

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 79 (2021)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Anzeichen von Leben auf Solaris-c  
**Autor:** Geiger, Hansjürg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1049423>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Ist Leben auf unserem Planeten aus der Ferne erkennbar?

# Anzeichen von Leben auf Solaris-c

**Wir suchen mit grossem Aufwand nach fremdem Leben im Weltall. Wie aber können wir da draussen fremdes Leben erkennen? Oder umgekehrt: Sind wir für fremde Zivilisationen auffindbar und was könnte uns verraten?**

Text: Dr. Hansjürg Geiger

Scheinbar seltsame Fragen können manchmal ganz schön aufrütteln. *Enrico Fermi*, eine der prägendsten Persönlichkeiten der Naturwissenschaften im 20. Jahrhundert, war dafür bekannt, seine Kollegen, Frauen gab es damals in den Naturwissenschaften noch kaum, immer wieder durch paradoxe Fragen in Verlegenheit zu bringen. So muss es auch eines Tages im Sommer 1950 auf dem Weg zum Mittagessen

im Los Alamos National Laboratory gewesen sein. Damals waren in den USA gerade wieder mal UFO-Sichtungen in Mode und es gab sogar Fotos, welche die angeblichen Karossen der Fremden zeigen sollten. Offenbar wenig angetan von den dürftigen Beweisen deren Existenz fragte *Fermi* seine Kollegen: «*Wo sind sie alle?*» Wenn einer wie *Fermi* scheinbar zusammenhangloses Zeugnis aussert, so kann es

sich lohnen, genauer hinzuhören. Der Hintergrund der wunderlichen Frage ging tatsächlich weit über einen Kommentar zur seinerzeitigen UFO-Hysterie hin aus. *Fermi* ging es nicht darum, den in der Fantasie einiger leichtgläubiger Zeitgenossen um unsere Köpfe düsenden, aber seltsamerweise unauffindbaren Aliens vorgestellt zu werden. Er befasste sich mit der Entwicklung einer fremden, zur interstellaren Raumfahrt fähigen Zivilisation. Angenommen, so *Fermis* Argumentation, diese Aliens hätten fortschrittliche Technologien nicht erst seit wenigen Jahren entwickelt, so wie wir dies gerade ansatzweise tun, sondern schon vor sehr langen Zeiten, so müssten sie irgendwann ins All ausgewandert und auf einem geeigneten Planeten eine Kolonie errichtet haben. Wäre diese Kolonie erfolgreich und hätte genügend Ressourcen gewinnen können, so wäre auch diese Neuansiedlung eines Tages fähig oder wegen Überbevölkerung gezwungen worden, einen weiteren Planeten zu besiedeln, von dort wiederum zu neuen Welten aufzubrechen, diese zu bewirtschaften und als Basis für nochmals neue Exkursionen zu nutzen. Und so weiter. Der

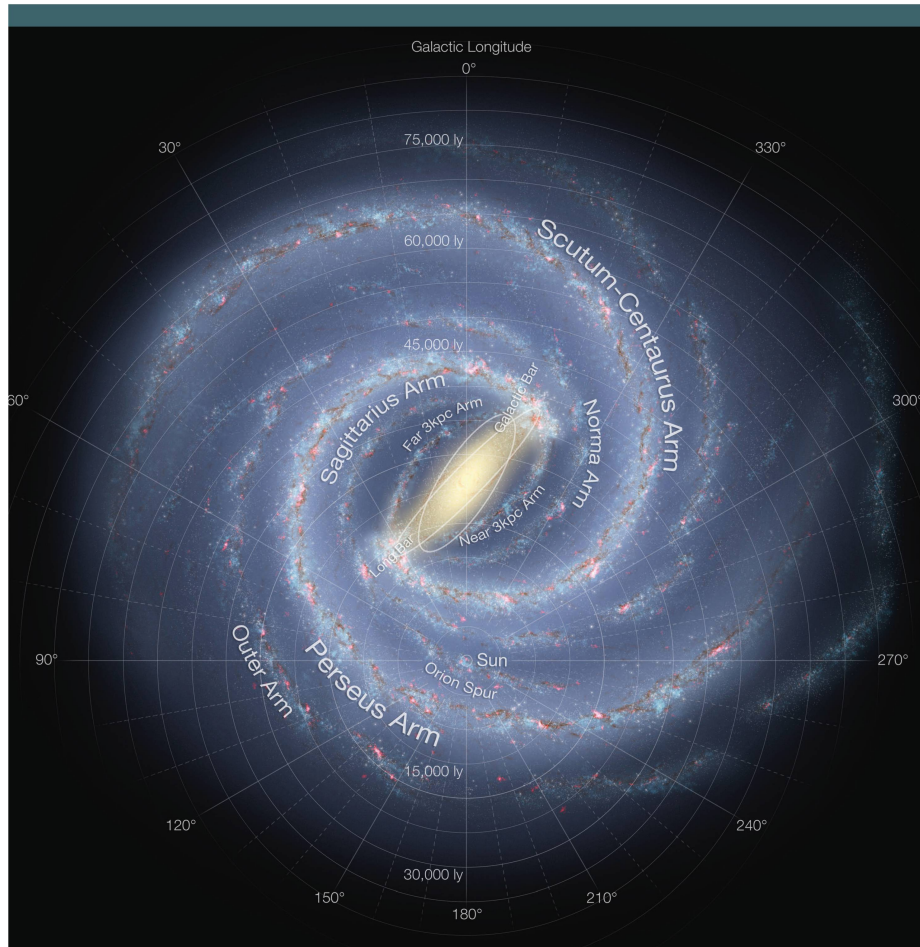


**Abbildung 1:** Enrico Fermis Dienstaussweis für das Los Alamos Forschungslabor. *Fermi* arbeitete dort während des 2. Weltkrieges an der 1. Atombombe.

**Bild:** Los Alamos National Laboratory

«Das Universum ist ein ziemlich grosser Ort. Sollten wir allein sein, so wäre dies eine furchtbare Platzverschwendung.»

Carl Sagan, Contact, 1985



**Abbildung 2:** Künstlerische Darstellung der Milchstrasse. Obwohl unsere Milchstrasse bis zu 400 Milliarden Sterne beherbergt und fast 200'000 Lichtjahre im Durchmesser umfasst, könnte eine zu interstellare Raumfahrt fähige Zivilisation sie in wenigen Millionen Jahren vollständig besiedeln.

Bild: NASA/JPL-Caltech/ESO/R. Hurt

Rest ist einfache Mathematik und zu Coronazeiten als R-Wert bestens bekannt. *Fermi* nahm an, einige tausend Jahre sollten einer Kolonie genügen, um die nötigen Überschüsse für weitere Raumfahrtunternehmen zu erwirtschaften. In diesem Falle müssten die Aliens in kosmologisch kurzer Zeit, 5 bis 10 Millionen Jahre könnten genügen, die ganze Galaxis besiedelt und auch unsere Erde gefunden haben. *Frank Tipler's* und *Michael Hart's* logischer Schluss: Da wir nichts von ihnen wissen, keine eindeutigen Artefakte gefunden haben, die Erde also nie von ET besucht oder besiedelt worden ist, existieren sie nicht, die kühnen Raumfahrer, die in Star Trek-Manier durch unsere Galaxis flitzen. Da kann sich *Erich von Däniken* noch so winden.

#### KOLONISTEN AUF DER SUCHE NACH LEBENSRAUM

Zeit, unseren belebten Planeten zu finden, hätten die Anderen wahrlich genü-

gend gehabt. Ob es dabei aber nur zu einer gemütlichen Handshake-Party der Weltraum-Touristen mit unseren zweibeinigen Vorfahren auf Solaris-c gekommen wäre, ist fraglich. Das kennen wir aus unserer eigenen Geschichte zur Genüge. Fanden unsere Kolonisten an einem neu entdeckten Plätzchen Bodenschätze, günstigen Lebensraum oder sonstige strategische Vorteile, so wurden allenfalls ansässige indigene Völker entweder, da lästig, entfernt oder, da nützlich, als Arbeitssklaven missbraucht. Einige Wissenschaftler und Philosophen haben deshalb aus Furcht vor aggressiven Raumfahrern vorgeschlagen, die Menschheit sollte alles unterlassen, was sie nach aussen verraten könnte.

Doch dazu ist es seit Milliarden von Jahren zu spät. Die gute Nachricht lautet deshalb: *Tipler* und *Hart* haben wohl recht und es gibt keine alten, uns weit überlegenen, zur interstellaren Raumfahrt fähigen Zivilisationen, welche uns Mutter Erde klauen könnten. Was allerdings nicht be-

deutet, dass wir alleine im Weltall sind und es keine anderen, technisch interessierten Intelligenzen gibt, die wir finden oder die uns aufspüren könnten.

#### VERRÄTERISCHE SIGNALE

Was also könnte einen lebensfreundlichen Planeten, was könnte unseren Garten Eden verraten? Die Antwort auf diese Frage hängt natürlich stark davon ab, welche Vorstellungen von einem lebensfreundlichen Himmelskörper die fremden Beobachter haben. Dies wiederum ist eine Folge dessen, was sie unter dem Begriff «Leben» verstehen, was sehr stark von dem abweichen könnte, was vor unserem geistigen Auge erscheint, wenn wir über das Thema diskutieren. Was sich da auf unserem Planeten tummelt, ist zwar enorm vielfältig. Da wir aber nur genau ein Beispiel für Leben kennen, dürfte unsere Sichtweise ziemlich einseitig sein und unsere Biosphäre kaum alle Schattierungen des Phänomens im Kosmos abdecken.



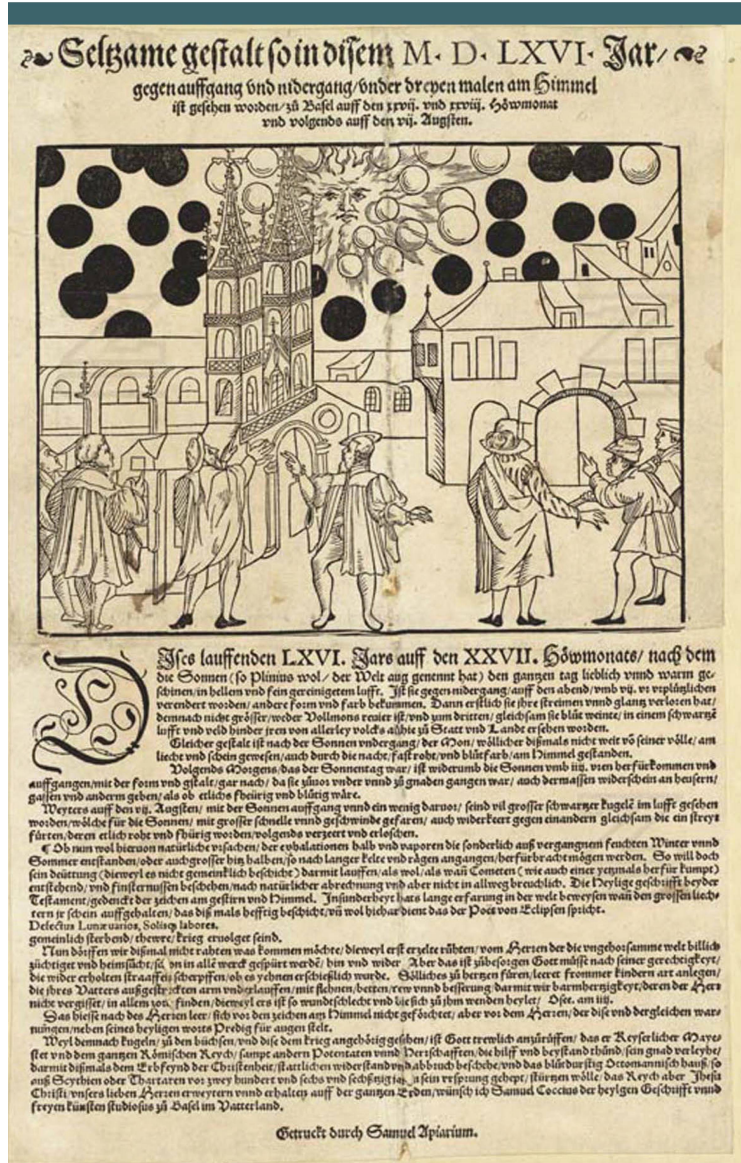


Abbildung 3: Im Basler Flugblatt von *Samuela Apiarius* sind seltsame Kugeln beschrieben, die 1566 bei Sonnenaufgang miteinander gekämpft haben sollen. Es ist unklar, was damals über dem Münsterplatz zu sehen war. Aliens dürften es allerdings kaum gewesen sein.

Quelle: Zentralbibliothek Zürich

Trotzdem, es gibt Ansatzpunkte. Leben wird wohl in allen Formaten immer Stoffe und Energie umsetzen. Und kann damit die physikalisch-chemischen Eigenschaften eines Himmelskörpers dramatisch verändern. In ganz grossem Stil ist dies hier auf der Erde vor ca 2.5 Milliarden Jahren erstmals geschehen. Damals haben einige Verwandte der heutigen Cyanobakterien so etwas wie eine Speicherbatterie erfunden. Sie entdeckten einen Trick, die Photosynthese, um die Energie des Sonnenlichtes

zu nutzen und aus CO<sub>2</sub> und Wasser einen energiereichen Stoff, Zucker, aufzubauen, der in Form von Stärke gespeichert werden kann. Sobald das Lebewesen Energie benötigt, kann es die Stärke schön dosiert wieder abbauen und die darin gespeicherte Energie nutzen. Das ist zwar ein wunderbarer Kreislaufprozess, aber wie das halt so ist, nichts bleibt ohne Folgen. Bei der Photosynthese entsteht mit dem Sauerstoffgas, O<sub>2</sub>, ein Abfallprodukt. Und weil die Lebewesen auf der Erde sehr viel mehr

Zucker auf-, als wieder abgebaut haben, hat sich der Sauerstoffmüll in der Atmosphäre unseres Planeten im Laufe der Milliarden Jahre auf beinahe 21% angesammelt. Zwar ist die Fotosynthese nicht der einzige chemische Vorgang, bei dem Sauerstoffgas entsteht. UV-Licht kann das Gas beispielsweise auch aus Wassermolekülen freisetzen. Ohne Lebewesen aber wäre die Menge O<sub>2</sub> in unserer Luft kaum erklärbar, weil O<sub>2</sub> chemisch sehr aggressiv ist und sich praktisch sofort mit ganz schön vielen anderen Stoffen bindet und diese abbaut. Rost ist dafür ein Beispiel.

Lässt sich also in der Lufthülle eines Planeten eine hohe O<sub>2</sub>-Konzentration nachweisen, so wäre dies zwar noch nicht der Beweis für Leben, aber doch ein starkes Indiz. Allerdings gibt es da ein technisches Problem, weil Sauerstoffmoleküle nur schwache Absorptionslinien zeigen. O<sub>2</sub> ist deshalb aus Distanz nur schwer nachweisbar. Glücklicherweise für die Alien-Fander wird O<sub>2</sub> in der höheren Atmosphäre aber unter der Wirkung von UV-Licht gespalten und bildet Ozon, O<sub>3</sub>. Seine Banden im Spektrum sind sehr viel leichter zu finden.

Ein zweites Gas, welches unsere Organismen recht häufig ausstossen und welches ohne Lebewesen nur in geringen Mengen entsteht, ist Methan (CH<sub>4</sub>). Es entsteht oft bei Fäulnisprozessen, beispielsweise in unserem Darm, wenn Bakterien die Nahrung abbauen. Methan ist in unserer Atmosphäre sehr kurzlebig und sammelt sich kaum an. Auch hier gilt aber, dass abiotische Vorgänge ebenfalls Methan produzieren können, z. B. in vulkanischen Gegenden. Die Kombination von viel Sauerstoff, Methan und einigen anderen Gasen in der Atmosphäre eines Planeten wäre aber schon fast der sprichwörtliche rauchende Colt auf der Suche nach fremdem Leben.

Noch viel direkter aber wäre der Nachweis von komplexen organischen Molekülen. Das Leben auf der Erde verrät sich beispielsweise seit hunderten von Millionen Jahren durch die grüne Färbung der Oberflächen seiner Kontinente und Meere, hervorgerufen durch das lichtabsorbierende Molekül der Photosynthese, das Chlorophyll. Seine Herstellung ausserhalb von



Lebewesen ist schlichtweg unmöglich. Wollten Aliens allerdings Chlorophyll in unserer Atmosphäre nachweisen, bräuchten sie schon ziemlich grosse Teleskope, am besten noch deutlich grössere Instrumente, als das sich im Bau befindliche ELT (vgl. Orion 1/21, S. 4f). Die Anforderungen sind nämlich gigantisch. Ist schon das Aufspüren von Sauerstoff technisch eine echte Herausforderung, so müsste der Spektrograph für die Beobachtung von Chlorophyll nochmals um mindestens einen Faktor sechs empfindlicher sein. Für uns im Moment noch Science-Fiction, aber mit den geplanten Grossteleskopen vielleicht in nicht allzu ferner Zukunft nicht mehr ganz unmöglich.

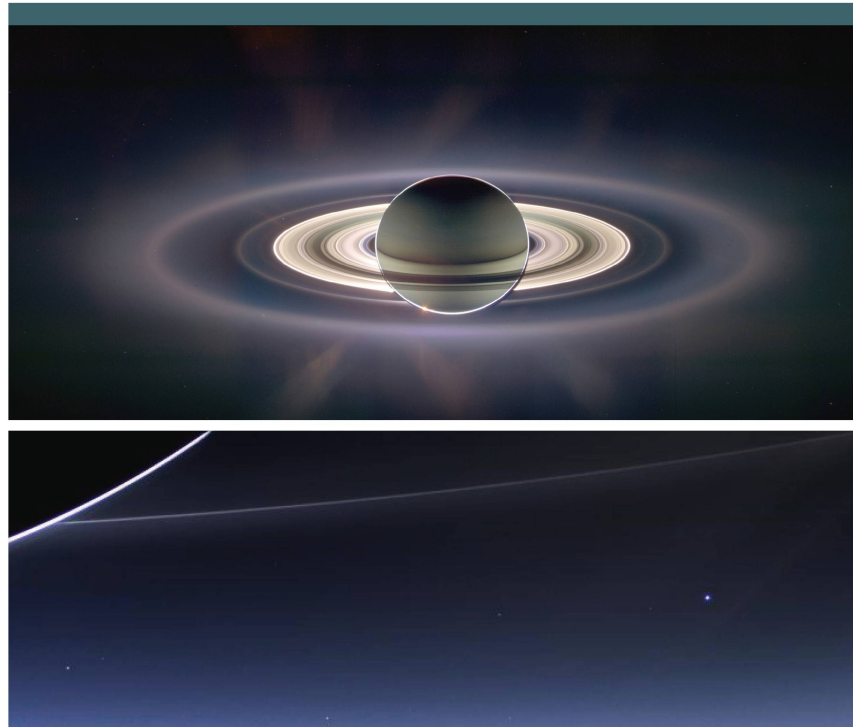
#### DER JACKPOT

Für die Wissenschaftler mag die Entdeckung eines Planeten, auf dem es in irgendeiner Form Leben gibt, von allergrösstem Interesse sein. Aber was soll es einen durchschnittlichen Erdenbürger elektrisieren, wenn sich auf einem obskuren Himmelskörper weit, weit weg einige Schleimbrocken vermehren und durch ihre Rülpsen verraten? Das wirklich grosse Ereignis, die Mutter aller wissenschaftlichen Entdeckungen, der Fund, der uns faszinieren und den Schauer des metaphysischen Gruselns über den Rücken jagen würde, wäre aber

etwas ganz anderes. Es wäre die Gewissheit, es gibt da draussen noch Andere, die wie wir in der unfassbaren Einöde des Weltalls nach Gesellschaft Ausschau halten. Diese Fremden zu finden, wird aber

noch viel schwieriger sein als alles, was wir je versucht haben.

Natürlich hofft die ganze SETI-Gemeinde, eines der Kandidatensignale könnte sie eines Tages aus dem Dämmerenschlaf



**Abbildung 4:** Die Raumsonde Cassini beobachtete 2013 die Ringe des Saturns im Gegenlicht bei der Passage «hinter» dem Gasriesen. Das untere Bild zeigt einen vergrösserten Ausschnitt einer der Aufnahmen. Im rechten Bildteil ist ein heller Fleck zu sehen. Es ist die Erde mit dem Mond. Diese Aufnahme zeigt, wie winzig und schwierig die Erde nur schon aus unserem Sonnensystem zu beobachten ist.

Bilder: NASA/JPL/SSI



**Astro Pool**  
www.astro-pool.com

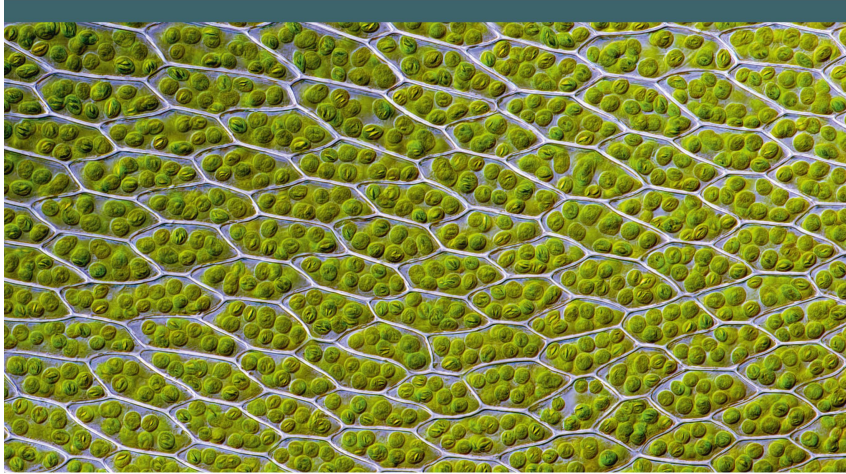
Astronomie verständlich erklärt · Unterrichtsmaterialien · Medienberichte · hochwertige Grafiken · Präsentationen für Schulen und Sternwarten · Tabellen und Beobachtungshinweise für Amateurastronomen

Die neue Astronomie-Website für Astronomie-Interessierte

 Astro Pool · YouTube-Kanal  
[https://www.youtube.com/channel/UCzPyS7OA57wz\\_QaOgZGSCwg](https://www.youtube.com/channel/UCzPyS7OA57wz_QaOgZGSCwg)

Astronomisches Wochenbulletin

 astropoolcom
  astro\_pool



**Abbildung 5:** Ausschnitt aus einem Blatt einer Moospflanze. Schön sind in den Zellen die grünen Chloroplasten zu erkennen. In ihnen fängt Chlorophyll die Energie des Sonnenlichts ein.

Bild: Wikipedia/Des Callaghan

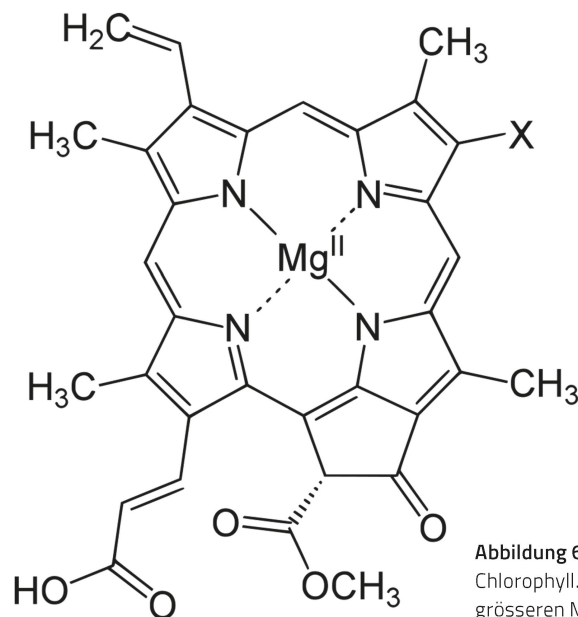
des jahrzehntelangen Horchens aufschrecken. Um uns aber ein solches kosmisches Hallo zu senden, müssten die Fremden ziemlich genau wissen, wohin sie ihre elektronische Postkarte zu senden haben. Und das ist keineswegs einfach. Sicher, wir Menschen verbreiten seit bald einhundert Jahren Funksignale ins All, die theoretisch in einer Kugel von 100 Lichtjahren Durchmesser aufgefangen werden könnten. Aber da diese Funksignale mit dem Quadrat der Entfernung schwächer werden, sind sie nur schwer aus dem kosmischen Pfeifen und Knattern zu filtern. Abhilfe könnten da hochenergetische, sehr scharf gebündelte Signale schaffen. Wir kennen dies aus der Richtstrahltechnik. Die setzt aber voraus, dass beide, der Sender und der Empfänger, ganz genau wissen, wann und wohin sie ihre Antennen zu richten und auf welche Frequenz sie ihre Geräte einzustellen haben. Kaum erstaunlich, dass die Suche auf diesem Wege bisher noch keinen Erfolg gebracht hat.

Eine technische Zivilisation könnte sich aber trotzdem durch ihre Tätigkeit verraten, auch über viel grössere Distanzen als nur gerade 100 Lichtjahre. Der Hunger nach Energie könnte eine fortgeschrittene Intelligenz nämlich dazu zwingen, die Strahlung ihres Sterns möglichst maximal zu nutzen. Der Physiker *Freeman Dyson* stellte sich schon 1960 vor, eine solche Zivilisation

könnte einen Kugelraum um ihren Stern praktisch vollständig mit Solarzellen oder ähnlichen Einrichtungen abdecken. Damit wäre der Stern selbst von weitem kaum noch erkennbar, wohl aber die durch die Energiegewinnung freigesetzte Wärmestrahlung. Mit modernen Infrarotteleskopen liesse sich diese durchaus nachweisen. Das Problem ist bloss, ein Stern, der von einer dichten Staubscheibe umhüllt ist, gäbe eine ganz ähnliche Wärmesignatur ab.

Leben aus der Distanz auf der Erde aufzuspüren ist also keineswegs trivial. Das gilt umgekehrt natürlich auch für uns, wenn wir nach Zivilisationen unseres Typs Ausschau halten. Mit den modernen Grossteleskopen, wie dem ELT oder dem hoffentlich noch 2021 ins Weltall verfrachtet werdenden James Webb Space Telescope, haben wir eine echte Chance, zumindest die Signaturen von fremdem Leben nachweisen zu können. Fremden Zivilisationen mag es gleich gehen. Sie könnten pflanzliches Leben auf der Erde mit ihren leistungsfähigen, den unseren überlegenen Teleskopen schon seit langem beobachten. Zu erwarten aber, dass sie dies gerade in dem kosmologisch aberwitzig winzigen Zeitfenster von etwa einhundert Jahren und in dem Umkreis tun, in welchem wir Menschen uns bisher durch unsere Technologie verraten haben, ist ziemlich vermessen. Von den bis zu 400 Milliarden Sternensystemen in unserer Milchstrasse befinden sich schätzungsweise gerade mal 14'000 im fraglichen Gebiet.

Wer also hofft, synchron mit uns ausgerechnet auf einem Himmelskörper in dieser kleinen Auswahl Gesprächspartner zu finden, hat ziemlich schlechte Erfolgsaussichten. <



**Abbildung 6:** Strukturformel von Chlorophyll. Der Nachweis einer grösseren Menge dieses komplexen Moleküls auf einem Exoplaneten wäre kaum ohne Lebewesen erklärbar.

- c1** X: CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>  
**c2** X: CH=CH<sub>2</sub>

Quelle: Wikipedia