung einzelner Standorte aufgrund der Emissionen oder der seuchenspezifischen Erfordernisse (Aquakultur-Seuchenverordnung) zum Ausschluss flussabgelegener Standorte führen. Daher müsste die Auswahl einzelner Standorte idealerweise iterativ (d. h. schrittweise) erfolgen, um gegenseitige Beeinträchtigungen und Wechselwirkungen mitberücksichtigen zu können.

Auch wenn die vorgestellte Methode keinesfalls eine Einzelfallprüfung ersetzen kann, so stellt sie doch ein nützliches Hilfsmittel dar, um geeignete Gebiete mit hoher Standorteignung von weniger geeigneten und ungeeigneten Gebieten abgrenzen zu können (Zonierung). Zudem stellen die gesammelten und aufbereiteten Grundlagendaten eine wichtige Entscheidungsgrundlage für Behörden sowie Akteure und Akteurinnen im Aquakultursektor dar. Zusätzlich gibt die aquaNovum-Methode einen ersten österreichweiten Überblick über das nachhaltige Produktionspotenzial von Salmonidendurchflussanlagen bei Berücksichtigung der maßgeblichen Auswirkungen auf das Gewässerökosystem. Die gewählten Szenarien decken eine breite Produktionspalette (extensiv bis intensiv) ab. Im Szenario 3 (intensive Produktion) kann die Besatzdichte durch die Zugabe reinen Sauerstoffs weit über das natürliche Maß von 100 kg/Sekundenliter hinaus erhöht werden. Hohe Besatzdichten erhöhen jedoch das Risiko für haltungsbedingte Krankheiten und können in Folge den Einsatz von Medikamenten erhöhen (Nikov & Smolka, 2003), was wiederum negative ökologische Auswirkungen auf das Gewässerökosystem zur Folge haben kann. Außerdem ist die Übertragung von Krankheiten und Parasiten an die natürliche Fischartengemeinschaft im Vorfluter aus Anlagen mit geringerer Intensität weitaus seltener (Diana, 2012). Auch Fragen des Tierschutzes bzw. Tierwohls werden bei intensiver Bewirtschaftung relevanter. Häufig berichtete Auswirkungen einer zunehmenden Besatzdichte sind (Ellis et al., 2002, North et al., 2006): eine verringerte Effizienz in der Futtermittelumwandlung (Anstieg des Futterquotienten), eine Verschlechterung des Ernährungszustands und des Wachstums sowie eine Zunahme der Flossenerosion (schlechter Flossenzustand). Solche Veränderungen deuten auf ein vermindertes Tierwohl der Fische hin, weshalb diese Form der Produktion aus ökologischer Sicht und hinsichtlich des Tierschutzes kritisch zu hinterfragen und in Sinne einer nachhaltigen Entwicklung der österreichischen Aquakultur wohl eher abzulehnen ist.

Da die geleisteten Vorarbeiten zur Zonierung sowie das Wissen um bestehende Limitationen eine ideale Grundlage für weitere Analysen mit höherer Detailschärfe bilden, wurde im März 2020 das ebenfalls über den EMFF geförderte Folgeprojekt »aquaZoom« gestartet. Aufbauend auf den Ergebnissen von aquaTool und aquaNovum soll dabei in Regionen mit hoher Eignung eine detailliertere Abschätzung des Produktionspotenzials erfolgen (*siehe Abb. 5*). Dabei wird die erstellte Zonierung anhand zusätzlicher und höher aufgelöster Daten verfeinert, um detaillierte Aussagen zur Situierung neuer Anlagen in Regionen hoher Eignung treffen zu können.

Darüber hinaus sollen die neuen Ergebnisse einem definierten Anwenderkreis (bspw. Behördenvertreter, Berater, aber auch Einsteiger) zur Verfügung gestellt werden. Dazu soll ein interaktives und web-basiertes Tool entwickelt werden, das gezielte Informationen für unterschiedliche Nutzergruppen bereitstellt. In diesem Zusammenhang bedarf es jedoch auch der Klärung datenschutzrechtlicher Belange der Ein-

	Sondierung	Zonierung	Einzelfallbetrachtung	Managementgebiete (Interaktionen der Betriebe)
Hauptziel:	Strategischer, konzeptioneller Plan	Regulierte, nachhaltige Entwicklung der Branche, Konfliktminimierung, Risikoreduktion	Standortwahl, Produktionsoptimierung, Risikoreduktion	Vermeidung von Konflikten und Seuchenrisiken
Räumlicher Maßstab:	Global bis National	(Sub-)National	Betrieb, Region	Produktions-Cluster, Einzugsgebiet
Detaillierungsgrad: (erforderliche Auflösung der Eingangsdaten)	Gering, indikativ	Mittel	Hoch	Mittlerer bis hoher Detaillierungsgrad
Ergebnisse:	Breit gefasst	Mittel	Genau	Genau
	Strategie Aquakultur 2020	aquaTool & aquaNovum	aquaZoom	

Abb. 5: Vergleich der Maßstabsebenen und Ziele der einzelnen Projekte (basierend auf Kapetsky & Aguilar-Manjarrez, 2013).

gangsdaten. Die Entwicklung der Methodik und des Anwendertools soll dabei wiederum in enger Zusammenarbeit mit den Stakeholdern erfolgen. Die Ergebnisse der Studie werden voraussichtlich im September 2021 präsentiert.

DANKSAGUNG

Die Autoren danken dem BMNT (heute BMLRT) und dem EMFF 2014 – 2020 für die Finanzierung der Projekte. Weiters danken wir allen Expertinnen und Experten, die bei den Workshops teilgenommen haben und ihre Zeit und ihr fachliches Wissen zur Verfügung gestellt haben.

LITERATUR

- BMG, 2004 (i. d. g. F.). Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Mindestanforderungen für die Haltung von Pferden und Pferdeartigen, Schweinen, Rindern, Schafen, Ziegen, Schalenwild, Lamas, Kaninchen, Hausgeflügel, Straußen und Nutzfischen (1. Tierhaltungsverordnung). BGBl. II Nr. 485/2004.
- BMG, 2009 (i. d. f. F.). Verordnung des Bundesministers für Gesundheit über Gesundheits- und Hygienevorschriften für Tiere der Aquakultur und Aquakulturerzeugnisse sowie zur Verhütung und Bekämpfung bestimmter Wassertierkrankheiten (Aquakultur-Seuchenverordnung). BGBl. II Nr. 315/2009
- BMLFUW, 1996 (i. d. g. F.). AAEV – Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (AAEV). BGBl. Nr. 186/1996.
- BMLFUW, 2004. Begrenzung von wässrigen Emissionen aus Aquakulturanlagen (AEV Aquakultur). Verordnung BGBl II Nr. 397 2004: 11 pp.
- BMLFUW, 2006. BGBl. II Nr. 96/2006 – Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer – QZV Chemie OG).
- BMLFUW, 2007. Digitaler Hydrologischer Atlas Österreich. digHAO, Version 3.0.0. ISBN 3-85437-250-7.
- BMLFUW, 2009. Erhebungen des ÖSTAT (heute Statistik Austria).
- BMLFUW, 2010. BGBl. II Nr. 99/2010 – Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG)
- BMLFUW, 2012. Aquakultur 2020 – Österreichische Strategie zur Förderung der nationalen Fischproduktion. 16 pp.
- BMLFUW, 2017. Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. 356 pp.
- Borgwardt, F., Unfer, G., Auer, S., Waldner, K., El-Matbouli, M. und Bechter, T., 2020. Direct and Indirect Climate Change Impacts on Brown Trout in Central Europe: How Thermal Regimes Reinforce Physiological Stress and Support the Emergence of Diseases. *Frontiers in Environmental Science* 8 (59): 1 – 14.
- Diana, J. S., 2012. Is lower intensity aquaculture a valuable means of producing food? An evaluation of its effects on near-shore and inland waters. *Reviews in Aquaculture*, 4(4), 234 – 245.
- Ellis, T., North, B., Scott, A. P., Bromage, N. R., Porter, M., & Gadd, D., 2002. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Journal of Fish Biology*, 61(3): 493 – 531.
- Europäische Union, 2000. Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

- European Commission, 2011. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, The Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020, 16 pp.
- European Commission, 2020. Roadmap – Farm to Fork Strategy. Communication from the Commission, Ref. Ares(2020)1008142 – 17/02/2020.
- FAO, 2007. Building an ecosystem approach to aquaculture. FAO/Universitat de les Illes Balears Expert Workshop, 7 – 11 May 2007, Palma de Mallorca, Spain, 221 pp.
- FAO, 2017. Blue Growth Initiative – Partnering with countries to achieve the Sustainable Development Goals, 5 pp.
- Forstgesetz, 1975 (i. d. g. F.). Bundesgesetz vom 3. Juli 1975, mit dem das Forstwesen geregelt wird. BGBl. Nr. 440/1975.
- Francisco, H.R., Corrêia, A.F., Feiden, A., 2019. Classification of areas suitable for fish farming using geotechnology and multi-criteria analysis. ISPRS International Journal of Geo-Information. 8(394), 19 pp.
- Kapetsky, J.M. und Aguilar-Manjarrez, J., 2013. From estimating global potential for aquaculture to selecting farm sites: perspectives on spatial approaches and trends. 129 – 146 in L.G. Ross, T.C. Telfer, L. Falconer, D. Soto & J. Aguilar-Manjarrez (editors): Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture: FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6 – 8 December 2010. Stirling, UK. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 21. Rome, FAO. 282 pp.
- Nikov, K. und Smolka, S., 2003. Vorstudie im Kontext – Chemikalieneinsatz in der Aquakultur. 97 pp.
- North, B. P., Ellis, T., Turnbull, J. F., Davis, J. und Bromage, N.R., 2006. Stocking density practices of commercial UK rainbow trout farms. Aquaculture, 259(1–4): 260 – 267.
- Ross, L.G., Telfer, T.C., Falconer, L., Soto, D., Aguilar-Manjarrez, J., Asmah, R., Bermúdez, J., Beveridge, M.C.M., Byron, C.J., Clément, A., Corner, R., Costa-Pierce, B.A., Cross, S., De Wit, M., Dong, S., Ferreira, J.G., Kapetsky, J.M., Karakassis, I.C., 2013. Carrying capacities and site selection within the ecosystem approach to aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings. No. 21: 19 – 46.
- Schlott G., 2013. Erhebung des Aquakulturpotentials auf dem Gebiet der Karpfenteichwirtschaft. Projekt im Rahmen des Österr. Gemeinschaftsprogrammes Europäischer Fischereifonds 2007 – 2013, Antrag LF3-FÖ48/148: 59 pp.
- Sindilariu, P.D., 2007. Reduction in effluent nutrient loads from flow-through facilities for trout production: A review. Aquaculture Research. 38(10), 1005 – 1036.
- Statistik Austria, 2019a. Versorgungsbilanz für Fische 2013 bis 2018: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/022380.html (1. 5. 2020)
- Statistik Austria, 2019b. Aquakultur – Speisefischproduktion 2017: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/aquakultur/index.html (1. 5. 2020).
- WRG, 1959 (i. d. g. F.). Wasserrechtsgesetz BGBl. Nr. 215/1959.
- Yunis, C.R.C., López, R.S., Cruz, S.M.O., Castillo, E.B., López, J.O.S., Trigos, D.I., Briceño, N.B.R.; 2020. Land suitability for sustainable aquaculture of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Molinopampa (Peru) based on RS, GIS, and AHP. ISPRS International Journal of Geo-Information. 9(28), 18 pp.
- Kontakt:** DDipl.-Ing. Carina Seliger, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, Gregor-Mendel-Str. 33, 1180 Wien, Tel. +43(1)47 654/812 18, E-Mail: carina.seliger@boku.ac.at

Punktgenau und zielgerichtet werben!

Erreichen Sie mit Ihrer **Einschaltung in Österreichs Fischerei** punktgenau Ihre **Zielkunden!** Details finden Sie unter **www.oesterreichs-fischerei.at** im Bereich »**Media Daten**« inklusive der Anzeigenpreise.

Anzeigenannahme: Lukas Hundritsch, A-5310 Mondsee, Scharfling 18 | E-Mail: office@oesterreichs-fischerei.at
Telefon: Mittwoch 15 bis 18 Uhr, +43(0)680/12 85 001

Annahmeschluss für Inserate Heft 10 2020: 9. September 2020



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [73](#)

Autor(en)/Author(s): Seliger Carina, Haslauer Melanie, Unfer Günther, Schmutz Stefan

Artikel/Article: [Wissenschaft. Forschungsprojekte zur Abschätzung des nachhaltigen Produktionspotenzials von Forellenbetrieben in Österreich 219-234](#)