

## Exposé zukunftsweisender Einkommensoptionen für Biogasanlagenbetreiber

### Aquakultur in Kombination mit einer Biogasanlage



© C. Mühlhausen | Landpixel (links), M. Paterson | KTBL (rechts)

Clara Kempkens, Mark Paterson | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der  
Landwirtschaft e.V. (KTBL)

Dr. Verena Wilken, Stefan Feichtinger | Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Erstellt: Oktober 2021

Diese Veröffentlichung entstand im Rahmen des Projektes „Biogas Progressiv: Zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen“ (ProBiogas) finanziert mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) aus dem Sondervermögen Energie- und Klimafond (FKZ: 22405416; 22407617; 22408117).

## Einleitung

Für zahlreiche Biogasanlagenbetreiber stellt sich mit Ablauf der 1. EEG-Förderperiode nach 20 Jahren die Frage, wie ihre Anlage weiterhin rentabel regenerative Energie produzieren kann. Die im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2021) vorgesehene Verlängerung der Vergütung über die Ausschreibungen für Biomasseanlagen bietet grundsätzlich die Möglichkeit eines Weiterbetriebs, allerdings sind dafür technisch sowie ökonomisch optimierte Anlagenkonzepte notwendig.

Mit dem Projekt „Biogas Progressiv – zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen“ (ProBiogas) verfolgen die Projektpartner das Ziel, praxistaugliche Verfahrensoptionen für den Weiterbetrieb von Biogasanlagen zu evaluieren. Alle potenziellen Nutzungsoptionen, die im Projekt nicht techno-ökonomisch detailliert dargestellt werden konnten, werden in Form einer Konzeptbeschreibung vorgestellt.

Bei den hier beschriebenen Verfahrensoptionen handelt es sich um Konzepte, die derzeit zum Beispiel nur über einen eingeschränkten Absatzmarkt verfügen, sich noch in der Entwicklung befinden, nicht die Marktreife erlangt haben oder nur unter sehr speziellen Bedingungen realisiert werden können. Sie alle eint jedoch, dass sie in Zukunft eine mögliche Einkommensquelle für landwirtschaftliche Biogasanlagen darstellen können.

Vorliegende Konzeptbeschreibung soll als fundierte Entscheidungshilfe dienen, ob sich mit der Fisch- oder Garnelenzucht in Kombination mit der Biogasanlage für den Betrieb eine tragfähige Erlössituation realisieren lässt.

### 1. Allgemeine Beschreibung

Für Biogasanlagenkonzepte mit Vor-Ort-Verstromung stellt die Wärmenutzung außerhalb der Anlage immer eine Herausforderung dar. In der Regel werden rund 60 % der extern verfügbaren Wärmemenge nach Abzug des Eigenwärmebedarfs genutzt. Rund 26 % der produzierten Wärmemenge wird für den Eigenwärmebedarf eingesetzt (Rensberg et al. 2019). Die Weitergaben bzw. Nutzung der anfallenden BHKW-Wärme in Wärmesenken steigert nicht nur die Effizienz der Biogasanlage, sondern auch die Wirtschaftlichkeit. Das Gleiche gilt auch für stromintensive Unternehmungen (des landwirtschaftlichen Betriebs). Für landwirtschaftliche Betriebe mit einer Biogasanlage ergibt sich hieraus die Möglichkeit, die Anlage nach dem Auslaufen der 1. EEG-Förderperiode weiter wirtschaftlich zu nutzen. Voraussetzung für eine erfolgreiche energetische Eigenversorgung ist ein stabiler Biogasanlagenbetrieb ohne prozessbiologische Störungen und mit verlässlicher Technik. Das ProBiogas-Exposé „Energetische Eigenversorgung landwirtschaftlicher Betriebe mittels ihrer Biogasanlagen“ geht auf diese Verfahrensoption im Detail ein.

In Deutschland wurde und wird der Begriff Aquakultur oftmals wesentlich enger ausgelegt und hierunter nur die Erzeugung in Kreislaufanlagen verstanden (LWK 2020). Dies ist laut LWK (2020) nicht ganz korrekt, da zur Aquakultur in Deutschland im Wesentlichen



die Karpfenteichwirtschaft, die Forellenzucht in Teichen, Rinnen, Becken und Netzgehegen, die Krebszucht und die marine Miesmuschelkultur gehören. In den folgenden Ausführungen bezieht sich der Begriff Aquakultur auf die Fisch- und Garnelenerzeugung in Kreislaufanlagen.

Die Aufzucht bzw. Haltung von Fisch- und Garnelenarten in Kreislaufanlagen zur Produktion von Fischereierzeugnissen könnte aufgrund der oben genannten Aspekte gut mit der Biogastechnik kombiniert werden. So kann Aquakultur beispielsweise eingesetzt werden, indem die Wärme aus dem Kühlwasserkreislauf des BHKWs zur Wasser- und Raumluftbeheizung der Aquakulturanlage verwendet wird (Waid 2009).

In Deutschland existieren knapp 2.500 Aquakulturbetriebe, die im Jahr 2019 rund 18.547 Tonnen Fisch erzeugt haben (BLE 2020). Über 400.000 Tonnen verschiedener Fischereierzeugnisse werden pro Jahr in Deutschland produziert. Dabei stammen die Produkte aus der Hoch- und Binnenfischerei sowie aus Aquakulturen. Dennoch kann die deutsche Produktion nicht die nationale Nachfrage decken. Deswegen werden die meisten Fische importiert (BLE 2020).

Da die Nachfrage an Warmwasserfischen groß ist, hat die Verbindung von Aquakultur mit Biogasanlagen viel Potenzial. Das geeignete System dafür ist das Kreislaufsystem, in dem Afrikanische und Europäische Welse, Zander und verschiedene Störarten (LfL 2009) sowie auch Garnelen produziert werden können (Kock et al. 2011). Hier kann der Abfall („Fischgülle“) der Aquakulturen als Substratmaterial für Biogasanlagen verwendet werden (Mergner et al. 2012).

Diese Einkommensalternative ist jedoch nicht einfach in die Praxis umzusetzen, da die ökonomischen und rechtlichen Hürden sowie die Herausforderungen der Vermarktung mitunter groß sind und vom Betreiber der Kreislaufanlagen einiges abverlangt wird.

## **2. Verfahrenstechnische Beschreibung**

Seit einigen Jahren wird in Deutschland die Fischproduktion in geschlossenen Kreislaufanlagen praktiziert, um Warmwasserfische zu erzeugen. Der überwiegende Teil deutscher Kreislaufanlagen sind Mastbetriebe. Die Basis dieses Konzeptes ist die Nutzung des Wassers im Kreislaufsystem, wobei weniger als 10 % des Produktionsvolumens durch Frischwasser ausgetauscht wird (LfL 2009). Die Kreislaufanlagen können mit Süß- oder Salzwasser betrieben werden.

Die Fischproduktion wird nach Ehlers et al. (2007) grundlegend in vier Bereiche aufgeteilt:

- Aufzucht,
- Mast,
- Verarbeitung und
- Vermarktung.

Für die Aufzucht werden Becken benutzt, in denen das Haltungswasser in einer integrierten Wasseraufbereitung gereinigt und danach wieder in die Haltungsbecken



zurückgeführt wird (Aquakulturinfo 2019). Die Becken können aus Beton oder aus Kunststoff bestehen (Mergner et al. 2012). Die Reinigung des Wassers kann zentralisiert oder für jedes Becken einzeln erfolgen. Diese Systeme sind unabhängig vom Standort bzw. von den Umweltbedingungen und werden in Hallen betrieben (Ehlers et al. 2007), weswegen sie sich sehr gut in Deutschland einsetzen lassen. In den letzten Jahren haben am Markt sich Kunststoffbecken durchgesetzt, die aus kleineren Einheiten bestehen und in flexiblen Modulen zur Anpassung am Standort aufgebaut werden können. Die modularen Systeme ermöglichen zudem eine Kostenreduktion durch die Standardisierung der Produktion (Ehlers et al. 2007).

### Wachstumsbedingungen

Für die Produktion stellen die optimalen Haltungparameter die größte Herausforderung dar. Diese werden durch Futter, Wasserqualität, allgemeine Hygienebedingungen, Belüftung, Wassertemperatur und Anzahl der Fische pro Volumen bestimmt. Den größten Einfluss auf die Produktion haben wegen ihrer Bedeutung bei der Vermeidung von Krankheiten (Mergner et al. 2012) die Wasserparameter und Hygienebedingungen. Da die Aufzuchtbedingungen ein natürliches System simulieren, muss ein besonderes Augenmerk auf die Kontrolle der physikalischen, chemischen und biologischen Parameter gelegt werden. Hochtechnisierte Anlagen verfügen über ein automatisiertes Kontrollsystem, welches neben den Wasserparametern die die Fütterung kontrolliert.

Die Aquakultur in geschlossenen Kreislaufanlagen ist ein energieintensives Verfahren. Vereinfacht lässt sich der Energiebedarf in 1/3 elektrische (hauptsächlich für die Pumpvorgänge) und 2/3 thermische Energie (Heizung sowie Kühlung der Gebäude und/oder Kreislaufanlage) gliedern (Ehlers et al. 2007). Die benötigte Wärmeenergie ist auch von der Aufzucht der jeweiligen Fisch- und Garnelenart und dessen benötigte Wassertemperatur abhängig (Tab. 1).

Tab. 1: Geeignete Fisch- und Garnelenarten und ihre favorisierten Wassertemperaturen (eigene Darstellung nach Aquakulturinfo (2019), Ehlers et al. (2007), IMARE (2018), Kock et al. (2011), WWF (2020) und Mergner et al. (2012))

Fisch- oder Garnelenart	Benötigte Wassertemperatur
Aal	23 bis 25 °C
Afrikanischer Wels	Ca. 28 °C
Afrikanischer Buntbarsch	24 bis 26 °C
Europäischer Wels	ca. 24 °C
Weißer Tigergarnelen	30 °C
Schwarze Tigergarnelen	24 bis 34 °C
Rosenberggarnele	26 bis 32 °C
Zander	22 bis 25 °C



## Kreislaufsysteme

Derzeit sind hauptsächlich zwei Formen von Fischbecken am Markt zu finden: Rechteckbecken und Rundbecken.

Rechteckbecken haben den Vorteil, dass sie platzsparender aufgestellt werden können und mehr Fläche für Handling und Sortierung zur Verfügung steht. Nachteilig bei dieser Beckenform sind die inhomogenen Wasserparameter, ausgelöst durch das Strömungsverhalten (BAW 2015). Im Fall von marinen Kreislaufanlagen eignet sich der Einsatz von Proteinabschäumern als zusätzliche Feststoffseparation und Desinfektion. Zur Lösung des benötigten Meersalzes muss ein separates Reservoir geschaffen werden.

Im Gegensatz dazu bieten Rundbecken den Vorteil einer homogenen Wasserqualität. Die gerichtete Kreisströmung führt zu einem „Teetasseneffekt“, welcher u.a. Sedimente schnell in das Beckenzentrum leitet, von wo aus diese in den Filterkreislauf geleitet werden. Des Weiteren führt das erzeugte Strömungsbild zu gleichmäßig verteilten Sauerstoff- und Nährstofffrachten. Allerdings hat dieser Beckentyp den Nachteil, dass er 20 % mehr Fläche im Vergleich zu Rechteckbecken benötigt.

Neben den Haltungsbecken bestehen Kreislaufanlagen aus einer mechanischen und biologischen Wasseraufbereitung und ggf. einer Desinfektion (Aquakulturinfo 2019). Die mechanische Reinigung erfolgt durch ein Sedimentations- oder Siebungsverfahren mit dem Ziel, die Sedimente aus dem System zu entfernen (Aquakulturinfo 2019). Das Sedimentationsverfahren benötigt einfachere Technik und hat einen geringeren Energieverbrauch als das Siebungsverfahren. Jedoch ist das Sedimentationsverfahren weniger effizient und benötigt mehr Platz. Der Siebtrommelfilter hat demgegenüber bei der Feststoffentnahme eine Effektivität von bis zu 90 %, einen geringen Spülwasserbedarf und einen geringen Platzbedarf (BAW 2015). Es werden vor allem Filter mit Maschenweite von 40 bis 100 µm eingesetzt (Rümmler 2015). Die Schwebstoffe lassen sich am Ende dieses Verfahrens entwässern und z. B. als Pflanzendünger oder Biogassubstrat weiterverwenden (Aquakulturinfo 2019).

Als nächster Prozessschritt erfolgt die biologische Reinigung, bei der Ammoniak und Ammonium, welches hauptsächlich über die Kiemen der Fische ausgeschieden und, von nitrifizierenden Bakterien verstoffwechselt wird, abgeschieden wird. Da sich bei hohen Wassertemperaturen und bei pH-Werten über 8 der toxische Ammoniakanteil erhöht, ist die Kontrolle und Reinigung notwendig. Ebenso haben Nitrit und Nitrat in Abhängigkeit ihrer Konzentration eine toxische Wirkung auf Fische. Aus diesem Grund wird durch Frischwasserzufuhr ihre Konzentrationen so niedrig wie möglich gehalten. Es ist demnach erforderlich, einen kontinuierlichen Betrieb sicherzustellen. Für die biologische Reinigung werden Biofiltersysteme wie Bewegtbettfilter, Festbettfilter und Rieselfilter verwendet (Aquakulturinfo 2019).



Zuletzt erfolgt eine Desinfektion mittels UV-Bestrahlung oder Ozonierung, um u.a. Bakterien und Parasiten zu reduzieren. Eine Desinfektion kann aber auch notwendig sein, wenn man nicht über einwandfreies Brunnen- oder Trinkwasser verfügt. Die prophylaktische Verwendung von Antibiotika ist in der deutschen Aquakultur rechtlich nicht zugelassen und in der Praxis nicht anwendbar, da dies zu einer Schädigungen der biologischen Reinigungsstufe führt (BAW 2015).

### **3. Anknüpfungspunkte zur Biogasanlage**

Die Kombination von Aquakultur mit einer Biogasanlage bietet den Vorteil, dass die zur Verfügung stehende Wärme der Blockheizkraftwerke zur Beheizung der Kreislaufanlage und/oder der Gebäude genutzt werden kann. Darüber hinaus kann sie zur Bereitung von Heißwasser genutzt werden, welches z. B. zur Reinigung von Ausrüstungen gebraucht wird (Einhaltung von Hygienevorschriften). Wichtig ist vor allem die Aufrechterhaltung der Wassertemperatur, da die Fische (oder Garnelen) durch große Temperaturschwankungen sterben können (AGRICO 2008).

Darüber hinaus kann die Wärme für die Kühlungslager der geschlachteten Fische oder in den Sommermonaten zur Wärmeregulierung der Kreislaufanlage eingesetzt werden (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung).

Um Verluste bei der Überführung der Prozesswärme hin zur Fischzuchtanlage zu minimieren, ist es von Vorteil, wenn die mit Energie zu versorgenden Gebäude und Anlagenteile in direkter Nähe zur Biogasanlage aufgestellt sind.

Der benötigte thermische und elektrische Energiebedarf ist abhängig von der Größe der Fischzuchtanlage und von der gehaltenen Fischart. Beispielsweise werden für eine 500-kW<sub>el</sub>-Biogasanlage mit einer nutzbaren thermischen Energieleistung von ca. 5 Mio. kWh/a, jährlich rund 3.190.000 kWh für die Produktion von etwa 860 Tonnen Fisch verwendet. Das bedeutet, dass pro Kilogramm Fisch ca. 3,72 kWh BHKW-Wärme benötigt wird. Für die Beheizung der Becken und der Halle werden pro Tag und Kubikmeter Produktionseinheit 12,5 kWh Wärme und 3,125 kWh elektrische Energie veranschlagt (Kaths 2013).

Ebenso ist hier mit Kostenvorteilen und Ersparnissen zu rechnen, die durch die Verwertung der Fischabfälle (Prozessabwässer und Schlamm) in der Biogasanlage resultieren (Mergner et al. 2012, Baer et al. 2011). Eine Studie hat gezeigt, dass die Fischzuchtabfälle als Substrat für die Biogasanlage, trotz sehr niedriger TS-Gehalte (ca. 0,5 bis 2 %), Gasausbeuten von bis zu 230 l<sub>N</sub>/kg oTS erzielen können (Bellman et al. 2005).

Da die Abfälle der Kreislaufanlage keine Antibiotika enthalten, können sie auch als Düngemittel auf landwirtschaftlichen Flächen verwendet werden (Baer et al. 2011, Ehlers et al. 2007).



#### 4. Ökonomische Angaben

Der Investitionsbedarf einer Kreislaufanlage hängt hauptsächlich von der Größe der Anlage, den gezüchteten Spezies und den verwendeten Prozessen ab. Für eine durchschnittlich ausgestattete Kreislaufanlage liegt die spezifischen Investition bei etwa 7.500 € pro Tonne produziertem Fisch. Für die Verarbeitungs-ausrüstung (Verpackungen, Behälter, Zubehör, baulicher Maßnahmen usw.) fallen zusätzliche Kosten von bis zu 100.000 € an (AquaTeCon 2002).

Im Allgemein kann der Investitionsbedarf für eine Kreislaufanlage mit einer jährlichen Kapazität von 100 Tonnen bei rund 1 Mio. Euro liegen (Ehlers et al. 2007).

Zum Beispiel benötigt die Zucht des Afrikanischer Wels eine Investition von bis zu 1,40 € pro kg Lebendgewicht (Baer et al. 2011). Laut Kath's (2013) belief sich der Investitionsbedarf für eine Afrikanische-Wels-Zuchtanlage mit 22 Becken und einer technischen Ausstattung von insgesamt 80 m<sup>3</sup> (ausgelegt auf eine Jahresproduktion von 100 t Fisch) auf 640.000 Euro. Die Investitionssumme beinhaltet die Bau- bzw. Umbaumaßnahmen von Halle, Fischbecken, Reinigungsanlage, Fütterungstechnik, Heizungssystem mit Verbindung zum Nahwärmenetz, Steuerungstechnik, Fischgülleanlage und Schlachthaus.

#### Beispiel

Die folgenden Tabellen 2 und 3 nach Ehlers et al. (2007) stellen die Investitions- bzw. die Produktionskosten einer Kreislaufanlage für Süßwasserfische mit einer Produktionskapazität von 100 Tonnen pro Jahr dar.

Tab. 2: Beispielhafter Investitionsbedarf einer Kreislaufanlage nach Ehlers et al. (2007)

Position	Investition	Anteil
Kreislaufanlage	600.000 €	60 %
Gebäude + Infrastruktur	200.000 €	20 %
Erstbesatz	60.000 €	6 %
Minderertrag Anlaufphase (1–2 Jahre)	140.000 €	14 %
<b>Summe</b>	<b>1.000.000 €</b>	<b>100 %</b>

Die Fütterung der Tiere ist abhängig von der Art, dem Gewicht und dem Alter der Tiere. Die Futtermittelerwerbsrate liegt bei 0,8 bis 0,9 kg Futter je kg Fischzuwachs, sodass Fische mit einem Gewicht von 1,5 kg ca. 1,25 kg Futter aufgenommen haben (Kath's 2013).

Garnelen (genauer Weißbeingarnelen) benötigen eine Tagesfuttermenge von bis zu 5,5 kg je Tonne Garnelen. Ihre Futtermittelerwerbsrate (FCR) sowie die der Schwarzen Tigergarnele liegt zwischen 1 und 1,2. Dafür müssen sie aber mehrmals täglich gefüttert



werden. Hierfür wird normalerweise kommerzielles Pelletsfutter eingesetzt (Gehlert et al. 2016, Aquakulturinfo o. J.). Die Betriebskosten für ihre Produktion liegen bei ca. 36 € pro kg produzierter Garnele. Mit der Nutzung der Biogasabwärme würden die Produktionskosten um etwa 10 % der Gestehungskosten sinken (Ehlers et al. 2007).

Der Arbeitsaufwand für die Fütterung beträgt ca. zwei Stunden pro Trag, falls sie nicht automatisch erfolgt (Waid 2009). In der Regel muss Fachpersonal wie Fischwirte und Produktionsverarbeitungsfachkräfte für die Produktion eingestellt werden (Gehlert et al. 2016), wenn das Produkt die Anforderungen z. B. des Einzelhandels erfüllen soll.

Tabelle 3 zeigt beispielhaft die allgemeinen Betriebskosten für eine 100-t-Kreislaufanlage, die je nach Anlage stark variieren können. Zum Beispiel steigen mit dem Grad der Verarbeitung auch die Personalkosten.

In hochtechnisierten Anlagen mit automatischen Kontroll- und Fütterungssystemen kann der spezifische Personalaufwand reduziert werden, jedoch sind diese Anlagen mit hohen Investitionen verbunden (Ehlers et al. 2007).

Tab. 3: Beispielhafte Betriebskosten einer 100-t-Kreislaufanlage nach Ehlers et al. (2007)

Position	Betriebskosten	Anteil
Setzlinge	17.000 €/a	5 %
Futter	115.000 €/a	33 %
Personal	53.000 €/a	15 %
Energie	35.000 €/a	10 %
Zinsen + Abschreibung (für Anlage und Gebäude)	88.000 €/a	25 %
Versicherung	7.000 €/a	2 %
Sonstiges	35.000 €/a	10 %
<b>Summe</b>	<b>350.000 €/a</b>	<b>100 %</b>

## 5. Marktrelevanz und Absatzmärkte

Grundsätzlich existiert ein breites Spektrum an Absatzmärkten und Weiterverarbeitungsmöglichkeiten der Produkte aus Aquakultur. Der Fisch kann als frischer Fisch, tiefgefrorener Fisch oder fertig zubereiteter Fisch angeboten werden (Kock et al. 2011). Und der Fischkonsum in Deutschland steigt in den letzten Jahren kontinuierlich an. Jedoch können die europäischen Fischproduzenten die Nachfrage nach Fisch und Fischerzeugnissen in der EU nicht decken, sodass viel aus Asien und Südamerika importiert wird (Kreiß et al. 2020).

Laut BLE (2020) produzierten die deutsche Fischereien (ohne Muscheln) im Jahr 2019 18.547 t Fisch (Vorjahr: 18.147 t). In Deutschland lag der durchschnittliche Konsum von



Fisch und Fischereierzeugnisse im Jahr 2019 bei rund 13,2 Kilogramm pro Kopf. Darunter fallen neben Fisch auch Krebs- und Weichtiere wie Krabben oder Garnelen (BLE 2020).

Je nach Fischart und Vermarktungsweg ist die Erlössituation sehr unterschiedlich. In Tabelle 4 sind die unterschiedlichen Preise nach Fischart und Vermarktungskosten für das Jahr 2019 zusammengestellt.

Die Erlöse über die Direktvermarktung sind bekanntlich höher als beim Verkauf über den Großhandel, bei der Direktvermarktung ist jedoch mit einem größeren Aufwand zu rechnen (eigener Verkauf z. B. am Marktstand auf einem Wochenmarkt, evtl. Transport der Produktware zum Ort des Verkaufs usw.). Im Gegensatz dazu sind Großhändler einfacher zu bedienen, da sie normalerweise ein Minimum an Warenmenge für die Abnahme vorgeben. So lässt sich eine kontrollierte und sichere Produktionsmenge kalkulieren (Behrens und Lasner 2019).

Tab. 4: Preise für ausgewählte Fischarten nach Vermarktungswegen (Stand: 2016–2020) nach Destatis (2020b) und Gehlert et al. (2016)

Fischart	Direkt- vermarktung	Vermarktung über		
		Großhandel	Einzelhandel	Sonstige <sup>1)</sup>
Euro je kg				
Afrikanischer Raubwels	k. A.	2,66	3,36	k. A.
Europäischer Aal	k. A.	12,89	k. A.	k.A.
Europäischer Wels	8,43	5,41	6,11	6,96
Zander	18,42	14,04	10,22	16,90
Weißer Tigergarnelen	45,00–49,00 <sup>2)</sup>	25,00 <sup>2)</sup>	35,00 <sup>2)</sup>	k. A.

k. A. = keine Angaben

<sup>1)</sup> Vermarktung zum Beispiel an Gastronomie, Angelparks, andere Aquakulturbetriebe und weiterverarbeitende Betriebe zur Veredelung.

<sup>2)</sup> Stand 2016.

## 6. Rechtliche Belange und Förderungen

Die rechtlichen Anforderungen zur Errichtung und zum Betrieb einer Fischzuchtanlage werden durch zahlreiche nationale und föderale Gesetze geregelt. Das sind besonders die Fischerei-, Lebensmittelhygiene-, Wasserhaushalts-, Tierschutz-, Veterinär-, Bau- sowie Natur- und Artenschutzgesetze. Ebenso müssen europäische Richtlinien und Verordnungen wie beispielsweise Wasserrahmenrichtlinie, Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Verordnung über die Verwendung nicht heimischer und gebietsfremder Arten in der Aquakultur und Verordnung über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten beachtet werden (Brämick 2018).



Wenn die Fischzucht die Haltung von nicht heimische Arten, gemäß Aquakulturverordnung, und ihren Transport beinhaltet, fällt die Zuständigkeit auf die jeweilige Obere Fischereibehörde des Bundeslandes. Zudem greift hier die Aquakultur-Artenverordnung (CAU 2018).

Um Fischabfälle in der Biogasanlage verwerten zu können, müssen sie zunächst bei 70 bzw. 90 °C hygienisiert werden. Bei der Nutzung von Fischabfälle müssen rechtliche Regelungen wie u.a. der Tierischen Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung bzw. -gesetz (TierNebV/G), der Bioabfallverordnung (BioAbfV), des Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) beachtet werden.

In Bezug auf die Bestimmungen der EU-Öko-Verordnung (EU 2018) ist derzeit keine „Bio-Zertifizierung“ für die Fischzucht aus Kreislaufanlagen möglich.

### **Förderprogramm**

Im Bereich der Aquakultur gibt es den Europäischen Meeres- und Fischereifonds, dessen Förderhöhen und Voraussetzungen je nach Bundesland unterschiedlich ausgestaltet sind. Die beteiligten Bundesländer sind Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Berlin, Bremen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen. In den meisten Bundesländern gibt es für Aquakulturprojekte 40 bis 50 % Fördermittel und für die Verarbeitung und Vermarktung 25 % (Stand 2020). Die Fördersummen schwanken, je nach Bundesland, von 250.000 bis 800.000 €.

Das BMEL-Internetportal „Fischerei in Deutschland“ liefert alle relevanten Informationen zum Programm und listet die zuständigen Stellen sowie konsultierenden Partnern: [www.portal-fischerei.de/bund/fischereipolitische-schwerpunkte/europaeischer-meeres-und-fischereifonds-2014-2020](http://www.portal-fischerei.de/bund/fischereipolitische-schwerpunkte/europaeischer-meeres-und-fischereifonds-2014-2020).

## **7. Chancen und Hürden**

Die Kopplung der Biogas- mit einer Fischzuchtanlage bietet zahlreiche Möglichkeiten. Zum einen kann die Biogasanlage die benötigte (regenerative) Wärme für die Fischzuchtanlage zu moderaten Kosten bereitstellen. Gleichzeitig lässt sich durch dieses Konzept eine ökologische Prozesskette betreiben, indem die Reststoffe der Fischzucht als Düngemittel oder als Substrat für die Biogasanlagen genutzt werden können. Ein weiterer Punkt kann auf die Strombereitstellung für die Aquakultur entfallen.

Da dieser Betriebszweig auch mit hohen Stromverbräuchen verbunden ist, könnte im Rahmen eines Post-EEG-Konzeptes die Biogasanlage vorzüglich die elektrische Energie für die Fischzucht liefern und nur die Stromüberschüsse in das öffentliche Netz einspeisen. Dies bedingt jedoch, dass die Stromgestehungskosten der Biogasanlage unterhalb der Strombezugskosten liegen.



Die Aquakultur in Kreislaufanlagen bringt gewisse Vorteile mit sich, da sie zum einen standortunabhängig betrieben werden kann und sich das Verfahren gut steuern lässt (Baer 2015). Aus ökologischer Sicht sind Kreislaufanlagen auch vorteilhaft, da ihre Anwendung – im Vergleich zu anderen Methoden – wasser- bzw. ressourcenschonend ist und starke Gewässerverschmutzungen einfacher vermieden werden können. Auf der Nachfrageseite bieten sich ebenso Vorteile an, da die hiesigen Konsumenten in den letzten Jahren vermehrt Interesse an regionalen, nachhaltigen und umweltfreundlichen Produkten zeigen.

Je nach Fisch- oder Garnelenart existieren verschiedene Vorteile und Nachteile. Eine möglich ökologische und vielversprechende Option ist der Afrikanische Wels, da er keine hohen Anforderungen an die Wasserqualität stellt und bisher keine Massenverluste durch Infektionskrankheiten bekannt sind. Darüber hinaus lassen sich aus 1 kg Rohfisch zwischen 40 bis 42 % verwertbares Filet herstellen (PAL o. J.). Welche Fisch- oder Garnelenart für die Zucht gewählt wird, sollte nicht nur produktionsseitig, sondern auch hinsichtlich des Absatzmarktes entschieden werden.

Die Nachteile der Aquakultur liegen in den kostenintensiven Kreislaufanlagen. Die Investitionen, die Betriebs- sowie die Gestehungskosten sind sehr hoch, sodass das Konzept nur mit exklusiven und hoch qualitativen aquatischen Produkten oder durch große Produktionsmengen wirtschaftlich sinnvoll sein kann (Hurlin 2008). Um die hohen Qualitäten zu erzielen, sind ein fundiertes Wissen und Erfahrung vonnöten. Darüber hinaus stellen die Genehmigungsverfahren zur Errichtung und zum Betrieb sowie der erhebliche administrative Aufwand eine Hürde dar (BLE 2017).

Aufgrund der geringen politischen Förderung, den rechtlichen Hürden und dem harten Konkurrenzkampf mit günstigeren Produkten aus Asien und Südamerika ist solch ein Konzept nur unter guten Rahmenbedingungen realisierbar. Es gibt viel Potenzial in diesem Bereich, aber immer noch sehr wenig Entwicklung. Deswegen sollte der Einstieg in die Aquakultur als ein großes Risiko betrachtet werden (Meyer 2020).

## 8. Weiterführende Informationen

Die Firma Frankenwels in Burggrumbach züchtet seit 2010 Afrikanischen Welse in Kreislaufanlagen. Die Fischzuchtanlage hat eine Kapazität für bis zu 40.000 Afrikanische Welse. Der Strombedarf der Zuchtanlage wird größtenteils von einer Photovoltaikanlage gedeckt und die benötigte Wärme- und Kälteenergie stammt von einer Biogasanlage. Weitere Informationen: <https://frankenwels.jimdofree.com>.

Die Agrargenossenschaft Schkölen eG betreibt eine 1-MW-Biogasanlage und seit 2012 eine Fischzuchtanlage für Afrikanischen Wels in Thüringen. Durch die Biogasanlage werden die Fischzuchtanlage, Büro und Werkstatt der Genossenschaft, die angrenzenden Schweineställe sowie nahe Gewerbeflächen mit Wärme versorgt. Die Zucht erfolgt in einer Kreislaufanlage komplett ohne Antibiotikaeinsatz. Die Fische der



Agrargenossenschaft werden vor Ort verarbeitet und im Hofladen sowie in Gaststätten und im Großhandel verkauft. Ein Teil der Produktion wird auch für die Herstellung von Tierfutter verwendet. Weitere Informationen: [www.ags-schkoelen.de](http://www.ags-schkoelen.de).

Der Carolinenhof in Mecklenburg-Vorpommern betreibt neben seiner 1-MW-Biogasanlage und einer „Biodünger“-Herstellung auch eine Kreislaufanlage für die Zanderzucht. Das Konzept ist Teil eines Projektes des Institutes für Fischerei der Landesforschungsanstalt in Mecklenburg-Vorpommern. Weitere Informationen: [www.bioenergygmbh.de](http://www.bioenergygmbh.de).

In Affinghausen (bei Diepolz) betrieb ein Landwirt zwischen 2009 und 2013 eine 12-t-Schrimpszuchtanlage in Verbindung mit einer Biogasanlage. Die Vermarktung erfolgte durch die neu gegründete Firma „Garnelenhof Schäfer“, die erfolgreich die frische Garnele unter der Marke „Marella“ überregional als Premium-Produkt verkaufen konnte. Aufgrund eines substantiellen Schadens am Fermenter der Biogasanlage konnte die Energielieferung der kostenlosen Wärmeenergie an den Garnelenhof Schäfer nicht mehr erfolgen und der Garnelenfarmbetrieb an diesem Standort musste eingestellt werden. Weitere Informationen finden sich unter: [www.polyplan-aquakultur.de/de/Shrimpsanlage-Affinghausen.html](http://www.polyplan-aquakultur.de/de/Shrimpsanlage-Affinghausen.html).

Ein Informations- und Beratungsangebot der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zur Aquakultur findet sich auf der Internetseite „Aquakultur – ein Einstieg, der sich lohnt!“ unter [www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/231/article/6971.html](http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/231/article/6971.html).

In Deutschland existieren verschiedene Organisationen, die umfassende Informationen über Aquakultur anbieten. Einige davon sind in der folgenden Liste vorgelegt:

**Aquakulturinfo:** Es handelt sich um eine Plattform mit zahlreichen Informationen zu Themen der Aquakultur. Die Plattform wird von Forschenden des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) betreut. Mehr Informationen unter [www.aquakulturinfo.de](http://www.aquakulturinfo.de).

**Smartfisch Akademie:** Das Projekt wird von Experten aus der integralen Aquakultur und angewandten Aquaponik geleitet. Die Institution bietet Aus- und Weiterbildung in Bereich Fischzucht und Aquaponik. Ebenso bietet sie auch Beratung in diesen Themen. Mehr Informationen unter [www.smartfisch-akademie.de/index.html](http://www.smartfisch-akademie.de/index.html).

**GGN Zertifizierte Aquakultur:** GGN steht für die 13-stellige Identifikationsnummer, die alle zertifizierten Teilnehmer in der Produktions- und Lieferkette kennzeichnet. Damit bekommen Aquakulturprodukten die Zertifizierung von einer fairen und nachhaltigen Aquakultur. Auf der Internetseite von GGN sind verschiedene Informationen über nachhaltige Aquakultur, über Zertifizierungen und ihre Bedeutung zu finden. Mehr Informationen unter <https://aquaculture.ggn.org/de/>.



**Bundesverband Aquakultur:** Der Verband ist eine Interessensgemeinschaft mit Personen und Unternehmungen, die Vorleistungen für die Aquakultur erbringen und Produkte erzeugen, nutzen oder vermarkten. Ziel des Verbandes ist die Bedeutung und Wichtigkeit der Aquakultur bekannt zu machen, damit sich die Rahmenbedingungen für die Aquakulturbranche verbessern können. Auf der Internetseite des Verbandes sind zahlreiche Informationen über Aquakultur zu finden. Weitere Informationen gibt es unter [www.bundesverband-aquakultur.de/verband](http://www.bundesverband-aquakultur.de/verband).

Das **Statistische Bundesamt** veröffentlicht detaillierte Daten und Zeitreihen über die Erzeugung von Aquakulturbetrieben in der Datenbank GENESIS-Online: [www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=statistikTabellen&selectionname=41362](http://www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=statistikTabellen&selectionname=41362).



## Literatur

AGRICO (2008): Geschlossene Durchflusssysteme der Fischzucht mit der Abwärmenutzung von Biogasanlagen. [www.agrico.cz/ de/geschlossene-durchflusssysteme-der-fischzucht-mit-der-abwarmenutzung-von-biogasanlagen-1-160.html](http://www.agrico.cz/de/geschlossene-durchflusssysteme-der-fischzucht-mit-der-abwarmenutzung-von-biogasanlagen-1-160.html), Zugriff am 20.07.2020

Aquakulturinfo (2019): Kreislaufanlagen. [www.aquakulturinfo.de/kreislaufanlagen](http://www.aquakulturinfo.de/kreislaufanlagen), Zugriff am 09.07.2020

Aquakulturinfo (o. J.): Futtermittelverwertung: Wieviel braucht ein Tier zum wachsen? [www.aquakulturinfo.de/futtermittelverwertung](http://www.aquakulturinfo.de/futtermittelverwertung), Zugriff am 16.04.2021

AquaTeCon (2002): Fischproduktion im Gebäude. [www.infofarm.de/datenbank/medien/51/Aquatecon%20Konzept.pdf](http://www.infofarm.de/datenbank/medien/51/Aquatecon%20Konzept.pdf), Zugriff am 11.08.2020

Baer, J. (2015): Warmwasser-Kreislaufanlagen zur Speisefischproduktion in Baden-Württemberg: Eine wirtschaftliche Alternative zur herkömmlichen Tierproduktion? Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg, Hg. Tierische Erzeugung 2003, S. 19–22, [www.researchgate.net/publication/280736786](http://www.researchgate.net/publication/280736786), Zugriff am 09.07.2020

Baer, J.; Brämick, U.; Müller-Belecke, A.; Wedekind, H. (2011): Warmwasser-Kreislaufanlagen zur Speisefischproduktion: Einfluss der Kopplung mit einer Biogasanlage auf die Rentabilität der Fischerzeugung. Fischer & Teichwirt 62(7), S. 248–250

BAW (2015): Was ist Fischzucht in Warmwasser-Kreislaufanlagen? Grundlegende Informationen. Hg. Bundesamt für Wasserwirtschaft und Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Schrem und St. Pölten

LfL (2009): Internationale Wissenschaftstagung Biogas Science 2009. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei, Erding, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Hg.), Freising-Weihenstephan

Behrens, G.; Lasner, T. (2019): Wirtschaftlichkeit. Wirtschaftliches Arbeiten in der Aquakultur. Hg. Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin, [www.aquakulturinfo.de/wirtschaftlichkeit](http://www.aquakulturinfo.de/wirtschaftlichkeit), Zugriff am 23.07.2020

Bellman, G.; Bresinsky, A.v.; Gemende, B.; Gerbeth, A.; Krautheim, G.; Pausch, N. (2005): Versuche zur Biogasgewinnung und Verwertung von Biomassen aus einer Fischzuchtanlage. Vortrag auf: EU Sokrates Intensiv-Programm „Distributed Power Generation Systems“, University of West Bohemia, 2005, Pernink, Tschechien

BMEL (o. J.): Europäischer Meeres- und Fischereifonds (EMFF) 2014-2020. Fischereipolitische Schwerpunkte. [www.portal-fischerei.de/bund/fischereipolitische-](http://www.portal-fischerei.de/bund/fischereipolitische-)



schwerpunkte/europaeischer-meeres-und-fischereifonds-2014-2020/, Zugriff am 01.09.2020

Brämick, U. (2018): Jahresbericht zur Deutschen Binnenfischerei und Binnenaquakultur 2018. Fischereibehörden der Bundesländer, Hg. Institut für Binnenfischerei e.V., Potsdam-Sacrow; <http://ifb-potsdam.de/de-de/ver%C3%B6ffentlichungen/downloads.aspx>, Zugriff am 31.03.2021

CAU (2018): Aquakultur im Spannungsfeld zwischen Welternährung und Nachhaltigkeit. Zusammenfassung der Ringvorlesung im Sommersemester 2018. Unter Mitarbeit von Friederike Balzereit, Ruth Gingold, Sabine Haas und Tine Pape. Nachhaltiger Aquakultur. Kiel, 25.04.2018

BLE (2017): Perspektiven für die deutsche Aquakultur im internationalen Wettbewerb. Abschlussbericht, AFC Consulting Group AG / COFAD GmbH, Hg. Bundesamt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), [www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Projektfoerderung/Innovationen/PerspektivstudieAquakultur-lang.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Projektfoerderung/Innovationen/PerspektivstudieAquakultur-lang.pdf?__blob=publicationFile&v=2), Zugriff am 31.03.2021

BLE (2020): Der Markt für Fischereierzeugnisse in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 2019. Bericht über die Versorgung der Bundesrepublik Deutschland mit Fischereiprodukten aus Eigenproduktion und Importen sowie die Exportsituation. Hg. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, [https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Fischerei/Fischwirtschaft/Jahresbericht2019.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Fischerei/Fischwirtschaft/Jahresbericht2019.pdf?__blob=publicationFile&v=2), Zugriff am 17.05.2021.

Destatis (2020): Fischerzeugung 2019 in Aquakulturen um 2,4 % gestiegen. Pressemitteilung Nr. 188 des Statistisches Bundesamt vom 28. Mai 2020, Wiesbaden, Statistisches Bundesamt, [www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/05/PD20\\_188\\_41362.html](http://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/05/PD20_188_41362.html), Zugriff am 08.07.2020

Destatis (2020 b): Preise für ausgewählte Fischarten im Jahr 2019 nach Vermarktungswegen. [www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Fischerei/Tabellen/preise-ausgewaehlte-fischarten.html](http://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Fischerei/Tabellen/preise-ausgewaehlte-fischarten.html), Zugriff am 17.08.2020

Ehlers, B.; Hartmann, D.; Havran, T.; Heitmann, S.; Jahn, K.; Manske, S. et al. (2007): Verwertung von Wärmeüberschüssen bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Hg. Bremer Energie Institut, [www.infothek-biomasse.ch/images//2007\\_Bundesminist\\_Waermeueberschuesse\\_LW\\_BGA.pdf](http://www.infothek-biomasse.ch/images//2007_Bundesminist_Waermeueberschuesse_LW_BGA.pdf), Zugriff am 07.07.2020

FIZ (2019): Fischwirtschaft. Daten und Fakten 2019. Hg. Fisch-Informationszentrum e. V, Hamburg, [www.aquakulturinfo.de/sites/default/files/media-files/download-files/FIZ\\_Fischwirtschaft%20in%20Deutschland\\_2019.pdf](http://www.aquakulturinfo.de/sites/default/files/media-files/download-files/FIZ_Fischwirtschaft%20in%20Deutschland_2019.pdf), Zugriff am 09.07.2020



EU (2018): Verordnung (EU) 2018/848 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnisse; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:4353956>, Zugriff am 22.04.2021

Gehlert, G.; Griese, M.; Meyer, S.; Schlachter, M.; Schulz, C. (2016): Konzeptstudie zur Nutzung der Synergieeffekte zwischen Industrieparks und Ernährungswirtschaft insbesondere der Aquakultur in der Region Unterelbe. Hg. Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH, Büsum, [www.knaq-sh.de/fileadmin/daten/dateien/KNAQ/DE/Konzeptstudie\\_Aquakultur\\_Unterelbe\\_final\\_.pdf](http://www.knaq-sh.de/fileadmin/daten/dateien/KNAQ/DE/Konzeptstudie_Aquakultur_Unterelbe_final_.pdf), Zugriff am 10.08.2020

Hurlin, J. (2008): Zur Fischproduktion aus Kreislaufanlagen in der Aquakultur: wirtschaftliche Betrachtung der Projektkonzeption einer Fallstudie unter besonderer Berücksichtigung der Qualitätssicherung. Masterarbeit, Georg-August-Universität Göttingen

IMARE (2018): Internetseite des Bundesverband Aquakultur e. V., Kiel, [www.bundesverband-aquakultur.de](http://www.bundesverband-aquakultur.de), Zugriff am 07.07.2020

Kaths, F. (2013): Technische und betriebswirtschaftliche Analyse von Konzepten zur ganzjährigen Nutzung der Abwärme einer Biogasanlage im dezentralen ländlichen Raum. Dissertation, Justus-Liebig-Universität, Gießen, 2012, Universitätsbibliothek, <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2013/9202/>, Zugriff am 07.07.2020

Kock, M.; Krost, P.; Piker, L.; Rehm, S. (2011): Leitfaden für nachhaltige marine Aquakultur. 1. Aufl., Hg. CRM – Coastal Research & Management GbR, Kiel

Kreiß, C.; Lasner, T.; Focken, U.; Reiser, S. (2020): Steckbriefe zur Tierhaltung in Deutschland: Aquakultur. Johann Heinrich von Thünen-Institut Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig

LWK (2020): Aquakultur – ein Einstieg, der sich lohnt!?. Internetseite der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover; [www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/231/article/6971.html](http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/231/article/6971.html), Zugriff am 31.03.2021

Mergner, R.; Janssen, R.; Rutz, D. (2012): Nachhaltige Wärmenutzung von Biogasanlagen. Ein Handbuch. Hg. WIP Renewable Energies, München; [www.wip-munich.de/images/stories/6\\_publications/books/Handbook\\_DE\\_e7\\_WIP-2013-02-26\\_e7.pdf](http://www.wip-munich.de/images/stories/6_publications/books/Handbook_DE_e7_WIP-2013-02-26_e7.pdf), Zugriff am 07.07.2020

Meyer, S. (2020): Persönliche Mitteilung vom 23.09.2020

PAL (o. J.): Informationen zur Produktion von afrikanischem Wels in Warmwasserkreislaufanlagen (Aquakultur). Hg. PAL Aquakultur GmbH, [www.pal-aquakultur.de/media/infoblatt\\_pal\\_aquakultur.pdf](http://www.pal-aquakultur.de/media/infoblatt_pal_aquakultur.pdf), Zugriff am 09.09.2020



Rensberg, N.; Daniel-Gromke, J.; Denysenko, V. (2019). Wärmenutzung von Biogasanlagen. DBFZ-Report 32, Hg. Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, Leipzig

Rümmler, F. (2015): Förderinitiative Nachhaltige Aquakultur: Untersuchungen zur Aufbereitung des Ablauf-bzw. Reinigungswassers geschlossener Warmwasser-Kreislaufanlagen zur Aufzucht verschiedener Fischarten. Abschlussbericht zum Vorschungsvorhaben AZ 30233. Potsdam, Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow, <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-30233.pdf>, Zugriff am 15.04.2021

Waid, J. (2009): Fischzucht und Biogas mit Kreislauf-Konzept - BHKW-Abwärme nutzen. Energie aus Pflanzen (5/2009), Hg. Forstfachverlag GmbH & Co. KG, S. 16–17

WWF (2020): Der WWF-Fischratgeber. Internetseite des WWF Österreich; <https://fischratgeber.wwf.at/species/clarias-gariepinus-silurus-glanis>, Zugriff am 13.07.2020

