

LEITFADEN AQUAKULTURANLAGEN

TEIL 1: ANFORDERUNGEN AN DIE ABWASSERABLEITUNG, ÜBERWACHUNG UND SCHLAMMVERWERTUNG



Impressum

Die vorliegende Publikation konkretisiert die Anforderungen der eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung, gewährleistet eine gute Praxis und ermöglicht den einheitlichen Vollzug der Behörden. Sie wurde mit aller Sorgfalt und nach bestem Gewissen erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität kann der VSA jedoch keine Gewähr übernehmen. Haftungsansprüche wegen Schäden materieller oder immaterieller Art, welche durch die Anwendung der Publikation entstehen können, werden ausgeschlossen.

Autoren und Mitglieder des Kernteams

Kantone

Bruno Mancini, Kt. AG
Lukas de Ventura, Kt. AG
Yves Spring, Kt. BE
Marcel Zürcher, Kt. BE (Vorsitz)
Xenia Ehrensperger, Kt. BL
Cornelia Crespi, Kt. LU
Lorenz Jaun, Kt. UR
Daniel Obrist, Kt. VS
Markus Sommer, Kt. BS

Betreiber

Heinz Buri, Aquafarming XMV GmbH

Forschung

Fridolin Tschudi, ZHAW

Begleitung und Schlussredaktion VSA

Nadine Czekalski
Silwan Daouk, VSA

Herausgeber

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
Association suisse des professionnels de la protection des eaux
Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque

Titelfoto

Foto: © Marcel Zürcher

Bezugsquelle

VSA, Europastrasse 3, Postfach, CH-8152 Glattbrugg,
Telefon 043 343 70 70, sekretariat@vsa.ch, www.vsa.ch

EINLEITUNG

Kommerzielle Aquakulturanlagen sind nicht zu vernachlässigende Quellen von Nährstoff-, Feststoff- und Spurenstoffeinträgen in die Gewässer. Dabei spielen insbesondere

- Phosphor (P)
- Stickstoff (N)
- gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)
- die gesamten ungelösten Stoffe (GUS) sowie
- Mikroverunreinigungen

eine bedeutende Rolle.

Wie stark das aus Aquakulturanlagen abfließende Wasser belastet ist, hängt von vielen unterschiedlichen Faktoren ab, z.B.

- vom Bestand der gezüchteten Organismen
- von der Betriebsintensität
- der Futtermenge
- der verwendeten Futtersorte
- den Haltungsbedingungen und
- dem Einsatz von Medikamenten und Desinfektionsmitteln.

Bei der Verwertung des Ablaufwassers und des Schlammes muss daher geklärt werden, welche konkreten Anforderungen im Hinblick auf den Gewässerschutz gestellt werden.

Der vorliegende Leitfaden (Aquakulturanlagen Teil 1) beschreibt die Branche der Aquakulturanlagen, die Möglichkeiten zur Verwertung des Ablaufwassers und des Schlammes und die Überwachung der Anlage. Für die Ableitung des Ablaufwassers in ein Gewässer legt der Leitfaden Anforderungen an die Abwasserqualität sowie die Gewässerqualität fest. Dabei unterscheidet er zwischen neuen und bestehenden Anlagen. Auf diese Weise wird dem Bestandesschutz für bestehende Anlagen angemessen Rechnung getragen. Für neue Anlagen empfiehlt der VSA hingegen weitere Anforderungen an die Abwasser- und Gewässerqualität, um den Bau von Anlagen an ungeeigneten Standorten zu vermeiden. Die Anforderungen an den **Stand der Technik** sind im Leitfaden Aquakulturanlagen, Teil 2: «Stand der Technik zur Reduktion von Emissionen» [1] erläutert.

Der vorliegende Leitfaden richtet sich an

- Behörden, welche Neuanlagen bewilligen und bestehende Anlagen überprüfen müssen.
- Gesuchsteller, welche neue Aquakulturanlagen planen.
- Betreiber von bestehenden Aquakulturanlagen.
- Planer und Ingenieurbüros.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Geltungsbereich	1
1.1	Inhalt und Struktur	1
1.2	Abgrenzung	1
1.3	Rechtliche Einordnung	1
1.3.1	Gesetzliche Grundlagen	1
1.3.2	Empfehlung für den Vollzug	2
2	Aquakulturen	4
3	Anlagentypen	5
3.1	Produktionsarten	5
3.2	Haltungseinrichtungen und deren Einfluss auf die Ablaufwasserqualität	5
3.3	Nutzungsintensitäten des Wassers	6
3.4	Anlagen mit zertifizierter Produktion	6
3.5	Salinität des Wassers	7
4	Inhaltsstoffe im Ablaufwasser (Emissionen)	8
4.1	Nährstoffe und organische Belastung	8
4.2	Feststoffe	11
4.3	Wirkstoffe (Kochsalz, Medikamente, Desinfektionsmittel u.a.)	11
4.3.1	Kochsalz	11
4.3.2	Medikamente	12
4.3.3	Desinfektionsmittel	12
5	Belastung durch Aquakulturanlagen (Immissionen)	13
5.1	Einfluss auf Fließgewässer	13
5.2	Einfluss auf Seen	13
5.3	Einfluss auf Abwasserreinigungsanlagen (ARA)	13
5.4	Einfluss auf das Grundwasser	14
6	Anforderungen an die Ableitung und Verwertung des Ablaufwassers	15
6.1	Landwirtschaftliche Verwertung	15
6.2	Einleitung in eine kommunale Abwasserreinigungsanlage (ARA)	15
6.3	Einleitung in ein Gewässer	15
6.3.1	Grundsätze für die Beurteilung	15
6.3.2	Gesetzliche Anforderungen an den Zustand der Gewässer (Immission)	19
6.3.3	Empfehlung für weitere Anforderungen an den Zustand der Gewässer (Immission)	19

6.3.4	Anforderungen an den Stand der Technik	20
6.3.5	Gesetzliche Anforderungen an das Ablaufwasser (Emission)	22
6.3.6	Empfehlung für weitere Anforderungen an das Ablaufwasser (Emission)	22
7	Monitoring	24
7.1	Betriebliche Eigenkontrollen	24
7.1.1	Probenahme	24
7.1.2	Häufigkeit der Probeentnahmen	25
7.1.3	Messparameter im Zulauf und Ablauf der Aquakulturanlage	25
7.1.4	Analysenmethoden	25
7.1.5	Berechnungen und Beurteilungen	25
7.1.6	Spezifische Arbeiten und ausserordentliche Vorkommnisse	26
7.1.7	Rapportierung der Eigenkontrollen an die Behörde	26
7.1.8	Massnahmen bei Nichteinhaltung der Auflagen	26
7.2	Innerbetriebliche Kontrollen	27
7.2.1	Allgemeine Überwachung der Anlagen	27
7.2.2	Kontrolle und Beurteilung der Wasserqualität	27
7.2.3	Alarmsystem	27
8	Anforderungen an die Verwertung des Schlammes	28
8.1	Problem der Mineralisierung	28
8.2	Entschlammung der Anlagen	28
8.2.1	Absetzbecken	29
8.2.2	Schlammstapelbecken	29
8.3	Verwertung des Schlammes	29
8.4	Anforderungen an die Schlammverwertung	30
8.4.1	Allgemeine Anforderungen	30
8.4.2	Zusätzliche Anforderungen für die landwirtschaftliche Verwertung	31
9	Reinigung und Desinfektion	32
10	Bewilligungen	33
10.1	Gewässerschutz	33
10.2	Weitere Bewilligungs- / Registrierungs- und Meldepflichten	33
11	Gesetzliche Grundlagen	34
11.1	Wasserentnahme	34
11.2	Stand der Technik	34
11.3	Ökologische Ziele und Anforderungen an die Wasserqualität	34
11.4	Abwasser – Allgemeines	34
11.5	Einleitung in ein Oberflächengewässer	34
11.6	Einleitung in die Kanalisation	35
11.7	Entsorgung der Fischgülle	35
11.8	Ausbildung, funktionstüchtiger Zustand, Probeentnahmen, Betriebsüberwachung	36
11.9	Havarien	36

Verzeichnisse	37
Glossar	37
Abkürzungen	37
Literaturverzeichnis	38
Gesetze und Verordnungen	38
Anhang 1 Probenahmen und Abwasseranalysen	39
Anhang 2 Berechnungen und Beurteilungen im Zusammenhang mit der Einleitung von Ablaufwasser aus einer Aquakulturanlage in ein Fließgewässer	42
Anhang 3 Medikamente/Desinfektionsmittel	46
Anhang 4 Weitere Anforderungen für Fischhaltungen und Aquakulturanlagen	47

1 GELTUNGSBEREICH

1.1 Inhalt und Struktur

Aquakulturanlagen sind äusserst vielfältig. Die verschiedenen Anlagentypen weisen unterschiedliche Prozesse auf, und diese Prozesse wiederum verschiedene Technologien (siehe Leitfaden «Aquakulturanlagen, Teil 2» [1]). Allen Anlagen ist gemein, dass sie nebst dem eigentlichen Produkt auch Ablaufwasser und Schlamm produzieren, welche gesetzeskonform entsorgt werden müssen. Die verschiedenen Entsorgungsmöglichkeiten bedingen jedoch unterschiedliche gesetzliche Anforderungen. Darüber hinaus empfiehlt der VSA im Hinblick auf den Schutz der Gewässer teils weitere Anforderungen, wobei zwischen neuen, bzw. zu sanierenden und bestehenden Anlagen unterschieden wird (siehe nachfolgendes **Kapitel 1.3**).

Der vorliegende Leitfaden erklärt in einem **informativen Teil** die Verschiedenartigkeit der Aquakulturanlagen sowie die Belastungen, welche sie verursachen können. In einem zweiten, **normativen Teil** werden die verschiedenen gesetzlichen Anforderungen sowie die Empfehlungen des VSA für die umweltgerechte Entsorgung des Ablaufwassers und des Schlammes dargelegt. Folgende Themen werden im Leitfaden erläutert:

Informativer Teil

- Aquakulturen
- Anlagentypen
- Inhaltsstoffe im Ablaufwasser;
- Belastungen durch Aquakulturanlagen

Normativer Teil

- Landwirtschaftliche Verwertung des Ablaufwassers;
- Einleitung des Ablaufwasser in ein Gewässer (Anforderungen an die Abwasser- und Gewässerqualität);
- Einleitung des Ablaufwassers in eine Abwasserreinigungsanlage;
- Monitoring;
- Verwertungsmöglichkeiten des Schlammes.

1.2 Abgrenzung

Dieser Leitfaden konkretisiert die Anforderungen und die Umsetzung gesetzlicher Vorschriften, welche für die Planung und das Betreiben einer Aquakulturanlage von Bedeutung sind. Er gilt für alle im Wasser gezüchteten Organismen, ob in Fliessgewässern, Teichen, Seen oder Durchfluss- und Kreislaufanlagen. Der Leitfaden beinhaltet jedoch keine konkreten Angaben zu Regelungen betreffend Fischerei, Tierschutz und Lebensmittel.

1.3 Rechtliche Einordnung

Die zuständige kantonale Behörde legt - in Abhängigkeit des Entsorgungswegs - die massgebenden Anforderungen im Rahmen der gewässerschutzrechtlichen Einleitbewilligung fest. Sie regelt dabei u.a.

- die qualitativen Anforderungen an das Ablaufwasser und das Gewässer (oder der betroffenen Abwasserreinigungsanlage, ARA)
- das Monitoring des Ablaufwassers samt Verantwortlichkeiten, Parameter, Ort, Häufigkeit, Ablauf und Reporting.
- die Anforderungen an die Schlammbehandlung und -verwertung

Den Anforderungen im Bereich Gewässerschutz kommen bei der Bewilligung und Kontrolle von Aquakulturanlagen eine entscheidende Bedeutung zu, wobei dem Bestandesschutz Rechnung zu tragen ist. Im Hinblick auf eine einheitliche, rechtskonforme Bewilligungspraxis empfiehlt der VSA die nachfolgenden Grundsätze zu berücksichtigen.

1.3.1 Gesetzliche Grundlagen

In der Gewässerschutzverordnung (GSchV) sind Fischzuchtanlagen in Anhang 3.3, Ziffer 27 explizit erwähnt und numerische Anforderungen für das Ablaufwasser (**Emission**) vorgeschrieben. Im Hinblick auf die Gewässerqualität (**Immission**) legt die Verordnung in Anhang 2 für verschiedene Parameter Grenzwerte fest. Die Verordnung hält ausserdem in Anhang 3.3, Ziffer 1 allgemein fest, dass die Behörde die «Anforderungen

an die Einleitung auf Grund der Eigenschaften des Abwassers, des Standes der Technik und des Zustandes des Gewässers im Einzelfall» festlegt. «Sie berücksichtigt dabei internationale oder nationale Normen, vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) veröffentlichte Richtlinien oder von der betroffenen Branche in Zusammenarbeit mit dem BAFU erarbeitete Normen». Auch in der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) wird der Stand der Technik verlangt.

1.3.2 Empfehlung für den Vollzug

Bei der Beurteilung und Festlegung von Anforderungen für **Emissionen** und **Immissionen** wie auch bei der Beurteilung des Standes der Technik sollte zwischen neuen, bzw. zu sanierenden und bestehenden Betrieben unterschieden werden (Bestandesschutz). Zu beachten ist, dass bei der Anwendung des Standes der Technik ein gewisser Ermessensspielraum besteht, der situativ ausgelegt werden kann (z.B. Empfindlichkeit und Grösse eines Fließgewässers). Zudem kann der in einem bestimmten Betrieb angewandte Stand der Technik nicht unbeschadet auf einen anderen Betrieb übertragen werden. So sind u.a. die Betriebsart und -grösse wichtige Entscheidungskriterien. Für die Beurteilung des Standes der Technik (bzw. der Anlagentypen und deren Verfahren und Prozesse) empfiehlt der VSA die Anwendung des Leitfadens «Aquakulturen, Teil 2: Stand der Technik zur Reduktion von Emissionen»[1].

- **Neue, bzw. zu sanierende Betriebe** müssen zum Zeitpunkt der Bewilligungserteilung die gewässerschutzrechtlichen Anforderungen einhalten, also auch den zu diesem Zeitpunkt geltenden Stand der Technik. Die Behörde kann in Abhängigkeit der Belastungssituation und der Standortverhältnisse die bestehenden Anforderungen an die Abwasserqualität ergänzen oder verschärfen sowie weitere Anforderungen an die Gewässerqualität festlegen. In diesem Sinne empfiehlt der VSA für die Beurteilung und die Bewilligung von Anlagen weitere relevante Parameter zu berücksichtigen. Die entsprechenden numerischen Anforderungen sind - im Sinne der Gewässerschutzverordnung – aus anderen Vollzugsbereichen und Vollzugshilfen abgeleitet. Darüber hinaus sollen für neue Anlagen die Anforderungen aufgrund der Belastungssituation, das heisst der Verschmutzung des Ablaufwassers sowie der Grösse des Gewässers festgelegt werden.
- **Bestehende Betriebe** verfügen über eine rechtskräftige gewässerschutzrechtliche Bewilligung. Sie erfüllen zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlagen die gesetzlichen Anforderungen, also auch den Stand der Technik. Gegebenenfalls enthält die Bewilligung spezifische Anforderungen der Behörde an die Abwasser- und Gewässerqualität, die ebenfalls einzuhalten sind. Die gesetzlichen sowie die in der Bewilligung festgelegten Anforderungen sind gemäss den Vorgaben der Behörde zu überprüfen und zu dokumentieren.

Die Beurteilung des Standes der Technik in bestehenden Betrieben im Laufe der Zeit erweist sich in der Praxis als anspruchsvoll. Massnahmen, die vor einigen Jahren dem damaligen Stand der Technik entsprochen haben, sind unter Umständen überholt. Behörden und Betriebe müssen sich deshalb in regelmässigen Abständen die Frage stellen, inwieweit der Stand der Technik sich verändert hat und Anpassungen erforderlich sind. Massgebend ist die Beurteilung folgender Aspekte:

- Einhaltung der Anforderungen der bestehenden Einleitbewilligung;
- Ungenügende Wasserqualität des betroffenen Gewässers;
- Unverhältnismässig hohe Verunreinigung des Gewässers durch die Abwassereinleitung (Dringlichkeit);
- Massgebende Störungen beim Betrieb der öffentlichen Kanalisation oder der zentralen Abwasserreinigungsanlage;
- Ausmass der erwarteten Verbesserungen durch die Umsetzung des aktuellen Stands der Technik;
- Absehbare Betriebs- oder Produktionsumstellungen;
- Alter der Anlagen (Abschreibungen);
- Absehbare Aufgabe der Produktionsprozesse;
- Ablauf der gewässerschutzrechtlichen Einleitbewilligung (sofern befristet).

Die Entscheidung, ob sich ein Betrieb an den Stand der Technik anpassen, bzw. saniert werden muss, ist unter Berücksichtigung der Verhältnisse im Einzelfall durch die Behörde zu treffen (Bestandesschutz). Eine Veranlassung muss dabei ausreichend begründet werden können. In Punkto Alter und Abschreibung der Anlagen darf eine Grössenordnung von 20 Jahren für unbewegliche und 10 Jahre für bewegliche Anlagen als Bewertungsmaßstab angenommen werden. Je nach Dringlichkeit und finanziellen Auswirkungen einer Sanierung kann die Behörde mit dem Betrieb eine befristete Übergangsregelung mit angemessenen Sanierungsfrist vereinbaren.

Der VSA empfiehlt den Behörden und Betrieben bei anspruchsvollen, komplexen Fragestellungen zusätzlich ausgewiesene Fachleute miteinzubeziehen. Weitere Informationen zur Bedeutung des Standes der Technik befinden sich im gleichnamigen VSA-Merkblatt [2].

2 AQUAKULTUREN

Aquakultur oder Aquafarming bezeichnet die kontrollierte Aufzucht von aquatischen, also im Wasser lebenden Lebewesen (Organismen). Im Gegensatz zu Wildpopulationen ist allen in Aquakultur produzierten Lebewesen die Zuordnung zu einem Besitzer und das Leben in künstlich angelegten oder begrenzten Lebensräumen, sowie oftmals eine künstliche Versorgung mit Nahrung gemein. Nachstehend werden einige für Aquakulturen typische Organismengruppen kurz beschrieben.

Raubfische

Raubfische ernähren sich vor allem von anderen Fischen oder von Amphibien, kleinen Nagetieren oder Wasservögeln. In der Jugendphase können ihnen auch Larven von Insekten oder anderen Makroinvertebraten zum Opfer fallen. Raubfische kommen sowohl im Süß- als auch im Salzwasser vor.

Zu den für die Aquakultur resp. für die Lebensmittelindustrie bedeutenden Raubfischarten, die in Süßwasser gezüchtet werden können, gehören der Atlantische Lachs (*Salmo salar*) und der Saibling (*Salvelinus sp.*), barschartige wie Zander (*Lucioperca sandra*) oder Egli (*Perca fluviatilis*), Forellen wie die Bach- (*Salmo trutta*) oder Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*), der Störe (*Acipenser sp.*) und Pangasius (*Pangasius anodon hypophthalmus*). Beliebte Speisefische wie die Dorade (*Sparus aurata*) oder der Wolfsbarsch (*Dicentrarchus labrax*) werden in Salzwasser gezüchtet.

Friedfische

Friedfische ernähren sich von pflanzlicher Biomasse, Plankton und Makrozoobenthos (z.B. Insektenlarven, Schnecken, Würmer etc.). Unter den in Süßwasserfarmen gezüchteten Friedfischen sind z.B. der Karpfen (*Cyprinus carpio*) und Buntbarsche (Cichliden) wie Tilapia zu nennen.

Krebstiere

Krebstiere ernähren sich meistens karnivor. Die meisten Krebstierarten (v.a. *Penaeidae*), umgangssprachlich als Shrimps, Garnelen, Prawn, Gambas oder Scampi bezeichnet, werden grösstenteils in asiatischen Zuchten im Salzwasser für die Lebensmittelindustrie produziert. Auch Süßwasserarten wie der Edelkrebs werden gezüchtet.

Muscheln

80 Prozent aller Muscheln leben weltweit in Salzwasser. Einige Arten sind aber auch in Brack- und Süßwasser zu finden. Muscheln ernähren sich von Plankton, das sie mit ihren Kiemen aus dem Wasser filtern. Zu den essbaren Arten von Muscheln gehören vor allem die Arten aus den Familien der Miesmuscheln (*Mytilidae*) und der Austern (*Ostreidae*).

Algen

Algen werden nicht nur für die Lebensmittelindustrie (Seetang) gezüchtet, sondern sind wirtschaftlich ebenso zur Erzeugung von Rohstoffen für die Produktion von Kosmetika, Pharmazeutika, Biodiesel, Algenkraftstoff, Düngemittel u.a. relevant. Die Algenzucht erfolgt vor allem in Monokulturen von Mikroalgen oder Phytoplankton.

3 ANLAGENTYPEN

Aquakulturanlagen können wie folgt klassifiziert werden:

- Nach Produktionsart;
- Nach Haltungseinrichtung und deren Einfluss auf die Ablaufwasserqualität;
- Nach Nutzungsintensität des Wassers;
- Nach Zertifizierung;
- Nach Salinität des Wassers.

3.1 Produktionsarten

Bei der Aquakultur ist zwischen zwei Produktionsarten zu unterscheiden:

1. Teichwirtschaft

Die Ausbeute der gezüchteten Organismen beruht hauptsächlich auf der Primärproduktion des Gewässers und hängt stark von der Bodenbeschaffenheit des Teiches, der Nährstoffversorgung des Wassers und der Sonneneinstrahlung ab. Die Teiche haben einen sehr geringen Zufluss und ähneln stark stehenden Gewässern. Teilweise werden Pflanzen als Gründüngung angebaut. Meist wirken Teiche als Nährstoff-Fallen, da mehr Nährstoffe mit dem Zulauf zugeführt als mit dem Ablauf abgeführt werden. Nach dem Einstauen bieten Teiche optimale Wachstumsbedingungen für Jungfische. Typische Beispiele sind Karpfenteiche, die im Sommer warm und im Winter kalt sind. Die Teiche können eine Zeit, meistens im Winter, trocken liegen. Zusammen mit Karpfen werden Nebenfische wie Schleie, Graskarpfen, Amurkarpfen, aber auch Zander, Egli und Hecht produziert.

2. Intensive Fischzucht

Der Fischzuwachs beruht ausschliesslich auf Zufütterung. Diese Produktionsart umfasst alle Formen der aquatischen Produktion, bei der die externe Fütterung entscheidend ist. Dies umfasst Durchlauf- und Kreislaufanlagen, Netzgehege etc.

3.2 Haltungseinrichtungen und deren Einfluss auf die Ablaufwasserqualität

Die Qualität des Ablaufwassers wird durch die Menge und Qualität des eingesetzten Futters, das Design der Anlage und die Durchflussrate des Wassers durch das Zuchtbecken beeinflusst.

Fischfutterreste resp. Fischkot welche in den Becken verbleiben, unterliegen mit der Zeit einer Rücklösung und einem mikrobiellen Zerfall. Dadurch wird das Wasser in den Becken zunehmend organisch belastet.

Haltungseinrichtungen bei Aquakulturanlagen unterscheiden sich wie folgt:

1. Selbstreinigende Becken (Schlammentfernung)

Bei selbstreinigenden Becken werden die partikulären Nährstoffe mit der fließenden Welle (Schwimmbewegung des Fisches) entfernt. Nur künstliche Becken wie konische Rundbecken oder untiefe Fließkanäle sind selbstreinigend, sofern sie mit einer ausreichenden Strömung und einem angepassten Design des Ablaufbauwerks ausgestattet sind.

2. Nicht selbstreinigende Becken

Naturbecken mit natürlichem unebenem Untergrund können aufgrund der Bodenbeschaffenheit nicht selbstreinigend sein. Die darin verteilten partikulär gebundenen Nährstoffe gehen mit der Zeit in Lösung, was durch mikrobielle Prozesse noch verstärkt wird. Eine mechanische Reinigung von natürlichen Böden ist wesentlich uneffektiver, und gelöste Nährstoffe können nur mit einem hohen technischen oder infrastrukturellen Aufwand dem Ablaufwasser entnommen werden.

Für die Nährstofffracht des Ablaufwassers spielt es keine Rolle, ob die Becken mit einem Durchlauf, in Reihe oder als Kreislaufanlage betrieben werden. Entscheidend ist die Aufenthaltszeit der Stoffwechselprodukte im Becken und deren effektive Weiterleitung zu einer angepassten Abwasservorbehandlungsanlage.

3.3 Nutzungsintensitäten des Wassers

Bei der intensiven Aquakultur hat das Wasser zwei wesentliche Funktionen:

- Die Versorgung der Zuchtorganismen mit Sauerstoff;
- Den Abtransport der Stoffwechselprodukte.

Mittels technischer Massnahmen können diese beiden Punkte so optimiert werden, dass das System weniger Wasser benötigt (siehe Leitfaden Aquakulturanlagen, Teil 2: «Stand der Technik zur Reduktion von Emissionen»[1]).

Folgende Intensitäten der Wassernutzung, ausgedrückt in Wasserverbrauch [l] pro eingesetzter Futtermenge [kg], lassen sich unterscheiden (vgl. auch **Kapitel 6.3.4, Tabelle 9**):

Intensitätsstufe 1

- Durchlaufanlagen
- Wasserverbrauch ca. 50'000 - 200'000 l kg⁻¹ Futter

Die Wassermenge und der natürliche Sauerstoffgehalt des Wassers bestimmen die Ausbeute an Zuchtorganismen (sehr extensiv, z. B. Bio-Forellenzucht).

Der limitierende Faktor in diesem System ist der Wasserzufluss.

Intensitätsstufe 2

- Durchlaufanlagen
- Wasserverbrauch ca. 15'000 - 50'000 l kg⁻¹ Futter

Da bei dieser Intensitätsstufe die Sauerstoffversorgung der erste limitierende Faktor ist, wird das Wasser zusätzlich mit reinem Sauerstoff angereichert oder belüftet (Stand der Technik in der konventionellen Forellenproduktion), um die Produktionsmenge zu erhöhen. Oft findet auch eine mechanische Reinigung des Wassers statt. Sobald die Sauerstofflimitierung aufgehoben ist, werden das gelöste CO₂ und Ammonium (NH₄⁺) die hemmenden Faktoren für die Produktion im System.

Intensitätsstufe 3

- Durchlaufanlagen / Kreislaufanlagen
- Wasserverbrauch: ca. 500 - 15'000 l kg⁻¹ Futter

Bei dieser Intensitätsstufe sind der Ammoniumgehalt und gelöstes CO₂ die produktionslimitierenden Faktoren. Zur Aufbereitung wird das Wasser zuerst mechanisch und aerob biologisch (Nitrifikation) gereinigt, entgast (CO₂) und mit Sauerstoff angereichert, bevor es wieder den Zuchtorganismen zugeführt wird (Stand der Technik bei Kreislaufanlagen). Danach werden Nitrat und allenfalls weitere sich anreichernde Stoffe zum hemmenden Faktor.

Intensitätsstufe 4

- Kreislaufanlagen
- Wasserverbrauch: ca. 50 - 500 l kg⁻¹ Futter

Das Wasser wird zusätzlich anoxisch biologisch gereinigt (Denitrifikation), wenn der Gehalt an Nitrat der produktionshemmende Faktor ist. Diese Technik bietet sich bei Kreislaufanlagen an, die mit sehr wenig Frischwasser auskommen müssen.

Bei den unter dem Begriff «Aquaponic» zusammengefassten Fischzuchtanlagen handelt es sich meistens um Kreislaufanlagen (**Intensitätsstufe 3** oder **4**) die oft in Kombination mit einer Pflanzenproduktion betrieben werden. Dabei wird das Wasser aus der Fischproduktion mit Hilfe von unterschiedlichen Verfahren den Pflanzen als Nährstofflieferant zur Verfügung gestellt.

3.4 Anlagen mit zertifizierter Produktion

Zertifizierungen wie Bio Suisse, Suisse Garantie, aber auch andere Label wie Friend of the Sea, ASC, etc. beinhalten eine freiwillige Produktionseinschränkung des Anlagenbetreibers entsprechend den Vorgaben des Labels. Dies kann die mögliche Besatzdichte, das Futtermittel, den Einsatz von technischen Hilfsmitteln, Medikamenten und vieles mehr beinhalten.

3.5 Salinität des Wassers

Ab einem **Salzgehalt ≥ 1.5 %** spricht man von einer Salzwasseranlage (Meerwasser: 3.6 %). Diese werden typischerweise für die Produktion von marinen Arten wie Shrimps, Dorade, Wolfsbarsch, Steinbutt/Heilbutt, Seezunge, Baramundi, Kingfish und weiteren verwendet.

Bei einem **Salzgehalt < 1.5 %** findet eine Süßwasser-Produktion statt. Typisch sind alle gängigen Arten der Aquakultur, auch diejenigen mit Lachsen, sofern diese an Land produziert werden.

Weil Fische gegenüber Veränderungen des Salzgehaltes sehr tolerant sind, problematische Mikroorganismen hingegen nur eine sehr geringe Salztoleranz aufweisen, kann Salz auch punktuell in der Süßwasserproduktion eingesetzt werden.

4 INHALTSSTOFFE IM ABLAUFWASSER (EMISSIONEN)

4.1 Nährstoffe und organische Belastung

Die Nährstoffbelastung des Ablaufwassers aus Aquakulturanlagen stammt, abgesehen von der Vorbelastung des Zulaufwassers, aus dem Futtermittel und den sich daraus ergebenden Ausscheidungsprodukten der gezüchteten Organismen.

Es wird eine Vielzahl von Futtermitteln eingesetzt. Abhängig von der Fischart, dem Wachstumsstadium, der Jahreszeit, der Haltungsart, der Wassertemperatur und weiteren Faktoren, variieren z. B. der Fett-, Protein- und auch der Energieinhalt des verwendeten Futters sehr stark. Art, Menge und Dosiermanagement des eingesetzten Futtermittels beeinflussen ihrerseits wiederum die Belastung des Ablaufwassers. Gemäss GSchV Anhang 3.3 Ziffer 27 Abs. 1 dürfen für Fischzuchtanlagen nur phosphorarme Futtermittel verwendet werden.

Der grösste Teil des Futters wird von den Fischen aufgenommen. Der Futtermittelferlust liegt bei optimaler Fütterung zwischen 1 und 3 %. Bei Verwendung von Hochenergiefutter beträgt die notwendige Futtermenge rund 1 % des Fischgewichts pro Tag. Je näher die Wassertemperatur am Optimum der jeweiligen Fischart liegt, desto höher ist die mögliche Futteraufnahme. In Kreislaufanlagen kann diese Regel zur Beschleunigung des Fischwachstums benützt werden.

Vom aufgenommenen Futter werden die verwertbaren Bestandteile im Fischdarm resorbiert und zur Deckung des Stoffwechsels sowie für das Wachstum verwendet.

Abbildung 1 zeigt den typischen Weg von Nährstoffen wie Stickstoff, Phosphor und auch Kohlenstoff in gelöster oder feststoffgebundener Form im Wasser (blaue Pfeile) und im Schlamm (schwarze Pfeile). Die unverdaulichen Bestandteile, sowie die beim Stoffwechsel entstehenden Abfallprodukte werden zum grössten Teil als Kot und Harn oder über Haut und Kiemen ausgeschieden.

Bei einer **Durchflussanlage ohne Reinigung (Abbildung 1, grüne Fläche)** werden somit alle Nährstoffe (C, N und P), die nicht im Fisch durch Wachstum gebunden sind, ans Wasser abgegeben. Bei hohem **Futterquotienten** (Verhältnis der aufgenommenen Futtermenge [kg] zum Fischzuwachs [kg]) führt dies zu hohen Emissionen, auch wenn der Nährstoffgehalt im Futter tief ist.

Verfügt die **Durchflussanlage** über eine leistungsfähige **Feststoffelimination (Abbildung 1, gelbe Fläche)**, so kann ein Grossteil der ausgeschiedenen Feststoffe mit dem Schlamm entfernt werden. Rümmler (2015) [3] geht von ca. 65% Feststoffabscheidung aus. Diese kann auch höher sein. Die feinpartikulären Feststoffe verbleiben zusammen mit den gelösten Stoffen im Ablaufwasser.

Für jede Form der Feststoffabscheidung gilt, dass durch einen raschen, schonenden Feststofftransport zur mechanischen Reinigung eine Mineralisierung der Feststoffe verhindert wird (siehe **Kapitel 3.2**).

Wird die Anlage als **Kreislaufanlage (Abbildung 1, orange Fläche)** betrieben, so hat auch der Biofilter einen Einfluss auf die Nährstoffe. Einerseits wird Ammonium im Biofilter zu Nitrit und weiter zu Nitrat abgebaut (Nitrifikation). Ein weiterer Abbau zu Luftstickstoff ist nur mit einer Denitrifikation möglich. Daneben findet auch ein teilweiser Abbau von den im Trommelfilter nicht entfernten gelösten und feinpartikulären Kohlenstoffverbindungen im Biofilter statt. Durch diesen Prozess wird einerseits Kohlenstoff im Ablaufwasser reduziert; andererseits wird er auch in schwer abbaubare Stoffwechselprodukte (Huminsäuren etc.) umgewandelt, welche sich im Anlagenwasser anreichern. Weiter werden durch den Abbau der organischen Substanz Nährstoffe wie Phosphor und Stickstoff in Lösung gebracht.

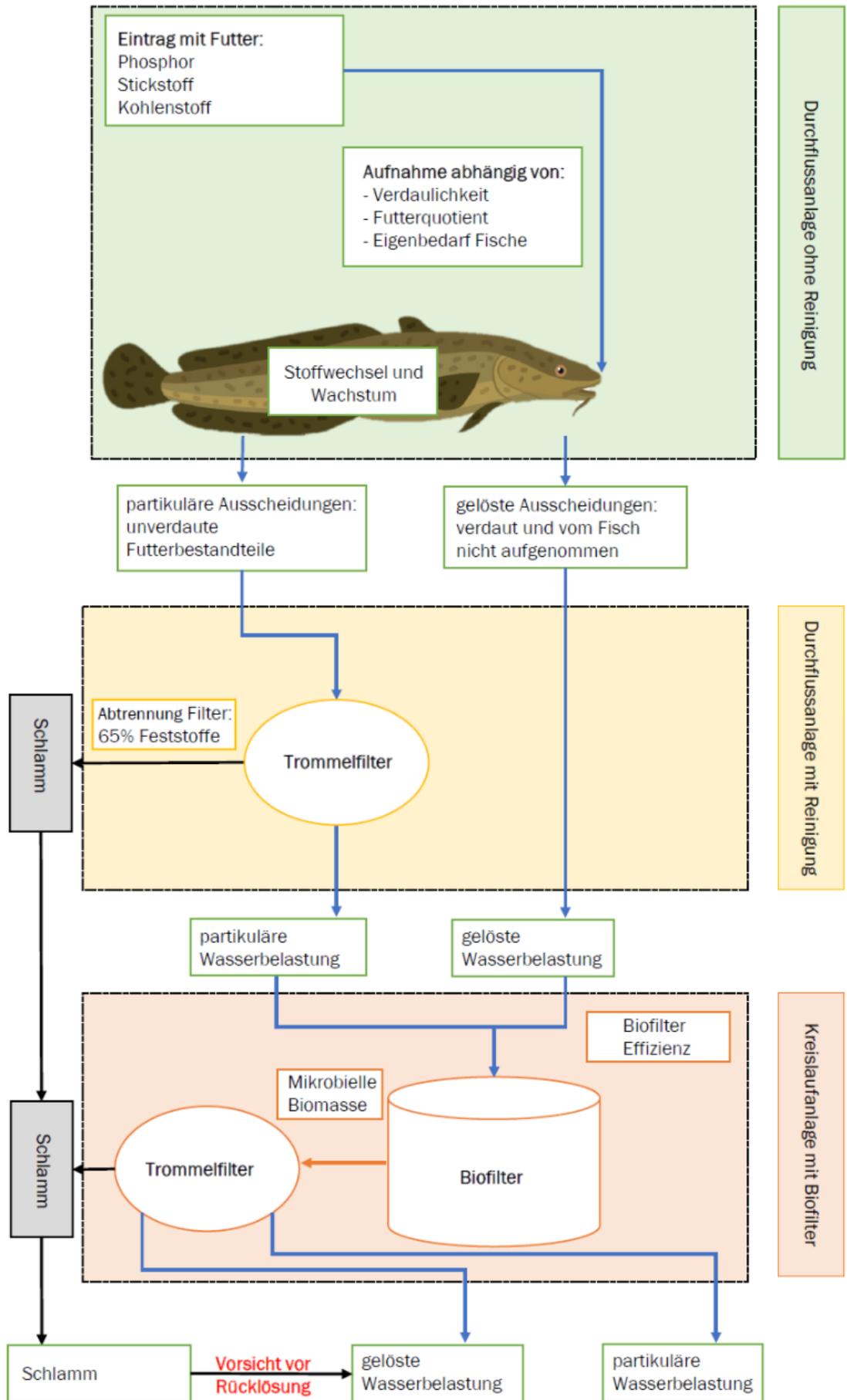


Abbildung 1
 Verlauf der Nährstoffe und der organischen Belastung in verschiedenen Anlagentypen mit und ohne Reinigung.

Die nachfolgende **Tabelle 1** zeigt (farblich angelehnt an **Abbildung 1**) beispielhaft die Nährwerte unterschiedlicher Futtermittel und der im Ablaufwasser verbleibenden Nährstoffe für

- a) eine **Percidenproduktion in Kreislaufanlagen** sowie
- b) eine **Salmonidenproduktion in Durchlaufanlagen**.

Die Werte entsprechen einem eher hohen (schlechteren) Futterquotient (1.3), um den oberen Bereich der zu erwartenden Belastung anzugeben. Viele Produktionsanlagen können bessere Werte erreichen. Für Hochenergiefutter wird bei guten Haltungsbedingungen und optimalem Futtermanagement von einem Futterquotienten von 0.8 - 1.3 ausgegangen.

Futterbestandteile	Verdaulichkeit (%)	a) Perciden (barschartige)	b) Salmoniden (forellenartige)
		Inhalt (%)	
Rohprotein	94	54	42
Fett	91	20	25
Kohlenhydrate	67	11	23
Rohfaser	0	0.9	0.9
Phosphor	64	1.4	1.0
Futterquotient (kg_{Futter} kg_{Zuwachs}⁻¹)		1.3	1.3

Tabelle 1
Nährstoffanteile von zwei unterschiedlichen Fischfuttermitteln

Endpunkt	Fraktion	N	P	C	N	P	C
		(g kg _{Futter} ⁻¹)					
Emissionen Fische ungereinigt	Gelöst	60	5.7	31	42	3.1	40
	partikulär	6	5.0	62	4.4	3.6	79
Ablaufwasser Durchflussanlage mit Trommelfilter	Gelöst	-	-	-	42	3.1	40
	partikulär	-	-	-	1.5	1.3	28
Ablaufwasser Kreislaufanlage mit Trommel- und Biofilter	Gelöst	60	5.7	36	-	-	-
	partikulär	2	1.8	14	-	-	-

Die Werte in **Tabelle 1** basieren auf einem Modell nach Rümmler (2015, [3]), dem die folgenden Prinzipien zugrunde liegen:

- Futterreste werden von der Feststoffabscheidung innert nützlicher Frist abgetrennt (< 6 h), sodass weniger Schlammbestandteile biologisch abgebaut und dadurch in Lösung gehen können (Mineralisation). Dadurch fokussiert sich das Modell auf das von den Tieren gefressene Futter.
- Stickstoff, Phosphor und Kohlenstoff werden entweder von den Fischen aufgenommen und für ihr Wachstum bzw. ihren Stoffwechsel eingesetzt oder als feste oder gelöste Stoffwechselprodukte wieder in das Wasser abgegeben.

Die **Abwasserbelastung einer Fischzucht** kann mit derjenigen von **kommunalem Abwasser** verglichen werden. **Tabelle 2** zeigt Einwohnerwerte für ungereinigtes Ablaufwasser einer Forellenproduktion von 20 t pro Jahr in einer Durchlaufanlage mit hohem Futterquotient (basierend auf den Werten von **Tabelle 1**). Die Abwasserbelastung entspricht in etwa dem Rohabwasser von 200-300 Einwohnern.

Bestandteil	Belastung der Fischfäkalien ausgedrückt als Einwohnerwert (EW)		
	Insgesamt	gelöst	partikulär
Kohlenstoff	188	63	125
Stickstoff	300	272	28
Phosphor	264	123	141

Tabelle 2
Nährstoffbelastung einer Salmoniden-Fischzuchtdurchlaufanlage mit einem Produktionsvolumen von 20 t pro Jahr (ohne Behandlung). Grundlage: Werte aus **Tabelle 1**

4.2 Feststoffe

Die Feststoffe im Ablaufwasser einer Fischzuchtanlage stammen hauptsächlich aus dem Fischkot, teilweise auch aus nicht gefressenen Futterpellets. **Tabelle 2** zeigt, dass in den Feststoffen (wie auch in gelöster Form) beträchtliche Mengen an Nährstoffen enthalten sind. In den technischen Daten von vielen Futtermittelprodukten wird der freigesetzte Anteil an gelöstem und absetzbarem Stickstoff sowie Phosphor ausgewiesen.

Eine Zerkleinerung der Feststoffe durch starke Turbulenzen (z.B. durch Pumpen oder Filtrerrückspülungen) sowie aufgrund von Zerfallsprozessen führt dazu, dass weniger Feststoffe durch mechanische Vorbehandlungsanlagen zurückgehalten werden und mehr Nährstoffe in Lösung gehen.

Der **Schlammfernung** und -entwässerung ist unbedingt besondere Beachtung zu schenken. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass viele Anlagen in diesem Bereich nachgerüstet bzw. optimiert werden sollten.

Gemäss Gewässerschutzverordnung gilt für das aus Fischzuchtanlagen abfliessende Wasser ein Richtwert von 20 mg l^{-1} gesamte ungelöste Stoffe (GUS). Bei Durchlaufanlagen mit einem grossen Wasserbezug würden sich bei Anwendung dieses Richtwerts GUS-Frachten ergeben, welche das Fliessgewässer unweigerlich verschlammten, was gemäss GSchV nicht zulässig ist. Deshalb muss die maximal zulässige GUS-Belastung anlagen- und gewässerspezifisch festgelegt werden (siehe **Kapitel 6.3.6.1**).

4.3 Wirkstoffe (Kochsalz, Medikamente, Desinfektionsmittel u.a.)

Der Einsatz von Wirkstoffen, wie beispielsweise Medikamenten oder Desinfektionsmitteln, ist bei gutem Management kaum notwendig. Zu bedenken ist jedoch, dass insbesondere bei Anlagen mit Oberflächenwasserversorgung Krankheitserreger über das Zuflusswasser eingebracht werden, welche sich in der Anlage stark vermehren können.

Für alle ökotoxischen Stoffe, insbesondere für Stoffe zur Erhaltung der Gesundheit der Fische oder Therapeutika, müssen die zuständigen Behörden im Einzelfall die zum Schutz der Gewässer erforderlichen Anforderungen festlegen (GSchV Anh. 3.3 Ziff. 27 Abs. 4).

In **Anhang 3** des vorliegenden Leitfadens sind Qualitätskriterien für Wirkstoffe im Gewässer festgelegt. Sollte die Einhaltung dieser Kriterien nicht sichergestellt sein, muss wirkstoffhaltiges Ablaufwasser gemäss den Anweisungen der zuständigen kantonalen Behörde separat entsorgt werden.

4.3.1 Kochsalz

Oft wird Kochsalz zum Erhalt der Fischgesundheit eingesetzt. Im Normalfall werden dem Wasser nur kleine Mengen zudosiert (z.B. Kochsalzgehalt 0.2 %). Bei Erkrankungen der Fischhaut können jedoch bis 2 % Kochsalz eingesetzt werden. Dies kann zu Ablaufkonzentrationen führen, die deutlich über den entsprechenden Konzentrationen im Gewässer liegen (siehe auch **Kapitel 6.3.3.2**).

4.3.2 Medikamente

Der Einsatz von Medikamenten ist ausschliesslich auf Anweisungen des Bestandestierarztes zulässig. Informationen zum Einsatz (Produkt, Bezug, Datum, Zeit, Ort, Dauer und Mengen) sind mittels Inventarliste und Behandlungsjournal durch den Fischhalter sicherzustellen. Diese Dokumente sind 3 Jahre aufzubewahren. Da in der Schweiz für Fischkrankheiten kaum spezifisch zugelassene Medikamente vorhanden sind, kann der Bestandestierarzt Medikamente verschreiben, die für andere Nutztierarten vorgesehen sind. So kommen in Aquakulturanlagen unter anderen auch Medikamente mit folgenden Wirkstoffen zur Anwendung:

Wirkstoff	Anwendung als
Florfenicol Oxolinsäure Amoxicilin Oxytetracyclin Sulfadimidin & Trimethoprim Sulfadoxin & Trimethoprim	Antibiotikum
Flubendazol	Entwurmungsmittel
Tricaine Methansulfonat	Betäubungsmittel
Iod	Eierdesinfektion
Bronopol	Eierdesinfektion Verpilzung von Muttertieren

Tabelle 3
Eingesetzte Medikamente in Aquakulturanlagen

4.3.3 Desinfektionsmittel

Da keine Antiparasitika für Speisefische zugelassen sind, werden Parasiten und Bakterien auf Haut und Kiemen, aber auch im Wasser, mit Desinfektionsmitteln bekämpft, welche auch für Gerätschaften und Becken verwendet werden. Die Behandlung zur Reduktion der Krankheitserreger wird teilweise in Anwesenheit der Fische durchgeführt.

Unter anderem kommen in den eingesetzten Produkten und Desinfektionsmitteln folgende Wirkstoffe vor:

Wirkstoff	Anwendungsbereich
Wasserstoffperoxid	Parasiten
Peressigsäure & Wasserstoffperoxid	Routinedesinfektion
Chloramin T	Kiemenschwellung
Formaldehyd	Einzellige Parasiten
Natriumchlorid	Desinfektion
Kaliummonopersulfat	Desinfektion

Tabelle 4
Eingesetzte Desinfektionsmittel in Fischzuchtanlagen.

5 BELASTUNG DURCH AQUAKULTURANLAGEN (IMMISSIONEN)

5.1 Einfluss auf Fließgewässer

Die Abwässer aus Aquakulturanlagen können einen grossen Einfluss auf die Qualität von Fließgewässern haben, insbesondere wenn es sich um kleinere Gewässer handelt. So kann die Entwicklung oder die Gesundheit empfindlicher Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen beeinträchtigt werden. Es können sich aber auch mit blossen Auge sichtbare Kolonien von Bakterien, Pilzen oder Protozoen bilden, sowie ein übermässiges oder abnormales Wachstum von Algen und höheren Wasserpflanzen entstehen.

Die Anforderungen an die Qualität des Ablaufwassers sind massgebend von der **Vorbelastung** und der **Abflussmenge des Gewässers** sowie dem eingeleiteten **Abwasseranteil** abhängig. Aus diesem Grund empfiehlt der VSA, dass sich die Konzentrationen relevanter Inhaltsstoffe in Fließgewässern nach Einleitungen von Ablaufwasser aus Aquakulturanlagen gegenüber den Werten vor der Einleitung maximal um einen bestimmten Wert erhöhen darf (siehe **Kapitel 6.3.3.1**). Zudem empfiehlt der VSA abgestufte Anforderungen an die Ablaufwasserqualität in Abhängigkeit des Abwasseranteils (siehe **Kapitel 6.3.6.1**).

Die höchste Belastung für ein Gewässer tritt auf, wenn die Anlage die maximale Biomasse enthält (meist gleichbedeutend mit grösster Fütterungsmenge) und das Gewässer Niedrigwasser führt.

5.2 Einfluss auf Seen

Einen sehr grossen Einfluss auf Seen haben sogenannte Netzgeheeanlagen, die sich direkt im Gewässer befinden. Die grosse Belastung mit Nährstoffen und ungelösten Stoffen, die von solchen Anlagen ausgeht, kann zur Eutrophierung der Seen führen. Bei unsachgemässer Fütterung kann es im Bereich der Anlagen zudem zu Veränderungen in der Fauna der Sedimente (Erhöhung Biomasse, Verschiebung Artenspektrum etc.) und im Extremfall zur Verödung durch Schlammablagerungen kommen.

Problematisch bei Netzgeheeanlagen sind nicht nur die lokalen Nährstoffbelastungen sowie der Eintrag von ökotoxischen Stoffen, sondern auch das mögliche Entweichen von gebietsfremden Arten, Krankheitserregern oder Parasiten.

Grundsätzlich muss bei der Erstellung und dem Betrieb von Netzgehegen darauf geachtet werden, dass z.B. durch verlustarme Fütterung die Emissionen so gering wie möglich gehalten werden. Technische Lösungen, z.B. Auffangplanen zum Entfernen der anfallenden Feststoffe, sind teilweise erst in Entwicklung.

5.3 Einfluss auf Abwasserreinigungsanlagen (ARA)

Ist bei der Projektierung einer Anlage die Ableitung des Ablaufwassers auf eine ARA geplant, ist bei den Betriebsverantwortlichen und bei der kantonalen Fachstelle zu klären, ob die ARA über die entsprechenden Reinigungskapazitäten verfügt, und ob das Gewässer (in welches die ARA entwässert) die zusätzliche Belastung verkraftet.

Die theoretische Belastung einer neuen Fischzuchtanlage kann durch den Anlagebetreiber resp. Planer berechnet werden. Falls die zu erwartenden Frachten für die ARA vertretbar sind, ist darauf zu achten, dass keine Stossbelastungen auftreten und keine Stoffe abgeleitet werden, die den Betrieb der ARA stören oder die Qualität des Gewässers beeinträchtigen könnten.

Anlagenbetreiber beabsichtigen nicht selten, den stark nährstoffhaltigen **Schlamm** ihrer Anlage mit dem Abwasser zur ARA abzuleiten. Die Ableitung von **Schlamm** ist jedoch nicht zulässig. Gemäss Gewässerschutzgesetz (GSchG, Art. 14, Abs.2) muss Fischgülle als Hofdünger verwertet werden (siehe **Kapitel 8.3**). Im Hinblick auf den **Stand der Technik** (siehe Leitfaden Aquakulturanlagen, Teil 2: «Stand der Technik zur Reduktion von Emissionen» [1]) sind indes nur bei grossen Anlagen erprobte und effiziente Technologien zur **Schlammmentwässerung** verfügbar.

Bei kleinen Anlagen (wenige Tonnen Jahresproduktion) fehlen diese Technologien oder sind aufgrund mangelnder Effizienz nur mit verhältnismässig hohem Aufwand realisierbar. Die Ableitung des Rückspülwassers aus dem Trommelfilter in die ARA stellt deshalb oftmals die einzig sinnvolle Entsorgungsmöglichkeit dar. Dieses Ablaufwasser enthält zwar ebenfalls Schlamm, ist aufgrund seiner Belastung jedoch mit

kommunalem Abwasser vergleichbar. Bei kleinen Anlagen sind deshalb in Anlehnung an den **Stand der Technik** und in Abhängigkeit der Belastungssituation der ARA (und im Einverständnis mit dem Betreiber sowie der zuständigen Behörde) Ausnahmen möglich.

Bei Ableitung von Ablaufwasser aus **Salzwasseranlagen** ist ebenfalls darauf zu achten, dass keine Stossbelastungen auftreten. Die Biologie der ARA kann sich nur bis zu einer Konzentration von etwa 2'000 mg Cl⁻ l⁻¹[4,5] im Zulauf anpassen. Höhere Chlorid-Konzentrationen sind für die Mikroorganismen der biologischen Stufe tödlich. Sie zerstören zudem die Flockenstruktur und beeinflussen damit das Absetzverhalten des Schlammes. Dies alles führt zu einem schlechteren Abbauverhalten und zu Schlammabtrieb. Im Weiteren verursachen höhere Chlorid-Konzentrationen im Ablaufwasser Korrosionsschäden, vor allem bei Chromstahl.

5.4 Einfluss auf das Grundwasser

Abwässer aus Aquakulturanlagen dürfen gemäss GSchG nicht direkt ins Grundwasser eingeleitet oder versickert werden. Neue Anlagen sind daher nach dem Stand der Technik zu erstellen und abzudichten. Bei bestehenden (älteren) Fischteichen ist eine teilweise Infiltration ins Grundwasser nicht auszuschliessen.

6 ANFORDERUNGEN AN DIE ABLEITUNG UND VERWERTUNG DES ABLAUFWASSERS

Ablaufwasser aus Aquakulturanlagen kann wie folgt verwertet oder abgeleitet werden:

- Landwirtschaftliche Verwertung
- Einleitung in ein Gewässer
- Einleitung in eine kommunale Abwasserreinigungsanlage (ARA)

In den folgenden Abschnitten werden die Anforderungen zu den verschiedenen Entsorgungsmöglichkeiten im Detail erläutert.

6.1 Landwirtschaftliche Verwertung

Ablaufwasser aus Kreislaufanlagen kann für die Bewässerung von Kulturland genutzt werden.

- Voraussetzung ist allerdings, dass ein Bewässerungsbedarf besteht. Bei hohem Nährstoffgehalt ist dies in der Suisse-Bilanz mitzubersichtigen. Zudem muss zur Überbrückung der Wintermonate genügend Stapelvolumen zur Verfügung stehen.
- Das eingesetzte Bewässerungssystem muss den Anforderungen von SwissGAP Hortikultur entsprechen, um Wasserverschwendung zu vermeiden. Zudem muss die Bewässerung für die jeweilige Kulturart wirtschaftlich und effizient sein, und der guten fachlichen Praxis entsprechen.
- Eine Salzkonzentration von mehr als 0.7 g Kochsalz pro Liter im Bewässerungswasser (elektrische Leitfähigkeit von mehr als 1'500 $\mu\text{S cm}^{-1}$) führt zu einer Versalzung des Bodens. Dies kann zu Schäden beim Ernteertrag, zur Degradierung des Bodens und zur Verunreinigung des Grundwassers führen (siehe **Kapitel 6.3.3.2** und **8.4.2**).

Beim Austrag von Ablaufwasser auf Kulturlandflächen hat der Anlagebetreiber gegenüber der zuständigen Behörde auszuweisen, dass oben genannte Anforderungen eingehalten werden. Ansonsten ist das Ablaufwasser anderweitig gesetzeskonform zu entsorgen.

6.2 Einleitung in eine kommunale Abwasserreinigungsanlage (ARA)

Gemäss Gewässerschutzgesetzgebung gilt der Grundsatz, wonach Massnahmen am Abwasseranfallsort getroffen werden müssen. Für grosse Aquakulturanlagen bestehen erprobte und effiziente Techniken zur Behandlung des Ablaufwassers (siehe Leitfaden Aquakulturanlagen, Teil 2: «Stand der Technik zur Reduktion von Emissionen»[1]), weshalb eine Behandlung im Betrieb gemäss Stand der Technik vorgeschrieben und eine Einleitung in ein Gewässer sinnvoll ist. Bei kleinen Anlagen (wenige Tonnen Jahresproduktion) ist der Aufwand für die Schlammentwässerung aufgrund der mangelnden Effizienz verhältnismässig hoch. Aus diesem Grund ist bei diesen Anlagen eine Ableitung des Rückspülwassers aus dem Trommelfilter in die ARA prüfenswert, dies allerdings nur im Einverständnis mit der zuständigen Behörde und dem ARA-Betreiber (siehe **Kapitel 5.3**). Grundsätzlich müssen die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung an die Einleitung in die öffentliche Kanalisation eingehalten werden (GSchV Anhang 3.2 Ziffer 2 Kolonne 2). Des Weiteren darf die Konzentration an Chlorid im Zulauf der ARA 2'000 mg Cl^{-1} nicht überschreiten, da ansonsten die Mikroorganismen der biologischen Reinigungsstufe geschädigt werden.

6.3 Einleitung in ein Gewässer

6.3.1 Grundsätze für die Beurteilung

6.3.1.1 Grundlagen

Bei der Entsorgung des Ablaufwassers einer Aquakulturanlage sind die nachfolgenden Anforderungen der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GSchV) massgebend:

1. Anforderungen an den Zustand der Gewässer (**Immissionen**), GSchV Anhang 2
2. Stand der Technik, GSchV Anhang 3.3, Ziffer 1, Absatz 1 und Absatz 3
3. Anforderungen an das Ablaufwasser von Fischzuchtanlagen (**Emission**), GSchV Anhang 3.3, Ziffer 27
4. Im Einzelfall: Weitere Anforderungen an das Ablaufwasser (Emission) in Abhängigkeit der Eigenschaften des Abwassers, des Standes der Technik und des Zustandes des Gewässers, GSchV, Anhang 3.3, Ziffer 1, Absatz 1

Die gesetzlichen Bestimmungen der Punkte 1 bis 3 müssen von jedem Betrieb jederzeit eingehalten werden. In Abhängigkeit der Belastungssituation und der Standortverhältnisse ist das Festlegen weiterer Anforderungen im Einzelfall möglich.

Bei **bestehenden Anlagen** sind die Anforderungen in der gewässerschutzrechtlichen Bewilligung festgelegt und geniessen einen gewissen Bestandesschutz (siehe Erklärungen in **Kapitel 1.3**).

Für **neue Anlagen, bzw. zu sanierende Anlagen** empfiehlt der VSA die Berücksichtigung zusätzlicher Parameter und belastungsabhängige Anforderungen.

Der unterschiedliche Geltungsbereich der Anforderungen für neue, bzw. zu sanierende Anlagen und bestehende Betriebe ist in der nach-folgenden **Tabelle 5**. zusammenfassend erläutert.

Anforderungen	Geltungsbereich		Kapitel
	Neue, bzw. zu sanierende Anlagen	Bestehende Anlagen	
1. Gewässerqualität (Immission)	GA	x	6.3.2
	BA	x	6.3.3
2. Stand der Technik	GA	x	6.3.4
3. Abwasserqualität (Emission)	GA	x	6.3.5
	BA	x	6.3.6

Tabelle 5

Anforderungen an neue bzw. zu sanierende und bestehende Anlagen.

GA = gesetzliche Anforderungen (inkl. Anforderungen im Einzelfall)

BA = belastungsabhängige Anforderungen

Sofern die Anforderungen für neue und bestehende Anlagen nicht eingehalten werden können, bestehen verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung. Zu beachten sind hierbei die Optimierung der Futtermittelverwertung und der Anlagentechnik sowie die Überprüfung der Produktionsmenge (siehe nachfolgendes **Kapitel 6.3.1.2**). Detaillierte Angaben befinden sich im Leitfaden Aquakulturanlagen Teil 2: «Stand der Technik zur Reduktion von Emissionen» [1].

6.3.1.2 Ablauf und Verantwortlichkeiten

Beim Ablauf und bei den Verantwortlichkeiten empfiehlt der VSA ebenfalls zwischen **neuen** und **bestehenden, bzw. zu sanierenden Betrieben** zu unterscheiden.

a) Neue, bzw. zu sanierende Anlagen (Abbildung 3)

Bei der Planung von neuen Anlagen müssen die Immissionen und Emissionen bzw. die Einhaltung der entsprechenden Anforderungen abgeschätzt werden. Verlässliche Angaben und deren Nachvollziehbarkeit sind für die Beurteilung der Bewilligungsfähigkeit einer Anlage unabdingbar. Folgende Angaben müssen vom Planer nachvollziehbar dargelegt werden:

- **Produktionsparameter**
 - Fischarten
 - Anlagentyp und Grösse der Haltevolumina
 - Jährliche Produktionsmengen
 - Futtermittelart und –verbrauch (Jahresverbrauch, maximale tägliche Fütterung), Futterquotient
- **Prozessinformation**
 - Prozessflussdiagramm der Anlage
 - Wasser-/Abwasserbilanz der verschiedenen Anlageteile (Massenflussdiagramm Wasser und Nährstoffe)
 - Abwasserbehandlungsanlagen: Verfahrenstechnik und Abscheidegrad der verschiedenen Nährstoffe
 - Entsorgung des Ablaufwassers mit Abschätzung zur Einhaltung der Anforderungen
 - Schlammfall der verschiedenen Anlageteile (inkl. Zusammensetzung)
 - Schlammagerung und Schlamm Entsorgung mit Abschätzung zur Einhaltung der Anforderungen

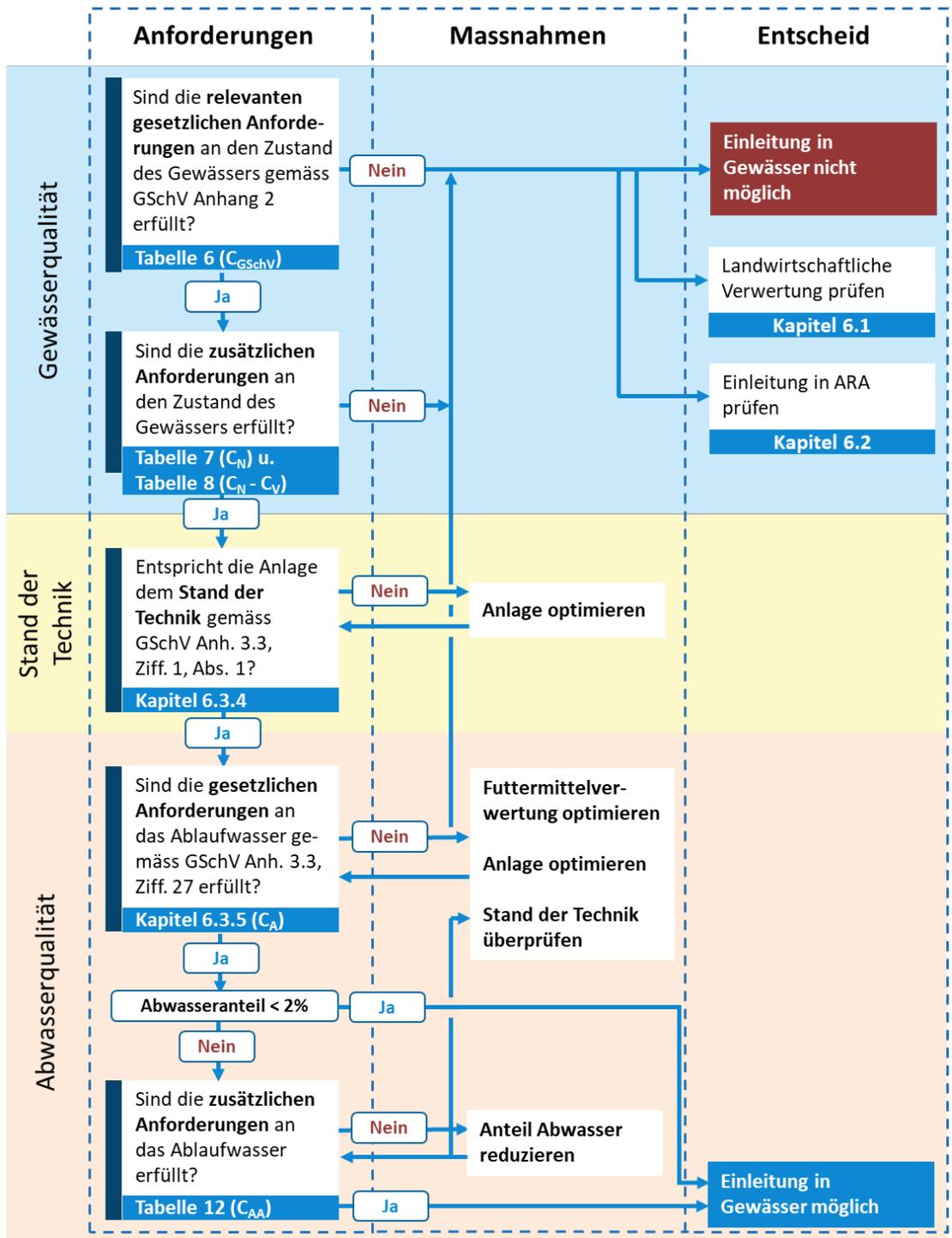


Abbildung 2
 Beurteilungsablauf / Verantwortlichkeiten für neue, bzw. zu sanierende Anlagen
Legende:
 Verantwortung Betrieb (Projektangaben)

b) Bestehende Anlagen

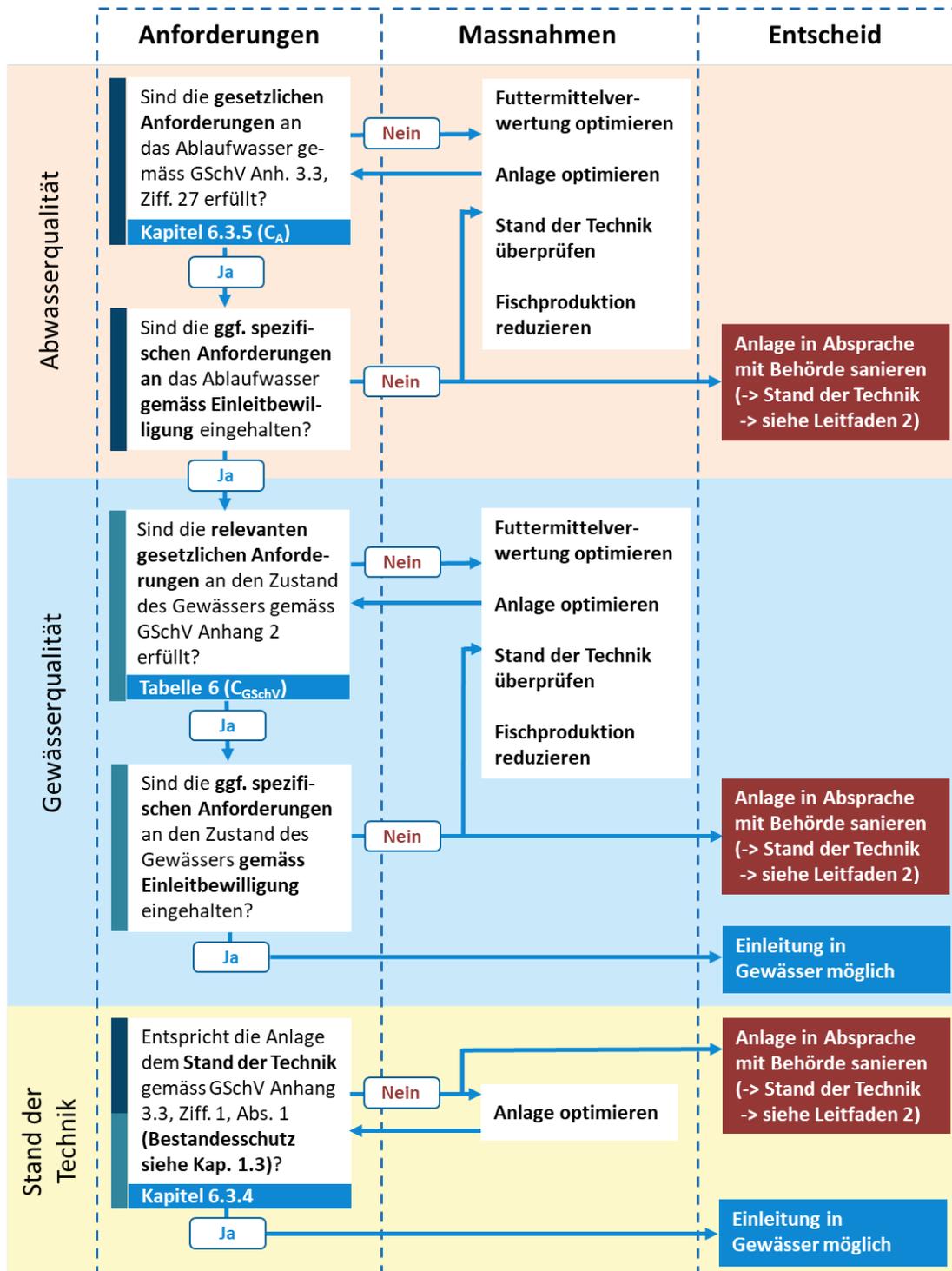


Abbildung 3
 Beurteilungsablauf / Verantwortlichkeiten für neue bzw. zu sanierende Anlagen
Legende:
 Verantwortung Betrieb (Eigenkontrolle)
 Verantwortung Behörde (Überwachung)

6.3.2 Gesetzliche Anforderungen an den Zustand der Gewässer (Immission)

Einleitungen von Ablaufwasser aus Aquakulturanlagen können mittlere und kleinere Fließgewässer übermässig belasten, dies trotz der Einhaltung der emissionsseitigen Anforderungen (**Kapitel 6.3.5**). Die Auswirkungen auf das betroffene Fließgewässer müssen deshalb beurteilt werden.

6.3.2.1 Nährstoffe und organische Inhaltsstoffe

Die Beurteilung eines Fließgewässers bezüglich Nährstoffe und organischer Inhaltsstoffe basiert auf den Anforderungen an die Wasserqualität der GSchV Anhang 2. Die folgenden Konzentrationen müssen im Fließgewässer nach der vollständigen Durchmischung der Abwassereinleitung jederzeit eingehalten werden:

Tabelle 6
Gesetzliche Anforderungen an die Gewässerqualität.

Parameter	Max. Konzentration im Fließgewässer (C_{GSchV})	Referenz GSchV
Gelöste organische Kohlenstoffe (DOC)	$\leq 1-4 \text{ mg C l}^{-1*}$	GSchV Anh. 2 Ziff. 12 Abs. 5
Ammonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$ und $\text{NH}_3\text{-N}$) bei $> 10^\circ\text{C}$	$\leq 0.2 \text{ mg N l}^{-1}$	GSchV Anh. 2 Ziff. 12 Abs. 5
Ammonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$ und $\text{NH}_3\text{-N}$) bei $< 10^\circ\text{C}$	$\leq 0.4 \text{ mg N l}^{-1}$	GSchV Anh. 2 Ziff. 12 Abs. 5
Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$)	$\leq 5.6 \text{ mg N l}^{-1**}$	GSchV Anh. 2 Ziff. 11 Abs. 3

* Kantonal festgelegte Anforderungen sind zu beachten. Bei DOC gilt für natürlicherweise wenig belastete Gewässer der Wert von 1 mg l^{-1} (GSchV Anhang 2 Ziff. 12 Abs. 5).

** Gilt für Gewässer die zur Trinkwassernutzung dienen.

Ob die Einleitung des Ablaufwassers aus einer Aquakulturanlage zur Überschreitung der numerischen Anforderungen gemäss **Tabelle 6** führt, hängt neben dem Stoffeintrag auch von der Vorbelastung des für die Einleitung vorgesehenen Fließgewässers ab. In der Regel ist die Belastung von Fließgewässern mit Nährstoffen und organischem Kohlenstoff eine Kombination verschiedener Quellen und Abwassereinträge. Dazu gehören landwirtschaftliche Flächen, kommunale Abwasserreinigungsanlagen, Mischwasserentlastungen und auch natürliche Quellen.

6.3.2.2 Äusserer Aspekt [6]

Durch Abwassereinleitungen darf sich im Gewässer nach weitgehender Durchmischung:

- kein Schlamm resp. keine Kolmation bilden;
- keine Trübung, keine Verfärbung und kein Schaum bilden, ausgenommen bei starken Regenfällen;
- der Geruch des Wassers gegenüber dem natürlichen Zustand nicht störend verändern.

6.3.2.3 Sauerstoff

Durch die Einleitung von Ablaufwasser aus einer Aquakulturanlage darf sich im Gewässer nach weitgehender Durchmischung kein sauerstoffarmer Zustand ergeben.

6.3.2.4 Temperatur

- Für die Einleitung von Ablaufwasser aus einer Aquakulturanlage gilt: Die Einleitung darf nicht dazu führen, dass die Wassertemperatur im Fließgewässer nach weitgehender Durchmischung 25°C überschreitet.
- Die Erwärmung des Gewässers darf gegenüber dem möglichst unbeeinflussten Zustand höchstens 3°C , in Gewässerabschnitten der Forellenregion höchstens 1.5°C betragen.
- Durch die Einleitung des Ablaufwassers darf keine Temperaturveränderung des Gewässers eintreten, die zu einer Beeinträchtigung der standorttypischen Lebensgemeinschaften führt. Dies gilt auch dann, wenn die maximal zulässige Temperaturveränderung von 3°C bzw. 1.5°C eingehalten ist.

6.3.3 Empfehlung für weitere Anforderungen an den Zustand der Gewässer (Immission)

6.3.3.1 Nährstoffe und organische Inhaltsstoffe

Im Modul «chemisch physikalische Erhebungen» (BAFU 2010) des Modul-Stufen-Konzepts [7] wurde die Erhebung und Beurteilung der Gewässerbelastung mit Nährstoffen konkretisiert und ergänzt. Vor diesem Hintergrund empfiehlt der VSA die Anwendung der nachfolgenden Anforderungen an die Gewässerqualität.

Parameter	Max. Konzentration im Fließgewässer (C _N)	Grundlage
Gesamt-Phosphor unfiltriert (P _{tot})	≤ 0.07 mg P l ⁻¹ *	BAFU 2010 Vollzugshilfe [7]
Nitrit (NO ₂ ⁻ -N)	≤ 0.02 mg N l ⁻¹ **	BAFU 2010 Vollzugshilfe [7]

Tabelle 7
Empfehlung für Anforderungen an die Gewässerqualität.

* Ausgenommen davon sind erhöhte Konzentrationen an P_{tot}, die nachweislich natürlichen Ursprungs sind.

** Abhängig von der Chlorid-Konzentration im Fließgewässer. Aufgeführt ist die strengste Anforderung (weitere Anforderungen siehe Modul-Stufen-Konzept [7]).

Insbesondere bei ökologisch wertvollen Gewässern kann der Eintrag von Nährstoffen eine schnelle und anhaltend negative Auswirkung verursachen. Aus diesem Grund empfiehlt der VSA, dass sich die Konzentrationen relevanter Inhaltsstoffe in Fließgewässern nach Einleitungen von Abwasser aus Aquakulturanlagen (C_N) gegenüber den Werten vor der Einleitung (C_V) maximal gemäss **Tabelle 8** erhöhen dürfen (C_N-C_V), sofern die Anforderungen gemäss **Tabelle 6** und **Tabelle 8** weiterhin erfüllt sind.

Bei künstlich angelegten Fließgewässern (Drainage, Kanal o.ä.) muss die Einleitung in das nächst untenliegende Fließgewässer beurteilt werden.

Parameter	Max. Konzentrationserhöhung im Fließgewässer bei Q ₃₄₇ (C _N -C _V)
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	≤ 1.25 mg C l ⁻¹
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	≤ 1 mg C l ⁻¹ *
Gesamt-Phosphor, unfiltriert (P _{tot})	≤ 0.015 mg P l ⁻¹ **
Ammonium (NH ₄ ⁺ -N und NH ₃ -N) bei > 10°C	≤ 0.08 mg N l ⁻¹
Ammonium (NH ₄ ⁺ -N und NH ₃ -N) bei < 10°C	≤ 0.16 mg N l ⁻¹
Nitrat (NO ₃ ⁻ -N)	≤ 2.05 mg N l ⁻¹
Nitrit (NO ₂ ⁻ -N)	≤ 0.005 mg N l ⁻¹
Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)	≤ 1.5 mg l ⁻¹

Tabelle 8
Empfehlung für maximale Konzentrationserhöhungen von relevanten Inhaltsstoffen im Fließgewässer.

* Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern darf eine Konzentration von 1 mg l⁻¹ im Gewässer nicht überschritten werden.

** Aufgrund der momentanen Anforderungen an das Futtermittel für Bio-Fische muss für Bio-Fischzuchtanlagen bis auf weiteres eine maximale Erhöhung von bis zu 0,03 mg P l⁻¹ toleriert werden. In Einzugsgebieten von Seen mit Phosphorproblemen können tiefere Werte erforderlich sein.

6.3.3.2 Chlorid

Für Chlorid in oberirdischen Gewässern gibt es laut Gewässerschutzverordnung keine Anforderung. Basierend auf Literaturrecherchen empfiehlt der VSA, dass die Konzentration an Chlorid im Fließgewässer durch das Abwasser nicht auf mehr als 100 mg l⁻¹ Cl⁻ erhöht werden darf. Sofern das Gewässer in das Grundwasser infiltriert, welches als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, darf die Chlorid-Konzentration des Fließgewässers nicht dazu führen, dass der Wert von 40 mg l⁻¹ Cl⁻ im Grundwasser überschritten wird (siehe GSchV Anhang 2, Ziffer 22).

6.3.3.3 Medikamente und Desinfektionsmittel

Medikamente und Desinfektionsmittel resp. deren Stoffwechselprodukte (Metabolite) im Abwasser dürfen die Fortpflanzung, Entwicklung und Gesundheit empfindlicher Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen nicht beeinträchtigen. Daher dürfen nach vollständiger Durchmischung die ökotoxikologisch basierten Qualitätskriterien (siehe **Anhang 3**) im Gewässer nicht überschritten werden.

6.3.4 Anforderungen an den Stand der Technik

Um Verunreinigungen der Gewässer zu vermeiden, müssen Aquakulturanlagen immer dem Stand der Technik entsprechen (GSchV Anhang 3.3 Ziffer 1), wobei zwischen **neuen, bzw. zu sanierenden und bestehenden Anlagen** zu unterscheiden ist (siehe **Kapitel 1.3.2**). Bei einer Einleitung von Abwasser in Seen ist die Einhaltung des Standes der Technik von besonderer Bedeutung (siehe **Kapitel 5.2**).

Der Stand der Technik wird massgeblich durch die **Intensitätsstufe (IS)** bestimmt und diese ist abhängig von der Nutzungsintensität, der Art der Anlage und der eingesetzten Technik. Die Intensitätsstufe lässt sich anhand des Quotienten aus dem **jährlichen Wasser (Q_A)**- und **Futtermittelverbrauch (F_A)** der Anlage abschätzen:

$$\text{Quotient Wasserverbrauch pro kg Futter [l kg}^{-1}] = \frac{Q_A [\text{l}]}{F_A [\text{kg}]}$$

Bei den mit Hilfe der berechneten Quotienten in **Tabelle 9**, abgeschätzten Intensitätsstufen handelt es sich um Richtwerte. Einzelne Anlagen können eine Stufe höher oder tiefer eingeordnet werden (die Übergänge der Intensitätsstufen können fließend sein). In **Tabelle 9**, befindet sich zudem eine Übersicht der verschiedenen Verfahren zur Reduktion des Wasserverbrauchs, welche für die jeweilige Intensitätsstufe typisch sind.

Tabelle 9
Bestimmung der Intensitätsstufe einer Aquakulturanlage.

IS	Jährlicher Wasserverbrauch/ Futter [l kg ⁻¹]	Wasserführung und Feststoffabscheidung	Luft oder Sauerstoff- eintrag permanent	Nitrifikation und CO ₂ -Entgasung	Denitrifikation
1	50'000 - 200'000	Reiner Durchlauf. Feststoffabscheidung im Ablauf	Nein Sauerstoffeintrag limitiert Produktion	Nein	Nein
2	15'000 - 50'000	Durchlauf, nach Fest- stoffabscheidung; Teil- Rezirkulation resp. Biofilter möglich	Ja	Nein	Nein
3	500 - 15'000	Teil- oder Vollrezirkula- tion nach Nitrifikation. Ablaufwasser nach Feststoffabscheidung oder Biofilter	Ja	Ja Bewegtbett-, Fest- bett-, Membran- oder Rieselfilter nach Feststoffab- scheidung	Nein
4	50 - 500	Vollkreislauf nach Nitrifikation.	Ja	Ja	Ja Im Bypass, Rücklauf in Biofilter

Je höher die Intensitätsstufe einer Anlage ist, desto geringer ist die Menge des anfallenden Ablaufwassers und desto höher sind die darin enthaltenen Stoff-Konzentrationen von Phosphor und DOC. Demgegenüber sind die Ammoniumkonzentrationen bei Durchlaufanlagen der Intensitätsstufe 2 in der Praxis oft ähnlich hoch wie oder höher als bei Kreislaufanlagen (der Stufe 3 und 4).

Gemäss Gewässerschutzverordnung gilt grundsätzlich die Einhaltung des Standes der Technik, um Verunreinigungen der Gewässer zu vermeiden, dies im verfahrenstechnischen Sinn, das heisst unabhängig von numerischen Anforderungen. Als Orientierungshilfe für die Effizienz und Funktionstüchtigkeit einer Anlage sind in der nachfolgenden **Tabelle 10**, trotzdem Werte definiert, welche mit erprobten, zeitgemässen Technologien eingehalten werden können. Die Anforderungen an das Ablaufwasser (Emission, **Kapitel 6.3.5**) und an den Zustand des Gewässers (Immission, **Kapitel 6.3.2**) behalten dabei ihre Gültigkeit.

Die Angabe von allgemeingültigen Emissionswerten für die sehr diverse Aquakultur ist schwer möglich. Die nachfolgende **Tabelle 10**, gibt deshalb lediglich Richtwerte an, in welchen Grössenordnungen die Belastungswerte aus Aquakulturanlagen mit unterschiedlicher Technik und mit unterschiedlichem Wasserverbrauch pro kg Futter zu erwarten sind. Als Grundlage hierfür dienen die Werte aus **Tabelle 1**, für Salmoniden (Intensitätsstufe 1 und 2) bzw. Perciden (Intensitätsstufe 3 und 4). Diese Werte berücksichtigen bewusst Anlagen mit eher schlechter Futtermittelverwertung. Aufgrund von Tierart, Farminput, Technik, Betrieb und weiteren Faktoren können auch andere Werte resultieren. Mögliche Einflussfaktoren, um Emissionen bereits an der Quelle zu reduzieren, sind im Leitfaden Aquakulturanlagen, Teil 2: «Stand der Technik zur Reduktion von Emissionen»[1] erläutert.

Bei Durchflussanlagen (Intensitätsstufe 1 und 2) können die Werte in **Tabelle 10**, in den meisten Fällen mit einer Feststoffabtrennung erreicht werden.

Bei Kreislaufanlagen (Intensitätsstufe 3 und 4) mit reduziertem Wasseraustausch können in Anbetracht der abgeleiteten Frachten (bzw. des Verschmutzungspotentials) erhöhte Konzentrationen toleriert werden, sofern eine ausreichende Elimination gegenüber den Referenz-Fischemissionen (entspricht Rohabwasser) aus

Tabelle 1. gewährleistet ist. Auf diese Weise werden Kreislaufanlagen nicht benachteiligt und effiziente Massnahmen zur Reduktion der Gewässerbelastung ermöglicht.

Intensitätsstufe IS	Wasserverbrauch/ Futter [l kg ⁻¹]	DOC	Phosphor	Ammonium-N
		(C _A - C _Z) [mg l ⁻¹]		
1	200000	0.2	0.035	0.25
	150000	0.27	0.047	0.33
	100000	0.4	0.07	0.5
	50000	0.8	0.14	1
2	50000	0.8	0.14	1
	15000	2.7	0.47	2
3	15000	2.7	0.47	2
	4000	10.0	0.8	2
	1500	10 - 12*	0.8 - 1.4**	2
	500	10 - 35*	0.8 - 4**	2
4	500	10 - 35*	0.8 - 4**	2
	250	10 - 70*	0.8 - 8**	2

Tabelle 10
Konzentrationserhöhungen (C_A - C_Z) als Richtwerte im Ablaufwasser.

* Überschreitung von 10 mg l⁻¹ nur zulässig, wenn CSB >> BSBS. (Richtwert BSBS < 15 mg l⁻¹), sonst 10 mg l⁻¹ DOC. Entspricht ca. 85% C-Elimination gegenüber Rohabwasser

** Überschreitung von 0.8 mg l⁻¹ nur zulässig, wenn a) Anlage unter 200 t Jahresproduktion (ca. 2000 EW) und b) 80% Reinigungsleistung gegenüber dem Rohabwasser gewährleistet ist.

6.3.5 Gesetzliche Anforderungen an das Ablaufwasser (Emission)

Für die Einleitung von Abwasser in Gewässer gelten die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung Anhang 3.3 Ziffer 27 (Fischzuchtanlagen; C_A).

Parameter	Grenzwert im Ablaufwasser (C _A)	Referenz GSchV
Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)	≤ 20 mg l ⁻¹	Anh. 3.3 Ziff. 27 Abs. 3
Stoffe, die zur Erhaltung der Gesundheit der Fische eingesetzt werden (z.B. Therapeutika) und die die Gewässer verunreinigen können.	im Einzelfall	Anh. 3.3 Ziff. 27 Abs. 4

Tabelle 11
Gesetzliche Anforderungen an das Ablaufwasser (C_A).

Des Weiteren darf in Aquakulturanlagen nur phosphorarmes Futtermittel verwendet werden (siehe **Kapitel 4.1**), und die Anlagen müssen nach den Anordnungen der Behörde entschlammt werden (siehe **Kapitel 8.2ff**).

6.3.6 Empfehlung für weitere Anforderungen an das Ablaufwasser (Emission)

6.3.6.1 Anforderungen bei hohem Abwasseranteil in kleinen Fließgewässern

Der Einfluss einer Aquakulturanlage auf ein Fließgewässer hängt massgeblich von der Ablaufwassermenge und der Grösse des für die Einleitung genutzten Fließgewässers, also vom Abwasseranteil im Fließgewässer ab. Als Basis für die Berechnung des Abwasseranteils sollen die Niedrigwasserabflussmenge des Fließgewässers (Q₃₄₇) und die auf das Jahr bezogene maximale Ablaufwassermenge der Aquakulturanlage (Q_{A,max}) verwendet werden:

$$\text{Abwasseranteil [\%]} = \frac{Q_{A,max} [l s^{-1}]}{Q_{347} [l s^{-1}] + Q_{A,max} [l s^{-1}]} \cdot 100$$

Als Faustregel kann davon ausgegangen werden, dass ab einem **Abwasseranteil von > 2 %** die Anforderungen an das Ablaufwasser gemäss GSchV (siehe **Kapitel 6.3.5**) verschärft werden müssen, um die VSA-Empfehlung für maximale Konzentrationserhöhungen im Fließgewässer (**Tabelle 8**) nicht zu überschreiten.

Tabelle 12. enthält Empfehlungen des VSA für zusätzliche Anforderungen an das Ablaufwasser (C_{AA}), welche in Abhängigkeit des berechneten Abwasseranteils im Fließgewässer festgelegt sind (Werte von **Tabelle 8** dividiert durch Abwasseranteil).

Tabelle 12
Empfohlene Anforderungen an das Ablaufwasser in Abhängigkeit des Abwasseranteils im Fließgewässer (C_{AA}).

Abwasser-Anteil*	(DOC)	P_{tot}	NH_4^+ -N und NH_3 -N bei $> 10^\circ C$	NH_4^+ -N und NH_3 -N bei $< 10^\circ C$	NO_2 -N	GUS
	(C _{AA}) [mg l ⁻¹]					
<2 %	10	0.8	2	2	0.3	20
2 – 5 %	10	0.43	2	2	0.14	20
5 – 10 %	10	0.20	1.1	2	0.067	20
10 – 20 %	6.7	0.10	0.53	1.1	0.033	10
20 – 30 %	4.0	0.060	0.32	0.64	0.020	6.0
30 – 40 %	2.9	0.043	0.23	0.46	0.014	4.3
40 – 50 %	2.2	0.033	0.18	0.36	0.011	3.3
50 – 60 %	1.8	0.027	0.15	0.29	0.009	2.7
60 – 70 %	1.5	0.023	0.12	0.25	0.008	2.3
70 – 80 %	1.3	0.020	0.11	0.21	0.007	2.0
80 – 90 %	1.2	0.018	0.09	0.19	0.006	1.8
90 – 100 %	1.1	0.016	0.08	0.17	0.005	1.6
Tabelle 8**	1	0.015	0.08	0.16	0.005	1.5

* Für die Berechnung wurden mittlere Prozentzahlen verwendet, d.h. für 2 -5% -> 3.5% etc.

** Blaue Felder werden mit Hilfe der Tabelle 8 berechnet.

Die Werte in der ersten Zeile entsprechen – mit Ausnahme der GUS - den Anforderungen an die Einleitung von kommunalem Abwasser in Gewässer (GSchV Anh. 3.1, Ziffer 2 und 3), im Falle von DOC für eine Anlagengröße ab 2000 EW und bei Phosphor ab 10'000 EW. Diese Belastung entspricht gemäss **Tabelle 10** einem Wasserverbrauch von 4000 l kg⁻¹ Futter. Die Werte in **Tabelle 12** sind demnach anwendbar für Anlagen > 4000 l kg⁻¹ Futter, d.h. für die Intensitätsstufen 1 und 2. Bei Kreislaufanlagen hängen die zu erreichenden Ablaufwerte von der Anlagengröße ab. Die Herleitung allgemeingültiger Werte ist daher nicht möglich. Die Ablaufkonzentration muss fallweise mit Hilfe des Abwasseranteils und der maximalen Konzentrationserhöhung berechnet werden (siehe Formel S. 22).

Können die maximalen Konzentrationen im Ablaufwasser einer Aquakulturanlage nicht eingehalten werden, kann es sich um ein anlagespezifisches oder fütterungsbedingtes Problem handeln. Mögliche Massnahmen sind im Leitfaden Aquakulturanlagen Teil 2: «Stand der Technik zur Reduktion von Emissionen» [1] beschrieben.

6.3.6.2 pH-Wert

Der pH-Wert des Ablaufwassers muss einen Wert von pH 6.5 bis 9.0 aufweisen.

6.3.6.3 Gebietsfremde Arten, Krankheiten und Parasiten

In Aquakulturanlagen dürfen nur gesunde Organismen eingesetzt werden. Sowohl in Durchlaufanlagen als auch in geschlossenen Kreislaufanlagen muss sichergestellt werden, dass keine der gezüchteten Organismen, insbesondere wenn es sich um gebietsfremde Arten handelt, aus dem System entweichen können und die Menge der Infektionserreger im Ablaufwasser so niedrig wie möglich gehalten wird. Bei den Arbeiten in und an der Aquakulturanlage müssen die eingesetzten Gerätschaften und Futtermittel ebenfalls frei von für Wasserorganismen schädlichen Krankheitserregern sein.

7.1.2 Häufigkeit der Probeentnahmen

Die Häufigkeit der Untersuchungen sollte basierend auf der verwendeten Futtermittelmenge pro Jahr, festgelegt werden.

Tabelle 13
Häufigkeit der Probeentnahmen.

Eingesetzte Futtermittelmenge [t a ⁻¹]	Häufigkeit
< 1	jährlich oder nach Bedarf
1 - 10	halbjährlich
10 - 100	quartalsweise
100 - 1000	monatlich
> 1000	wöchentlich

Mindestens eine der Probeentnahmen muss einmal pro Jahr zum Zeitpunkt des höchsten Futtermiteinsatzes erfolgen. In begründeten Fällen kann die Behörde häufigere Probeentnahmen verlangen, beispielsweise bei der Einleitung in empfindliche oder kleine Gewässer. Dies ist zweckmässig, wenn noch keine Analysenergebnisse vorliegen, z.B. im ersten Betriebsjahr oder wenn angenommen werden muss, dass eine oder mehrere Anforderungen nicht erfüllt werden. Die Analysehäufigkeit kann nach Absprache mit den Behörden auch reduziert werden, z.B. wenn die Konzentrationen regelmässig deutlich unterhalb der Anforderungen liegen.

7.1.3 Messparameter im Zulauf und Ablauf der Aquakulturanlage

Der Umfang der zu untersuchenden Messparameter richtet sich nach den Anforderungen der gewässerschutzrechtlichen Bewilligung (siehe auch **Kapitel 6**). Bei **neuen Anlagen** sind im Minimum folgende Messparameter jeweils in allen Proben von einem akkreditierten Labor zu bestimmen:

- Gesamt- und gelöster organischer Kohlenstoff (TOC und DOC);
- Gesamt-Phosphor, unfiltriert (P_{tot}).
- Ammonium-Stickstoff (Summe von $\text{NH}_4^+\text{-N}$ und $\text{NH}_3\text{-N}$);

Die zuständige Behörde kann Analysen weiterer Parameter (Nitrit, Nitrat etc.) oder die Rückstellung von Proben verlangen.

Zusätzlich sind durch den Anlagebetreiber:

- die Wassertemperatur zu messen sowie
- der äussere Aspekt des Fliessgewässers gemäss **Kapitel 6.3.2.2**, oberhalb und unterhalb der Einleitung des Ablaufwassers in das Gewässer, zu beurteilen und zu protokollieren.

Verfügt der Anlagebetreiber über ein innerbetriebliches Monitoring-System, welches nachweislich den Anforderungen an die Qualitätssicherung genügt, kann die Behörde auch diese Analysenergebnisse für die Beurteilung verwenden.

7.1.4 Analysemethoden

Die Wahl der Analysemethoden steht dem akkreditierten Labor grundsätzlich frei, wobei allgemein anerkannte, genormte Methoden (DIN EN ISO) anzuwenden sind (siehe **Anhang 1**). Verfügt der Anlagebetreiber über ein innerbetriebliches Monitoring-System, welches nachweislich den Anforderungen an die Qualitätssicherung genügt, kann die Behörde auch die Analysenergebnisse der innerbetrieblichen Kontrollen zur Beurteilung verwenden.

7.1.5 Berechnungen und Beurteilungen

Massgebend für die Beurteilung einer Aquakulturanlage sind die Anforderungen gemäss gewässerschutzrechtlicher Bewilligung (siehe auch **Kapitel 6**). In **Anhang 2** Berechnungen und Beurteilungen im Zusammenhang mit der Einleitung von Ablaufwasser aus einer Aquakulturanlage in ein Fliessgewässer sind entsprechende Beispiele für Berechnungen und Beurteilungen im Zusammenhang mit der Einleitung von Ablaufwasser aufgeführt.

Die Untersuchungen und Beurteilungen im Fliessgewässer bezüglich Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch und Kolmation sind gemäss den gesetzlichen Vorgaben zu dokumentieren. Dabei dürfen im Fliessgewässer unterhalb der Einleitung einer Aquakulturanlage keine wesentlichen Verschlechterungen gegenüber oberhalb feststellbar sein (siehe **Kapitel 6.3.2.2**).

Für die Beurteilung der Temperatur gelten die gesetzlichen Anforderungen (siehe **Kapitel 6.3.2.4**) und gegebenenfalls weitere Anforderungen gemäss Bewilligung).

7.1.6 Spezifische Arbeiten und ausserordentliche Vorkommnisse

Folgende Arbeiten und Vorkommnisse sind zu protokollieren:

- Medizinische Behandlungen der lebenden Organismen (Datum, Zeit, Dauer, Produkt, Mengen, Einsatzort);
- Alle Reinigungen und Desinfektionen der Becken (Datum, Zeit, Dauer, Produkt, Mengen, Einsatzort);
- Alle vom Normalbetrieb abweichenden Vorkommnisse, die einen Einfluss auf die Qualität des Ablaufwassers bzw. des Gewässers haben (Art und Datum).

Die handschriftliche oder digitale Protokollierung hat verständlich und leserlich zu erfolgen, damit die Rückverfolgbarkeit jeder Zeit gewährleistet ist. Das Protokoll muss im Betrieb griffbereit aufbewahrt und den Behörden jederzeit vorgewiesen werden können.

7.1.7 Rapportierung der Eigenkontrollen an die Behörde

Der Anlagenbetreiber muss der zuständigen Behörde die Ergebnisse der Eigenkontrollen rapportieren. Der Inhalt der Berichte wird von der Behörde im Rahmen der gewässerschutzrechtlichen Bewilligung festgelegt. Folgende Punkte sollten dabei berücksichtigt werden:

Periodisch (Zeitintervall abhängig von der Grösse der Aquakulturanlage)

- Konzentrationen der Nährstoffe im Zu- und Ablauf der Aquakulturanlage sowie eine entsprechende Beurteilung;
- Alle vom Normalbetrieb abweichenden Vorkommnisse, die einen Einfluss auf die Qualität des Ablaufwassers haben (Art und Datum).

Im Jahresbericht

- Jahresproduktion, Futtermittelverbrauch;
- Mittelwert des Bestandes in kg Tag⁻¹ mit Angabe von Minimum und Maximum;
- Konzentrationen der Nährstoffe im Zu- und Ablauf der Aquakulturanlage sowie eine entsprechende Beurteilung;
- Produzierter Schlamm in der Aquakulturanlage mit Verwertungsort, Abgabedatum und -menge;
- Resultate der Schlammanalysen (falls erforderlich; siehe **Kapitel 8.4**);
- Medizinische Behandlungen der lebenden Organismen (Datum, Zeit, Dauer, Produkt, Mengen, Einsatzort);
- Desinfektionen der Becken (Datum, Zeit, Dauer, Produkt, Mengen, Einsatzort);
- Alle weiteren Vorkommnisse, die vom Normalbetrieb abweichen und einen Einfluss auf die Qualität des Ablaufwassers haben (Art und Datum);
- Beschreibung von geplanten oder umgesetzten Erweiterungen oder Veränderungen in der Wasseraufbereitungsanlage oder der Produktion.
- Beurteilung des äusseren Aspekts des Fliessgewässers gemäss **Kapitel 6.3.2.2**.

7.1.8 Massnahmen bei Nichteinhaltung der Auflagen

Bei Nichteinhaltung der in der gewässerschutzrechtlichen Einleitbewilligung festgelegten Anforderungen sind sowohl der Betrieb als auch die Behörde verpflichtet, geeignete Massnahmen einzuleiten, bis die Bestimmungen nachweislich und dauerhaft eingehalten werden. Massnahmen zur Optimierung der Anlage können dem Leitfaden Aquakulturanlagen Teil 2: «Stand der Technik zur Reduktion von Emissionen»[3] entnommen werden.

Bei Grenzwertüberschreitungen und Betriebsstörungen, die einen wesentlichen Einfluss auf die Ablaufwasserqualität haben, sind die zuständigen Behörden unverzüglich zu benachrichtigen. Der Betreiber der Aquakultur hat umgehend den Ursachen nachzugehen und die Überschreitung bzw. Störung zu beheben.

Im Falle einer teilweisen oder vollständigen Nichteinhaltung der Anforderungen können die zuständigen Behörden die partielle oder vollständige Ausserbetriebsetzung der Anlagen und/oder die Sanierung der Anlage gemäss **Stand der Technik** (siehe **Kapitel 6.3.4**) anordnen.

7.2 Innerbetriebliche Kontrollen

Die innerbetrieblichen Kontrollen dienen der Überwachung der Anlagen und der Wasserqualität, damit sich die lebenden Organismen in der Aquakultur wohl fühlen und möglichst wenig Nährstoffe und andere Stoffe ins Ablaufwasser gelangen. Die Art und der Umfang der Kontrollen sind stark abhängig vom Standort, der Anlagengrösse und anderen wichtigen Eigenschaften.

Für innerbetriebliche Kontrollen sind die Parameter durch den Betrieb selbst festzulegen. Zu diesem Zweck ist der Aufbau eines Qualitätssicherungssystems erforderlich. Dieses soll folgende Punkte beinhalten:

- Allgemeine Überwachung der Anlagen;
- Kontrolle und Beurteilung der Wasserqualität;
- Spezifische Arbeiten und ausserordentliche Vorkommnisse;
- Alarmsystem.

7.2.1 Allgemeine Überwachung der Anlagen

Auf Aquakulturanlagen werden zwei Arten von Informationen verarbeitet. Dazu wird der Einsatz von spezifischer Software empfohlen, aber nicht vorgeschrieben.

- **Produktionsmanagement**
Dieses ermöglicht die Überwachung aller produktionsabhängigen Parameter. So können bei einer Fischaufzucht-Anlage in Echtzeit folgende Informationen, Berechnungen und Protokolle abgerufen werden:
 - Anzahl der Fische, Mittelgewicht und Biomasse in der gesamten Fischzuchtanlage;
 - Anzahl der Fische, Mittelgewicht, Biomasse und Dichte pro Bassin;
 - Berechnung der täglichen Futtermittelrationen;
 - Protokolle über die Mortalität;
 - Lagermenge des Futtermittels (inkl. Chargennummer);
 - Lagermenge und Art der Behandlungsprodukte;
 - Protokollierung aller Verschiebungen, Sortierungen und Fischverkäufe;
 - Für jede Fisch-Charge: vollständige Rückverfolgbarkeit von der Geburt bis zum Verkauf, das heisst Alter, Wachstum, Wachstumsrate, Mortalität, eingesetzte Futtermittelmengen (inkl. Chargennummer), Futterquotient, Behandlungen (inkl. Zeitpunkt und Art).
- **Steuerung der Aquakulturanlagen**
Diese ermöglicht die Kontrolle von Installationen und bestimmten Parametern hinsichtlich Wasserqualität, wie:
 - Funktionstüchtigkeit der Ausrüstungen: Pumpen, Sauerstoffeintragseinrichtungen etc.;
 - Kontrolle der Wasserstände;
 - Echtzeit-Überwachung und Aufzeichnung des Sauerstoffgehaltes und Temperatur in jedem Becken;
 - Automatische Steuerung der Sauerstoffzufuhr in jedem Becken;
 - Übertragung der Informationen auf ein Smartphone, Tablet oder Computer;
 - Übertragung von Alarmen.

7.2.2 Kontrolle und Beurteilung der Wasserqualität

Die innerbetrieblichen Kontrollen einer Aquakulturanlage sind unter anderem abhängig vom Wasserumsatz, vom Produktionsvolumen, von der Wassertemperatur etc. und müssen spezifisch für jeden Betrieb festgelegt werden.

7.2.3 Alarmsystem

Das Alarmsystem soll bei einem ausserordentlichen Ereignis das Verhalten auf einer Aquakultur regeln, damit das Schadensausmass für die betroffenen Organismen, die Schutzgüter und den Betrieb so klein wie möglich ausfällt. Zu diesem Zweck sind folgende Massnahmen schriftlich festzuhalten:

- Reihenfolge der zu alarmierenden Personen(-gruppen);
- Personen, die kompetente Unterstützung geben können;
- Informationskette und Entscheidungskompetenzen.

8 ANFORDERUNGEN AN DIE VERWERTUNG DES SCHLAMMS

8.1 Problem der Mineralisierung

In allen Aquakulturen fallen Fäkalien oder Fischgülle an, welche von den Organismen ausgeschieden werden. Zusammen mit dem Restfuttermittel bildet sich deshalb in den Becken Schlamm, welcher einen grossen Anteil an organischen Stoffen enthält. Der Schlamm setzt sich am Beckenboden ab und wenn er nicht regelmässig abgezogen wird, gehen die darin gebundenen Nährstoffe wieder in Lösung über. Dieser Prozess nennt sich Mineralisierung und wird durch Mikroorganismen im Schlamm umgesetzt. Die im Wasser rückgelösten Nährstoffe führen zu höheren Ablaufwerten bei der Einleitung in ein Gewässer. Einzig eine kontinuierliche, rasche und möglichst vollständige Abtrennung des Schlammes aus den Fischbecken verhindert eine unnötige Belastung des Ablaufwassers und entspricht dem Stand der Technik. Der Schlamm sollte nicht länger als 6 Stunden in den Becken bleiben, um eine weitgehende Mineralisierung zu vermeiden.

8.2 Entschlammung der Anlagen

Gemäss Gewässerschutzverordnung Anhang 3.3 Ziffer 27 müssen «die Anlagen nach Anordnung der Behörde entschlammt werden». Die Anforderungen an die Entschlammung werden in der Regel im Rahmen der Baubewilligung und/oder der gewässerschutzrechtlichen Einleitbewilligung festgelegt.

Die Schlammabtrennung sollte möglichst direkt in den Becken oder mittels einer nachgeschalteten Behandlung erfolgen. Die Abtrennung des Schlammwassers (vgl. **Abbildung 5**) erfolgt:

- **direkt in den Becken:** Trennung durch manuelles Absaugen mit Tauchpumpen oder durch kontinuierliches Absaugen, z.B. aus einem konischen Rundbecken.
- **in einer nachgeschalteten Abwasserbehandlung:** In einigen Aquakulturen wird das Ablaufwasser auf einen Siebtrommelfilter, Lamellenklärer oder Bandfilter geleitet, wo das Schlammwasser vom restlichen Wasser abgetrennt wird. Weniger effizient ist das Ableiten des Ablaufwassers in ein nachgeschaltetes Absetzbecken mit Absaugung.

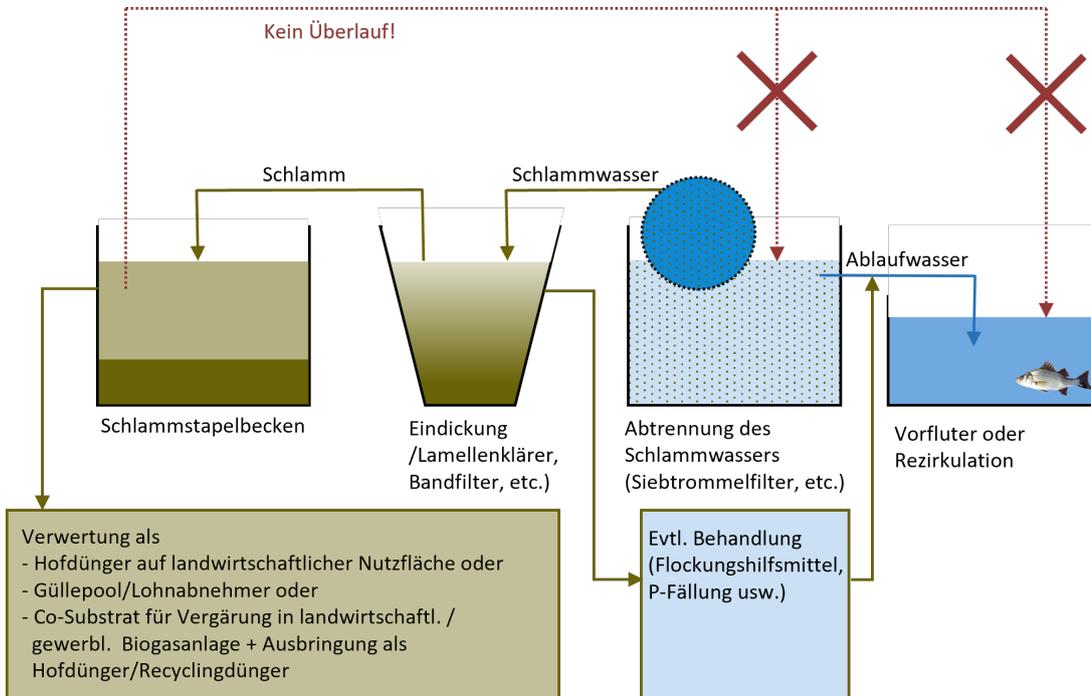


Abbildung 5
Schema Schlamm-
entsorgung von Aquakul-
turanlagen

Bei beiden Verfahren wird das abgesaugte resp. abgetrennte Schlammwasser in ein separates Schlammstapelbecken geleitet. Sofern die Abtrennung innerhalb einer Kontaktzeit von maximal 6 Stunden vorgenommen werden konnte und die Anforderungen gemäss **Kapitel 6** eingehalten werden, darf das vom Schlamm befreite Ablaufwasser in ein Gewässer eingeleitet werden. Ist dies nicht der Fall, muss das Ablaufwasser anderweitig entsorgt werden. Bei Kreislaufanlagen besteht die Möglichkeit der Rezirkulation des Ablaufwassers zurück in die Aquakulturanlage.

8.2.1 Absetzbecken

Je nach Schlammzusammensetzung und hydraulischen Bedingungen setzt sich der Schlamm in den Absetzbecken ab. Sind die Becken unterdimensioniert oder schlecht konzipiert, können folgende **Probleme** entstehen:

- Ungenügendes oder kein Absetzen;
- Hydraulische Kurzschlüsse, z.B. wenn der Ablauf sich in unmittelbarer Nähe beim Zulauf befindet;
- Stossweise Aufwirbelungen des bereits abgesetzten Schlammes.

Insbesondere bei Kreislaufanlagen können durch Zugabe eines Flockungshilfsmittels die Absetzeigenschaften des Schlammes verbessert werden. Im Weiteren kann durch Einsatz eines pflanzlichen Binders im Futtermittel die Kompaktheit der Fäkalien verbessert werden. Als Binder kann zum Beispiel Guargummi «guar gum» beigemischt werden. Dies ist ein pflanzlicher Schleimstoff, der üblicherweise in der Grössenordnung von 0.1 - 0.3 % dem Futter beigemischt wird. Mit dieser Massnahme zerfallen die Fäkalien weniger schnell im Wasser, wodurch die Mineralisierung des Schlammes verzögert wird.

8.2.2 Schlammstapelbecken

Das vom Ablaufwasser abgetrennte Schlammwasser ist in einem getrennten Schlammstapelbecken zu lagern. Dieses darf keinen Überlauf aufweisen (vgl. **Abbildung 5**)! Da das Schlammstapelbecken eine baulich begrenzte Kapazität aufweist, ist es sinnvoll, eine Eindickung oder Entwässerung des Schlammwassers oder des Schlammes vorzusehen. Dies ist mit Lamellenklären, Dortmundbrunnen, Zentrifugen, Bandfilter oder anderen geeigneten Anlagen möglich. Dadurch kann das Zwischenlager, resp. das Transportvolumen für die weiteren Verwertungen reduziert werden. Beim Eindicken oder Entwässern fallen ebenfalls Abwässer an, für die die gleichen Bedingungen wie in **Kapitel 8.2** «Entschlammung der Anlagen» gelten. Kann insbesondere die Kontaktzeit von weniger als 6 Stunden nicht eingehalten werden, so muss eine landwirtschaftliche Verwertung des Schlammwassers oder eine Einleitung in die Schmutzwasserkanalisation in Betracht gezogen werden. Das entsprechende Vorgehen ist mit den Behörden abzusprechen.

8.3 Verwertung des Schlammes

Der Schlamm aus Aquakulturanlagen wird gemäss geltendem Recht als Hofdünger klassiert (GSchG Art. 4 Bst. g sowie Art. 14 Abs. 2 in Verbindung mit GSchV Art. 22 und DüV Art. 5 Abs. 2 Bst. a) und gilt demnach als Dünger mit hohem Nährstoffgehalt. Die Interpretation von Tierschutzverordnung (TSchV) und Gewässerschutzverordnung lässt - im Gegensatz zu der Auslegung des Landwirtschaftsgesetzes - den Schluss zu, dass auf Landwirtschaftsbetrieben gehaltene Fische Nutztiere sind und es sich beim anfallenden Schlamm um Hofdünger handelt. Dies entspricht auch der gängigen und gelebten Praxis.

Als Folge der Phosphorrückgewinnungspflicht (VVEA, Art. 15) ist es untersagt, den Schlamm im Faulturm einer kommunalen Abwasserreinigungsanlage oder in einer Biogasanlage energetisch zu verwerten, es sei denn, der Phosphor wird im Sinne der VVEA zurückgewonnen. Ebenso darf die Fischgülle nicht über die Schmutzwasserkanalisation auf eine ARA abgeleitet werden (Ausnahmen für Kleinanlagen siehe **Kapitel 5.3** und **6.2**). Vor diesem Hintergrund gibt es folgende Verwertungsmöglichkeiten (siehe auch **Tabelle 14**):

- **Direkte Ausbringung als Hofdünger** auf landwirtschaftliche Nutzflächen (auf eigenen Flächen oder auf Flächen Dritter)
- **Abgabe an einen Güllepool**/Lohnunternehmer
- Verwendung als **Co-Substrat für die Vergärung** in einer landwirtschaftlichen oder gewerblichen **Biogasanlage** mit anschliessender Ausbringung als Hofdünger oder Recyclingdünger (je nach Vergärungsanlagentyp) auf landwirtschaftlichen Nutzflächen.
- **Vergärung im Faulturm einer kommunalen Abwasserreinigungsanlage**, sofern der Phosphor aus dem Klärschlamm oder aus der Asche aus der thermischen Behandlung des Klärschlammes zurückgewonnen und stofflich verwertet wird.

Tabelle 14
Verwertungsmöglichkeiten von Fischgülle

Verwertungsmöglichkeiten von Fischgülle	Aus landw. Aquakultur mit landw. Nutzfläche		Aus gewerbl. Aquakultur ohne landw. Nutzfläche		Abgegebenes Endprodukt
	zulässig	ChemRRV relevant*	zulässig	ChemRRV relevant*	
Direkte Verwendung auf eigener landw. Fläche	ja	nein	nein	nein	Hofdünger
Direkte Abgabe an landw. Betriebe (Dritte)	ja	nein	ja	ja	Hofdünger
Abgabe an einen Güllepool/Lohnunternehmer	ja	ja	ja	ja	Hofdünger
Abgabe an fremde landw. Vergärungsanlage	ja	ja	ja	ja	Hofdünger/ Recyclingdünger**
Abgabe an gewerbliche Vergärungsanlage	ja	ja	ja	ja	Hofdünger/ Recyclingdünger**
Abgabe an ARA zur Vergärung im Faulturn***	ja	nein	ja	nein	Klärschlamm

* Siehe nachfolgendes Kapitel 8.4.2

** Übersteigt der Anteil Co-Substrate aus nicht landw. Herkunft die 20 %-Grenze (bezogen auf den Gesamtinput), so ist das abgegebene Endprodukt der Vergärungsanlage nicht mehr ein Hofdünger, sondern ein Recyclingdünger.

*** Diese Verwertung ist nur möglich, wenn der Phosphor aus dem Klärschlamm oder aus der Asche aus der thermischen Behandlung von solchem Klärschlamm zurückgewonnen und stofflich verwertet wird.

8.4 Anforderungen an die Schlammverwertung

8.4.1 Allgemeine Anforderungen

Die folgenden Bedingungen müssen bei der Schlammverwertung eingehalten werden:

- Sämtliche Lieferungen von Hofdüngern an einen Abnehmerbetrieb, Lohnunternehmer, Güllepool oder eine Biogasanlage müssen im Informationssystem HODUFLU des Bundesamtes für Landwirtschaft erfasst werden.
- Der Betrieb einer Aquakulturanlage muss über geeignete Lagereinrichtungen mit genügender Lagerkapazität verfügen. Diese müssen regelmässig gemäss den Vorgaben für Hofdüngerlager kontrolliert werden.
- Die Nährstoffwerte folgender Parameter müssen ermittelt und dem Abnehmer bei der Abgabe schriftlich mitgeteilt werden: Gesamtstickstoff, Gesamtphosphor, Gesamtkali, organische Substanz und Trockensubstanzgehalt.
- Recyclingdünger, sowie Hofdünger oder Fischgülle, die nicht auf dem eigenen Betrieb verwertet werden oder die nicht von einem Betrieb mit Nutztierhaltung direkt an den Endverbraucher abgegeben werden, müssen die Grenzwerte gemäss ChemRRV einhalten (vgl. **Tabelle 15**).
- Probenahme und Analysen sind durch ein akkreditiertes Labor vorzunehmen.
- Die Nachverfolgbarkeit des Einsatzes von Medikamenten (z.B. Antibiotika) und Desinfektionsmitteln in der Aquakulturanlage ist während der Zeitperiode des anfallenden Schlammes zu gewährleisten.

Parameter	Bandbreite	ChemRRV
Glühverlust bei 500°C (org. Anteil)	26 – 82 %	
Leitfähigkeit	3.7 – 7.4 mS cm ⁻¹	
Stickstoff nach Kjeldahl (N)	13 – 78 g kg ⁻¹ TS	
Ammoniumstickstoff (N-NH ₄ ⁺)	0.6 – 17 g kg ⁻¹ TS	
Gesamtphosphor (P _{tot})	8 – 52 kg t ⁻¹ TS	
Gesamtkali (K)	0.6 – 6.6 kg t ⁻¹ TS	
Cadmium (Cd)	0.3 – 1.4 g t ⁻¹ TS	< 1 g t ⁻¹ TS
Blei (Pb)	0.5 – 32 g t ⁻¹ TS	< 120 g t ⁻¹ TS
Kupfer (Cu)	12 – 57 g t ⁻¹ TS	< 100 g t ⁻¹ TS
Nickel (Ni)	1.1 – 32 g t ⁻¹ TS	< 30 g t ⁻¹ TS
Quecksilber (Hg)	0.01 – 0.15 g t ⁻¹ TS	< 1 g t ⁻¹ TS
Zink (Zn)	110 – 690 g t ⁻¹ TS	< 400* g t ⁻¹ TS

Tabelle 15
Typische Nähr- und Schadstoffwerte von Fischfäkalien aus der Produktion von Regenbogenforellen mit 0.8 % Phosphor im Fischfuttermittel (n=10).
TS = Trockensubstanz
*erleichterter Grenzwert von 600 g t⁻¹ TS bei mehr als 50 % Anteil Schweineexkrementen bezogen auf

8.4.2 Zusätzliche Anforderungen für die landwirtschaftliche Verwertung

- Aquakulturanlagen, die Fischgülle produzieren und auf dem eigenen Betrieb ausbringen, müssen über geeignete Flächen zur Ausbringung verfügen und den ausgebrachten Schlamm als Hofdünger in der Suisse Bilanz erfassen (sofern es sich um einen Betrieb mit Ökologischem Leistungsnachweis handelt).
- Bei einer landwirtschaftlichen Verwertung ist zusätzlich zu den oben aufgezählten Parametern der verfügbare Stickstoff im Schlamm zu ermitteln, damit dieser in die Düngerbilanz übernommen werden kann.
- Bezüglich des Salzgehaltes (Angabe über Leitfähigkeit [ms cm^{-1}]) im Schlamm kann von folgender Annahme ausgegangen werden:
 - < 1: gering, keine Pflanzenschädigung
 - 1-2: normal, keine Pflanzenschädigung
 - 2-4: leicht erhöht, evtl. Schäden bei salzempfindlichen Pflanzen
 - > 4: erhöht, Schäden bei vielen Pflanzen.Bei Salzgehalten über 2 mS cm^{-1} wird die Applikation bei jungen Pflanzenbeständen, die salzempfindlich reagieren könnten (z.B. Mais, Kartoffeln, Bohnen, Erbsen, Rotklee, Tabak), nicht empfohlen.
- Wird Schlamm aus einer Aquakulturanlage auf landwirtschaftlichen Nutzflächen verwertet, so darf er keine chemische Belastung über dem Richtwert nach der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) aufweisen. Dieser Nachweis ist gegenüber der zuständigen Behörde mit repräsentativen Messungen zu erbringen.
- Mit Körnungsanalysen ist gegenüber der zuständigen Behörde der Nachweis zu erbringen, dass sich die landwirtschaftliche Zielfläche für den aufzutragenden Schlamm eignet.
- Auf der Zielfläche dürfen bei ausreichend abgetrocknetem Boden maximal 3 cm stichfester Schlamm aufgetragen werden. Um ein Verschlämmen oder ein Abschwemmen zu verhindern, ist der Schlamm direkt nach dem Auftrag oberflächlich in den Boden einzuarbeiten (grubbern oder eggen). Ackerbauflächen sind den Futterbauflächen vorzuziehen.
- Bei einer landwirtschaftlichen Verwertung muss die Abgabe schriftlich (z.B. mit einem Abnahmevertrag) geregelt werden.

9 REINIGUNG UND DESINFEKTION

In Aquakulturanlagen sind Becken, Gerätschaften und Fussbäder für Stiefel regelmässig zu reinigen und zu desinfizieren. Es macht einen Unterschied, ob die Arbeiten in entleerten oder nicht entleerten Becken durchgeführt werden. Aufgrund der Toxizität der Reinigungs- und Desinfektionsmittel gegenüber Wasserorganismen ist das Abwasser im Regelfall über die öffentliche Schmutzwasserkanalisation einer kommunalen Abwasserreinigungsanlage (ARA) zuzuführen oder in eine aktiv betriebene Jauchegrube (bei Landwirtschaftsbetrieben) zu leiten. Die Einleitung in ein Gewässer ist nicht zulässig. Ausnahmen sind mit den zuständigen kantonalen Behörden abzusprechen, z.B. falls die Behandlungsmittel vor dem Einleiten in ein Gewässer mittels Stehenlassens über eine längere Zeit oder durch Zugabe einer chemischen Substanz deaktiviert werden können. Als Beispiel sei hier die Reduzierung von Aktivchlor mit Natriumthiosulfat auf eine Konzentration von $< 0.05 \text{ mg Cl I}^{-1}$ erwähnt.

Entleerte Aquakulturbecken

Bei der Reinigung von entleerten Becken können feste Abfälle (z.B. Schlamm aus Fäkalien und Futterresten) und Verunreinigungen (z.B. Algen, Ablagerungen) mechanisch mit Besen, Bürsten, Spatel usw. oder mit einem Hochdruckreiniger entfernt werden.

Die Desinfektion von entleerten Becken, Gerätschaften und Fussbädern kann entweder mit physikalischen Mitteln, z.B. Trockenlegung während 15 Tagen oder mit Hitze (gesättigter Wasserdampf von mind. $100 \text{ }^\circ\text{C}$, Abflambrenner), mit Hilfe chemischer Substanzen (z.B. Alkohol, Ameisensäure, Essigsäure, Wasserstoffperoxid, Zitronensäure) oder anderer handelsüblicher Desinfektionsmittel erreicht werden.

Nicht entleerte Becken

Die Desinfektion von nicht entleerten Becken, also in Anwesenheit von darin lebenden Organismen, sollte nur nach Rücksprache mit einem Fachspezialisten, also einem Tierarzt für Fische, erfolgen.

10 BEWILLIGUNGEN

10.1 Gewässerschutz

- **Bewilligung/Konzession zur Nutzung von öffentlichem Oberflächen-, Grund- und Quellwasser**
Wer über den Gemeindegebrauch hinaus einem Fliessgewässer mit ständiger Wasserführung oder aus Seen/Grundwasservorkommen (welche die Wasserführung eines Fliessgewässers mit ständiger Wasserführung wesentlich beeinflussen) Wasser entnimmt, braucht eine Bewilligung oder Konzession der zuständigen Behörde (Kanton oder Gemeinde).
- **Reinhaltung der Gewässer/Gewässerschutzrechtliche Bewilligungen**
Eine Bewilligung braucht, wer Ablaufwasser in ein Gewässer oder eine öffentliche Kanalisation einleiten will.

10.2 Weitere Bewilligungs- / Registrierungs- und Meldepflichten

- **Bewilligungspflicht gemäss Fischereigesetzgebung**
(Art. 8 BGF, Abs. 3)
Eingriffe in die Gewässer, ihren Wasserhaushalt oder ihren Verlauf sowie Eingriffe in die Ufer und den Grund von Gewässern benötigen eine Bewilligung.
- **Registrierung von Aquakulturbetrieben**
(Art. 21 TSV)
Die kantonale Meldestelle für die Registrierung von Tierhaltungen erfasst auch Aquakulturanlagen.
- **Bewilligungspflicht gemäss Tierschutzgesetzgebung**
(Art. 89, 90 TSchV)
Gewerbmässige Wildtierhaltungen bedürfen einer kantonalen Bewilligung. Ebenso ist das private Halten von Fischen, die in Freiheit mehr als 1 m lang werden, ausgenommen einheimische Arten, nach der Fischereigesetzgebung, bewilligungspflichtig.
- **Bewilligungspflicht für Tierversuche**
(Art. 18 TSchG)
Wer mit Fischen Tierversuche durchführen will, benötigt eine Tierversuchsbewilligung.
- **Meldepflicht/ Bewilligungspflicht gemäss Lebensmittelgesetzgebung**
(Art. 12 und 13 LGV)
Wer Lebensmittel herstellt, verarbeitet, behandelt, lagert, transportiert, abgibt, einführt oder ausführt, hat seine Tätigkeit der kantonalen Fachstelle zu melden. Betriebe, die Lebensmittel tierischer Herkunft herstellen, verarbeiten, behandeln, lagern oder abgeben, bedürfen der Bewilligung durch die zuständige kantonale Vollzugsbehörde.

Meldepflicht besteht auch bei Betrieben, die nur im Bereich der Primärproduktion tätig sind (Abgabe lebender oder toter Fische ohne weitere Verarbeitung) und bei Betrieben, die Lebensmittel tierischer Herkunft nur in geringen Mengen herstellen, verarbeiten, behandeln oder lagern und direkt an Konsumentinnen und Konsumenten abgeben.

Die Bewilligungsverfahren sind von Kanton zu Kanton verschieden und dementsprechend nicht aufgeführt.

11 GESETZLICHE GRUNDLAGEN

11.1 Wasserentnahme

Die über den Gemeingebrauch hinausgehende Wasserentnahme aus einem Fließgewässer mit ständiger Wasserführung benötigt eine Bewilligung (GSchG Art. 29).

11.2 Stand der Technik

Die nach dem Stand der Technik notwendigen Massnahmen sind zu treffen, um Verunreinigungen der Gewässer zu vermeiden. Es muss der Nachweis der Übereinstimmung mit dem Stand der Technik erbracht werden. Der Betrieb hat kein Recht ein Gewässer zu belasten, wenn gemäss dem Stand der Technik ein tieferer Einleitgrenzwert erreicht werden kann (in Analogie zu GSchV Anh. 3.3 Ziff. 1).

11.3 Ökologische Ziele und Anforderungen an die Wasserqualität

- Die Wasserqualität soll so beschaffen sein, dass Stoffe, die Gewässer verunreinigen können und die durch menschliche Tätigkeit ins Wasser gelangen können, keine nachteiligen Einwirkungen auf die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen haben (GSchV Anh. 1, Ziffer 3).
- Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass sich im Gewässer keine mit blossen Auge sichtbaren Kolonien von Bakterien, Pilzen oder Protozoen und keine unnatürlichen Wucherungen von Algen oder höheren Wasserpflanzen bilden (GSchV Anh. 2, Ziffer 11, Absatz 1a).

11.4 Abwasser – Allgemeines

Zweck des Gewässerschutzes ist die Verhinderung und Behebung nachteiliger Einwirkungen auf die Gewässer. Dieser oberste Grundsatz ist im GSchG definiert (2. Titel, 1. Kapitel, Reinhaltung der Gewässer).

- Verschmutztes Abwasser muss behandelt werden und darf nur mit Bewilligung der kantonalen Behörde in ein Gewässer eingeleitet oder versickert werden (GSchG Art. 7).
- Die eingeleiteten Abwässer aus Aquakulturen müssen die Bedingungen von Anhang 3.3 Ziffer 27 GSchV einhalten.
- Wenn für bestimmte Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, keine Anforderungen in der GSchV Anhang 3.3 Ziff. 27 enthalten sind, so legt die Behörde in der Bewilligung auf Grund des Standes der Technik, des Zustandes des Gewässers und der Eigenschaften des Abwassers die erforderlichen Anforderungen im Einzelfall fest (GSchV Anh. 3.3, Ziff. 1, Abs. 1).
- Der Betreiber der Aquakultur hat dafür zu sorgen, dass die Belastung durch Schadstoffe an ihrer Quelle begrenzt und die Einleitung solcher Stoffe in die natürliche Umgebung reduziert wird. Betreiber der Anlagen sind verpflichtet, nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden und alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden (GSchG Art. 3).
- Die Anlagen sind zu optimieren, damit so wenig Stoffe und so wenig Abwässer wie möglich in die Gewässer gelangen (GSchG Art. 3).
- Es liegt in der Pflicht der Betriebe, alle erforderlichen Daten und Angaben zur Unbedenklichkeit der Einleitung ihrer Abwässer nachzuweisen, dies gehört zur Sorgfalts- und Auskunftspflichtpflicht, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden (GSchG Art. 3 und USG Art. 46).
- Flüssige oder feste Abfälle dürfen nicht in die Kanalisation eingeleitet werden (GSchV Art. 10). Dies gilt ebenfalls für wassergefährdende Flüssigkeiten (z. B. Desinfektionsmittel)

11.5 Einleitung in ein Oberflächengewässer

- Eine Einleitung in ein Gewässer benötigt eine Bewilligung der zuständigen Behörde (GSchG Art. 7, GSchV Art. 6).
- Die Anforderungen an die Wasserqualität der Oberflächengewässer gemäss GSchV Anhang 2 müssen unterhalb der Einleitung der Aquakulturanlage nach vollständiger Durchmischung eingehalten werden. Infiltriert das Oberflächengewässer in das als Trinkwasser genutzte oder dafür vorgesehene Grundwasser, dürfen die Anforderungen an Grundwasser gemäss GSchV Anhang 2 nicht überschritten werden.
- Durch Einleitung von Ablaufwasser darf sich im Gewässer nach weitgehender Durchmischung insbesondere kein Schlamm und keine Trübung bilden (GSchV Anh. 2, Ziff. 11, Abs. 2).
- Sofern die Anforderungen nicht eingehalten werden, ist eine Behandlung erforderlich (GSchG, Art. 7).

- Die Anforderungen müssen verschärft oder ergänzt werden, wenn die Anforderungen an die Wasserqualität nach GSchV, Anhang 2 nicht erfüllt werden oder wenn feststeht, dass die ungenügende Wasserqualität zu einem wesentlichen Teil auf die Einleitung des Abwassers zurückzuführen ist und die Massnahmen nicht unverhältnismässig sind (GSchV Art. 6, Abs. 2).
- Grundsätzlich liegt es in der Pflicht der Betriebe, alle erforderlichen Daten und Angaben zur Unbedenklichkeit der Einleitung ihrer Aquakultur-Abwässer nachzuweisen. Dies gehört zur Sorgfalts- und Auskunftspflicht, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden (GSchG Art. 3 und USG Art. 46).

11.6 Einleitung in die Kanalisation

- Eine Bewilligung ist bei Einleitung in die Kanalisation erforderlich (GSchV Art. 7).
- Die der Kanalisation zugeleiteten Abwässer aus Aquakulturanlagen haben mindestens den Anforderungen nach GSchV Anhang 3.3 zu entsprechen. Weitergehende Anforderungen müssen von der Behörde im Einzelfall festgelegt werden (siehe **Kapitel 11.4**).
- Sofern die Anforderungen nicht eingehalten werden, ist eine Vorbehandlung erforderlich (GSchG, Art. 12).
- Die Anforderungen müssen verschärft oder ergänzt werden, wenn durch die Einleitung des Abwassers der Betrieb der öffentlichen Kanalisation oder der zentralen Abwasserreinigungsanlage erschwert oder gestört ist. Zudem muss die Abbaubarkeit des Abwassers bei der ARA gewährleistet bleiben (GSchV Art. 7 Abs. 2).
- Die kantonale Behörde entscheidet über die zweckmässige Entsorgung von Abwasser, das für die Behandlung in einer zentralen Abwasserreinigungsanlage nicht geeignet ist (GSchG Art. 12 Abs. 2).
- Falls nötig, muss mit dem Lieferanten der Abwasservorbehandlungsanlage (AVA) ein Wartungsvertrag abgeschlossen werden, sofern die für die AVA zuständige Person die Kompetenzen zum fachgerechten Betrieb und zur Kontrolle der AVA nicht besitzt (GSchV Art. 13).

11.7 Entsorgung der Fischgülle

- Gemäss GSchV Art. 22 fallen Fischzuchtanlagen unter «übrige Betriebe mit gewerblicher Nutztierhaltung».
- Gemäss DüV Art. 5, Abs. 2a sind Gülle, Mist, Mistwässer, Gülleseparierungsprodukte, Silosäfte und vergleichbare Abgänge aus der landwirtschaftlichen oder gewerblichen Nutztierhaltung ein Hofdünger.
- Gemäss Art. 14, GSchG haben Betriebe mit Nutztierhaltung unter anderem folgende Auflagen zu erfüllen:
 - Auf jedem Betrieb mit Nutztierhaltung ist eine ausgeglichene Düngerbilanz anzustreben.
 - Hofdünger muss umweltverträglich und entsprechend dem Stand der Technik landwirtschaftlich oder gartenbaulich verwertet werden.
 - Im Betrieb müssen dafür Lagereinrichtungen mit einer Kapazität von mindestens drei Monaten vorhanden sein. Die kantonale Behörde kann jedoch für Betriebe im Berggebiet oder in ungünstigen klimatischen oder besonderen pflanzenbaulichen Verhältnissen eine grössere Lagerkapazität anordnen.
 - Betriebe, die Dünger abgeben, müssen jede Abgabe im Informationssystem nach Artikel 165f des Landwirtschaftsgesetzes vom 29. April 1998 erfassen (HODUFLU).
 - Pro ha darf maximal der Dünger von 3 Düngergrossvieheinheiten (DGVE) ausgebracht werden (45 kg P und 315 kg N). Die 315 kg N sind der gesamte anfallende N, ohne jeglichen Verlust (z.B. bei der Lagerung oder Ausbringung). Die kantonale Behörde setzt die pro ha zulässigen DGVE herab, soweit Bodenbelastbarkeit, Höhenlage und topographische Verhältnisse dies erfordern.
 - Die Schadstoffgrenzwerte der ChemRRV Anhang 2.6 Ziffer 2.2.1 Absatz 4 gelten nicht für Hofdünger, die für den eigenen Betrieb bestimmt sind und die von einem Betrieb mit Nutztierhaltung direkt an die Endverbraucherin oder den Endverbraucher abgegeben werden.
- Wird die Fischgülle als Hofdünger direkt auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht richtet sich die Bemessung der zulässigen Hofdüngergaben in erster Linie nach dem N- und P-Bedarf der Kulturen gemäss Düngungsrichtlinien [8] und dem Gehalt an pflanzen-verfügbarem N und P der Fischgülle. Da die N- und P-Gehalte sehr stark schwanken (vgl. **Tabelle 15**), kann eine korrekte Verwendung der Fischgülle nur dann erfolgen, wenn die Nährstoffgehalte pro m³ bekannt sind.
- Beim Einsatz als Gärgut nach Behandlung in einer Biogasanlage ist zusätzlich ChemRRV Anhang 2.6, Ziffer 3.2.2, Absatz 1 massgebend. Es dürfen auf einer Hektare innert drei Jahren maximal 200 m³

flüssiges Gärgut zu Dünge Zwecken verwendet werden, wenn dadurch der Bedarf der Pflanzen an Stickstoff und Phosphor nicht übertroffen wird.

11.8 Ausbildung, funktionstüchtiger Zustand, Probeentnahmen, Betriebsüberwachung

- Die für den Betrieb der Abwasservorbehandlungsanlage verantwortliche Person muss bezeichnet werden (GSchV Art. 13).
- Inhaber von Abwasservorbehandlungsanlagen, die Abwasser in die öffentliche Kanalisation oder in ein Gewässer einleiten, müssen die Anlagen in funktionstüchtigem Zustand halten. Sie müssen sicherstellen, dass das Betriebspersonal über die erforderlichen Fachkenntnisse verfügt. Ferner müssen sie die Abwassermenge sowie die Mengen und Konzentrationen der eingeleiteten Stoffe mittels repräsentativer Probeentnahmen und -analysen ermitteln. Für eine gut funktionierende Betriebsüberwachung sind ggf. ebenfalls Online-Sonden zu installieren (GSchV Art. 13, Art. 14).
- Die Anlagen müssen korrekt unterhalten und regelmässig gewartet werden (GSchV Art. 13). Ebenso ist die Werterhaltung der Installationen wichtig, damit die Abwasserbehandlung langfristig und wirtschaftlich gesichert ist.

11.9 Havarien

- Bei Risiko eines Schadstoffaustrags im Falle einer Havarie, müssen geeignete technische und bauliche Massnahmen erstellt werden, welche die Rückhaltung gewährleisten, damit das Risiko einer Gewässerunreinigung durch ausserordentliche Ereignisse vermindert wird (GSchV Art. 16).
- Bei Grenzwertüberschreitungen, Havarien oder Betriebsstörungen sind die zuständigen Behörden unverzüglich zu benachrichtigen. Die Firma hat umgehend den Ursachen nachzugehen und diese zu beheben. Bei einer Havarie muss die Einleitung umgehend gestoppt werden.

VERZEICHNISSE

Glossar

Abflussmenge Q_{347}	Abflussmenge eines Gewässers, welche im Durchschnitt während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird und nicht wesentlich durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser beeinflusst wird (GSchG, Art. 4 Bst. h). Die Bestimmung erfolgt über Abflussmessungen, gemittelt über 10 Jahre, oder über Abschätzung[9].
Ablaufwasser	Beim Ablaufwasser handelt es sich um Abwasser aus der Aquakulturanlage welches behandelt oder unbehandelt aus dem Betriebsareal geleitet wird.
Akkreditiertes Labor	Von der zuständigen Behörde formal anerkanntes Labor, welches die generellen Anforderungen und die Richtlinien zur Qualitätssicherung nachweislich einhält. Wird je nach Behörde festgelegt
Futterquotient	(engl. FCR: feeding conversion ratio) Ist in der Tierproduktion ein Mass für die Effizienz bei der Umwandlung von Futter-Masse zur Erhöhung der Körpermasse. Futterquotient [-] = aufgenommenes Futter [kg] pro Zuwachs [kg]
Gewässer, ökologisch wertvoll	gelten alle Gewässer in Naturschutzgebieten wie Biotopen, Moorlandschaften, Wasser- und Zugvogelreservaten die von nationaler und internationaler Bedeutung sind. Zudem alle Gewässer in denen Arten vorkommen, die auf der roten Liste stehen.
HODUFLU	Internetprogramm zur einheitlichen Verwaltung von Hof- und Recyclingdüngerverschiebungen in der Landwirtschaft
Kolmation	Verringerung der Bodendurchlässigkeit für Wasser.
Schlamm	Der Schlamm in Fischzuchtanlagen besteht aus Fischfäkalien, Futtermittelrückständen und aus anorganischen und organischen Feststoffen der Wasserbezugsquelle(n).
Schlammwasser	Bei der Eindickung von Schlammwasser erhalten wir Schlamm und abgetrenntes Wasser. Das abgetrennte Wasser muss die gleichen Anforderungen wie Ablaufwasser einhalten.
Suisse-Bilanz	Methode zur Bilanzierung der Nährstoffe gemäss Direktzahlungsverordnung (SR 910.13)
SwissGAP	Anforderungskatalog für gute Agrarpraxis

Abkürzungen

ARA	Abwasserreinigungsanlage
AVA	Abwasservorbehandlungsanlage
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BLV	Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
BSB₅	Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen
C_{GSchV}	Maximale Konzentration (gesetzliche Anforderungen an die Gewässerqualität)[mg l ⁻¹]
C_{N-Cv}	Maximale Konzentrationserhöhung im Fliessgewässer (VSA-Empfehlung)[mg l ⁻¹]
C_v	Konzentration im Fliessgewässer vor der Abwassereinleitung [mg l ⁻¹]
C_N	Konzentration im Fliessgewässer nach der Abwassereinleitung [mg l ⁻¹] (ca. 10 mal Breite des Fliessgewässers)
C_z	Konzentration im Zulaufwasser der Aquakulturanlage [mg l ⁻¹]
C_A	Konzentration im Ablaufwasser der Aquakulturanlage [mg l ⁻¹]
C_{AA}	Konzentration im Ablaufwasser, abhängig vom Abwasseranteil [mg l ⁻¹]
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DGVE	Düngegrossvieheinheiten
EVD/WBF	Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements, neu Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung
IS	Intensitätsstufe
Q_A	Jährliche Ablaufwassermenge der Aquakulturanlage [l s ⁻¹]
$Q_{A, max}$	Maximale jährliche Ablaufwassermenge der Aquakulturanlage aufgrund der Konzession für die Wassernutzung [l s ⁻¹]
Q_{347}	Niedrigwasserabflussmenge des Fliessgewässers [l s ⁻¹]
F_A	Jährliche Futtermittelmenge [kg]
GA	gesetzliche Anforderungen (inkl. Anforderungen im Einzelfall)
BA	belastungsabhängige Anforderungen

Literaturverzeichnis

- [1] **VSA (2022)** Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Leitfaden *Aquakulturanlagen, Teil 2: «Stand der Technik zur Reduktion von Emissionen»*
- [2] **VSA (2022)** Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Merkblatt *Stand der Technik*
- [3] **Rümler (2015)** Institut für Binnenfischerei (IfB). Potsdam, Förderinitiative Nachhaltige Aquakultur: *Untersuchungen zur Aufbereitung des Ablauf- bzw. Reinigungswassers geschlossener Warmwasserkreislaufanlagen zur Aufzucht verschiedener Fischarten.*
- [4] **Eawag (2011)** Faktenblatt *Strassentsalzung*
- [5] **Flesch (2020)** Universität für Bodenkultur Wien, Masterarbeit *Auswirkungen salzhaltiger Strassenabwässer auf die Funktion und den Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen mit dem Belebtschlammverfahren*
- [6] **BAFU (2007)** Modul-Stufen-Konzept *Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, Äusserer Aspekt.*
- [7] **BAFU (2010)** Modul-Stufen-Konzept *Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe*
- [8] **Agroscope (2017):** *Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau GRUD, Modul 7 Düngung und Umwelt*
- [9] **BUWAL / BAFU (2000)** *Wegleitung Angemessene Restwassermengen – Wie können sie bestimmt werden, Kap. 7, S. 77*
- [10] **Junghans (2019)** *Kurzbericht/Ergebnisse Qualitätskriterien für Fischarzneimittel*

Gesetze und Verordnungen

ASchV	Artenschutzverordnung (SR 453)
BGBB	Bundesgesetz über das bäuerliche Bodenrecht (SR 211.412.11)
BGF	Bundesgesetz über die Fischerei (SR 923.0)
BLV	Verordnung des BLV über die Haltung von Wildtieren (Wildtierverordnung SR 455.110.3)
ChemRRV	Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, SR 814.81)
DüV	Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngern (Dünger-Verordnung SR 916.171)
EDAV	Verordnung über die Ein-, Durch- und Ausfuhr von Tieren und Tierprodukten (SR 916.443.10)
GSchG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz; SR 814.20)
GSchV	Gewässerschutzverordnung (SR 814.201)
HMG	Bundesgesetz über Arzneimittel und Medizinprodukte (Heilmittelgesetz SR 812.21)
LGV	Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung (SR 817.02)
LMG	Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (Lebensmittelgesetz SR 817.0)
LwG	Bundesgesetz über die Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz, SR 910.1)
TAMV	Tierarzneimittelverordnung (SR 812.212.27)
TSchG	Tierschutzgesetz (SR 455)
TSchV	Tierschutzverordnung (SR 455.1)
TSG	Tierseuchengesetz (SR 916.40)
TSV	Tierseuchenverordnung (SR 916.401)
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz; SR 814.01)
VBBö	Verordnung über Belastung des Bodens (SR 814.12)
VBGF	Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (SR 923.01)
VHyS	Verordnung des EVD über die Hygiene beim Schlachten (SR 817.190.1)
VSKF	Verordnung über das Schlachten und die Fleischkontrolle (SR 817.190)
VTNP	Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten (916.441.22)
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (SR 814.600)

ANHANG 1 PROBENAHMEN UND ABWASSERANALYSEN

Probenahme

Der Probenahme kommt eine besondere Bedeutung zu: sie muss repräsentativ sein, damit die Analyseergebnisse interpretierbar sind und gegebenenfalls auch vor Gericht Bestand haben.

Die Vorgaben folgender Vorschriften sollten bei einer Probenahme berücksichtigt werden:

DIN 38 402 (A)

- Teil 11 Probenahme von Abwasser
- Teil 12 Probenahme stehender Gewässer
- Teil 15 Probenahme aus Fließgewässern
- Teil 30 Vorbehandlung, Homogenisierung und Teilung heterogener Wasserproben

DIN EN ISO

- 5 667- 1 Anleitung zur Erstellung von Probenahmeprogrammen und Probenahmetechniken
- 5 667- 3 Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Proben - A21
- 5 667- 13 Anleitung zur Probenahme von Schlämmen aus Abwasserbehandlungs- und Wasseraufbereitungsanlagen

Probenahmestellen

Es wird unterschieden zwischen verschiedenen Stellen der Probenahme:

- Zulauf (aus Gewässer, Quellen, aus Trinkwassernetz, etc.);
- Ablauf (zur Bewässerung, in die Schmutzwasserkanalisation, in ein Gewässer);
Bei der Wahl des Probenahmeortes im Ablauf ist darauf zu achten, dass nur das betriebsspezifische Ablaufwasser (Beckenwasser vor Vermischung mit anderem Wasser) erfasst wird.
- Schlamm (Fäkalien aus Aquakulturanlagen).

Probenahmehäufigkeit

a) Bei Einleitung in ein Fließgewässer

Die Häufigkeit der Untersuchungen kann aufgrund der verwendeten Futtermittelmenge in Tonnen pro Jahr [$t a^{-1}$] festgelegt werden:

Futtermittelmenge [$t a^{-1}$]	Häufigkeit
< 1	jährlich oder nach Bedarf
1 - 10	halbjährlich
10 - 100	quartalsweise
100 - 1000	monatlich
> 1000	wöchentlich

b) Bei Einleitung in eine ARA

Die Probenahmehäufigkeit ist abhängig von der Abwassermenge resp. Nährstoffbelastung der Aquakulturanlage. In folgender Tabelle sind die Häufigkeiten festgelegt (vorbehalten bleiben die kommunalen Regelungen und die Satzungen des Abwasserverbandes):

Einwohnerwert [EW]	Häufigkeit
1 - 30	halbjährlich
30 - 300	monatlich
300 - 3000	wöchentlich
> 3000	täglich

Abwasseranalysen

Nachfolgend eine Auflistung der wichtigsten Normen für die Abwasseranalysen:

Parameter / Prüfumfang	Messtechnik	Referenzmethode
Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)	Gravimetrisch	DIN 38409 Teil 2
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	Nasschemische oder thermische Oxidation, IR-Detektion	DIN EN 1484
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	Nasschemische oder thermische Oxidation, IR-Detektion	DIN EN 1484
Ammonium NH₃/NH₄⁺	Photometrisch Fließanalytik Photometrisch	DIN 38406-5 DIN EN ISO 11732 DIN ISO 15923-1
Phosphor gesamt (P_{tot})	Photometrisch nach Aufschluss Fließanalytik (FIA und CFA) Fließanalytik (FIA und CFA) Induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES) Induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS)	DIN EN ISO 6878 DIN EN ISO 15681-1 DIN EN ISO 15681-2 DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	Küvettest Bereich über 15 mg l ⁻¹ Bereich 5 bis 50 mg l ⁻¹	DIN ISO 15705 DIN 38409-H41 DIN 38409 H44
Stickstoff gesamt (TN)	Thermische Oxidation / IR-Detektion Aufschluss Peroxidisulfat	DIN EN 12260 DIN EN ISO 11905-1
Stickstoff nach Kjeldahl	Titrimetrisch nach Aufschluss	DIN EN 25663
Nitrat (NO₃⁻)	Photometrisch, Ionenchromatographie IC Fließanalytik (CFA und FIA) und Spektrometrisch Photometrisch Photometrisch	DIN EN ISO 10304-1 DIN EN ISO 13395 DIN 38405-9 DIN ISO 15923-1
Nitrit (NO₂⁻)	Photometrisch Flüssigkeits-Ionenchromatographie Fließanalytik (CFA und FIA) und Spektrometrisch Photometrisch	DIN EN 26777 DIN EN ISO 10304-1 DIN EN ISO 13395 DIN EN ISO 15923-1
ortho-Phosphat (PO₄³⁻)	Photometrisch Ionenchromatographie Fließanalytik (FIA und CFA) Fließanalytik (FIA und CFA)	DIN EN ISO 6878 DIN EN ISO 10304-1 DIN EN ISO 15681-1 DIN EN ISO 15681-2
Elektrische Leitfähigkeit	Conductometrisch	EN ISO 27888
pH-Wert	Potentiometrisch mit pH-Elektrode,	DIN EN ISO 10523
Sauerstoff gelöst	Titrimetrisch nach Winkler Sauerstoff-Elektrode (Feldmethode) Optisches Verfahren	DIN EN 25813 DIN EN ISO 5814 DIN ISO 17289-12

Akkreditierten Laboren steht es frei normierte Verfahren zu modifizieren oder eigene Verfahren zu verwenden. Die Vergleichbarkeit der Resultate mit den Normverfahren muss belegt sein.

Schlammanalysen

Nachfolgend eine Auflistung der wichtigsten Normen für die Schlammanalysen:

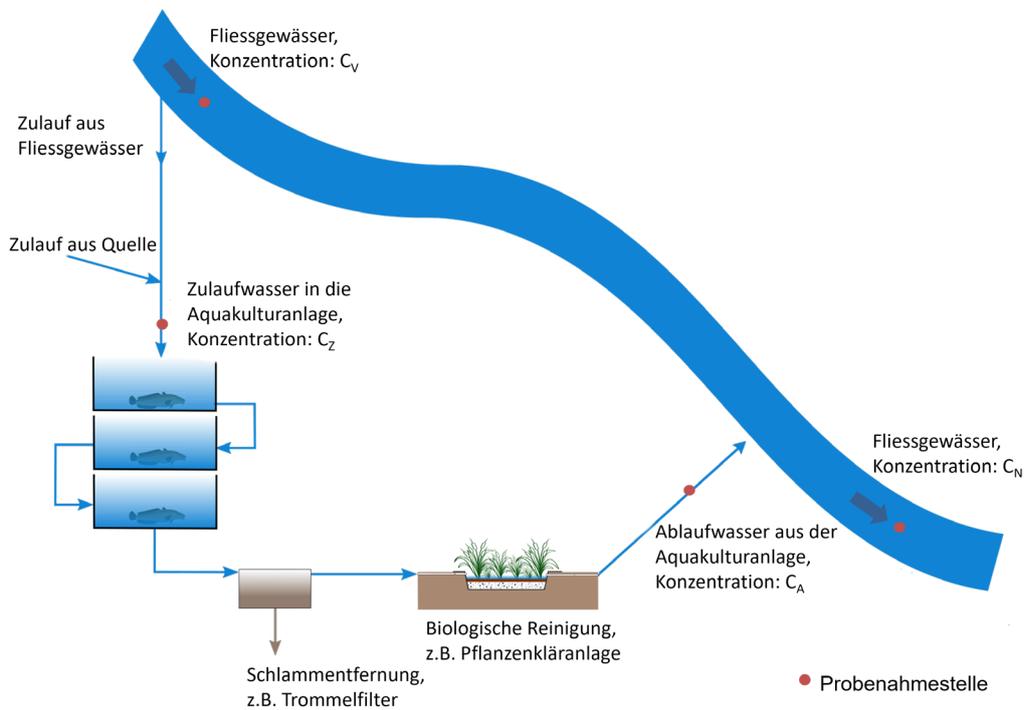
Parameter / Prüfumfang	Messtechnik	Referenzmethode
Gesamtposphor	Quantitative Oxidation bis 50 g kg ⁻¹ Phosphor	DIN EN 14672:2005-10
Trockenrückstand/Wassergehalt	Gravimetrie	DIN EN 12880:2001-02
Metalle, Schwefel, Phosphor	ICP-AES	DIN 38406-22:1988-03

ANHANG 2 BERECHNUNGEN UND BEURTEILUNGEN IM ZUSAMMENHANG MIT DER EINLEI- TUNG VON ABLAUFWASSER AUS EINER AQUAKULTURANLAGE IN EIN FLIESSGE- WÄSSER

Kenngrößen

Die in und unter der nachfolgenden Grafik aufgeführten Kenngrößen werden benötigt für:

- die Beurteilung der **gesetzlichen Anforderungen an den Zustand der Gewässer** (Kapitel 6.3.2)
- die Festlegung der **maximalen Konzentrationserhöhungen in einem Fließgewässer** (Kapitel 6.3.3)
- die Bestimmung der **Intensitätsstufe einer Aquakulturanlage** (Kapitel 6.3.4)
- die Beurteilung der **Anforderungen an den Stand der Technik** (Kapitel 6.3.4)
- die Beurteilung der **gesetzlichen Anforderungen an das Ablaufwasser** (Kapitel 6.3.5)
- die Festlegung der weiteren **Anforderungen an das Ablaufwasser bei kleinen Fließgewässern** (Kapitel 6.3.6.1)



Beurteilung der Anforderungen an den Zustand der Gewässer

(siehe auch Kapitel 6.3.1.2)

Beispiel:

Die Grundbelastung des Fliessgewässers beträgt für

- DOC 3.0 mg C l⁻¹
- Ammonium-N 0.027 mg N l⁻¹
- Phosphor 0.062 mg P l⁻¹.
- Die Wassertemperatur des Fliessgewässers beträgt 12°C.

Darf in dieses Gewässer Ablaufwasser einer Aquakultur eingeleitet werden?

Lösungsansatz: Siehe **Tabelle 6** und **Tabelle 7**: Gesetzliche Anforderungen an die Gewässerqualität

Parameter	Grundbelastung	Anforderung Tabelle 6 und Tabelle 7	Antwort
DOC	3.0 mg C l ⁻¹	≤ 4 mg C l ⁻¹	= Ja
Ammonium-N	0.027 mg N l ⁻¹	≤ 0.2 mg N l ⁻¹	= Ja
Phosphor-P	0.062 mg P l ⁻¹	≤ 0.07 mg P l ⁻¹	= Ja

Antwort:

Grundsätzlich ja. Allerdings gilt die Anforderung für Phosphor nur für neue bzw. zu sanierende Aquakulturanlagen.

Überprüfung der maximalen Konzentrationserhöhungen in einem Fliessgewässer

(nur bei neuen bzw. zu sanierenden Anlagen; Kapitel 6.3.1.2)

Beispiel Mastzuchtanlage:

Die Grundbelastung des Fliessgewässers beträgt bei 9°C für

- DOC 3.0 mg C l⁻¹
- Ammonium-N 0.027 mg N l⁻¹
- Phosphor-P 0.062 mg P l⁻¹.

Darf das Ablaufwasser der Mastzuchtanlage die maximale Konzentrationserhöhung ausschöpfen?

Lösungsansatz: Zur Grundbelastung sind die Werte gemäss VSA-Empfehlung für maximale Konzentrationserhöhungen im Fliessgewässer (**Tabelle 8**) zu addieren und mit den Anforderungen an die Gewässerqualität (**Tabelle 6** und **Tabelle 7**) zu vergleichen.

Parameter	Grundbelastung	Tabelle 8	Tabelle 6 und Tabelle 7	Antwort
DOC	3.0 mg C l ⁻¹	+ 1.0 mg C l ⁻¹)	≤ 4 mg C l ⁻¹	= Ja
Ammonium-N	0.027 mg N l ⁻¹	+ 0.16 mg N l ⁻¹)	≤ 0.4 mg N l ⁻¹	= Ja
Phosphor-P	0.062 mg P l ⁻¹	+ 0.015 mg P l ⁻¹)	≤ 0.07 mg P l ⁻¹	= Nein

Antwort:

Nein. Die Belastung mit Phosphor ist so hoch, dass die Anforderungen an den Zustand der Gewässer überschritten würden. Im vorliegenden Fall kann nach Vermischung des Ablaufwassers mit dem Fliessgewässer lediglich eine maximale Konzentrationserhöhung des Phosphors von 0.008 mg P l⁻¹ toleriert werden.

Beispiel Bio-Fischzuchtanlage:

Die Grundbelastung des Fliessgewässers beträgt bei 16°C für

- DOC 0.6 mg C l⁻¹
- Ammonium-N 0.09 mg N l⁻¹
- Phosphor 0.005 mg P l⁻¹.

Darf das Ablaufwasser der Bio-Fischzuchtanlage die maximale Konzentrationserhöhung ausschöpfen?

Lösungsansatz: siehe vorige Beispiele

Parameter	Grundbelastung	Tabelle 8	Tabelle 6 und Tabelle 7	Antwort
DOC	0.6 mg C l ⁻¹	+ 1.0 mg C l ⁻¹	≤ 1 mg C l ⁻¹	= Nein
Ammonium-N	0.09 mg N l ⁻¹	+ 0.08 mg N l ⁻¹	≤ 0.2 mg N l ⁻¹	= Ja
Phosphor-P	0.005 mg P l ⁻¹	+ 0.015 mg P l ⁻¹	≤ 0.07 mg P l ⁻¹	= Ja

Antwort:

Aufgrund der Grundbelastung an DOC handelt es sich um ein natürlicherweise wenig belastetes Gewässer. Deshalb dürfte die Fischzuchtanlage eine maximale DOC-Erhöhung von lediglich 0.4 mg C l⁻¹ beitragen.

Beurteilung der Anforderungen an den Stand der Technik

(siehe auch Kapitel 6.3.4)

Beispiel:

Am Probennahmetag betrug die Ablaufwassermenge 160 l s⁻¹ und es wurden 200 kg Futtermittel gefüttert. Um was für eine Intensitätsstufe handelt es sich bei dieser Aquakulturanlage?

Lösungsansatz:

$$\frac{160 \text{ l s}^{-1} * 60 \text{ s} * 60 \text{ min} * 24 \text{ h}}{200 \text{ [kg d}^{-1}\text{]}} = 69'120 \text{ [l kg}^{-1}\text{]}$$

Tabelle 9 Intensitätsstufe	Wasserverbrauch/Futter [l kg ⁻¹]
1	50'000 - 200'000
2	15'000 - 50'000
3	500 - 15'000
4	50 - 500

Antwort:

Gemäss **Tabelle 9** handelt es sich um eine Aquakulturanlage der Intensitätsstufe 1.

Beispiel:

Am Probennahmetag wurden folgende Konzentrationen im Auslauf resp. Zulauf der Aquakulturanlage gemessen:

Stoffkonzentration [mg l ⁻¹]	Im Auslauf	Im Zulauf	Konzentrationserhöhung
DOC	1.10	0.35	0.75
Ammonium-N	0.92	0.082	0.84
Phosphor-P	0.098	0.0025	0.096

Werden die Richtwerte für die Beurteilung des Standes der Technik eingehalten?

Lösungsansatz:

Siehe **Tabelle 10**: Konzentrationserhöhung im Ablaufwasser der Intensitätsstufe 1

Wasserverbrauch/Futter [l kg ⁻¹]	100'000	50'000	69'120	Ist-Wert	Stand der Technik
DOC [mg C l ⁻¹]	0.4	0.8	0.58	0.75	= Nein
Ammonium-N [mg N l ⁻¹]	0.5	1	0.72	0.84	= Nein
Phosphor-P [mg P l ⁻¹]	0.07	0.14	0.10	0.096	= Ja

Hinweis: die Konzentrationserhöhungen für die 3 Nährstoffe sind linear extrapoliert. Eine Extrapolation ist nur bei den Anlagen > 4000 l kg⁻¹ Futter möglich (siehe **Tabelle 10**).

Antwort:

Die Anlage hält die Richtwerte bezüglich DOC und Ammonium N nicht ein. In diesem Fall wird empfohlen mit Optimierung der Futtermittelzusammensetzung sowie durch Futtermittel- und/oder Schlamm-Management die Nährstoffkonzentration auf der Anlage zu verkleinern und den Stand der Technik zu überprüfen.

Beurteilung der Anforderungen an das Ablaufwasser

(siehe Kapitel 6.3.5)

Beispiel:

Eine Aquakulturanlage mit einem Wasserverbrauch/Futter - Koeffizienten von 8000 l kg^{-1} entspricht dem Stand der Technik.

Werden die emissionsseitigen Anforderungen bei Einleitung des Ablaufwassers einer neuen Aquakulturanlage mit einem Abwasseranteil $< 2\%$ erfüllt?

Lösungsansatz:

Siehe **Tabelle 10**, Konzentrationserhöhungen im Ablaufwasser der Intensitätsstufe 3 sowie **Tabelle 12**:

Tabelle 10				Tabelle 12	
Wasserverbrauch/Futter	[l kg ⁻¹]	15'000	4'000	8000	Max. Konzentration
DOC	[mg C l ⁻¹]	2.7	10	7	≤ 10 = Ja
Ammonium-N	[mg N l ⁻¹]	2.0	2.0	2.0	≤ 2.0 = Ja
Phosphor-P	[mg P l ⁻¹]	0.47	0.7	0.62	≤ 0.8 = Ja

Hinweis: die Konzentrationserhöhungen für die 3 Nährstoffe sind linear extrapoliert. Eine Extrapolation ist nur bei den Anlagen $> 4000 \text{ l kg}^{-1}$ Futter möglich (siehe **Tabelle 10**).

Antwort:

Ja. Ab einem Wasserverbrauch/Futterquotienten von $> 4000 \text{ l/kg}$ werden die Anforderungen an das Ablaufwasser erfüllt sofern die Grundbelastung des Zulaufwassers auf die Aquakulturanlage vernachlässigbar ist.

Berücksichtigung der Anforderungen aufgrund des Abwasseranteils im Fließgewässer

(nur bei neuen bzw. zu sanierenden Anlagen; siehe Kapitel 6.3.6)

Beispiel:

Eine Durchlaufanlage hat eine Konzession für den Bezug von Quellwasser von max. 120 l s^{-1} . Das Q_{347} des Fließgewässers beträgt vor Einleitung der Aquakulturanlage 290 l s^{-1} . Welche maximalen Konzentrationen an DOC, Ammonium-N und Phosphor im Ablaufwasser der Aquakulturanlage gelten bei einer maximalen Temperatur im Winterhalbjahr von $< 10^\circ\text{C}$ resp. im Sommerhalbjahr von $> 10^\circ\text{C}$?

Lösungsansatz:

$$\text{Abwasseranteil} = \frac{120 [\text{l s}^{-1}]}{290 + 120 [\text{l s}^{-1}]} \cdot 100 = 29 \%$$

Massgebend sind die Werte in Tabelle 12.

Abwasseranteil	Gelöste organische Kohlenstoffe (DOC)	Gesamt-Phosphor unfiltriert (P _{tot})	Ammonium (NH ₄ ⁺ -N und NH ₃ -N) bei $> 10^\circ\text{C}$	Ammonium (NH ₄ ⁺ -N und NH ₃ -N) bei $< 10^\circ\text{C}$	Nitrit (NO ₂ ⁻ -N)	Total ungelöste Stoffe (GUS)	Total ungelöste organische Stoffe (TOC-DOC)
[%]	[mg C l ⁻¹]	[mg P l ⁻¹]	[mg N l ⁻¹]	[mg N l ⁻¹]	[mg N l ⁻¹]	[mg l ⁻¹]	[mg l ⁻¹]
20 - 30%	4.0	0.060	0.32	0.64	0.020	6.0	2.4

Antwort:

Siehe Werte in Tabelle (12) oben. Exakte Werte können mit Hilfe der Konzentrationserhöhung und des Abwasseranteils berechnet werden (siehe Kapitel 6.3.6.1).

ANHANG 3 MEDIKAMENTE/DESINFEKTIONSMITTEL

Qualitätskriterien für Wirkstoffe im Gewässer

In der nachfolgenden Tabelle sind chronische sowie akute Qualitätskriterien für Wirkstoffe, die in Aquakulturen eingesetzt werden, aufgeführt [10].

Parameter	Wirkart	Chronisches Qualitätskriterium ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Akutes Qualitätskriterium ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Herkunft Wert
Amoxicilin	Antibiotikum	0.078	0.37	Dänemark
Bronopol	Medikament	0.2	2	RIVM / Ad Hoc Wert Ökotoxzentrum
Florfenicol	Antibiotikum	9	21	Dänemark
Flubendazol	Medikament	0.025	2.2	Oekotoxzentrum ad hoc Wert
Jod	Medikament	10 ^a	10 ^a	Dänemark
Oxitetracyclin	Antibiotikum	10	21	Dänemark
Oxolinsäure	Antibiotikum	15	18	Dänemark
Sulfadimidin (Sulfamethazin)	Antibiotikum	30	30	Oekotoxzentrum
Sulfadoxin	Antibiotikum	Nicht vorhanden		
Tricaine-S (Methan-sulfonat)	Betäubungsmittel	Nicht vorhanden		
Trimethoprim	Antibiotikum	120	210	Ökotoxzentrum

Die aufgeführten Werte sollten nach vollständiger Durchmischung im Gewässer

- im Mittel über zwei Wochen nicht die chronischen Qualitätskriterien resp.
- zu keinem Zeitpunkt die akuten Qualitätskriterien

überschreiten.

Wird einer dieser Werte im Gewässer überschritten, kann nicht mehr ausgeschlossen werden, dass Organismen nachteilig beeinflusst und damit die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung verletzt werden.

Zurzeit existieren keine Messungen zu therapeutischen und anderen Wirkstoffen im Ablaufwasser von Aquakulturanlagen in der Schweiz. Eine Abschätzung der Belastung muss folgende Parameter berücksichtigen:

- Eingesetzte Mengen des Wirkstoffs,
- Dauer des Einsatzes,
- Metabolisierung im Tier,
- Abbau im Wasser,
- Abfluss der Anlage,
- Abfluss des Fließgewässers.

Ebenfalls ungeklärt ist inwieweit durch die eingesetzten Antibiotika Resistenzen bei im Gewässer lebenden Bakterien gebildet werden können.

ANHANG 4 WEITERE ANFORDERUNGEN FÜR FISCHHALTUNGEN UND AQUAKULTURANLAGEN

1. Tiergesundheit

Bestandeskontrolle

(Art. 22 TSV)

Aquakulturanlagen müssen eine Bestandeskontrolle über Herkunft, Bestimmungsort, Zu- und Abgänge, Anzahl, Artzugehörigkeit, Alter, Eier, Samen und die festgestellte Mortalität führen.

Die Bestandeskontrolle ist den Organen der Seuchenpolizei und der Fischereiaufsicht auf Verlangen vorzuweisen. Die Aufzeichnungen sind drei Jahre über die letzte Eintragung hinaus aufzubewahren.

Werden lebende Fische, Fischeier oder Fischesamen in einen anderen Betrieb verbracht, so muss der Tierhalter ein Begleitdokument ausstellen und ein Doppel davon drei Jahre aufbewahren. Das Verbringen von lebenden Wassertieren in ein Gewässer zu Besatzzwecken muss der kantonalen Stelle drei Jahre lang belegt werden können.

Sorgfalts- und Meldepflicht

(Art. 11 TSG; Art. 22 & Art. 61 TSV)

Personen, die Tiere halten, betreuen, behandeln und kontrollieren, müssen im Rahmen ihrer Tätigkeit und ihrer Möglichkeiten dafür sorgen, dass die Tiere keiner Gefährdung durch Tierseuchen ausgesetzt werden. Sie sind verpflichtet, den Ausbruch von Seuchen und seuchenverdächtige Erscheinungen unverzüglich einem Tierarzt zu melden und alle Vorkehrungen zu treffen, um eine Übertragung auf andere Tiere zu verhindern.

Für Tierärzte besteht eine Meldepflicht an die zuständige kantonale Stelle. Tierärzte treffen unverzüglich alle notwendigen Massnahmen, um die Verschleppung der Seuche zu verhindern.

Sanitätspolizeiliche Vorschriften / Überwachung / Beiträge

Über die Einrichtung, den Betrieb und die Beaufsichtigung von Schlacht- und Entsorgungsanlagen, erlässt der Bundesrat die nötigen sanitätspolizeilichen Vorschriften.

Gesundheitsüberwachung von Aquakulturbetrieben

(Art. 23 TSV)

Die Aquakulturbetriebe werden einer risikobasierten periodischen Gesundheitsüberwachung unterzogen. Alle Betreiberinnen und Betreiber von Fischhaltungen haben jährlich Beiträge an die Tierseuchenkasse zu leisten.

Ausbildungsanforderungen

(Art. 97, 197, 198TSchV, Art. 5a VBGF)

Wer eine gewerbsmässige Speise- oder Besatzfischzucht betreibt, muss über eine vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen anerkannte fachspezifische berufsunabhängige Ausbildung verfügen. Wer nicht gewerbsmässig Speisefische, Besatzfische oder Panzerkrebse fängt, markiert, hält, züchtet oder tötet, muss einen Sachkundenachweis nach Artikel 5a der Verordnung vom 24. November 1993 zum Bundesgesetz über die Fischerei erbringen.

Haltung von Fischen

(Art. 98 TSchV)

Gehege, in denen Fische oder Panzerkrebse gehalten oder in die sie vorübergehend eingesetzt werden, müssen eine Wasserqualität aufweisen, die den Ansprüchen der jeweiligen Tierarten genügt.

Für die in der TSchV Anhang 2 Tabelle 7 aufgeführten Fischarten muss die Wasserqualität bei gewerbsmässiger Haltung und Zucht den dort vorgeschriebenen Mindestanforderungen entsprechen.

Bei der kurzfristigen Hälterung von gefangenen Fischen ist durch regelmässigen Wasserwechsel dafür zu sorgen, dass die Wasserqualität derjenigen des Herkunftsgewässers entspricht.

Fische dürfen nicht über längere Zeit übermässigen Erschütterungen ausgesetzt werden.

Anforderungen an Haltebecken und Teiche

(Art. 15 Wildtierverordnung BLV)

In Haltebecken im Freien und in Teichen müssen mindestens 10 Prozent der Wasseroberfläche beschattet sein. Während der Wintermonate sowie bei Haltung der Tiere in natürlichen Gewässern mit bestocktem Ufer oder in Teichen mit mehr als 2 m Wassertiefe kann auf künstliche Beschattungsmassnahmen verzichtet werden.

In Haltebecken ist die Wasserdurchflussmenge so einzustellen, dass eine der Fischart entsprechende Strömung erzeugt wird.

Umgang mit Fischen

(Art. 99 TSchV)

Der Umgang mit Fischen und Panzerkrebsen ist auf ein unerlässliches Mass zu beschränken und darf die Tiere nicht unnötig belasten.

Das Sortieren von Speise- oder Besatzfischen und Panzerkrebsen sowie die Gewinnung von Fortpflanzungsprodukten sind durch Personen mit den notwendigen Kenntnissen und mit dazu geeigneten Einrichtungen und Methoden durchzuführen.

Fische und Panzerkrebse müssen während des Sortierens immer im Wasser oder mindestens ausreichend befeuchtet sein.

Verbotene Handlungen bei Fischen

(Art. 23 TSchV sowie Art. 3, 5b VBGF)

Bei Fischen und Panzerkrebsen sind folgende Handlungen verboten:

- Das Angeln mit der Absicht, die Fische wieder frei zu lassen;
- Die Verwendung von lebenden Köderfischen;
- Die Verwendung von Angeln mit Widerhaken;
- Der Lebendtransport von Fischen auf Eis oder in Eiswasser;
- Das Einsetzen von Hilfsmitteln, die die Weichteile von Panzerkrebsen verletzen.

Fang von Fischen

(Art. 100 TSchV)

Der Fang von Fischen und Panzerkrebsen hat schonend zu erfolgen. Die Fangmethoden und -geräte dürfen den Tieren keine unnötigen Schäden zufügen.

Zum Verzehr bestimmte Fische sind unverzüglich zu töten.

Wer Anlagen betreibt, in die fangreife Fische zum Zweck der Angelfischerei eingesetzt werden, muss die Anglerinnen und Angler betreuen und über die einschlägigen Tierschutzbestimmungen informieren.

Werden fangreife Fische eigens zum Zweck des Wiederfangs in stehende Gewässer eingesetzt, so darf die Befischung erst nach einer Schonfrist von mindestens einem Tag erfolgen.

Betäuben und Töten von Fischen

(Art. 178, 179, 184, 187 TSchV)

Ein Wirbeltier darf nur unter Betäubung getötet werden. Für Fische sind folgende Betäubungsmethoden zulässig: stumpfer, kräftiger Schlag auf den Kopf; Genickbruch; Elektrizität oder mechanische Zerstörung des Gehirns.

Das Töten der Tiere hat durch Entbluten mittels Durchtrennen oder Anstechen von Hauptblutgefässen im Halsbereich zu erfolgen. Es muss möglichst rasch nach dem Betäuben und solange das Tier bewusstlos ist, vorgenommen werden. Fische können nach der Betäubung ausgenommen statt entblutet werden.

Das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen kann nach Anhörung der kantonalen Behörden weitere zulässige Betäubungs- oder Tötungsmethoden für bestimmte Tierarten oder für besondere Zwecke festlegen.

2. Lebensmittelherstellung

Selbstkontrollkonzept

(Art. 23 LMG)

Wer Lebensmittel herstellt, behandelt, abgibt, einführt oder ausführt, muss im Rahmen seiner Tätigkeit dafür sorgen, dass die Waren den gesetzlichen Anforderungen entsprechen. Er muss sie entsprechend der «Guten Herstellungspraxis» untersuchen oder untersuchen lassen. Die amtliche Kontrolle entbindet ihn nicht von der Pflicht zur Selbstkontrolle.

Wer feststellt, dass von ihm eingeführte, hergestellte, verarbeitete, behandelte oder abgegebene Lebensmittel oder Gebrauchsgegenstände die Gesundheit gefährden können, muss sicherstellen, dass die Konsumentinnen und Konsumenten nicht geschädigt werden. Befinden sich die Lebensmittel oder Gebrauchsgegenstände nicht mehr unter der unmittelbaren Kontrolle der betreffenden Person, so muss diese unverzüglich die zuständige Vollzugsbehörde informieren und mit dieser zusammenarbeiten.

Wer Lebensmittel herstellt, behandelt, abgibt, einführt oder ausführt, ist verpflichtet folgende gesetzliche Artikel zu erfüllen:

- Begleitdokument (Art. 276, Abs. 4 TSV) 9;
- Bestandesmeldung und Bestandeskontrolle (Art. 276 TSV, Abs. 1-3) 9;
- Meldepflicht (Art. 11 TSG; Art. 61 TSV) 9;
- Tierschutzvorschriften bei der Fischhaltung (Art. 2, 6 TschG) 12;
- Schriftliches Selbstkontrollkonzept (Art. 23 LMG) 14;
- Anforderungen an Fische zur Schlachtung (Art. 9, 24 VSFK) 15;
- Schlachtung von Fischen (Art. 11 VSFK; Anhang 3.3 VHyS) 16 (siehe auch weitere Bestimmungen bei der Lebensmittelkontrolle (Kantonschemiker) bezüglich Verwendung von Fischen als Lebensmittel);
- Tierarzneimittelbezug (Art. 24, 42 HMG) 17;
- Fütterungsarzneimittel und Rezept (Art. 16, 17 TAMV);
- Betriebseigene technische Anlagen (Art. 18-21 TAMV);
- Tierarzneimittelvereinbarung und Inventarliste Tierarzneimittel (Art. 10, 11, 28 TAMV);
- Behandlungsjournal (Art. 25, 26, 28 TAMV);
- Sorgfaltspflicht (Art. 22, 23, 29 TAMV);
- Entsorgung von toten Fischen und Fischabfällen (Art. 3, 6, 15, 21, 22 VTNP);
- Verwertung von toten Fischen und von Fischabfällen als Futter (Art. 46 TSV).

Anforderungen an Fische zur Schlachtung

(Art. 9, 24 VSFK)

Wer Tiere hält, die zum Schlachten bestimmt sind, hat dafür zu sorgen, dass diese zum Zeitpunkt der Schlachtung gesund sind und so gefüttert und gepflegt werden, dass sich im Fleisch keine verbotenen Stoffe und keine Stoffe in Mengen finden, welche die vorgeschriebenen Grenz- oder Toleranzwerte übersteigen. Zudem sind die Absetzfristen beim Einsatz von Arzneimitteln einzuhalten. Die Gesundheitsmeldung ist auf dem Begleitdokument festzuhalten.

Schlachtung von Fischen

(Art. 11 VSFK)

Ergeben Schlachtungen in einer Anlage mehr als 30'000 kg pro Jahr muss die Schlachthanlage eine Betriebsbewilligung haben. Spezifische Anforderungen an Anlagen sowie an die Schlacht- und Verarbeitungshygiene sind im Anhang 3 der VHyS aufgeführt (Abschnitt 3.3).

3. Einsatz von Medikamenten

Massnahmen und Behandlungen bei Erkrankung

Für diagnostische oder behandelnde Tätigkeiten werden die Kenntnisse einer Fachperson vorausgesetzt. Deshalb muss der Entscheid, ob bei Erkrankungen von Fischgruppen eine direkte Behandlung angezeigt ist, und ob vorgängig Fischproben untersucht werden müssen oder ob allenfalls direkt seuchenhygienische Massnahmen zu treffen sind, von einem Tierarzt oder einer Tierärztin gefällt werden.

Bezug von Tierarzneimitteln

(Art. 24, 42 HMG)

Die meisten Tierarzneimittel dürfen nur direkt über Tierärztinnen oder Tierärzte oder mit tierärztlichem Rezept aus einer Apotheke bezogen werden. Für die Abgabe von Tierarzneimitteln oder die Ausstellung eines Rezeptes zur Behandlung von Nutztieren müssen Tierärztinnen und Tierärzte die Tiere persönlich beurteilt haben und den Gesundheitszustand der Tiere kennen.

Fütterungsarzneimittel und Rezept

(Art. 16, 17 TAMV)

Medizinalfutter (Fütterungsarzneimittel) ist verschreibungspflichtig und darf nur mit zugelassenen Arzneimittel-Vormischungen hergestellt werden. Medizinalfutter darf von Futtermühlen nur mit einem tierärztlichen Rezept bezogen werden.

Betriebseigene technische Anlagen

(Art. 18-21 TAMV)

Wer auf betriebseigenen technischen Anlagen Futtermitteln Arzneimittel beimischt oder Fütterungsarzneimittel verabreicht, muss einen schriftlichen Vertrag mit einer fachtechnisch verantwortlichen Person (FTVP; einer Tierärztin oder einem Tierarzt) abgeschlossen haben.

Die Anlage muss für den Zweck geeignet sein und die Anforderungen erfüllen. Zudem muss eine Dokumentation vorhanden sein, die das Verfahren beschreibt sowie Arbeitsanweisungen und Protokolle über die relevanten Vorgänge erfasst.

Tierarzneimittelvereinbarung und Inventarliste Tierarzneimittel

(Art. 10, 11, 28 TAMV)

Tierärztinnen und Tierärzte müssen vor der Verschreibung oder der Abgabe eines Tierarzneimittels, über das Buch geführt werden muss, den Gesundheitszustand des zu behandelnden Nutztieres oder der zu behandelnden Nutztiergruppe persönlich beurteilen (Bestandesbesuch). Bei Vorliegen einer schriftlichen Vereinbarung über regelmässige Betriebsbesuche und den korrekten Umgang mit Tierarzneimitteln (TAM-Vereinbarung) können sie Tierarzneimittel auch ohne vorgängigen Bestandesbesuch verschreiben oder abgeben.

Liegt eine TAM-Vereinbarung vor, dürfen Tierarzneimittel oder Rezepte für Fütterungsarzneimittel auch auf Vorrat bezogen werden. Es muss aber eine Inventarliste geführt werden. Der Bezug an Tierarzneimitteln «auf Vorrat» ist limitiert:

- Für die Prophylaxe der Bedarf für maximal vier Monate;
- Für die Behandlung eines Einzeltieres oder einer kleinen Gruppe der Bedarf für maximal drei Monate;
- Für die Parasitenbekämpfung der Bedarf für maximal zwölf Monate.

Behandlungsjournal

(Art. 25, 26, 28 TAMV)

Über den Einsatz von Tierarzneimitteln und Fütterungsarzneimitteln muss ein Behandlungsjournal mit folgenden Angaben geführt werden:

- Datum der ersten und letzten Anwendung;
- Kennzeichnung der behandelten Tiere / Tiergruppe;
- Grund der Behandlung (Indikation);
- Handelsname des Tierarzneimittels;
- Eingesetzte Menge;
- Absetzfristen;
- Die Daten der Freigabe der verschiedenen vom Nutztier gewonnenen Lebensmittel;
- Namen der abgabeberechtigten Person, die das Tierarzneimittel verschrieben, abgegeben oder verabreicht hat.

Sorgfaltspflicht

(Art. 22, 23, 29 TAMV)

Wer Nutztiere hält, ist verpflichtet, die auf dem Betrieb vorhandenen Tierarzneimittel nach den Tierarzneimittelinformationen und den Anwendungsanweisungen hygienisch einwandfrei, sicher und geordnet aufzubewahren. Die schriftlichen Anwendungsanweisungen müssen so lange aufbewahrt werden, wie sich das Tierarzneimittel auf dem Betrieb befindet.

Behandlungsjournal, Inventarliste und Kopien der Rezepte für Fütterungsarzneimittel müssen drei Jahre aufbewahrt werden.

4. Entsorgung und Verfütterung von toten Fischen oder Fischbestandteilen

Entsorgung von toten Fischen und Fischabfällen

(VTNP)

Tote Fische, Fischabfälle sowie nicht zur Verwendung als Lebensmittel bestimmte Fische müssen nach den Bestimmungen der VTNP entsorgt oder können allenfalls gemäss den weiteren Bestimmungen verwertet werden.

Verfütterung von Fischabfällen

(Art. 27, 29 und 31 VTNP)

Nutzfische dürfen nicht mit Eiweiss gefüttert werden, das von Nutzfischen derselben Art stammt.

Nebenprodukte der Kategorie 3 von Wassertieren dürfen unter bestimmten Voraussetzungen als Bestandteil von Futter für Schweine oder Geflügel sowie Fischmehl als Bestandteil von pulverförmigen Milchaustauschfuttermitteln für Kälber verwendet werden.

Tierische Nebenprodukte der Kategorie 3 aus Schlachthanlagen oder anderen Lebensmittelbetrieben dürfen unter bestimmten Voraussetzungen an Wassertiere verfüttert werden.

5. Einfuhr aus der EU

Lebende Fische: Einfuhrbewilligungen und Einfuhrzeugnisse

(EDAV sowie ASchV)

Zur Einfuhr von lebenden Fischen ist in jedem Fall eine Bewilligung notwendig. Ausser für Besatzfische werden pro Bestimmungsbetrieb und für die jeweils aufgeführten Fischarten Jahresbewilligungen ausgestellt. Gesuche sind spätestens drei Wochen vor der vorgesehenen (ersten) Einfuhr schriftlich an das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen zu richten. Gemäss ASchV prüft die Fischereifachstelle des Bundes, ob die Artenschutzvorschriften nach BGF eingehalten sind.

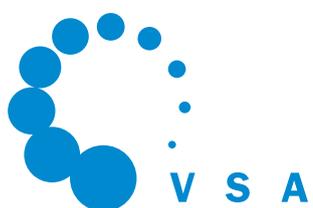
Für die Einfuhr in die Schweiz muss sich der Importeur rechtzeitig im Voraus beim kantonalen Veterinärdienst Bern melden. Sämtliche Sendungen von Fischen für die Zucht- und Wiederaufstockung müssen via TRACES gemeldet werden (Trade Expert Control System: integriertes tierärztliches Informatiksystem zum Informationsaustausch zwischen den im Herkunfts- und Bestimmungsland zuständigen Veterinärbehörden). Die Einfuhr von Fischen und Süsswasserkrebsen, die im Anhang 3 VBGF aufgeführt sind, ist grundsätzlich verboten.

Weitere Informationen sind auf der Internetseite des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) zu finden: www.blv.admin.ch.

Fischprodukte

(EDAV)

Betriebe, welche über eine Bewilligung nach Art. 13 LGV verfügen, können mit allen Mitgliedstaaten der EU Handel nach den innergemeinschaftlichen Vorschriften betreiben (nur Handelspapiere notwendig). Weitere Informationen finden Sie auf den Webseiten des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (www.blv.admin.ch).



Verband Schweizer Abwasser-
und Gewässerschutzfachleute (VSA)
Europastrasse 3
Postfach, 8152 Glattbrugg
sekretariat@vsa.ch
www.vsa.ch
Tel. 043 343 70 70