



(10) **DE 10 2008 056 495 B4** 2011.03.03

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 056 495.8**  
(22) Anmeldetag: **06.11.2008**  
(43) Offenlegungstag: **12.05.2010**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **03.03.2011**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A01K 63/04 (2006.01)**  
**A01K 63/00 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und  
Meeresforschung, 27570 Bremerhaven, DE**

(72) Erfinder:  
**Fisch, Ralf, 28870 Ottersberg, DE; Peehs, Holger,  
66424 Homburg, DE; Buck, Bela Hieronymus,  
28213 Bremen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

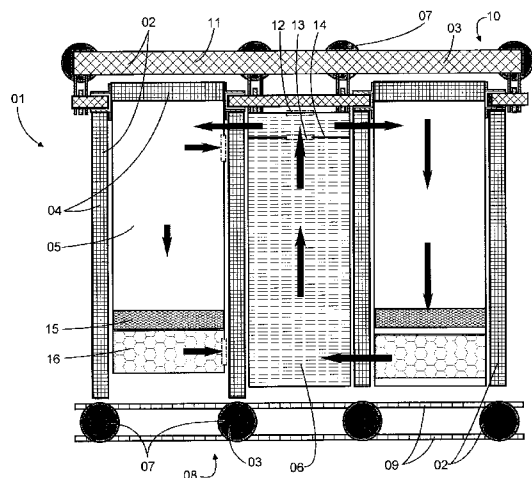
DE	10 2006 020128	A1
DE	199 61 142	A1
US	64 43 100	B1
US	61 92 833	B1
WO	2006/0 29 481	A2

(54) Bezeichnung: **In-Teich-Aquakulturanlage zur Kultur von Wasserorganismen**

(57) Hauptanspruch: In-Teich-Aquakulturanlage (01) zur Kultur von Wasserorganismen mit

- zumindest einem gegenüber dem Umgebungswasser abschließbaren Kulturbehälter (05), der Kulturwasser enthält,
- einem Versorgungssystem für Kulturwasser mit einem Filtersystem mit zumindest einem Trennsieb (15) und einem Sedimenter (16),
- einem Temperatursteuerungssystem für den Kulturbehälter (05) und das Versorgungssystem für Kulturwasser,
- einem Schwimmsystem mit horizontal an der Peripherie der In-Teich-Aquakulturanlage (01) angeordneten, röhrenförmigen, luftgefüllten, nicht flutbaren und mit dem Kulturbehälter (05) beweglich verbundenen, durch feste Abdeckungen als begehbare Arbeitsplattform (27) ausgebildeten Schwimmbehältern (03) und
- einem Auftriebssystem mit wahlweise mit Wasser oder Luft befüllbaren Auftriebsbehältern (04), gekennzeichnet durch

eine zumindest zeitweise, von einem vorgegebenen Betriebskonzept abhängige Ausbildung als Kreislaufanlage mit einer Zuführung von gefiltertem oder frischem Umgebungswasser oder als Kläranlage mit einer umweltneutralen Reinigung des Kulturwassers und Rückführung in den Kulturbehälter (05) oder Überführung in das Umgebungswasser unter Rückführung von frischem Umgebungswasser, wobei das Umgebungswasser...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine In-Teich-Aquakulturanlage zur Kultur von Wasserorganismen mit

- zumindest einem gegenüber dem Umgebungswasser abschließbaren Kulturbehälter, der Kulturwasser enthält,
- einem Versorgungssystem für Kulturwasser mit einem Filtersystem mit zumindest einem Trennsieb und einem Sedimenter,
- einem Temperatursteuerungssystem für den Kulturbehälter und das Versorgungssystem für Kulturwasser,
- einem Schwimmsystem mit horizontal an der Peripherie der In-Teich-Aquakulturanlage angeordneten, röhrenförmigen, luftgefüllten, nicht flutbaren und mit dem Kulturbehälter beweglich verbundenen, durch feste Abdeckungen als begehbare Arbeitsplattform ausgebildeten Schwimmbehältern und
- einem Auftriebssystem mit wahlweise mit Wasser oder Luft befüllbaren Auftriebsbehältern,

**[0002]** Aquakulturanlagen dienen der Kultur von Wasserorganismen, z. B. Wassernutztieren wie Fischen, Mollusken und Krebsen in natürlichen oder künstlichen Gewässern wie Teichen, Flüssen und im Meer. Dabei kann das vorhandene Gewässer als Träger der Anlage und parallel als Reservoir dienen.

**[0003]** Die Aquakulturtechnik ist in den vergangenen Jahren kräftig expandiert und entwickelt sich zu dem am schnellsten wachsenden Sektor der Welt-Nahrungsmittelwirtschaft. Im Zuge der Globalisierung der Märkte haben sich die wirtschaftlichen Strukturen von Fischfarmen lokaler Familienbetriebe zu internationalen Firmen vollzogen. Ähnlich wie andere marine Einsatzfelder hat sich die Aquakultur von einer Art Handwerk zu einer Wissenschaft, von regionalen Betrieben mit Verbesserungen aufgrund langjähriger Erfahrungen zu ingenieurmäßig geführter Industrieproduktion mit hohem Forschungspotential entwickelt. Der Übergang von der Fangwirtschaft auf eine Kulturwirtschaft zusammen mit der Intensivierung von Produktionsmethoden führte zu einer völlig neuen Industrie. Voraussichtlich wird die Aquakultur in den kommenden Jahrzehnten Teile der Fangwirtschaft vollständig ablösen und damit neue ernste Umweltprobleme, insbesondere durch globale Käfigfischhaltung und sehr intensive Teich-Monokultur aufwerfen.

**[0004]** Die neue Industrie verlangt große Mengen organischen Futters und Futterzusatzstoffe. Erhebliche Restmengen von unverbrauchtem Futter, Stoffwechselprodukten und ihren Abbauprodukten verbleiben mit unvermeidlichen Folgen im Wasser. Fischzuchteinrichtungen benötigen auch Platz und greifen in vorhandene Material und Plankton transportierende Strömungsregime ein. Daher wird die Aquakulturrin-

dustrie häufig pauschal als Hauptumweltverschmutzer und Störfaktor in der aquatischen Umgebung betrachtet. Dem soll durch eine ganze Reihe von technischen Verbesserungen, Managementsystemen und staatlichen Eingriffen zur Reduzierung des Umwelteinflusses und der Wechselwirkung mit dem natürlichen Umfeld entgegen gewirkt werden. Inzwischen steuern zahlreiche Computersysteme die Abwässer und Abfallauslässe von Fischfarmen durch Interpolation von Stoffbilanzen und dynamischen Strömungsmodellen. Es werden z. B. Schätzungen der Absinkgeschwindigkeiten von Futterresten und Stoffwechselprodukten zur Vorhersage des Einflusses des Aquakulturbetriebs auf das benthische Ökosystem gemacht und das Management von Fütterungsmethoden verbessert. Auch helfen Richtlinien für eine schonende Betriebspraxis von Aquakulturanlagen den Fischfarmern bei der Erkennung und Lösung von Umweltproblemen. Aquakulturfirmer verbessern ihr Bild in der Öffentlichkeit durch entsprechende Qualitätssicherungsprogramme. Darüber hinaus führt eine effizientere Betriebspraxis zur Erhöhung der Erzeugungskapazität dieser Industrie und zur Reduzierung der Eigenverschmutzung innerhalb von Netzkäfigen.

## STAND DER TECHNIK

**[0005]** Frühe In-Teich Fließkanäle in Form vertikaler, hartschaliger Schwimm tanks wurden seit den Siebzigerjahren benutzt, um jugendliche Lachse (*Oncorhynchus spp.*) zu kultivieren. Sie sind mit Seebeuteln vergleichbar und bestehen aus drei Primärbestandteilen: Eine wasserdichte Kunststoffumhüllung an einem Schwimmkragen wurde durch ein kreisförmiges Sieb drainiert. Eine Abfallreduzierung war nicht vorgesehen. Der Wasserspiegel wurde durch die Dichte des Wassers innerhalb einer hydraulischen Druckröhre reguliert. Der vertikale Strömungskanal wurde durch eine Pumpe und ein Gemeinschaftssystem für das Sauerstoffmanagement gestützt. In einigen Brutsystemen wurde eine Besatzdichte von 20 kg/m<sup>3</sup> in einem Behälter mit einem Volumen von 23 m<sup>3</sup> praktiziert. Vorbedingung dazu ist ein 0,8- bis 1,3-facher Wasseraustausch pro Stunde.

**[0006]** In den Achtzigerjahren wurde ein vertikales hartschaliges System für die Aquakultur der Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) und des Karpfens (*Cyprinus Carpio*) in Ostdeutschland vorgestellt. Die Fischkulturen waren gegen Rauborganismen und frei lebende Fischbestände gegen das Entkommen von Kulturfischen geschützt. Die Anlage verwendete das Umgebungswasser zur Abfalltrennung, für das Arbeitsverfahren und als biologischen Filter. Innerhalb eines Schwimmkörpers oder eines Bootes wurden runde GFK Behälter mit zentralen Flachanschlüssen mit einem Lamellenklärbehälter kombiniert. Die gesammelten Abfälle sollten als organisches Düngemittel in der Landwirtschaft verarbeitet werden. Durch ein Airlift-System, eine hydropneuma-

tische Pumpe niedriger Leistung zum zirkulierenden Austausch von Wasser zwischen dem Teich und der Anlage, wurde zur Verbesserung der Sauerstoffversorgung eingesetzt. Es verwendete die Wasserressourcen verschiedener Tiefen in Abhängig von der Qualität der Parametern. Das vorgestellte Aquakultursystem sollte die Besatzdichte auf das 3- bis 5-fache gegenüber der Verwendung von Netzkäfigen erhöhen und die Produktivität der Arbeit verbessern. Vorgesehen für Gebrauch im ruhigen Oberflächenwasser besonders für Betrieb in großen Seen oder in geschützten Küstengebieten, war die Technologie gegen Wellen empfindlich und wurde nie in der kommerziellen Aquakultur eingesetzt.

**[0007]** Ein an der Auburn Universität untersuchter horizontaler In-Teich Fließkanal, der für die Produktion des Kanalwelses (*Ictalurus punctatus*) gebaut wurde, bestand aus behandeltem Sperrholz. Der Fließkanal war als rechteckiger Kasten konstruiert und zwischen den Abschnitten eines schwimmenden Piers eingehängt. Der Durchfluss wurde durch eine Anzahl von am Kopf des Fließkanals gelegenen Airlift-Pumpen bewirkt. Die Kulturen wurden gegen das Eindringen von Raubinsekten oder -fischen bzw. das Entkommen von Kulturfischen mit einem Netz auf den Airlift-Auslässen geschützt. Zusätzlich zu dem optimierten Entwurf des hydropneumatischen Pumpensystems wurde der Wasserzufluß bei niedrigem Sauerstoffgehalt im Teich mit Luft geflutet. Die Abfälle wurden von den Kulturen mit Unterstützung durch eine 4% Boden­neigung und die Strömung getrennt. Ein zweistufiges Filtersystem sammelte und entfernte abgesetzte Rückstände. Ein erster Schritt wurde vor dem Abfluss in den Teich direkt am Kulturbereich in Form eines Trichters vorgesehen. Mit einer weiteren Airlift-Pumpe wurden die konzentrierten Rückstände kontinuierlich an den zweiten Sammler außerhalb des Teichs gefördert. Dieser langsam durchflossene feste Sammler diente zum Absetzen und Lagern bis zur Entleerung. Sein Abfluss wurde in den Teich geleitet. Das Abfallbeseitigungssystem konnte Fischabfälle vom Eintritt in den Teich fernhalten, seine Leistung wurde aber für unbefriedigend gehalten. Eine Besatzdichte von 236 Fischen/m<sup>3</sup> war mit üblichen wirtschaftlich arbeitenden Produktionssystemen vergleichbar. Verursacht durch Krankheitsprobleme im Teich war der Ertrag mit 52,2 kg/m<sup>3</sup> Welsen nach einem 124-Tage Kulturzeitraum niedriger als erwartet. Während der weiteren Entwicklung wurden verschiedene Größen und Materialien mit allen Vorteilen und Nachteilen erprobt. Ein wesentlicher Faktor für den Betrieb war die Fähigkeit, in jedem beliebigen Gewässer zu schwimmen, wenn es ein Dock oder einen Pier als Arbeitsplattform gab. Bei einem stabilen Wasserstand war es auch möglich, das System am Teichboden zu verankern. Der Abfallsammler wurde durch schlauchförmige Absetzer verbessert. Es wurde eine Besatzdichte mit Wels von 215 kg/m<sup>3</sup> erreicht. Das System war durchflussgerecht

und erreichte eine Wasseraustauschrate von 15 pro Stunde, die aber nur für Lachse und Forelle wichtig ist. Einige Versionen des Systems wurden ohne Abfallsammler gebaut, um eine bessere Steuerung der Fischproduktion und eine geringere Fluchrate zu erzielen.

**[0008]** MariCulture Systems Corporation entwickelte einen zylinderförmigen vertikalen hartschaligen Schwimm­tank aus Polypropylen, Polyäthylen und GFK namens SARGO. Der kegelförmige Rohr­boden und die Abfall-Sammel­methode waren vergleichbar mit Seebeutel­systemen. Alle Abläufe wurden durch selbstentwickelte Software gesteuert. Der Zufluss konnte trotz hoher Strömungsgeschwindigkeit mit Ozon oder technischen Sauerstoff behandelt werden. Die Arbeitsplattform konnte mit verschiedenen modernen Ausrüstungen für Aquakulturanlagen bestückt werden. Ein für ca. ein Jahr geprüfter Prototyp (1996–1997) bestand aus einem einzelnen Kessel mit einem Volumen von 875 m<sup>3</sup>. Besatzdichten von 29,6 kg/m<sup>3</sup> bis 45 kg/m<sup>3</sup> wurden geprüft. Ein Großsystem mit 2000 m<sup>3</sup> ist nie konstruiert worden.

**[0009]** Ein weiterer horizontaler In-Teich Fließkanal, das aus zwei rechteckigen Behältern mit einem produktiven Volumen von je 8,5 m<sup>3</sup> bestand, war fest in einem Teich installiert und wurde In-Teich-Zirkulationssystem genannt. Das System wurde ganz ohne Abfallwirtschaft für die kontrollierte Produktion des hybriden Felsenbarschs entworfen. Der Teich selbst diente als biologische Reinigungsstufe für den Systemabfluss. Wie bei früheren Systemen wird das Wasser durch eine hydropneumatische Pumpe bewegt. Jeder Behälter hatte einen Strombedarf von 1.1 KW. Während der Studie war das durchschnittliche Gewicht der entwickelten Fischbrut 0,44 g. Die Überlebensrate bis zu einem durchschnittlichen Fischgewicht von 46,4 g erreichte 97,8%. Mit einer Futterverwertungsrate von 1.16, lag der durchschnittliche Ertrag im Behälter bei 51.2 kg/m<sup>3</sup>. Versuche mit verschiedenen Besatzdichten ergaben gleiche Wachstums- und Futterverwertungs­raten. Bis zu einer Höhe von 59,1 kg/m<sup>3</sup> am Ende der Zuchtsaison hatte die Besatzdichte keinen Einfluss auf die Zunahme des individuellen Körpergewichts. Offensichtlich kann der hybride Felsenbarsch auch bei hoher Besatzdichte erfolgreich gezüchtet werden. Ein ähnlicher australischer Durchfluss-Schwimm­tank ist von Tamco P/L erhältlich.

**[0010]** Das halbintensive schwimmende Behälter­system (SIFTS), ein kommerzielles vertikales Durchflusssystem für Aquakultur in den australischen salzigen Grundwasserverdampfungsbassins, wurde für die Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*), den Mulloway (*Argyrosomus Japonicus*) und den Glasbarsch (*Lates calcarifer*) konstruiert. Der vertikale Behälter, der im Entwurf dem der Marikultursysteme ähnlich ist, ist eine spezielle Anwendung für Wüsten-

aquakultur in den salzigen Küsten-Bereichen und mit einem Partikelsammler ausgerüstet, der ca. 95% der absetzbaren Abfälle entfernt. Der Nährschlamm mit einem Trockensubstanzgehalt von 5–10% erreicht eine Gesamtmenge trockenes Material von 5 Tonnen pro ha und Jahr. Er enthält 144 Kilogramm Stickstoff und 153 Kilogramm Phosphor pro ha und Jahr. In vielen Versuchen wurden In-Teich Bioremediationstechniken zur besseren Handhabung von Mikroalgenblüte integriert. Die Vorteile der bakteriellen Wasserbehandlung, gefördert durch eine heterotrophe "biofloc" Gemeinschaft werden im Bribie Insel-Aquakultur-Forschungszentrum (BIARC) erforscht. Ein stabiles Niveau der Sauerstoffsättigung und der Wasserqualität im Kulturbereich wird durch ein Airliftsystem garantiert. Das ist wesentlich, weil ein Ausströmen von aufgelösten Nährstoffen im Teich zu Mikro- und Makroalgenblüte mit instabilem Sauerstoffniveau führt.

**[0011]** Aus der US 6 443 100 B1 ist ein Abfall abscheidendes System für Fischkäfige bekannt, das auf mechanischem und strömungstechnischem Wege Fischabfall aus dem Kulturwasser von Aquakulturanlagen abscheidet und einer Ablassöffnung zuführt. Das derart vorgereinigte Wasser wird der Anlage entnommen und auf weiter nicht beschriebene Weise weiterverwendet oder entsorgt.

**[0012]** Aus der US 6 192 833 B1 ist ein partitioniertes Aquakultursystem bekannt, mit einem Algenaufwuchskanal für die Anzucht von Algen zur Regulierung der Sauerstoffkonzentration und zur Fischfuttergewinnung, einem oder mehreren Fließkanälen mit forciertem Wasserfluss zur Kultur von Fischen oder anderen Wassertieren und einer Sammelstelle für groben Abfall aus dem Zuchtbetrieb. Es handelt sich um eine Anlage, deren Umgebung nicht weiter spezifiziert ist. Das durchgeleitete Wasser wird zur Entsorgung feinerer Abfallteile und löslicher Schadstoffe verwendet, ein Filtersystem ist nicht vorgesehen. Ein Sensorsystem erfasst chemische Parameter des Kulturwassers und dessen Temperatur.

**[0013]** Aus der WO 2006/029481 A2 ist ein modulares Aquakultursystem bekannt, das als Schwimmsystem im Durchlaufbetrieb beschrieben wird. Zur Wasserreinigung von groben Abfällen sind Sieb- und Trommelfilter und zur Beseitigung von Schwebstoffen ist eine Ozon-Anreicherungskammer vorhanden. Biologische Reinigungsanlagen sind zur Regulierung von Phosphaten, Nitraten und Ammoniak vorgesehen. Ferner können eine Luft- oder Gassprudeleinrichtung und eine Kammer mit UV-Bestrahlung vorgesehen sein. Das Kulturgefäß kann eine einzelne oder mehrere Kammern aufweisen, die durch Trennwände unterteilt sein können, oder von einem Umlaufkanal gebildet sein. Es wird eine Vielzahl von möglichen Aufbau-Konstellationen beschrieben, jedoch keine Messwertaufnehmer oder ein Steuerpro-

gramm. Variable Betriebskonzepte sind mit dieser Anordnung nicht realisierbar.

**[0014]** Aus der DE 199 61 142 A1 ist eine Aufzuchtvorrichtung für marine Organismen und Verfahren zur Steuerung einer solchen Vorrichtung bekannt, die als quasi geschlossenes Kreislaufsystem beschrieben wird, bei dem lediglich täglich bis zu 10% des Prozesswassers, das als Verlustwasser anfällt, ersetzt werden muss. Das Kreislaufsystem umfasst Vorrichtungen zur Durchführung physikalischer Verfahren zur Feststoffseparation für grobe Abfallprodukte durch Filter und für feinverteilte Schwebstoffe durch gesteuerte Zugabe von Ozon, eine Vorrichtung zum Eintrag in oder Austrag aus dem Prozesswasser von gelösten Stoffen oder Gasen und eine Denitrifikationsstufe, in der durch gesteuerte Zugabe von Methanol der Nitratgehalt des Prozesswassers gesteuert werden kann. Durch entsprechende Sensoren und ein Steuerprogramm kann die Zusammensetzung und der Zustand des Prozesswassers für den jeweiligen Besatz mit Nutztieren optimiert werden. Das Kreislaufsystem setzt kein Schmutzwasser in die Umgebung ab. Es wird eine schematische Anlage mit einer Steuerung beschrieben, die ortsunabhängig als Schwimmsystem oder landbasiert betrieben werden kann. Ein separater, schwimmender und mit dem Kulturbehälter beweglich verbundener Filterblock Filterblock fehlt ebenso wie eine Mischkammer zur stufenlosen Hinzumischung von Umgebungswasser und zur Ableitung von gereinigtem Prozesswasser an das Umgebungswasser. Es ist damit nur eine begrenzte Anzahl von Betriebskonzepten realisierbar.

**[0015]** Aus der DE 10 2006 020 128 A1, von der die vorliegende Patentanmeldung als dem nächstliegenden Stand der Technik ausgeht, ist mit einer wassergestützten ökologischen Aquakulturanlage eine neue Version der horizontalen In-Teich-Fließkanäle mit einer Abfallwirtschaft für Festkörper bekannt. Bodenneigungen von 15% in einzelnen Bereichen der Kulturbehälter unterstützen den Durchfluss und bewegen Abfälle zur Sammelstelle. Abgesetzte Partikel können während der Kulturzeiten und auch während der Ernteverfahren entfernt werden. Der Einsatz der aus Kunststoffolie hergestellten und mit einer eigenen schwimmenden Arbeitsplattform versehenen Anlage ist überall da möglich, wo das Wasser tief genug ist und moderate Durchflussbedingungen herrschen. Wasser wird mit einem hydropneumatischen System gepumpt und mehrmals pro Stunde ausgetauscht. Die Besatzdichte hängt unter anderem von der Kapazität des Pumpensystems, von der Qualität des Umgebungswassers und von der kultivierten Art ab. Das System verfügt über ein Wasserförderungssystem, das die Temperatur durch Heizung oder Kühlung, den Sauerstoffgehalt durch technische Vergasung und die Strömung des zufließenden Wassers durch Pumpen und Ventile regulieren kann.

Art und Anordnung der Schwimm- und Auftriebsbehälter machen die wassergestützte Aquakulturanlage jedoch empfindlich gegen Schlingern und Wellenschlag, wodurch die Kulturorganismen gestört werden können. Heizung und Kühlung machen die Betriebsführung energieintensiv. Das Filtersystem kann feine Schwebstoffe und gelöste Schadstoffe nicht zurückhalten, belastetes Wasser wird in den umgebenden Wasserkörper abgegeben.

#### AUFGABENSTELLUNG

**[0016]** Im Stand der Technik werden im Wesentlichen In-Teich-Aquakulturanlagen beschrieben, die das Umgebungswasser als belastbares Reservoir für die Zufuhr von frischem und die Abfuhr von belastetem Kulturwasser einbeziehen. Durch die zunehmende Intensivierung des Betriebs und der Größe von In-Teich-Aquakulturanlagen wird die Fauna und Flora in dem umgebenden Wasserkörper jedoch nachhaltig verändert. Einzelne moderne Anlagen werden im geschlossenen Umlauf betrieben, belasten das Umgebungswasser nicht, beziehen es jedoch auch nicht in ein fortschrittliches Betriebskonzept ein. Die AUFGABE für die vorliegende Erfindung besteht daher darin, eine In-Teich-Aquakulturanlage zur Kultur von Wasserorganismen bereit zu stellen, die die aquatische Umwelt nicht nur nicht belastet sondern gegebenenfalls darüber hinaus das Umgebungswasser und seinen natürlichen organischen Besatz ökologisch schonend und ökonomisch gezielt synergetisch einbezieht. Die LOSUNG für die Aufgabe ist dem Hauptanspruch zu entnehmen. Vorteilhafte Weiterbildungen werden in den Unteransprüchen aufgezeigt und im Folgenden im Zusammenhang mit der Erfindung näher erläutert.

**[0017]** Mit der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage zur Kultur von Wasserorganismen sollen Wassernutztiere wie Fische, Mollusken und Krebse in einem natürlichen oder künstlichen Gewässer gezüchtet werden, wobei das Umgebungswasser als Träger der Anlage und als Reservoir genutzt wird. Die freien und die kultivierten Organismen sollten sich dabei nicht gegenseitig, negativ beeinflussen z. B. durch Parasiten, Krankheiten, Aggression oder Genmanipulation. Sie werden daher mit zumindest einem gegenüber dem Umgebungswasser abschließbaren Kulturbehälter körperlich voneinander getrennt gehalten und nur im Bedarfsfall über das Zufluss- oder Abflusswasser verbunden.

**[0018]** Dieses wird über ein Filtersystem gereinigt, das sowohl mechanisch-physikalische wie auch biologische Einheiten zur Entfernung von Feststoffen und gelösten Stoffen aufweist. Die Behandlung von Futteranteilen spielt zusammen mit einem Fischfutter-Rückführungssystem eine Hauptrolle bei der Bestimmung der Qualität und dem Umwelteinfluss von Abwässern der Fisch- und Krustentier-Farmen. In

Bezug auf die Gesundheit des natürlichen Fischbestands reduziert die Impfung von Käfigfischen und die Zucht von resistenten Arten zusammen mit einem optimierten Hygiene-Management die Verabreichungsmengen von Medikamenten, damit den Abfluss von Chemikalien und verbessert schließlich den Umwelteinfluss. Um den Einsatz von konventionellen Arzneimitteln zu vermeiden, können symbiotische Spezies wie z. B. Goldbrassen (*Ctenolabrus rupestris*) oder Plattwürmer (*Udonella spec.*) zuverlässig zum Schutz von Salmoniden vor Parasiten beitragen und so den Befall mit Seeläusen (*Caligus elongatus*, *Lepeophtheirus salmonis*) effektiv kontrollieren. Die Fischgesundheit stellt also einen wichtigen ökonomischen Faktor mit ökologischem Nutzen dar.

**[0019]** Bei der Umsetzung herkömmlicher Methoden auf die Aquakultur ist auch die Wiederverwendung von Wasserressourcen wichtig für die Reduzierung von Schadstoffemissionen, die Abfallbeseitigung und das Nahrungsrecycling. Aktuell werden Teichwasser-Wiederverwendungssysteme und integrierte Kulturen untersucht und bewertet. Teichsysteme können kombiniert werden zu einem Netz von Brut, Besiedlung, Wasser Grob- und Feinreinigung, Phosphor- und Stickstoffreduktion. Idealerweise erzielt jeder Bereich mit einem eigenen Produkt ein wirtschaftliches Ergebnis. Z. B. werden gelöste Nährstoffe in Aquakulturanlagen von Mikroben, Algen oder Pflanzen aufbereitet, oder es werden Zwischenprodukte zu Düngemitteln in der Landwirtschaft weiterverarbeitet. Die Verfütterung an Invertebraten oder höhere Vertebraten wandelt Abfälle in wertvolle Produkte oder Nahrungskomponenten. Der umweltspezifische Vorteil von Abfall-Recycling ist so auch ein enormer ökonomischer Gewinn. In Zeiten von ansteigenden Preisen für auf Fischmehl basierendem Futter kann die Aquakultur neue Proteinquellen in Anspruch nehmen. Ein Hauptvorteil der genannten Innovationen ist die Kontrolle über die Fischproduktion. Die umgebende See oder der Teich dient als Reservoir und Arbeitssystem für die Steuerung von Parametern im Zuchtbereich. Das Reservoir ist ein Teil eines komplexen Systems aus diversen Bereichen mit unterschiedlichen Funktionen und Bedingungen. Weitere Vorteile dieser Technik können auch höhere Besatzdichte, präzise Krankheitsbekämpfung, Geschmackssteuerung, Sammlung und Verringerung von Fischabfällen ebenso wie effiziente Prozessführung bei der Produktion.

**[0020]** Die erfindungsgemäße Aquakulturanlage mit einem Versorgungssystem für Kulturwasser kann zumindest zeitweise als von einem vorgegebenen Betriebskonzept abhängige Kreislaufanlage mit einer Zuführung von gefiltertem oder frischem Umgebungswasser oder als Kläranlage mit einer umweltneutralen Reinigung des Kulturwassers und Rückführung in den Kulturbehälter oder Überführung in das Umgebungswasser unter Rückführung von fri-

schem Umgebungswasser betrieben werden. Dabei wird das Umgebungswasser als Reservoir und als Arbeitssystem für die Steuerung relevanter Parameter des Kulturwassers im vorgegebenen Betriebskonzept genutzt und die Steuerung zumindest durch folgende Module umgesetzt:

- Ein schwimmender, separat zum Kulturbehälter angeordneter und mit diesem beweglich verbundener Filterblock als Filtersystem, der zusätzliche Filtermodule enthält, die der Reinigung des im Umlauf befindlichen Kulturwassers von Schwebstoffen, gelösten Stoffen und zur Reduzierung von Kohlendioxid und Nitraten dienen. Das Filtersystem wird bis auf einen wahlweise einsetzbaren Grob- oder Lamellenfilter des Kulturbehälters separat in einem in die Plattform einsetzbaren schwimmenden Filterblock zusammengefasst, der entweder aus einem unterteilten Block besteht oder aus einzelnen Modulen zusammengesetzt werden kann. Daraus folgt die Möglichkeit, Varianten des Systems nach Bedarf zu kombinieren und so die Durchführung verschiedener Produktionsmethoden zu erleichtern.
- Eine Mischkammer im Versorgungssystem mit zumindest je einem Einlass und einem Auslass zum Filterblock, zum Kulturbehälter und zum Umgebungswasser und Verbindungsrohren dazwischen, wobei die Einlässe und Auslässe der Mischkammer stufenlos steuerbare Ventile aufweisen, die der Herstellung beliebiger Mischzustände dienen. Über eine Mischkammer am Ende des Filterblocks wird das gereinigte Wasser in den Kulturbehälter zurückgeführt. Damit steht der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage grundsätzlich eine Kreislauffunktion zur Verfügung. Es kann gefiltertes oder frisches Umgebungswasser zugeführt werden. Das Mischen verschiedener Wässer ermöglicht auch Anpassungskonzepte. Das gereinigte Wasser kann auch in das Gewässer überführt und durch Umgebungswasser über diese Mischkammer ersetzt werden. Somit wird das System auch zur Durchfluss-Kläranlage. Mit den stufenlos steuerbaren Ventilen kann die Anlage im Kreislauf gefahren oder durch Zumischen von wärmerem oder kälterem Wasser aus verschiedenen Bezugsquellen bezüglich Temperatur und Inhaltsstoffen und dem Abfluss von Kulturwasser in das Umgebungswasser an die unterschiedlichen Erfordernisse verschiedener Betriebsarten angepasst werden.
- Doppelwandige und von einem temperierbaren Medium durchströmbare Wärmetauscher im Temperatursteuerungssystem in einer Ausbildung als Gehäuse oder Ummantelung des Kulturbehälters und/oder des Filterblocks und/oder als in die Kulturbehälter einsetzbare Kulturhilfen für die Wasserorganismen. Eine integrierte Wärme- bzw. Kühltechnik zum Temperaturmanagement ermöglicht es, die Kulturbedingungen auf bestimmte Arten einzustellen. Dies führt zu einer besonde-

ren Form der Abwärmenutzung in der Aquakultur. In Kombination mit dem umgebenden Gewässer und der Außenlufttemperatur kann damit industrielle Abwärme ausgenutzt werden. Die Kommunikation der Wassersäulen innerhalb und außerhalb der Aquakulturanlage in Kombination mit dem Temperaturmanagement der Kulturbehälter führt zu einer Vielfalt von sich gegenseitig positiv beeinflussenden Kulturvarianten und Systemausführungen. Bei den Kulturhilfen handelt es sich in erster Linie um ein Einsatzmodul aus Einschüben, welche die Bodenflächen vergrößern oder Deckung und Sichtschutz bieten, was für eine ökonomische Zucht von z. B. Garnelen oder Plattfischen sinnvoll ist. Mehrere vorzugsweise im schrägen Winkel ähnlich dem des Kulturbehälterbodens angeordnete Platten oder Profile bieten den Kulturorganismen Raum und Deckung, ein am Plattenanfang montiertes Einströmrohr für Zuflusswasser sorgt für Sauerstoff und Strömung und macht vor allem in Warmwasserbetrieb Sinn, da so der nötige Sauerstoffbedarf der Tiere zwischen den Platten gedeckt werden kann und Feaces abgespült werden. Diese Kulturhilfen können auch als Wärmetauscher ausgelegt werden um damit den Kulturen direkt Wärme zur Verfügung zu stellen. Das ganze Modul kann durch eine einfache Aufhängung eingesetzt oder ausgetauscht werden. Es ist vor allem als artspezifisch zu betrachten, seine Entwicklung kann immer nur durch den Praxiseinsatz vorangetrieben werden, erhöht damit aber die Artgerechtigkeit der Haltung und die Ökonomie der Anlage. Für die Garnelenzucht sind die Einlegefächer in bevorzugter Form am Strömungseingang derart versetzt, dass eine Fütterung von oben jederzeit möglich ist. Weiterhin befinden sich in den Fächern zusätzliche versetzt angeordnete Öffnungen damit Abfälle nach unten abgespült werden können.

- Zu- und Abflüsse im Temperatursteuerungssystem für gegenüber dem Umgebungswasser herangeleitetes wärmeres und kälteres Wasser mit stufenlos steuerbaren Ventilen, die der Herstellung beliebiger Mischzustände in der Mischkammer dienen.

- Abdeckungen für die Kulturbehälter und den Filterblock im Temperatursteuerungssystem. Die Energieflüsse des Gesamtsystems können durch viele einzelne Details geregelt, die Kapazitäten erweitert werden. Kultur- und Filtereinheit sind dazu vorzugsweise mit mobilen möglichst automatisierbaren Abdeckungen versehen. Dadurch ändern sich Ab- und Einstrahlung, Konvektion und Verdunstung. Energiekapazitäten werden so steuerbar. Für bestimmte Klimazonen können bestimmte Kombinationen gewählt werden.

**[0021]** Die erfindungsgemäße In-Teich-Aquakulturanlage kann verschiedene vorgebbare Betriebskonzepte verwirklichen:

Besatzkonzept, Anpassungskonzept, Biofoulingkonzept, Temperaturkonzept, Aquakulturkanzept, Fleischfresser-/Pflanzenfresserkonzept, Futteroptimierungskonzept, Abfallverwertungskonzept, Brutfütterungskonzept, Abfischkonzept, Abwärmekonzept, Stoffverwertungskonzept und Konsortiumskonzept

**[0022]** Die erfindungsgemäße In-Teich-Aquakulturanlage wird durch verschiedene Parameter gekennzeichnet:

Temperatur, Verschmutzungsgrad, Partikelgröße, Salinität, Sauerstoffkonzentration, Durchflusgeschwindigkeit, Strömungsverlauf, Besatz und Besatzdichte.

**[0023]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der In-Teich-Aquakulturanlage nach der Erfindung ergibt sich, wenn der Filterblock eine stabile, trittfeste Abdeckung aufweist und damit Bestandteil der Arbeitsplattform ist. Der Filterblock ist ein eigenständiges, mit dem Kulturbehälter flexibel verbundenes und nicht abtauchendes Modul. Insofern bietet es sich an, ihn begehbar abzudecken, ohne dabei Öffnungsmöglichkeiten zur Bedienung der Filtermodule außer Acht zu lassen.

**[0024]** Weitere Fortbildungen der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage ergeben sich, wenn einerseits dem Filterblock zwei Kulturbehälter zugeordnet und mit diesen verbunden sind, die jeweils rechts und links seiner Längsseiten angeordnet sind und andererseits eine Mehrzahl von Filterblöcken mit den ihnen zugeordneten Kulturbehältern zu Aquakulturanlagen im industriellen Maßstab angeordnet werden können. Nutzt man eine Kombination von mehreren Kulturbehältern kann man durch verschiedene Besatzdichten, Arten oder Organismengrößen die Effizienz des Filtersystems dauerhaft im Maximum halten, da im Filter die Abflussraten mehrere Becken gekoppelt und damit die Belastung gemittelt und stabil eingestellt werden kann. Ein netzgehegeartiger Einsatz im Kulturbehälter ermöglicht das parallele Kultivieren verschiedener Größen bereits in einem Kulturbehälter und ergibt ein besonderes Management was zu dem genannten Besatzkonzept beiträgt und die Ernteintervalle verkürzt und dabei unerwünschte Schwankungen der Filterbelastung reduziert.

**[0025]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage ergibt sich, wenn der Filterblock mechanisch physikalische Module in Form von Lamellenfiltern oder nach dem Dekantierungsprinzip aufweist. Es erfolgt im Eingang eine mechanisch/physikalische Filterung für Feststoffe über verschiedene zu berechnende Lamellenfiltereinsätze oder einfache Dekantierung, bei der in einem Gefäß mit niedriger Durchflussrate Schwebstoffe abgesetzt werden und das geklärte Wasser am oberen Rand abläuft. Dieser Vorgang ähnelt dem Dekantieren von Wein aus der Flasche in eine Karaffe, bei dem

vorsichtig abgegossen wird um Weinstein und Depot in der Flasche zurückzuhalten.

**[0026]** Eine andere Weiterbildung der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage ergibt sich, wenn der Filterblock biologische Module als Reinigungsstufen nach dem Prinzip des bewegten Fließbetts aufweist. Dabei werden oberflächenvergrößerte Filtersubstrate über Ausströmer oder Injektoren bewegt und die darauf siedelnden Bakterien mit Sauerstoff versorgt. Bevorzugt werden dabei teflonbeschichtete Ausströmer mit halbkugelförmigen Kunststoff-Substraten kombiniert. Da diese außen nur eine geringe Strukturhöhe aufweisen neigen sie im Gegensatz zu anderen Systemen weniger zur Verhakung und die bevorzugten Ausströmer durch eine nanobeschichtete Oberfläche geringer zur Blockade mit biologischem Aufwuchs. Diese energiesparende Kombination eignet sich besonders im Einsatz von In-Teich Anlagen. Damit kann bei gleicher Druckluftleistung mehr Filtersubstrat je Filtervolumen aktiviert und zur Reinigung des Abflusswassers genutzt werden. Bevorzugt werden dabei möglichst große Füllkörper (30 mm+) damit zur Biofoulingreduktion auch große Maschenweiten der Siebe oder Durchflussöffnungen zwischen den Einzelfilterabteilungen gewählt werden können. Da die Anlage mit dem Umgebungswasser gespeist wird, kann sich im Gegensatz zu landgestützten Anlagen die breite Biodiversität des Gewässers im Biofilter spiegeln. Auf den Substraten siedeln Bakterien, Einzeller und weitere Mikroorganismen bis zu einigen Millimetern Größe. Durch die Wasserbewegung werden diese von den Substraten gleichmäßig abgeschert was den Abbau der Stickstoffe positiv beeinflusst, da die Bakterienschicht in einer effektiven Dicke stabilisiert werden kann. Das abgetrennte biologische Material und die frei schwimmende Rotatorien des Biofilters können dann auch als Futter für Fischbrut genutzt werden

**[0027]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage ergibt sich, wenn die Verbindungsrohre in Bezug auf ihre berechnete Strömung eine Überkapazität von mindestens 10% bis 40% des Rohrquerschnittes zur Kompensation von Biofoulingeffekten aufweisen. Der Einsatz einer ungiftigen Antifoulingbeschichtung für die Außenflächen und die Abflussleitung des Kulturbehälters ist bekannt. Diese Beschichtung muss innerhalb der Anlage, also bei Kontakt mit dem Kulturwasser frei von Bioziden sein um eine Störung der Bioreaktoren zu vermeiden. Auch auf ausschließlich an Umgebungswasser grenzenden Flächen sind umweltfreundliche Coatings bei größeren Gewässern zu bevorzugen und in kleinen Gewässern unumgänglich. Ein Biofoulingkonzept sieht eine Anpassung an die Bedrohung durch biologischen Aufwuchs durch die siedelnden Organismen vor Ort im Kulturbehälter und seinen Zuflüssen vor. Zur Verhinderung von Biofouling in Rohrquerschnitten wurden diese deshalb um das zu er-

wartende jährliche Aufwuchsmaß erweitert und erhalten in Bezug auf ihre berechnete Strömung eine Überkapazität von limnisch mindestens 10% bei Gefährdung durch diverse Mückenlarven, 20% bei Erwartung von limnischen Muschelarten und im Salzwasserbereich um mindestens 30% des Rohrquerschnittes. Zusätzlich sind sie so kurz wie nur möglich konstruiert, was durch die Parallellage von Kultur- und Filtereinheit erleichtert wird.

**[0028]** Zusätzliche vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage ergeben sich, wenn einerseits der Einlass für den Kulturbehälter ein Einströmrohr mit Turbulenzgeber aufweist und andererseits der Turbulenzgeber von einer Injektordüse am Einströmrohr oder eine Airliftpumpe gebildet ist. Ein Turbulenzgeber z. B. in Form einer Injektordüse am Einlaufrohr oder die Nutzung des Airliftprinzips schaffen turbulente Strömungen im Kulturbehältereinlauf und reduzieren ebenfalls den Aufwuchs.

**[0029]** Das Schwimmsystem der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage mit horizontal an der Peripherie angeordneten, röhrenförmigen, luftgefüllten, nicht flutbaren und mit dem Kulturbehälter beweglich verbundenen, durch feste Abdeckungen als begehbare Arbeitsplattform ausgebildeten Schwimmbehältern erfährt andere vorteilhafte Weiterbildungen, wenn es einerseits zusätzliche, luftgefüllte, nicht flutbare und mit den übrigen verbundene Schwimmbehälter aufweist, die vertikal im Umgebungswasser angeordnet und bojenartig geformt sind und andererseits nur an der Stirnseite der Kulturbehälter einen horizontal angeordneten, röhrenförmigen Schwimmbehälter aufweist, der mit den dort vertikal angeordneten bojenartigen Schwimmbehältern fest verbunden ist und dass als Verbindungen zwischen und zu den übrigen vertikal angeordneten bojenartigen Schwimmbehältern Trägerkonstruktionen angeordnet sind. Horizontal angeordnete Schwimmkörper sorgen für die Anfälligkeit der Anlage gegen Welleneinflüsse, z. B. Schlingern in allen Richtungen und Schläge. Vertikale Schwimmkörper ruhen in Tiefen, die dem Wellengang weitgehend verschlossen sind und schützen so die Anlage vor Seegang. An Stellen, die wegen der Abstützung des Kulturbehälters und systembedingtem Fehlen von Auftriebskörpern daran besonders belastet sind, kann auf einen horizontalen Schwimmkörper nicht verzichtet werden. Die Trägerkonstruktionen können alle schwimmenden Teile der Anlage fest verbinden und trittfeste Abdeckungen als Teile der Arbeitsplattform tragen.

**[0030]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage ergibt sich, wenn das Auftriebssystem mit wahlweise mit Wasser oder Luft befüllbare und mit dem Kulturbehälter fest verbundene, röhrenförmig ausgebildete Auftriebsbehälter aufweist, die entlang der unteren Längskanten und an der auf und ab bewegbaren hinteren unteren

Kante des Kulturbehälters angeordnet sind. Die Arbeitsplattform ist flut- und absenkbar, wobei die nicht flutbaren Auftriebskörper als Basis für Lauf- und Supportstege dienen. Durch die vertikal angeordneten Schwimmbehälter wird die Angriffsfläche für Wellen im Bereich der Oberfläche reduziert. Damit wird der Schlingereffekt, wie er unter bestimmten Umständen auftritt, durch das möglichst geringe horizontale und bevorzugte vertikale Rahmenkonzept drastisch reduziert und Tiere mit Empfindlichkeit gegenüber Druckschwankungen können ebenfalls kultiviert werden. Anlagenschäden durch kurze Wellen wird vorgebeugt. Die Arbeitsplattform ist flut- und absenkbar bis auf einen stabilisierenden Volumenanteil am Anlagenrückteil und einem beweglichen Stützrohr am Anlagenvorderteil. Die nicht flutbaren Auftriebe können als Basis für Lauf- und Supportstege dienen. Die Plattform selbst wird so für die Kultureinheit zum Auftriebskörper.

**[0031]** Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage ergibt sich, wenn die Wärmetauscher der Einrichtung zur Temperaturführung als Doppelstegplatten mit innerer Lamellierung, vorzugsweise aus Polyethylen, ausgeführt sind. Durch die Integration eines geregelten Wärmetauschersystems kann Abwärme z. B. aus der Industrie oder Kaltwasser z. B. aus Brunnen zur Anpassung der Betriebstemperatur genutzt werden. Dies wird erreicht über ein Doppelwandsystem der ganzen Anlage oder einzelner Module. Dabei werden zur Konstruktion der Außenhülle Doppelstegplatten vorzugsweise aus Polyethylen genutzt. Durch die Lamellen der Wand wird dabei im Falle einer Abwärmennutzung Abwärme tragende Flüssigkeiten gepumpt. Die Energie wird dann an die Wassersäulen von Kulturtank oder Filter und auch an das Umgebungswasser abgegeben. Damit können außerdem im Behälter Wärme liebende Organismen kultiviert und die Filterkapazität erhöht werden. Die Energie übertragende Flüssigkeit wird anschließend zur Wärmequelle zurück geführt. Sie kann sowohl Süßwasser, Salzwasser als auch ein anderes flüssiges oder gasförmiges Medium sein. Im Falle eines kühlenden Mediums gilt das oben gesagte entsprechend. Das Stegplattensystem ist leicht zu reinigen und bietet weniger Angriffsfläche für Biofouling oder für aggressives Salzwasser. Das in dem Stegplattensystem enthaltene Medium kann beim Anheben des Kulturbehälters in einen Vorratstank überführt werden damit sich die notwendige Auftriebsenergie des Kulturbehälters reduziert. Handelt es sich bei dem Medium lediglich um Süßwasser kann es beim Ausblasen der Auftriebsbehälter in das Umgebungswasser entlassen werden. Die Wandplatten können in ihren Wandstärken symmetrisch oder unsymmetrisch ausgelegt sein womit sich eine gerichtete oder diffuse Energieabgabe oder auch Isolation steuern lässt. Damit vergrößert sich der Einsatzbereich des Systems und die Ressourcen können gezielter manipuliert werden.



**[0032]** Eine zusätzliche vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage ergibt sich, wenn die Einrichtung zur Temperaturführung Zu- und Abflüsse für gegenüber dem Umgebungswasser des Kulturbehälters herangeleitetes wärmeres Wasser, z. B. als Industriekühlwasser, und kälteres Wasser, z. B. als Tiefen- oder Brunnenwasser aufweist.

**[0033]** Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage ergeben sich, wenn die Abdeckungen einfach oder doppelwandig, fest oder flexibel, falt-, roll-, klapp- oder verschiebbar, aus transparentem oder opakem Material und mit oder ohne Beschichtungen ausgeführt sind. Die Energieflüsse des Gesamtsystems können durch viele einzelne Details geregelt, die Kapazitäten erweitert werden. Kultur- und Filtereinheit sind dazu vorzugsweise mit mobilen möglichst automatisierbaren Abdeckungen versehen, welche je nach Bedarf einfach oder doppelwandig, massiv oder folienartig, Sonnenenergie aufnehmend oder abstrahlend ausgelegt sind. Flexible Abdeckungen werden dabei zur Änderung der Oberflächenabdeckung gerollt, feste Materialien gekippt, geklappt oder verschoben. Dadurch ändern sich Ab- und Einstrahlung, Konvektion und Verdunstung. Energiekapazitäten werden so steuerbar. Für bestimmte Klimazonen können bestimmte Kombinationen gewählt werden.

**[0034]** Zusätzliche vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aquakulturanlage ergeben sich, wenn erstens die Einrichtung zur Temperaturführung am Kulturbehälter einen verlängerten Luftabzug mit oder ohne Kamin zur Rückgewinnung von Verdunstungsenergie durch Kondensation aufweist und zweitens die Einrichtung zur Temperaturführung am Kulturbehälter eine steuerbare Luftklappe mit oder ohne forcierte Luftbewegung zur Abgabe von Verdunstungsenergie aufweist. Ein Druckluftabzug mit oder ohne Kamin ermöglicht im Falle einer zu geringen Energiezufuhr die Rückgewinnung der Verdunstungsenergie während dagegen eine Öffnungsmöglichkeit mit zusätzlicher Luftbewegung die Abgabe der Verdunstungsenergie um das Vielfache erhöht. Über die Regulation von Verdunstung über austauschbare Luftvolumina und die Art der Belüftung, über Konvektion und deren Richtung, über Einstrahlung sowie deren Reflektion und über Frischwasser mit variabler Eingangstemperatur kann damit ein Anlageneinsatz unter breiten klimatischen und breiten vorgegebenen zu kühlenden Energiekapazitäten erfolgen und die Auswahl der verschiedenen Kulturkandidaten erweitert werden. Während bisher temperatursteuernde Anlagen entweder landgestützt in Hallen gebaut und Durchflussanlagen oder Netzgehege im erwärmten Bereich von Flüssen an Kraftwerken installiert wurden, ist die erfindungsgemäße Aquakulturanlage in der Lage, Energiekapazitäten im Outdoor-Bereich gezielt zu nutzen und extre-

me Schwankungen von Außenklima und die Zufuhr von Wärmekapazitäten zu steuern und zu puffern. Dies geschieht über die energieaustauschende Hülle des Kulturbehälters diffus oder gerichtet mit einem gewählten Medium, über ein System aus Deckeln, Klappen, Druckluft, Gebläsen und Schornstein an den Behälteroberflächen, über Wasseraustauschraten und über das Zusammenspiel von Gewässer und Anlage. Das Filterkonzept aus Sedimenter und Filterblock muss durch seinen direkten Kontakt mit den Mikroorganismen des Gewässers an die Biologie des Systems aus Umgebungsgewässer und Kulturbehälter angepasst sein. Die Bioreaktion erreicht einerseits extrem schnell ihre Arbeitsmaxima, führt jedoch durch zu starken Bewuchs mit verschiedenen Organismen auch schnell zu Fehlfunktionen. Zur Filteroptimierung sind daher die bevorzugten Substrate wie die üblichen halbrunden Kunststofffüllkörper oder beschichtete Ausströmer genauso notwendig wie an das Biofouling angepasste Querschnitte, gegenseitig alternierende Druckbeaufschlagung der Ausströmer, Strömungsbleche und Vermeidung jeglicher störender Kanten im Bioreaktor. Auch die Mischung des Wassers von verschiedenen Kulturbehältern und oder zusätzlichem Außenwasser bei dauerhaftem Produktionsoptimum ist Teil einer Problemlösung.

**[0035]** Abschließend ergibt sich noch eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der In-Teich-Aquakulturanlage nach der Erfindung, wenn das Auftriebssystem das doppelwandige Gehäuse oder die Ummantelung des Kulturbehälters und/oder das Gehäuse oder die Ummantelung des Filtersystems als flut- und ausblasbare Auftriebskörper nutzt, wobei diese zusätzlich steuerbare Flutventile und Ausblasventile oder eine Evakuierungspumpe aufweisen. Die wegen des Temperaturmanagements sowieso vorhandenen doppelwandigen Behälter um den Kulturbehälter und den Filterblock können für den kurzen Zeitraum des Abfischens und etwaig nötiger Reinigungsvorgänge vorteilhaft gleichzeitig als Auftriebskörper Verwendung finden. Dazu können sie die längs der Kanten des Kulturbehälters und des Filterblocks vorhandenen Auftriebskörper entweder unterstützen oder sogar ersetzen.

**[0036]** In der weiteren Beschreibung werden zur Verdeutlichung der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten musterhaft vier Betriebsbeispiele der Aquakulturanlage nach der Erfindung beschrieben. Es handelt sich um eine Abwärme nutzende Brackwasseranlage in der hauptsächlich Shrimps vorgestreckt und gemästet werden können, weiterhin um eine Smoltifikationsanlage in der im Süßwasser lebende Junglachse (Parr) an das Salzwasser gewöhnt und zu Smolts vorgestreckt werden können, eine Brut- und Streckanlage im Süßwasser zur Aufzucht von Fischlarven, z. B. Zander oder Karpfen und letztendlich um eine

Mastanlage für Shrimps in der hochsalinen Wüsten-aquakultur.

**[0037]** Das erste Beispiel beschreibt die Kultur von Shrimps mit Abwärmereduktion und Nutzung von Brackwasserquellen. Die Anlage kann dazu in Teichanlagen eingesetzt werden, die in ihrer Beschaffenheit und Größe die Möglichkeit bieten im Falle von Überhitzung Wärmekapazitäten aufzunehmen und abzuleiten oder im gegenteiligen Fall zu speichern. Dabei wird die Wärmekapazität entweder über die Kulturbehälterwände in die Anlage und oder über separate Wärmetauscher in den Teich oder in die Anlage überführt. Die Ausführung ist dabei abhängig von der zur Verfügung stehenden Wärmekapazität, der Teich- sowie Kulturbehältergröße und der Empfindlichkeit der zu kultivierenden Shrimpsart. Im Idealfall genügt die vorhandene Wärme ganzjährig in kalten oder gemäßigten Zonen zur Aquakultur von großen Speiseshrimps z. B. der Gattung *Litopenaeus* oder *Macrobrachium*. Die Anlage besteht vorzugsweise aus Kulturbehälterpaarungen mit jeweils einem zentralen Filterblock und der Arbeitsplattform. Der Teich kann als Beton- oder Naturteich ausgelegt werden. Der Wasserzufluss aus Brackwasserquellen ermöglicht in Kombination mit der Verdunstung und einem zusätzlichen Süßwasserzufluss für besondere Fälle einerseits ein genaues Einstellen der Salinität und Wasserqualität, andererseits eine Manipulation der Wassertemperatur, welche durch die Wärmetauscher nach oben und durch die Zuflüsse und Verdunstung nach unten reguliert wird. Die Nutzung der Abwärme erspart hier zusätzlich Energie für Kühlleistung. Durch das Abdeckungssystem der Anlage in Kombination mit Abwärme, Wärmetauscher, Zufluss, Verdunstung und Konvektion erhält dieser Anlagentyp ein Temperaturkonzept und damit Synergieeffekte für den Halter der Abwärme und den Halter der Kulturtiere. Damit kann ein wirtschaftliches, dezentrales Aquakulturkonzept ausgeführt werden, in dem mehrere kleine Abwärmehalter mehrerer dezentrale Abwärmeteiche mit kleinen und mittleren Aquakulturanlagen bestücken. Anlagen unter bestimmten Produktionsgrößen sind häufig unwirtschaftlich. Durch die Nutzung der Abwärme, Einsparung von Kühlleistung mit der Nutzung anderer Produkte kann hier aber Wirtschaftlichkeit erreicht werden, vor allem dann, wenn die Aquakultur als Dienstleistung begriffen wird, wobei mehrere Unternehmen dezentrale Aquakulturanlagen als Kühlung nutzen, welche dann von einem Betrieb zentral bedient, gewartet und vermarktet werden. Außerdem können so mehrere Betriebe durch besondere Zusammensetzung die Gesamtanlage optimieren, indem z. B. ein Fleischfresser-Pflanzenfresser-Konzept bzw. Futteroptimierungskonzept realisiert wird, bei dem in den Kulturbecken Eiweiß verzehrende Arten gemästet werden und dabei ca. 30% der gefütterten Stickstoffe und Phosphorverbindungen verwerten. Der Rest entfällt als Sediment oder als gelöster Nährstoff. Die Biofiltration wandelt

die giftigen gelösten Stickstoffverbindungen um in harmlose Nitrate, welche in den Teich abgegeben werden können und dort zusätzlich eine Kultur von verschiedenen Mikro- oder Makroalgen ermöglichen. Diese können entweder abgeerntet und außerhalb weiter verwertet werden oder der Teich wird extensiv, also gering mit Pflanzen oder Plankton fressenden Gattungen wie z. B. Meeräschen (*Mugil*, *Cheilon*) oder Milchfischen (*Chanos*) besetzt. In Süßwasseranlagen könnten hier Karpfenartige aus verschiedenen Gattungen wie z. B. *Cyprinus* oder *Ctenopharyngodon* eingesetzt werden. Somit werden gelöste Nährstoffe in einem weiteren Produkt gebunden und die Wirtschaftlichkeit sowie Umweltverträglichkeit der Anlage erhöht. Das anfallende Sediment wird in der mechanischen/physikalischen Stufe abgestreift bzw. gesammelt und in einem Abfallverwertungskonzept weiter bearbeitet. Die Sedimente können in einer Biogasanlage weiter in Energie und Düngemittel umgewandelt werden oder in einem Tierfutterherstellungs- oder Futtertierzuchtbetrieb an Abfallfresser verfüttert und wieder in Eiweiß umgewandelt werden. Als Zuchtkandidaten eignen sich vorzugsweise verschiedene Gruppen von Abfallverwertern wie z. B. Sediment fressende Würmer, Krebse oder auch Mollusken. Die gezüchteten Futtertiere können aus Sicherheitsgründen nur direkt an Tierarten verfüttert werden, von denen das Sediment nicht stammt oder in einer Futtermühle zu Kunstfutter verarbeitet werden und damit auch an Tiere verfüttert werden von denen das Sediment gesammelt wurde. Durch das besondere kombinierte Besatzkonzept der Anlage wird dabei eine mehrfache Optimierung erzielt. Gefächerte Einlegemodule erhöhen die Kulturoberfläche und bieten Sichtschutz für die Garnelen untereinander. Diese neigen bei zu engem Kontakt zu Kannibalismus und fügen sich gegenseitig bei enger Haltung Schäden zu. Vor allem die Anzahl der erwachsenen Tiere wird durch die vorhandene Bodenfläche begrenzt. Die Fächer erhöhen somit die Oberfläche pro Kulturwasservolumen und erhöhen damit die Besatzdichte je Kubikmeter der Anlage. Nebenbei erhöht diese Oberfläche auch den Umsatz der Stickstoffe durch nitrifizierende Bakterien. Wenn Teichwasser mit Kreislaufwasser gemischt wird verringern die im Teich entstehenden Mikroalgen die Sichttiefe im Kulturbereich, woraus eine weitere Verbesserung der Kulturbedingung der Garnelen folgt, da diese sich gegenseitig weniger sehen und damit weniger Stress erhalten. Eine weitere Verbesserung der Besatzdichte wird durch das Einhängen von Kulturzusätzen erreicht, welche wie ein Netzgehege im Kulturtank direkt am Einlauf der Mischkammer befestigt werden können. Darin können Postlarven der Speisegarnelen vorgestreckt werden. Bei einer Kulturzeit von beispielsweise drei Monaten werden vier Ernten im Jahr ermöglicht. Betreibt man zwei Hauptkulturbehälter mit zwei Chargen erhält man 8 Ernten pro Jahr und der Filter muss bei jedem Erntevorgang starke Schwankungen ausgleichen. Betreibt man jedoch ei-

nen der Behälter mit der fast zur Ernte reifen Generation, den zweiten aber mit mittelgroßen Tieren und zusätzlich mit im Netzgehege eingehängten Postlarven, kann man nach der Ernte der Fertigmast die mittelgroße Charge als die nun größten Tiere weiter zu Ende mästen, die gestreckten Postlarven aber in den abgeernteten Behälter aussetzen und zu der mittelgroßen Charge wachsen lassen. Der Kultureinsatz wird nun zu den neuen mittelgroßen Exemplaren umgehängt und neu mit Larven besetzt. Damit ergeben sich durch das Besatzkonzept zwölf Ernten pro Jahr bei gleichmäßigerer Filterbelastung.

**[0038]** Das zweite Beispiel beschreibt eine Smoltifikationsanlage ohne Kultureinsätze, in der im Süßwasser kultivierte Junglachse mit einem Anpassungskonzept an das marine Milieu gewöhnt werden. Hier ist weniger die Temperatur sondern eher die Salinität wichtig. Die Anlage besteht aus den üblichen Modulen, vorzugsweise jedoch mit reduziertem Aufwand im Bereich des Temperaturmanagements. Im Einzelfall kann die Wärmetauschfähigkeit der Hülle genutzt werden, um durch geringe Wärmezufuhr bessere Wachstumsraten zu erlangen. Wichtig ist bei diesem Bautyp auch der Schutz vor Predatoren, d. h. die Anlage wird weniger zur Isolation als mehr zum Trennen der Lebensräume benötigt. Damit erübrigt sich die Verwendung von isolierenden Abdeckungen. Es genügen Netze oder einfache Deckel. Die Jungfische müssen insbesondere auch vor Parasiten geschützt werden, z. B. vor Lachsläusen. Damit die Salinität angepasst werden kann, ist ein Zulauf von Salzwasser und Süßwasser nötig. Ersteres erfolgt durch das umgebende Milieu, das andere kann mit einer separaten Leitung zugeführt werden. Das Wasser mit der höchsten Infektionsgefahr kann bei Bedarf mit einer UV- oder Ozondesinfektion behandelt werden. Durch langsames Einregeln der Salinität und geringere Parasitenlast wird die Mortalität der Smolts verringert. Da aufgrund der Kreislaufführung das Kulturwasser wiederverwertet wird, kann der Aufwand der Frischwasserzufuhr verringert werden. Auch bei dieser Bauform kann das Abfallverwertungskonzept für Sedimente zur Anwendung kommen.

**[0039]** Das dritte Beispiel beschreibt eine limnische Brut- und Streckanlage, bzw. Hatcheryanlage, die zwar im Grundbauplan der Shrimpsanlage ähnlich ist, aber ein Brutfütterungskonzept mit Mikroorganismen des Bioreaktors und mit Teichplankton mit einem Zufluss über eine Lichtfalle erfordert. In Kombination mit der Mischkammer werden die im Vorlauf gefangenen Plankter mit den Organismen des Bioreaktors vermischt, durch das Einpumpen in den Kulturbehälter erfolgt so gleichzeitig eine Fütterung der Brut. Damit wird eine kontinuierliche Fütterung neben einer möglichen Zusatzfütterung erzielt. Die Gefahr des Kannibalismus bei der Brut kann so reduziert werden. Netzgitter vor den Einläufen verhindern das Eindringen von Predatoren, Abdeckungen oder Netz-

bespannungen verhindern den Brutraub durch Vögel wie z. B. Kormorane. Am eigentlichen Einlauf an der Mischkammer wird zum Fang der Plankter hier eine Lichtquelle mit Sieb angebracht. Angelockte Organismen werden über den Einstrom angesaugt, zu große Organismen können die Siebe jedoch nicht passieren und bleiben so in dem Umgebungswasser. Man lässt sich diese Anlagenform auch betreiben, z. B. in Fjorden oder in küstennahen Salzwasserteichen. Auch in dieser Ausführung kann das Abfallverwertungskonzept angewandt werden. Als Futtertierzucht ist die bevorzugte Kultur bei marinen Anlagen hier die Kultivierung von Copepoden der Gruppe Harpacticoida, limnisch ist eine Kultur von einheimischen oder Japanischen Wasserflöhen z. B. die Gattung *Molina* angebracht. Das Konzept von Fleisch- und Pflanzenfresser wird dabei vorzugsweise in geschlossenen Gewässern angewandt, z. B. Teichanlagen oder kleinere Seen ohne offenen Abfluss da offene Systeme nicht trivial geregelt werden können. Einsätze zur Erhöhung der Besatzdichten sind dabei im bevorzugten System bei Brütlingen nicht vorgesehen, besondere Futterautomaten können wie bei allen Ausführungen angebracht werden.

**[0040]** Das vierte Beispiel beschreibt schließlich einen für die Wüstenaquakultur geeigneten beschatteten Anlagentyp. Das System ermöglicht dabei ein Abfischkonzept ohne Wärmeschäden, da die Kultur durch den Hebemechanismus schnell abgefischt werden kann und der Wasserspiegel des Gewässers nicht abgesenkt werden muss. Die Tiere werden dabei weiter mit Frischwasser versorgt. Die Anlage entspricht der erstgenannten Shrimpsanlage, das Temperaturkonzept ist jedoch im Gegensatz dazu zur Kühlung über die Energie tauschende Außenhülle modifiziert. Das erhitzte Wasser kann an anderer Stelle weiter genutzt werden. Sinn macht dieser Anlagentyp in Breiten mit starken positiven Temperaturspitzen. Selbst an heißen Tagen ist eine Mast noch möglich. Alle anderen zuvor beschriebenen Konzepte können Verwendung finden. Auch zentrale industrielle Aquakultur ist damit möglich.

#### AUSFUHRUNGSBEISPIELE

**[0041]** Ausbildungsformen der Aquakulturanlage zur Kultur von Wasserorganismen nach der Erfindung werden nachfolgend anhand der schematischen Figuren zum weiteren Verständnis der Erfindung näher erläutert. Dabei zeigt die:

**[0042]** [Fig. 1](#) eine Grundbauform der In-Teich-Aquakulturanlage im Kreislaufmodus in der Draufsicht,

**[0043]** [Fig. 2](#) eine vollausgestattete Bauform der In-Teich-Aquakulturanlage,

**[0044]** [Fig. 3](#) Arbeitsplattformen der In-Teich-Aquakulturanlage,

[0045] **Fig. 4** eine vollausgestattete In-Teich-Aquakulturanlage im Längsschnitt,

[0046] **Fig. 5** Betriebspositionen der In-Teich-Aquakulturanlage im Längsschnitt,

[0047] **Fig. 6** ein Strömungsmodell des Filterblocks der In-Teich-Aquakulturanlage im Querschnitt,

[0048] **Fig. 7** eine große In-Teich-Aquakulturanlage im industriellen Maßstab,

[0049] **Fig. 8** ein Modell eines Abwärmekonzepts für eine In-Teich-Aquakulturanlage,

[0050] **Fig. 9** ein schematisiertes Betriebskonzept mehrere In-Teich-Aquakulturanlagen,

[0051] **Fig. 10** ein Stoffverwertungskonzept für eine In-Teich-Aquakulturanlage und

[0052] **Fig. 11** eine In-Teich-Aquakulturanlage mit einem als Auftriebskörper ausgelegten Wärmetauscher.

[0053] Die Figuren sind schematische Darstellungen und nicht maßstabsgerecht und stellen nur Beispiele für mögliche Ausführungsformen dar. In den Figurenbeschreibungen genannte aber in den zugehörigen Figuren nicht gezeigte Bezugszeichen sind den vorausgehenden oder nachfolgenden Figuren zu entnehmen.

[0054] **Fig. 1** zeigt eine Grundbauform der In-Teich-Aquakulturanlage **01** im Kreislaufmodus in der Draufsicht. In ein Rahmensystem **02** aus nicht flutbaren Schwimmbehältern **03** und flutbaren Auftriebsbehältern **04** sind die Kulturbehälter **05** und der Filterblock **06** integriert. Der linke Kulturbehälter **05** befindet sich hier im angehobenen Zustand, die Auftriebsbehälter **04** sind ausgeblasen. Der rechte Kulturbehälter **05** ist abgesenkt, die Auftriebsbehälter **04** sind geflutet. Der Filterblock **06** und die Kulturbehälter **05** sind parallel angeordnet, um die Verbindungen so kurz wie möglich zu halten. Die Untergliederung des Filterblocks **06** ist jeweils an die Gegebenheiten des Betriebskonzepts angepasst. Das System von Schwimmbehälter **03** ist weitgehend durch vertikale, bojenähnliche Schwimmbehälter **07** realisiert, die nach unten verjüngt sind und dort den Hauptauftrieb übernehmen. Damit ist auch der Einsatz serienmäßiger, preisgünstiger Bojen möglich. Außerdem werden Wellenbewegungen kompensiert und die Belastungen des Rahmensystems **02** und der Kulturorganismen reduziert. Im hinteren Bereich **08** sind die vertikalen Schwimmbehälter **07** mit Trägern **09** mit geringem oder keinem Auftrieb verbunden. Im Frontbereich **10** wird das Rahmensystem **02** durch horizontale, röhrenförmige Schwimmbehälter **11** mit starkem Auftrieb verstärkt,

um die Kulturbehälter **05** im angehobenen Zustand zu stabilisieren.

[0055] Im Kreislaufmodus der In-Teich-Aquakulturanlage **01** ist das Schott **13** in der Trennwand **14** geöffnet. Das Kulturwasser durchläuft den Kulturbehälter **05** um durch ein Sieb **15** in eine integrierte Sedimentationsstufe **16** zu gelangen, wo feste Partikel physikalisch-mechanisch abgestreift werden. Hier kann abhängig vom zu erwarteten Verschmutzungsgrad, den Durchflussgeschwindigkeiten und der Partikelgröße z. B. mit einem aus Schrägröhren kombinierten Sedimenterpaket oder nur mit Wasserberuhigung ohne Hilfsmittel gearbeitet werden. Bei starker grobkörniger Verschmutzung mit langsamer Strömungsgeschwindigkeit sind keinerlei Lamellen notwendig, geringere Belastung mit kleinsten Partikeln erfordern enge Röhren bzw. flache Lamellen. Der Durchflussmodus der In-Teich-Aquakulturanlage **01** kommt zustande über das Schott **12** im Kulturbehälter zum Umgebungswasser durch das Frischwasser eintritt. Das Schott **13** in der Trennwand **14** ist bei dieser Betriebsart geschlossen.

[0056] **Fig. 2** zeigt eine Vollausstattung der In-Teich-Aquakulturanlage **01**, hier z. B. zur Garnelenzucht. Die Rohre **17** dienen zum Abpumpen von Abfällen **52**. Die abgepumpten Abfälle **52**, z. B. als Klärschlamm **41**, werden vorzugsweise nach einem Verwertungskonzept weiter verarbeitet. Der Kulturbehälter **05** gliedert sich in eine Flachzone **35** und eine Tiefzone **18**. In der Flachzone **35** kann verlustfrei gefüttert werden, in der Tiefzone **18** werden die Bodensedimente zum Sieb **15** geleitet. Belüfter **19** unterstützen das Strömungsmuster und erhöhen die Sauerstoffkonzentration im Kulturwasser. Im Kulturbehälter **05** sind wahlweise Netzgehege **20** und Einlegemodule **21** zur Verbesserung der Besatzdichte angebracht. Ein System von Aufhängungen **22** und Arretierungen **23** schafft Verbindungen zwischen dem Rahmensystem **02** und den Kulturbehältern **05** und dem Filterblock **06**, auch in verschiedenen Positionen der Kulturbehälter **05**. Das aus der Sedimentationsstufe **16** entlassene Kulturwasser wird in den biologisch arbeitenden Modulen **38** biologisch gereinigt. Eine zusätzliche Sedimentationsstufe **24** ist wahlweise je nach Belastung möglich. Ist ein Kulturbehälter **05** angehoben (linke Seite der **Fig. 2**), muss das Verbindungsrohr **25** zwischen Filterblock **06** und Kulturbehälter **05** soweit zurückgezogen werden, dass der Kulturbehälter **05** ohne weiteres angehoben werden kann. Das vorgereinigte Kulturwasser gelangt dann über das möglichst kurze Verbindungsrohr **25** in den Filterblock **06**. Um einen Kulturbehälter **05** anzuheben, muss das enthaltene Wasser über verschließbare Ausströmöffnungen **26** mit angepassten Siebgrößen entlassen werden. Außerdem müssen die den Kulturbehälter **05** einrahmenden flutbaren Auftriebsbehälter **04** mit Pressluft ausgeblasen oder abgepumpt werden.

**[0057]** Fig. 3 zeigt die Arbeitsplattform 27 der In-Teich-Aquakulturanlage 01 auf dem Filterblock 06. Die Auftriebsbehälter 04 an den Kulturbehältern 05 können mit Laufstegen 28 zur besseren Begehrbarkeit ausgestattet sein. Nicht weiter dargestellte Öffnungen in der Arbeitsplattform 27 zum Erreichen von Funktionsteilen des Filterblocks 06 sind erforderlich.

**[0058]** Fig. 4 zeigt eine vollausgestattete In-Teich-Aquakulturanlage 01 im Längsschnitt. Der abgebildete Kulturbehälter 05 ist hier für Bodenbewohner flach ausgelegt. Er ist mit einem Wärmetauscher 29, einer Abdeckung 30 und Kulturhilfen 31 für Wasserorganismen ausgestattet. Die Hauptkomponenten des Temperatursteuerungssystems sind der Wärme einbringende Wärmetauscher 29, der über hier nicht eingezeichnete Ventile füll- und leerbar ist, der Schornstein 32 und die Luftklappen 33. Diese sind entweder manuell bedienbar oder automatisiert, hier über einen Hebezyylinder 34. Dargestellt ist der Strömungsverlauf des Kulturwassers (durchgezogene Linie) und der Druckluft (unterbrochene Linie). Druckluft aus den Belüftern 19 wird bei geschlossenen Luftklappen 33 durch den Schornstein 32 abgegeben, die Energie durch Kondensation zurückgewonnen. Bei geöffneten Luftklappen 33 wird Energie über entweichenden Wasserdampf abgegeben. Damit kann zusammen mit einer geregelten Wärmezufuhr über den Wärmetauscher 29 die Temperatursteuerung erfolgen. Der Strömungsverlauf des Kulturwassers wird durch die Druckluft aus den Belüftern 19 mit beeinflusst und ergibt zusammen mit dem Einlauf ein optimales Strömungsregime.

**[0059]** Fig. 5 zeigt Betriebspositionen der In-Teich-Aquakulturanlage 01 im Längsschnitt. Die gefluteten Auftriebskörper 04 halten den Kulturbehälter 05 in der unteren Position. Er liegt im hinteren Bereich 08 mit einem Anschlag 36 auf (Fig. 5A). Beim Ausblasen der Auftriebskörper 04 wird der Kulturbehälter 05 durch deren Auftrieb bis Anschlag der Arretierung 37 an der Abdeckung 35 der vertikalen Schwimmbehälter 03 in die obere Position geschwenkt. Das Wasser tritt durch die Ausströmöffnungen 26 aus, die Organismen sammeln sich im Frontbereich 10 des Kulturbehälters 05 und können bearbeitet werden (Fig. 5B). Zur besseren Steuerung des Auftriebs kann der flutbare Auftriebskörper 04 auch in Einzelkammern gegliedert werden. Fig. 5C zeigt den Verlauf des Kulturwassers in der angehobenen Position. Die Organismen sind dabei weiter mit Kulturwasser versorgt, der Sedimeter der integrierten Sedimentationsstufe 16 kann gespült werden. Ob das dabei anfallende Spülwasser gesammelt oder in das Umgebungswasser entlassen wird hängt von der Betriebsart ab.

**[0060]** Fig. 6 zeigt ein Strömungsmodell des Filterblocks 06 der In-Teich-Aquakulturanlage 01 im Querschnitt. Der hier gezeigt Filterblock 06, wie er bei der Garnelenzucht angewendet werden kann, weist

zwei biologisch arbeitende Module 38 und eine Zwischensedimentation 39 auf. Die Böden sind zur besseren Konzentration des Klärschlammes mit Schrägen 40 versehen. Der Klärschlamm 41 kann über Absaugrohre 42 entfernt werden. Der Wärmetauscher 29 überträgt Wärme in den Filterblock 06, ein System aus Abdeckungen 30, Luftklappen 33 und Schornsteinen 32 reguliert den Energiehaushalt. Hier dargestellt ist der Strömungsverlauf im Filterblock 06, durchgezogen die Wasserströmung, gestrichelt die Druckluft, gepunktet das Kondensat. Das durch die Verrohrung 43 einlaufende Kulturwasser wird mit Hilfe der Druckluft aus den Belüftern 19 in Rotation versetzt, die hier nicht gezeichneten mit Bakterien bewachsenen Filtersubstrate des ersten biologisch arbeitenden Moduls 38 führt die biochemischen Reaktionen aus, noch vorhandene Sedimente setzen sich als Klärschlamm 41 ab oder gelangen in die Zwischensedimentation 39, wo sie sich absetzen und abgepumpt werden können. Das Kulturwasser fließt weiter über das zweite biologisch arbeitende Modul 38 in die Mischkammer 44, wo es vorzugsweise mit Hilfe von Druckluft gehoben und in den Kulturbehälter 05 überführt wird. Der Durchfluss kann über Ventile 45 oder Schotten mit Sieben geregelt werden, es genügen jedoch auch einfach Bohrungen mit Durchmessern die kleiner sind als die Filtersubstrate. Steuerbare Ventile 45 erhöhen den Einsatzbereich der In-Teich-Aquakulturanlage 01 und verbessern die Temperatursteuerung. Um ein Festsetzen der Filtersubstrate zu vermeiden ist jeweils ein Paar Belüfter 19 zum Wechseln der Rotationsrichtung angebracht. Auch die biologisch arbeitenden Module 38 besitzen vorzugsweise hier nicht weiter dargestellte Absaugrohre für Sediment. Die integrierte Sedimentationsstufe 16 kann als einfache Dekantierstufe oder als Lamellenfilter ausgebildet sein. Steht nicht ausreichend Wärme zur Verfügung bleiben die Abdeckungen 35 geschlossen und die Abluft entweicht über die Schornsteine 32 wo, wie auch in möglichen Abluftkondensatoren 46, der Wasserdampf kondensiert und Energie zurückgewonnen wird. Bei Überschuss von Wärmekapazität werden die Luftklappen 33 möglichst automatisch angehoben und hochenergetischer Wasserdampf entweicht. Damit wird die Systemtemperatur gesenkt. Genügt dies nicht, kann die In-Teich-Aquakulturanlage 01 in den Durchflussmodus zum Umgebungswasser geschaltet werden und damit weiter Energie abgeben bis zum Erreichen der optimalen Arbeitstemperatur. Ähnlich verhält sich die Situation der Kulturbehälter 05. Die Berechnung der Parameter des Filterblocks 06 kann ebenfalls über übliche Beziehungen von Oberflächen, Bakterieneffizienz und Stickstoffbelastungen erfolgen, jedoch ist die Strategie der geringen Energieströme mit eher langen Verweilzeiten und geringen Durchflusssgeschwindigkeiten zu beachten, da dadurch eine Sedimentationsoptimierung erreicht wird und weniger gelöste Nährstoffe in den biologisch arbeitenden Modulen 38 abgebaut werden müssen.

**[0061]** Fig. 7 zeigt eine große In-Teich-Aquakulturanlage **01** im industriellen Maßstab. Dabei sind jeweils zwei Kulturbehälter **05** um einen Filterblock **06** angeordnet. Ob dabei die Abfischbereiche **47** oder, wie hier gezeigt, die Sedimentationsbereiche **48** der Kulturbehälter **05** an dem Mittelsteg **49** zentralisiert werden ist abhängig von den Bedürfnissen des Betreibers.

**[0062]** Fig. 8 zeigt ein Modell eines Abwärmekonzepts für eine In-Teich-Aquakulturanlage **01**. Die Abwärme einer Industrieanlage **50** wird über Wärmetauscher **29** an den Kulturbehälter **05** der In-Teich-Aquakulturanlage **01** und an das Umgebungswasser über Konvektion abgegeben. Die erwärmten Kultur- und Umgebungswasser geben über ihre Oberflächen Wasserdampf (punktierter Linien) ab und es wird Verdunstungswärme abgeführt. Die In-Teich-Aquakulturanlage **01** selbst ist über Luftklappen **33** und die Steuerung von Umgebungswasserzufuhr und Kulturwasserabfuhr kontrollierbar. Das Umgebungswasser kann gegebenenfalls über Erdwälle oder Freiflächen an das jeweilige Klima angepasst und vorkonfiguriert werden. Dies ist über übliche DIN-Formulierungen für Freibäder zu berechnen.

**[0063]** Fig. 9 zeigt ein schematisiertes Betriebskonzept von mehreren In-Teich-Aquakulturanlagen **01**. Als zusätzlich optimiertes Modell bietet sich das Konzept eines Konsortiums an. Mehrere Abwärme produzierende Industrieanlagen **50** kühlen ihre Anlagen über Umgebungswasser und darin enthaltene In-Teich-Aquakulturanlagen **01**. Sie werden zentral von einem Dienstleister **51**, der auch selbst Produzent sein kann, betrieben, gewartet und befischt. Auch Verarbeitung und Vermarktung könnten von diesem Dienstleister **51** ausgeführt werden. Damit können sich alle In-Teich-Aquakulturanlagen **01** auf ihr Kerngeschäft konzentrieren, sparen Kühlleistung und partizipieren von der Organismenvermarktung. Ob es sich dabei um Speise- oder Zierorganismen handelt ist eine Sache der Anlagenanpassung. Alle Abfälle **52** werden gesammelt und z. B. in einer Biogasanlage **53** verwertet, welche Mitglied im Konsortium sein kann, ebenso wie ein Partner, der diese Abfälle **52** durch Kultur von Futterorganismen veredeln kann.

**[0064]** Fig. 10 zeigt ein Stoffverwertungskonzept für eine In-Teich-Aquakulturanlage **01** in der vorwiegend Karnivore **54** kultiviert werden. Da diese nur ca. 30% der Stickstoffe und Phosphate verwerten, bleiben Nährstoffe als Partikel **55** und in gelöster Form **56** zurück. Die Nährstoffpartikel **55** werden gesammelt und entweder zur Verwertung in eine Biogasanlage **53** oder zu einem Dienstleister **51** befördert, der den Klärschlamm **41** zur Kultur von Futtertieren nutzt, z. B. für die Tallitridenzucht. Diese verwerten einen Teil des Klärschlammes **41** und können selbst wieder von Karnivoren gefressen werden. Zur Sicherheit vor Krankheiten- und Parasitenreimport verfü-

tert man diese Organismen an Arten, welche nicht zu der Gruppe gehören welche als Lieferanten des Klärschlammes **41** gedient haben oder man bereitet die Futtertier auf oder veredelt sie in der Herstellung von Kunstfutter. Die gelösten Nährstoffe **56** werden im biologisch arbeitenden Modul **38** von der Bakterienkultur zu harmlosen Nitraten oxidiert und können in das Umgebungswasser entlassen werden, wo sie von Pflanzen oder Algen aufgenommen werden, welche wiederum von höheren Kulturorganismen gefressen werden. Somit wird das zu Anfang zugesetzte Futter in drei Stufen statt in einer verwertet und ergibt eine höhere Effizienz. Da alle Prozesse nahe miteinander verbunden sind, werden für den laufenden Betrieb Energie wegen der sehr geringer Pumphöhe und Futterreserven wegen der Rückgewinnung von Ressourcen effektiv eingesetzt.

**[0065]** Die Fig. 11 zeigt eine In-Teich-Aquakulturanlage **01** mit einem als Auftriebsbehälter **04** ausgelegten Wärmetauscher **29**. Zur Erleichterung des Anhebens des Kulturbehälters **05** in die obere Position durch die Auftriebsbehälter **04** müssen die Wärmetauscher **29** ausgepumpt werden. Es liegt daher nahe, das Volumen der Wärmetauscher **29** zur Unterstützung der Auftriebsbehälter **04** oder als deren Ersatz einzusetzen. Die Wärmetauscher **29** können dazu unmittelbar mit den übrigen Auftriebsbehältern **04** verbunden werden.

#### Bezugszeichenliste

<b>01</b>	In-Teich-Aquakulturanlage
<b>02</b>	Rahmensystem
<b>03</b>	Schwimmbehälter
<b>04</b>	Auftriebsbehälter
<b>05</b>	Kulturbehälter
<b>06</b>	Filterblock
<b>07</b>	bojenähnlicher Schwimmbehälter
<b>08</b>	hinteren Bereich
<b>09</b>	Träger
<b>10</b>	Frontbereich
<b>11</b>	röhrenförmiger Schwimmbehälter
<b>12</b>	Schott im Kulturbehälter
<b>13</b>	Schott in der Trennwand
<b>14</b>	Trennwand
<b>15</b>	Sieb
<b>16</b>	integrierte Sedimentationsstufe
<b>17</b>	Rohre
<b>18</b>	Tiefzone
<b>19</b>	Belüfter
<b>20</b>	Netzgehege
<b>21</b>	Einlegemodul
<b>22</b>	Aufhängungen
<b>23</b>	Arretierungen
<b>24</b>	zusätzliche Sedimentationsstufe
<b>25</b>	Verbindungsrohr
<b>26</b>	Ausströmöffnung
<b>27</b>	Arbeitsplattform
<b>28</b>	Laufsteg

29	Wärmetauscher
30	Abdeckung
31	Kulturhilfe
32	Schornstein
33	Luftklappe
34	Hebezyylinder
35	Flachzone
36	Anschlag
37	Arretierung
38	biologisch arbeitendes Modul
39	Zwischensedimentation
40	Schräge
41	Klärschlamm
42	Absaugrohr
43	Verrohrung
44	Mischkammer
45	Ventil
46	Abluftkondensator
47	Abfischbereich
48	Sedimentationsbereich
49	Mittelsteg
50	Industrieanlage
51	Dienstleister
52	Abfälle
53	Biogasanlage
54	Karnivoren
55	Nährstoffpartikel
56	gelöster Nährstoff

### Patentansprüche

1. In-Teich-Aquakulturanlage (01) zur Kultur von Wasserorganismen mit

- zumindest einem gegenüber dem Umgebungswasser abschließbaren Kulturbehälter (05), der Kulturwasser enthält,
- einem Versorgungssystem für Kulturwasser mit einem Filtersystem mit zumindest einem Trennsieb (15) und einem Sedimeter (16),
- einem Temperatursteuerungssystem für den Kulturbehälter (05) und das Versorgungssystem für Kulturwasser,
- einem Schwimmsystem mit horizontal an der Peripherie der In-Teich-Aquakulturanlage (01) angeordneten, röhrenförmigen, luftgefüllten, nicht flutbaren und mit dem Kulturbehälter (05) beweglich verbundenen, durch feste Abdeckungen als begehbare Arbeitsplattform (27) ausgebildeten Schwimmbehältern (03) und
- einem Auftriebssystem mit wahlweise mit Wasser oder Luft befüllbaren Auftriebsbehältern (04), gekennzeichnet durch eine zumindest zeitweise, von einem vorgegebenen Betriebskonzept abhängige Ausbildung als Kreislaufanlage mit einer Zuführung von gefiltertem oder frischem Umgebungswasser oder als Kläranlage mit einer umweltneutralen Reinigung des Kulturwassers und Rückführung in den Kulturbehälter (05) oder Überführung in das Umgebungswasser unter Rückführung von frischem Umgebungswasser, wobei das

Umgebungswasser als Reservoir und als Arbeitssystem für die Steuerung relevanter Parameter des Kulturwassers im vorgegebenen Betriebskonzept genutzt wird und wobei die Steuerung zumindest durch folgende Module umgesetzt wird:

- ein schwimmender, separat zum Kulturbehälter (05) angeordneter und mit diesem beweglich verbundener Filterblock (06) als Filtersystem, der zusätzliche Filtermodule enthält, die der Reinigung des im Umlauf befindlichen Kulturwassers von Schwebstoffen, gelösten Stoffen und zur Reduzierung von Kohlendioxid und Nitraten dienen,
- eine Mischkammer (44) im Versorgungssystem mit zumindest je einem Einlass und einem Auslass zum Filterblock (06), zum Kulturbehälter (05) und zum Umgebungswasser und Verbindungsrohren (25) dazwischen, wobei die Einlässe und Auslässe der Mischkammer (44) stufenlos steuerbare Ventile (45) aufweisen, die der Herstellung beliebiger Mischzustände dienen,
- doppelwandige und von einem temperierbaren Medium durchströmbare Wärmetauscher (29) im Temperatursteuerungssystem in einer Ausbildung als Gehäuse oder Ummantelung des Kulturbehälters (05) und/oder des Filterblocks (06) und/oder als in die Kulturbehälter (05) einsetzbare Kulturhilfen (31) für die Wasserorganismen,
- Zu- und Abflüsse im Temperatursteuerungssystem für gegenüber dem Umgebungswasser herangeleitetes wärmeres und kälteres Wasser mit stufenlos steuerbaren Ventilen (45), die der Herstellung beliebiger Mischzustände in der Mischkammer dienen (44) und
- Abdeckungen (30) für die Kulturbehälter (05) und den Filterblock (06) im Temperatursteuerungssystem.

2. In-Teich-Aquakulturanlage (01) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende verschiedene vorgebbare Betriebskonzepte: Besatzkonzept, Anpassungskonzept, Biofoulingkonzept, Temperaturkonzept, Aquakulturkonzept, Fleischfresser-/Pflanzenfresserkonzept, Futteroptimierungskonzept, Abfallverwertungskonzept, Brutfütterungskonzept, Abfischkonzept, Abwärmekonzept, Stoffverwertungskonzept und Konsortiumskonzept.

3. In-Teich-Aquakulturanlage (01) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende verschiedene Parameter: Temperatur, Verschmutzungsgrad, Partikelgröße, Salinität, Sauerstoffkonzentration, Durchflusgeschwindigkeit, Strömungsverlauf, Besatz und Besatzdichte.

4. In-Teich-Aquakulturanlage (01) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Filterblock (06)

eine stabile, trittfeste Abdeckung **(30)** aufweist und Bestandteil der Arbeitsplattform **(27)** ist.

5. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Filterblock **(06)** zwei getrennte Kulturbehälter **(05)** zugeordnet sind, die mit diesem verbunden und jeweils rechts und links seiner Längsseiten angeordnet sind.

6. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Filterblöcken **(06)** mit den ihnen zugeordneten Kulturbehältern **(05)** zu Aquakulturanlagen **(01)** im industriellen Maßstab angeordnet werden können.

7. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Filterblock **(06)** mechanisch physikalisch arbeitende Module, insbesondere in Form von Lamellenfiltern, oder nach dem Dekantierungsprinzip arbeitende Filtermodule aufweist.

8. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Filterblock **(06)** biologisch arbeitende Module **(38)** als Reinigungsstufen nach dem Prinzip des bewegten Fließbetts aufweist.

9. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsrohre **(25)** in Bezug auf ihre berechnete Durchströmung eine Überkapazität von mindestens 10% bis 40% des Rohrquerschnittes zur Kompensation von Biofoulingeffekten aufweisen.

10. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlass für jeden Kulturbehälter **(05)** ein Einströmrohr mit Turbulenzgeber aufweist.

11. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Turbulenzgeber von einer Injektordüse am Einströmrohr oder einem Airliftsystem gebildet ist.

12. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwimmsystem zusätzliche, luftgefüllte, nicht flutbare und mit den übrigen verbundene Schwimmbehälter **(03)** aufweist, die vertikal im Umgebungswasser angeordnet und bojenartig geformt sind.

13. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwimmsystem nur an der Stirnseite der Kulturbehälter **(05)** einen horizontal angeordneten, röhrenförmigen Schwimmbehälter **(11)** aufweist, der mit den dort vertikal angeordneten bojenartigen Schwimmbehältern **(07)** fest verbunden ist, und dass als Verbindungen zwischen und zu den übrigen vertikal angeordne-

ten bojenartigen Schwimmbehältern **(07)** Trägerkonstruktionen **(09)** angeordnet sind.

14. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Auftriebssystem mit wahlweise mit Wasser oder Luft befüllbare und mit dem Kulturbehälter **(05)** fest verbundene, röhrenförmig ausgebildete Schwimmbehälter **(11)** aufweist, die entlang der unteren Längskanten und an der auf und ab bewegbaren hinteren unteren Kante des Kulturbehälters **(05)** angeordnet sind.

15. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmetauscher **(29)** des Temperatursteuerungssystems als Doppelstegplatten mit innerer Lamellierung, insbesondere aus Polyethylen, ausgeführt sind.

16. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zu- und Abflüsse im Temperatursteuerungssystem gegenüber dem Umgebungswasser der Kulturbehälter **(05)** wärmeres Industriekühlwasser und kälteres Tiefen- oder Brunnenwasser heranleiten.

17. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckungen **(30)** für die Kulturbehälter **(05)** und den Filterblock **(06)** einfach oder doppelwandig, steif oder flexibel, fast-, roll-, klapp- oder verschiebbar, aus transparentem oder opakem Material und mit oder ohne Beschichtungen ausgeführt sind.

18. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Temperatursteuerungssystem einen verlängerten Luftabzug mit oder ohne Kamin zur Rückgewinnung von Verdunstungsenergie durch Kondensation aufweist.

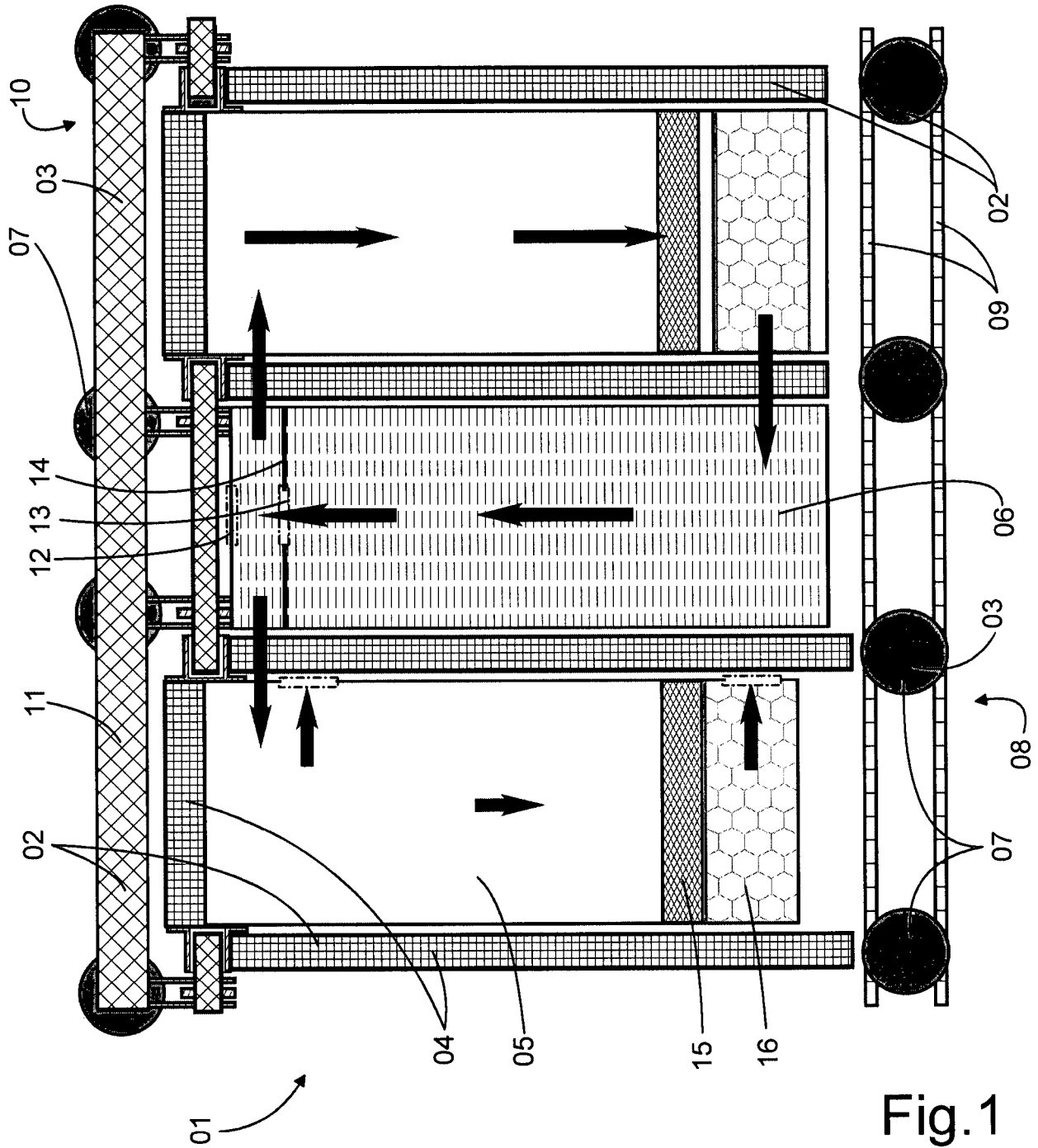
19. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Temperatursteuerungssystem eine steuerbare Luftklappe **(33)** mit oder ohne forcierte Luftbewegung zur Abgabe von Verdunstungsenergie aufweist.

20. In-Teich-Aquakulturanlage **(01)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Auftriebssystem das doppelwandige Gehäuse oder die Ummantelung des Kulturbehälters **(05)** und/oder des Filterblocks **(06)** als flut- und ausblasbare Auftriebskörper nutzt, wobei diese zusätzlich steuerbare Flutventile und Ausblasventile oder eine Evakuierungspumpe aufweisen.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen



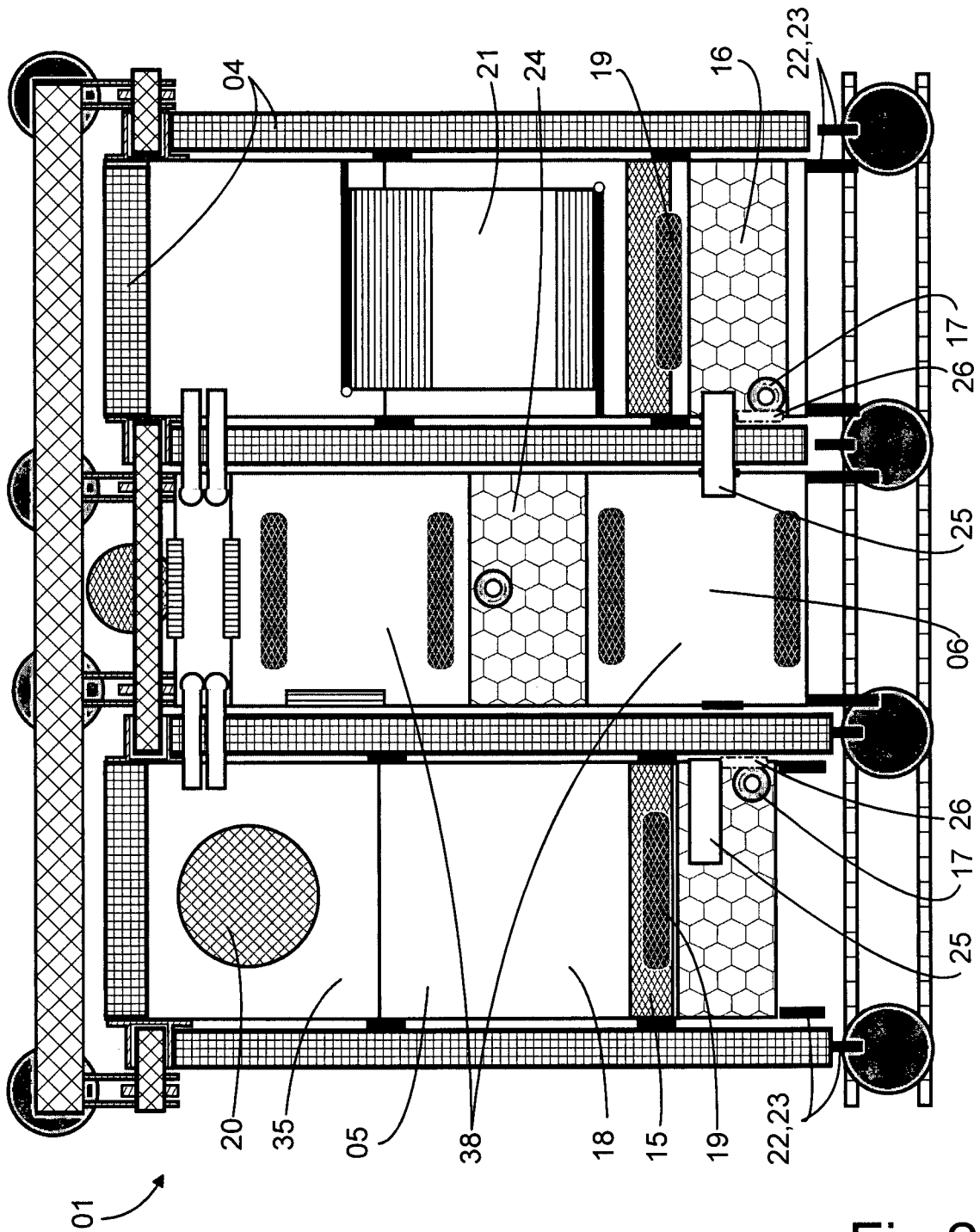


Fig.2

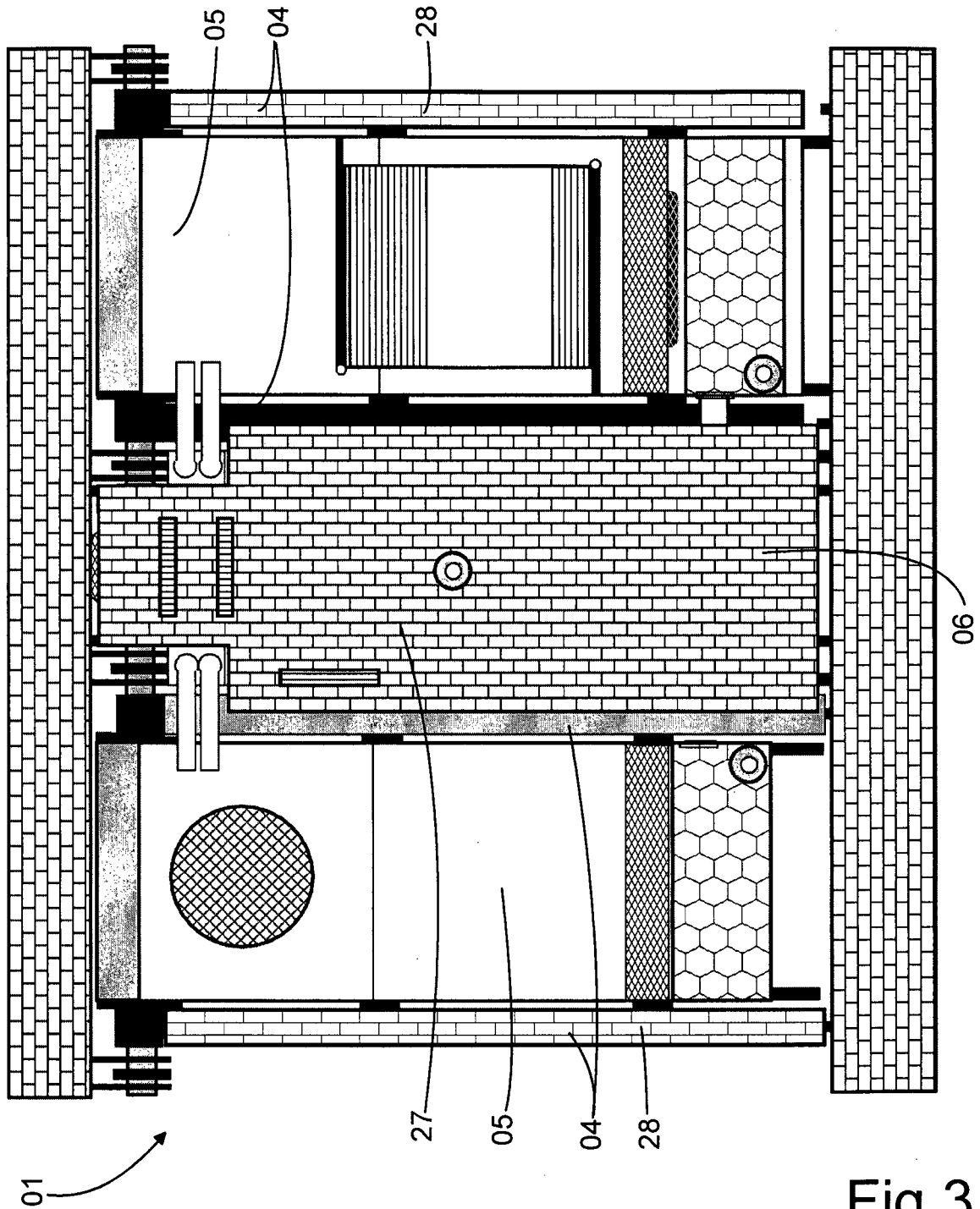


Fig.3

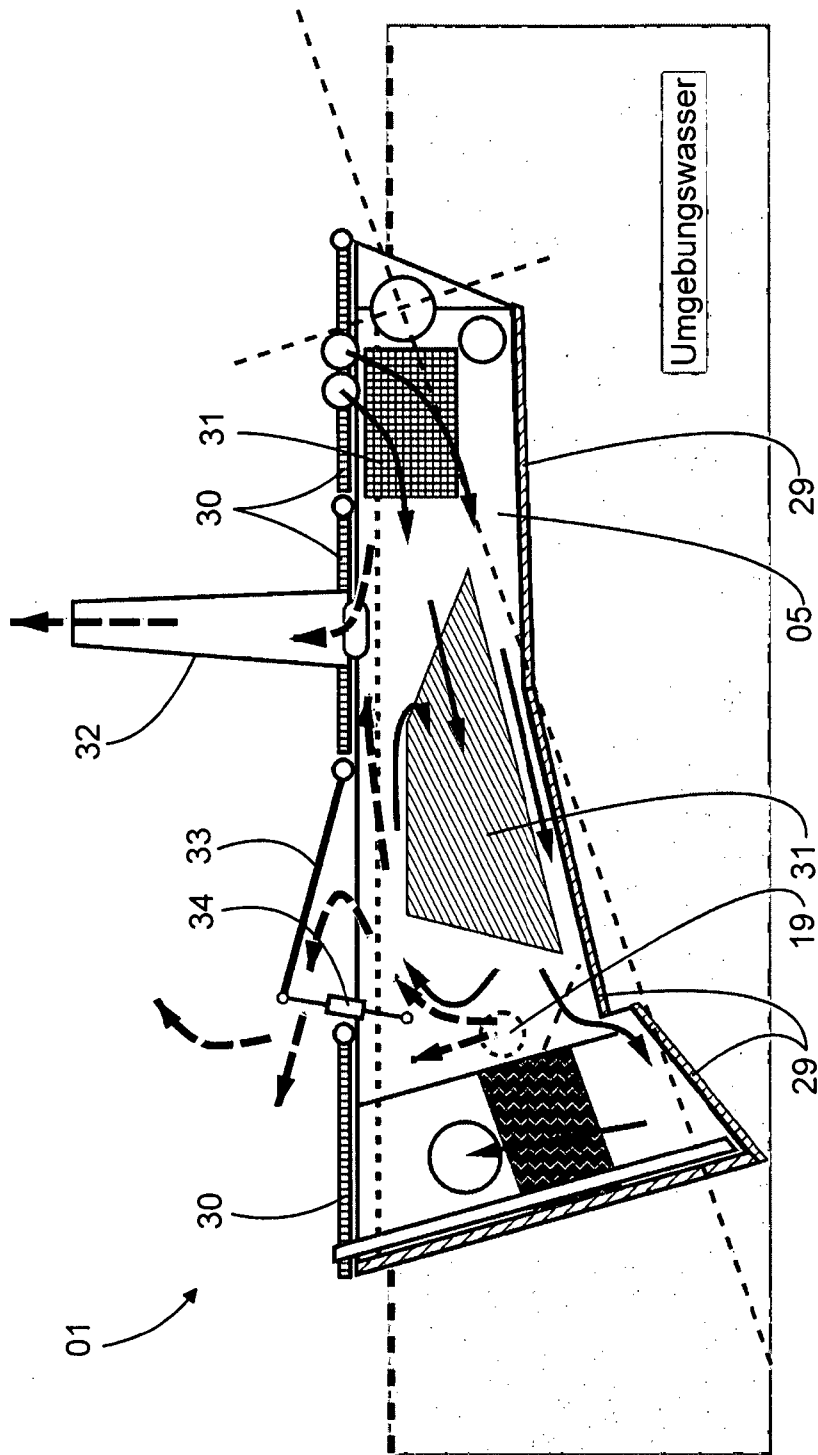


Fig.4

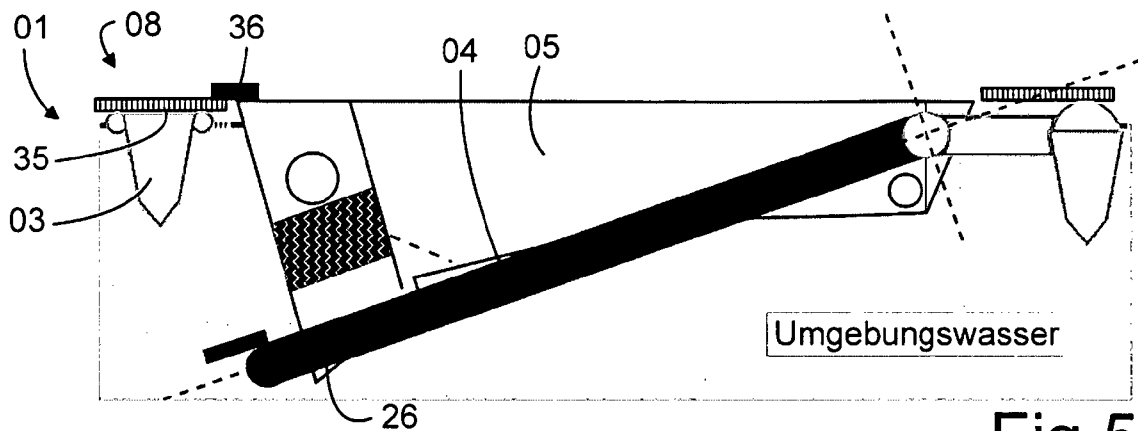


Fig. 5A

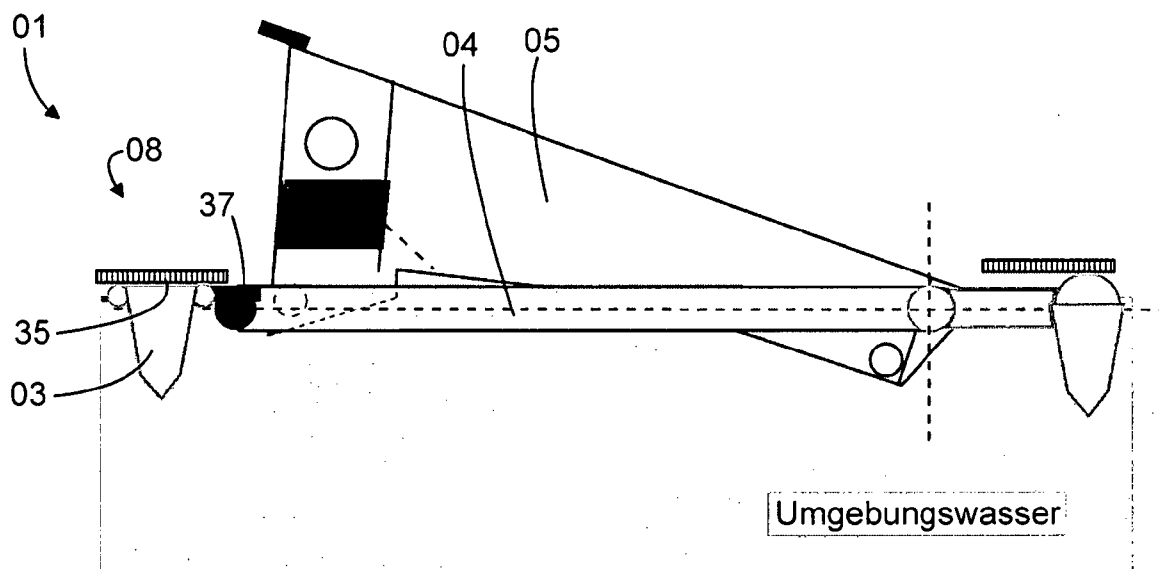


Fig. 5B

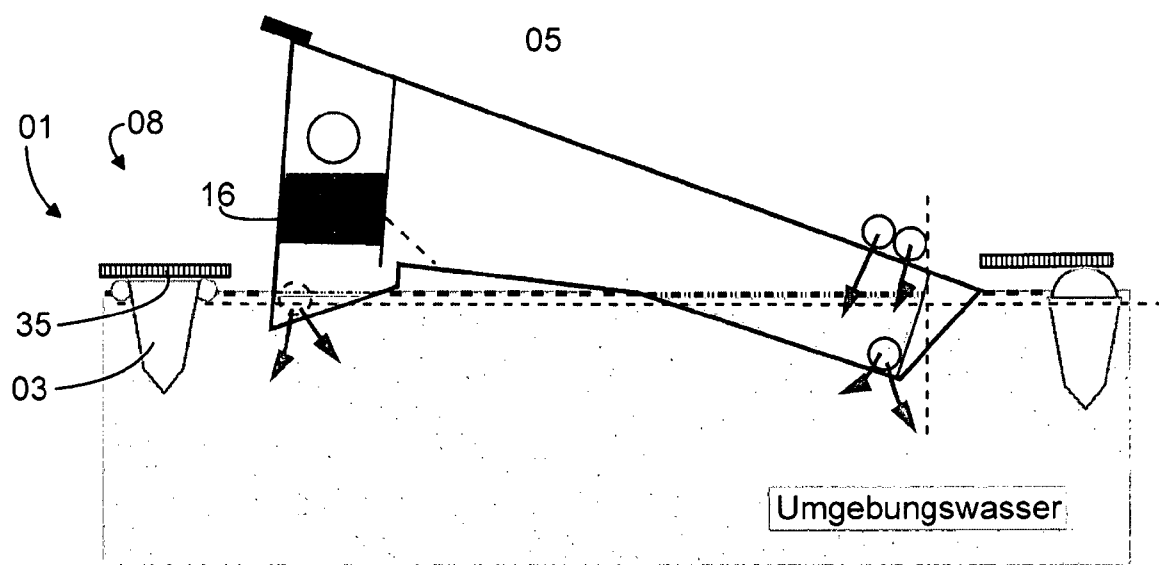


Fig. 5C

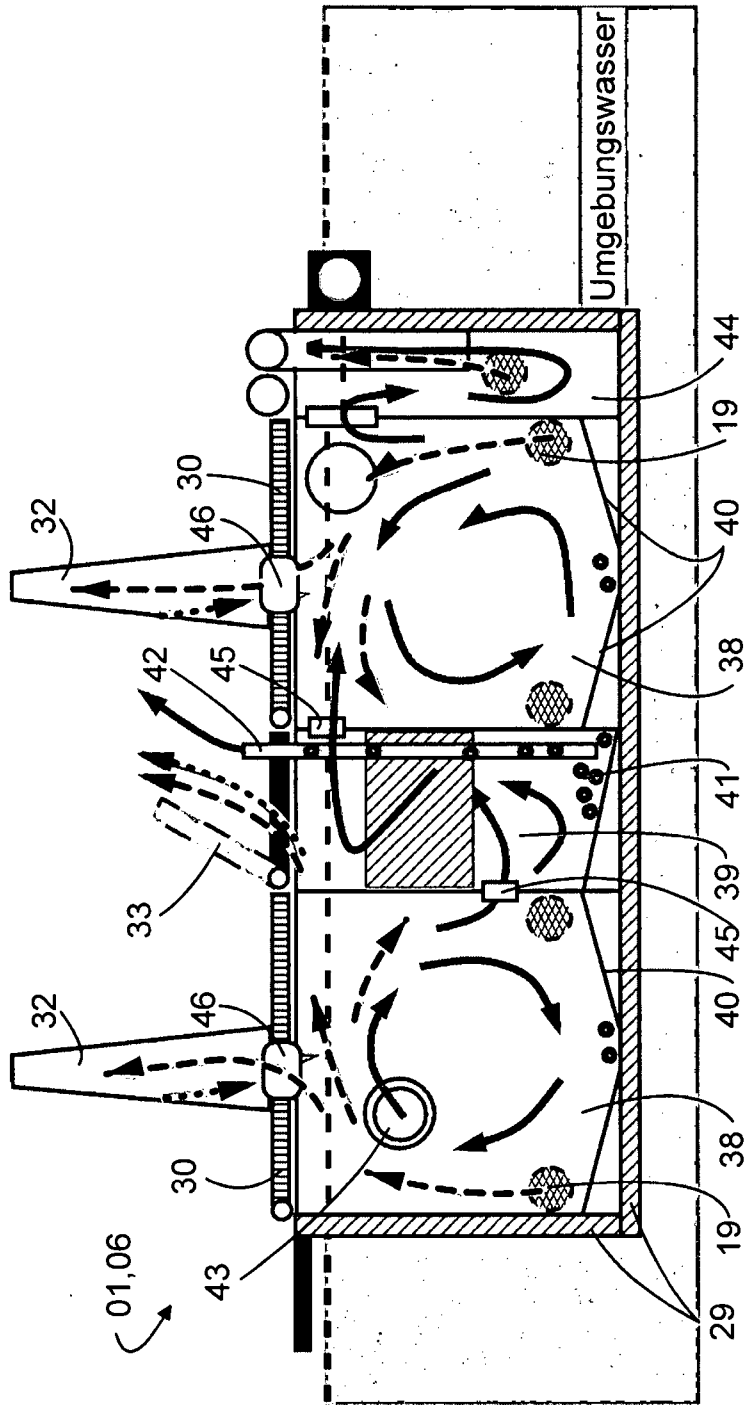


Fig.6

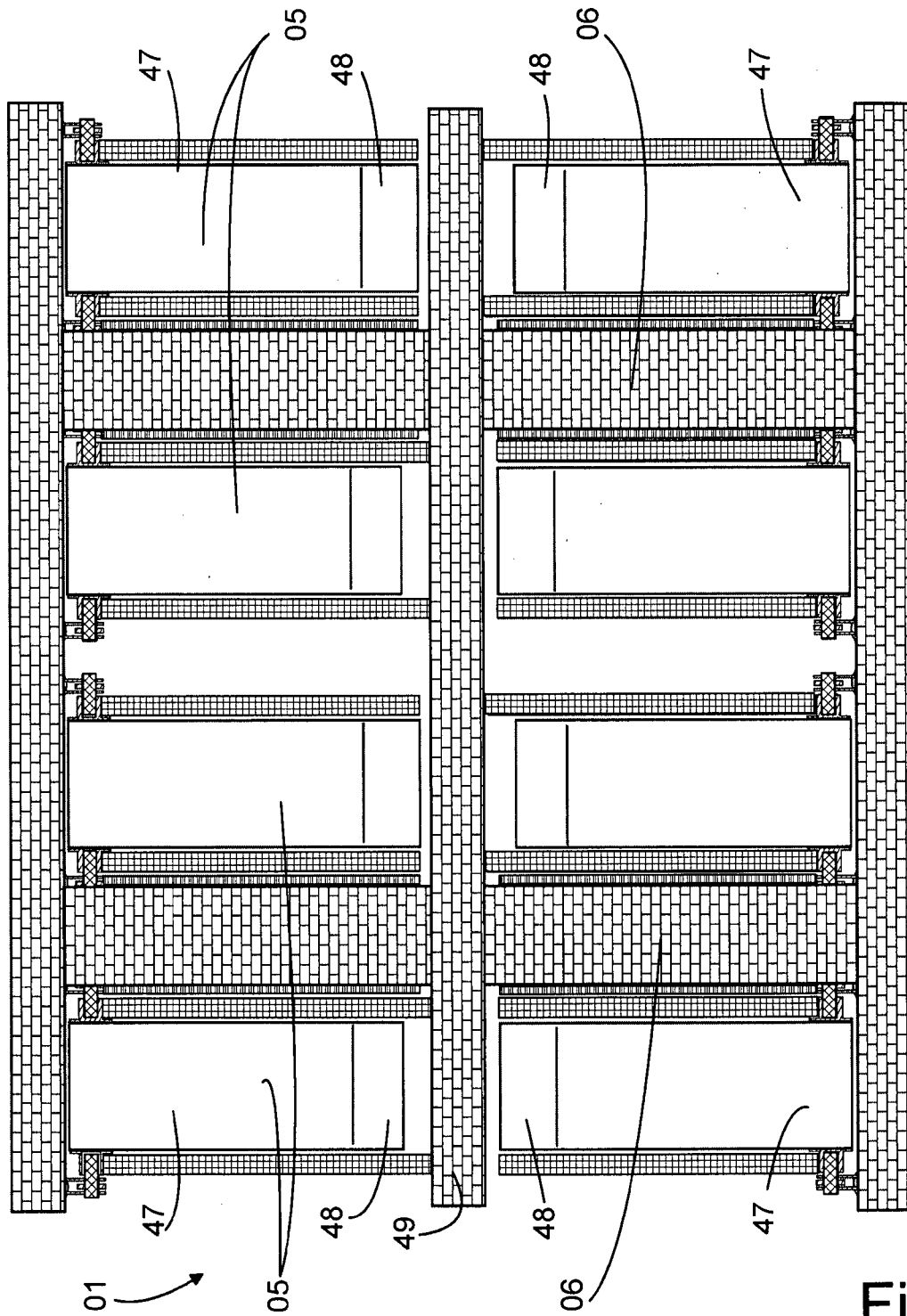


Fig.7

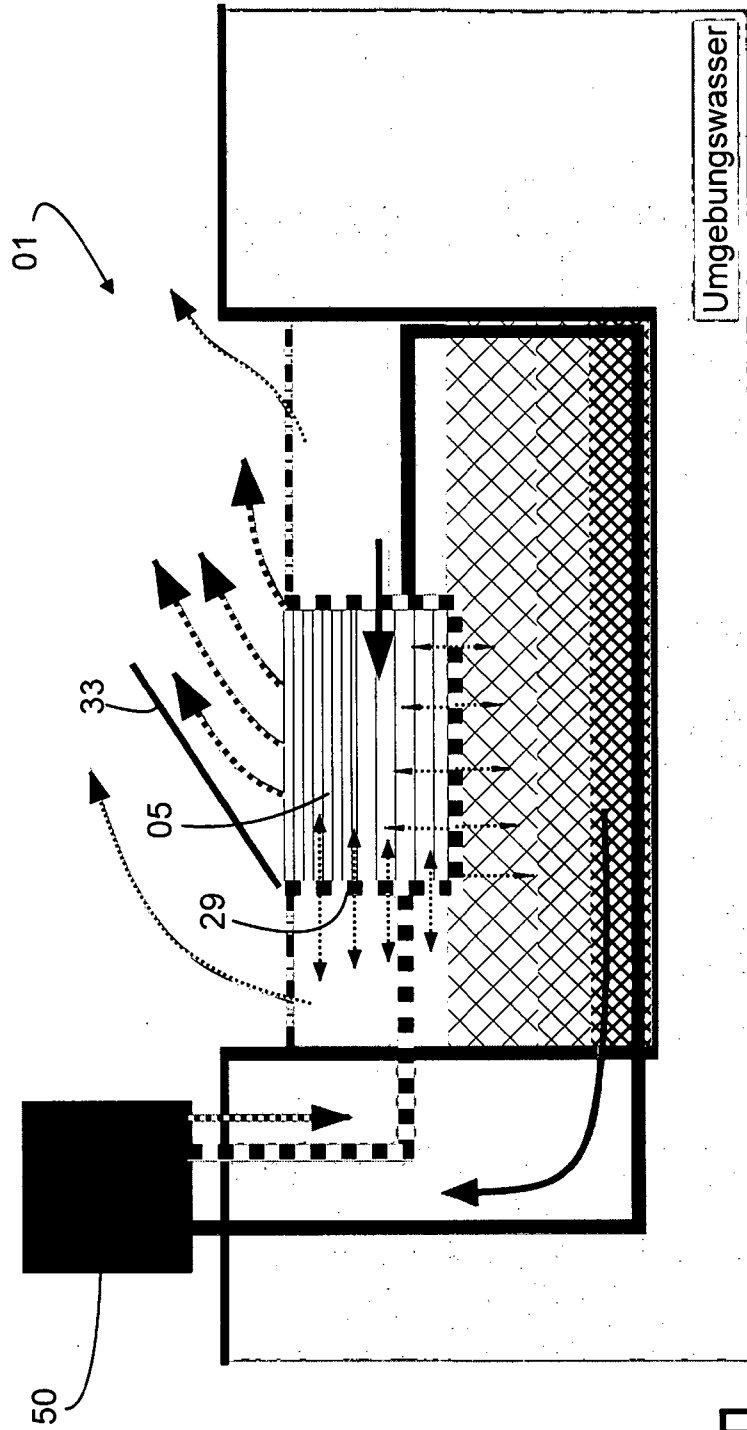


Fig.8



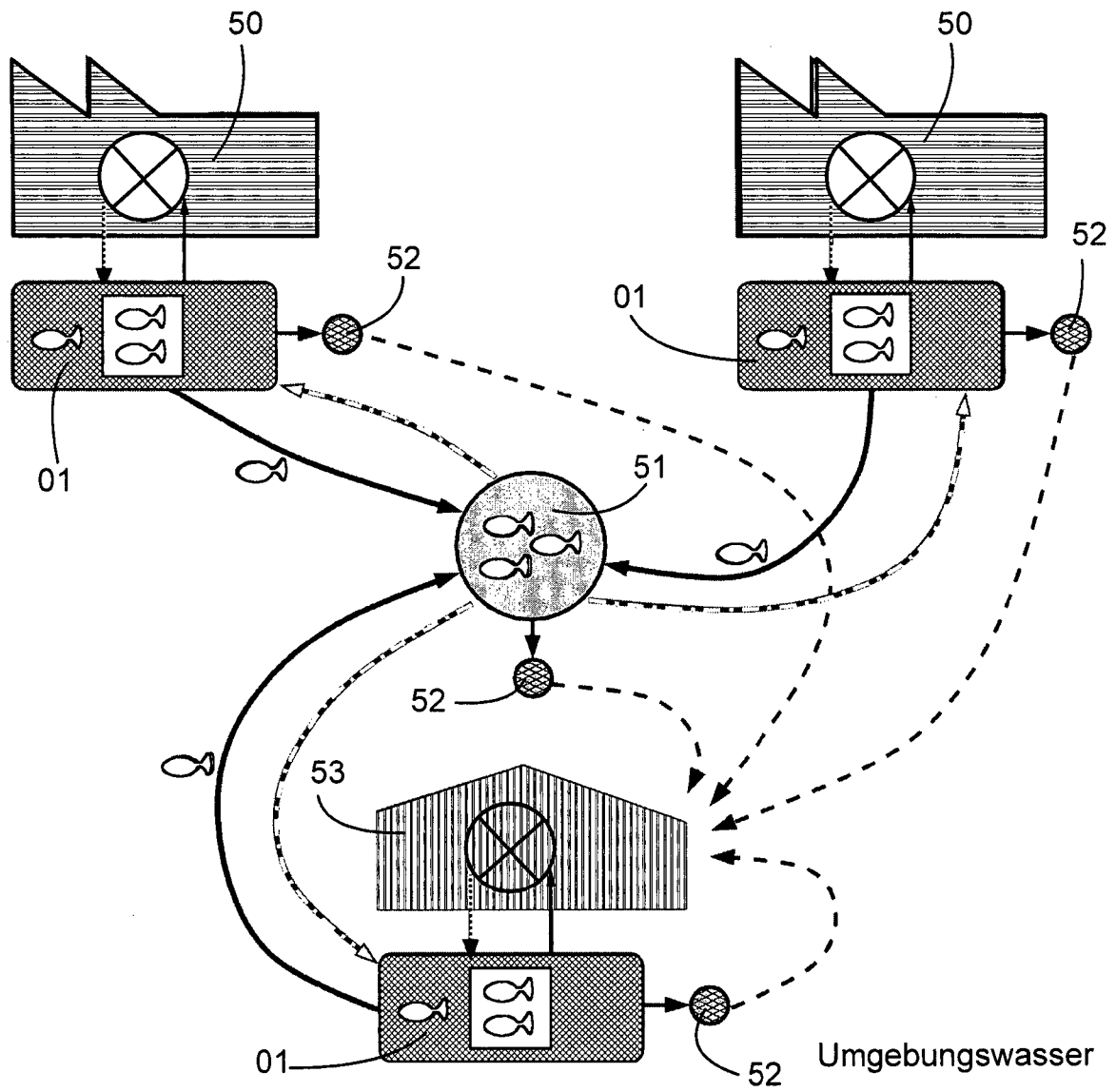


Fig.9

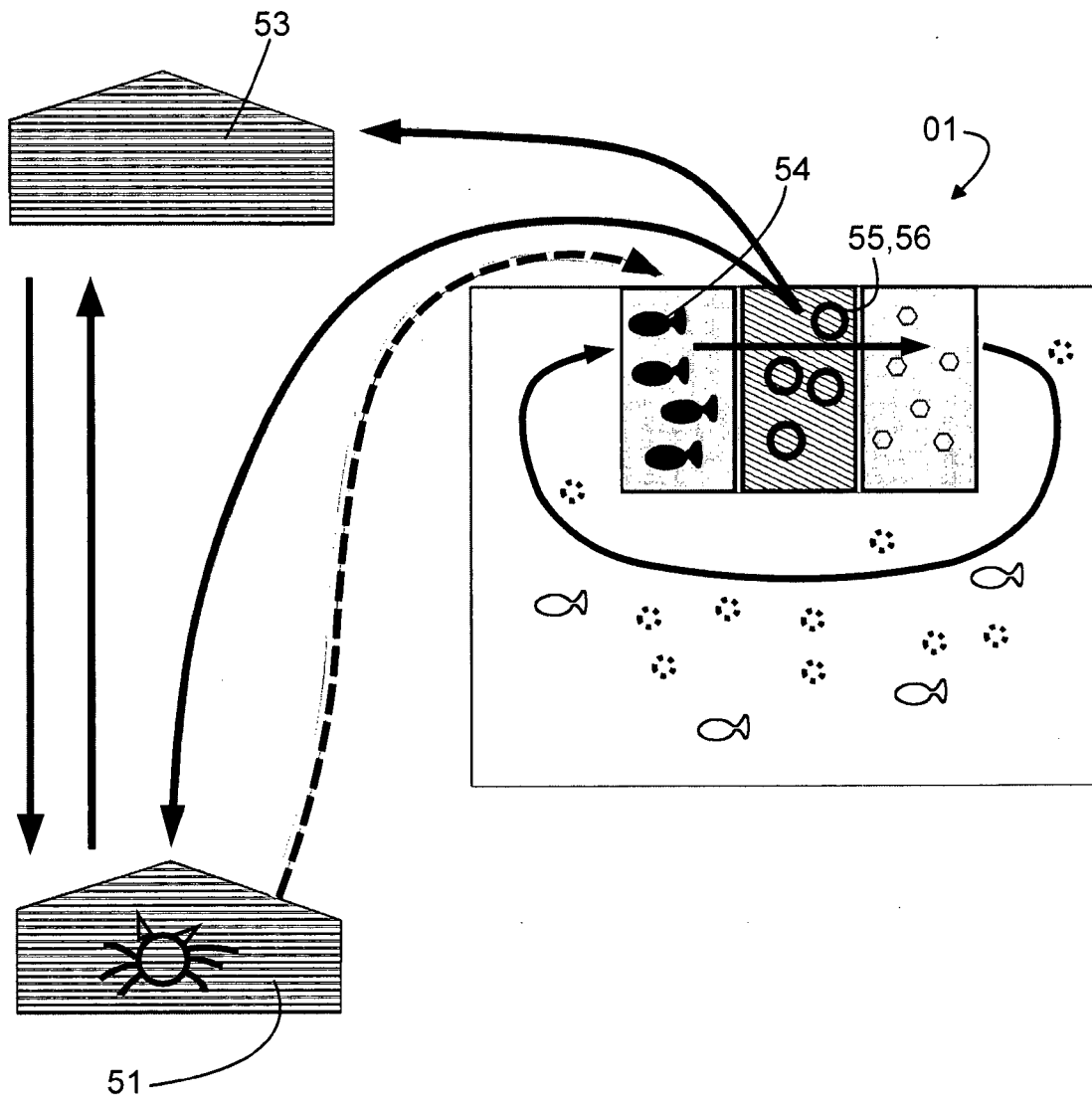


Fig.10

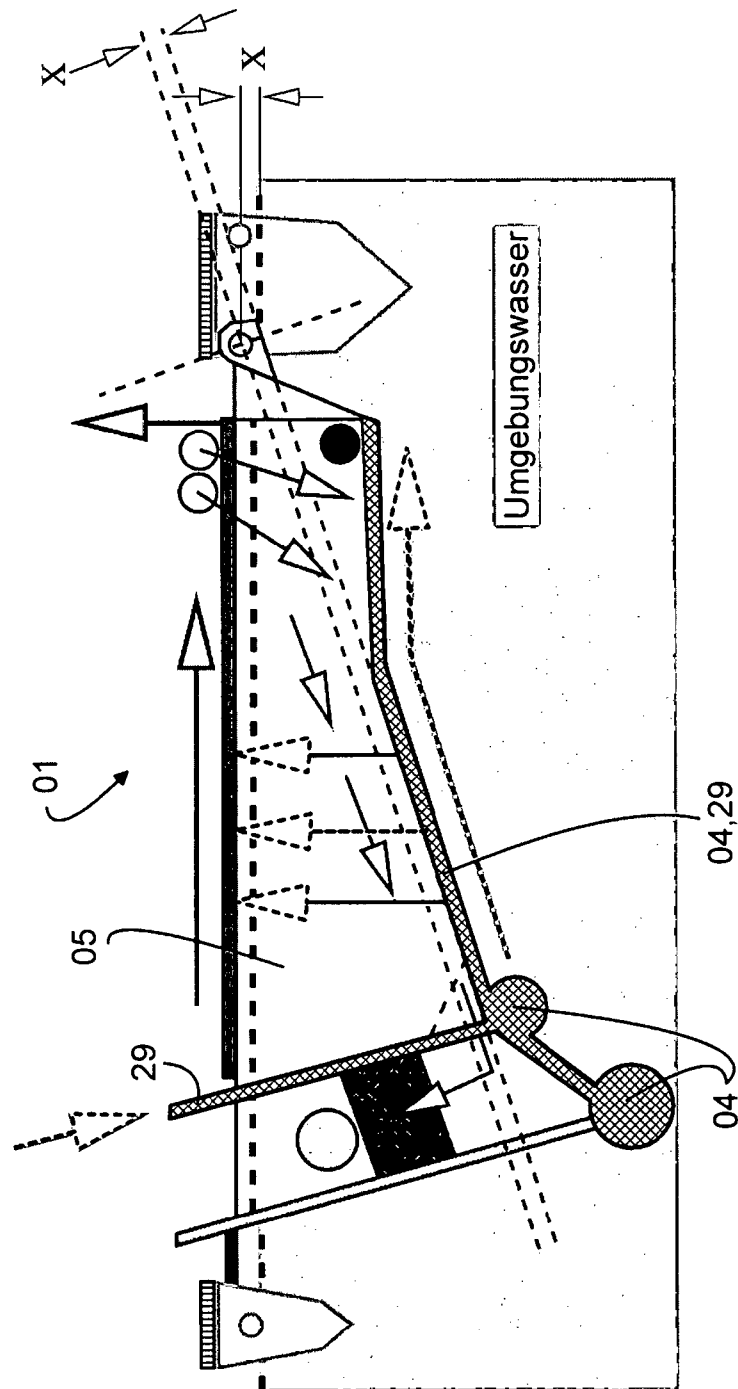


Fig.11