

Die blaue Zukunft gestalten:

Deutschlands Rolle in der europäischen Aquakultur-Technologie





Hatch Blue

Hatch Blue ist ein globales Investmentunternehmen, das sich auf den Bereich Aquakultur spezialisiert hat. Durch strategische Investitionen, ergänzt durch unsere Beratungs- und Venture-Programm Einheiten, bauen wir weltweit führende Unternehmen in der Aquakultur auf. Hatch Blue fördert Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Aquakultur, vom ersten Konzept über die Kommerzialisierung bis hin zu Investitionen und der praktischen Umsetzung.

Hatch Blue wurde mit dem Ziel gegründet, nachhaltige Lösungen für die Seafood-Branche zu fördern, die den Meeren, Ökosystemen und zukünftigen Generationen zugutekommen. Unsere globale Präsenz erstreckt sich über die wichtigsten Aquakulturmärkte und wird durch ein breites Netzwerk von Experten und Portfoliounternehmen unterstützt.



Rentenbank

Die Landwirtschaftliche Rentenbank ist Deutschlands Entwicklungsagentur für die Agrarwirtschaft und den ländlichen Raum. Neben Landwirtschaft, Aquakultur, Forstwirtschaft und der gesamten Lebensmittelwertschöpfungskette umfasst ihr Förderauftrag den Ausbau erneuerbarer Energien und die Förderung der Bioökonomie. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Innovationsförderung. Diese reicht von Forschung und Entwicklung an Hochschulen bis hin zur Frühphasenfinanzierung von Start-ups im Agrarbereich und Investitionen in Risikokapitalfonds

Die Rentenbank ist eine Einrichtung des öffentlichen Rechts, deren Kapital von der deutschen Land- und Forstwirtschaft bereitgestellt wurde. Sie refinanziert sich auf den internationalen Finanzmärkten und ist eine der wenigen Institutionen in Deutschland mit AAA-Rating.

Danksagung

Dieses Dokument wurde von Hatch Blue im Auftrag der Landwirtschaftlichen Rentenbank erstellt. Unser Dank gilt den zahlreichen Expertinnen und Experten, Branchenvertretern und Institutionen, deren Fachwissen und Datenbeiträge diesen Bericht maßgeblich geprägt haben.

Ein besonderer Dank gebührt den Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die an unseren Interviews und Umfragen teilgenommen haben. Ihre Praxiserfahrung bildet eine wesentliche Grundlage für die Analyse „Ein Sektor im Wandel“ und für das Aufzeigen künftiger Wachstumschancen.

Ebenso danken wir den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Landwirtschaftlichen Rentenbank für ihre Unterstützung und ihr Engagement, Innovationen im deutschen Aquakultursektor zu fördern.



Inhaltsverzeichnis

Vorwort

4

Zusammenfassung

5

01

Die globale und europäische Aquakulturlandschaft

8

- 1.1. Globale Trends und der Wandel hin zu nachhaltig gewonnenem Protein 9
- 1.2. Angebot und Nachfrage in Europa – Marktdynamik 10
- 1.3. Aquakultur-Produktionssysteme 13

02

Ein Überblick über die deutsche Aquakultur – Ein Sektor im Wandel

14

- 2.1. Aktuelles Profil der Branche 15
- 2.2. Konsolidierung in der deutschen Aquakultur seit 2015 16
- 2.3. Analyse der Marktdynamik & Handelsströme im deutschen Aquakulturmarkt 17
- 2.4. Der Strukturwandel – Von KMU zu industrieller Innovation 18

03

Technologische Innovationen für moderne Land-basierte Systeme

23

- 3.1. Innovationstreiber in der Aquakultur 24
- 3.2. Der globale RAS-Sektor 25
- 3.3. Operative Trends der nächsten Generation 27
- 3.4. Der europäische RAS-Sektor 30
- 3.5. Der deutsche RAS-Sektor 31
- 3.6. Der deutsche RAS-Sektor – Finanzielle Machbarkeitsanalyse 33
- 3.7. Regulatorische Engpässe in Deutschland 35
- 3.8. Schwankungen von Trends und Zukunftsausblick 37

04

Die Zulieferindustrie – Der Motor des Wachstums

38

- 4.1. Einleitung 39
- 4.2. Futter und Ernährung 40
- 4.3. Gesundheit und Genetik 43
- 4.4. Alternative Meeresfrüchte 44
- 4.5. Probleme und Chancen im Zulieferindustrie 45
- 4.6. Mikroalgen und Seetang 46

05

Stimme der Branche

48

06

Strategische Instrumente zur Förderung der deutschen Aquakultur

52

- 6.1. Finanzierungsmöglichkeiten in der Aquakultur 53
- 6.2. Operative, administrative und politische Maßnahmen 54
- 6.3. Ausblick – Deutschland als globaler Innovations- und Wissensstandort 55

Literaturverzeichnis

56



Vorwort

Georg Baunach

Hatch Blue

Managing Partner & Co-Founder



“Aquakultur hat einen historischen Meilenstein erreicht: Die Produktion übertrifft mittlerweile die Fangfischerei als wichtigste Quelle tierischer Proteine aus dem Wasser. In einer Welt mit knapper werdenden Ressourcen markiert dieser Wandel einen nachhaltigen Weg zur Proteinerzeugung und eine erhebliche wirtschaftliche Chance.

Deutschland ist herausragend positioniert, um seine technische Expertise und Stärke in der Forschung zu nutzen, um von dieser globalen Nachfrage zu profitieren. Zwar dürfte die Lücke zwischen hoher Nachfrage und geringer Produktion dazu führen, dass Importe weiterhin den Großteil der Versorgung decken werden, dennoch zeigen die Innovations- und Technologiekompetenzen das Potenzial, das Deutschland hat, sich zum internationalen „Solution Provider“ zu entwickeln.

Unser Bericht kommt zu dem Schluss: Deutschlands Wettbewerbsvorteil ruht auf drei Säulen.

- Ingenieurskunst: Herausragende Expertise im Maschinen- und Automobilbau erzielen eine Hebelwirkung, um Zuchttechnologien der nächsten Generation sowie Zuliefer Technologien zu entwickeln.
- Führende Forschung und Entwicklung: Weltweit anerkannte Forschungseinrichtungen treiben Innovationen bei Futtermittelzusätzen, Genetik und digitalem Monitoring voran.
- Proof of Concept: Technologien, die sich im strengen regulatorischen und hochpreisigen Markt Deutschlands bewähren, sind gut positioniert, um sich auch global durchzusetzen.

Da die globale Aquakulturproduktion zunehmend auf Technologien angewiesen ist, wächst Deutschlands Wettbewerbsvorteil auf beiden Seiten: als Zulieferer für die globale Branche und als Premiumproduzent für Fisch und Meeresfrüchte. Dieses Potenzial zu realisieren erfordert jedoch einen strategischen Wandel in der Finanzierung. Um die Lücke zwischen Forschung und Kommerzialisierung zu schließen und Anreize für Gründer zu schaffen, braucht der Sektor einen umfassenden Finanzierungsansatz: Zuschüsse für die Anfangsphase, Infrastrukturfinanzierung für kapitalintensive Start-ups und meilensteinbasierte Fonds, die das Innovationsrisiko für institutionelle Investoren senken.

Wir bei Hatch Blue, einem globalen Investmentunternehmen mit Spezialisierung auf Aquakultur, sind wir der Überzeugung: Deutschlands Blue Economy hat eine Vielzahl hoch innovativen Lösungen. Wir hoffen, dass dieser Bericht das Land dabei unterstützt, sich zu einem Marktführer eines resilienten Ernährungssystems zu entwickeln und zu einem führenden Exporteur der Technologien, die die Zukunft der Aquakultur prägen werden.“

Nikola Steinbock

Rentenbank

Vorstandsvorsitzende



“Ernährungssicherheit und Autarkie Deutschlands und Europas rücken angesichts der aktuellen Weltlage immer mehr in das Bewusstsein der Menschen. Um im Hinblick darauf eigenständiger und flexibler agieren zu können, müssen wir potenzialreiche aber gleichzeitig unterrepräsentierte Branchen in Deutschland mehr beleuchten und ausbauen. Eine dieser Branchen ist die Aquakultur.

Trotzdem steht Aquakultur vor einem Paradox: Obwohl Deutschland zu den größten Seafood-Konsumenten Europas zählt und über herausragende technische Kompetenzen verfügt, ist der deutsche Aquakultur-Sektor im europäischen Vergleich wenig entwickelt. Hohe Betriebskosten, regulatorische Hürden und der Fachkräftemangel sind nur einige Herausforderungen von vielen, die den Ausbau der Branche erschweren. Die Betriebskosten sind stark durch die steigende Energiekosten getrieben, die sich daher in der deutschen Aquakultur zu einem entscheidenden Wirtschaftsfaktor entwickelt haben. Innovative Ansätze wie die Integration der Aquakultur in bestehende landwirtschaftliche Systeme können daher eine wichtige Rolle spielen. Die Nutzung von Abwärme aus Biogasanlagen bietet beispielsweise Möglichkeiten zur Senkung der Betriebskosten im Sinne einer ganzheitlichen Kreislaufwirtschaft.

Als Förderbank für die Agrarwirtschaft, einschließlich der Aquakultur, ist es die Aufgabe der Rentenbank, Innovationen zu unterstützen, um die Transformation der Branche voranzutreiben. Gemeinsam mit Hatch Blue haben wir in diesem Bericht eine fundierte Analyse vorgelegt, die derzeitige Problemstellungen identifiziert und gleichzeitig passende Lösungsansätze definiert.

Die Analyse zeigt deutlich: Trotz bester Voraussetzungen durch starke Innovationen, exzellente Forschung und einer starken Industrie bleibt Wachstum und Wertschöpfung in Deutschland aus. Um letztendlich Wirkung zu entfalten, braucht es ein funktionierendes Umfeld: Zugang zu Risikokapital, Kooperation mit Forschung und Praxis, geeignete Testbedingungen und nicht zuletzt die Politik, die diesen Weg aktiv begleitet und fördert. Das Potenzial von Aquakulturen ist groß - und doch wird es aktuell noch zu wenig genutzt.

Ich danke allen Beteiligten, die mit ihrem Wissen und Engagement zu diesem Bericht beigetragen haben und will auch ermutigen für das Ziel einer weiter leistungsfähigen, widerstandsfähigen und zukunftsorientierten Agrar- und Ernährungswirtschaft, die Potenziale der Aquakultur in Zukunft gemeinsam besser zu nutzen.

Lassen Sie uns gemeinsam Gutes säen.“



Zusammenfassung

Dieser im Auftrag der Rentenbank von Hatch Blue erstellte Report bietet eine fundierte Bewertung der deutschen Aquakulturindustrie und liefert wertvolle Erkenntnisse zur Steuerung von Investitionen und strategischen Entscheidungen. Er analysiert die Dynamiken und Trends des europäischen Marktes mit besonderem Fokus auf die deutsche Aquakulturlandschaft sowie den Wandel hin zu industrialisierten Produktionssystemen. Die Studie untersucht zudem die Upstream-Segmente, einschließlich Fischgesundheit, Genetik, Futtermittelzusatzstoffe, alternative Seafood-Produkte und Mikroalgen, und hebt dabei Deutschlands Forschungs- und Entwicklungskapazitäten sowie technologische Kompetenzen hervor. Die Ergebnisse basieren auf umfassender Primär- und Sekundärforschung, die Experteninterviews, Betriebsbesichtigungen, Marktstudien sowie akademische und behördliche Datenquellen umfasst.



Einführung

Die Aquakultur – also die kontrollierte Aufzucht von Wasserorganismen – zählt zu den ressourceneffizientesten und ökologisch nachhaltigsten Quellen für tierisches Protein. In puncto Futterverwertung, Wasserverbrauch und Treibhausgasemissionen übertrifft sie viele terrestrische Nutztiersysteme und nimmt damit eine Schlüsselrolle für die künftige globale Ernährungssicherung ein. Innerhalb Europas hat sich der Sektor deutlich in Richtung technologisch fortschrittlicher und umweltfreundlicher Produktionsmethoden entwickelt. Getrieben wurde dieser Wandel durch strengere Regulierungen, Innovationen und eine steigende Marktnachfrage nach transparenten, verantwortungsvollen Lebensmitteln.

In diesem Umfeld stellt Deutschland ein faszinierendes Paradoxon dar: Ein Land mit hohem Fischkonsum und technologischer Expertise auf Weltniveau, aber mit einem bisher unterentwickelten Aquakultursektor, der nur begrenzte Investitionen verzeichnete. Diese Diskrepanz eröffnet jedoch eine gewaltige Chance. Durch den gezielten Einsatz von Digitalisierung, Präzisionstechnologien und zukunftsorientierter Forschung und Entwicklung ist Deutschland wie kein zweites Land prädestiniert, um erhebliches Wachstumspotenzial freizusetzen und seine Rolle in der modernen Aquakultur völlig neu zu definieren.

Status der lokalen Produktion

Obwohl die Aquakultur in Deutschland im Vergleich zu den Fangmengen der Fischerei und den Importvolumina noch klein ist, stellt sie einen bedeutenden Sektor dar. Sie ist tief in der Süßwasserwirtschaft verwurzelt und wird von kleinen und mittelständischen Betrieben (KMU) dominiert, die im Jahr 2024 rund 33.000 Tonnen produzierten – hauptsächlich aufgeteilt auf Muscheln und Speisefische. Während die traditionelle Forellen- und Karpfenzucht nach wie vor das Rückgrat bilden, lässt sich eine Verschiebung von klassischen Teichanlagen hin zu intensiveren Becken- und Silo-Systemen beobachten. Hierbei kommen verstärkt Kreislaufanlagen (RAS – Recirculating Aquaculture Systems) zur Wasseraufbereitung zum Einsatz.

Für Investoren bietet RAS eine skalierbare, technologiegetriebene Investmentmöglichkeit. Für die Politik unterstreicht der Ausbau dieser Systeme die Notwendigkeit klarer regulatorischer Rahmenbedingungen zu schaffen, um die Aquakultur als einen Eckpfeiler nachhaltiger Ernährungssysteme zu etablieren.



Vorleistungsindustrien sowie Forschung & Entwicklung (R&D)

Deutschland fungiert als globaler Innovationshub für vorgelagerte Industrien (Upstream Industries). Dies umfasst hochmoderne Fischfuttermittel und Futterzusatzstoffe, Fischgesundheit und Genetik sowie ein schnell wachsendes Segment für alternative Seafood-Produkte. Eine enge Kooperation zwischen Industrie und Wissenschaft treibt Durchbrüche in den Bereichen funktionelle Inhaltsstoffe, Diagnostik, Impfstoffe, selektive Zucht, Genomkartierung und KI-gestützte Analyse-Tools voran – angeführt von Start-ups und renommierten Forschungseinrichtungen. Parallel dazu nutzen Unternehmen in den Bereichen Mikroalgen, Fermentation und zellbasierte Fischalternativen Deutschlands Stärken in der Biotech- und Foodtech-Branche. Diese Felder stellen eine Hochwachstums-Chance dar. Politik und Investoren können hier eine direkte Rolle einnehmen, indem sie strategische Finanzierungen, gemeinschaftlich genutzte Infrastrukturen und intelligenteren Regulierungen bereitstellen. Ziel ist es, eine schnelle Kommerzialisierung und Skalierbarkeit zu ermöglichen und Deutschland an der Spitze der nachhaltigen Aquakultur zu positionieren.

Ergebnisse

Aktueller Status

Die deutsche Aquakulturproduktion stagnierte im letzten Jahrzehnt weitgehend. Während für den Gesamtmarkt ein Wachstum prognostiziert wird, bleibt die heimische Erzeugung bescheiden; der deutsche Seafood-Markt ist zu etwa 90 % auf Importe angewiesen, um die Nachfrage zu decken. Die Entwicklung fortschrittlicher Produktionssysteme wird durch strenge Umweltauflagen und eine steigende Verbrauchernachfrage nach zertifizierten, nachhaltigen Produkten vorangetrieben.

Herausforderungen

Weiteres Wachstum wird jedoch durch hohe Investitions- und Betriebskosten (CAPEX und OPEX), regulatorische Hürden (ein komplexes, unvorhersehbares und fragmentiertes Regelwerk) sowie eine uneinheitliche Branchenklassifizierung gehemmt – so wird die Aquakultur in der Bau- und Planungsordnung oft nicht der Landwirtschaft gleichgestellt. Dies verdeutlicht den Bedarf an koordinierter Politik und öffentlich-privaten Investitionen.

Gelegenheiten

Deutschland ist weltweit führend im Bereich RAS-Engineering und Systemintegration. Hohe technische Standards sichern Effizienz und Qualität in einer Vielzahl genehmigter Anlagen und bei zahlreichen Technologielieferanten entlang der Wertschöpfungskette. Zudem befasst sich die erstklassige deutsche F&E-Landschaft in direkter Zusammenarbeit mit der Industrie mit praxisnahen Herausforderungen sowohl bei traditionellen als auch bei neuartigen Spezies.

Ausblick

Die Chancen liegen darin, lokales Expertenwissen zu nutzen, um den Bedarf von Fischwirten im In- und Ausland zu decken. Deutschlands Stärken in der Sensorik, Digitalisierung, Big Data und KI können helfen, die inhärenten Arbeits- und Energiekosten zu senken. KI-basierte Lösungen können Wachstumsraten optimieren, die Futterverwertungsrate (FCR) verbessern und erhebliche Kosteneinsparungen generieren. In Kombination mit RAS-Know-how können so resilientere und effizientere Betriebe entstehen, besonders für die Zucht von nicht-einheimischen Arten mit hohem Marktwert.

Weiteres Potenzial für die heimische Produktion liegt in der Kopplung dieser Systeme mit der traditionellen Landwirtschaft, wo Landwirte Flächen, technisches Geschick, Lieferketten und potenziell Abwärme zur Kostensenkung beisteuern können. Strategisch in urbanen oder ländlichen Räumen platziert, können diese Anlagen lokale Märkte auf kurzen Transportwegen mit frischem Seafood versorgen.

Finanzinstitute können das Wachstum fördern, indem sie Start-ups Zugang zu Kapital und Frühphasenunterstützung ermöglichen. Die Politik wiederum kann den Regulierungsrahmen durch ein vereinheitlichtes Bundessystem vereinfachen, um Komplexität zu reduzieren und Planungssicherheit zu schaffen.



Strategische Empfehlungen für nachhaltiges Wachstum und langfristige Wettbewerbsfähigkeit



Regulatorische Harmonisierung: Zusammenarbeit von Bund und Ländern zur Standardisierung von Genehmigungsprozessen und Wasserqualitätsstandards. Auf Vorschlag des Haushaltsausschusses des Bundestages hat das Thünen-Institut bereits mit einer Voranalyse für ein potenzielles Kompetenzzentrum Aquakultur begonnen, inklusive einer Rechtsstudie zur Vereinheitlichung der Länderverordnungen.



Finanzierungsinstrumente: Einführung zinsgünstiger Darlehen oder staatlich abgesicherter Garantien für Start-ups, die aufgrund regulatorischer Risiken schwer Finanzierungen finden. Ähnliche Mechanismen (lange Laufzeiten, Tilgungsaussetzung) sollten Landwirten den Einstieg in die Aquakultur erleichtern.



Vom Pilot zum Markt: Transfer von Forschungsergebnissen in marktreife Start-ups durch die Integration unternehmerischer Expertise in Forschungseinrichtungen. Gezielte Programme für Kommerzialisierung und geistiges Eigentum (IP) sollten Innovatoren unterstützen.



Sektor-Wahrnehmung: Stärkung des Branchenrufs durch Erfolgsgeschichten (Success Stories) und proaktive Aufklärung von Investoren und Öffentlichkeit über die wirtschaftlichen, ökologischen und gesundheitlichen Vorteile der Aquakultur.



01

Die globale und europäische Aquakulturlandschaft

Zentrale Erkenntnisse

Global gesehen hat die Aquakulturproduktion die Fangfischerei überholt, und der Anteil der Aquakultur an der gesamten europäischen Fischproduktion wächst weiter, was Innovationen in diesem Sektor fördert und Expansionsmöglichkeiten in Ländern wie Deutschland deutlich macht.

Die europäische Aquakultur ist überwiegend marin, variiert jedoch je nach Land. Küsteanrainende Länder konzentrieren sich auf die marine Aquakultur, während Binnenländer den Schwerpunkt auf die Süßwasser-Aquakultur legen. Deutschlands relativ kleine, ausgewogene Produktion unterstreicht das große Potenzial des Landes als Markt für lokale und ausländische Produzenten.

Die Aquakultur reicht von kostengünstigen, naturabhängigen Systemen bis hin zu kapitalintensiven, streng kontrollierten Anlagen, wobei Kompromisse zwischen Infrastrukturkosten und der Anfälligkeit gegenüber Umweltveränderungen eingegangen werden müssen.

Technologien wie RAS, geschlossene Haltungssysteme, absenkbare Systeme und Offshore-Anlagen sind darauf ausgelegt, die Auswirkungen auf die Umwelt zu verringern und den Druck auf natürliche Ökosysteme zu mindern.

RAS bietet eine bessere Kontrolle über die Wasserqualität, eine höhere Besatzdichte und Biosicherheit, erfordert jedoch fortschrittlichere Technologien und höhere Kapitalinvestitionen.

01

Die globale und europäische Aquakulturlandschaft

02

Ein Überblick über die deutsche Aquakultur – Ein Sektor im Wandel

03

Technologische Innovationen für moderne Land-basierte Systeme

04

Die Zulieferindustrie – Der Motor des Wachstums

05

Stimme der Branche

06

Strategische Instrumente zur Förderung der deutschen Aquakultur

1.1. Globale Trends und der Wandel hin zu nachhaltig gewonnenem Protein

Unter Aquakultur versteht man die kontrollierte Aufzucht von Fischen, Krustentieren, Algen und anderen Wasserorganismen sowohl in Süß- als auch in Salzwasser. In den letzten Jahrzehnten hat der Sektor massiv an Bedeutung gewonnen, da die klassische Fangfischerei den weltweit steigenden Bedarf längst nicht mehr allein decken kann. Die Aquakultur stellt in einer Welt mit zunehmend knapp werdenden Ressourcen eine der nachhaltigsten Formen der tierischen Proteinproduktion dar. Angesichts des globalen Bevölkerungswachstums bietet sie gegenüber der landgebundenen Nutztierhaltung erhebliche Vorteile – insbesondere bei der Futtereffizienz, dem Flächen- und Süßwasserverbrauch sowie dem CO₂-Fußabdruck.

Über Jahrzehnte hinweg war die Fangfischerei die dominierende Quelle für das weltweite Angebot an Fisch und Meeresfrüchten. Seit den frühen 1990er Jahren stagnieren die Erträge jedoch als eine Folge von Überfischung und strengeren Nachhaltigkeitsquoten. Aktuelle Daten belegen nun eine historische Zäsur: Die Aquakultur hat die Fangfischerei erstmals als wichtigste Quelle für aquatisches Protein überholt (Abbildung 1). Mit einer Produktion von 94 Millionen Tonnen liefert sie mittlerweile 51 % der weltweiten Gesamtmenge an Wasserorganismen für den menschlichen Verzehr.

Dieser Paradigmenwechsel spiegelt die wachsende Erkenntnis wider, dass die Aquakultur nicht nur den globalen Proteinbedarf decken kann, sondern gleichzeitig Lösungen für drängende ökologische Herausforderungen bietet. Dazu zählen insbesondere die Entlastung der Wildfischbestände, die Reduktion von Treibhausgasemissionen sowie die Etablierung nachhaltiger Beschaffungsstrategien.

Abbildung 1: Entwicklung der weltweiten Aquakultur und Fangfischereimengen 1990–2023

Quelle: FAO-Fishstat-Datenbank (Stand: 2025)

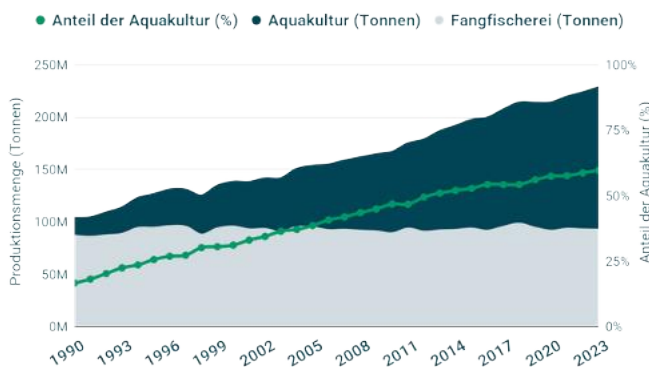
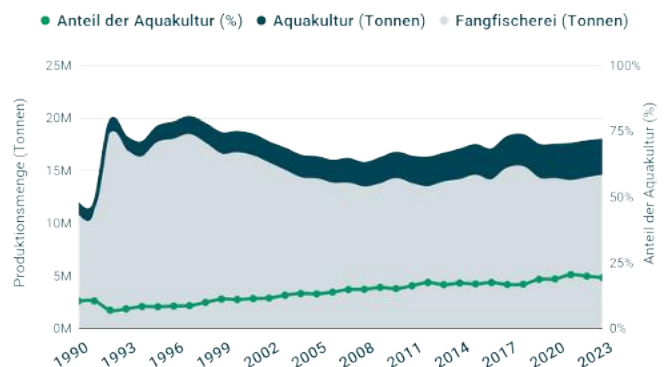


Abbildung 2: Entwicklung der europäischen Aquakultur- und Fischfangmengen 1990–2023

Quelle: FAO-Fishstat-Datenbank (Stand: 2025)



Auch wenn die europäische Fangfischerei mengenmäßig weiterhin dominiert (Abbildung 2), hat die Aquakultur in den letzten zwei Jahrzehnten stetig an Boden gewonnen. Aktuell trägt die Aquakultur rund 20 % zur gesamten Fischproduktion bei. Europa hat die Entwicklung der Aquakultur in den vergangenen Jahren entschlossen vorangetrieben. Dabei vollzieht der Sektor einen strukturellen Wandel: Weg von der konventionellen Fischerei und traditionellen Teichwirtschaft, hin zu hochkontrollierten, intensiven Produktionssystemen.

Der europäische Aquakultursektor hat diesen Trend durch Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette vorangetrieben – von der Genetik über die Futtermittelentwicklung bis hin zu Produktionssystemen und Vermarktung. Die strategischen Leitlinien der Europäischen Kommission für eine nachhaltigere und wettbewerbsfähigere Aquakultur in der EU (2021–2030) heben Wissen und Innovation als zentrale übergreifende Ziele hervor und unterstreichen damit das Engagement des Sektors für ein nachhaltiges Wachstum durch technologischen Fortschritt.

In diesem europäischen Kontext bietet Deutschland eine spannende Fallstudie: Als größte Volkswirtschaft des Kontinents mit ausgeprägter technologischer Expertise ist die eigene Aquakulturproduktion im Vergleich zu den führenden europäischen Erzeugerländern bislang eher gering. Das Land verfügt jedoch über beträchtliches Wachstumspotenzial durch Innovation, insbesondere in Bereichen wie Kreislaufaquakultursystemen (RAS)*, digitalen Technologien und der Futtermittelentwicklung.

**RAS (recirculating aquaculture system) ist eine kontrollierte Produktionstechnologie, bei der ein Teil des Wassers aufbereitet und in einem geschlossenen Kreislauf wiederverwendet wird.*

1.2. Angebot und Nachfrage in Europa – Marktdynamik

Auf den ersten Blick erscheint die Branche äußerst vielfältig, da Berichten zufolge in 40 Ländern der Region mehr als 100 Arten gezüchtet werden (Abbildung 3). In der Praxis konzentriert sich die Produktion jedoch stark auf eine Handvoll Großproduzenten und eine geringere Anzahl von Schlüsselarten. Diese Konzentration spiegelt sich auch in der Unternehmenslandschaft wider, wo die Zahl der Unternehmen, die bedeutende Arten wie beispielsweise Lachs in großem Maßstab produzieren, im Laufe des letzten Jahrzehnts stetig abgenommen hat.

Abbildung 3: Wichtige Kennzahlen der europäischen Aquakultur

Die Daten entsprechen der Jahresgesamtproduktion 2023.
Quelle: FAO Fishstat-Datenbank (abgerufen 2025)



Die vier größten Produzenten in Europa sind Norwegen (deutlicher Marktführer) sowie Spanien, das Vereinigte Königreich und Frankreich, auf die zusammen rund 70 % der europäischen Produktion entfallen. Zwar werden in diesen Ländern zahlreiche Arten gezüchtet, doch wird die Produktion in der Regel von einigen wenigen Schlüsselarten dominiert, wie beispielsweise Lachs in Norwegen und im Vereinigten Königreich, Miesmuscheln in Spanien und Austern in Frankreich. Weitere nennenswerte Produzenten sind Italien und Griechenland (Abbildung 4) mit umfangreicher Muschel-, Wolfsbarsch- und Seebrassen-Aquakultur sowie die Färöer-Inseln, die trotz ihrer geringen Größe eine umfangreiche Lachszucht betreiben. In den übrigen Ländern werden in der Regel weniger als 50.000 Tonnen pro Jahr produziert, wobei einige Länder sogar nur 1.000 Tonnen erzeugen.

Auch wenn der europäische Aquakultursektor die Verbraucher mit lokalen, nachhaltigen und hochwertigen Fisch- und Meeresfrüchteprodukten versorgt, haben sich die Produktionstrends in den letzten zwei Jahrzehnten nicht in der gesamten Region gleichmäßig entwickelt. Bei einer Unterteilung in EU- und Nicht-EU-Länder, also ein Aufteilung die die Unterschiede in Handelsdynamik, Vorschriften und Währungen widerspiegelt, zeigen sich deutliche Gegensätze. Die Produktion außerhalb der EU hat einen stetigen Wachstumskurs verfolgt, der weitgehend vom norwegischen Lachssektor getragen wurde, während die EU-Produktion relativ unverändert blieb (Abbildung 5). Offizielle Statistiken zeigen, dass die EU-Produktion zwischen 1 und 1,3 Millionen Tonnen schwankt, während sich die Produktion außerhalb der EU seit Anfang der 2000er Jahre nahezu verdreifacht hat und damit das Gesamtwachstum der Region vorantreibt.

Abbildung 4: Aquakulturproduktion in Europa im Jahr 2023 nach Ländern (in Tonnen)

Anmerkung: **Deutschland** ist unter den Ländern hervorgehoben
Quelle: FAO Fishstat-Datenbank (abgerufen 2025)

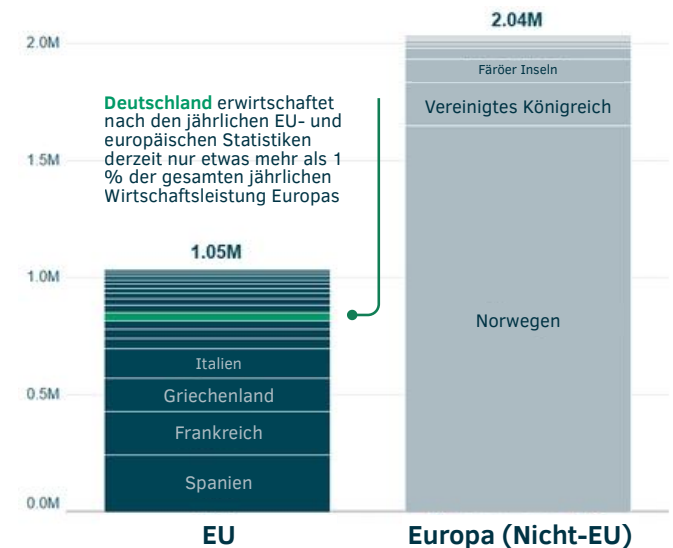


Abbildung 5: Produktionsvolumen der europäischen Aquakultur von 2000 bis 2023 (in Tonnen)

Quelle: FAO Fishstat-Datenbank (abgerufen 2025)

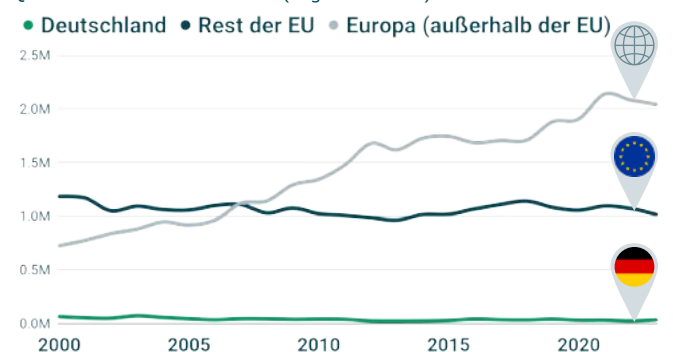
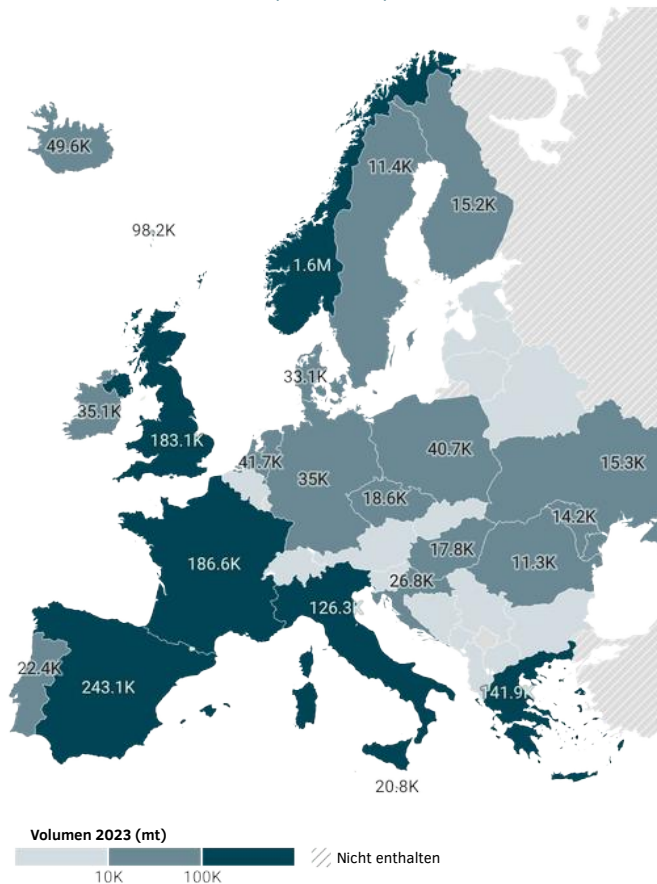


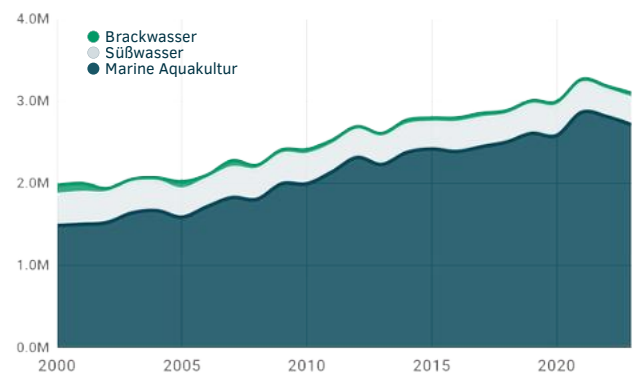
Abbildung 6: Karte der europäischen Aquakulturproduktion
Quelle: FAO-Fishstat-Datenbank (Stand: 2025)



Die Aquakultur ist nicht nur hinsichtlich der Arten, sondern auch hinsichtlich der Produktionsformen facettenreich, was zu einer Vielzahl von Verfahren und Technologien führt. In Europa verfügen alle wichtigen Produktionsländer über ausgedehnte Küstenlinien (Abbildung 6), und der Großteil der Produktion stammt aus der marinen Aquakultur, während die Produktion in Süß- und Brackwasser vergleichsweise gering ausfällt (Abbildung 7). Im Jahr 2023 erreichte die marine Produktion rund 2,7 Millionen Tonnen, was vor allem auf die groß angelegte Zucht von Lachs, Miesmuscheln und Austern zurückzuführen war. Die Süß- und Brackwasseraquakultur trug etwa 400.000 Tonnen bei, wobei Forellen und Karpfen den größten Anteil ausmachten.

Abbildung 7: Produktionsvolumen der europäischen Aquakultur (in Tonnen)

Quelle: FAO Fishstat-Datenbank (Stand: 2025)

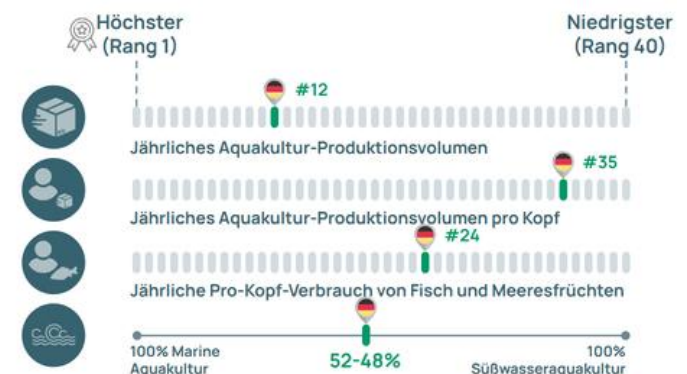


Das Verhältnis zwischen den Produktionsumgebungen ist weitgehend stabil geblieben; die marine Aquakultur spielt dabei eine führende Rolle. Hinter diesem Gesamtbild verbergen sich jedoch erhebliche nationale Unterschiede. Küstenländer sind stark von der marinen Produktion abhängig, während Binnenländer (und Länder mit geringer Küstenlänge) hauptsächlich auf die Süßwasserzucht angewiesen sind. Diese Unterschiede sind wichtig: Jede Umgebung und jede Art erfordert andere Betriebsstrukturen, andere Ausrüstung und andere Verfahren. Entsprechend unterschiedlich ist die Rolle von Innovation und neuen Technologien in den jeweiligen Produktionsumgebungen.

Zur Einordnung Deutschlands wurden vier Kennzahlen herangezogen. Im Jahr 2023 belegte Deutschland mit einer Produktion von rund 35.000 Tonnen den 12. Platz unter den 40 europäischen Ländern (Abbildung 8). Die Pro-Kopf-Produktion aus der Aquakultur ist mit weniger als 0,5 kg pro Person und Jahr relativ gering. Beim jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch von Fisch und Meeresfrüchten (sowohl Wildfang als auch Zucht) liegt Deutschland auf Platz 24 der europäischen Rangliste und damit in der unteren Hälfte. Beim Verhältnis von Meeres- zu Süßwasserproduktion zeigt Deutschland eine vergleichsweise ausgewogene Mischung. Die meisten anderen Länder konzentrieren sich dagegen stark entweder auf Meeres- oder auf Süßwasserproduktion.

Abbildung 8: Aquakultur-Ranking in Europa (2023)

Anmerkung: Hervorhebung von Deutschland unter den 40 untersuchten Ländern
Quelle: Verschiedene FAO-Datenbanken (abgerufen 2025 und 2026)



Als Europas größte Volkswirtschaft ist Deutschland derzeit vor allem ein bedeutender Absatzmarkt für Fisch und Meeresfrüchte. Als Produzent trägt es bislang nur begrenzt zur regionalen Versorgung bei. Das nächste Kapitel beleuchtet die deutsche Aquakultur im Detail. Schon jetzt ist jedoch klar: Der Sektor bietet erhebliches Wachstumspotenzial – im Inland wie im weiteren europäischen Kontext.

Europas wichtigster Exportartikel bei Fisch und Meeresfrüchten ist der Atlantische Lachs – als ganzer Frisch und als Filet für den internationalen Markt. Norwegen und Großbritannien liefern mehr als 50 % der weltweiten Lachsproduktion in über 100 Länder. Zu den wichtigsten Importgütern in Europa zählen Garnelen in unterschiedlicher Verarbeitung sowie beträchtliche Mengen an Thunfisch, Pollack und anderen Fischprodukten.

Ein genauerer Blick auf die europäische Meeresfrüchte-Bilanz (wie viele Meeresfrüchte innerhalb einer bestimmten Region für den Verzehr zur Verfügung stehen) zeigt, dass die lokale Aquakultur nur einen geringen Anteil zur regionalen Versorgung beiträgt. Trotz eines beachtlichen Aquakultursektors und eines noch größeren Wildfang-Sektors (Fischerei) bleibt Europa von Importen abhängig. Aktuelle Daten zeigen: Europa produziert rund 12 Millionen Tonnen Fisch und Meeresfrüchte (aus Zucht und Wildfang). 2023 wurden zusätzlich 4,4 Millionen Tonnen aus Ländern außerhalb Europas importiert — ohne Berücksichtigung des innereuropäischen Handels — und 3,3 Millionen Tonnen exportiert (Abb. 9). Daraus ergibt sich ein Nettoimport von rund 1,1 Millionen Tonnen. Die Zahlen verdeutlichen die Bedeutung des Handels für die Deckung des europäischen Bedarfs. Zugleich zeigen sie: Die bestehenden Produktionskapazitäten allein reichen nicht aus, um die Versorgungslücke zu schließen.

Der europäische Markt für Meeresfrüchte wird zudem durch einen umfangreichen intraregionalen Handel geprägt, was die Dynamiken komplexer macht, als sie auf den ersten Blick erscheinen. Während sich Europas Gesamtimporte von außerhalb Europas auf 4,4 Millionen Tonnen belaufen, importiert die EU 5,9 Millionen Tonnen von außerhalb der Union. Dies verdeutlicht das hohe Handelsvolumen zwischen den Ländern innerhalb der Region. Der innereuropäische Handel macht einen wesentlichen Teil der Warenströme für Meeresfrüchte aus, doch herkömmliche Darstellungen von Nettoimporten und -exporten bilden die Milliarden Euro nicht ab, die zwischen den einzelnen Staaten fließen – beispielsweise zwischen Norwegen und Polen. Ein fundiertes Verständnis der europäischen Meeresfrüchteversorgung erfordert daher die Berücksichtigung sowohl des Binnenhandels als auch der umfassenderen internationalen Warenströme.

Deutschlands ist im Bereich Fisch- und Meeresfrüchte stark importabhängig, obwohl das Land auch erhebliche Mengen exportiert, hauptsächlich in andere europäische Länder (Abbildung 10). Im Vergleich zu den jährlichen Importen sind die lokalen Zucht- und Fangmengen in Deutschland gering. Während einige importierte Spezies aufgrund biologischer, technischer oder kostentechnischer Einschränkungen nicht lokal produziert oder gefangen werden können, bieten Fortschritte in der Aquakultur Möglichkeiten, das Verhältnis zwischen lokaler Produktion und Importen zu verschieben.

HINWEIS zu den Grafiken: 1) Die Zahlen für Aquakultur und Fischerei beziehen sich auf das „Lebendgewicht“, während die Zahlen für Ein- und Ausfuhren das „Nettoproduktgewicht“ betreffen. Das bedeutet, dass das tatsächlich verfügbare Angebot an Fisch und Meeresfrüchten, gemessen am essbaren Nettogewicht, etwas geringer ist als die dargestellten Zahlen. 2) Alle dargestellten Zahlen sind gerundete Werte der offiziellen Statistiken, um das Verhältnis besser verständlich zu machen und sich die wichtigsten Zahlen leichter merken zu können.

Abbildung 9: Angebot an Meeresfrüchten in Europa (Tonnen, 2023)

Anmerkung: Importe und Exporte, ausgenommen Handel zwischen europäischen Ländern. Quelle: FAO Fishstat-Datenbank (abgerufen 2026)

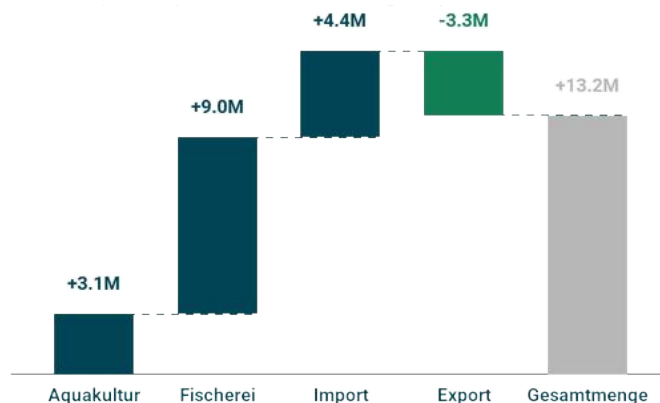
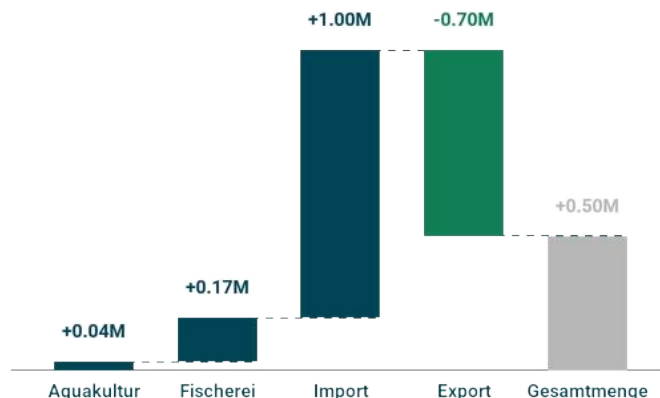


Abbildung 10: Deutschlands Versorgung mit Fisch und Meeresfrüchten (in Tonnen, 2023)

Anmerkung: Ein- und Ausfuhren umfassen den Handel mit sämtlichen anderen Ländern. Quelle: FAO Fishstat-Datenbank (abgerufen 2026)



1.3. Aquakultur-Produktionssysteme

Die globale Branche wendet sich ab von stark naturabhängigen Zuchtmethoden, genau gemeint sind Erdteiche und küstennahe offene Netzgehege, angesichts zunehmender biologischer und ökologischer Herausforderungen. Klassische offene Netzgehege stoßen immer stärker an räumliche Grenzen, strenge regulatorische Auflagen und öffentlichen Widerstand. Zugleich kämpfen sie mit hohen Sterblichkeitsraten durch Lachsläuse, Viren und den Klimawandel. Auch traditionelle Teichsysteme leiden unter Problemen wie unzureichender Wasserqualitätskontrolle, Wetteranfälligkeit und Krankheitsausbrüchen. Die Branche reagiert darauf mit Investitionen in "Next Generation" Zuchtssysteme, die stärker auf fortschrittliche Technologien und Ingenieurkunst setzen. Zwar werden traditionelle Methoden in absehbarer Zeit noch den Großteil der Produktion von Fisch und Meeresfrüchten ausmachen, doch die neuen Systeme versprechen stabile, nachhaltige und präzise gesteuerte Produktionsumgebungen.

Aquakultur-Produktionssysteme

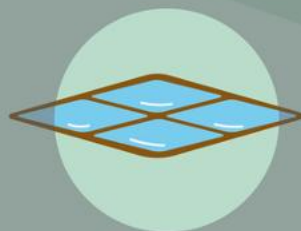
In der Aquakultur kommen verschiedene Produktionssystemtechnologien zum Einsatz, die sich jeweils durch unterschiedliche Eigenschaften auszeichnen und für verschiedene Produktionsbedingungen / Umgebungen, Arten und Produktionsziele geeignet sind.

Traditionelle Aquakultur

"Next Generation" Produktionstechnologien

Teiche

Traditionelle Erd- oder ausgekleidete Systeme (in der Regel mit Süß- oder Brackwasser), die auf natürlichen Prozessen und einer simplen Handhabung beruhen. Sie ermöglichen eine kostengünstige Zucht bei geringen Besatzdichten.



Teiche und Fließkanäle werden als Durchflusssysteme eingestuft: Süßwasser fließt durch die Produktionseinheit und wird mit wenig oder gar keiner Aufbereitung wieder abgeleitet.

Fließkanäle / Raceways

Künstlich angelegte, langgestreckte Kanäle nutzen einen kontinuierlichen, oft schwerkraftgespeisten Wasserfluss. Sie ermöglichen eine effiziente Abfuhr von Feststoffen und moderate Besatzdichten bei geringerem Energiebedarf als pumpenbetriebene Systeme.

RAS

Fortschrittliche Kreislauftechnologie, die bis zu 99 % des Wassers aufbereitet und wiederverwendet und so eine präzise Kontrolle der Umweltparameter, die Aufzucht verschiedener Arten sowie hohe Besatzdichten unabhängig von den äußeren klimatischen Bedingungen ermöglicht.



Küstennahe Netzgehege- und Käfigsysteme

Schwimmende oder fest verankerte Konstruktionen, die in natürlichen Gewässern (Seen, Stauseen, Küstengebiete) installiert werden. Sie bieten kostengünstige Infrastruktur und nutzen vorhandene Strömungen für Sauerstoffversorgung und Abtransport von Ausscheidungen.



Geschlossene (oder halbgeschlossene) Haltungssysteme

Als Zwischenmodell fungierende Strukturen in natürlichen Gewässern. Sie bieten eine bessere Kontrolle der Umweltparameter aufgrund ihrer nicht durchlässigen Wände und verringern durch eine gesteuerte Wasserzufuhr das Risiko von Fischausbrüchen und Prädation.



Offshore Systeme (Skalierbare Systeme)

Robuste Anlagen im offenen Meeren. Sie nutzen fortschrittliche Verankerungssysteme, um den starken Strömungen zu trotzen und genau diese sorgen dabei für bessere Wasserqualität und Verteilung der Ausscheidungen, dem steht jedoch eine höhere Komplexität gegenüber.



Absenkbare Systeme

Anpassungsfähige Käfige, die in tiefere, stabilere Wasserschichten abgesenkt werden können. Sie sind darauf ausgelegt, die Oberflächenexposition zu verringern, die Belastbarkeit unter Meeresbedingungen zu erhöhen sowie visuelle Beeinträchtigungen und Nutzungskonflikte mit anderen Küstennutzern zu reduzieren.





02

Ein Überblick über die deutsche Aquakultur – Ein Sektor im Wandel

Zentrale Erkenntnisse

Die Aquakultur in Deutschland bleibt kleinteilig und geografisch konzentriert. Der Sektor verlagert sich allmählich von traditionellen Teichsystemen zu intensiveren, effizienteren Produktionsmethoden.

Die deutsche Aquakultur konsolidiert sich: Die Zahl der meist kleinen Betriebe nimmt ab, während einige wenige größere, produktivere Betriebe mittlerweile den Großteil der Produktion ausmachen; dies variiert je nach Region und Art, wobei die Karpfenzucht weiterhin fragmentiert agiert und sich die Muschelproduktion auf wenige spezialisierte Unternehmen konzentriert.

Trotz eines Rückgangs kleiner Betriebe bestehen starke Wachstumschancen: durch RAS-Technologie, regionale und dezentrale Produktion sowie Integration in bestehende landwirtschaftliche Systeme, für eine effiziente und nachhaltige Produktion hochwertiger Arten.

Zwar ist Deutschland ein wichtiger europäischer Knotenpunkt für Meeresfrüchte, doch beruht sein Einfluss eher auf der Verarbeitung und dem Vertrieb von Fisch als auf dessen Zucht oder Fang. Der Markt ist geprägt von einer hohen strukturellen Abhängigkeit von Importen (90 %) und einer Verbraucherbasis, die Wert auf Convenience legt (Tiefkühl-/Konservenprodukte), wobei die Nachfrage nach frischen, lokalen Produkten allmählich zunimmt.

01

Die globale und europäische Aquakulturlandschaft

02

Ein Überblick über die deutsche Aquakultur – Ein Sektor im Wandel

03

Technologische Innovationen für moderne Land-basierte Systeme

04

Die Zulieferindustrie – Der Motor des Wachstums

05

Stimme der Branche

06

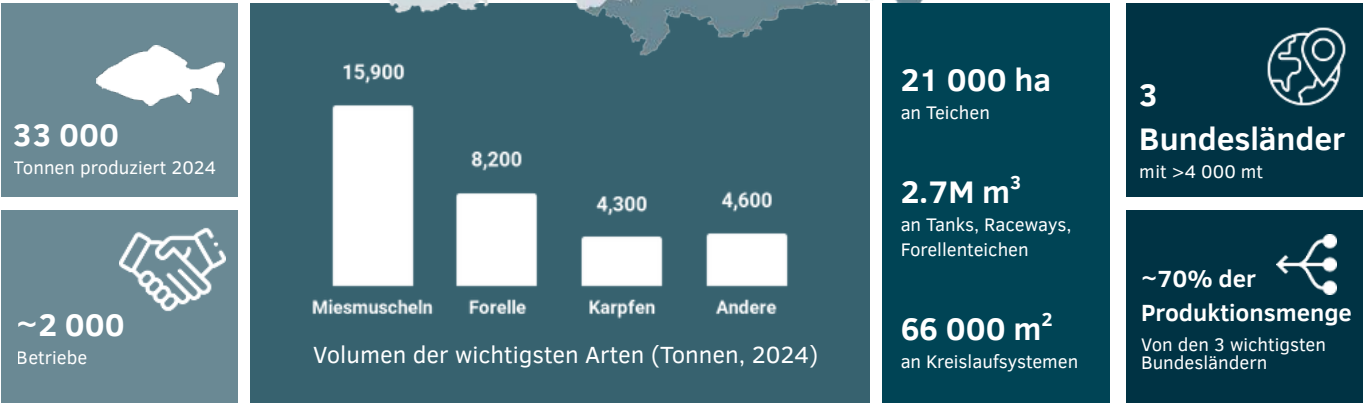
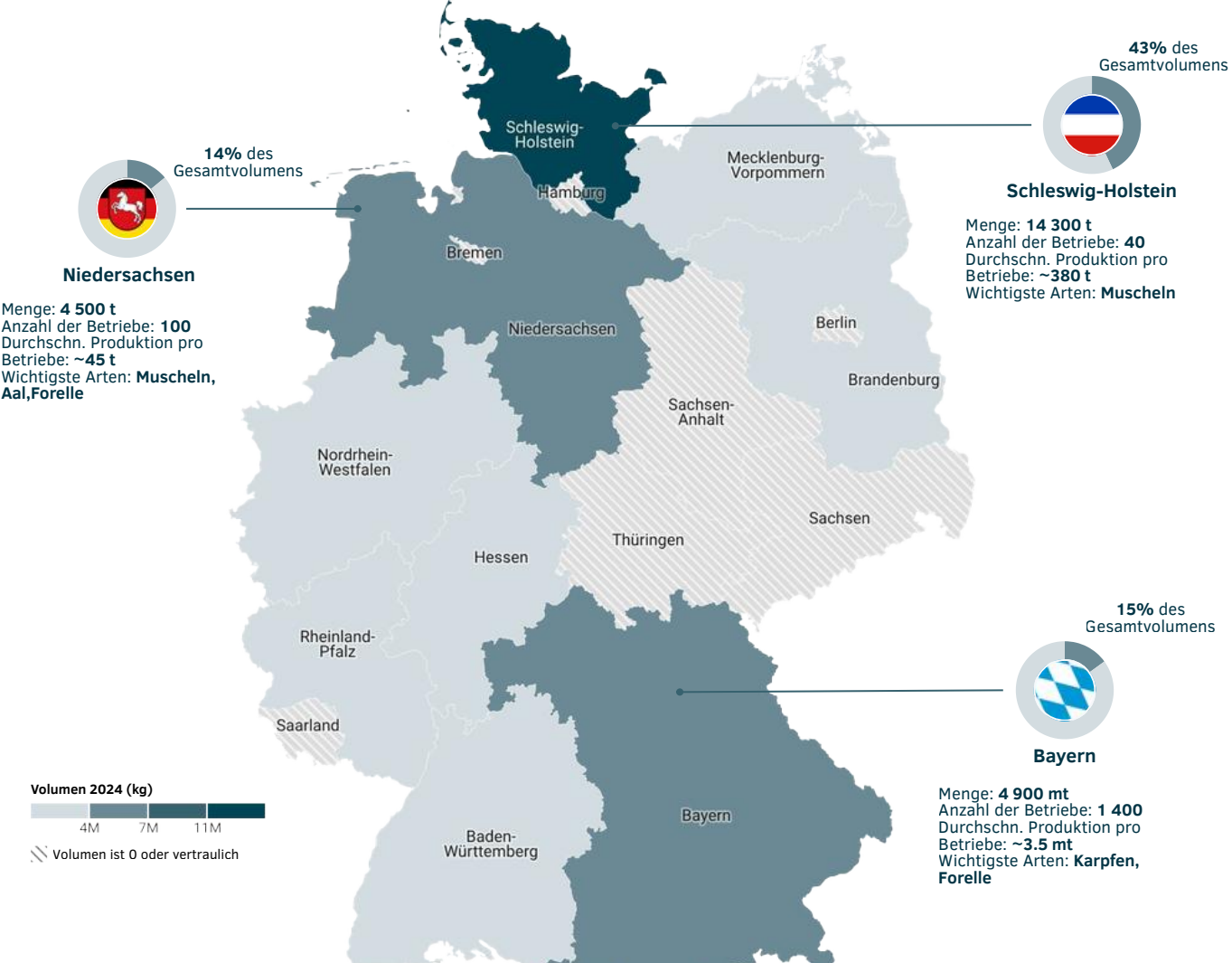
Strategische Instrumente zur Förderung der deutschen Aquakultur

2.1. Aktuelles Profil der Branche

Der deutsche Aquakultursektor ist nach wie vor von geringer Größe und verzeichnete nur ein geringes Wachstum. Die Branche zeichnet sich durch eine Mehrzahl kleiner Betriebe aus, die sich vor allem im Süden des Landes konzentrieren. Die nördlichen und südlichen Bundesländer bilden den Großteil der nationalen Produktion wie in Abbildung 11 zu erkennen ist.

Die marine Aquakultur in Deutschland wird von Miesmuscheln dominiert. Dieser Sektor macht fast 45 % der gesamten deutschen Aquakulturproduktion in Bezug auf das Volumen aus. Salmoniden (lachsartige), allen voran die Regenbogenforelle, sind hingegen die wichtigste Fischgruppe, gefolgt vom Karpfen, während andere Arten wie Aal, Kingfish und Zander zunehmend in spezialisierten Systemen gezüchtet werden. Darüber hinaus verlagern Produzenten ihre Produktion von der traditionellen Karpfenzucht in Teichen hin zu intensiveren, effizienteren Durchflusssystemen für Forellen und andere Salmoniden.

Abbildung 11: Karte der regionalen Aquakulturlandschaft in Deutschland (auf Landesebene) und wichtige Branchenkennzahlen
Quelle: Verschiedene Quellen des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS) (Stand: 2025) sowie berechnete Kennzahlen



2.2. Konsolidierung in der deutschen Aquakultur seit 2015

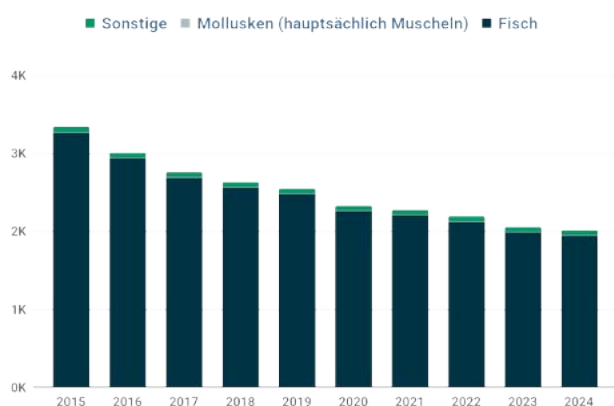
Die langfristigen Trends im deutschen Aquakulturmärkte, die sich sowohl in den Produktionsmengen als auch in der Anzahl der Betriebe widerspiegeln, deuten auf eine Konsolidierung des Sektors hin.

Laut Statistiken des Thünen-Instituts sank die Gesamtzahl der Aquakulturbetriebe von etwa 3.285 im Jahr 2015 auf nur noch 1.978 im Jahr 2024, was einem Rückgang von rund 40 % im Süßwasser- und Marinsegment entspricht (Abbildung 12).

Daten zur Größenklasse zeigen eine stark verzerrte Produktionsverteilung. Kleine Betriebe dominieren (52 % produzieren 1 Tonne pro Jahr oder weniger), tragen aber nur etwa 2 % zur Gesamtproduktion bei, während 21 % der Betriebe, die mehr als 5 Tonnen produzieren, etwa 91 % der Gesamtproduktion ausmachen (Abbildung 13). Dies zeigt, dass sich die Gesamtproduktion zunehmend auf eine kleine Anzahl größerer Betriebe verteilt.

Abbildung 12: Anzahl der Aquakulturbetriebe nach Artengruppen

Quelle: DESTATIS – Statistisches Bundesamt (Stand: 2025)



Diese Dynamik erklärt, warum die Produktionsmengen trotz eines starken Rückgangs der Betriebe nach 2015 stabil blieben (Abbildung 14). Der Wegfall vieler kleiner Betriebe mit geringen Produktionsmengen wurde durch die Produktion größerer, produktiverer Betriebe ausgeglichen. Daten von Destatis (Statistisches Bundesamt) zeigen ebenfalls: Die Produktionsmengen bei Fisch und Muscheln verteilen sich auf weniger, aber größere Betriebe.

Der Wendepunkt im Jahr 2015 spiegelt ist eher auf den Konsolidierungsprozess zurückzuführen als einen plötzlichen Einbruch der Produktion. Kleine Betriebe, die mit wirtschaftlichen, regulatorischen und ökologischen Herausforderungen zu kämpfen hatten, mussten den Markt verlassen oder sich mit größeren Betrieben zusammenschließen, während die verbleibenden Produzenten die Produktion aufrechterhalten haben.

Das Ausmaß dieser Unternehmenskonsolidierung unterscheidet sich jedoch je nach Region und Art erheblich, wie aus aggregierten Daten von Landes- und Bundesebene hervorgeht. Karpfenzuchtbetriebe in Bayern zum Beispiel gibt es viele, jedoch produzieren diese im Durchschnitt nur etwa 3 bis 4 Tonnen pro Betrieb und Jahr.

Die Muschelproduktion ist hingegen weitaus weniger fragmentiert. In Schleswig-Holstein sind laut Statistiken nur 30 bis 40 Betriebe tätig. Grund dafür sind die hohen Kosten und die speziell erforderlichen Schiffe und Ausrüstung, die für die Miesmuschelzucht benötigt werden.

Abbildung 13: Die Aquakulturlandschaft in Deutschland: Betriebsgröße vs Produktionsmenge (2024)

Anmerkung: Die Kategorien basieren auf den jährlichen Produktionsmengen der Betriebe. Quelle: Thünen-Institut, Deutscher Aquakulturbereich (2025)

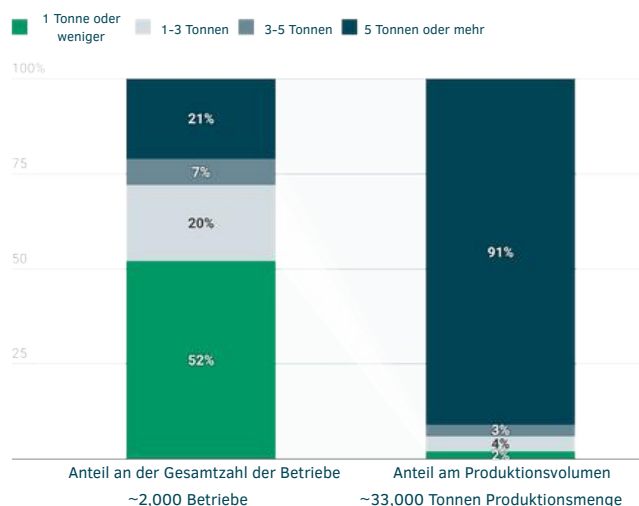
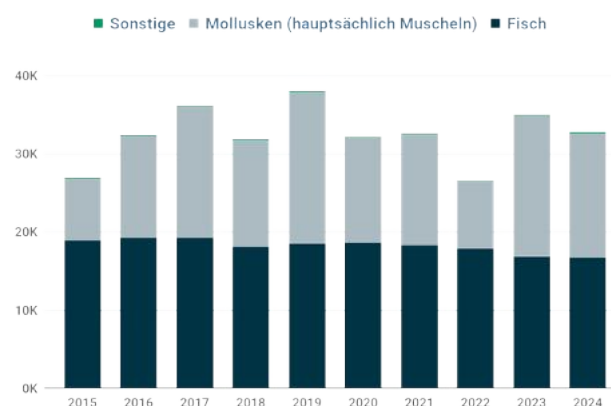


Abbildung 14: Aquakultur Produktionsmengen nach Artengruppen (Tonnen)

Quelle: DESTATIS – Statistisches Bundesamt (Stand: 2025)



Konsumgewohnheiten und Produktformen

Im Jahr 2023 lag der Pro-Kopf-Verbrauch in Deutschland bei 12,5 kg und damit deutlich unter dem weltweiten Durchschnitt von 20,7 kg. Dabei dominieren Meeresarten (6,8 kg) gegenüber Süßwasserarten (3,8 kg).

Bevorzugte Produktformen:

Deutsche Verbraucher greifen vor allem zu "Convenience"-Produkte und haltbaren Erzeugnissen.

- Konserven/Marinaden: 27 % Marktanteil.
- Tiefkühlprodukte: 23 % Marktanteil.
- Frisch: Nur 13 % Marktanteil.
- Geräuchert: 9 % Marktanteil.

Verarbeitete Produkte:

Deutschland ist der größte Abnehmer von haltbaren Fisch- und Meeresfrüchteprodukten (z. B. Thunfischkonserven, Hering) und macht 31 % des Gesamtvolumens in dieser Kategorie aus. Mit einem Verbrauch von über 200.000 Tonnen pro Jahr ist es zudem der führende Markt für tiefgekühlte Fisch- und Meeresfrüchteprodukte.

2.4. Der Strukturwandel – Von KMU zu industrieller Innovation

Produktionstrends

Die deutsche Aquakulturbranche steht an einem Scheideweg. Trotz langjähriger technischer Expertise, leistungsstarker Forschung und Entwicklung (F&E) sowie eines großen Verbrauchermarktes bleibt die lokale Produktion weiterhin gering. Die Zahl der Betriebe die Karpfen und Salmoniden züchten, sank aufgrund von Rentabilitätsproblemen von kleinen Familienbetrieben, zwischen 2015 und 2023 um fast 39 % bzw. 46 %.

Die lokale Produktionslandschaft wird von KMU und Kleinstunternehmen dominiert. Obwohl diese traditionell als weniger wettbewerbsfähig angesehen werden, erwiesen sich diese während der COVID-19-Pandemie dank Direktvermarktung und lokaler Lieferketten als sehr widerstandsfähig. Während RAS-Anlagen an Bedeutung gewinnen und einen Innovationsschwerpunkt in Deutschland bilden, spielen sie gegenüber der traditionellen Teichwirtschaft für Karpfen und den Durchflusssystemen für Forellen weiterhin eine untergeordnete Rolle. Einige traditionelle Betriebe stellen bereits um und kombinieren RAS mit ihren bestehenden Systemen.

Obwohl derzeit nur 12 % der Süßwasser Produktion auf RAS-Systeme beruhen, nimmt deren Verbreitung stetig zu. Dies wird vor allem durch folgende Faktoren begünstigt:

- Umweltkontrolle: Geschlossene Kreislaufsysteme ermöglichen eine stabile Wasserqualität, eine bessere Bekämpfung von Krankheiten und einen geringeren ökologischen Fußabdruck.
- Dezentralisierung: Modulare „Plug-and-Play“-Systeme (z. B. Einheiten in Form von Schiffscontainern) ermöglichen die Produktion in der Nähe von Ballungszentren und reduzieren so Emissionen durch den Transport.
- Regulatorischer Druck: Strenge Vorschriften für Lizenzen für Freiflächen und Teiche machen landbasierte Anlagen zu einer rentableren Investitionsoption.

Kleine bis mittelgroße Betriebe nutzen RAS derzeit für afrikanischen Wels und Aal sowie zunehmend für hochwertige Arten wie Atlantischen Lachs, Garnelen, Kingfish und Riesenzackenbarsch.



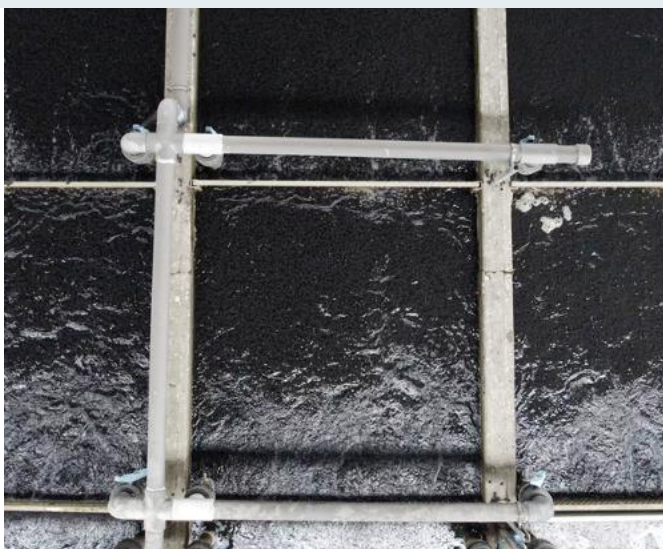


Fallstudie – Heidefisch

Vom traditionellen landwirtschaftlichen Betrieb zu einem Vorreiter in der Hightech-Aquakultur

Die Heidefisch GmbH, ein familiengeführter Betrieb in Wietzendorf, stellte Ende der 1990er Jahre mithilfe von RAS-Systemen von der Landwirtschaft auf die Produktion von Regenbogenforellen und Forellenkaviar um. Mittlerweile produziert das Unternehmen jährlich rund 900 Tonnen mithilfe von teilgeschlossenen Kreislaufanlagen mit einem Wasseraustausch von weniger als 5 %. Über 90 % der Produkte werden nach Europa und in weiter östlich gelegene Märkte mit hohem Fischkonsum exportiert, während der Rest über den Werksverkauf und den Online-Shop abgesetzt wird. Der Betrieb nutzt RAS zur Reduzierung des Wasserverbrauchs in Kombination mit computergesteuerter Fütterung und einer auf Biofiltern basierenden Wasseraufbereitung.

Energie ist nach Futter der zweitgrößte Kostenfaktor der Anlage, was Investitionen in Photovoltaikanlagen und Pläne für eine Solarstromkapazität von rund zwei Megawatt, unterstützt durch eine neue Transformatorstation, nach sich zog. Durch die Stromerzeugung vor Ort ist eine direkte Nutzung für beispielsweise die Wasserkühlung möglich, wobei das gekühlte Wasser über längere Zeiträume gespeichert wird. Die kontinuierliche Überwachung von Wasserparametern wie CO₂ erfolgt über Datenlogger, während die Produktionskapazität voraussichtlich noch um etwa 20 % optimiert werden kann. All diese Bemühungen unterstreichen das Engagement des Unternehmens für technologische Innovation und zeigen, wie sich Industrien durch den Einsatz modernster Lösungen weiterentwickeln können.



Fallstudie – SEAWATER Cubes

Modulare RAS für die lokale Lebensmittelproduktion



SEAWATER Cubes entwickelt vollautomatische, containerbasierte RAS-Systeme für eine dezentrale Fischproduktion. Die Systeme ermöglichen die Zucht mariner Fische wie Wolfsbarsch und Seebrasse direkt in städtischen wie ländlichen Umgebungen, in unmittelbarer Nähe zum Endverbraucher. Jedes System basiert auf vier recycelten Schiffscontainern und benötigt nur 150 m² Stellfläche für eine Produktionskapazität von bis zu 7,8 Tonnen pro Jahr. Mithilfe eines patentierten Biofilterverfahrens erreichen die Systeme Wasseraufbereitungsraten von bis zu 99 % und arbeiten ohne Antibiotika. Das modulare Design ermöglicht einen flexiblen Einsatz in Industriegebieten oder auf Bauernhöfen, unabhängig vom Zugang zur Küste.

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist der hohe Automatisierungsgrad. Die Systeme sind so konzipiert, dass sie mit minimalem manuellem Aufwand betrieben werden können. Das ermöglicht auch Landwirten und Unternehmern ohne Vorkenntnisse in der Aquakultur den Einstieg in die Fischproduktion. Das senkt die Betriebskomplexität und eröffnet neue dezentrale Geschäftsmodelle. So reduzieren die SEAWATER Cubes gleichzeitig den Transportaufwand erheblich.

Das System erhöht auch die Produktqualität: Der Fisch muss nicht mehr eingefroren werden. Außerdem stärkt es die Verbindung zwischen Verbrauchern und Lebensmittelproduktion. Die Nähe zum Endverbraucher schafft zudem ein besseres Bewusstsein dafür, wie Lebensmittel produziert werden und wo Wertschöpfung entsteht. Der Ansatz verdeutlicht das Potenzial in Deutschland entwickelter Technologien: Dezentrale Aquakulturmodelle in kleiner und mittlerer Größe lassen sich damit regional umsetzen.



„Wir installieren auf unseren Dachflächen eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von ca. 2 Megawatt und schätzen, dass wir etwa 30 % unseres Energiebedarfs durch Solarstrom decken können.“

Produktionsleiter, landbasierte Fischzucht

Potenzial und Chancen

Die größte Chance der deutschen Aquakultur liegt in der Ausschöpfung der deutschen Ingenieurskompetenz, der starken Forschung und Entwicklung sowie des Potenzials für eine dezentrale, lokale Produktion, insbesondere durch RAS-Systeme, sowie die Integration von Aquakultur in bestehende landwirtschaftliche Betriebe.

Diversifizierung für Landwirte:

Traditionelle deutsche Landwirte können unter Nutzung vorhandener Flächen, Kompetenzen, Lieferketten und Vertriebskanäle in die Aquakultur expandieren und dabei Abwärme aus lokalen oder eigenen Biogasanlagen nutzen, um die Betriebskosten von RAS-Anlagen deutlich zu senken.

Synergieeffekte durch „Energy Farming“:

Die Integration von Photovoltaik (PV) und Biogaswärme stellt einen vielversprechenden Ansatz für wirtschaftliche Resilienz innerhalb des Sektors dar.

Dezentrale städtische Produktion:

Innovative Systeme wie modulare, containerbasierte Farmen versorgen städtische und ländliche Gebiete mit frischen, nachhaltig produzierten Fisch- und Meeresfrüchten und reduzieren so Transportwege und den CO₂-Fußabdruck. Diese Farmen können sehr klein sein, haben aber dennoch ähnliche Kosten (wie zum Beispiel Lohn) wie größere Betriebe. Gleichzeitig bieten sie auch Möglichkeiten für Innovationen, mit denen sich die Produktionseffizienz verbessern lässt.

Hochwertige Arten:

Die Zucht exotischer Arten wie Gelbschwanzmakrele und Riesen-Zackenbarsch ermöglicht es lokalen Produzenten, sich über Qualität statt nur über den Preis zu behaupten.



Die Geflossenschaft.

Fallstudie – Die Geflossenschaft

Aufbau lokaler Partnerschaften durch innovative Wolfsbarschzucht

Die Geflossenschaft (Wortspiel aus Flosse und Genossenschaft) ist eine Initiative im Münsterland, entstanden aus einer Partnerschaft zwischen SEAWATER Cubes und Louise und Carl Niehues. Sie konzentriert sich auf die landbasierte Wolfsbarschzucht. Mithilfe der RAS-Technologie von SEAWATER Cubes züchtet die Geflossenschaft Wolfsbarsch und verkauft den Fisch direkt an die Endverbraucher.

Die Familie Niehues begann mit der Zucht von Wolfsbarschen, um die lokale Nachfrage nach regionalen Lebensmitteln zu decken, ihr landwirtschaftliches Angebot zu ergänzen und als Modellbetrieb zu fungieren. Sie konzentrieren sich auf den Direktvertrieb und verkaufen frischen Fisch an Privatkunden und lokale Restaurants. Im Mittelpunkt dieses Ansatzes steht der direkte Kontakt zu den Kunden, gezielt aufgebaut durch Marketing und Kundeninteraktion.

Die Jungfische stammen aus einer Fischzucht in Frankreich und werden von 1–2 Gramm auf 400 Gramm aufgezogen. Derzeit werden rund 15.000 Fische in umgebauten Schiffscontainern gezüchtet; eine Ausweitung auf sieben Tonnen pro Jahr ist geplant. Der Betrieb arbeitet mit hohem Automatisierungsgrad und geringem Arbeitsaufwand. Ein Verkaufsautomat bietet frischen Wolfsbarsch und weitere regionale Produkte an, rund um die Uhr zugänglich. Die Geflossenschaft zeigt, wie sich landbasierte Aquakultur in kleinen, regionalen Strukturen mit Direktvermarktung verbinden lässt.





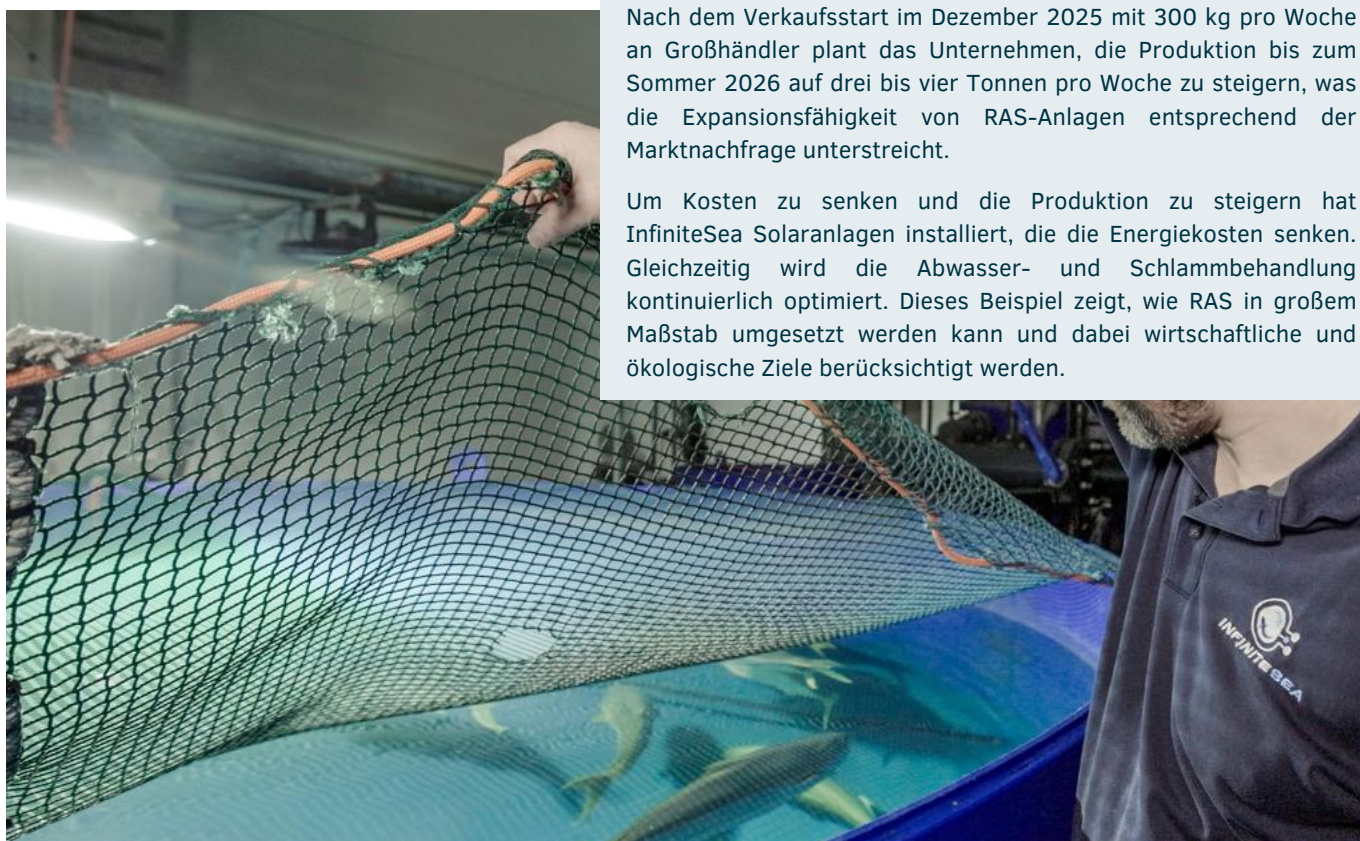
Fallstudie – InfiniteSea

Skalierbare, nachhaltige landbasierte Aquakultur mit hochwertigen Arten

InfiniteSea mit Sitz in Völklingen im Saarland ist eine landbasierte RAS-Anlage, die Gelbschwanzmakrele, eine Salzwasserart, züchtet. Mit eigenem Laichbestand und eigener Aufzuchtanlage gewährleistet das Unternehmen eine ganzjährige Produktion, unabhängig von saisonalen Schwankungen.

Durch den Einsatz eines geschlossenen Kreislaufsystems demonstriert die Anlage die Effizienz und Nachhaltigkeit der landbasierten Aquakultur in größerem Maßstab. Über 95 % des Wassers werden gefiltert, biologisch aufbereitet und wiederverwendet, was einen geringeren Wasser- und Energiebedarf ermöglicht und somit die Produktion an strategisch Standorten erlaubt, darunter städtische Industriegebiete und die Nähe zu Großstädten. InfiniteSea entschied sich für die Gelbschwanzmakrele aufgrund seines hohen Marktpreises, der fast doppelt so hoch ist wie der von Lachs oder Wolfsbarsch, sowie aufgrund des geringeren Wettbewerbs. Die Art eignet sich gut für RAS-Systeme, wächst schnell und verträgt hohe Besatzdichten. Nach dem Verkaufsstart im Dezember 2025 mit 300 kg pro Woche an Großhändler plant das Unternehmen, die Produktion bis zum Sommer 2026 auf drei bis vier Tonnen pro Woche zu steigern, was die Expansionsfähigkeit von RAS-Anlagen entsprechend der Marktnachfrage unterstreicht.

Um Kosten zu senken und die Produktion zu steigern hat InfiniteSea Solaranlagen installiert, die die Energiekosten senken. Gleichzeitig wird die Abwasser- und Schlammbehandlung kontinuierlich optimiert. Dieses Beispiel zeigt, wie RAS in großem Maßstab umgesetzt werden kann und dabei wirtschaftliche und ökologische Ziele berücksichtigt werden.





03

Technologische Innovationen für moderne Land-basierte Systeme

Zentrale Erkenntnisse

Die globale Aquakultur verlagert sich allmählich von offenen, kostengünstigen Systemen hin zu umgebungsgesteuerten, technologisch fortschrittlichen Modellen, insbesondere zu landbasierten und hybriden RAS-Anlagen. Dieser Wandel wird durch die Notwendigkeit getrieben, Risiken zu mindern, wodurch Innovation und Präzisionsmanagement für die langfristige Wirtschaftlichkeit unerlässlich sind.

Fortschritte in den Bereichen Automatisierung, fortschrittliche Überwachung und KI-basierte Lösungen verbessern die Zuverlässigkeit und Effizienz von RAS-Systemen und optimieren die Fütterungspräzision, die Biomasse-Bestimmung sowie die Prozesssteuerung. Dies ist entscheidend für die Senkung der Kosten, die Minimierung von Verlusten und die Verbesserung der finanziellen Rentabilität.

Der RAS-Sektor entwickelt sich weg von reinen RAS-Systemen in großem Maßstab hin zu modularen, hybriden Systemen, bei denen finanzielle Stabilität, prognostizierbare Leistung und das Vertrauen der Investoren im Vordergrund stehen.

Vollständig geschlossene RAS-Systeme bieten ein hohes Maß an Kontrolle und Nachhaltigkeit. Ihre Komplexität, die hohen Kapital- und Energiekosten sowie technische Risiken haben jedoch die Expansion gebremst. Dies hat die Branche dazu veranlasst, auf Hybridsysteme umzusteigen, die einen Kompromiss zwischen Wasserzirkulation und einfacher Bedienung darstellen. Diese werden durch steigende Investitionen, eine Diversifizierung der Fischarten und ein immer ausgereifteres Lieferantennetzwerk unterstützt.

Europa ist dank seiner soliden Kapazitäten und des großen Interesses von Investoren weltweit führend in der Entwicklung von RAS-Anlagen; hohe Energiekosten, komplexe regulatorische Rahmenbedingungen und finanzielle Verluste in der Vergangenheit unterstreichen jedoch die Notwendigkeit einer planmäßigen Projektabwicklung und eines finanziell soliden Betriebs.

Der deutsche Markt für RAS-Systeme ist ein zentraler Standort für Aquakulturtechnologie und -technik, mit starken Investitionen in Anlagentechnik, Systemintegration und Effizienz. Dies macht den Standort zu einem wichtigen Anbieter von RAS-Lösungen.

01

Die globale und europäische Aquakulturlandschaft

02

Ein Überblick über die deutsche Aquakultur – Ein Sektor im Wandel

03

Technologische Innovationen für moderne Land-basierte Systeme

04

Die Zulieferindustrie – Der Motor des Wachstums

05

Stimme der Branche

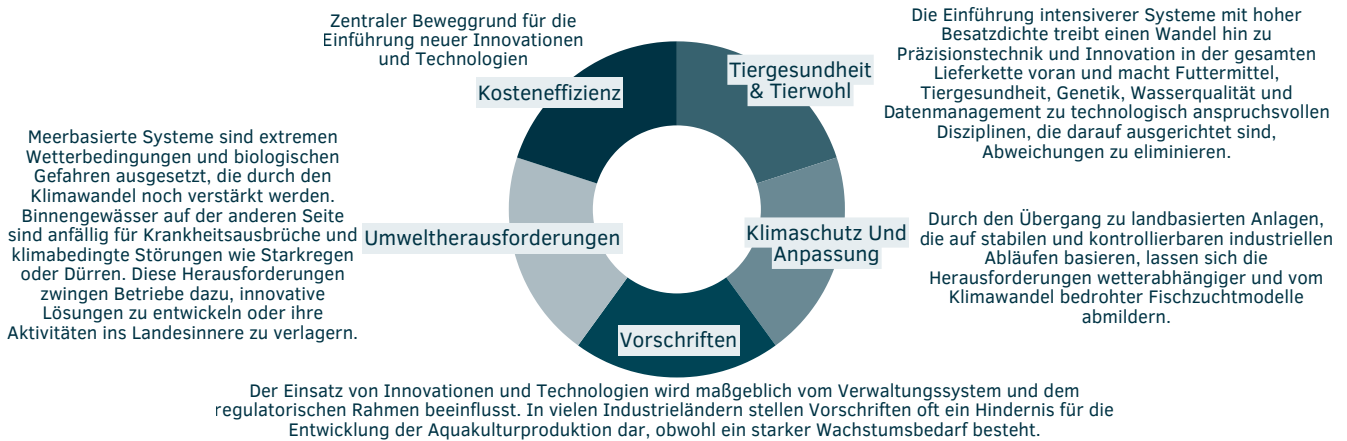
06

Strategische Instrumente zur Förderung der deutschen Aquakultur

3.1. Innovationstreiber in der Aquakultur

Die globale Aquakulturindustrie vollzieht derzeit einen Wandel: weg von ressourcenabhängigen Systemen hin zu stärker kontrollierbaren, unabhängigen Modellen. Treibende Faktoren dieses Wandels sind der Klimawandel, Umweltrisiken, Krankheiten und Umweltverschmutzung (Abbildung 16). Der Übergang, sowohl technologisch wie existenziell, geht mit einem Zielkonflikt einher: Betreiber tauschen die geringeren Kapitalkosten offener Systeme gegen die hohe Komplexität biologisch stabiler, Offshore-, geschlossener oder land basierter Infrastruktur.

Abbildung 16: Wesentliche Innovationstreiber in der Aquakultur

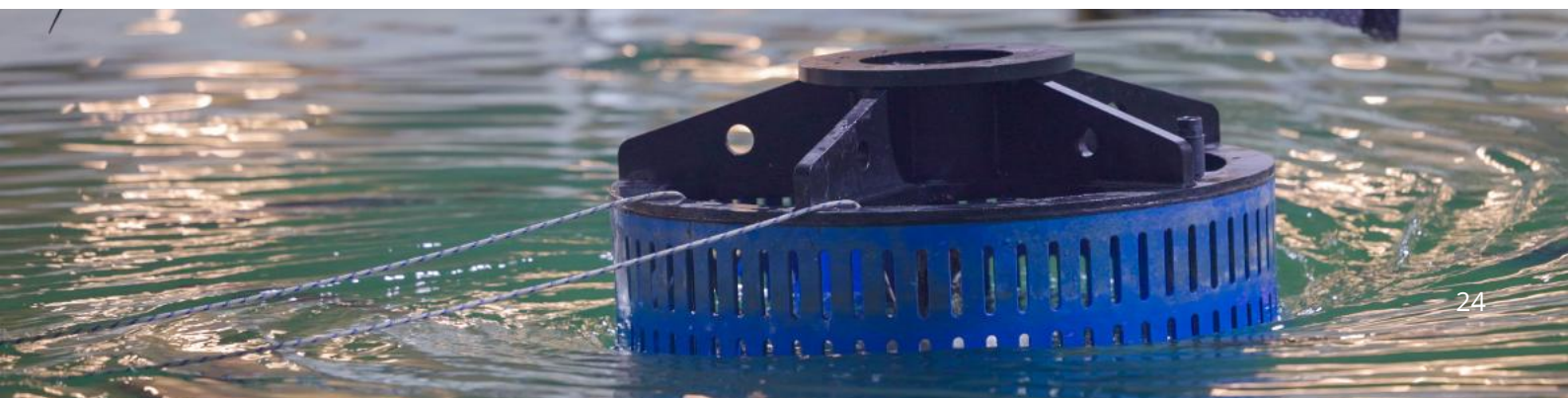


In der Vergangenheit nutzte die Aquakultur extensive und halb-intensive Systeme. Dazu gehörten offene Netzgehege und Käfige für marine Arten sowie Teichsysteme für Süßwasserarten und Garnelen. Obwohl diese Systeme niedrigere Einstiegskosten bieten, sind sie äußerst anfällig für äußere Einflüsse. Dies hat zu nicht vorhersehbaren Sterblichkeitsraten und instabilen Erträgen geführt. In Norwegen beispielsweise begrenzt das staatliche „Ampelsystem“ das Produktionswachstum in Gebieten mit hohem Druck durch Lachsläuse und deckelt so die Produktionsmenge auf Grundlage der Umweltauswirkungen.

Landbasierte Systeme zielen deshalb darauf ab, die Produktion von unkontrollierbaren externen Faktoren zu entkoppeln. Die Branche erkennt jedoch zunehmend, dass „Stabilität“ nicht bedeutet, den gesamten Lebenszyklus sofort an Land zu verlegen. Vor allem im Lachssektor hat sich ein Hybridmodell durchgesetzt, was sich auf die Post-Smolt-Produktion konzentriert. Jungfische werden in RAS-Anlagen auf bis zu einer Größe von einem Kilogramm herangezogen, bevor sie ins Meer überführt werden. Dadurch verkürzt sich die Zeit im offenen Meer von 16 Monaten auf unter ein Jahr. Die Risikoexposition gegenüber Lachsläusen und Krankheiten wird dadurch deutlich reduziert.

Die Notwendigkeit ökologische und biologische Risiken zu minimieren ist zum Haupttreiber für technologische Innovationen in allen Produktionssystemen geworden. Dies gilt insbesondere für RAS-Anlagen, wo ein einziger Systemausfall zum vollständigen Verlust des Bestands führen kann. Innovative Lösungen sind nicht mehr nur ein strategischer Vorteil, sondern eine Notwendigkeit für die langfristige Rentabilität der Betriebe. Angetrieben wird dieser Wandel durch internen wirtschaftlichen Druck und externe gesellschaftliche Erwartungen, die die Branche dazu drängen, transformative Technologien einzuführen, die technische und biologische Anforderungen in Einklang bringen.

Letztlich entwickelt sich die Aquakultur durch den Übergang zu kontrollierten Umgebungen zu einer Prozessindustrie. Im Mittelpunkt steht nicht mehr nur die Fischzucht, sondern das Management komplexer biologischer Daten — über fortschrittliche Anlagentechnik, Automatisierung und präzise Inputs, die Produktionsrisiken besser



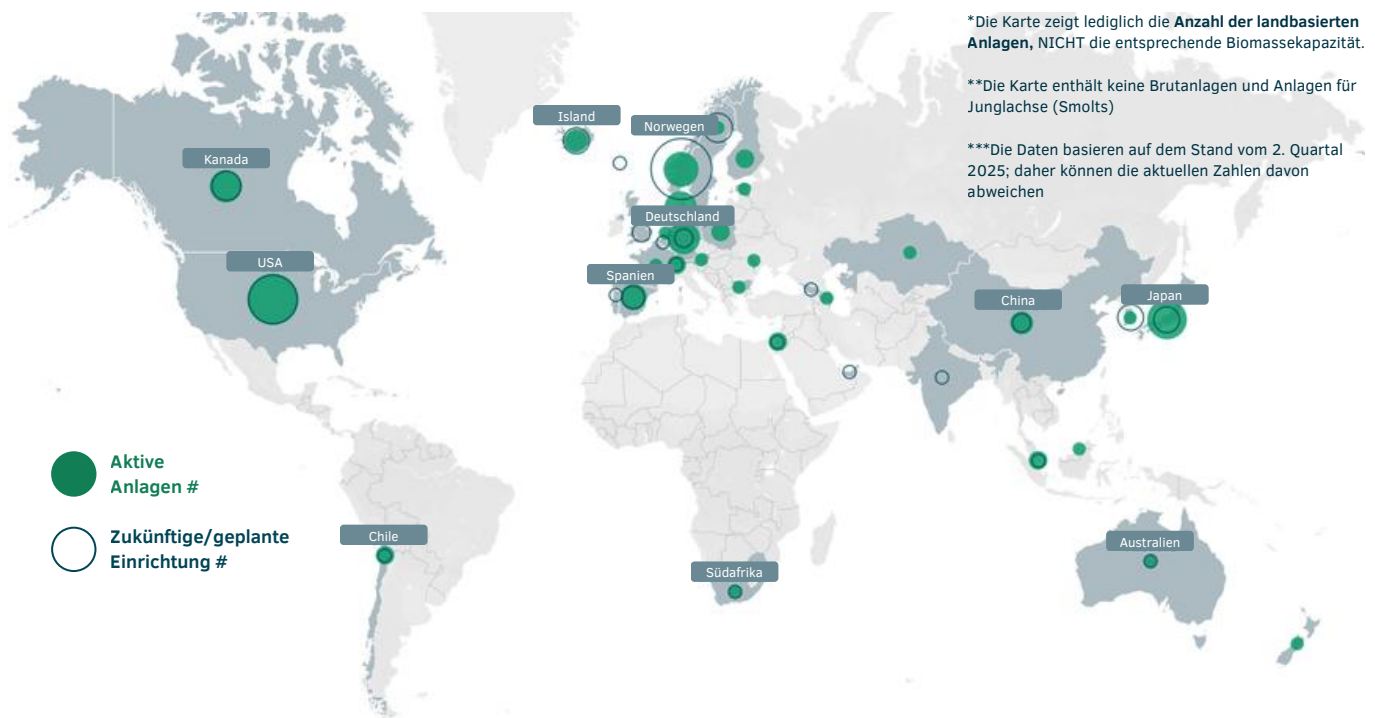
3.2. Der globale RAS-Sektor

Der Trend zu kontrollierten Produktionssystemen wurde maßgeblich durch Verbesserungen im Bereich der Wasseraufbereitungssysteme beeinflusst. Die Entwicklung derer begann etwa in den 1970er Jahren. Im Vergleich zu Offshore-Systemen ermöglicht die RAS-Technologie eine präzisere Kontrolle der Umweltbedingungen, was zu einer Effizienz und der langfristigen Nachhaltigkeit verbessert. Die Verlagerung der Produktion auf das Land mindert zudem Risiken wie Parasiten, Algen- und Quallenblüten, Temperaturschwankungen, räumliche Einschränkungen, Verschmutzung durch Fischzuchtanlagen sowie eine negative öffentliche Wahrnehmung, die das Wachstum im Meer bisher eingeschränkt haben.

Die Karte unten (Abbildung 17) zeigt eine deutliche geografische Konzentration landbasierter Anlagen in wirtschaftlich höher entwickelten Regionen, insbesondere in Nordamerika, Europa und Ostasien. Die USA und Kanada dominieren, während Europa einen wichtigen Knotenpunkt bildet, mit Konzentrationen in Norwegen, Island, Spanien und Deutschland. Im Gegensatz dazu gibt es in Südamerika, Afrika und Ozeanien nur vereinzelte Anlagen, ein Hinweis auf eine schwächere Branchenentwicklung aufgrund hoher Anfangsinvestitionen. Die Konzentration sowohl bestehender als auch geplanter Standorte in Deutschland deutet auf ein Marktwachstum und unterstreicht die Bedeutung Europas innerhalb des landbasierten Sektors.

Abbildung 17: Karte der landbasierten RAS-Anlagen (Mast) nach Betriebsstatus

Quelle: Spheric Research, Bericht zur landgestützten Aquakultur (2025)



Der Aufstieg hybrider Systeme

RAS-Anlagen bieten zwar ein hohes Maß an Biosicherheit und Flexibilität bei der Standortwahl. Dennoch setzt der Sektor zunehmend auf Hybrid-Durchflusssysteme, die teilweise Rezirkulation mit kontinuierlichem Wasseraustausch kombinieren und damit ein Gleichgewicht zwischen Umweltkontrolle und einfacher Betriebsführung herstellen. In den letzten zehn Jahren standen mehrere RAS-Projekte vor Herausforderungen: Massensterben durch technische Ausfälle, die Anreicherung von Schwefelwasserstoff (H_2S), vorzeitige Geschlechtsreife, Geschmacksbeeinträchtigungen sowie hohe Investitions- und Energiekosten. Während RAS vorhersehbare Erträge und Unabhängigkeit von Küstenstandorten ermöglicht, bremsen ihre Komplexität und ihr Risikoprofil die weitere Verbreitung — und machen Hybrid-Durchflusssysteme (HFT) zu einer attraktiven Alternative. Aktuelle Prognosen gehen davon aus, dass traditionelle Durchflusssysteme und HFT bis 2030 rund 59 % der landbasierten Lachszucht ausmachen und damit das Volumen von RAS-Anlagen übersteigen werden.

Artenvielfalt

Während der Atlantische Lachs den RAS-Sektor dominiert, gewinnen andere Arten aufgrund spezifischer wirtschaftlicher Vorteile zunehmend an Bedeutung (Abbildung 18).

Forellen und Saiblinge:

Die landbasierte Forellenzucht nimmt stetig zu; die Produktionsmengen werden bis 2030 voraussichtlich die Marke von 26.000 Tonnen erreichen, während gleichzeitig die Investitionen in die Seesaiblingzucht steigen.

Stör:

Dieser Bereich wird vor allem durch die Produktion von hochwertigem Kaviar angetrieben, mit weltweit rund 14 in Betrieb befindlichen oder geplanten Projekten. Wichtige Akteure erweitern ihre Aktivitäten in Moldawien und Aserbaidschan, um ihre RAS-Kapazität auf bis zu 10 Tonnen Kaviar pro Jahr zu steigern.

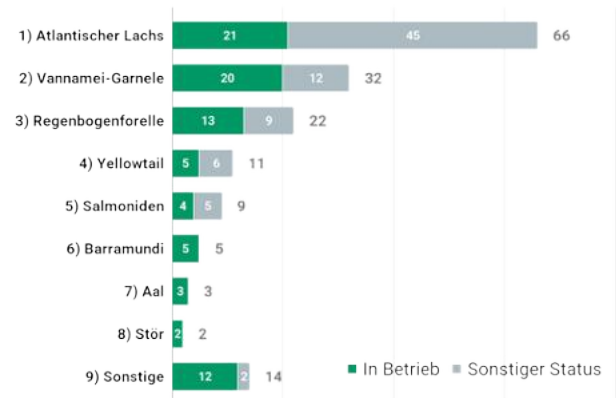
Seezunge und Steinbutt: Obwohl die Mengen noch gering sind, signalisieren die anhaltenden RAS-Investitionen von Stolt Sea Farm positive Aussichten für die Zucht von Plattfischen in Kreislaufanlagen.

Yellowtail Kingfish: Diese Art, die oft als wichtigste Alternative zu Lachsfischen angesehen wird, profitiert von Premiumpreisen und ihrer Eignung für RAS-Anlagen, unterstützt durch erfolgreiche Skalierung von Unternehmen wie The Kingfish Company und Nordic Aquafarms.

Garnelen: Trotz höherer Betriebskosten in Indoor-Anlagen investieren große chinesische Futtermittelhersteller massiv in Garnelen-RAS-Farmen, um der zunehmenden Wasserverschmutzung entgegenzuwirken. Unterdessen setzen Teichzüchter in Ecuador auf „RASification“ – also den Einsatz von Teilkreislaufsystemen –, um die Nachhaltigkeit zu verbessern, ohne die vollen Kosten für reine Indoor-Systeme tragen zu müssen.

Abbildung 18: Anzahl landbasierter Aquakulturprojekte nach Art und Status (weltweit, exklusive Lachs-Smolts)

Quelle: Spheric Research, Bericht zur landbasierten Aquakultur (2025)



Besondere Erwähnungen:

Aal:

Vor allem in China ist eine bedeutende Infrastrukturentwicklung im Gange, neben Betrieben wie der ALBE Fischfarm in Deutschland und American Unagi in den USA. Die hohe Abhängigkeit von wild gefangenen Glasaalen für den Besatz bleibt jedoch ein wesentliches Entwicklungshemmnis.

Afrikanischer Wels und Tilapia:

Diese robusten Arten zeigen in RAS-Anlagen gute Leistungen und sind einfacher zu handhaben als anspruchsvolle Salmoniden. In Europa gibt es mehrere erfolgreiche Zuchtbetriebe für Afrikanischen Wels. Der geringere Marktwert dieser Arten kann jedoch institutionelle Investitionen bremsen, da die Renditen die hohen investiven Kosten für RAS-Systeme nicht immer rechtfertigen.

Barramundi:

Gilt neben Zackenbarsch und Snapper als vielversprechende Meeresfischart für RAS-Anlagen, mit einer Handvoll aktiver Projekte weltweit.

Investitionen und Marktwachstum

Die Branche ist von gegensätzlichen Trends geprägt: Einerseits fließt Kapital, andererseits haben bestehende Projekte Schwierigkeiten, ihre Produktionspläne einzuhalten. Allein im ersten Halbjahr 2025 beliefen sich die Kapitalaufnahmen über Fremd- und Eigenkapital auf über 1,3 Milliarden US-Dollar. Dieser Anstieg wird maßgeblich von institutionellen Investoren wie Banken und Pensionsfonds vorangetrieben, insbesondere in Island und Japan. Dem gegenüber spiegeln Ereignisse wie die Insolvenz von Technologieanbietern, der Verkauf von RAS-Anlagen, Massensterben aufgrund von Geräteausfällen oder enttäuschende Finanzergebnisse die anspruchsvolle Realität für einige Betreiberunternehmen in diesem Bereich wider.

Reifegrad der Lieferkette

Das Ökosystem der Branche entwickelt sich rasant. Die Zahl der spezialisierten Zulieferer stieg im letzten Jahr um 51 %, wobei ein bemerkenswerter Zustrom branchenübergreifender Akteure aus den Bereichen Wasseraufbereitung und industrielle Automatisierung in den Sektor zu verzeichnen war. Dies signalisiert eine Entwicklung hin zur industriellen Standardisierung und weg von den individuellen, experimentellen Konstruktionen, die die Pionierunternehmen der Branche prägten.

3.3. Operative Trends der nächsten Generation

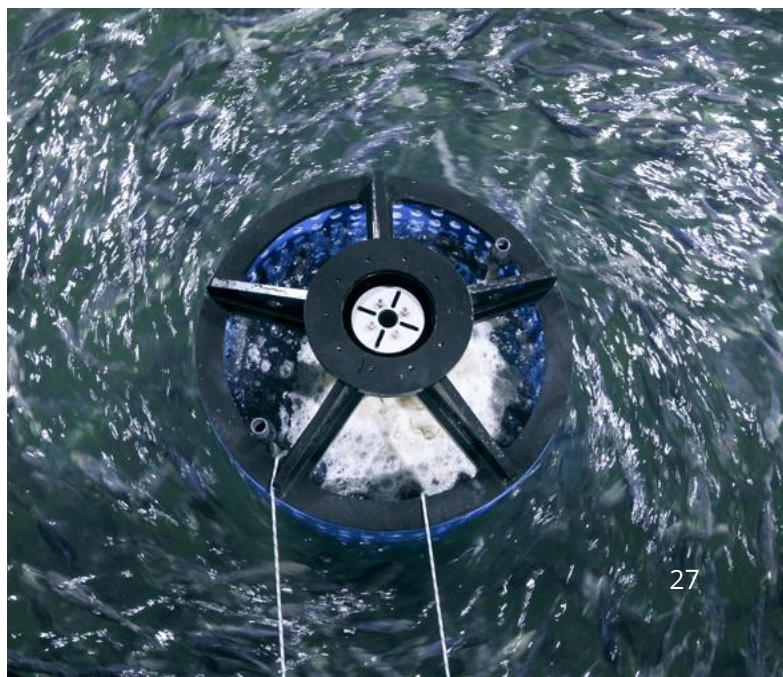
Abbildung 19: Die Toolbox für Schlüsseltechnologien

Quelle: Hatch Blue

01 Wasserqualitätsmanagement	
Filtersysteme Entfernen Schwebstoffe, schädliche Bakterien und überschüssige Nährstoffe aus dem Wasser	
UV-/Ozon-Sterilisation Tötet oder inaktiviert schädliche Mikroorganismen	
Pumpen und Umwälzsysteme Halten die Wasserbewegung für eine gleichmäßige Verteilung von Sauerstoff und Nährstoffen aufrecht	
02 Fütterungs- und Ernährungsmanagement	
Automatisierte Fütterung Präzise Biomasseabschätzung zur Dosierung exakter Futtermengen in festgelegten Intervallen	
FCR & Verhaltensüberwachung Überwachung des Fressverhaltens zur Optimierung der Fütterung	
03 Abfall- und Umweltmanagement	
Systeme zur Feststoffabscheidung Nutzen Absetzbecken und Filter zur physischen Abtrennung von Feststoffen aus dem Wasser	
Abwasserbehandlung Behandelt Abwasser vor der Ableitung oder Wiederverwendung	
Nährstoffrückgewinnungssysteme Extrahieren wertvolle Nährstoffe aus Abfallströmen zur Wiederverwendung als Dünger oder Futter	
Überwachungs- und Kontrollsysteme Kontinuierliche Überwachung von Abfallmengen und Wasserqualitätsparametern	
04 Datenbasierte Biosicherheitslösungen	
Automatisierte Fischgesundheitsüberwachung Einsatz von Sensoren, Bildgebungssystemen und Kameras zur Überwachung von Fischverhalten, Schwimmmustern und körperlichem Zustand	
Biosicherheitsmaßnahmen	
Impf- und Behandlungsprotokolle	
Datenmanagement und prädiktive Analytik	
Parametersteuerung (automatisch)	
Notfallmanagement und Notfallpläne Vorbereitung auf potenzielle Systemausfälle oder Notfälle, die die Wasserqualität gefährden könnten	

In konventionellen Systemen steht primär die Versorgung der Tiere im Vordergrund. Bei RAS-Anlagen hingegen muss zusätzlich das Wasser – durch Pumpen, Filtern und Aufbereiten – sowie die Bakterienpopulation im Biofilter aktiv gesteuert werden. Diese Systeme basieren auf mechanischer und biologischer Filtration, Desinfektion (UV und Ozon), Entgasung, Heizung, Kühlung und Sauerstoffanreicherung, um die Wasserqualität zu erhalten und eine hohe Besatzdichte zu ermöglichen. Die Anlagen erhöhen zugleich die Abhängigkeit von Energiequellen und erfordern Backup-Systeme sowie Notfallpläne.

In den vergangenen zwei Jahrzehnten haben weltweite Investitionen in RAS zu Durchbrüchen in der Systemtechnik und effizienten Betriebsmethoden geführt (Abbildung 19). Diese Entwicklungen erleichtern immer mehr Betrieben den Einstieg in die landbasierte Produktion und machen diese zuverlässiger sowie zugänglicher.

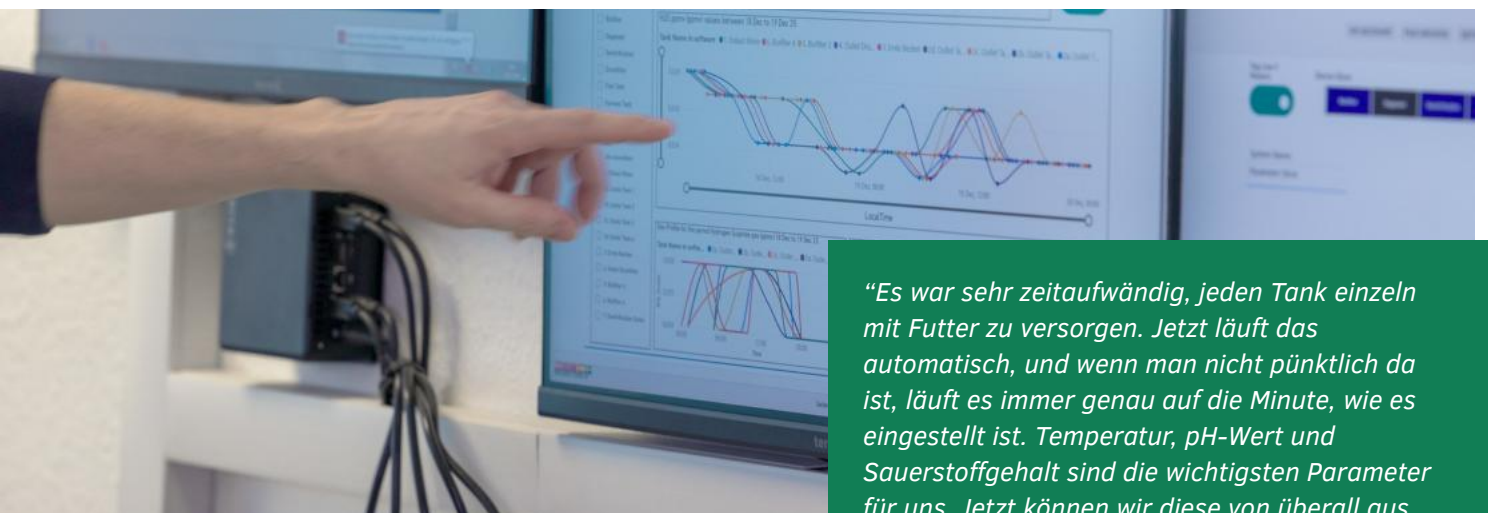


Der Betrieb von RAS-Anlagen wird zunehmend durch Automatisierung, Datenintegration und eine automatisierte Fischgesundheitsüberwachung gesteuert. Lösungen auf Basis Künstlicher Intelligenz (KI) und Computer Vision ermöglichen eine präzise Biomassebestimmung sowie eine frühzeitige Stresserkennung. Diese Daten speisen prädiktive Systeme, die das Tierverhalten mit Wasserqualitätsparametern wie Sauerstoff, Kohlendioxid und Nitrat verknüpfen. Dies verbessert die Präzision der Fütterung erheblich – ein entscheidender Faktor, da manuelle Schätzfehler bei der Biomasse von rund 20 % häufig zu Über- oder Unterfütterung führen und die Rentabilität gefährden können.

KI-gestützte Kameras und Algorithmen liefern Echtzeitdaten zum Fischwachstum. Dies verbessert die Betriebseffizienz und Ressourcenplanung. Andere Systeme aggregieren Gesundheits- und Tierwohldaten zur frühzeitigen Krankheitserkennung. Unterwasser-KI-Drohnen überwachen die Wasserqualität, führen Wartungsarbeiten durch und entfernen tote Fische.

Obwohl sich viele KI-Start-ups noch in frühen Entwicklungsstadien befinden, kooperieren führende Branchenakteure wie Produzenten, Futtermittelunternehmen und Technologieanbieter, um praxisnahe Lösungen zu entwickeln, die Wachstumsraten steigern, den FCR optimieren, Abfallmengen reduzieren sowie Kosten und Umweltbelastungen senken.

Angesichts der Komplexität von RAS als vollständiges Lebenserhaltungssystem sind technologische Verbesserungen unerlässlich, um die Effizienz zu steigern, Kosten zu senken, eine stabile ganzjährige Produktion zu gewährleisten, die Resilienz zu erhöhen, die Skalierbarkeit zu unterstützen und die Nachhaltigkeit zu verbessern.



“Es war sehr zeitaufwändig, jeden Tank einzeln mit Futter zu versorgen. Jetzt läuft das automatisch, und wenn man nicht pünktlich da ist, läuft es immer genau auf die Minute, wie es eingestellt ist. Temperatur, pH-Wert und Sauerstoffgehalt sind die wichtigsten Parameter für uns. Jetzt können wir diese von überall aus einsehen. Das ist der Vorteil.”
Inhaber und Geschäftsführer, landbasierter Fischzuchtbetrieb



Fallstudie - Oceanloop und das Alfred-Wegener-Institut (AWI)

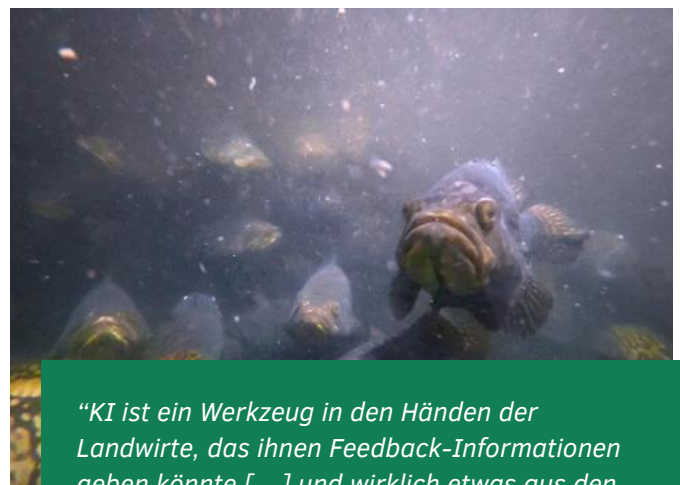
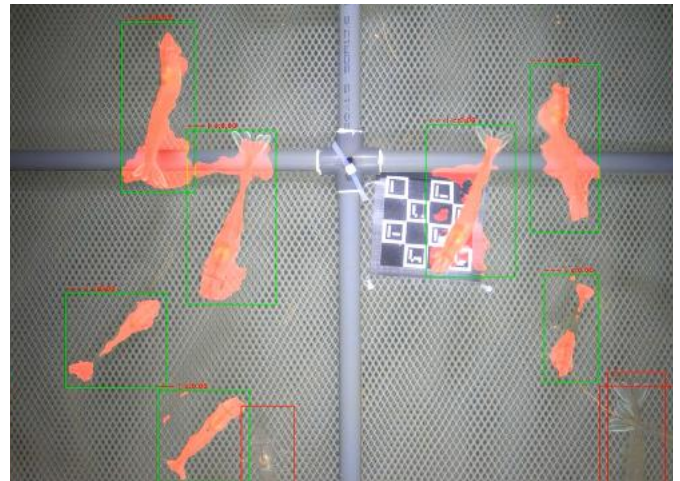
Förderung nachhaltiger Garnelenzucht durch KI-gestützte Innovation



In Deutschland schreiten Digitalisierung und KI in der Aquakultur durch Kooperationen zwischen Start-ups und Forschungsinstituten voran. Das Projekt ShrimpWiz unter der Leitung von AWI und Oceanloop zeigt, wie solche Partnerschaften Technologie und Betriebseffizienz verbessern können. Das Projekt zielt darauf ab, die Bedingungen in der Garnelenzucht zu verbessern und die Kosten zu senken.

Da die Garnelenzucht zu Wiege- und Inspektionszwecken eine häufige Handhabung der Tiere erfordert, kann dies zu erheblichem Stress führen. In Kombination mit trüben Wasserbedingungen erschwert dies zudem die Identifizierung kranker Individuen. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, haben das AWI und Oceanloop ein KI-basiertes Computer-Vision-System entwickelt, das die Garnelen automatisch zählt und das Tierwohl während der gesamten Produktion überwacht. Dabei erfasst ein über den Becken installiertes Smartphone minütlich Bilder und sendet sie an einen lokalen Server. Dort zählen Algorithmen die Tiere, messen deren Länge und erkennen visuelle Stressanzeichen wie rötliche Verfärbungen der Schwanzsegmente. Das Klarwasser-RAS-System von Oceanloop ermöglicht eine hochpräzise Überwachung und demonstriert so die Vorteile der Kombination innovativer Forschung mit fortschrittlicher Betriebstechnologie.

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), veranschaulicht das Projekt, wie Fördermittel, Forschungsexpertise und Start-up-Innovation zusammenwirken können, um Digitalisierung und KI in der Aquakultur voranzutreiben.



“KI ist ein Werkzeug in den Händen der Landwirte, das ihnen Feedback-Informationen geben könnte [...] und wirklich etwas aus den Daten machen kann. Das ist die große Chance, die wir jetzt mit KI haben – ‚Brände‘ und Produktionsausfälle zu verhindern, bevor sie passieren.”

Projektkoordinator, Forschungsinstitut



3.4. Der europäische RAS-Sektor

Der europäische RAS-Sektor hat sich rasant entwickelt und gilt weithin als weltweit führend bei Innovation in der landbasierten Aquakultur. Europa hält einen bedeutenden Anteil an der globalen RAS-Kapazität, wobei 41 % der landbasierten Lachsanlagen in Norwegen, Dänemark und Island liegen. Allein Norwegen produzierte 2023 20.000 Tonnen landbasierten Lachs. Mehrere weitere Anlagen erreichen nun kommerzielle Größe. Hima Seafood in Norwegen hat die kommerzielle Produktion in seiner Forellenzucht mit einer Jahreskapazität von 8.000 Tonnen begonnen, während Danish Salmon in Dänemark und Nordic Aqua Partners in Norwegen nahezu bei voller Kapazität arbeiten. Steigende Investitionen haben verstärkt Zulieferer aus verwandten Industriezweigen angezogen. Norwegen hat beispielsweise massiv in die landbasierte Smolt-Produktion investiert. Parallel dazu hat sich dort ein Cluster aus auf RAS spezialisierten Integratoren, Ingenieurbüros und Ausrüstern entwickelt. Wie Abbildung 20 verdeutlicht, unterstreichen diese Entwicklungen die globale Führungsrolle Europas.

Innerhalb Europas dominiert Norwegen die RAS-Projektpipeline. Aufstrebende Cluster existieren in Deutschland, Spanien, Island und Dänemark (Abbildung 21). Ein weiteres herausragendes Beispiel ist die Kingfish-Zeeland-Anlage der The Kingfish Company in den Niederlanden, die Yellowtail Kingfish (Gelbschwanzmakrelen) mittels RAS-Technologie produziert. Die Anlage wurde in den letzten Jahren sukzessive erweitert und erreichte 2024 eine jährliche Produktionskapazität von 4.000 Tonnen. Dies belegt die wirtschaftliche Rentabilität landbasierter Systeme für hochwertige Meeresfischarten. Um das weitere Wachstum zu finanzieren, sicherte sich das Unternehmen 2023 zudem Kapital in Höhe von 32 Mio. EUR, was das anhaltende Vertrauen der Investoren in diesen Sektor unterstreicht.

Abbildung 20: Anzahl landbasierter Aufzuchtprojekte nach Status

Der Chart umfasst den WELTWEITEN Bereich; die Daten beziehen sich nicht auf Anlagen für Lachs-Smolts (Jungfische). Quelle: Spheric Research, Bericht zur landbasierten Aquakultur (2025)

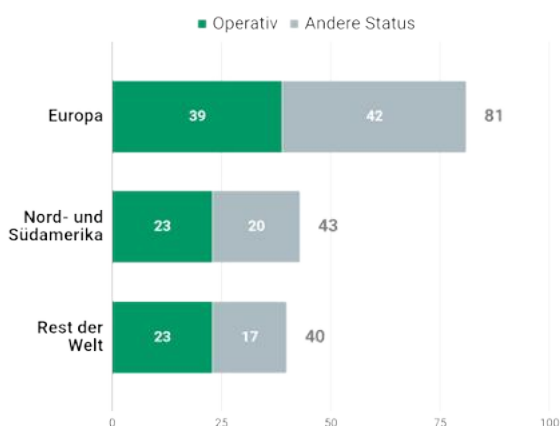
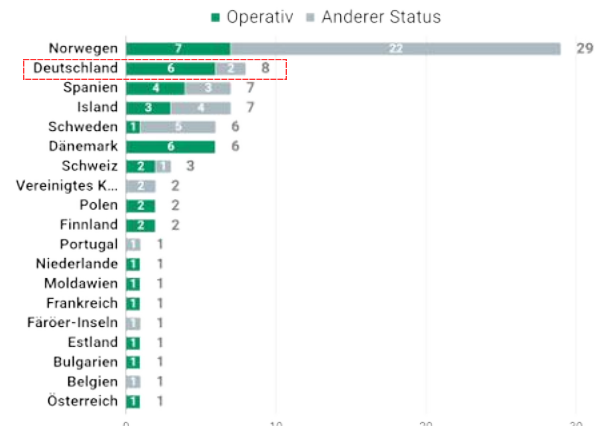
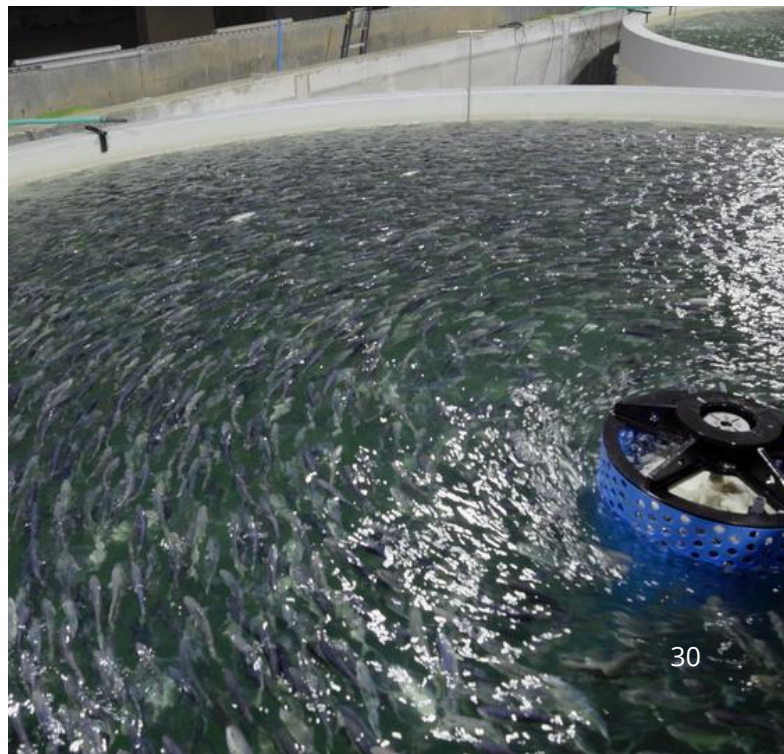


Abbildung 21: Anzahl landbasierter Aufzuchtprojekte nach Status in Europa

Die Grafik bezieht sich auf EUROPA; die Daten umfassen keine Anlagen für Lachs-Smolts (Jungfische). Quelle: Spheric Research, Bericht zur landbasierten Aquakultur (2025)



Trotz dieser Entwicklungen hat der europäische RAS-Sektor mit Herausforderungen zu kämpfen. Einige Unternehmen haben schwere Verluste erlitten oder mussten schließen, wie etwa die Insolvenz von Gaia Salmon in Norwegen im Jahr 2024. Darüber hinaus stellen hohe Energie- und Materialkosten, Preisschwankungen und komplexe regulatorische Anforderungen weiterhin Hindernisse für die RAS-Entwicklung dar. Außerdem sind einige Projekte vor allem aufgrund regulatorischer Hürden und Schwierigkeiten bei der Genehmigung für Landentwicklung und Wassernutzung ins Stocken geraten. Infolgedessen durchläuft der Sektor eine Phase der Zurückhaltung, in der Investoren verstärkt auf belastbare Projektzeitpläne und finanziell solide Betriebe setzen.



3.5. Der deutsche RAS-Sektor

Während die nordischen Länder bei der Produktion von Atlantischem Lachs führend sind, hat sich Deutschland eine bedeutende Position in der landbasierten Aquakultur erarbeitet. Dank seiner Ingenieurskompetenz hat sich das Land zu einem Zentrum für technologische Innovationen im Indoor-Farming-Sektor entwickelt. Der deutsche RAS-Sektor zeichnet sich durch einen Technologie-fokussierten Ansatz aus, bei dem fortschrittliche Technik zur Optimierung der Produktion von traditionellen Arten und zur effizienten Bewirtschaftung nicht-heimischer Arten eingesetzt wird. Investitionen in landbasierte Anlagen und Technologie-Zulieferernetzwerke haben Deutschland als einflussreichen Akteur positioniert.

Ungeachtet der geringen heimischen Erzeugungsmenge hat sich Deutschland als globaler Kompetenzstandort für RAS-Technologie, -Komponenten und Ingenieurwesen etabliert. Viele der hier entwickelten Lösungen finden inzwischen auch in branchenfremden Industriezweigen erfolgreiche Anwendung. Infolgedessen ist Deutschland derzeit der viertgrößte Anbieter weltweit von RAS-Technologie, hinter Norwegen, den USA und Dänemark.

Diese technologische Führungsrolle manifestiert sich im deutschen Innovations-Ökosystem, das spezialisierte Ingenieurbüros und sektorübergreifende Zulieferer umfasst, welche ihre Lösungen gezielt für die spezifischen Anforderungen der Aquakultur adaptieren.

- **Wasserqualitätsmanagement:** Unternehmen wie Sander liefern wesentliche Komponenten, darunter Protein-Abschäumer und Ozongeneratoren, für Systeme mit hoher Besatzdichte. Sander Produkte sind in Bezug auf Preis, Stromverbrauch und Volumen wettbewerbsfähig und helfen die Betriebskosten zu senken.
- **Systemintegration:** Spranger liefert maßgeschneiderte RAS-Anlagenkonzepte, darunter Garnelenfarmen für Kunden wie SwissShrimp und CrustaNova.
- **Planung und Bau:** Water Proved und FutureFish Aquaculture bieten Planungs- und Bauleistungen an, während Seawater Cubes modulare RAS-Systeme in Schiffscontainern entwickelt und damit Deutschlands Ingenieurtechnisches Wissen demonstriert.
- **Biologische Unterstützung:** Unternehmen wie Christian Stöhr liefern biologische Trägermedien für Moving-Bed-Bioreaktoren (MBBR), ein bewährtes Standardverfahren für die Nitrifikation in RAS.

Die traditionelle Teichzucht mit Karpfen und Forellen bleibt kulturell und ökologisch bedeutsam. Diese Teiche dienen als Zentren der Biodiversität, erbringen wichtige Ökosystemleistungen wie Wasserrückhaltung, Hochwasserschutz und Grundwasserneubildung und repräsentieren eine mit der Natur integrierte Form der Nahrungsmittelproduktion. Gleichzeitig haben moderne technologische Fortschritte, einschließlich RAS, Präzisionsfütterung und digitale Überwachung, das Potenzial, die Produktionseffizienz erheblich zu verbessern und die nachhaltige Intensivierung der deutschen Aquakultur zu unterstützen.

“Mit RAS hat man ein hohes Maß an Kontrolle über Inputs, Outputs und Produktqualität, daher sehe ich das als Zukunft. [...] Es hängt letztlich von Energieangebot und -nachfrage ab. Aber mit nachhaltigen Energiequellen [...] könnte dies die Zukunft der Aquakultur in Europa werden, einschließlich Deutschland.”

Leitender Wissenschaftler, Forschungsinstitut

Fallstudie- ALBE-Fischfarm

Wettbewerbsfähigkeit durch Zucht einer besonderen Art

Die 1989 gegründete ALBE-Fischfarm ist Marktführer in der Aalzucht und produziert jährlich 320 Tonnen in Haren-Rütenbrock und vermarktet rund 600 Tonnen europaweit. Der Betrieb deckt die gesamte Wertschöpfungskette ab – von Produktion und Verarbeitung bis hin zu Import und Vertrieb – und nutzt RAS und Automatisierung zur Steigerung der Produktionseffizienz. Die Wasserqualität wird durch biologische Aufbereitung, Biofiltertürme und Sauerstoffanreicherung aufrechterhalten. Der Betrieb hat sich durch vollautomatisierte Fütterung, Echtzeit-Warnmeldungen und Fernüberwachung von Temperatur, pH-Wert und Sauerstoff erheblich verbessert.

Deutschland ist der Hauptmarkt, gefolgt von den Niederlanden, Dänemark, Polen und Spanien. Deutsche Räuchereien, die größten Kunden des Betriebs, bevorzugen Zucht-Aale wegen ihrer gleichbleibenden Qualität und planbaren Verfügbarkeit. Im Gegensatz dazu variieren Wildfänge in Geschmack und Angebot und unterliegen saisonalen Beschränkungen (Winterfischerei ist verboten, um die Wanderung zu ermöglichen, wodurch die Verfügbarkeit auf April bis September begrenzt ist). Der Betrieb unterstützt zudem den Aalschutz durch Besatzmaßnahmen, Forschung und die Freisetzung geschlechtsreifer Weibchen in offene Gewässer.

Der holistische Ansatz der ALBE-Fischfarm bei der Aalzucht, -verarbeitung und -vertrieb positioniert sie als wegweisendes Beispiel für vertikal integrierte RAS-basierte Aquakultur.

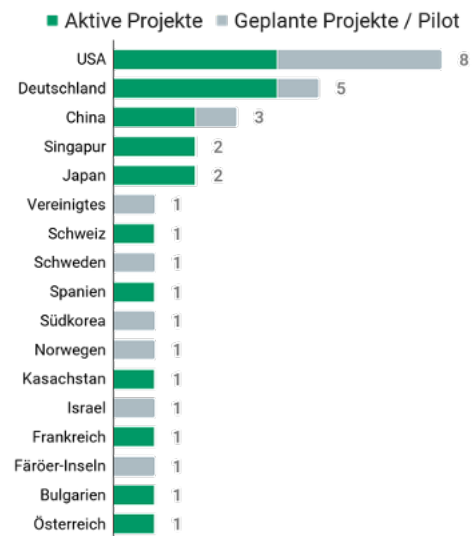


Da es sich bei Garnelen um eine nicht heimische Warmwasserart handelt, die in Europa nicht mit konventionellen Methoden kultiviert werden kann, setzen Produzenten auf landbasierte Kreislaufanlagen (RAS). Diese Indoor-Anlagen werden überwiegend als Klarwassersysteme (rein RAS-basiert) oder als hybride Biofloc-Systeme betrieben. Während RAS auf mechanischer und biologischer Filtration beruht, nutzen Biofloc-Systeme mikrobielle Aggregate (Bakterien, Algen, Einzeller und organische Substanz), um stickstoffhaltige Stoffwechselprodukte (Ammonium und Nitrit) in mikrobielles Protein umzuwandeln. Dieser Prozess sichert die Wasserqualität und liefert gleichzeitig zusätzliche Nährstoffe. Biofloc-Systeme reduzieren zudem die Investitionsausgaben (CAPEX) durch den Verzicht auf externe Biofilter sowie die Betriebsausgaben (OPEX) durch einen geringeren Pumpaufwand und Futterbedarf, da die Bioflocken als natürliche Futterquelle dienen. In Deutschland kommen überwiegend Klarwassersysteme zum Einsatz, um eine maximale Wasserqualität und Prozesskontrolle zu gewährleisten. Das Land entwickelt sich derzeit zu einem dynamischen Standort für die landbasierte Garnelenzucht, was zahlreiche Pilot- und Planungsprojekte belegen (Abbildung 22).

Beide Systeme sind preislich weniger wettbewerbsfähig als importierte Garnelen, können aber hochwertige Produkte produzieren. Mit zunehmender Reife der Technologie wird jedoch eine Skalierung erwartet; mittelfristige Projektkapazitäten werden auf 1.000 bis 2.000 Tonnen prognostiziert, mit langfristigen Zielen von 5.000-Tonnen pro Anlage. Die Realisierung dieser Größenordnungen erfordert den Ausbau regionaler Lieferketten zur Sicherstellung der Postlarven-Versorgung, spezialisiertem Futter und Verarbeitung sowie der Marktakzeptanz: mehr Kunden müssen bereit sein, Premiumpreise für lokal produzierte Garnelen zu zahlen.

Abbildung 22: Landbasierte Garnelen-Projekte nach Land

Quelle: Spheric Research, Bericht zur landbasierten Aquakultur (2025)



Fallstudie - HanseGarnelen

Energieeffiziente Garnelenzucht im Premium-Segment

Eine landbasierte Zuchtanlage für Weißfußgarnelen in Glückstadt wurde 2019 gegründet. Nach der Übernahme im Jahr 2020 wurde sie als Machbarkeitsnachweis (Proof-of-Concept) für eine großskalierte Anlage umgebaut. Der Betrieb verfügt über eine Nennkapazität von 100 Tonnen pro Jahr. Der bundesweite Vertrieb erfolgt ganzjährig sowohl online an Privatkunden als auch an den Einzel- und Großhandel sowie die gehobene Gastronomie

Der Betrieb erzeugt Meerwasser durch Mischen von Trinkwasser, natürlichem Meersalz und Meeresmineralien, während Biofilter und sauerstoffreiche Zulaufleitungen die Zirkulation aufrechterhalten und Feststoffe aus den Aufzuchtbecken entfernen. Das Wasser wird in zwei Stufen gereinigt: Zunächst wandeln nitrifizierende Bakterien Ammonium in Nitrit um, das anschließend in Nitrat umgewandelt wird. In der anschließenden Denitrifikationsstufe wird das Nitrat in gasförmigen Stickstoff umgewandelt und so effektiv aus dem System ausgetragen. Das gereinigte, mit Sauerstoff angereicherte Wasser wird dann wieder in das System zurückgeführt. Eine gezielte Zirkulationsströmung und sinkendes Futter fördern das Schwimmen und eine effiziente Fütterung

Das Aufzuchtssystem ist effizient und umweltfreundlich, da rund 99% des Wassers wiederverwendet werden. Darüber hinaus wird die Farm mit Abwärme aus einer benachbarten Papierfabrik beheizt und durch Strom von Solaranlagen auf dem Dach unterstützt, was dazu beiträgt den CO₂-Fußabdruck zu reduzieren.



3.6. Der deutsche RAS-Sektor – Finanzielle Machbarkeitsanalyse

Investitionsausgaben (CAPEX)

Eine große Herausforderung bei RAS-Systemen sind die hohen Anfangsinvestitionen, die vor allem durch spezialisierte Infrastruktur wie Aufzuchtbecken, Wasseraufbereitungssysteme, Trommelfilter, Ozongeneratoren, Notstromversorgung und Pumpsysteme sowie durch Grundstücksentwicklung und Bau bedingt sind. Im Vergleich zu Offshore- und anderen landbasierten Systemen stellt dieses Anfangskapital eine Eintrittsbarriere dar und kann zu langen Amortisationszeiten führen, was das Risiko in den Anfangsphasen erhöht. Die finanzielle Machbarkeit hängt daher von der Betriebsgröße, dem Systemdesign, dem Zugang zu langfristiger Finanzierung und dem effektiven Management biologischer und technischer Risiken ab.

HanseGarnelen

Deutsche Garnelen-RAS-Anlagen sind mit einer ähnlich hohen Kapitalintensität konfrontiert. HanseGarnelen beispielsweise erforderte eine Anfangsinvestition von etwa 15 Mio. € für Grundstückserwerb, Bau und technische Infrastruktur, einschließlich Aufzuchtbecken, Filtration, mechanischer Ausrüstung, Überwachungssysteme und Wasseraufbereitung. Davon entfielen 6–7 Mio. € auf den Bau, rund 4 Mio. € auf Technologie und Wasseraufbereitung, etwa 0,5 Mio. € auf das Grundstück, 1 Mio. € auf das Energiesystem und etwa 2 Mio. € auf Planung und Entwicklung. Diese Zahlen verdeutlichen die Kapitalintensität von RAS-Projekten und unterstreichen die Notwendigkeit sorgfältiger Planung, Systemdesigns, OPEX-reduzierender Lösungen und Finanzierung um die langfristige Rentabilität zu sichern.

Betriebsausgaben (OPEX)

Die Betriebsausgaben sind ein wesentlicher Faktor für die finanzielle Machbarkeit. Energie macht in der Regel 20–40 % der Kosten aus, wobei Deutschlands hohe Strompreise und Netzentgelte zusätzliche Kosten verursachen. Futter stellt einen weiteren großen Kostenfaktor dar und macht oft über 84–85 % der variablen Kosten aus, insbesondere bei karnivoren Arten, die proteinreiche Diäten benötigen. RAS-Betriebe sind zudem auf qualifiziertes Personal für komplexe biologische und technische Prozesse angewiesen, was die Personalkosten erhöht. Weitere Kosten entstehen durch die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften, Überwachung und Verwaltung.

The Kingfish Company

The Kingfish Company, ein RAS-Produzent von Gelbschwanzmakrelen aus den Niederlanden, bietet aufgrund ihrer öffentlich zugänglichen Finanzdaten einen nützlichen Vergleichsmaßstab. Im Jahr 2024 (bei ca. 2.000 Tonnen Absatz) beliefen sich die Kosten für Rohstoffe, hauptsächlich Futter und biologische Inputs, auf 16,763 Mio. €; Personalkosten auf 10,529 Mio. €; und Abschreibungen und Wertminderungen auf 14,323 Mio. €. Dies verdeutlicht die Kapital- und Arbeitsintensität von RAS-Systemen. Sonstige Betriebsaufwendungen, einschließlich Wartung, Versorgungsleistungen und Verwaltung, beliefen sich auf insgesamt 7,489 Mio. €, während Transport und Logistik 0,897 Mio. € ausmachten. Diese Kosten führten zu einem operativen Verlust von 22,352 Mio. €. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass Futter, Arbeit und Abschreibungen die primären Kostentreiber sind, und unterstreicht die Bedeutung der betrieblichen Effizienz für die Rentabilität.

HanseGarnelen

Die jährlichen Betriebskosten werden hauptsächlich durch Futter und Postlarven (etwa 28 %) sowie Lohnkosten (etwa 28 %) bestimmt. Energie macht einen kleineren Anteil aus (rund 8 %), gefolgt von Verpackung und Versand, Vertrieb und Marketing (rund 15 %). Zusammen machen diese etwa 80 % der Gesamtkosten aus, was zu einer geschätzten EBITDA-Marge von etwa 19,5–20 % führt. Dies verdeutlicht die hohe Sensitivität der Gewinnmargen von RAS-Betrieben, bei denen die Rentabilität von strikter Kostenkontrolle, Betriebseffizienz und biologischer Leistung abhängt.



Umsatz Und Preisgestaltung

Der Umsatz in RAS-Anlagen hängt von der Realisierung von Premium-Preisen ab, insbesondere auf dem deutschen Markt für hochwertige Fisch- und Meeresfrüchte. Während Energie- und Lohnsubventionen die Rentabilität in der Anfangsphase unterstützen können, hängt die langfristige Wirtschaftlichkeit von Betriebseffizienz, Kostenreduktion und effektivem Marketing ab, um Premium-Preise aufrechtzuerhalten und hohe Produktionskosten auszugleichen.

The Kingfish Company

The Kingfish Company dient als Paradebeispiel Beispiel. Im Jahr 2024 verkaufte das Unternehmen 1.992 Tonnen Gelbschwanzmakrelen und erzielte einen Umsatz von 27,7 Mio. €, ein Plus von 26 % gegenüber 2023, trotz eines niedrigeren Durchschnittspreises von 13,9 €/kg. Die operativen Verluste verringerten sich, wobei sich das EBITDA pro Kilogramm von -2,7 €/kg im Jahr 2023 auf -1,7 €/kg im Jahr 2024 verbesserte, was auf höhere Absatzmengen und bessere Kostenkontrolle zurückzuführen ist. Auch wenn die Amortisationsdauer und der interne Zinsfuß nicht bekannt gegeben wurden, zeigt die Entwicklung zur vollen Kapazität von 4.000 Tonnen, wie sich durch diese Skalierung die Fixkosten verteilen lassen, die Wirtschaftlichkeit pro Einheit verbessert wird und die Anlagen trotz hoher Investitions- und Betriebskosten der Rentabilität näher kommen.

Mögliche Risiken

Die Bewertung der finanziellen Machbarkeit von RAS-System erfordert sorgfältige Risikobetrachtung. Systemausfälle, Stromausfälle, Sauerstoffverlust, Betriebsunfälle und mehr können kritische Folgen haben, während langwierige Genehmigungsverfahren den Markteintritt verzögern und die voroperativen Kosten erhöhen können. Preisschwankungen sind der Hauptgrund für Gewinnschwankungen, während die Wahrscheinlichkeit von Systemausfällen den erwarteten Gewinn maßgeblich bestimmt. Die finanzielle Rentabilität hängt somit von robustem Preismanagement um Marktschwankungen zu bewältigen (sowie Kühlkapazitäten bei potentiellen Vermarktungsverzögerungen) sowie von zuverlässiger Technologie zur Minimierung operativer Risiken ab.

Fazit

Zwar bieten RAS-Systeme erhebliches Potenzial für die deutsche Aquakultur, doch hängt die kommerzielle Tragfähigkeit davon ab, ob die hohen Kapitalkosten und die hohe Betriebskomplexität in den Griff zu bekommen ist. Rentabilität wird erst mit der richtigen Strategie für die Skalierung des Geschäftsmodells und der Vermarktung, sowie einer optimierten Ressourceneffizienz und mit Hilfe einer koordinierten staatlichen Förderung — etwa durch Zuschüsse oder Beihilfen zur Minderung finanzieller Risiken erreicht. Trotz verzögerter Renditen bietet der Sektor privaten Investoren eine attraktive Möglichkeit, Zugang zum Premiummarkt für Fisch und Meeresfrüchte zu erhalten. Stetige Innovationen in Energieeffizienz, alternativen Futtermitteln und Automatisierung können gemeinsam mit strategischen Partnerschaften, die operativen Kosten erheblich senken.

HanseGarnelen

Bei Einzelhandels- und Großhandelspreisen von 40–50 €/kg wird geschätzt, dass die jährliche Garnelenproduktion von HanseGarnelen einen Umsatz von etwa 4 Millionen Euro generiert, was den Aufschlag für lokal produzierte, nachhaltige Garnelen widerspiegelt. Bei voller Kapazität wird für Mitte bis Ende 2027 eine EBITDA-Marge von 19,5–20 % prognostiziert. Diese Schätzungen deuten darauf hin, dass der Umsatz durch Premium-Preise getrieben wird, während die Rentabilität von einer erfolgreichen Skalierung der Produktion sowie der Aufrechterhaltung sowohl der Preisaufschläge als auch der Kostendisziplin abhängt.

“Ich denke, die großen Akteure [...] sind daran interessiert, in Zukunft ihre eigenen Fische zu beziehen und zu produzieren. Ich denke, es wird eine Branche von denen geben, die in RAS-Anlagen investieren werden. Mein wichtigster Rat für zukünftige Projekte ist: Denkt groß”
CEO, landbasierter Garnelemproduzent

Abbildung 23: Szenarien, die die RAS-Rentabilität beeinflussen

Quelle: In Anlehnung an O'Shea et al. (2019)



3.7. Regulatorische Engpässe in Deutschland

Die Entwicklung der deutschen Aquakultur wird durch die regulatorischen Rahmenbedingungen erheblich eingeschränkt. Zentrale Akteure, darunter Behördenvertreter, Forscher, Start-ups und kommerzielle Betreiber, nennen Komplexität, Unvorhersehbarkeit und Fragmentierung als wesentliche Wachstumshemmnisse. Auch offizielle Analysen, wie der Nationale Strategieplan Aquakultur 2021–2030, unterstreichen die strengen rechtlichen Anforderungen und die langwierigen Genehmigungsverfahren.

Herausforderungen

Mangelnde Verwaltungskompetenz und rigide Rechtsauslegung:

Behörden mangelt es oft an grundlegendem Wissen über Aquakultur, was zu Risikoaversion und Entscheidungsunsicherheit führt. Genehmigungen werden häufig abgelehnt oder erfordern kostspielige Gutachten. Entscheidungen werden oft mit rigiden Rechtsauslegungen begründet; so kann beispielsweise die strikte Anwendung des Grundsatzes der Nichtverschlechterung aus der EU-Wasserrahmenrichtlinie Genehmigungen aufgrund theoretischer Auswirkungen blockieren, selbst wenn diese Auswirkungen in der Praxis vernachlässigbar sind.

Dezentralisierte Zuständigkeit:

Während die EU- und Bundesebene übergreifende Strategien festlegen (z. B. „Farm to Fork“), liegt die tatsächliche Regulierungskompetenz auf Landkreisebene. Bei etwa 400 Landkreisen gibt es erhebliche Inkonsistenzen in der Umsetzung zwischen Bundesländern und Landkreisen.

Unsicherheit bei Wasserrechten:

Wasserrechte, einst unbefristet, werden heute oft auf 5–10 Jahre begrenzt, was bei kapitalintensiven Projekten ein massives Investitionsrisiko darstellt, wenn die Hauptgenehmigung ausläuft.

Uneinheitliche Sektoreneinteilung:

Aquakultur wird für Planungs-/Bauzwecke oft nicht als Landwirtschaft klassifiziert, d. h. es wird Industrieland für die Flächennutzung benötigt. Akteure haben darauf hingewiesen, dass sie dennoch häufig nicht für industrielle Förderprogramme wie ermäßigte Stromtarife berechtigt sind.

Unterscheidung bei der Flächenausweisung:

Landwirte können im ländlichen Raum bauen, stehen aber unter Druck, (ungeeignete) alte landwirtschaftliche Gebäude umzunutzen. Gewerbliche Akteure hingegen sind von dieser Privilegierung faktisch ausgeschlossen und müssen auf ausgewiesene Gewerbe- oder Industriegebiete ausweichen.

Dauer und Risiko des Genehmigungsverfahrens:

Die Genehmigungsverfahren stellen ein großes Hindernis dar und dauern oft 1,5 bis 2 Jahre oder länger, was auf unklare Zeitpläne und begrenzte Beratung durch die Behörden zurückzuführen ist und die Investitionsplanung erschwert. Genehmigungen für Binnenaquakultur erfordern die Einhaltung von Wasser-, Natur-, Naturschutz- und Tierschutzgesetzen mehrerer Behörden. Zu den entscheidenden Genehmigungen gehören die *Baugenehmigung* und die *wasserrechtliche Erlaubnis*.

Sonstiges – prohibitive Kosten:

Hohe Betriebskosten, insbesondere Arbeit und Strom (über 20 Cent/kWh), machen die Produktion in Deutschland teurer als in Nachbarländern wie der Tschechischen Republik und Polen. Dies macht es extrem schwierig, mit globalen Rohstoffpreisen zu konkurrieren.



Regionale wirtschaftliche Bedingungen, die Eignung standortspezifischer Umweltfaktoren oder der Infrastruktur sowie unterschiedliche administrative und regulatorische Rahmenbedingunge können den Ausbau geschlossener Aquakultursysteme in Deutschland beeinflussen (Abbildung 24). So lässt sich beispielsweise die ungleiche regionale Verteilung und Konzentration der Anlagen teilweise durch ein komplexes und zeitaufwändiges Genehmigungsverfahren erklären.

“Das erste große Hindernis für RAS-Farmen ist administrativer Natur. Zunächst braucht man eine wasserrechtliche Erlaubnis, und das ist anfangs die Haupthürde. Das kann bis zu zwei Jahre dauern”

CEO, landbasierter Garnelenproduzent

“Ein Hindernis ist ein fragmentiertes Regulierungssystem, bei dem verschiedene Regionen unterschiedliche Regeln haben. Es gibt Leute in Ämtern irgendwo auf dem Land, die die Möglichkeit haben, dies oder jenes zu blockieren, Anträge zum Bau einer Fischfarm usw., und sie sind nicht ausgebildet.”

Projektmanager, Agrargesellschaft

Abbildung 24: Übersichtskarte von geschlossenen Aquakultursystemen nach Bundesländern (2024/25)

Quelle: DESTATIS – Statistisches Bundesamt (abgerufen 2025)



3.8. Schwankungen von Trends und Zukunftsausblick

Der RAS-Sektor ist von extremer Volatilität geprägt: Rekord-Kapitalzuflüssen stehen massive betriebliche Rückschläge gegenüber. Auf globaler Ebene stellen trotz erfolgreicher Produktion und institutioneller Unterstützung zahlreiche Produzenten den Betrieb ein. Anlagen werden veräußert, während Technologieanbieter ihre Geschäftsaktivitäten einschränken oder Insolvenz anmelden.

Dabei bleibt die Finanzierung für landbasierte Aquakultur vielversprechend, was sich in der Marktreife und einem Wandel von Risikokapital zu etablierter Fremdfinanzierung widerspiegelt. Beispiele hierfür sind der Kredit in Höhe von 211 Millionen US-Dollar, den Pure Salmon von japanischen Banken erhalten hat, sowie der Einstieg von Andfjord Salmon in den nordischen Anleihemarkt, gestützt durch betriebliche Erfolge, die die Branche über die Konzeptphase hinausbringen.

Dieses Momentum wird durch Unternehmen wie Salmon Evolution weiter verdeutlicht. Im Jahr 2024 erzielte das Unternehmen Rekorderträge von 4.900 Tonnen mit einer „Superior-Grade“-Quote von 96 %. Dies übertraf viele Netzkäfig-Wettbewerber. Ebenso hat The Kingfish Company erfolgreich den Gelbschwanzmakrelen-Betrieb in Europa und den USA skaliert. Auch die Lieferkette wächst, wobei spezialisierte Zulieferer im letzten Jahr um 51 % zugenommen haben. Dieser Trend spiegelt eine Entwicklung hin zur industriellen Standardisierung wider und weg von der experimentellen, maßgeschneiderten Technik früherer Projekte.

Allerdings durchläuft der Sektor auch einen schmerzhaften Konsolidierungsprozess, wobei technische Komplexität und Liquiditätsprobleme zu erheblichen Einbußen führen.

Atlantic Sapphire hatte mit schwerwiegenden technischen Störungen und einem Massensterben zu kämpfen. AquaBounty, ein traditionsreicher US-amerikanischer Lachszüchter, musste Farmen und Anlagen schließen oder verkaufen und seine Expansionspläne zurückfahren.

Auch Technologieanbieter bleiben von dieser Entwicklung nicht verschont. So musste Billund Aquaculture 2024 aufgrund operativer und kapitalbedingter Herausforderungen Insolvenz anmelden, was die Wettbewerbslandschaft für Systemintegratoren nachhaltig verändert

Diese Herausforderungen wirkten sich auf die gesamten Branche aus und brachten geplante Projekte zum Erliegen. So meldete beispielsweise West Coast Salmon, ein norwegisches Unternehmen, das eine große landbasierte Lachsfarm in Nevada geplant hatte, nach Verlusten in Höhe von fast 10 Millionen US-Dollar Insolvenz an und schloss sich damit anderen groß angelegten, landbasierten Projekten in den USA an, die mit hohen Investitionskosten, steigenden Zinsen und Umsetzungsrisiken zu kämpfen hatten.

Diese Turbulenzen führen zu einer Abkehr von großen „reinen RAS“-Projekten hin zu robusteren, modularen und hybriden Technologien. Der Fokus verlagert sich von „größer ist besser“ hin zu „Stabilität ist Profitabilität“. Eine konstante biologische Leistung hat nun Vorrang vor schierer Größe. Die Branche sucht nach handhabbareren Konzepten, die einen zuverlässigeren Weg zu Stabilität und Planbarkeit bieten.

In Deutschland steht der RAS-Sektor, obwohl noch überschaubar, vor einer technologie- und forschungsgetriebenen Expansion und bietet eine Reihe von Möglichkeiten, die von kleinen, lokal ausgerichteten Anlagen bis hin zu industrialisierten, skalierbaren Betrieben reichen. Ein wichtiger Treiber ist die Modernisierung traditioneller Betriebe, die zunehmend erfolgreich RAS-Upgrades implementieren, um die saisonalen Einschränkungen von Teichanlagen zu überwinden. Deutschlands Rolle entwickelt sich weiter zu der eines globalen „Lösungsanbieters“; die erstklassige Ingenieurkunst des Landes wird zum Goldstandard für hocheffiziente Binnenaquakultur. Wir beobachten eine strategische Neuausrichtung hin zu hochwertigen Arten wie Atlantischem Lachs, Gelbschwanzmakrele, Zackenbarsch und Garnelen, angetrieben durch eine 90-prozentige Importabhängigkeit und eine Verbraucherbasis, die lokale Nachhaltigkeit fordert.

Letztlich wird, wie bei jeder aufkommenden High-Tech-Industrie, der zukünftige Kurs durch die Ergebnisse laufender Betriebe bestimmt. Der Sektor befindet sich derzeit in einer „Demonstrationsphase“, in der die Leistung bestehender Anlagen als primäres Signal an den Markt dient: Kontinuierliche betriebliche Erfolge und nachgewiesene Rentabilität werden als Katalysator wirken und neue Akteure sowie institutionelles Kapital anziehen. Umgekehrt könnten öffentlichkeitswirksame Misserfolge aufgrund technischer oder finanzieller Fehler potenzielle Markteinsteiger abschrecken. Für Investoren und politische Entscheidungsträger markieren die kommenden Jahre eine Phase der Risikominimierung. Dabei wird das Zusammenspiel aus Präzisions-Biotechnologie, optimierten Genehmigungsverfahren auf Bundesebene und der nachgewiesenen Verlässlichkeit der Branchenpioniere darüber entscheiden, ob sich die landbasierte Aquakultur in Deutschland als tragende Säule eines krisenfesten, heimischen Ernährungssystems etablieren kann.

„Ich fordere eine Standardisierung der rechtlichen Projektumsetzungen über Deutschlands 16 Bundesländer hinweg, um den gleichen Erfolg in allen Ländern zu gewährleisten. Das Haupthindernis in Deutschland ist das fragmentierte Regulierungssystem, in dem man 16 verschiedene Vorschriften und Regeln hat.“
Projektmanager, Agrargesellschaft



04

Die Zulieferindustrie - Der Motor des Wachstums

Zentrale Erkenntnisse

Deutschlands Stärke in der Aquakultur liegt in einem weltweit wettbewerbsfähigen Ökosystem aus Forschung und Entwicklung (FuE), Ingenieurwesen und Upstream-Innovationen. Die Mobilisierung von privatem Kapital und die Vereinfachung regulatorischer Rahmenbedingungen sind entscheidend, um diese Potenziale in einen stärkeren heimischen Sektor für blaue Aquakultur-Biotechnologie zu überführen

Deutschlands aktueller Markt für Fischfutter ist zwar klein, fragmentiert und exportorientiert, wird jedoch von einem starken innovativen Ökosystem aus führenden Futtermittelherstellern, Spezialisten für Zusatzstoffe sowie der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft gestützt.

Deutschland verfügt über eine hervorragende Forschung im Bereich der Aquakulturgesundheit und -genetik, jedoch mit begrenzter Kommerzialisierung. Während sich der Großteil der Innovationen auf das Ausland konzentriert, wächst der Markt für alternative Meeresfrüchteprodukte rasant und nutzt dabei das Know-how aus den Bereichen Biotechnologie und Mikroalgen.

Der Mikroalgensektor wird durch fundierte Forschung und Entwicklung, technisches Know-how und hochwertige Produktion geprägt, doch hohe Kosten, restriktive Vorschriften und Fragmentierung schränken die Wachstumsmöglichkeiten im Inland ein. Instrumente wie Abnahmegarantien sind erforderlich, um Investitionsrisiken zu mindern und Wachstumsmöglichkeiten zu erschließen.

Start-ups haben mit einem Mangel an privatem Kapital sowie komplexen Regulierungs- und Genehmigungsverfahren zu kämpfen. Mögliche Lösungen sind Online-Portale, Instrumente zur Unterstützung bei der Regulierung, vereinfachte Antragsverfahren und eine gezielte Aquakulturstrategie.

01

Die globale und europäische Aquakulturlandschaft

02

Ein Überblick über die deutsche Aquakultur – Ein Sektor im Wandel

03

Technologische Innovationen für moderne Land-basierte Systeme

04

Die Zulieferindustrie - Der Motor des Wachstums

05

Stimme der Branche

06

Strategische Instrumente zur Förderung der deutschen Aquakultur

4.1. Einleitung

Deutschland kann seine heimische Aquakultur neu positionieren, indem es sein technisches Know-how, ingenieurtechnische Infrastruktur sowie seine Forschungs- und Entwicklungskapazitäten nutzt. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Industrie und Institutionen wie dem Fraunhofer IMTE, der Internationalen Forschungsvereinigung für Futtermitteltechnologie, dem Deutschen Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), dem Leibniz-Institut für Süßwasserökologie und Binnenfischerei (IGB) und dem Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik (MPI-CBG) und das Alfred-Wegener-Institut (AWI) treibt Innovationen in den Zulieferbranchen voran: Aquakulturfutter, Ernährung, Tiergesundheit, Genetik und Tierschutz. Diese genannten Institutionen bieten wissenschaftliche Expertise, politische Beratung und branchenorientierte Lösungen zur Unterstützung des Sektors (Abbildung 25).

Abbildung 25: Deutsche Forschungs- und Entwicklungsinstitute und ihre Forschungsschwerpunkte

Quelle: Primärforschung und Interviews von HATCH BLUE

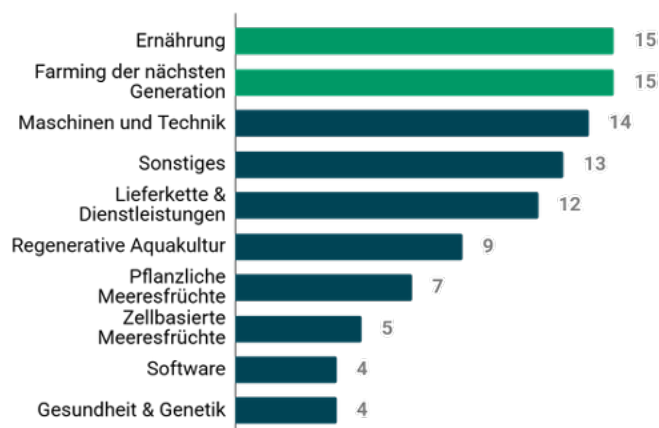
Forschungsbereiche	Thünen-Institute	Fraunhofer IMTE	Alfred Wegener Institut	
Infrastruktur & Technik (z. B. RAS, Farmtechnik)	D	B	A	A Hauptschwerpunkt: strategische Priorität, zahlreiche Projekte
Digitalisierung & Monitoring (z. B. KI, Sensoren, Automatisierung)	B	C	A	B Aktiver Schwerpunkt: regelmäßige Projekte und Forschung
Tiergesundheit & Tierschutz (z. B. Diagnostik, Tierwohl-Monitoring)	A	B	A	C Nachrangiger Schwerpunkt: wird gelegentlich behandelt
Futter & Ernährung (z. B. neuartige Futtermittel, Inhaltsstoffe)	B	A	A	D Kein Forschungsschwerpunkt des Instituts
Nachhaltige Produktion (z. B. regenerative, trophisch niedrige Aquakultur)	A	C	A	
Produkt- & Speziesentwicklung (z. B. neue Aquakultursorten)	D	C	A	
Ökonomische Effizienz (z. B. Rentabilität, Marktanalyse)	A	D	C	

Zudem gibt es eine deutliche Schwerpunktsetzung deutscher Start-ups in den Bereichen Ernährung, Landwirtschaft der nächsten Generation und landwirtschaftliche Hardware (Abbildung 26). Zu den Innovationen von Start-ups im Bereich Ernährung zählen neuartige Inhaltsstoffe für Fischfutter und die Produktion alternativer Proteine, die Nachhaltigkeit und Kosteneffizienz fördern. Im Bereich "Next Generation Farming" nutzen Start-ups fortschrittliche Technologien wie RAS, absenkbare System und Offshore-Systeme, um die Aquakulturproduktion zu modernisieren. Start-ups im Bereich Farm Hardware entwickeln technikorientierte Lösungen unter Einsatz von KI und Digitalisierung, um hocheffiziente, datengesteuerte Aquakulturbetriebe zu ermöglichen.

Trotz dieser Stärken stehen Deutschlands Zulieferindustrien vor erheblichen Herausforderungen. Meilensteinbasierte Finanzierung, gemeinsam genutzte Pilotinfrastrukturen und vereinfachte Regulierung können bestehende Hürden bei der privaten Kapitalbeschaffung abbauen – und damit Innovationen freisetzen, die die heimische Aquakultur modernisieren, stärken sowie nachhaltiges Wachstum und neue Arbeitsplätze schaffen.

Abbildung 26: Start-ups im Bereich Aquakultur in Deutschland nach Hauptsegmenten (Anzahl der Unternehmen)

Quelle: HATCH BLUE-Startup-Datenbank



“Die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut hat unsere Entwicklung nachhaltig geprägt – durch kontinuierliche Forschung konnten wir unsere Prozesse zur Mikroalgenkultivierung gezielt optimieren.”

**Koordinator für Vertrieb und Marketing,
Hersteller von Produktionsanlagen**

4.2. Futter und Ernährung

Im weltweiten Vergleich spielt die deutsche Fischfutterproduktion eine untergeordnete Rolle. Im Jahr 2024/25 erzeugten 260 Futtermittelwerke – überwiegend in Norddeutschland – insgesamt 22,2 Millionen Tonnen Mischfutter. Der Großteil dieser Produktion war für Schweine (8,4 Mio. Tonnen), Rinder (6,6 Mio. Tonnen) und Geflügel (6,5 Mio. Tonnen) bestimmt; Fischfutter ist in den verbleibenden 0,7 Mio. Tonnen enthalten, die als „sonstiges“ Futter eingestuft werden.

Auch die nationale Nachfrage nach Fischfutter ist begrenzt, wobei der Großteil der Produktion in die EU und in globale Märkte exportiert wird. Im Jahr 2023 betrug die Aquakulturproduktion in Deutschland 31.353 Tonnen: 55 % Süßwasser und 45 % marine Aquakultur (hauptsächlich Muscheln). Die Süßwasserproduktion bestand zu 60 % aus Salmoniden und zu 25 % aus Karpfen, einer Art, die kein Mischfutter benötigt. Auf dieser Grundlage beläuft sich die grobe Schätzung des Bedarfs an Fischfutter auf rund 16.800 Tonnen: (berechnet als 31.353 Tonnen x 55 % x 75 % ohne Karpfen x 1,3, unter der Annahme einer Futterverwertungsquote von 1,3).

Diese geringe Nachfrage spiegelt auch die kleinteilige Struktur des deutschen Aquakultursektors wider: 53 % der Betriebe produzieren 1 Tonne oder weniger – und decken damit lediglich 2 % der Gesamtproduktion ab. Demgegenüber erwirtschaften die 21 % der Betriebe mit einem Jahresausstoß von über 5 Tonnen rund 91 % des gesamten Produktionsvolumens. Die Kombination aus fragmentierter Betriebsstruktur und schwacher Inlandsnachfrage macht Deutschland zu einem anspruchsvollen Markt für Fischfutter.

Trotzdem betreiben die großen Unternehmen in Deutschland Forschungs- und Produktionsstätten, um Talente und technisches Know-how zu sichern. So produziert beispielsweise das Werk von Alltech Coppens in Nettetal jährlich 70.000 Tonnen Futter in Form von 400 Produkten, während die Aller Aqua Group, ein Spezialist für hochleistungsfähiges Fischfutter, über einen Produktionsstandort in Golßen und eine Forschungseinrichtung in Büsum verfügt.

“Ich glaube, wir haben viele großartige Unternehmer, die bereit sind, [...] die technischen Ressourcen und Talente zu nutzen, über die wir in Europa und insbesondere auch in Deutschland verfügen. Es gibt zudem zahlreiche Kooperationen, und viele Universitäten verfügen über ein enormes Wissen und Talent, das gemeinsam genutzt werden kann. Das ist ein wirklich großer Vorteil Deutschlands.”
**Risikokapitalgeber und Investor,
Insektenproduktionsanlage**



Deutschland verfügt zudem über eine ausgeprägte Expertise in den Bereichen Zusatzstoffe, tierische Nebenprodukte, Spezialinhaltsstoffe und Mischfuttermittel. Zu den Herstellern zählen das Spezialfuttermittelwerk Beeskow GmbH sowie Aquafeed Germany, die jährlich 18.000 Tonnen Futter für Fischarten wie Stör, Karpfen, Forelle und Wels produzieren. Die BEWITAL Agri GmbH bindet Wirkstoffe in Ölmatrizen für Fischfutter ein, während Symrise Aqua Feed Geschmacksverstärker und funktionelle Hydrolysate liefert. Hersteller von Mehlen aus Geflügelnebenprodukten tragen dazu bei, die Abhängigkeit von marinen Rohstoffen zu verringern und den CO₂-Fußabdruck von Fischfutter zu senken.

Die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie fungiert als Innovationsmotor. So kooperiert Aller Aqua mit den Universitäten in Kiel und Hamburg bei der Entwicklung von Spezialfuttermitteln. Der Technischen Universität Berlin ist es gelungen, DHA (eine Omega-3-Fettsäure) für Aquakulturfutter zu gewinnen, indem heterotrophe Mikroalgen auf der Basis von hydrolysiertem Stallstroh kultiviert wurden.

Aus dieser akademischen Forschung sind auch neuartige Start-ups für Futtermittelzutaten hervorgegangen: Die Forschung des Max-Planck-Instituts dient als wissenschaftliche Grundlage für b.fab, ein Unternehmen für Einzellerproteine. In ähnlicher Weise führte die jahrzehntelange Forschung an Larven der Schwarzen Soldatenfliege zur Gründung von Illucens, einem Hersteller von Proteinen auf Insektenbasis.



Fallstudie - Dr. Eckel Animal Nutrition Innovation in der Tierernährung durch Digitalisierung und globale Marktexpansion

Das 1994 in Niederzissen gegründete Unternehmen Dr. Eckel Animal Nutrition veranschaulicht, wie forschungsgetriebene Innovation das Tierwohl verbessern und Branchen wie Aquakultur und Viehzucht stärken kann. Die Produkte des Unternehmens fördern die Tiergesundheit, reduzieren Umweltbelastungen und steigern die Effizienz für Futtermittelhersteller und große Aquakulturproduzenten gleichermaßen.

Das Unternehmen richtet sich vor allem an große internationale Aquakulturmärkte, insbesondere in Südostasien. Denn der kleine, fragmentierte Aquakultursektor in Deutschland generiert nur eine begrenzte Nachfrage nach hochtechnologischen Futterzusatzstoffen, hinzu kommt, dass regulatorische und veterinärmedizinische Anforderungen an Fütterungsversuche die Marktkomplexität erhöhen. Beides unterstreicht die strategische Notwendigkeit der internationalen Ausrichtung von Dr. Eckel.

Jüngst hat das Unternehmen rund 2 Millionen Euro in Digitalisierung und Produktionsautomatisierung investiert, um die Sicherheit zu verbessern, eine gleichbleibende Produktqualität zu gewährleisten und eine bessere Datenerfassung zur Produktoptimierung zu ermöglichen. Dieser Wandel ist ein klares Beispiel dafür, wie deutsche Innovationskraft zur Steigerung der betrieblichen Effizienz genutzt werden kann.



Einzellerprotein, Insektenmehl und Sonstiges

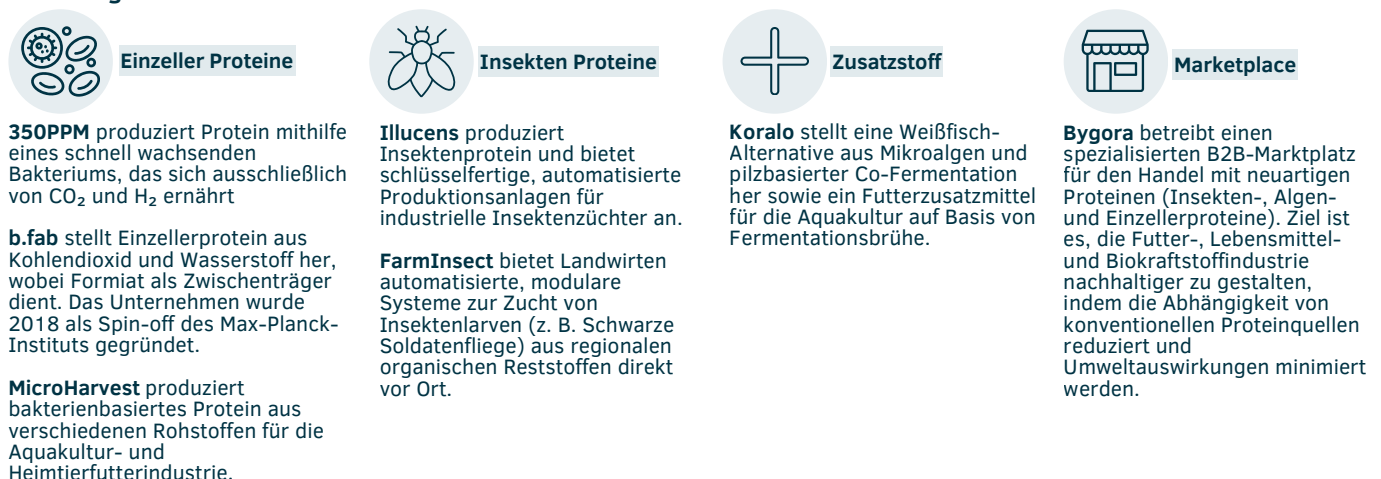
Die moderne Aquakulturbranche steht vor einem Wandel: Die Expansionspläne der Produktion übersteigt die Verfügbarkeit von traditionellem Fischmehl. Fischmehl ist heutzutage mehreren Herausforderungen gegenüber gestellt: begrenztes Angebot, zunehmender umweltbezogener Prüfung der Futterinhaltsstoffe, Klimawandel und volatilen Preisen. Da Futter 40–60 % der gesamten Produktionskosten ausmachen, braucht die Branche eine widerstandsfähigere Lieferkette, die über reaktive Gesundheitsstrategien hinausgeht. Solche Strategien stützen sich bisher häufig auf den präzisen, aber schwer zu bestimmenden Einsatzzeitpunkt der teuren funktionalen Zusatzstoffe. Stattdessen verschiebt sich der Fokus hin zu „erweiterten Standardfuttermitteln“, die funktionale alternative Proteine direkt in die tägliche Ernährung integrieren. Diese Inhaltsstoffe schließen nicht nur die ernährungsphysiologische Versorgungslücke, sondern liefern auch bioaktive Verbindungen, die Immunabwehr und Stresstoleranz der Fische auf natürliche Weise stärken. Diese Entwicklung, weg vom bloßen Kalorienersatz, hin zu bioaktiver Gesundheitsunterstützung, zeigt sich besonders in der Entstehung spezialisierter Kategorien wie Einzellerproteinen, Mehlen auf Insektenbasis und weiteren neuartigen Inhaltsstoffen, die derzeit die Fischfutter-Landschaft prägen.

Einzellerproteine werden aus Mikroorganismen wie Bakterien, Hefen, Pilzen oder Mikroalgen gewonnen, die über Fermentation oder Kultivierung gezüchtet und als proteinreiche Biomasse geerntet werden. Sie sind effizient in der Produktion, benötigen wenig Fläche und können Abfall- oder emissionsarme Rohstoffe nutzen.

Insektenmehl, meist aus Larven der Schwarzen Soldatenfliege oder aus Mehlwürmern, wird mit organischen Nebenprodukten gefüttert und zu proteinreichem Futter verarbeitet. Es entspricht weitgehend der natürlichen Nahrung vieler Fische und bietet eine kreislaforientierte, ressourceneffiziente Alternative zu Fischmehl und Soja.

Eine Reihe deutscher Unternehmen und Start-ups sind Vorreiter in diesem Markt.

Abbildung 27: Unternehmen für alternative Proteine in Deutschland



4.3. Gesundheit und Genetik

Deutschland verfügt über eine starke akademische und wissenschaftliche Basis in den Bereichen Fischgesundheit, Krankheitsdiagnostik, Prävention und Genetik. Führende Einrichtungen wie das Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) und die Forschungsgruppen für Fischgenetik an der Universität Rostock betreiben Spitzenforschung in den Bereichen Krankheitserkennung, Impfstoffentwicklung, selektive Züchtung und Genomkartierung wichtiger Aquakultur Arten.

Trotz der Stärken Deutschlands in der Grundlagenforschung besteht eine deutliche Lücke bei der Umsetzung dieser Fortschritte in deutsche Start-ups. Die meisten deutschen Aquakultur-Start-ups konzentrieren sich stattdessen auf hochwertige Arten für internationale Märkte, wie Lachs in Norwegen oder Garnelen in Asien, anstatt auf die Bedürfnisse lokaler Züchter einzugehen.

In diesem Kontext liegen die Stärken des deutschen Aquakultursektors in den Bereichen Gesundheit und Genetik unter anderem in folgenden Punkten:

Integrierte Ansätze

Kombination von Molekulargenetik, Genomik und Aquakulturphysiologie zur Unterstützung der selektiven Züchtung und der Erforschung zur Krankheitsresistenz.

Biotechnologische Expertise

Umfangreiche Kompetenzen in den Bereichen Mikroalgen, Einzellerprotein und bioaktive Verbindungen treiben Innovationen in den Bereichen Gesundheit und Ernährung in der Aquakultur voran.

Fähigkeiten zur Genbearbeitung

Fortgeschrittenes Fachwissen zur gezielten Modifikation von Organismen für die Produktion spezifischer bioaktiver Verbindungen.

Innovationen in Gesundheit und Genetik haben unmittelbar zur Gründung mehrerer Start-ups beigetragen:

PhytoX nutzt Mikroalgen als Trägersysteme für orale Impfstoffe bei Tilapia.

SenseUp überträgt Forschung zu doppelsträngiger DNA auf die Parasitenprävention und erweitert damit Expertise aus dem Pflanzenbau auf die Aquakultur.

NextTuna und **TunaTech** betreiben Genforschung, um den Lebenszyklus des Thunfisches zu schließen und optimale Zuchtssysteme zu entwickeln.



Fallstudie- PhytoX

Mikroalgenforschung als praktische Lösung für die Fischgesundheit

Das Unternehmen nutzt genetisch veränderte Mikroalgen zur Expression hoher Antigenkonzentrationen und setzt auf einen einfachen Produktionsprozess, der komplexe nachgelagerte Verarbeitungsschritte vermeidet, wodurch der Ansatz potenziell skalierbar und kosteneffizient ist. Dank starker wissenschaftlicher Unterstützung und nicht dilutiver Finanzierung konnte PhytoX vom Konzept zum operativen Start-up gelangen.

Der Aufbau eines Biotech-Unternehmens in Deutschland ist aufgrund der hohen Laborkosten in Europa und langsamerer Forschungsprozesse eine Herausforderung. Um dem entgegenzuwirken, arbeitet PhytoX mit Partnern außerhalb Deutschlands zusammen und nutzt so kostengünstigere Ressourcen, während Deutschland als Innovationszentrum bestehen bleibt.



4.4. Alternative Meeresfrüchte

Deutschland etabliert sich im Markt für alternative Meeresprodukte und nutzt dafür Innovationen, die auf Pflanzen, Fermentation und Algen basieren. Getragen wird dieses Wachstum von einer zunehmenden Zahl an Start-ups sowie vom leistungsstarken Biotech-, Foodtech- und Innovationsökosystem Deutschlands, insbesondere durch die Forschung zu Mikroalgen und zu Mikroalgen-Pilz-Konsortien. Der deutsche Markt für pflanzenbasierte Fischalternativen dürfte bis 2035 mit einer jährlichen Wachstumsrate von 8,8 % wachsen, gestützt durch eine leistungsfähige Marktinfrastruktur, ein ausgeprägtes Umweltbewusstsein und etablierte Vertriebsnetze. Der deutsche Markt für pflanzliche Fischprodukte wird voraussichtlich stetig wachsen, mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (CAGR) von 8,8 % bis 2035, unterstützt durch eine fortschrittliche Marktinfrastruktur, ein starkes Umweltbewusstsein und etablierte Vertriebsnetze. Der Sektor für alternative Meeresfrüchte umfasst pflanzliche, auf Mikroalgen basierende und durch Fermentation gewonnene Produkte, was Deutschlands vielfältigen Ansatz bei der Entwicklung nachhaltiger Proteinlösungen widerspiegelt.

Fallstudie - BettaFish, Quazy Foods, und Koralo

Deutschlands wachsende Führungsrolle bei alternativen Meeresfrüchten



BettaFish in Berlin entwickelt pflanzliche Thunfisch- und Lachs-Ersatzprodukte aus Algen und Hülsenfrüchten. Das Unternehmen nutzt Programme wie „RisingFoodStars“ von EIT Food, um Kontakte zu europäischen Forschungspartnern, Investoren und Einzelhandelskanälen zu knüpfen. Das ebenfalls in Berlin ansässige Unternehmen Quazy Foods nutzt Mikroalgenkulturen und Fermentation, um funktionelle Inhaltsstoffe mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten in Lebensmitteln herzustellen. Das Unternehmen hat eine Pre-Seed-Finanzierung von Investoren wie ProVeg International, Antler, Sprout & About Ventures sowie verschiedene lokale und EU-Innovationszuschüsse erhalten. Das in München gegründete Unternehmen Koralo kombiniert Mikroalgen und Myzel in einem patentierten Co-Fermentationsverfahren, um das vegane Produkt „NewFish“ herzustellen. Derzeit baut das Unternehmen eine Pilotproduktion auf und testet B2B-Vertriebskanäle im In- und Ausland, unter anderem in Südkorea.

Diese Beispiele verdeutlichen die Leistungsfähigkeit des deutschen Ökosystems für alternative Meeresfrüchte, das Forschung, Biotechnologie und kommerzielle Innovation miteinander verbindet. Der Sektor zeichnet sich durch hohe Skalierbarkeit, Exportpotenzial und Übereinstimmung mit den europäischen Nachhaltigkeitsprioritäten aus.



Credit: BettFish



Credit: BettFish



Credit: Koralo

4.5. Probleme und Chancen im Zulieferindustrie

Gap 1: Finanzierung und Skalierung

In Deutschland fehlt es an privatem Kapital, um den Sprung aus der Forschung in die Gründung von Start-ups und von Start-ups in der early-stage hin zur Skalierung zu schaffen. Dies führt zu einem „Henne-Ei-Problem“: Investoren fordern oft Validierungsdaten, bevor sie eine Finanzierungszusage geben – doch die Erhebung dieser Daten ist kostspielig und setzt den Zugang zu Kapital bereits voraus.

Mögliche Lösungen

Zur Bewältigung dieser Herausforderung wird ein umfassendes Finanzierungsangebot empfohlen, das von Fördermitteln für die Anfangsphase bis hin zu Darlehen für die Wachstumsphase reicht, einschließlich umsatzbasierter Finanzierung, Infrastrukturfinanzierung für investitionsintensive Start-ups sowie Steuergutschriften für Forschung und Entwicklung, um das Risiko zu senken und Investoren anzuziehen. Meilenstein-basierte öffentlich-private Fonds könnten Kapital in Tranchen freigeben, die an bestimmte technische oder kommerzielle Meilensteine geknüpft sind, wobei öffentliche oder philanthropische Mittel frühe Verluste abfedern würden.

Unabhängige Tests, standardisierte Benchmarks sowie gemeinsam genutzte Pilot- und Demonstrationsinfrastrukturen werden ebenfalls empfohlen, um Investoren und Start-ups glaubwürdige Kennzahlen für die Kommerzialisierung zu liefern und den CAPEX-Bedarf vor der Skalierung zu reduzieren. Darüber hinaus können Wirtschaftsfachleute in akademischen Forschungslabors die Forschung auf zukunftsfähige Geschäftsmodelle ausrichten. Unterstützung durch Investorengruppen kann bei der Ausarbeitung von Businessplänen und Finanzmodellen hilfreich sein. Um die Kommerzialisierung weiter zu erleichtern, können gestundete oder erfolgsabhängige Lizenzgebühren die Anfangsinvestitionen für Spin-offs senken, während Energiesubventionen die Betriebskosten für Proteinproduzenten reduzieren.

„Wir haben ein wirklich gutes Bildungssystem, eine gute angewandte Wissenschaft, eine solide Finanzierungsgrundlage und sogar gute Zentren für die Markteinführung. Es wird viel geforscht, aber ich habe das Gefühl, dass das nicht in die Praxis umgesetzt wird, weil private Mittel zur finanziellen Unterstützung dieser Technologien fehlen.“

CEO und Mitbegründer eines Herstellers von Einzelzellproteinen

Gap 2: Verwaltungs- und behördliche Auflagen

Start-ups und Unternehmen stehen vor erheblichen administrativen Herausforderungen, darunter Meldepflichten für staatliche Zuschüsse und Innovationsfördermittel sowie komplexe Genehmigungs- und Regulierungsverfahren für die Gründung von Betrieben und den Aufbau von Proteinproduktionsanlagen.

Mögliche Lösungen

Ein zentrales Regulierungsportal (On-stop Portal) sollte Genehmigungen, Lizenzen und Berichtspflichten bündeln und es Start-ups ermöglichen, Anträge, Fristen und die Einhaltung von Vorschriften zu nachzuverfolgen. Dies könnte durch Regulierungsberater, Consultants oder staatlich finanzierte Berater unterstützt werden. Workshops von Aufsichtsbehörden und Förderagenturen können zudem Berichtspflichten, Genehmigungsverfahren und häufige Fallstricke erläutern.

Reallabore (Regulatory sandboxes) könnten das Testen neuer Produkte, Inhaltsstoffe oder Produktionsmethoden unter erleichterter Aufsicht mit Echtzeit-Feedback ermöglichen und so den Lernprozess und die Kommerzialisierung beschleunigen. Ein Online-Portal für Förderanträge könnte Start-ups mehr Klarheit über Finanzierungsmöglichkeiten und Förderkriterien verschaffen.

Vereinfachte, standardisierte Förderantragsverfahren und schnellere Begutachtungen für Technologien in der Testphase würden den Zugang zu Finanzmitteln verbessern. Darüber hinaus würde eine spezielle Aquakulturstrategie mit gezielten Finanzierungsmechanismen und einer spezialisierten Regulierungsstelle für eine einheitliche Aufsicht und Unterstützung sorgen.

„Die Aquakultur braucht einen flexibleren Ansatz, ein Konzept, das den Bedürfnissen der Branche flexibler gerecht wird. Was man dafür bräuchte, wäre vielleicht ein System, bei dem man Ergebnisse aus Laborstudien auf den Markt bringen und dann, sobald sie Gewinne abwerfen, eine Verpflichtung für die Zeit nach der Zulassung festlegen kann – ein System, in dem Produkte schneller zugelassen werden könnten.“

CEO, Biotechnologieunternehmen

4.6. Mikroalgen und Seetang

Mikroalge

Deutschland verfügt über eine breit gefächerte Mikroalgenbranche, die von System- und Technologieanbietern wie Subitec und GICON bis hin zu Unternehmen in den Bereichen Lebensmittel, Aquakultur, Biokraftstoffe und Pharmazeutika, reicht. Der Sektor stützt sich dabei auf Know-how in Forschung, Entwicklung und Technik.

Laut dem Submariner-Bericht und Abbildung 28 liegt Deutschland bei den Mikroalgenunternehmen auf Platz zwei in Europa und verfügt im Jahr 2022 über die meisten Produktionsanlagen. Zu den Kultivierungsmethoden zählen Photobioreaktoren sowie offene und halboffene Systeme. Die meisten Unternehmen (Algenfarm Klötze GmbH & Co., Algenland, Algova, Astaxa, BlueBioTech, Alga Pangea) produzieren *Chlorella* spp., während auch andere Arten wie *Nannochloropsis* spp., *Phaeodactylum tricornutum*, *Dunaliella salina* und *Spirulina* häufig kultiviert werden.

Die folgenden Beispiele zeigen, wie Mikroalgenarten eine Reihe von Lösungen bieten.

Anwendung 1 Nahrungsergänzungsmittel



Arten wie *Haematococcus* und *Chlorella* liefern hochwertige Inhaltsstoffe, darunter Astaxanthin, Beta-Carotin, mehrfach ungesättigte Omega-3-Fettsäuren (PUFAs), Proteine und Vitamine, die in Nahrungsergänzungsmitteln und funktionellen Lebensmitteln verwendet werden. Zu den namhaften Unternehmen in diesem Segment zählen Roquette Klötze, Viride, Sea & Sun Organic und Algaecytes.

Anwendung 2 Lebendfutter für die Aquakultur und Alternativen zu Fischöl



Mikroalgen dienen als Starterkulturen, als Lebendfutter für Larven (Rädertierchen, *Artemia*) sowie als Zusatzstoffe für Fische (Steinbutt, Wolfsbarsch) und Schalentiere; BlueBioTech nimmt hier eine führende Rolle ein. Zudem bieten Mikroalgen eine Alternative zu Fischöl; so ging Evonik Industries 2018 eine Partnerschaft mit Veramis ein, um Omega-3-Fettsäuren (EPA und DHA) für die Tierernährung herzustellen, indem Algenzucht mit der Fermentation in großem Maßstab kombiniert wird.

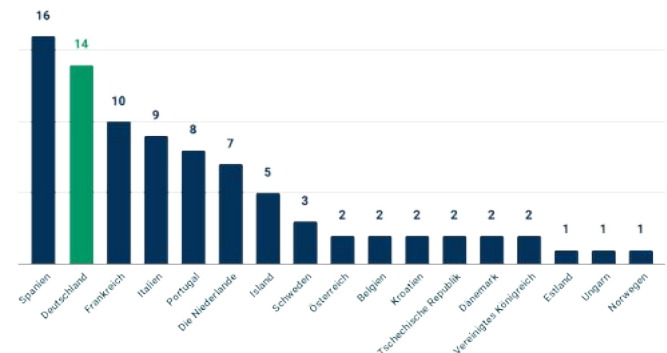
Anwendung 3 Kosmetik und Pharmazeutik



Mikroalgenextrakte liefern natürliche Pigmente, Antioxidantien und Wirkstoffe für Hautpflege- und Anti-Aging-Produkte sowie potenzielle Anwendungen für antivirale oder krebsbekämpfende Behandlungen. Alganex ist ein führendes Unternehmen in diesem Bereich und betreibt zudem eine B2B-Plattform für Mikroalgenprodukte.

Abbildung 28: Anzahl der Unternehmen, die Mikroalgen produzieren, in Europa

Quelle: Europäische Kommission, Ein Überblick über die Algenindustrie in Europa (2022)



Anwendung 4 Energie Erzeugung



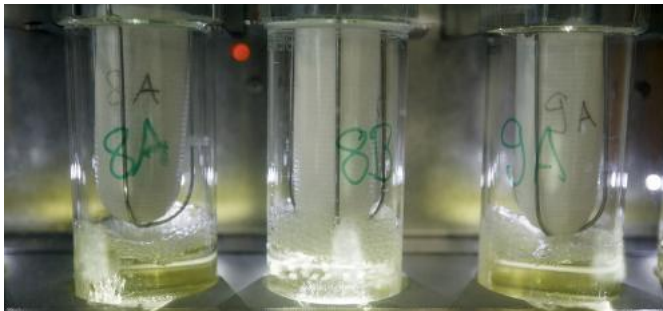
Mikroalgen können zur Herstellung von Biokraftstoffen genutzt werden, wie ein Flug im Jahr 2010 zeigte, der ausschließlich mit Kerosin auf Algenbasis betrieben wurde. Deutschland beschäftigt sich intensiv mit diesem Sektor, um nachhaltige Energie zu fördern und CO₂-Emissionen zu reduzieren. Ein bedeutender Akteur ist die Audi Umweltstiftung, die *Chlorella vulgaris* für Biokraftstoffanwendungen kultiviert.

Anwendung 5 Biostimulanzien für die Landwirtschaft



Biostimulanzien auf Basis von Mikroalgen und Meeresalgen entwickeln sich zu effizienten Alternativen zu synthetischen Düngemitteln. Verschiedene identifizierte Arten enthalten bioaktive Verbindungen, Aminosäuren und Polysaccharide, die das Pflanzenwachstum fördern, die Nährstoffaufnahme verbessern und die Widerstandsfähigkeit gegen abiotischen Stress wie Trockenheit und Salzbelastung erhöhen. Diese Anwendung trägt zur Kreislaufwirtschaft bei: Die Algen werden unter Verwendung von Abfallströmen und CO₂ kultiviert und wandeln Schadstoffe in hochwertige landwirtschaftliche Ressourcen um.

Die deutsche Mikroalgenindustrie zeichnet sich durch einige wenige spezialisierte kommerzielle Farmen aus, die hochwertige Produkte herstellen, doch das Wachstum ist nach wie vor begrenzt. Die Investitionen in Start-ups haben nachgelassen, und Fachkräfte wandern zunehmend in andere Bereiche ab. Europäische Produkte profitieren von einer hervorragenden Qualitätskontrolle, sind jedoch mit hohen Energie- und Arbeitskosten konfrontiert, wodurch sie 5- bis 10-mal teurer sind als Produkte aus Niedriglohnländern wie China. Restriktive Vorschriften und ein begrenzter Markt schränken das Wachstum ein, da kleine Kunden nur begrenzte Mengen abnehmen und größere Kunden nicht bereit sind, die Produktion zu finanzieren. Abnahmegarantien könnten dazu beitragen, Investitionsrisiken zu mindern, sind jedoch nur dann tragfähig, wenn europäische Mikroalgen weltweit wettbewerbsfähig sind.



Seetang

Es wird erwartet, dass die Nachfrage nach Meeresalgen in Europa steigen wird, angetrieben durch das Interesse der Verbraucher an gesunden Produkten. Hydrokolloide aus Meeresalgen werden aufgrund ihrer verdickenden und stabilisierenden Eigenschaften in der Lebensmittelindustrie häufig verwendet. Deutschland ist Nettoimporteur von Hydrokolloiden aus Meeresalgen: Im Jahr 2022 wurden etwa 16.275 Tonnen im Wert von 153 Mio. € importiert und 6.751 Tonnen exportiert. Das Land verfügt ebenfalls über eine der höchsten Anzahl an Produkten, die Algenhydrokolloide enthalten, sowie über eine starke Verarbeitungsinfrastruktur für solche Produkte. Die heimische Algenzucht ist jedoch begrenzt, der Großteil der Produktion erfolgt in kleinem, lokalem Maßstab, während Importe hauptsächlich für Verarbeitungszwecke genutzt werden. Mehrere deutsche Start-ups konzentrieren sich jedoch auf neue Anwendungsbereiche in hochwertigeren Märkten wie beispielsweise Kosmetik und Körperpflege.

Fallstudie - Subitec GmbH

Von der Forschung in die Industrie: Skalierung der Mikroalgenproduktion mit Photobioreaktortechnologie

Die Subitec GmbH ging im Jahr 2000 aus dem Fraunhofer-Institut hervor und baut auf 26 Jahren Forschung und Entwicklung zur Optimierung der Mikroalgenkultivierung auf. Das Unternehmen, das für seinen patentierten „Flat Panel Airlift“-Photobioreaktor bekannt ist, bietet skalierbare Lösungen für Vorkultur-, Labor- und industrielle Anforderungen. Das Unternehmen bedient einen globalen Kundenstamm in den Bereichen Pharmazie, Lebensmittel und Biokraftstoffe; die gesamte Fertigung und Montage erfolgt in Linden.

Der „Flat Panel Airlift“-Photobioreaktor nutzt aufsteigende Mikroblasen, um die Biofilmbildung zu minimieren und die Schärkräfte auf die Mikroalgen zu reduzieren, während gleichzeitig eine präzise Steuerung von Kohlendioxid, Licht, pH-Wert und Temperatur gewährleistet wird. Integrierte Kühlsysteme wirken der von LEDs erzeugten Wärme entgegen und ermöglichen so eine kontinuierliche Indoor-Kultivierung rund um die Uhr. Darüber hinaus eignet sich das modulare Design für verschiedene Mikroalgenarten und liefert auf einer kompakten Grundfläche von 16 m² eine bis zu 40-mal höhere Produktivität als die Kultivierung in offenen Teichen und eine viermal höhere als bei Indoor-Röhrensystemen.



Fallstudie- Vyld

Wertschöpfung durch neue Anwendungsmöglichkeiten für Biomasse aus Algen

Das 2021 gegründete Berliner Start-up Vyld bietet innovative Lösungen für die Damenhygiene mit biologisch abbaubaren Tampons aus Algenbiomasse. Sein Flagship-Produkt Kelpon nutzt ein aus Algen gewonnenes Biopolymer, um im Meer gewachsene Algenfasern in Tampons zu verwandeln.

Vyld ist für die Aquakultur relevant, da sein Geschäftsmodell auf dem Anbau von Meeresalgen angewiesen ist. Durch die Schaffung neuer Verbrauchermärkte für Produkte aus Meeresalgen unterstützt das Unternehmen umweltfreundliche Innovationen, stimuliert die Nachfrage nach Meeresalgenanbau in großem Maßstab und trägt zum Wachstum der europäischen blauen Bioökonomie bei. Vyld macht deutlich, wie sich das deutsche Aquakultur-Ökosystem über die Primärproduktion hin zu hochwertigen Produktinnovationen weiterentwickelt.



05

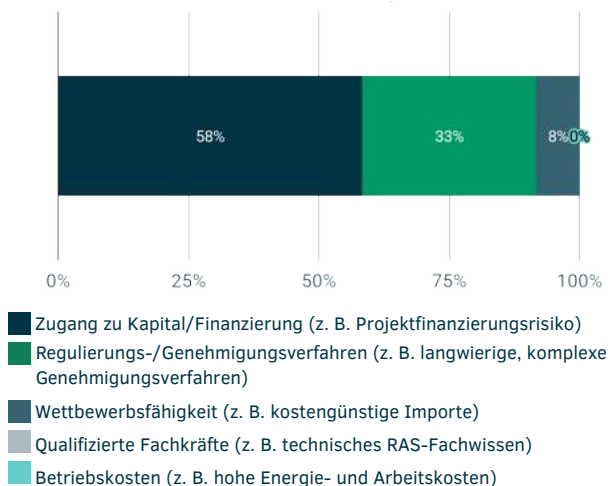
Stimme der Branche

Die „Voice of the Industry“-Studie basierte auf einer Fokusgruppenbefragung, die sich an Experten der deutschen Aquakulturbranche richtete, darunter Produzenten, Start-ups, Regierungsvertreter, Forscher und Investoren. Die Umfrage umfasste zwei wesentliche Teile. Der erste Teil bestand aus Multiple-Choice-Fragen rund um Herausforderungen der Branche, Wettbewerbspositionierung und F&E-Prioritäten. Der zweite Teil beinhaltete eine Bewertung, bei der die Befragten sieben Innovationschancen bewerteten. Jede Chance wurde anhand von fünf Kriterien auf einer Skala von 1 (niedrigste) bis 5 (höchste) bewertet: technische Reife, Skalierbarkeit, Eignung für Deutschland, Time-to-Market und Kapitalrendite (ROI).

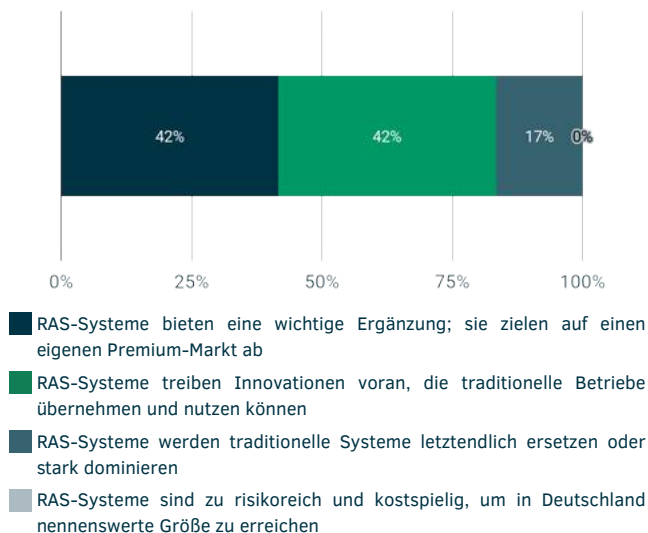
Teil 1: Ergebnisse

Quelle: HATCH BLUE-Erstbefragung

Was ist derzeit die größte Herausforderung, welche Investitionen und Expansionen im deutschen Aquakultursektor hemmt?



Wie beurteilen Sie die aktuellen Entwicklungen im Bereich der RAS-Systeme? Wie werden sich Ihrer Meinung nach diese auf die etablierte traditionelle deutsche Aquakultur (z. B. Teich- oder Durchflussanlagen) auswirken?



01

Die globale und europäische Aquakulturlandschaft

02

Ein Überblick über die deutsche Aquakultur – Ein Sektor im Wandel

03

Technologische Innovationen für moderne Land-basierte Systeme

04

Die Zulieferindustrie – Der Motor des Wachstums

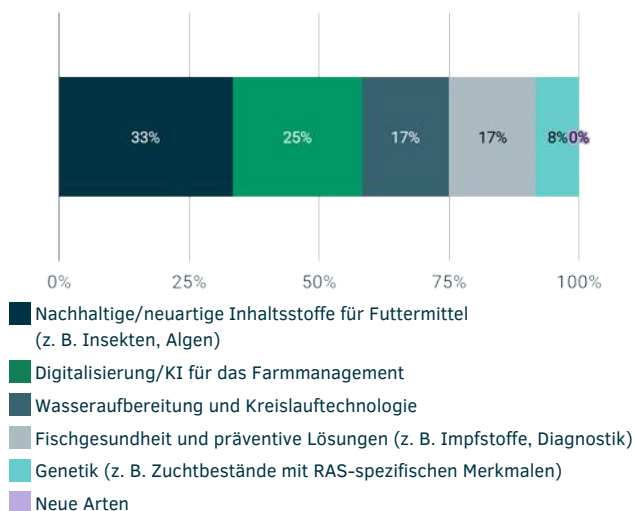
05

Stimme der Branche

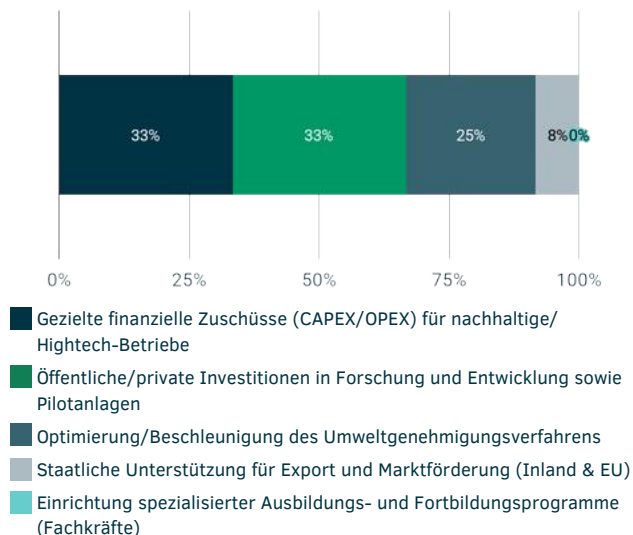
06

Strategische Instrumente zur Förderung der deutschen Aquakultur

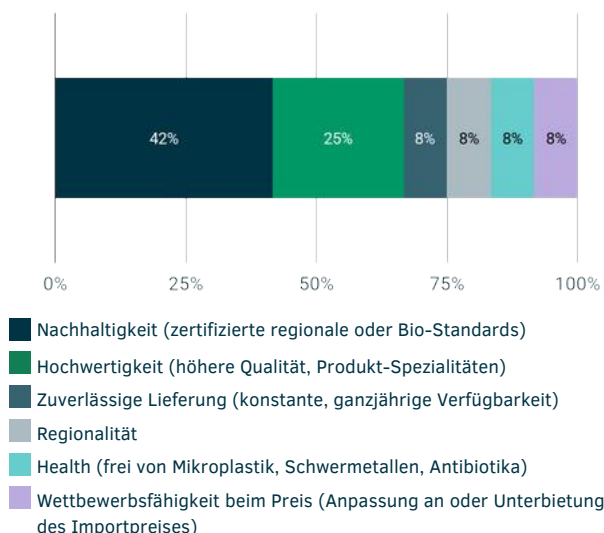
Auf welchen Zulieferbereich sollten sich die deutschen Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen konzentrieren, um das Wachstum und die Innovation in diesem Sektor zu fördern?



Welche einzelne politische Maßnahme oder Investition könnte Ihrer Meinung nach am wirksamsten dazu beitragen, dass die deutsche Aquakulturbranche die nächste Entwicklungsstufe erreichen kann?



Die Mehrheit der importierten Meeresfrüchte mit hohem Volumen erzeugt eine Marktlücke, die deutsche Produzenten am besten füllen könnten, indem sie sich auf ... konzentrieren?



Zentrale Erkenntnisse

Der Engpass bei der Finanzierung aufgrund von Kapital- und Regulierungsvorschriften

Die Umfrageteilnehmer nannten den Zugang zu Kapital (58 %) sowie regulatorische Auflagen und Genehmigungsverfahren (33 %) als die größten Hindernisse für das Wachstum der Branche. Die Finanzanalyse im Bericht unterstreicht diese Ergebnisse und zeigt, dass landgestützte Anlagen erhebliche Anfangsinvestitionen erfordern, insbesondere für die technische Infrastruktur und die Wasseraufbereitung. Investoren verlangen in der Regel validierte Versuchsdaten, bevor sie Kapital bereitstellen; die Erhebung solcher Daten ist jedoch kostspielig. Folglich besteht in der Branche eine Finanzierungslücke, die eine Kombination aus Fördermitteln in der Frühphase und leistungsabhängigen öffentlich-privaten Finanzierungen erfordert, um technische Risiken in der Anfangsphase zu mindern.

Technologische Integration und Modernisierung

Die Industrie sieht das Wachstum von RAS-Systemen als wertvolle Ergänzung (42 %) und als Quelle für Innovation (42 %) und nicht als Bedrohung für die traditionelle Fischzucht. Diese Einschätzungen verdeutlichen das reale Potenzial einer Weiterentwicklung dieser lokalen Anbausysteme. Heidefish zeigt beispielsweise, wie traditionelle Forellnbetriebe auf Hightech-Produktion umstellen können, indem sie teilweise rezirkulierende Systeme einführen, die den Wasseraustausch auf unter 5 % reduzieren.

F&E- und politische Prioritäten

Um die nächste Phase des Wachstums zu erreichen, plädiert die Branche dafür, F&E in folgenden Bereichen zu priorisieren: nachhaltige/neuartige Futtermittelzutaten (33 %) sowie Digitalisierung/KI (25 %). Politikexperten schlagen vor, dass gezielte finanzielle Subventionen (33 %) sowie öffentliche und private Investitionen in F&E und Pilotanlagen (33 %) die wirksamsten Maßnahmen wären. Ein dringender administrativer Handlungsbedarf besteht in der Ausarbeitung bundesweiter Aquakultur-Richtlinien zur Vereinheitlichung der Genehmigungsvorschriften in den 16 Bundesländern, um das derzeitige fragmentierte System zu ersetzen, das oft zu mehrjährigen Verzögerungen führt.

Marktpositionierung

Angesichts von hohen Importmengen zu niedrigen Kosten, die fast 90% der Inlandsnachfrage decken, sehen die Befragten den größten Wettbewerbsvorteil des deutschen Marktes in der Nachhaltigkeit (42 %) und der Premium-Positionierung (33 %). Durch die Konzentration auf zertifizierte Standards und hochwertige Nischenprodukte können lokale Produzenten die höheren Preise rechtfertigen, die zur Deckung der in Deutschland erheblichen Strom- und Arbeitskosten notwendig sind. Ein Beispiel für diese Strategie ist InfiniteSea, welches sich aufgrund des Premium-Marktpreises – der fast doppelt so hoch ist wie der von Lachs – und der Eignung für RAS-Anlagen für Gelbschwanzmakrelen entschieden hat.

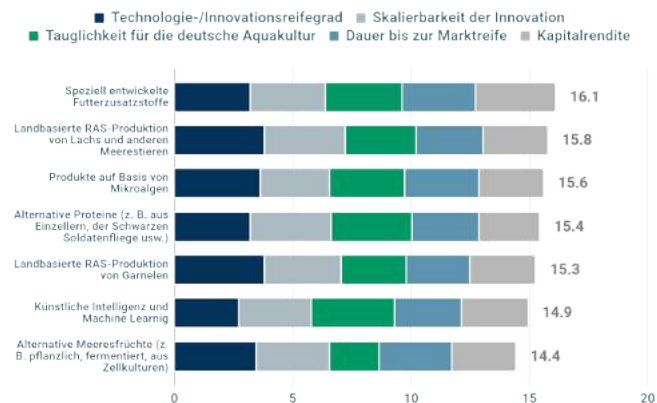
Teil 2: Ergebnisse

Quelle: HATCH BLUE-Erstbefragung

Der zweite Teil der Studie umfasst eine quantitative Bewertung spezifischer Technologien und zeigt auf, wo die Stärken Deutschlands in den Bereichen Maschinenbau und Biotechnologie das größte Potenzial sowohl für die Anwendung im Inland als auch für den weltweiten Technologieexport bieten.

Durchschnittliche Gesamtpunktzahl der bewerteten Innovationen

Bewertung auf einer Skala von 1 (niedrig) bis 5 (hoch); dargestellt ist der Mittelwert.



Landbasierte RAS-Produktion von Lachs und anderen Meerestieren



Künstliche Intelligenz und Machine Learning



Zentrale Erkenntnisse

Kommerzielle Rentabilität landbasierter RAS-Anlagen für Premiumarten

RAS-Anlagen für Lachs und marine Arten erreichen 15,8 Punkte, die Garnelenproduktion 15,3, beide Technologien werden hoch eingestuft bei technologischer Reife und Skalierbarkeit. Sie sind entscheidend, um Deutschlands wachsende Nachfrage nach heimischen Produkten aus Fisch und Meeresfrüchten zu decken. Die kontrollierte Umgebung ermöglicht es Produzenten, hochwertige, antibiotikafreie Erzeugnisse anzubieten und Verbraucher zu gewinnen, die bereit sind, für regionale Alternativen mehr zu zahlen.

Digitalisierung, KI und operative Zuverlässigkeit

Künstliche Intelligenz und Machine Learning (14,9) liegen zwar etwas niedriger bei der unmittelbaren Marktreife, gelten aber als „Gehirn“ der nächsten Aquakultur-Generation. KI-gestützte Werkzeuge werden entwickelt, um Risiken in der Branche zu senken, durch zum Beispiel Echtzeitdaten zur Biomasse-Schätzung, frühen Stresserkennung und präzisen Fütterung. Gemeinschaftliche Projekte zwischen F&E und Industrie wie ShrimpWiz zeigen die Geschäftschance auf: kommerzialisierbare Forschung und Technologieprodukte für die globale Branche.

Landbasierte RAS-Produktion von Garnelen



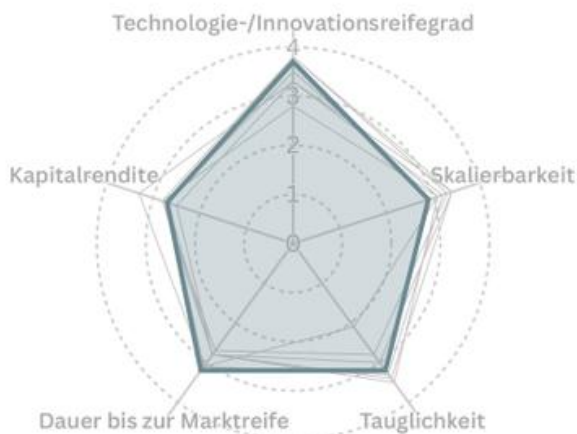
Alternative Proteine (z. B. aus Einzellern, der Schwarzen Soldatenfliege usw.)



Speziell entwickelte Futterzusatzstoffe



Produkte auf Basis von Mikroalgen



Alternative Meeresfrüchte (z. B. pflanzlich, fermentiert, aus Zellkulturen)



Dominanz spezialisierter Futtermittelzusätze und neuartiger Proteine

Mit einer Gesamtbewertung von 16,1 sind spezialisierte Futtermittelzusätze an erster Stelle der Innovationschancen, ein Bereich, in dem Deutschland einen globalen Wettbewerbsvorteil hat. Trotz vergleichsweise geringer inländischer Nachfrage durch die Aquakultur ist die deutsche Expertise bei Futtermitteln, Zusatzstoffen und funktionalen Inhaltsstoffen hochgradig skalierbar. Unternehmen wie Aller Aqua und Dr. Eckel Animal Nutrition haben sich erfolgreich auf den globalen Märkten etabliert. Dicht dahinter folgen neuartige Proteine (15,4), etwa Mehle auf Insektenbasis und Einzellerproteine. Start-ups wie b.fab, FarmInsect und MicroHarvest nutzen die weltweit führende deutsche Forschung in Mikrobiologie und Automatisierung, um die globale Lücke bei Fischmehl zu schließen.

Mikroalgen und die Blue-Biotech-Frontier

Produkte auf Basis von Mikroalgen (15,6) sind ein weiteres wichtiges Segment im deutschen Markt, aktuell Rang 2 in Europa bei der Zahl der Mikroalgen-Unternehmen. Gestützt auf jahrzehntelange Forschung an Instituten wie dem Alfred-Wegener-Institut (AWI) erschließt der Sektor höherwertige Märkte wie Kosmetik und Biostimulanzen. Hohe Energiekosten bleiben zwar ein Problem, doch die Befragung lässt erkennen: Deutsche Ingenieurskunst, etwa die patentierten Photobioreaktorsysteme von Subitec, kann operative Hürden senken und Deutschland als führenden Anbieter hocheffizienter Kultivierungstechnologien positionieren.



06

Strategische Instrumente zur Förderung der deutschen Aquakultur

Zentrale Erkenntnisse

Integriertes Finanzierungsökosystem

Um hohe Investitionsbarrieren zu überwinden, profitiert der Sektor von einer Reihe an Finanzierungsinstrumenten etwa niedrigeren Zinssätzen, staatlich abgesicherten Garantien und meilensteinbasierten Fonds, bei denen öffentliches Kapital den „Erstverlust“ trägt und so private Investoren schützt. Öffentlich-private Partnerschaften wie 50/50-Co-Investment-Modelle sind ebenfalls zentrale Instrumente, um die Rentabilität von Projekten zu signalisieren und das Vertrauen privater Investoren in Frühphasen-Vorhaben zu stärken.

Bürokratieabbau

Empfohlen wird der Übergang zu einem bundesweit standardisierten Genehmigungssystem sowie zu einer zentralen Anlaufstelle („One-Stop-Shop“). Damit würden sich die derzeit komplexen, fragmentierten lokalen Vorschriften ersetzen und langwierige bürokratische Verzögerungen reduzieren.

Ingenieurskunst und Fachwissen als Wettbewerbsvorteil

Deutschlands strategischer Vorteil liegt darin, sich als globaler Innovations- und Wissensstandort zu positionieren, durch die Nutzung der heimischen Ingenieurskompetenz zur Entwicklung und zum Export fortschrittlicher Technologien, Ausrüstungen sowie Produktions- und Verarbeitungssysteme.

Resilienz und Souveränität

Lieferkettenprobleme, wie während der COVID-Pandemie erlebt, sowie geopolitische Instabilität und steigende Ölpreise zeigen, warum die heimische Fisch- und Meeresfrüchteproduktion für die nationale Ernährungssicherheit wichtig ist, indem sie Verbrauchern, die Wert auf Qualität und Nachhaltigkeit legen, lokale, klimaresiliente, antibiotikafreie und rückverfolgbare Fisch- und Meeresfrüchteprodukte bietet.

01

Die globale und europäische Aquakulturlandschaft

02

Ein Überblick über die deutsche Aquakultur – Ein Sektor im Wandel

03

Technologische Innovationen für moderne Land-basierte Systeme

04

Die Zulieferindustrie – Der Motor des Wachstums

05

Stimme der Branche

06

Strategische Instrumente zur Förderung der deutschen Aquakultur

6.1. Finanzierungsmöglichkeiten in der Aquakultur

Im Folgenden werden verschiedene Ansätze vorgestellt, die die Entwicklung der deutschen Aquakulturbranche vorantreiben könnten. Sie sind in vier Kategorien unterteilt: Finanzierung, operativer Bereich, Verwaltung und Politik.

Finanzierung

Niedrigere Zinssätze:

Zinssätze, die es jungen Unternehmern und Landwirten ermöglichen, ohne übermäßige Verschuldung im Sektor Fuß zu fassen.

Hebelwirkung durch Kofinanzierung:

50/50-Kofinanzierungsmodelle, bei denen eine Fördereinrichtung als Garant auftritt und so das Vertrauen privater Investoren erhöht. Beispielsweise könnte eine staatliche Organisation 50% der Investition übernehmen und so ein Vertrauen für das Projekt signalisieren und damit private Investoren ermutigen, den verbleibenden Anteil bereitzustellen. Betriebskapital und Fördermittel: Finanzierungen, die über physische Vermögenswerte hinausgehen und Betriebsausgaben wie Arbeits- und Entwicklungskosten abdecken, die in der Regel nur schwer über lokal ansässige Banken finanziert werden können.

Infrastrukturfinanzierung:

Spezielle Finanzierungen für investitionsintensive Projekte zur Verringerung des technischen Risikos während der Markteinführung

Milestone-basierte öffentlich-private Fonds:

Investitionsstrukturen, bei denen Kapital in Tranchen freigegeben wird, die an technische oder kommerzielle Meilensteine geknüpft sind. Öffentliches oder philanthropisches Kapital kann dabei die Erstverlustposition übernehmen, dadurch private Investoren absichern und Kapital anziehen, das frühphasige technische Risiken andernfalls meiden würde.

Staatlich abgesicherte Garantien:

Staatlich abgesicherte Garantien, die Start-ups ohne ausreichende Sicherheiten helfen und das Risiko für Kreditgeber bei Projekten mit hohen Investitionskosten verringern.

Zahlungsaufschub und verlängerte Rückzahlungsfristen:

Konditionen, die es Betrieben ermöglichen, Erntemengen zu erreichen und Einnahmen zu generieren, bevor die Schuldentilgung beginnt.

Umsatzbasierte Finanzierung:

Rückzahlungen, die an zukünftige Umsätze statt an feste monatliche Zahlungen gekoppelt sind, was Flexibilität in volatilen Wachstumsphasen bietet

Aufgeschobene Lizenzgebühren:

Reduzierte Anfangskosten für Spin-offs von Universitäten durch Aufschub der Lizenzgebühren bis zum Erreichen des kommerziellen Erfolgs.

Steuergutschriften für Forschung und Entwicklung:

Finanzielle Anreize, die die Burn Rate für Unternehmen senken, die stark in Forschung und Entwicklung investieren.

„Junge Menschen [...] brauchen Finanzierung. Wenn Kredite horrend verzinst werden ... gibt es keine Finanzierungsmöglichkeiten für die Menschen ... sie brauchen zinsfreie oder zinsreduzierte Kredite“
Berater, Beratungsunternehmen

„Investoren sind viel eher bereit, sich zu engagieren, wenn das Projekt teilweise von einer staatlichen Organisation unterstützt wird ... wenn sie sagen können: ‚Ich steuere 50 % bei und Sie 50 %‘, dann können wir das als Hebel nutzen.“
CEO, städtische Meeresfischzucht



6.2. Operative, administrative und politische Maßnahmen

Operativer Bereich

Förderung der Photovoltaik-Integration (PV):

Förderung und finanzielle Unterstützung für die Installation von Solarmodulen auf den Dächern von Aquakulturanlagen. Dies kann eine zusätzliche Einnahmequelle schaffen und die Energiekosten senken.

Biogas Integration:

Gezielte Investitionen für Betriebe, die Abwärme aus bestehenden Biogasanlagen nutzen können. Dieser Ansatz kann dazu beitragen, den hohen Energiebedarf von RAS-Anlagen auszugleichen.

„Strom ist teuer. Ich sage immer: „Packt eure Dächer voll mit PV-Modulen – diese Investition [PV-Anlage] rentiert sich in jedem Fall. Sofern die Möglichkeit einer finanziellen Förderung über den EMFAF besteht, bemühen Sie sich diese zu nutzen.“
Berater, Beratungsunternehmen

Verwaltung

Bundesweite Standardisierung:

Einführung eines bundesweiten, standardisierten Genehmigungssystems für die Aquakultur, das die Vielzahl lokaler Verwaltungsvorschriften ablöst. Ein „Musterleitfaden“ würde die Genehmigungsregeln in den Bereichen Gewässer-, Naturschutz- und Tierschutzrecht vereinheitlichen und den derzeitigen „Dschungel“ lokaler Vorschriften ersetzen. Dies würde die Bearbeitungszeiten verkürzen und mehrjährige Verzögerungen verringern, die die Liquidität von Start-ups gefährden können.

Verwaltungsleitlinien:

Einführung spezieller Leitfäden, um den lokalen Behörden zu helfen, die Genehmigungsverfahren für geschlossene Aquakultursysteme besser zu verstehen und zu beschleunigen. Projekte sollten unter strenger Überwachung und mit konkreten Verbesserungszielen durchgeführt werden können, anstatt bereits in einem frühen Stadium durch starre Gesetzestexte blockiert zu werden.

„Wir brauchen einen Leitfaden, damit die Behörden ... besser verstehen, worüber sie entscheiden müssen ... damit diese Genehmigungen einfach schneller erteilt werden.“

Gründer und CEO, führendes Unternehmen im Bereich landwirtschaftlicher Technologien

"One-Stop-Shop" Unterstützung:

Schaffung einer zentralen Informationsstelle, um Landwirte durch komplexe Verwaltungsprozesse zu führen und bürokratische Hürden abzubauen. Ein Bundeskompetenzzentrum für Aquakultur, das derzeit vom Thünen-Institut geprüft wird, würde Fachwissen bündeln, fragmentierte Vorschriften auf Landesebene analysieren und zur Straffung der Prozesse beitragen. Es würde lokalen Behörden helfen, schnellere und fundiertere Entscheidungen zu treffen und die „Lähmung“ zu verhindern, die durch die Komplexität moderner Aquakulturanträge verursacht wird. Mediation und koordinierte Interessenvertretung würden zudem Missverständnisse ausräumen und die Zusammenarbeit zwischen Behörden und Industrie stärken.

Politik

Marktorientierte Innovation:

Gezielte F&E-Förderung, die auf die Marktnachfrage abgestimmt ist und sich auf hochwertige industrielle Herausforderungen wie Krankheitsresistenz oder Futtereffizienz konzentriert.

Venture-Building Programme:

Initiativen, die Forschungs-Spin-offs in ihrer Anfangsphase Zugang zu Netzwerken und rechtliche Beratung bieten und so dazu beitragen, Misserfolge in der Startphase zu vermeiden.

„Die eigentliche Chance liegt darin, Deutschlands ingenieurtechnisches Know-how zu nutzen ... doch die Vermarktung muss oft auf globaler Ebene statt auf dem lokalen Markt erfolgen.“

Fischereibiologe und Geschäftsführer eines Fischereiverbandes

6.3. Ausblick – Deutschland als globaler Innovations- und Wissensstandort

Der deutsche Wettbewerbsvorteil

Deutschlands Stärke in der Aquakultur liegt nicht in der Massenproduktion, sondern in seiner Rolle als globaler Innovations- und Wissensstandort. Dieser Vorteil stützt sich auf drei Säulen, die verdeutlichen, wie Deutschland technisches Know-how, Forschungsstärke und strenge Prüfverfahren nutzt, um sich einen deutlichen Vorsprung im Aquakultursektor zu sichern.

Exzellenz in Technik und Hardware:

Deutschlands langjährige Expertise im Maschinenbau und in der Automobilindustrie bildet eine starke Talentbasis aus hochqualifizierten Hardware-Ingenieuren, die in der Lage sind, RAS-Technologie der nächsten Generation zu entwickeln.

Führend in Forschung, Entwicklung und Aus- und Weiterbildung:

Mit erstklassigen Forschungseinrichtungen und einem bewährten dualen Ausbildungssystem bringt Deutschland international renommierte Fachkräfte und innovative Lösungen in Bereichen wie nachhaltige Zusatzstoffe für Futtermittel, Genetik und Sensortechnik hervor.

Strategische „Proof-of-Concept“-Plattform:

Deutschland bietet ein ideales Umfeld für die Entwicklung und das Testen neuer Technologien. Lösungen, die sich in einem strengen, kostenintensiven regulatorischen Umfeld bewährt haben, sind gut positioniert, um auf den globalen Märkten erfolgreich zu bestehen.

Zukünftige Wachstumsfaktoren

Das künftige Wachstum der deutschen Aquakultur wird durch die steigende Nachfrage nach nachhaltigen, regionalen Lebensmitteln und den Bedarf an klimaresilienter Produktion vorangetrieben. Diese Trends schaffen Chancen, die sowohl der Marktnachfrage als auch strategischen Prioritäten entsprechen.

Lokales Marktpotenzial:

Deutschland stellt einen großen Verbrauchermarkt dar, mit einem Pro-Kopf-Fischkonsum von 13 kg pro Jahr. Eine wachsende Nische von Verbrauchern ist bereit, einen Preisaufschlag für lokal produzierte, antibiotikafreie und zurückverfolgbare Lebensmittel aus dem Meer zu zahlen.

Resilienz und Ernährungssicherheit:

Da globale Lieferketten immer volatiler werden, wird die heimische Aquakulturproduktion zunehmend als Mittel zur Stärkung der nationalen Resilienz und Ernährungssicherheit angesehen.

„Der deutsche Aquakultursektor eignet sich aufgrund seiner hohen Forschungs- und Entwicklungskapazitäten sowie seines technologischen Know-hows am besten als ‚Proof of Concept‘. Deutschland ist ein Vorzeigeland für den Technologieexport und verfügt über die nötige Innovationskraft, um in diesem Bereich eine Führungsrolle zu übernehmen.“
Geschäftsführer, landbasierter Garnelenproduzent

„Deutschland ... [ist] eine hervorragende Basis mit starker Forschung und Entwicklung, fundiertem technischem Know-how und innovativen Lösungen ... aber man sollte diese weltweit vermarkten, statt nur auf dem lokalen Markt.“
Gründer und CEO, führendes Unternehmen im Bereich landwirtschaftlicher Technologien

„Ich sehe Deutschland als innovatives und forschungsorientiertes Land, und das bedeutet immer auch die Aussicht, Technologien zu entwickeln und sie anderswo zu verkaufen.“
Geschäftsführer, Futtermittelhersteller

„Ich bin fest davon überzeugt, dass der nächste sprunghafte Anstieg [des Verbrauchs] aus der Aquakultur stammen wird ... denn die Fischerei steht vor dem Aus.“
Fischereibiologe und Geschäftsführer eines Fischereiverbandes

„Ich wünsche mir, dass sich die deutsche Aquakultur auf viele kleine, lokale Systeme wie das unsere stützt [.....], die Fisch in der Nähe des Verbrauchsortes produzieren. So könnten die Züchter einen größeren Teil des Erlöses behalten, während die Verbraucher wissen, woher ihre Lebensmittel stammen [....].“
Gründer, Fischgenossenschaft



Literaturverzeichnis

AG NASTAQ. 2020. *NATionaler STRategieplan AQUakultur NASTAQ 2021 - 2030 für Deutschland*.

Albe Fischfarm. n.d. "Sustainable Eel Farming at Albe Fischfarm." Accessed February 2026. <https://albe-fischfarm.de/en/sustainable-eel-farming-at-albe-fischfarm/>.

Alfred Wegener Institute (AWI). n.d. "Aquaculture Research." Accessed February 2026. <https://www.awi.de/en/science/special-groups/aquaculture/aquaculture-research.html>.

Alfred Wegener Institute (AWI). n.d. "Aquaculture Research Projects: Shrimp." Accessed February 2026. <https://www.awi.de/en/science/special-groups/aquaculture/aquaculture-research/projects/shrimp>

Alfred Wegener Institute (AWI). n.d. "ShrimpWiz: Mehr Tierwohl in der heimischen Garnelenzucht durch KI." Accessed February 2026. <https://www.awi.de/en/about-us/service/press/single-view/shrimpwiz-mehr-tierwohl-in-der-heimischen-garnelenzucht-durch-ki.html>.

All About Feed. n.d. "German Compound Feed Production is Stable." Accessed January 2026. <https://www.allaboutfeed.net/market/feed-statistics/german-compound-feed-production-is-stable/>

Alnemari, A., et al. 2025. "Energy Optimization in Large-Scale Recirculating Aquaculture Systems: Implementation and Performance Analysis of a Hybrid Deep Learning Approach." *Aquacultural Engineering* 111. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860925000500>.

Bioökonomie.de. 2024. "Producing Sustainable Fish Feed from Microalgae." <https://bioökonomie.de/en/news/producing-sustainable-fish-feed-microalgae>.

Chen, K. 2025. "Recirculating Aquaculture Systems (RAS): The Ultimate Guide." Nihao Water. <https://www.nihaowater.com/news/recirculating-aquaculture-systems-ras-the-ultimate-guide.html>

Die Geflossenschaft. n.d. "Genossenschaft." Accessed January 2026. <https://diegeflossenschaft.de/pages/genossenschaft>.

DIL German Institute of Food Technologies. n.d. "Research." Accessed December 2025. <https://www.dil-ev.de/en/research.html>.

Dr. Eckel Animal Nutrition. n.d. "Dr. Eckel Animal Nutrition." Knowde Marketplace. Accessed December 2025. <https://www.knowde.com/stores/dr-eckel-animal-nutrition>.

Enterprise Europe Network. n.d. "Novel Fish Feed for Cleaner and Sustainable Fish Production." Accessed December 2025. <https://een.ec.europa.eu/partnering-opportunities/novel-fish-feed-cleaner-and-sustainable-fish-production>.

Espinal, C.A., and D. Matulić. 2019. "Recirculating Aquaculture Technologies." *In Aquaponics Food Production Systems*, edited by S. Goddek, A. Joyce, B. Kotzen, and G.M. Burnell. Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-15943-6_3.

Ethana GmbH. n.d. "Ethana: Sustainable Proteins." Accessed January, 2026. <https://ethana.de/>.

European Commission. 2024. "Aquaculture Country Information: Germany." <https://aquaculture.ec.europa.eu/country-information/germany>.

European Commission. n.d. "Genomic and Nutritional Innovations for Genetically Superior Farmed Fish." Accessed January 2026. <https://aquaculture.ec.europa.eu/knowledge-base/projects/genomic-and-nutritional-innovations-genetically-superior-farmed-fish>.

European Investment Bank. 2024. "EIB Provides Oceanloop with €35 Million for its Sustainable Indoor Shrimp Farming Technology." 2024, July 16. <https://www.eib.org/en/press/all/2024-437-eib-provides-oceanloop-with-eur35-million-for-its-sustainable-indoor-shrimp-farming-technology>.

European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products (EUMOFA). 2020. *Recirculating Aquaculture Systems (RAS) in the EU*. European Commission. <https://eumofa.eu/documents/20178/84590/RAS+in+the+EU.pdf>.

European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products (EUMOFA). 2026. *The EU Fish Market*. <https://www.eumofa.eu/>.

EuroNews. 2024. "This German Start-Up Makes Biodegradable Tampons from Seaweed that Don't Need an Applicator." 2024, March 8. <https://www.euronews.com/health/2024/03/08/this-german-start-up-makes-biodegradable-tampons-from-seaweed-that-dont-need-an-applicator>.

Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL). 2021. *National Aquaculture Strategy Plan 2021–2030 for Germany*. Berlin: BMEL.

Federal Statistical Office (Destatis). n.d. "Fisheries." Accessed January 2026. https://www.destatis.de/EN/Themes/Economic-Sectors-Enterprises/Agriculture-Forestry-Fisheries/Fisheries/_node.html.

Feed Strategy. n.d. "German Feed Production Expands by 2.3%." Accessed January, 2026. <https://www.feedstrategy.com/business-markets/feed-production-by-region/news/15755851/german-feed-production-expands-by-2>.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2024. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in Action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>.

Fraunhofer-Gesellschaft. n.d. "Aquaculture@Fraunhofer: Areas of Expertise." Accessed January, 2026. https://www.aquakultur.fraunhofer.de/en/Areas_of_expertise.html.

Fraunhofer IMTE. n.d. "Digitalization and Automation." Accessed December 2025. https://www.aquakultur.fraunhofer.de/en/Areas_of_expertise/Digitalization_and_Automation.html.

Fraunhofer IMTE. n.d. "Experimental Aquaculture Systems." Accessed December 2025. https://www.imte.fraunhofer.de/en/Business_Channel/AquakulturUndAquatische_Ressourcen/Experimentelle_Aquakultursysteme.html.

Fraunhofer IMTE. n.d. "Fish Health and Welfare." Accessed December 2025. https://www.imte.fraunhofer.de/en/Business_Channel/Aquakultur_Und_Aquatische_Ressourcen/Fischgesundheits_und_welfare.html.

Fraunhofer IMTE. n.d. "Fish Nutrition and Keeping." Accessed December 2025. https://www.imte.fraunhofer.de/en/Business_Channel/Aquakultur_Und_Aquatische_Ressourcen/Fischernaehrung_und_haltung.html.

Fraunhofer IMTE. n.d. "Infrastructure and Test Possibilities." Accessed December 2025. https://www.aquakultur.fraunhofer.de/en/Areas_of_expertise/Infrastructure_and_Test_Possibilities.html.

Fraunhofer IMTE. n.d. "Innovative Aquaculture Technology and Fish Farming." Accessed December 2025. https://www.aquakultur.fraunhofer.de/en/Areas_of_expertise/Innovative_Aquaculture_Technology_and_Fish_Farming.html.

Fraunhofer Institute for Cell Therapy and Immunology (IMTE). n.d. "Aquatic Cell Technology and Aquaculture." Accessed December 2025. <https://www.imte.fraunhofer.de/en/services/marine-biotechnologie/aquaticcelltechnologyaquaculture.html>.

Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology (IME). n.d. "Sustainable Aquaculture: Biodiversity Research." Accessed December 2025. https://www.ime.fraunhofer.de/en/Research_Divisions/bioresources/Biodiversityresearch/sustainable-aquaculture.html.

Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging (IVV). n.d. "Automation of Food Production: Machine-Based Processing of New Foods." Accessed December 2025. <https://www.ivv.fraunhofer.de/en/processing-machinery/automation-of-food-production.html>.

Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging (IVV). n.d. "Plant Proteins and the Smart Protein Project." Accessed December 2025. <https://www.ivv.fraunhofer.de/en/food/plant-proteins.html>.

Friedrich-Loeffler-Institut (FLI). n.d. "Laboratory for Aquatic Animal Diseases." Accessed January, 2026. <https://www.fli.de/en/institutes/institute-of-infectology-imed/laboratories/laboratory-for-aquatic-animal-diseases/>.

Future Market Insights. n.d. "Demand for Plant-Based Fish in EU (2026-2036)." Accessed January, 2026. <https://www.futuremarketinsights.com/reports/demand-for-plant-based-fish-in-eu>.

German Institute of Food Technologies (DIL). n.d. "Protein Technology: Feed and Pet-Food Technologies." Accessed January, 2026. <https://www.dil-ev.de/en/research/protein-technology.html>.

Hanse Garnelen. n.d. "Die HanseGarnelen Kreislaufanlage." Accessed January, 2026. <https://hansegarnelen.de/die-hansegarnelen-kreislaufanlage/>.

IFF Research Institute of Feed Technology. n.d. "Process Engineering and Production Optimisation." Accessed January, 2026. <https://www.iff-braunschweig.de/english/research-institute-of-feed-technology/>.

Infinite Sea. n.d. "Infinite Sea Website." Accessed February, 2026. <https://infinitesea.net/en>.

Innovasea. n.d. "Investing in Recirculating Aquaculture Systems." Accessed February, 2026. <https://www.innovasea.com/land-based-aquaculture/investing-in-recirculating-aquaculture-systems/>.

International Research Association of Feed Technology (IFF). n.d. "Research Projects." Accessed February, 2026. <https://www.iff-braunschweig.de/english/research-institute-of-feed-technology/research-projects/>

The Kingfish Company N.V. 2025. *Annual Report 2024 (Integrated Annual Report)*. https://thekingfishcompany.com/wp-content/uploads/2025/03/KingFish-AR24_lr.pdf.

Kreiß, C., S. Brüning, B. Colsohl, and S. Reiser. 2025. *Thünen-Institut: Steckbriefe zur Tierhaltung in Deutschland: Aquakultur 2025*. Thünen-Institut.

Lal, et al. 2024. "Re-Circulatory Aquaculture Systems: A Pathway to Sustainable Fish Farming." *Archives of Current Research International* 24, no. 5: 799-810. https://www.researchgate.net/publication/381902936_Re-Circulatory_Aquaculture_Systems_A_Pathway_to_Sustainable_Fish_Farming.

Lasner, Tobias. 2017. *Prospects for German Aquaculture in International Competition*. Thünen Institute of Farm Economics.

Leibniz Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy (ATB). n.d. "AquaTech4Feed Project." Accessed February, 2026. <https://aquatech4feed.atb-potsdam.de/de/project>.

Liu, and Asche. 2026. "Risk Analysis for Shrimp in a Recirculating Aquaculture System." *Aquaculture* 614. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848625013535>.

Market Growth Reports. n.d. *Land Based Salmon Market Size, Share, Growth, and Industry Analysis, By Type (Atlantic Salmon, Others), By Application (Food Service Sector, Retail Sector): Regional Insights and Forecast to 2035*. <https://www.marketgrowthreports.com/market-reports/land-based-salmon-market-102257>.

Max Planck Institute of Molecular Cell Biology and Genetics (MPI-CBG). n.d. "The EURO-Fish Project." Accessed February, 2026. <https://www.mpi-cbg.de/de/research/our-research/institutional-research-consortia/the-euro-fish-project>.

Ministry of Energy, Agriculture, the Environment, Nature, and Digitalization. 2016. *Approval Guide for Investors — Inland*. Schleswig-Holstein.

O'Shea, T., Jones, R., Markham, A., Norell, E., Scott, J., Theuerkauf, S., & Waters, T. (2019). *Towards a Blue Revolution: Catalyzing Private Investment in Sustainable Aquaculture Production Systems*. The Nature Conservancy and Encourage Capital.

RASTech. n.d. "Boring, but Persistent Growth." Accessed January, 2026. <https://www.rastechmagazine.com/boring-but-persistent-growth/>.

Research Institute for Farm Animal Biology (FBN). n.d. "Working Group: Fish Genetics." Accessed January, 2026. <https://www.fbn-dummerstorf.de/en/research/working-groups/fish-genetics/>.

Salmon Business. n.d. "Bankruptcy for Land-Based Salmon Farmer Following Court Case." Accessed January, 2026. <https://www.salmonbusiness.com/land-based-salmon-farmer-files-for-bankruptcy/>.

Schleswig-Holstein Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume. 2016. *Entwicklung und Förderung einer nachhaltigen Aquakultur in Schleswig-Holstein (Binnenland)*.

Spezialfuttermittelwerk Beeskow GmbH (Aquafeed Germany). n.d. Product Catalog. Accessed January, 2026. https://aqua-feed.de/wp-content/uploads/2019/01/Katalog_fullcover.pdf.

Sphere Insights. 2025. *Land-Based Aquaculture Report 2025*. 5th ed.

The Fish Site. n.d. "Kingfish Company Raises €32 Million for Completion of Dutch RAS Facility." Accessed January, 2026. <https://thefishsite.com/articles/kingfish-company-raises-32-million-for-completion-of-dutch-ras-facility>.

The Fish Site. n.d. "Oceanloop Pilots AI for Land-Based Shrimp Farming." Accessed January, 2026. <https://thefishsite.com/articles/oceanloop-pilots-ai-for-land-based-shrimp-farming>.

Thünen Institute. n.d. "Deutsche Aquakultur im Überblick." Accessed January, 2026. <https://www.thuenen.de/en/thuenen-topics/livestock-farming-and-aquaculture/aquaculture-farming-the-waters/deutsche-aquakultur-im-ueberblick>.

Undercurrent News. 2025. "The RAS Ecosystem is Still Growing and Attracting Multi-Industry Suppliers." 2025, August 19. <https://www.undercurrentnews.com/2025/08/19/the-ras-ecosystem-is-still-growing-and-attracting-multi-industry-suppliers/>.

WDR. n.d. "Sea Fish from the Münsterland." Accessed January, 2026. <https://www1.wdr.de/fernsehen/land-und-lecker/sendungen/louise-niehues-meeresfische-aus-dem-muensterland-100.html>.