

# SWR2 Wissen

## **Multitalent Mikroalge: gesund, grün, vielseitig**

Von Jochen Steiner

---

Sie sind mit dem bloßen Auge nicht sichtbar, können aber ganz schön viel: Aus Mikroalgen machen Wissenschaftler Treibstoff, Nahrungsergänzungsmittel und Medizin.

---

Sendung: Montag, 26. März 2018, 8.30 Uhr

Redaktion: Charlotte Grieser

Regie: Andrea Leclerque

Produktion: SWR 2018

---

**Bitte beachten Sie:**

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

---

### **MANUSKRIFT**

#### **Musik**

**Autor:**

Sie sind uralte, manche für das bloße Auge unsichtbar, sie sind grün, rot, braun oder violett. Jedes zweite Sauerstoff-Molekül, das wir einatmen, haben sie produziert: Algen. Einige von ihnen schmecken darüber hinaus gar nicht so schlecht und können mit ihren inneren Werten punkten:

**O-Ton Jörg Ullmann:**

Bei weiter wachsender Weltbevölkerung ist es einfach schon logisch, über den Tellerrand ins Wasser zu schauen und zu gucken, was kann ich dort anbauen, weil die Algen zehn bis 30 Mal schneller als Landpflanzen wachsen und eigentlich alle Nährstoffe enthalten, die wir für die Ernährung brauchen.

**Autor:**

Algen sind auch gut fürs Klima und: Sie stellen den Treibstoff der Zukunft her:

**O-Ton Monika Fuchs:**

Wir binden CO<sub>2</sub>, haben dadurch einen Vorteil, und können dann diese Algenbiomasse benutzen, um wieder Öl zu produzieren, das verbrannt werden kann.

**Autor:**

Und Algen können vielleicht sogar Krankheiten heilen:

**O-Ton Ulrike Neumann:**

Es gibt auch eine Studie, die gezeigt hat, dass ein karotinhaltiger Extrakt aus einer Alge eventuell gegen die Bildung von Melanomen und Hautkrebs wirken könnte.

**Ansage:**

Multitalent Mikroalge – gesund, grün, vielseitig. Eine Sendung von Jochen Steiner.

**Atmo:**

Gewächshaus

**Autor:**

Ein Gewächshauskomplex in der Nähe von Klötze in Sachsen-Anhalt. In diesen Glashäusern werden keine Zierpflanzen gezogen, keine Strauchtomaten oder Schlangengurken. Hier vermehren sich winzige Algen.

**O-Ton Jörg Ullmann;**

Wir sehen also hier unsere sogenannten Photobioreaktoren, das sind ja diese Aquarien in Glasröhrenform, von denen wir hier 500 Kilometer installiert haben, und in diesen Anlagen können wir verschiedene Algenarten zur gleichen Zeit anziehen.

**Autor:**

Jörg Ullmann läuft den Gang des riesigen Gewächshauses entlang. Links und rechts davon befinden sich 19 dieser Photobioreaktoren, der Biologe nennt sie auch „Aquarien“ oder „Produktionsanlagen“.

**O-Ton Jörg Ullmann;**

Hier stehen wir quasi vor dem Aquarium Nummer 17, das ist also eine der Produktionsanlagen. Und die besteht im Prinzip aus drei Bestandteilen: Das eine ist der sogenannte Ausgleichsbehälter, das ist hier dieser riesige Edelstahltopf, und von dort wird über eine Pumpe dieses Algenmedium, also das Wasser plus Alge, in dieses Röhrensystem gepumpt. Dann fließt es 50 Meter im Glasrohr quasi nach hinten, dort ist ein Umkehrbogen dran, dann fließt das ganze 50 Meter zurück und landet wieder in diesem Ausgleichsbehälter. Und das ist genügend Zeit, die Alge dem Licht auszusetzen, und die Alge zum wachsen zu bringen.

**Autor:**

Algen sind recht genügsam. Neben dem Sonnenlicht, das durchs Glas des Gewächshauses und die Röhren fällt, brauchen sie Wasser, Kohlendioxid und einige Nährsalze. Nach einiger Zeit ist das Ergebnis deutlich zu erkennen:

**O-Ton Jörg Ullmann;**

Hier sind es verschiedene Grüntöne, weil wir es hier mit verschiedenen Grünalgenarten zu tun haben, und das kann man tatsächlich schon sehen. Wenn Sie zu einem anderen Zeitpunkt hierher kommen und wir unterschiedliche Taxa tatsächlich anbauen, dann kann es durchaus sein, dass Sie hier eine nussbraune Anlage neben einer pinken haben oder auch einer roten oder auch einer grasgrünen, also dann wird es hier richtig bunt.

**Autor:**

Momentan dominieren die Grüntöne. Hier wächst zur Zeit die Mikroalge *Chlorella vulgaris*, und das ganz schön schnell.

**O-Ton Jörg Ullmann;**

Die *Chlorella* muss man sich vorstellen wie einen kleinen, grünen, runden Ball, eine einzellige Pflanze, die sich ein Mal am Tag in zwei bis 16 Tochterzellen teilt. Das ist also ein rasantes Wachstum. Und wenn wir die Starterkulturen in diese Anlagen hineingeben, dauert das in Abhängigkeit vom Wetter ungefähr eine Woche, bis die erntebereit ist.

**Autor:**

Jörg Ullmann hat viel Erfahrung mit dem Anbau von Algen. Seit nunmehr 15 Jahren arbeitet er hier, mittlerweile ist er der Geschäftsführer der Roquette Klötze GmbH & Co KG, die 17 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zählt. Ein gutes Dutzend Mikroalgen werden in Sachsen-Anhalt angebaut. „Mikro“ bedeutet, dass man sie mit bloßem Auge nicht sehen kann – im Gegensatz zu den großen Makroalgen, die zum Beispiel um Sushi gewickelt werden. Die ausgewachsenen *Chlorella*-Algen landen dann in einer Zentrifuge, die einen Teil des Wassers abtrennt. Der Algenbrei läuft anschließend in einen großen Tank. Jörg Ullmann öffnet den Deckel.

**Atmo:**

Deckel öffnen

**O-Ton Jörg Ullmann;**

Und jetzt sieht man, dass der Tank, das ist ein 2.000 Liter Tank, also ungefähr halb voll ist mit diesem Algenbrei. Und ich gehe jetzt mal mit diesem Probenahme-Becherchen hier rein und hole jetzt mal ein bisschen von dieser konzentrierten Algensuppe nach oben. Und dann sieht man schon, das ist auch ein schöner, frisch grüner Farbton, und wir können auch gern mal den Finger ran halten: Schmeckt frisch, erinnert ein bisschen an Heu oder an Nuss, ist auch ein bisschen cremig und ist ein sehr, sehr angenehmer Geschmack. Der Geruch ist: würde man eher als algentypisch beschreiben.

**Autor:**

Der Geruch des Meeres liegt in der Luft...aber angenehm, nicht aufdringlich. Der Biologe schließt den Deckel wieder und geht ein paar Schritte weiter, bis zu einem hohen Edelstahlurm, in dem der Algenbrei getrocknet wird

**Atmo:**

Sprühtrockner

**O-Ton Jörg Ullmann;**

Wir stehen also hier vor einem Sprühturm, der geht hier über drei Etagen. Dieser Algenbrei wird ganz oben in diesem Sprühturm feinst vernebelt. Dann wird dort natürlich eine gewisse Temperatur erzeugt, die Wasserhülle von der Alge abtrennt und unten fällt dann quasi schon das fertig getrocknete Pulver zusammen.

**Autor:**

Das Pulver sieht aus wie feines, grünes Mehl. Pro Tag ernten die Algenfarmer, je nach Wetterlage, zwischen 50 und 400 Kilogramm Algenpulver. Das sind pro Jahr im Schnitt zwischen 30 und 50 Tonnen nachhaltig erzeugte Biomasse – zum Vergleich: Auf der gleichen Fläche kann ein Bauer gerade einmal sieben bis acht Tonnen Weizen anbauen.

Chlorella-Pulver wie das aus Sachsen-Anhalt färben mittlerweile nicht nur Nudeln grün, sondern auch Müsliriegel, Chips und Limonade. Der natürliche Farbstoff mag ein netter Nebeneffekt sein, aber bei der Chlorella-Nutzung als Nahrung geht es vor allem um den hohen Gehalt an Vitamin B12, das sonst in nennenswerter Menge nur in tierischen Lebensmitteln zu finden ist. Ein Mangel an Vitamin B12 kann beispielsweise zu Depressionen, Muskelschwäche oder zu einer verminderten Herzfunktion führen. Seit einiger Zeit ist das Chlorella-Pulver in Tablettenform als Nahrungsergänzungsmittel erhältlich.

**O-Ton Ulrike Neumann:**

Die einzigen Personen, für die das wirklich in Frage kommt, wären dementsprechend Vegetarier und Veganer, die eh mit Vitamin B12 unterversorgt sind. Alle anderen Leute, die sich normal ernähren, müssen sich darüber eigentlich keine Sorgen machen.

**Autor:**

Ulrike Neumann ist Ernährungsmedizinerin und Technische Biologin an der Universität Hohenheim. Studien haben den positiven Effekt der Mikroalgen-Präparate als Vitamin B12-Lieferant belegt.

**O-Ton Ulrike Neumann:**

Da kann man im Blut nachweisen bei Leuten, die gezielt Algenpräparate über einen längeren Zeitraum nehmen, also wir sprechen hier von Wochen und Monaten, kann man eben zeigen, dass sich im Blut diese Parameter verbessern, das heißt, sie haben mehr Omega3-Fettsäuren im Blut vorliegen und auch mehr Vitamin B12.

**Autor:**

Ein weiterer Pluspunkt für die Chlorella-Algen: Sie bestehen zu etwa 50 Prozent aus Proteinen, die Gattung Spirulina sogar zu etwa 60 Prozent.

**O-Ton Ulrike Neumann:**

Der ganze Hype mit den Algen hat eigentlich in den 1950er-Jahren angefangen, als man sich damals gefragt hat, wie können wir später die Weltbevölkerung ernähren? Wir werden immer mehr, landwirtschaftliche Nutzflächen nehmen aber nicht mehr zu, sondern eher sogar ab. Und da ist man halt darauf gekommen, dass Algen eine sehr gute potentielle Proteinquelle sind. Das hat sich jetzt so im Verlauf der 1990er-Jahre wieder leicht verlaufen, und jetzt in den letzten Jahren ist der Hype aber wieder hochgekommen, weil man entdeckt hat, dass Algen neben Proteinquellen auch noch ganz viele andere wichtige Nährstoffe enthalten.

**Autor1:**

Das sind Vitamine, Karotinoide, Omega3- und Omega6-Fettsäuren, sowie Mineralstoffe. Einige Makroalgen aus dem Meer sind reich an Jod. Und der hohe Proteingehalt mancher Mikroalgen könnte in Zukunft einen gewissen Beitrag zur Proteinversorgung der wachsenden Weltbevölkerung liefern, neben zum Beispiel Soja- und Lupinenerzeugnissen. Arbeitskollegen von Ulrike Neumann arbeiten an der Uni Hohenheim bereits an einem „Algenschnitzel“. In Deutschland und Europa sind die Menschen nicht unbedingt auf solche alternativen Proteinquellen angewiesen, in anderen Gegenden der Erde hingegen schon. Im Tschad-See in Westafrika zum Beispiel kultiviert die lokale Bevölkerung schon seit vielen Jahren Spirulina-Algen und integriert diese in ihre traditionellen Speisen.

**O-Ton Ulrike Neumann:**

Man sieht da, dass die Leute sehr viel weniger unter Protein-Unterversorgung leiden, und einen sehr viel besseren Allgemeinzustand haben als die gesamte umliegende Bevölkerung. Das heißt, das lässt darauf schließen, dass tatsächlich die Mikroalge einen Mehrwert für diese Leute liefert und wichtig für deren Ernährung ist.

**Autor:**

Die meisten Menschen in Europa oder den USA würden vermutlich von sich behaupten, noch nie Algenprodukte gegessen zu haben – außer vielleicht im Sushi. Ein Irrtum: Schätzungen zufolge enthalten 50 bis 70 Prozent der verarbeiteten Lebensmittel Algensubstanzen, zum Beispiel Carrageen, Agar-Agar oder Alginat als Gelier- und Verdickungsmittel, als Emulgatoren und Stabilisatoren. Diese Polysaccharide werden aus den großen Makroalgen gewonnen, die vor allem in China und Südostasien wachsen.

**O-Ton Ulrike Neumann:**

Bei Makroalgen ist es so, dass sie oft im Meerwasser angebaut werden. Und Algen sind wie ein Schwamm, das heißt, sie nehmen alles auf, was in diesem Meerwasser ist. Das ist natürlich Jod, aber das sind auch andere Stoffe wie zum Beispiel Schwermetalle. Und dafür muss man dann strenge Richtlinien einführen und die Algen genau kontrollieren, um auszuschließen, dass sie beispielsweise mit Schwermetallen belastet sind.

**Autor:**

Bei den europäischen Algen, die in Lebensmitteln verarbeitet werden, hat Ernährungsmedizinerin Ulrike Neumann bislang keine gesundheitsbedenklichen Rückstände nachweisen können. Es sind meist Arten, die im Süßwasser wachsen, wo die Belastung mit Chemikalien in der Regel deutlich geringer ist als in den Meeren.

**Musik****Autor:**

Die Vorfahren der Algen, die Cyanobakterien, waren die ersten Organismen überhaupt, die Photosynthese betrieben haben. Algen wiederum sind die Vorfahren der Landpflanzen und seit etwa zwei Millionen Jahren auf der Erde zu finden. Schätzungen gehen von 400.000 bis 500.000 Algenarten weltweit aus, nur etwa ein Zehntel ist wissenschaftlich beschrieben. Alle Algen zusammengenommen produzieren etwa die Hälfte des Sauerstoffs in der Atmosphäre. Die Menschen nutzen Algen außer als Sauerstoffquelle auch als Nahrungsmittel, und das bereits seit Tausenden von Jahren. Algenzüchter Jörg Ullmann:

**O-Ton Jörg Ullmann:**

Also man weiß natürlich aus Überlieferungen, dass gerade in Asien die Algennutzung eine lange, lange Tradition hat, über mehrere hunderte und tausende Jahre hinweg. Man weiß aus archäologischen Untersuchungen der letzten Jahre vor allem, dass vor 14.000 Jahren die Erstbesiedler Amerikas auch schon Algen als Nahrung und wahrscheinlich sogar als Heilmittel genutzt hatten.

**Autor:**

Aber erst seit etwa 65 Jahren werden Algen im industriellen Maßstab angebaut, vor allem in China, Indonesien und auf den Philippinen. Die Algenfarm in Sachsen-Anhalt war 1999 die erste ihrer Art in Europa. Mit den Mikroalgen liefert sie auch Produkte für ganz andere Nahrungsmittelproduktionen – für Fischfarmen nämlich. In der Aquakultur von Lachs, Garnelen und Co. ist es bislang üblich, Fischmehl zu füttern, auch deshalb, damit sich noch mehr Omega3- und Omega6-Fettsäuren in den Tieren anreichern. Doch dieses Fischmehl kann zu einer Überdüngung der Meere führen: Bakterien im Wasser zersetzen das Fischmehl und verbrauchen dabei Sauerstoff, so dass sauerstoffarme Regionen im Meer entstehen – das Aus für die allermeisten Lebewesen. Ein möglicher Ausweg: Den Lachs direkt mit fettsäurereichen Mikroalgen zu füttern, um die Menge des Fischmehls reduzieren zu können.

**Atmo:**

Anzuchtsraum

**Autor:**

Am Biotechnologie-Zentrum der Universität Bielefeld züchten Wissenschaftler Mikroalgen im kleinen Labormaßstab – für einen weiteren Zweck.

**O-Ton Jan Mussnug:**

Also dieses ist der Anzuchtraum von unserer Arbeitsgruppe, wir ziehen hier die Algen an. Anzucht bedeutet in dem Fall, dass wir die Biomasse hier herstellen und die Zellen einfach kultivieren, also wir lassen sie hier wachsen.

**Autor:**

Dr. Jan Mussnug, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Algenbiotechnologie und Bioenergie. Der Mikrobiologe steht vor einem Gerät, auf dem sich eine waagrechte Platte schnell im Uhrzeigersinn dreht.

**O-Ton Jan Mussnug:**

Das ist ein sogenannter Orbitalschüttler, auf diesem Schüttler haben wir jetzt mehrere Kolben stehen. Ich nehme Ihnen mal einen runter und zeige Ihnen den mal... so sieht das also aus, das sind Erlenmeyerkolben, in denen wir flüssiges Nährmedium haben, was die Algen dazu verwenden können, um zu wachsen.

**Autor:**

In den Erlenmeyerkolben schwappt eine grünliche Flüssigkeit hin und her. Das Schütteln bewirkt, dass sich die Mikroalgen nicht absetzen und optimal mit Nährstoffen und Kohlendioxid versorgt werden. In den meisten Kolben auf dem Gerät wächst die Art *Chlamydomonas reinhardtii*.

**O-Ton Jan Mussnug:**

Das ist eigentlich der Modellorganismus in der Algenforschung, wenn man gentechnologisch arbeitet. Es gibt heute eine ganze Reihe von Zelllinien, mit denen man viel arbeitet, aber *Chlamydomonas*, oder wie wir als Kurzform sagen „Chlamy“, ist die Art, die am besten untersucht worden ist in der Vergangenheit und von der man am meisten weiß.

**Autor:**

*Chlamydomonas reinhardtii* kommt weltweit vor, im Süß-, wie im Salzwasser. Die Alge besitzt einen Augenfleck und kann mit ihren zwei Flagellen, also kleinen Geißelfortsätzen, aktiv zum Licht schwimmen. Jan Mussnug verlässt den Anzuchtraum und geht den Gang hinunter.

**Atmo:**

Dunkellabor

**O-Ton Jan Mussnug:**

Dann gehen wir mal in diesen Raum hier. Nicht erschrecken, hier ist es ein bisschen dunkler als in dem Labor gerade. Was wir hier machen, ist, dass wir Algen kultivieren. Und wir sind auch daran interessiert, wie verhalten sich die Algen unter Tag- und Nachtbedingungen. Aus diesem Grund haben wir einen Raum, der abgedunkelt ist, so dass wir diese Versuche auch hier durchführen können. Es ist natürlich wichtig, wie sich die Algen auch unter natürlichen Tag-Nacht-Bedingungen verhalten, nicht unter Dauerlicht, wie es im Labor häufig gemacht wird.“

**Autor:**

Drei kleine Photobioreaktoren stehen auf einem Tisch. Der Mikrobiologe kann an ihnen die Lichtintensität und die Temperatur einstellen. Die Geräte sind mit einem Computer verbunden, der mit den Daten zur Photosyntheseleistung der Algen gefüttert wird. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können so herausfinden, unter welchen Umweltbedingungen die Algen am besten wachsen und wie sie mit Stress klar kommen, etwa mit Temperaturschwankungen. Das Ziel: Möglichst viel Algen-Biomasse preiswert herzustellen, die dann zum Beispiel in Biogasanlagen umgesetzt werden kann. Eines steht fest: Die fossilen Energieträger gehen zur Neige.

**O-Ton Jan Mussnug:**

Insofern glaube ich, dass die Algen ein großes Potential haben, und man mit Sicherheit in der Zukunft Ersatzstoffe braucht zu den fossilen Energieträgern und immer daran interessiert sein wird, günstigere Hochwertprodukte herzustellen.

**Autor:**

Ein weiteres Ziel, das die Bielefelder Algenforscher vor Augen haben: Mikroalgen gentechnologisch so zu verändern, dass sie große Mengen eines gewünschten Produkts herstellen. Jan Mussnug denkt dabei etwa an Substanzen, die in der Medizin eingesetzt werden könnten. Dafür ist zunächst aber viel Grundlagenforschung nötig.

**O-Ton Jan Mussnug:**

Eine wichtige Vorgehensweise, wenn man Vorgänge in der Alge verstehen möchte, ist, dass man Mutanten untersucht, dass man also zum Beispiel Gene runterreguliert, Enzyme runterreguliert, die die Alge eigentlich produziert, so dass wir dann verstehen können, was macht dieses Gen, dieses Protein letztendlich in der Alge. Oder wir können veränderte Gene in die Alge einbringen und schauen, was passiert dann. Also das ist ein wesentlicher, wichtiger Punkt für uns. Und das ist einfach am besten etabliert mit dieser *Chlamydomonas reinhardtii*. Das Genom ist schon sehr lange bekannt bei dieser Alge und man hat hier sehr viele gentechnologische Werkzeuge, mit denen man arbeiten kann.

**Autor:**

So ist es Jan Mussnug und seinem Team gelungen, *Chlamydomonas* dazu zu bringen, Patchoulol, also Patchouliöl, herzustellen, das zum Beispiel in der Hautpflege oder als Duftöl Verwendung findet. Eigentlich wird es aus einer südasiatischen Pflanze gewonnen. Mit der Patchoulol-Herstellung aus Algen wollten die Forscher testen, ob die Methode im Prinzip funktioniert – ein sogenanntes „proof-of-concept“.

**O-Ton Jan Mussnug:**

Die Vorläufer des Patchoulois, dieses Geruchsstoffs, die produziert die Alge schon natürlicherweise. Und es fehlt nur ein Enzym, ein Umwandelungsschritt, um aus diesem Vorläufer-Molekül dann das Produkt zu machen. Und das ist klar, man fängt erst mal mit Sachen an, die relativ einfach umzusetzen sind. Es gibt auch Produkte, da bräuchte man drei, vier oder noch mehr Enzyme. Um erst mal auszuprobieren, ob das überhaupt funktioniert, haben wir diesen recht einfachen Weg gewählt und



haben festgestellt: Wenn wir dieses Enzym, dieses Gen einbringen in die Alge, dann fängt sie tatsächlich an, Patchoulol zu produzieren.

**Autor:**

Der nächste Schritt wäre dann, die Ausbeute so weit zu steigern, bis das Produkt günstiger ist als bereits erhältliche Konkurrenzprodukte. Bei ihren Versuchen greifen die Algenforscher auch auf neue Methoden zurück, wie etwa die Genschere CRISPR/Cas, bei der gezielt einzelne Abschnitte aus der DNA herausgeschnitten und andere Stücke an deren Stelle eingesetzt werden.

**O-Ton Jan Mussnug:**

Wir können das auch in begrenztem Umfang mit unseren Algen machen. Das eröffnet ganz neue Möglichkeiten, die wir hier auf Grundlagenforschungsseite untersuchen können, aber auch auf angewandter Seite.

**Atmo:**

Flugzeug startet

**Autor:**

Anfang Juni 2010, Flughafen Berlin-Schönefeld. Eine kleine, zweimotorige Propellermaschine hebt von der Startbahn ab. Von außen ist nichts Besonderes zu erkennen. Die Weltpremiere steckt im Tank das Flugzeugs: Statt konventionellem Kerosin hat es Algenkerosin getankt. Zum ersten Mal überhaupt fliegt ein Flugzeug mit Algensprit.

**O-Ton Thomas Brück:**

Wobei wir den Vorteil hatten, dass im Algenkerosin kein Schwefel vorhanden war und dass der Energieinhalt doch etwas dichter war und das Flugzeug ist ungefähr zehn Prozent weiter geflogen als mit dem Äquivalent aus der Ölquelle.

**Autor:**

Professor Thomas Brück, Leiter des Bereichs Industrielle Biokatalyse an der Technischen Universität München forscht mit seinem Team seit Jahren an Algenkerosin. Bestimmte Algenarten aus den Gattungen Nannochloropsis oder Scenedesmus sind besonders ölhaltig, und die Umwandlung des Öls zu Kerosin ist inzwischen ein etabliertes Verfahren. Dass Flugzeuge mit Algenkerosin fliegen können, sogar umweltfreundlicher und weiter als mit normalem Kerosin, hat der Testflug 2010 gezeigt. Doch noch tanken Flugzeuge weltweit Kerosin, das aus Erdöl hergestellt wird, zum Literpreis von etwa 60 Cent.

**O-Ton Thomas Brück:**

Mit unserer besten Konversionsplattform liegen wir im Moment bei zwei Euro pro Liter. Das hört sich jetzt nicht so weit weg an, ist es auch nicht. Aber diese Kosteneinsparung von vier- bis sechsfach, die wir da noch vor uns haben, da wird es nochmal sehr viel Forschungsbedarf geben. Und den nicht nur im kleinen Labormaßstab, sondern wirklich im großen technischen Maßstab, wo wir mit 100 bis 1.000 Liter umgehen, um dann wirklich auch genug Menge an Kraftstoff bereit stellen zu können, um der Industrie zeigen zu können: Das funktioniert.

**Autor:**

Der Bedarf an Kerosin ist gewaltig: Weltweit werden pro Jahre etwa 7,8 Milliarden Tonnen verbraucht. Dass eines Tages Alternativen zum Erdöl auf den Markt kommen müssen, ist offensichtlich, nicht nur, weil die Reserven endlich sind. Auch in Sachen Klimaschutz besteht Handlungsbedarf. Die EU strebt an, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Luftfahrtindustrie bis 2050 zu halbieren, im Vergleich zu 2005.

**O-Ton Thomas Brück:**

Wenn wir jetzt allein technologische Verbesserungen am Flugzeug betrachten, dann kommen wir vielleicht auf 20 Prozent Einsparung, aber nicht die 50. Da braucht es wirklich den Kraftstoff, den biogenen Kraftstoff. Das lässt sich eben auch nur erreichen, wenn man flüssige Kraftstoffe, die chemisch äquivalent sind zu dem, was heute aus der Ölquelle kommt, bereitstellt, weil langfristig das Flugzeug nicht elektrisch fliegen kann. Da sind zwar Bestrebungen da, Kurzstrecke, Mittelstrecke über Hybridbetrieb zu betreiben. Hybrid heißt aber immer noch: Tank. Flüssiger Kraftstoff, der einen Elektromotor treibt. Langstrecke für die nächsten 80 bis 100 Jahre nur flüssiger Kraftstoff, wegen dem Energieinhalt, das kriegen wir mit dem Batteriegewicht einfach nicht hin.

**Autor:**

Algen sind ein nachwachsender Rohstoff, sie binden Kohlendioxid aus der Atmosphäre. So erzielt Algenkerosin eine deutlich bessere Klimabilanz als Kerosin aus Erdöl. Mittlerweile können Biochemiker Thomas Brück und seine Arbeitsgruppe Algen in großen 500 Liter-Behältern kultivieren. Darin enthalten sind aber zum Beispiel gerade einmal 50 Gramm der grünen Mikroalge Nannochloropsis. Deren Ölgehalt beträgt immerhin 43 Prozent. Aber damit ist klar: Es braucht riesige Mengen flüssiger Algensuppe, um genügend Algenkerosin herstellen zu können. Rein theoretisch könnte der weltweite Bedarf gedeckt werden, genügend Flächen, die nicht landwirtschaftlich genutzt werden, gäbe es, zeigen Berechnungen der Münchner Algenforscher. Thomas Brück ist optimistisch, eines Tages Algenkerosin im industriellen Maßstab produzieren zu können.

**O-Ton Thomas Brück:**

Da bin ich absolut sicher, dass wir das können, weil wir jetzt schon mit unseren Verfahren so weit sind, dass wir über große Skalierungen nachdenken. Aber nicht hier in Deutschland. Wir denken wirklich, dass wir einfache Verfahren für die Algenkultivierung und -umsetzung haben müssen. Dazu brauchen wir Sonne, dazu brauchen wir ein gewisses Klima. Das finden wir hier in Bayern nicht, sondern eher in Almeria, Spanien, entlang der Mittelmeerküsten bis runter zum Irak.

**Autor:**

Die Pläne für eine große Algenzucht-Anlage mit angeschlossener Raffinerie liegen bei den Münchner Wissenschaftlern sozusagen in der Schublade.

**O-Ton Thomas Brück:**

Ich rede jetzt schon mit ein paar Investorengruppen. Wenn die sich jetzt bewegen und genügend Geld zur Verfügung haben, dann wird das schon klappen. Ich sage

mal, in fünf Jahren können wir uns dann vielleicht nochmals unterhalten, aber dann in einem wärmeren Gefilde.“

**Autor:**

„Genügend Geld“ bedeutet in dem Fall ein dreistelliger Millionenbetrag. Die Algenforscher an der TU München forschen aber nicht nur an Algenkerosin, sondern auch an Kerosin-Zusatzstoffen wie Antioxidationsmitteln als Schutz für Triebwerke und Tank. Dafür in Frage kommen zum Beispiel Phenole, die Algen natürlicherweise produzieren. Die Zellbiologin Dr. Monika Fuchs:

**O-Ton Monika Fuchs:**

Der Vorteil an den Sachen ist natürlich, dass das Spezialchemikalien sind, die sehr viel teurer sind als „billiges“ Kerosin. Dadurch wird unsere Forschung sehr viel schneller soweit sein, dass man das im Markt implementieren kann, weil der Preis stimmt.

**Musik**

**Autor:**

Menschen nutzen Algen seit Tausenden von Jahren als Nahrungsmittel und seit einigen Jahren auch als Nahrungsergänzungsmittel, sie atmen den Sauerstoff, den Algen produzieren, sie fliegen vielleicht eines Tages in Flugzeugen, die mit Algenkerosin betrieben werden, und heizen in Zukunft ihre Häuser mit Biogas, das aus Algen gewonnen wurde. Doch Algen können sogar noch mehr – auch in der Medizin sind sie dem Menschen nützlich.

**O-Ton Ulrike Neumann:**

Es gibt vor allem bei Spirulina die Forschung, dass bestimmte Bestandteile der Alge virostatisch wirken, das heißt, die Vermehrung von Viren hemmen. Und es gibt auch sogenannte Sulfolipide, die gezielt mit dieser Wirkung in Einklang gebracht werden können. Wenn man diese Stoffe extrahiert und gezielt einsetzt, dann sieht man diese Wirkung. Man muss dann aber auch noch gucken, wenn man, wie immer, die gesamte Alge isst, ob man diese Wirkung auch in einem Menschen nachvollziehen kann.

**Autor:**

Ernährungsmedizinerin Ulrike Neumann forscht an der Uni Hohenheim daran, welche Substanzen aus Algen effizient bei Entzündungsreaktionen im Körper helfen können. So fördert zum Beispiel der blaue Farbstoff Phycocyanin aus der Spirulina-Alge die Wundheilung. Nebenbei bemerkt: Er wird immer öfter auch von der Lebensmittelindustrie eingesetzt, um Gummibärchen, Eis oder Limonade auf natürliche Weise blau zu färben. Und sogar gegen Krebs könnten bestimmte Algensubstanzen wirksam sein.

**O-Ton Ulrike Neumann:**

Da ist es so, dass bereits beim Menschen gezeigt werden konnte, dass vor allem Krebs, der beispielsweise im Mundraum vorkommt, durch die Aufnahme von Algen sehr stark inhibiert werden kann. Das heißt, auch da ist die Hoffnung, dass Krebs,

beziehungsweise die Entstehung von Krebs durch die Einnahme von Algen reduziert werden könnte.

**Autor:**

Eine andere Studie legt nahe, dass ein karotinhaltes Algenextrakt gegen Hautkrebs wirken könnte. Doch alles in allem ist die Studienlage zum gesundheitlichen Nutzen von Algen für den Menschen noch dürftig. Langzeitstudien fehlen bisher gänzlich, weil es sich um ein noch neues Forschungsfeld handelt. Sicherlich sind Algen kein Allheilmittel.

**O-Ton Ulrike Neumann:**

Ich glaube aber, dass es tatsächlich so weit kommen könnte, dass man Algen gibt, um eine Therapie zu unterstützen beziehungsweise um das Ausbrechen solcher Erkrankungen schon im Keim zu ersticken.

**Autor:**

Denn einige Substanzen in den Mikroalgen sind in der Lage, den Blutzuckerspiegel sowie einen zu hohen Cholesterinwert zu senken. Damit könnten sie zum Beispiel Schlaganfällen oder Arteriosklerose vorbeugen.

Und: Schlussendlich können Algen auch den Menschen etwas bieten, die auf ihr Äußeres Wert legen. Polysaccharide aus Makroalgen finden sich als Verdickungsmittel in zahlreichen Hautcremes, wo sie als zusätzlicher Feuchtigkeitsspender dienen. Die Karotinoide der Mikroalgen werden nicht nur als gelbe, orangefarbene und rötliche Pigmente zum Färben eingesetzt, sondern zunehmend auch in Cremes, weil sie der Hautalterung vorbeugen und gegen schädliche UV-Strahlen schützen sollen. Manchmal ist aber auch nur die färbende Wirkung mancher Mikroalgen gewünscht – bei Ernährungsmedizinerin Ulrike Neumann ist das immer im Herbst der Fall:

**O-Ton Ulrike Neumann:**

Der Renner ist, zu Halloween immer grüne Mikroalgen-Kekse zu verschenken. Die backe ich dann selbst, da kommt dann so ein halber Teelöffel Chlorella mit rein und dann freuen sich die Kinder immer, wenn die Kekse grün sind.

\*\*\*\*\*