

Gurken für die Welt

Wir züchten Meerestiere in Massen, um die wachsende Menschheit zu ernähren. Doch bisher ist Aquakultur oft ein dreckiges Geschäft. In Madagaskar arbeiten Forscher und Familien an einem neuen Weg. Hoffnungsträger dabei: die Seegurke

TEXT: MARTIN THEIS FOTOS: FABIAN WEISS

Seegurken kriechen langsam auf dem Meeresgrund, sie lassen sich gleichsam wie Früchte mit der Hand pflücken



Mithilfe von Forschern und einer Firma können Einheimische auf Madagaskar Seegurken anbauen. Der Export der Meerestiere sichert ihnen ein Einkommen

Am Grund des Indischen Ozeans wächst ihr Vermögen. Im Schein des Vollmondes geht Evelyne Razdwamalala zum Strand, durch das Hüttenlabyrinth von Ambolomailaka im Südwesten Madagaskars. Auf dem Kopf balanciert sie einen leeren Plastikbottich. »15 Monate haben wir auf diese Nacht gewartet«, sagt sie. So lange dauert es, bis die Seegurken in ihren Gehegen die volle Größe erreicht haben. Am Strand wartet sie nun mit anderen Frauen darauf, dass sich das Meer zurückzieht. Immer schwieriger werde es für die Familien, mit dem Fischen allein genug zu erwirtschaften, sagt sie. Die Aufzucht der Seegurken mache einen entscheidenden Unterschied.

Zuchtfarmen im Meer, sogenannte Aquakulturen, sollen weltweit drängende Probleme

lösen: Mit Artensterben und Klimawandel nimmt die Biomasse im Ozean ab, außerdem sind rund ein Drittel der kommerziell genutzten Fischarten überfischt, 57 Prozent stehen an der Grenze dazu. Das Schwinden der Wildbestände bedroht Ökosysteme sowie das Einkommen von Millionen von Fischerfamilien.

Gleichzeitig steigt die Nachfrage weiter. Die Weltbevölkerung wächst – und seit den 1960er-Jahren hat sich der Fischkonsum pro Kopf verdoppelt. Aquakulturen sind deshalb der am schnellsten wachsende Lebensmittelsektor weltweit. Mittlerweile kommt jeder zweite Fisch auf unseren Tellern aus einer Zucht. Dabei werden mit Monokulturen, dem Einsatz von Chemikalien und Ausbeutung meist die Fehler der Landnutzung wiederholt. In Madagaskar soll ausge-

rechnet eine Aquakultur mit Seegurken den Weg in eine bessere Zukunft weisen.

Die Frauen stehen auf und klopfen den Sand von den Kleidern. Mit schwimmenden Bottichen waten sie ins dunkle Meer hinaus. Vor ihnen liegen 16 Felder, je 4300 Quadratmeter groß, getrennt durch Zäune unter Wasser. Pro Gehege wurden 3800 Seegurken ausgesetzt, jede braucht etwas über einen Quadratmeter Platz. Tagsüber graben die Tiere sich in den Sand, abends kommen sie wieder zum Vorschein. Ob sie schon mal eine Seegurke gegessen hat? Evelyne Razdwamalala lacht: »Nein, das ist nichts für uns. Wir wissen nicht einmal, wie man die zubereitet.«

Segurken sind mit Seesternen und Seeigeln verwandt. Meist sind die Kreaturen zumindest in Größe und Form einer Gurke nicht unähn-

1700
Arten

von Seegurken sind bekannt. Manche leben am Grund der Tiefsee, andere in Küstenregionen. Nur wenige Spezies gelten als genießbar – sie sind in Asien eine Delikatesse



FOTO LI. U.: MAURITIUS

Das Verfahren zur Aufzucht der Seegurken haben Meeresbiologen entwickelt



In einer ehemaligen Militärbasis werden die Seegurken herangezogen: zunächst im Labor, dann in Becken. Schließlich erhalten die Einheimischen sie zur Aufzucht im Meer

lich. Sie haben kein Skelett, ihre Organe sind umgeben von einem Hautmuskelschlauch sowie Bindegewebe, das zwischen hart und weich changieren kann. Vor Madagaskar ist die gräuliche *Holothuria scabra* heimisch, die in den tropischen Breiten des Pazifischen Ozeans vorkommt – und in Asien als Delikatesse gilt. Weil sogar ein Fünfjähriger diese Tiere fangen könnte, sind die begehrten Arten beinahe ausgerottet.

Evelyne Razdwamalala taucht ab. Mit einer wasserspuckenden Seegurke – so lang wie ihr Unterarm – kommt sie wieder an die Oberfläche. Ein Tier nach dem anderen landet in den schwimmenden Bottichen der Frauen. Morgen werden die Männer nach verbliebenen Seegurken tauchen. Zusammen werden sie diese ausweiden, abkochen und schrubben. Den Gewinn teilen die 45 Mitglie-

der der Kooperative von Ambolo-mailaka auf. Der letzte Zyklus habe ihr 150 000 madagassische Ariary eingebracht, sagt Razdwamalala. Das entspricht etwa 30 Euro – genug, um ein Kind ein Jahr lang zur Schule zu schicken.

Entlang der Küste südlich der Stadt Toliara sind bereits 570 Familien aus sechs Dörfern involviert. Sie arbeiten im Auftrag der Firma Indian Ocean Trepang (IOT). Trepang ist das indonesische Wort für eine gehäutete Seegurke, wie sie in Asien in Suppen serviert wird. Ein Kilogramm getrockneter Seegurken kann in Asien, je nach Art und Qualität, um die 1500 Euro einbringen. IOT hat Unterwassergehäge auf 670 000 Quadratmetern gebaut, setzt die Jungtiere darin aus und kauft den Einheimischen die erwachsenen

Evelyne Razdwamalala taucht nach Seegurken. Mittlerweile arbeiten 570 Familien an dem Projekt mit



FOTOS RECHTS: MAURITIUS, ROB WELHAM/LAIF

Seegurken wieder ab. In einer Fabrik werden sie getrocknet, für den Export nach Hongkong und Singapur verpackt, von dort aus über Asien verteilt.

Die Geschichte dieser Seegurken beginnt in einer ehemaligen Militärbasis in Toliara, einer Stadt im Südwesten von Mada-

gaskar. »Willkommen in der Brutstation«, sagt Loïc Gaumez, Produktionsmanager von IOT. Der 28-jährige Franzose führt durch die Hallen, in denen die Tiere in mehreren Becken verschiedene Lebensstadien durchlaufen, von der Larve zum Embryo zum Jungtier. Aufgezogen werden die Seegurken hier mit leuchtend grünen Flüssigkeiten, frisches Meerwasser mit eigens gezüchteten Mikroalgen. Das Verfahren der künstlichen Fortpflanzung und Aufzucht haben Meeresbiologen von der Universität Toliara in Zusammenarbeit mit belgischen Universitäten entwickelt. Heute kämen Wissenschaftler und Unternehmer aus aller Welt, um von IOT zu lernen, sagt Gaumez. In China, Indonesien oder Sri Lanka wollen sie – mit jeweils heimischen Arten – Brütereien nach madagassischem Vorbild aufbauen.

Die Firmenfarm, in der nicht Familien, sondern Techniker und Taucher arbeiten, ist mit gut zwei Millionen Quadratmetern viermal so groß wie die Felder der Dörfer zusammen. Dank ihr ist die Seegurkenzucht ein wirtschaftlicher Erfolg. »2024 können wir die Produktionsflächen unserer Farm sowie der Dörfer nahezu verdoppeln«, sagt Gaumez. Vor fünf weiteren Dörfern entstehen Gehege auf rund 600 000 Quadratmetern, finanziert durch US-amerikanische Entwicklungshilfe. Dadurch werden noch einmal rund 500 Familien von den Farmen profitieren. Die Seegurken sind dabei, die gesamte Region zu verändern.

Der Boom in Madagaskar entspricht einem globalen Trend. In den vergangenen drei Jahrzehnten ist die weltweite Produk-

Für den Verkauf werden Seegurken getrocknet. Wenn man sie einlegt und aufkocht, werden sie weich



Aschgraue Kostbarkeit

ERNÄHRUNG Seegurken haben eine Reihe bizarr anmutender Eigenschaften: Sie atmen durch den Anus. Sie pflanzen sich in einer Art aufrechter Kobraposition fort, in der die Männchen ihren Samen und die Weibchen ihre Eizellen ins Wasser entlassen, wo sie sich befruchten. Und im Angesicht eines Fressfeindes können sie ihre Innereien ausspucken, quasi zum Verzehr anbieten – und dann einfach nachwachsen lassen. Das alles mag nicht unbedingt appetitlich klingen, doch gelten Seegurken in China mindestens seit der Ming-Dynastie als **Delikatesse und Wundermittel**. Auch in anderen asiatischen Ländern sind sie als Speise beliebt. Ihr Geschmack ist eher mild, sie nehmen aber gut die Aromen der Flüssigkeit an, in der man sie kocht. Man verzehrt sie etwa gemahlen als Pulver, geschnitten, frittiert, gesalzen oder geräuchert. Bei Westlern löste die gallertartige Speise stets Unverständnis aus. Bisher waren Seegurken bei uns nur auf dem Schwarzmarkt erhältlich. Doch seit diesem Jahr sind sie auch in der Europäischen Union als Lebensmittel zugelassen.

Seafood auf chinesische Art in einem Restaurant in Beijing: Seegurke mit wilden Pilzen, serviert in einer Sauce aus Abalonen, einer Gattung von Meeresschnecken



Außerdem benötigen sie kein zusätzliches Futter«. Seegurken durchpflügen das Sediment, schlucken den Sand und ernähren sich von pflanzlichen Mikroorganismen darin, bevor sie den Sand gesäubert wieder ausscheiden. Mit ihrer Filterfunktion sind sie überlebenswichtig für Meeresökosysteme wie Korallenriffe und Seegraswiesen – vor allem dort, wo durch Städte, Landwirtschaft oder Aquakulturen besonders viel organische Substanz ins Wasser gelangt.

Die Suche nach Alternativen zu umweltschädlichen Wasserfarmen läuft weltweit auf Hochtouren. Zum Beispiel am Leibniz Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT) in Bremen. Dort leitet Andreas Kunzmann die Arbeitsgruppe Experimentelle Aquakultur. Sein Institut führt



Der Meeresbiologe Gildas Todinanahary von der Universität in Toliara sucht nach neuen Wegen, den Ozean zu nutzen. Sein Institut hat die Methode zur Aufzucht der Seegurken mitentwickelt

Feldversuche in den Tropen durch und arbeitet dabei mit lokalen Wissenschaftlern. Auch die Seegurkenfarmen in Madagaskar hat er schon mehrfach besucht. Eine nachhaltige Aquakultur dieser Dimension, die sowohl sozial als auch kommerziell funktioniert, ist für ihn einmalig.

Doch Kunzmanns Vision geht noch einen Schritt weiter: Er möchte mehrere Tier- und Pflanzenarten kombinieren. Polykultur statt Monokultur. »Wir nehmen uns die Nährstoffkreisläufe der Natur zum Vorbild«, sagt Kunzmann. »Dadurch kann das Futter optimal verwertet werden, und es bleiben kaum Rückstände im Wasser.«

Es gibt vielfach Versuche, Kreislaufsysteme in Anlagen an Land zu etablieren: Während Fische in großen Wasserbecken her-

anwachsen, gedeihen etwa Kräuter oder Salat in Gewächshäusern. Sie werden mit den Exkrementen der Fische gedüngt, aufbereitet durch spezielle Bakterien. Das gereinigte Wasser wird wieder in die Fischbecken geleitet. »Aquaponik« werden solche geschlossenen Systeme genannt, eine Wortschöpfung aus »Aquakultur« und »Hydroponik«, eine Methode zum Anbau von Pflanzen ohne Erde. (siehe auch P.M. 10/2020). Doch Kunzmann schwebt anderes vor: Er sucht nach Wegen, Kreislaufzuchtssysteme im Ozean zu etablieren, mit in der jeweiligen Gegend heimischen Arten.

Seine Forschung in Bremen begann vor 20 Jahren, in einer großen Garage mit Kachelboden und Rolltor. Er schraubte ein paar Kellerregale zusammen, stellte Aquarien hinein und startete sei-

ne Versuche. Wissenschaft im Kleinen, wie er sagt. Als Physiologe studiert Kunzmann etwa Stoffwechsel und Energiebedarf von Organismen.

Er experimentiert mit Stressfaktoren, variiert Temperatur oder Salzgehalt des Wassers. So gewinnt er nach und nach Erkenntnisse darüber, welche Arten es unter welchen Bedingungen gut miteinander aushalten – und kann mit seinen Kolleginnen und Kollegen gewissermaßen Ökosysteme nachbauen.

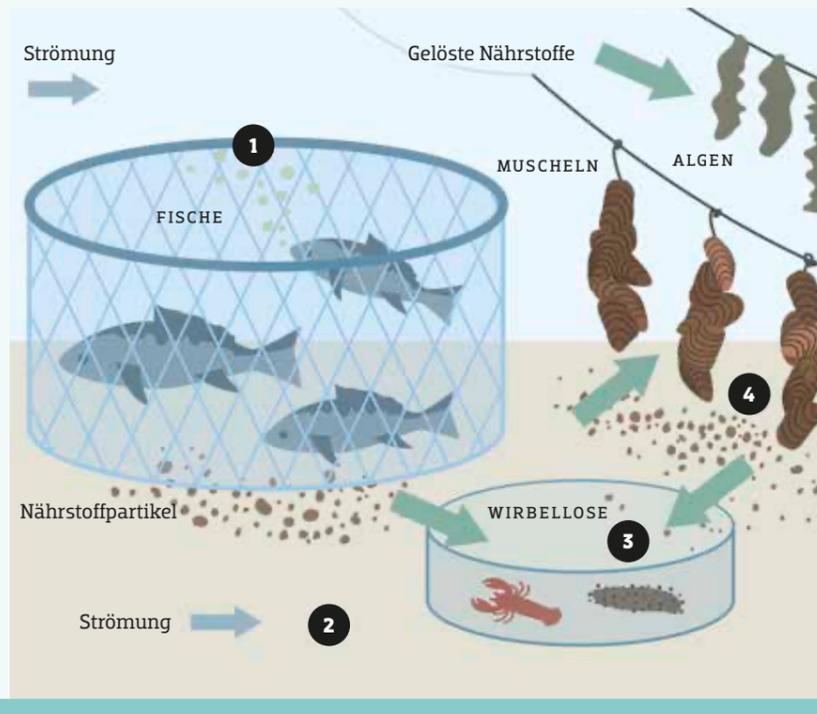
Auch heute noch stehen Aquarien und Becken dicht an dicht in Kunzmanns erstem Labor. Sie sind so miteinander verbunden, dass sich die Tiere und Pflanzen darin dieselben Wasserkreisläufe teilen. »Im Optimalfall sind es mindestens vier Arten, deren Nährstoffbedarf wir genau berechnen«, sagt Kunzmann. »Dabei muss aber nur eine Art gefüttert werden. Die anderen können überschüssige Nährstoffe verwerten.«

Seine Arbeitsgruppe arbeitet an der sogenannten Integrierten Multitrophen Aquakultur (IMTA). Dabei werden Fische oder Shrimps als gefütterte Art in Käfigen gehalten. Daneben können Algen an Leinen kultiviert werden, die gelöste Nährstoffe aufnehmen. Muscheln wiederum ernähren sich von umhertreibenden Partikeln, inklusive der Ausscheidungen der Fische. Und Seegurken durchpflügen das Sediment und säubern den Sand von abgesunkenen Pflanzenresten. Diese Funktion am Boden können auch Krebse oder Krabben erfüllen. Medikamente und Düngemittel seien in diesem System, so Kunzmann, nicht mehr nötig. Er sieht in IMTA Potenzi-

INFOGRAFIK: PETRA BOECKMANN CC-BY 4.0

Blau Ökonomie

WELTMEERE Fachleute nennen die Vision einer naturverträglichen Nutzung der Ozeane »Blue Economy«. Der Begriff entstand in Anlehnung an die »Green Economy«, die Umweltschutz, Profite und soziale Inklusion vereinen sollte. Um die blaue Ökonomie weiterzuentwickeln, haben die Vereinten Nationen eine »Ozeandekade« ausgerufen. Bis 2030 soll die globale Kampagne dazu anspornen, wissenschaftliche Lösungen zu finden. Eine Möglichkeit: Polykulturen nach dem Vorbild der Natur. Dabei werden Fische von Menschen im Ozean gehalten und gefüttert (1), die Strömung (2) trägt ihre Ausscheidungen zu weiteren Zuchtanlagen, in denen etwa Garnelen, Krebse oder Seegurken heranwachsen (3). Sie ernähren sich von herabsinkenden Kot- und Futterpartikeln. Muscheln filtern kleinere Partikel aus dem Wasser (4). Und deren Ausscheidungen kommen wiederum Algen und Wirbellosen zugute.



Polykultur statt Monokultur: Nährstoffkreisläufe der Natur dienen als Vorbild



An Leinen gedeihen Rotalgen. Aus ihnen wird Carrageen gewonnen, ein Stoff, mit dem sich etwa Eiscreme geschmeidig machen lässt

91
Prozent

der weltweiten Produktion in Aquakulturen geschieht in Asien. Die Folgen sind teils verheerend. So werden Mangrovenwälder abgeholzt, um Platz für Fischgehege zu schaffen

al für kleinbäuerliche Familienbetriebe im globalen Süden, die ihre Gemeinschaft und die umliegenden Dörfer versorgen könnten.

Noch hat sich die IMTA nicht im großen Stil durchgesetzt. Das Prinzip ist relativ neu und die Umsetzung komplex. Das ZMT trägt mit seinen lokalen Partnern zunächst dazu bei, dass ein Austausch zwischen Wissenschaft

und potenziellen Aquafarmern in tropischen Gefilden stattfindet. Diese Kommunikation sei die Basis für Akzeptanz und eine erfolgreiche Einführung des Modells.

»Außerdem muss die IMTA immer an den Einsatzort und an einheimische Organismen angepasst werden«, sagt Kunzmann. Manchmal sei die konsequente Umsetzung der Nährstoffbilanz im offenen Ozean schwierig: »Wenn Sie



Am Leibniz-Zentrum für marine Tropenfor-schung in Bremen leitet Andreas Kunzmann eine Forschungsgruppe. Ihr Ziel: nachhaltige Aquakultur

Um zu verstehen, wie Organismen auf Veränderungen in der Umwelt reagieren, erschaffen die Meeresforscher künstliche Welten

zum Beispiel 100 Quadratmeter Fischkäfige haben wollen, brauchen Sie theoretisch Platz für zehn bis 50 Quadratmeter Algenanbau – damit die gelösten Nährstoffe möglichst vollständig aufgenommen werden.«

Ein Problem bleibt der gewaltige Hunger vor allem westlicher Nationen nach Raubfischen wie Lachs oder Thunfisch. In Kunzmanns IMTA-Modell sind solche Fische ein Luxusprodukt. In nachhaltiger Aquakultur werden eher kleinere Fische wie Brassen oder Riffbarsche eingesetzt. Auf jeder Stufe der Nahrungskette gingen 90 Prozent der zugeführten Energie verloren, erklärt Kunzmann. Das bedeutet: Ein Krebs müsste zehn Gramm Algen fressen, um ein Gramm zuzunehmen, ein Fisch müsste zehn Gramm Krebse fressen, um ein Gramm zuzunehmen und so weiter. Ein großer Thunfisch zum Beispiel steht auf der fünften Stufe der Nahrungskette. Wenn Menschen sein Fleisch essen, entspräche das fünfmal 90 Prozent verlorener Energie.

»Je weiter unten wir in der Nahrungskette ansetzen, desto effizienter«, sagt Kunzmann. Die viel beschworenen Omega-3-Fettsäuren, wegen derer unter anderem der Verzehr von Fisch empfohlen wird, hätten ihren Ursprung ohnehin in den Algen, die im Verlauf der Nahrungskette gefressen worden seien. »Also könnten wir auch direkt Algen

essen.« In Madagaskar arbeitet der Meeresbiologe Gildas Todinanahary von der Universität in Toliara an alternativen Wegen, den Ozean zu nutzen. Sein Institut hat die künstliche Befruchtung und Aufzucht der Seegurken mitentwickelt und erforscht die Auswirkungen ihrer Zucht auf Tier und Umwelt. »Unsere Aquakulturen sind nicht die Ursache für Umweltzerstörung«, sagt der 37-Jährige. »Sie sind eine Art, ihr zu begegnen.«

Bisher hätten Studien keine negativen Auswirkungen der Seegurkenfarmen gezeigt. Die Seegraswiesen im Bereich der Gehege sind zu einem Schutzraum geworden, in dem sich eine Vielzahl anderer Organismen ansiedeln. »Ich glaube es ist möglich, Ökosysteme mithilfe von Aquakulturen wiederzubeleben«, sagt Todinanahary. Auch das Prinzip Polykultur, das am Leibniz-Zentrum in Bremen so ausführlich erforscht wird, findet hier bereits Anwendung.

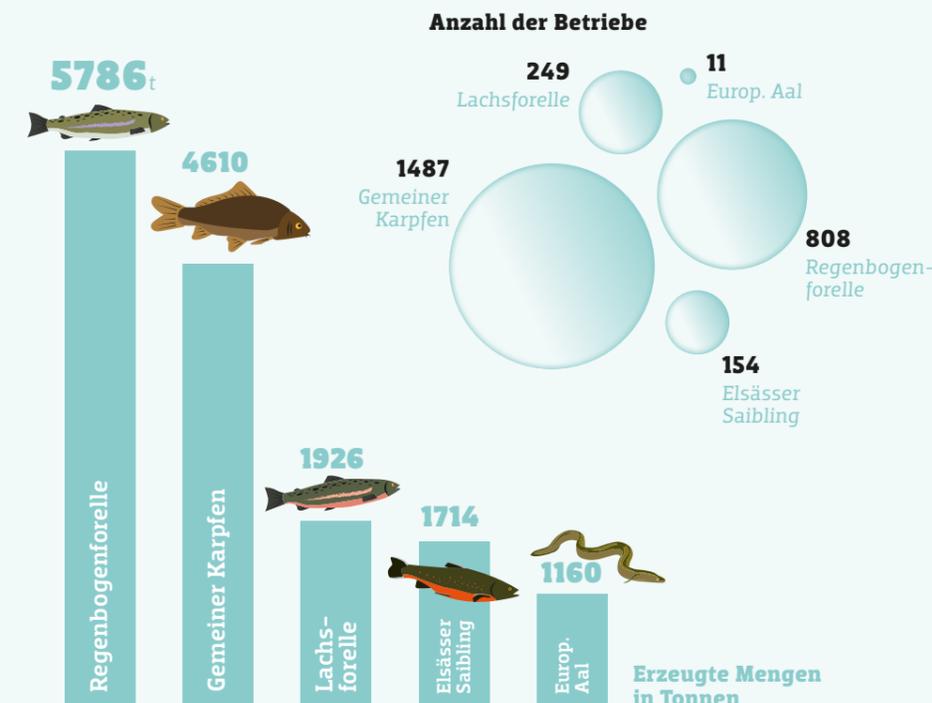
Weiter südlich, im Dörfchen Sarodrano, nahm alles seinen Anfang. Hier überzeugten die Forscher in den 1990er-Jahren einige Fischer, an Experimenten zur Aquakultur teilzunehmen. Es blieb nicht bei den Seegurken. Auf Drahtgittern am Strand trocknen heute Rotalgen, die an Leinen gezüchtet werden. Studien bestätigen, dass Seegurken größer werden, wenn sie in der Nähe von Algen leben. Umgekehrt wirkt sich die verbesserte Wasserqualität durch Seegurken positiv auf die Algen aus. Aus ihnen wird Carrageen gewonnen. Ein Verdickungsmittel, das etwa Eiscreme oder Zahnpasta geschmeidig macht. Todinanahary

und sein Team experimentieren mittlerweile mit weiteren Meeresfrüchten, wie Muscheln und Schalentieren.

Doch es kostet die Forscher viel Anstrengung, die Menschen zu überzeugen. »Der Ozean wird als Allgemeingut verstanden«, sagt Todinanahary. »Es ist schwer, bestimmte Bereiche für Aquakulturen zu reservieren und für Fischerei zu sperren.« Die neue Praxis stünde oft jahrhundertalten Traditionen entgegen, und außerdem fehle es an rechtlichen Grundlagen. Um ein neues Bewusstsein zu stärken, müssten Wissenschaft, Politik und die Menschen vor Ort eng zusammenarbeiten. »Die internationale Gemeinschaft sollte mehr in



Der Reporter **Martin Theis** (links) und der Fotograf **Fabian Weiss** recherchierten gemeinsam in Bremen und Madagaskar. Unterstützt wurden sie dabei vom European Journalism Centre (EJC), das die Berichterstattung über Lösungsansätze für die großen Probleme der Menschheit fördert.



Hunger nach Fisch

DEUTSCHLAND Auch der Großteil der Süßwasserfische stammt aus Zuchtanlagen. Allein im Jahr 2021 fischten deutsche Betriebe mehr als 18 000 Tonnen Fisch aus ihren Teichen, vor allem Regenbogenforellen und Karpfen.

lokale Projekte investieren«, sagt er. »Dort werden Lösungen für globale Probleme entwickelt.« Todinanahary will sein Wissen nun in die Welt hinaustragen: Fünf Jahre hintereinander werden je 20 Stipendiaten aus dem globalen Süden hier lernen, wie man mit der Aquakultur neue Wege geht. ■

P.M. KOMPAKT

- Der **Hunger nach Meerestieren** wächst weltweit, doch die Bestände schwinden.
- Eine Lösung: **nachhaltige Aquakultur**, an der Fischer und Firmen verdienen.
- In Madagaskar gelingt das schon mit **Seegurken**.

Im Labor simulieren Forscher das fragile Gleichgewicht im Ozean



INFOGRAFIK: DPA, QUELLE: BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG/BEARBEITUNG P.M.