Die Suche nach Planeten in der bewohnbaren Zone ist in der heissen Phase : finden wir schon bald fremde Lebewesen? (Teil 2) : Die Beste aller Welten?

Autor(en): **Geiger, Hansjürg**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **75 (2017)**

Heft 402

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-897108

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Suche nach Planeten in der bewohnbaren Zone ist in der heissen Phase – finden wir schon bald fremde Lebewesen? (Teil 2)

Die Beste aller Welten?

Von Dr. Hansjürg Geiger

Planeten und Monde gibt es alleine in unserer Milchstrasse in riesiger Zahl, vermutlich sogar deutlich mehr als Sterne. Neuere Entdeckungen haben uns auch die Gewissheit gebracht, dass «erdähnliche» Planeten durchaus häufig sein könnten. Was aber braucht es, damit ein Planet Leben tragen kann?

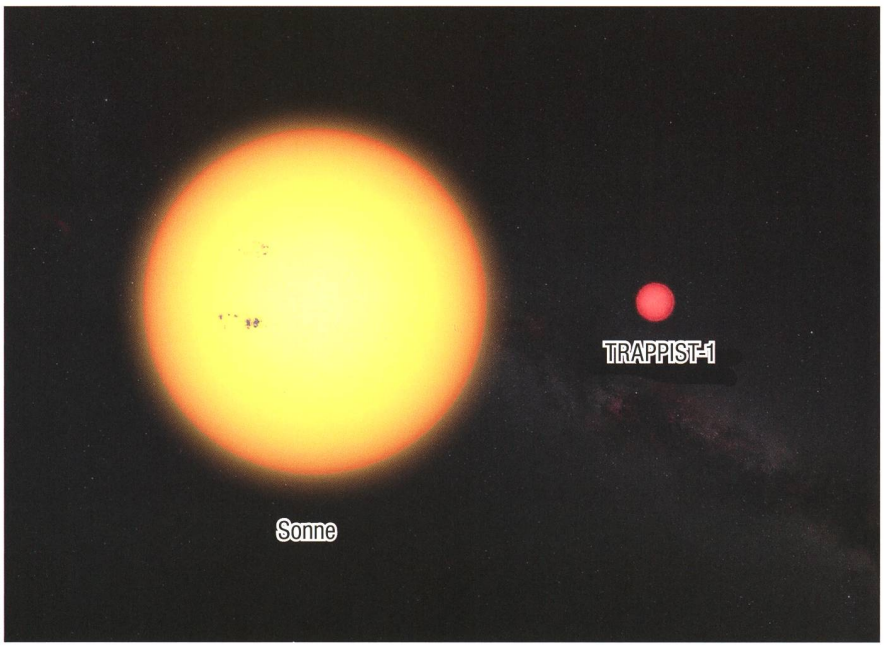


Bild: ESO

Abbildung 1: Gleich sieben Planeten konnten um den Stern TRAPPIST-1 nachgewiesen werden. Mindestens drei von ihnen bewegen sich in der Zone, in der Wasser flüssig sein könnte. Der Stern selbst ist ein kleiner Roter Zwergstern (M8). Hier ist er im Grössenvergleich neben die Sonne gezeichnet.

«Heimat» ist ein emotionsgeladener Begriff. Im Fernsehen wird uns mit diesem Wort eine heile Welt vorgeführt, meist überladen mit Klischees aus vergangenen Zeiten; politische Parteien missbrauchen die Vokabel regelmässig, um Abschottung zu begründen; im Alltag meinen wir den Ort, an welchem wir leben, unsere sozialen Kontakte pflegen, uns zu Hause fühlen. Fast immer aber ist es ein Ort, den wir möglichst nicht verlassen möchten, an welchem wir uns verwurzelt fühlen, den wir als «gut» empfinden und an dem wir auf Reisen nur allzu oft die fremde Gegend messen. Wenn wir dies tun, wenn wir die Fremde mit zu Hause vergleichen, so wird uns die ferne Heimat meist «besser» erscheinen. Überrascht mögen wir feststellen, dass die Bewohner der verpönten Feriendestination ihrerseits mit uns nicht tauschen möchten.

So ähnlich mag es auch den Astronomen noch bis zum Beginn unseres Jahrhunderts gegangen sein, wenn sie sich auf die Suche nach fremden Himmelskörpern gemacht haben, auf welchen Leben möglich sein könnte. Ihre Ermittlungen konzentrierten sich auf «erdähnliche» Planeten, auf Planeten, die unserer «Heimat» ähnlich sind. Rechtfertigt wird dieser Typ der kostspieligen Suche häufig mit der Annahme, wo gleiche Voraussetzungen vorhanden sind, müssten auch die gleichen Vorgänge ablaufen – sprich – Leben entstehen. Gierig nehmen die Medien deshalb jede Meldung über neu entdeckte Planeten in der «bewohnbaren Zone» um fremde Sterne auf, fabulieren über Aliens, spekulieren über eine unmittelbar bevorstehende Kontaktaufnahme. Vergessen geht dabei häufig die Frage, ob wir mit dieser Suchstrategie auch wirklich die beste aller anderen Welten finden, jenen Ort, an dem wir mit höchster Wahrscheinlichkeit die ersten Aliens entdecken können, und seien dies auch nur schleimige, bakterienähnliche Kreaturen. Oder aber, ob wir dem «Ferienchauvinismus» erliegen, uns einfach eine zweite, identische Heimat wünschen, dabei aber die Vorteile anderer Umgebungen übersehen.

Home Sweet Home

Science-Fiction Autoren haben uns immer wieder wundersam bizarre Wesen aus den unendlichen Weiten des Alls, oder wohl besser den Tiefen ihrer Fantasie, vorgestellt. Im Star Treck-Universum finden sich fremde Zivilisationen, jeweils einen kurzen Warp-Sprung voneinander getrennt, über die ganze Milchstrasse verteilt. Die wirklich wahre Wirklichkeit ist bekanntlich viel langweiliger. Trotz bald sechzigjähriger Suche haben wir noch keinen einzigen Pieps empfangen, geschweige denn ein Selfie mit ET geschossen (vgl. Orion 355, S. 5f; Orion 391, S. 10f). Sind wir allein? Oder suchen wir falsch?

Vermutlich nicht und halt eben doch. Diese scheinbar widersprüchliche Antwort ergibt sich aus unseren Möglichkeiten, Leben tragende Planeten zu finden. Und dabei geht

es im Moment noch keineswegs ausschliesslich darum, intelligente, technisch versierte Andere zu entdecken. Selbst fremdes Leben in den einfachsten Formen wäre ein gewaltiger wissenschaftlicher Durchbruch.
Die bisherige Suche in ihrer aktuellen Form war sicher gerechtfertigt, weil wir nur ein Beispiel für Leben kennen, welches mit Sicherheit existiert – unseres. Zudem besitzt unsere Erde eine ganze Reihe von Eigenschaften, die sie prädestiniert für Leben erscheinen lassen. Sie ist im Umlauf um einen Stern mittleren Alters, der seine stürmische Jugendphase hinter sich gelassen hat und seit Milliarden von Jahren relativ konstante Bedingungen bietet. Ihre Distanz zur Sonne ermöglicht zudem flüssiges Wasser auf der Oberfläche, eine zweite wichtige Voraussetzung für die Evolution von Leben (vgl. Orion 399, S. 11f).
Auch der Bau unseres Planeten scheint für Leben wie geschaffen. Ihre Masse ermöglicht auch 4.5 Milliarden Jahre nach ihrer Geburt noch einen glutflüssigen Kern, welcher der felsigen Kruste von unten her gehörig einheizt und damit die so wichtige Plattentektonik antreibt. Der flüssige Kern erzeugt auch das Magnetfeld der Erde, welches die brutal harte Strahlung des Sonnenwindes ablenkt und die empfindlichen Moleküle der Lebewesen vor der Zerstörung bewahrt.



Bild: Soviet Space Agency/Don Mitchell

Abbildung 2: Obwohl fast gleich gross wie die Erde, herrschen auf der Venus völlig andere Bedingungen als bei uns. Hier am Landeplatz von Venera 13, einer russischen Sonde, die am 1. März 1982 erfolgreich landete und über 2 Stunden Bilder zur Erde schickte, herrschen 457 °C und ein Druck vom 89-fachen der Erdatmosphäre. Ungemütlich.

Die Betonung der Bedeutung von Plattentektonik für unsere Lebensformen mag überraschen. Kennen wir die Folgen von Erdbeben und Vulkanausbrüchen doch meistens von ihrer zerstörerischen Seite. Ohne Plattentektonik aber wäre das Kohlendioxidgas (CO_2) der Atmosphäre längst im Kalkgestein gebunden. Die Folge wäre die Abnahme des Treibhauseffekts, die Erdatmosphäre kühlte aus. Dank der Plattentektonik wird das Gestein aber immer wieder in die Tiefen des Erdmantels transportiert, dort aufgeschmolzen und das CO_2-Gas wieder abgespalten. Rülpser der Erde, besser bekannt als Vulkanausbrüche, bringen das Gas zurück in die Atmosphäre. Auf unserer Erde sind die beiden Vorgänge, Fixieren des CO_2-Gases im Gestein und Freisetzen durch Plattentektonik und Vulkanismus, in einem labilen Gleichgewicht, welches die Erde zwischen Warm- und Kaltzeiten schwanken lässt. Ohne den Treibhauseffekt läge die durchschnittliche Temperatur der Erdatmosphäre in Bodennähe bei ca –18 °C (aktuell bei +15 °C). Die Erde wäre ein Eisplanet. Mehr CO_2-Gas und der Treibhauseffekt triebe die Temperatur in unfreundliche Höhen. Leuchtendes Beispiel hierfür: Die Venus mit über 440 °C auf der Oberfläche.
Ebenso wichtig für das Leben hier auf der Erde ist die Dichte und Zusammensetzung der Atmosphäre. Sie ist nicht zu dicht, wie über der Venus, lässt dadurch genügend Strahlung für die Energieversorgung der Lebewesen passieren und bietet uns einen fantastischen Blick ins All, sie ist aber auch nicht zu



Bild: ISS NASA/ESA

Abbildung 3: Mondaufgang über der dünnen Hülle der Erdatmosphäre. Der grosse Mond stabilisiert die Erdachse und hilft die Lebensbedingungen auf der Erde in Grenzen zu halten.

« Das Universum verspricht viele Nischen, in denen Leben entstanden sein und sich entwickelt haben könnte. Eine grobe Schätzung ist, dass mehr als hundert Milliarden derartige Planeten und Monde unsere Milchstrasse würzen. Wenn dies eine zu kleine Zahl sein sollte, um Ihren Glauben für kosmische Gesellschaft zu festigen, dann sollten Sie beachten, dass nahezu hundert Milliarden weitere Galaxien in unseren Teleskopen sichtbar sind. »

Seth Shostak. Senior Astronomer, SETI Institute, Confessions of An Alien Hunter, 2009

dünn, wie beim Mars, bei welchem der Treibhauseffekt dadurch zu gering ist und den Planeten gefroren hält.

Chemische Spielereien

CO_2-Gas ist noch aus einem anderen Grunde für «Leben wie wir es kennen» von immenser Bedeutung. Es ist über die Fotosynthese die Quelle des Kohlenstoffs für die organischen Moleküle, welche die Pflanzen aufbauen. Ohne CO_2-Gas keine Pflanzen, keine Tiere, kein Leben! Dass wir hier auf der Erde genügend Kohlenstoff für die Biosphäre besitzen, verdanken wir dem Entstehungsort unseres Planetensystems in ruhigerer mittlerer Distanz zum Zentrum der Milchstrasse, gerade richtig, nicht zu weit aussen in den langweiligsten Bezirken, wo die höheren chemischen Elemente seltener werden (vgl. Orion 399, S. 11f). Einen wichtigen Bestandteil der Erdatmosphäre hat sich das Leben auf unserem Planeten selbst fabriziert: Sauerstoffgas. Ursprünglich fehlte das O_2-Gas in der Atmosphäre der Erde. Geringe Spuren entstanden etwa durch die Spaltung von Wassermolekülen unter dem UV-Licht der Sonne, wären sofort an den Gesteinen gebunden worden und hätten diese verwittert. Der Sauerstoff hätte also niemals die Konzentration erreichen können, die wir heute messen. Das Gas ist chemisch derart reaktiv, dass es rasch mit einer enormen Vielzahl von Stoffen reagiert, diese abbaut und damit zerstört. Das aggressive Verhalten des Sauerstoffs lässt sich an dem angebissenen Apfel vor mir auf dem Balkontisch wunderschön beobachten. Er ist stellenweise braun geworden, er oxidiert. Genauso ginge es all den komplizierten Molekülen in den Lebewesen, auch sie würden ungeschützt vom Sauerstoff vernichtet. Das Gift O_2 haben die ersten Cyanobakterien (jedem Aquarianer auch als «Blaualgen» bekannt) auf dem Gewissen. Sie haben vor über 2.5 Milliarden Jahren einen chemischen Trick entdeckt, der ihnen half, mit der Energie des Sonnenlichtes Wasser zu spalten und damit die Elektronen und Protonen für die Fotosynthese bereitzustellen. Der Trick mit dem Wasser war so erfolgreich, dass der Sauerstoffgehalt der Meere und später der Atmosphäre für die damaligen einzelligen Lebewesen immer bedrohlicher wurde. Die erste, ernste Umweltkrise für das irdische Leben war da und sie war selbstgemacht.
Abhilfe in Form eines weiteren chemischen Tricks musste her. Dieser gelang einer Gruppe von Bakterien, die den Sauerstoff nicht nur entgiften, sondern ihn gleich für eine neue, effizientere Form der Energiegewinnung nutzen konnten. Fast alle höheren Lebewesen profitieren heute von dieser Erfindung. Sie tragen die Nachfahren dieser erfolgreichen Bakterien, die Mitochondrien, in ihren Zellen. Wenn wir Menschen



Bild: USC/Ian Kluft

Abbildung 4: Plattentektonik in Aktion. Ein riesiger Riss in der Erde, die San Andreas Falte, markiert die Stelle, wo sich die pazifische Platte gegen Nordwest und die nordamerikanische Platte gegen Südost verschieben. Sobald die angestaute Energie gross genug ist, werden sich die beiden Platten in einem gewaltigen Erdbeben ruckartig verschieben. Blickrichtung Nordwest, ca. 100 km nördlich Los Angeles.



Bild: REUTERS/Rafael Arenas

Abbildung 5: Ausbruch des Vulkans Calbuco (Chile) am 22. April 2015. Nicht nur gewaltige Massen an Asche und Staub werden bei einem Vulkanausbruch in die Atmosphäre geschleudert, sondern auch Kohlendioxidgas, welches tief in der Erde aus dem Gestein gebrannt worden ist. Der gewaltige Druck der vulkanischen Gase lässt den Berg explodieren.

Sauerstoff einatmen, so benötigen wir selbst das Gas eigentlich nicht. Wir füttern damit die ehemaligen Bakterien in unseren Zellen, ohne die wir viel zu wenig Energie umsetzen und ohne die wir nicht existieren könnten.
Und noch einen Vorteil hat der Sauerstoff für das Leben. Hoch oben in unserer Atmosphäre bildet er nicht nur Moleküle aus zwei, sondern gleich drei Atomen, dem Ozon oder O_3. Ohne diese Schicht würde das UV-Licht der Sonne weitaus stärker zur Oberfläche vordringen und Leben zumindest massiv erschweren. Ozongas wiederum ist für die suchenden Astronomen von spezieller Bedeutung. O_3 lässt sich nämlich im Spektrum eines leuchtenden Körpers recht gut nachweisen, viel besser als O_2. Die Forscher werden deshalb schon bald versuchen, das Gas in den Atmosphären fremder Planeten zu finden. Sollte diese Herkulesaufgabe erfolgreich gelingen, so wäre dies schon fast der Beweis für fremdes Leben.
Flüssiges Wasser ist als Grundvoraussetzung für Leben sicher entscheidend wichtig. Es sollte allerdings auch nicht zu viel davon sein. Leben dürfte es auf einem reinen Wasserplaneten schwer haben, weil ohne Gesteine an der Oberfläche die für Lebewesen wichtigen Stoffe zu stark verdünnt werden. Landmassen sind also ein weiterer Wunsch für die Ausrüstung eines perfekten, lebensfreundlichen Planeten. Damit die Kontinente Leben tragen können, braucht es natürlich das flüssige Nass auch in ihrem Innern. Grosse Wolken, starke Tiefdruckgebiete müssen her, um die Feuchtigkeit bis weit in die Kontinente tragen zu können. Hierzu wiederum sind grosse Oberflächen der Ozeane von Vorteil. Die Kontinente wiederum dürfen nicht zu breit sein, sonst erreichen die Regenmassen nur die Randgebiete, der Rest wird zur Wüste.

Die Beste aller Welten?

Der Anforderungskatalog für einen lebensfreundlichen Planeten ist also lang und komplex. Und er könnte noch weiter ergänzt werden, beispielsweise durch eine Achsenneigung, die Jahreszeiten ermöglicht; genügende Distanz zum Zentralstern, damit der Planet keine gebundene Rotation aufweist und dem Stern ständig die gleiche Seite zuwendet, wie wohl die meisten der bisher entdeckten «erdähnlichen» Planeten; einen massereichen Mond in der richtigen Entfernung, der die Achse des Planeten stabilisiert; einen jupiterähnlichen Planeten in genügender Distanz, der Asteroiden, Kometen und kleinere Felsklötze aufnimmt, den Planeten damit vor sterilisierenden Einschlägen schützt, aber seine Bahn nicht wesentlich beeinflusst.
Werden alle diese Faktoren berücksichtigt, so liesse sich vermuten, die Erde mit all ihrer passenden Parametern sei eine Seltenheit kosmischer Dimension. Höheres, fremdes Leben dementsprechend selten. Und trotzdem gibt es sogar noch Verbesserungspotential, wie uns die Erde in ihrer Vergangenheit auch schon vorgeführt hat.
So war die Atmosphäre beispielsweise zur Zeit des Karbons vor über 300 Millionen Jahren wärmer, feuchter und sauerstoffreicher. Den Lebewesen stand mehr Rohmaterial, mehr Energie zur Verfügung. Die Tiere und Pflanzen entwickelten Riesenwuchs. Es ist jene Zeit, als beispielsweise Libellen mit bis zu 70



cm Flügelspannweite existierten. Tiere, die unter heutigen Bedingungen kaum fliegen könnten. Die Erde war also auch schon lebensfreundlicher als gegenwärtig. Und sie wird sich in Zukunft zu einem noch deutlich unwirtlicheren Ort entwickeln. Das Problem ist unsere Sonne. Als Stern der Spektralklasse G (G2V, um genau zu sein) ist sie zwar seit Milliarden von Jahren relativ stabil und wird noch für weitere fast 5 Milliarden Jahre brav Wasserstoff zu Helium «verbrennen». Dennoch, die Sonne altert. Das heisst, sie verbraucht ihren Wasserstoff und sammelt im Zentrum immer mehr Helium an. Damit rutscht die Zone des Wasserstoffbrennens in ihr immer weiter nach aussen, Richtung Oberfläche. Die Sonne wird für uns Erdlinge heisser, langsam, aber doch in bedenklichem Ausmass. So richtig ungemütlich wird es in rund 500 Millionen Jahren. Bis dahin ist die durchschnittliche Temperatur der Atmosphäre auf über 30 °C angestiegen, zu warm für höhere Lebewesen. Tiere, Pflanzen und Pilze werden aussterben, einige Bakterien noch überleben. Weitere 900 Millionen Jahre später verdampfen die Ozeane, die Erde wird zum sterilen Felsklotz.

Pech für uns, dass die Sonne gerade etwas zu gross ist, um deutlich länger stabile Verhältnisse bieten zu können. Wäre sie etwas kleiner, so gälte sie als K-Stern, ein Typ, der zwar über weniger Brennstoff verfügt, diesen aber langsamer und effizienter verbrennt. K-Sterne oder die noch kleineren M-Sterne existieren viele Milliarden Jahre länger als unsere Sonne. Planeten in ihrem Umlauf geniessen also sehr viel länger lebensfreundliche Bedingungen. Mögliche Lebewesen auf ihnen hätten deutlich mehr Zeit, sich zu entwickeln.

Interessanterweise sind in den letzten Jahren recht viele «Supererden» gefunden worden, Planeten mit Radien zwischen dem der Erde und dem Neptun. Einige von ihnen könnten durchaus einen Aufbau wie unsere Erde haben mit den damit verbundenen Vorzügen wie Ozeanen, Plattentektonik und Magnetfeldern. Eine solche Supererde könnte auch eine etwas dichtere Atmosphäre als die Erde aufweisen. Gebirge würden schneller abgetragen, die Meere flacher. Ein Planet mit zahllosen, hochproduktiven Lebensräumen wie in den tropischen Gegenden der Erde wäre die Folge, eine paradiesische Welt der Archipele.

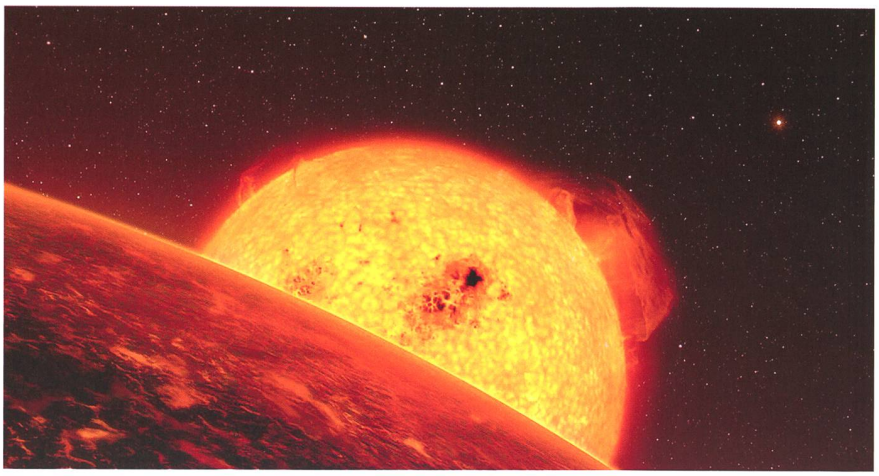


Bild: ESO/L. Calçada

Abbildung 6: Künstlerische Darstellung eines Roten Riesensterns über der Oberfläche eines Exoplaneten. In etwas mehr als 5 Milliarden Jahren wird die Sonne sich in dieses Stadium entwickeln. Leben auf der Erde wird allerdings schon viel früher unmöglich werden.

Das Problem vieler dieser «Supererden» dürfte allerdings sein, dass sie zu nahe an ihrem Stern kreisen und damit eine gebundene Rotation aufweisen. Die eine Seite des Planeten wäre dadurch ständig überhitzt, die andere gefroren. Massivste Stürme in ihrer Atmosphäre wären die Folgen, Leben höchstens in einer schmalen Zone zwischen den Extremen möglich. Die gute Nachricht: Supererden bei Zwergsternen sind offenbar sehr viel häufiger als Planetensysteme vom Typ «G-Stern – Gesteinsplaneten – Gasriesen» wie bei uns. Die Analyse von Exoplaneten, die der Erde nahe genug sind, um in ihrem Licht die Spektralbanden von Ozon zu finden, dürfte in den nächsten Jahrzehnten zeigen, wie einsam das Leben auf unserem Himmelskörper ist.

Vielleicht finden wir doch noch eine Feriendestination im All, die für Leben sogar attraktiver ist als unsere Erde.



Bild: Hansjürg Geiger

Abbildung 7: Blaualgen oder Cyanobakterien in einem Aquarium. Diese bakterienähnlichen Organismen haben mit ihrer Erfindung der Fotosynthese die Erdatmosphäre nachhaltig verändert.