

Die Sonne bringt es an den Tag

Im Sommer explodieren die Blaualgen und machen die Ostsee zum Teppich. Sterben die Einzeller ab, werden sie zersetzt. Das verbraucht Sauerstoff und lässt Todeszonen unter Wasser entstehen. Doch es gibt Hoffnung, hat ein Meereschemiker entdeckt. Vier Monate war er mit seinem Boot auf See. *Von Nadine Kraft*

Auf den ersten Blick ist die „Tina V“ ein schlankes, weißes Boot, wie es sie im Sommer zu Tausenden in den Revieren der Ostsee gibt. Normalerweise genießt Besitzer Jens Müller mit dem 8,20 Meter langen Segler das Leben auf dem Wasser. Im Sommer 2018 jedoch hat der 32-jährige auf das Heck das Logo des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung Warnemünde geklebt, Messgeräte, Winden und Laborgeräte an Bord genommen, auf Komfort verzichtet. Aus seiner „Tina V“ wurde so ein wendiges Forschungsschiff. Im Mai 2018 brach er auf zu einer Fahrt im Dienst der Wissenschaft, die ihn ins Herz der Ostsee und in die Mitte der Blaualgenblüte führte: „BloomSail“.

Cyanobakterien holen den Stickstoff aus der Luft. Und wachsen weiter, wenn die anderen eingehen.

Jens Müller ist Meereschemiker und ein frisch gebackener Doktor. In Warnemünde hat er sich auf die Messung des Kohlendioxid-Gehalts der Ostsee spezialisiert. Mit dem Verfahren kann man das Wachstum von Phytoplankton und den Verlauf von Blaualgenblüten verfolgen. Wie genau sich die auf das Ökosystem Ostsee auswirkt, ist noch unbekannt. Das zu klären, ist aber wichtig, wenn das Ziel der Europäischen Union, die Ostsee innerhalb weniger Jahre in einen „guten ökologischen Zustand“ zu bringen, erreicht werden soll.

Natürlich kann man Müllers Ostsee-Segeltörn kaum mit einer Forschungsreise früherer Jahrhunderte vergleichen. Satellit und Internet machen das Reisen zu einer gut überwachten Expedition, man gelangt jederzeit an Nahrungsmittel und Wasser und kann nach Hause segeln, wenn es eng wird. Und doch sieht man Müller auf einigen Fotos von der Forschungsfahrt die Strapazen der viermonatigen Reise an. Seine Haut ist gegerbt von Salz und Sonne.

Die Fahrt sei trotz der ein Jahr dauernden Vorbereitung auch eine emotionale Herausforderung gewesen, erzählt der Forscher. Alle zwei Wochen wechselten zwei der drei Besatzungsmitglieder, nur er blieb ständig an Bord. Es kam der Schüler, der für „Jugend forscht“ an einem Blaualgen-Projekt arbeitet, zu ihm aufs Boot, und die schwedische Doktorandin, die den Einfluss der Großschiffahrt auf die Blaualgenblüte untersucht.

Die empfindliche Technik, präzise und so klein, dass sie auf ein Segelboot passt, machte zu Beginn Probleme und verzögerte die Arbeit. Schon auf der Hinreise musste Müller gegen den für das Gebiet ungewöhnlichen und teils starken Nordostwind ankämpfen, der ihn erschöpft im Basishafen Herrvik auf der schwedischen Insel Gotland ankommen ließ.

Was Jens Müller über die sogenannte Blaualgenblüte weiß, hat er am Leibniz-Institut für Ostseeforschung gelernt. Dort wird seit 20 Jahren beobachtet, was im Sommer zu Segelregatten durch braungrünen Schlamm und Badeverboten an den Stränden der Ostsee führt.

Wissenschaftlich betrachtet ist die Blaualgenblüte keine Blüte einer Wasserpflanzenart, sondern das massenhafte Wachstum von Bakterien mit der Fähigkeit zur Photosynthese, den sogenannten Cyanobakterien. Sie gehören zum Phytoplankton und manche Arten produzieren für den Menschen giftige Stoffe.

Die massenhafte Vermehrung der urtümlichen Bakterien ist allerdings nicht das Grundproblem für das Ökosystem Ostsee, sondern eine Folge menschlicher Aktivitäten. Die Ursache, dass das Meer an manchen Stellen kippt, sind die Düngerreste aus der Landwirtschaft, die noch immer in großen Mengen im Wasser landen.

Diese unbeabsichtigte Nährstoffschwemme lässt die Population der Bakterien explodieren, weil sie einen Überlebensvorteil haben: Cyanobak-



terien können den Stickstoff aus der Luft nutzen. Das führt dazu, dass sie anders als die anderen Planktonarten auch dann noch weiterwachsen, wenn die im Wasser gelösten Stickstoffverbindungen aufgezehrt sind und zur Neige gehen.

Zumindest zeitweise hat ihre Vermehrung einen Vorteil: Die Cyanobakterien binden das Kohlendioxid im Wasser, wenn sie aus Sonnenlicht Energie gewinnen. Der weltweit immer weiter steigende CO₂-Gehalt in der Atmosphäre, der die Ozeane versauern lässt, liegt in der zentralen Ostsee im Jahresmittel etwa bei 1700 Mikromol pro Liter. Er geht durch die Blaualgen-Blüte um bis zu 100 Mikromol pro Liter zurück.

Gegen die Versauerung der Ozeane hilft das jedoch nicht. Im Gegenteil: Wenn die Bakterien absterben, sinken sie auf den Ostseegrund, wo sie von anderen Mikroorganismen zersetzt werden. Die Bodenbewohner verbrauchen dabei den vorhandenen Sauerstoff, in manchen Bereichen restlos. Die sogenannten Todeszonen breiten sich aus – Gebiete, in denen keine Fische, Muscheln oder Meerestwürmer mehr existieren können.

Das Ziel von Jens Müllers Unternehmung: zu klären, wie die massenhafte Verbreitung der Cyanobakterien zur Vergrößerung der sauerstoffarmen Zonen beiträgt. Bisher konnten die Wissenschaftler das Ausmaß nicht genau beziffern. Es fehlten Messwerte aus der Tiefe.

Erste Ergebnisse von Müller zeigen jetzt Überraschendes: Offenbar wird ein erheblicher Teil der von den Cyanobakterien an der Oberfläche gebildeten, meterdicken Biomasse in der darauffolgenden, bis zu 20 Meter tiefen Schicht wieder zersetzt. „Das würde bedeuten, dass diese Biomasse gar nicht in die tiefen Becken der Ostsee gelangt. Sollte sich dieser erste Eindruck erhärten, wäre die Bedeutung der Cyanobakterien für die Zunahme der Sauerstoffarmut in den tiefen Becken geringer als bisher vermutet. Denn nicht alles, was an der Oberfläche gebildet wurde, kommt unten an“, erläutert Müller.

Seit dreieinhalb Jahren forscht der Mecklenburger zum Kohlendioxid-Gehalt der Ostsee und dessen Auswirkungen. Gemeinsam mit seinem Kollegen Bernd Schneider hat er eine Zusammenfassung des aktuellen Wissensstandes herausgebracht. Dafür



liefert etwa ein Fährschiff auf der Route vom schleswig-holsteinischen Travemünde ins finnische Helsinki dreimal die Woche Messdaten aus dem Wasser der Ostsee.

Außerdem zeichnen Satellitenbilder während der Blaualgen-Saison ein fast komplettes Bild von der zeitweise wie mit Schlamm bedeckten Oberfläche. Doch beide Methoden haben einen Schwachpunkt: Sie können nicht erfassen, wie es weiter unten im Meer aussieht.

Sonne und Windstille – und die Einzeller legen los. Der Klimawandel könnte das noch anschieben.

Aus der bisherigen Forschung wissen die Fachleute, dass das Wachstum der Algen stets an den Anstieg der Wassertemperatur gekoppelt ist. Dabei, so Müller, sei egal, ob das Meer sich von 15 auf 16 Grad oder von 20 auf 21 Grad erwärmt.

Algenwachstum und Temperaturanstieg haben zwei Ursachen: intensive Sonneneinstrahlung und relative Windstille. Das Licht begünstigt die Photosynthese, der fehlende Wind stabilisiert die Wasserschichten. Die Blaualgen in der Deckschicht treiben dadurch stets weit oben und können viel Sonnenlicht aufnehmen. Dann legen sie los. Wie Witterung, Nährstoffverhältnissen, Salzgehalt und Was-

sertemperatur genau aufeinander abgestimmt sein müssen, damit die Algenteppiche entstehen, das ist allerdings noch unklar. Und damit lässt sich die Blüte der Cyanobakterien nicht vorhersagen.

Das hat zur Folge, dass große Forschungsschiffe, mit denen längst Tiefenmessungen hätten durchgeführt werden können, nicht verfügbar sind, wenn die Cyanobakterien explodieren: Sie sind auf Jahre gebucht und die Betriebskosten zu hoch, um sich den Sommer über auf die Lauer zu legen. Auf diese Weise kamen Jens Müller und sein Segelboot ins Spiel. Er konnte in einem kleineren Areal das Geschehen Tag für Tag und über mehrere Monate unter die Lupe nehmen.

Der Sommer 2018, der kein Sommer wie jeder andere war, und von dem Klimaexperten sagen, er könnte an Wetterextremen auf uns zurrollt, war für das Ökosystem Ostsee ein Katastrophensommer. Für die Arbeit von Jens Müller aber ein Glücksfall. Als er Ende Mai, nach 14 Tagen auf See, Gotland erreichte, war es schon heiß. Die Hochdrucklage über Skandinavien setzte sich fest, die Hitze blieb, bis Müller Mitte August wieder nach Warnemünde zurücksegelte.

Zwischendurch hatte ein großflächiger Bakterienteppich die gesamte zentrale Ostsee bedeckt. 200.000 Quadratkilometer braune Suppe, drei Wochen lang. Müller und seine Crew steuerten alle paar Tage 13 zuvor festgelegte Messpunkte im Gotland-Becken an und nahmen ungefähr 1000

BLÜTEZEIT

In der Glasflasche die Fäden der Blaualgen-Gattung *Nodularia spumigena*. Die Cyanobakterien bedeckten im Sommer 2018 für mehrere Wochen eine Fläche von bis zu 200.000 Quadratkilometer auf der Ostsee. 1000 Wasserproben entnahm Meereschemiker Jens Müller an 13 festgelegten Messpunkten. Und bestimmte den Kohlendioxidgehalt in bis zu 40 Metern Tiefe.

FOTOS: JENS MÜLLER/IOW



Wasserproben. Das wichtigste Instrument der Expedition war aber ein Kohlendioxid-Sensor, den die Forscher an den Messstationen bis auf 40 Meter hinunterließen, um herauszufinden, wie sich das Kohlendioxid in der Tiefe verteilt. Daraus lässt sich genau feststellen, wie die Biomasse auf- und abgebaut wird.

Müller hat seine Ergebnisse mit den Daten der Finnland-Fähre und den Satellitenbildern abgeglichen. Ein erster detaillierter Blick zeigte, dass die Wissenschaft bislang auf den Bildern Teile der Blüte möglicherweise übersehen habe. „2018 waren zwei Blaualgengattungen dominant. Im Juni war die Gattung *Aphanizomenon* stark, im Juli dann *Nodularia*. Im Satellitenbild haben wir allerdings nur das Aufkommen der zweiten Gattung deutlich erkannt“, erzählt Müller.

Sicher ist für ihn: Die im Sommer blühenden Cyanobakterien sind auf Phosphat und Licht angewiesen. Wird weniger phosphathaltiger Dünger in die Ostsee geleitet, vermehren sich die Bakterien weniger. Die Sache mit dem Licht ist hingegen weniger klar. Ob die Sonneneinstrahlung wegen des Klimawandels zunehmen wird, weil die Wolkenbedeckung zurückgeht wie im Sommer 2018, das weiß derzeit niemand. Hier wollen die Wissenschaftler in den nächsten Jahren Fakten liefern.

Die „Tina V“ ist inzwischen wieder ein ganz normales Segelboot, das den Winter an Land verbracht hat. Die Geräte sind abgebaut, die Auswertung der Daten läuft auf vollen Touren.