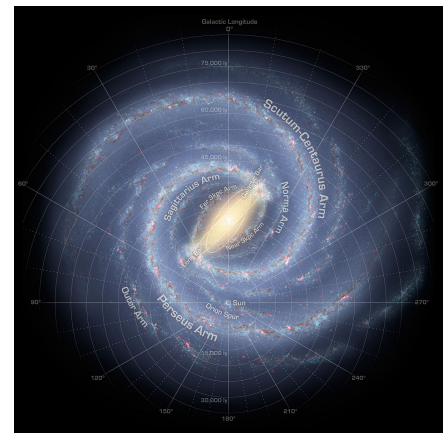
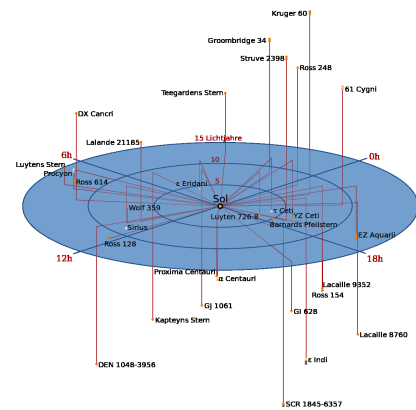


Interstellare Raumfahrt

Interstellare Raumfahrt umfasst alle geplanten Raumfahrten in den interstellaren Raum, u. a. mit dem Ziel, ein anderes Sternensystem zu erreichen. Die Herausforderungen liegen dabei in der Überwindung der großen Distanzen, die in Lichtjahren angegeben werden und der daraus folgenden Reisezeit sowie der Mitführung einer eigenen Energiequelle. Bisher existieren nur theoretische Konzepte.



Schematische Darstellung des
Milchstraßensystems.

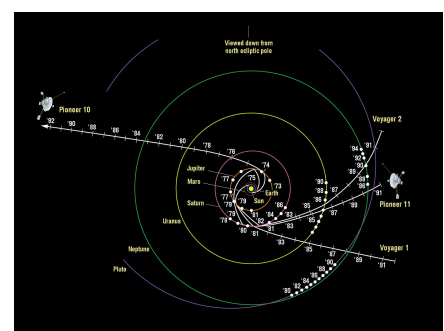


Die interstellare Nachbarschaft.

Hintergrund

Aktuelle Sonden

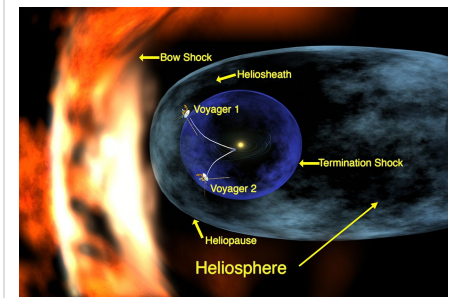
Pioneer 10, Pioneer 11, Voyager 1, Voyager 2 und die 2006 gestartete Sonde New Horizons könnten als interstellare Raumfahrzeuge angesehen werden, da sie das Sonnensystem dauerhaft verlassen werden. Wegen ihrer sehr niedrigen Geschwindigkeit (in der Größenordnung von weniger als einem Dreißigtausendstel der Lichtgeschwindigkeit) werden mehrere hunderttausend Jahre vergehen, bis sie die Nähe eines anderen Sterns erreichen. Bei ihnen handelt es sich also nicht um interstellare Sonden im eigentlichen Sinne, da sie ursprünglich nicht für eine interstellare Reise gebaut worden sind. Ihr



Missionen zum äußeren Sonnensystem:
Pioneer 10, Pioneer 11, Voyager 1 und
Voyager 2.

Hauptziel war, Teile des Sonnensystems zu untersuchen. Dementsprechend sind ihre Geräte nicht für längere Reisen ausgelegt und verfallen allmählich.

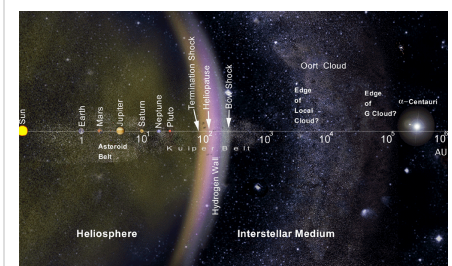
Ein Ziel der NASA in diesem Bereich war und ist, den Rand des Sonnensystems bestimmen zu können. Nach Angaben der NASA soll die Raumsonde Voyager 1 den Einflussbereich des Sonnenwinds verlassen haben und befindet sich damit im interstellaren Raum.^[1]



Voyager 1 und 2: das Sonnensystem, die Heliopause und der interstellare Raum.

Rahmenbedingungen

Verlässt ein Raumschiff (bemannt oder unbemannt) das innere Sonnensystem, so kann dieses die benötigte Energie nicht mehr mittels Solarpanels aus der Sonnenstrahlung generieren, es benötigt eine eigene Energiequelle. Bisherige Sonden verwendeten eine Radionuklidbatterie. Weiterhin müsste das Raumschiff mit einem nennenswerten Bruchteil der Lichtgeschwindigkeit fliegen, um innerhalb einer angemessenen Zeit (d. h. innerhalb von Jahrzehnten oder Jahrhunderten) das Ziel erreichen zu können. Daraus ergibt sich gleichfalls das Problem, die Geschwindigkeit in relativ kurzer Zeit



Die Entfernung zu Alpha Centauri.

auch wieder abbremsen zu können, um ausreichend Zeit zur Beobachtung des Zielobjektes zu erhalten oder gar den Rückflug anzutreten. Ein solches Raumschiff müsste autonom funktionieren, um den Zielort ohne Hilfe von der Erde aus anzuweisen und untersuchen zu können, da Signale von der Erde zum Raumschiff mehrere Jahre benötigen würden.^[2] Die Datensignale würden fortlaufend zur Erde oder zum Raumschiff gesandt werden. Ein weiteres Problem, das sich aus den Entfernungen ergibt, ist die Missionsdauer und der Bezug zur Lebensdauer der Systeme. Vor allem die Elektronik ist hiervon betroffen. Aufgrund des noch jungen Technologiezweiges (Beginn etwa in den 1960er Jahren) existieren noch zahlreiche offene Fragen zur Lebensdauer von elektronischen Komponenten/Systemen. Die Lebensdauer von elektronischen Komponenten/Satelliten ist auf einer solchen Mission zwar ein kritischer aber kein unmöglicher Aspekt, da z. B. der ATS-3-Satellit 2008 sein 41. Jubiläum hatte und dabei immer noch aktiv war.

Zusammengefasst sind folgende Parameter bedeutend:

- Als Geschwindigkeit sollte ungefähr ein Zehntel der Lichtgeschwindigkeit erreicht werden, um das Ziel innerhalb eines angemessenen Zeitraums erreichen zu können.
- Die hohe Geschwindigkeit erfordert Schutzsysteme aufgrund der Bremsstrahlung und vor Objekten entlang des Flugweges.
- Eine eigene Energiequelle wird benötigt.
- Die Funkübertragungsdauer zur Erde erfordert autonome/künstlich intelligente Systeme.
- Die Missionsdauer ist eine Herausforderung für die Betriebsdauer der Systeme.

Zielorte

Die stellare Nachbarschaft weist einige interessante Zielorte auf. In der folgenden Tabelle sind die Sternsysteme aus der Liste der nächsten Sterne aufgelistet, die uns am nächsten sind. Daraus ist erkennbar, dass in einer Entfernung von wenigen Lichtjahren zwar einige Systeme vorhanden sind, sich die Zielorte aber drastisch reduzieren, wenn man Parameter wie vor allem einem unserer Sonne ähnlichen Stern (u. a. auch zur Energiegewinnung), der dann auch noch einen erdähnlichen Planeten beherbergt berücksichtigt.

Sternensysteme	Entfernung (ly)	Anmerkung
Proxima Centauri	4,2	Sonnennächster Stern und roter Zwerg, bei dem die Zugehörigkeit zum Sternensystem Alpha Centauri noch nicht eindeutig geklärt ist.
Alpha Centauri	4,3	Sonnenähnliches Doppelsternsystem, bei denen Modelle das Vorhandensein von terrestrischen Planeten erlauben. Im Oktober 2012 wurde bekannt, dass um Alpha Centauri B tatsächlich ein Planet kreist, der in seiner Größe vergleichbar mit der Erde ist.
Barnards Pfeilstern	6,0	Roter Zwerg und Zielort des Projektes Daedalus. Das Vorhandensein eines Exoplaneten wurde lange Zeit diskutiert, ein Nachweis wurde bisher noch nicht geliefert.
Wolf 359	7,8	Roter Zwerg
Lalande 21185	8,3	Roter Zwerg
Sirius	8,6	Relativ junges Doppelsternsystem, bei dem die Masse von Sirius A doppelt so groß ist wie die der Sonne und bei dem der Begleiter Sirius B ein weißer Zwerg ist.
...
Epsilon Eridani	10,5	Junges Sternsystem, bei dem eine Staubscheibe nachgewiesen wurde, mit einem Abstand analog dem Kuipergürtel. Gemäß der Theorie zur Planetenentstehung könnte das Sternsystem terrestrische Planeten entwickelt haben. Jedoch konnte dies noch nicht nachgewiesen werden.

Raumfahrtantriebe

→ Hauptartikel: *Raumfahrtantriebe*

Die Probleme der interstellaren Raumfahrt können vor allem in der benötigten Energiekonvertierung, d. h. der Verwendung eines passenden Raumschiffantriebs, gesehen werden. Soll das Objekt den nächstgelegenen Stern innerhalb eines überschaubaren Zeitraums (~ ein halbes Jahrhundert) erreichen, muss das Objekt innerhalb eines kurzen Zeitraums auf eine annähernd relativistische Geschwindigkeit (z. B. ~ 0,1c) beschleunigen und davon sinnvollerweise auch wieder abbremsen. Die Herausforderung hierbei kann mit der Ziolkowski-Gleichung verdeutlicht werden:

$$\Delta v = v_e \ln \frac{m_0}{m_1}$$

mit

$$v_e = I_{sp} \cdot g_0$$

Um eine hohe Geschwindigkeitsänderung (Δv) zu erhalten, wird eine hohe effektive Ausströmgeschwindigkeit (v_e) des Reaktionsgases bzw. ein hoher spezifischer Impuls (I_{sp}) (Triebwerkskennzahl) benötigt. Weiterhin muss viel Treibstoff umgewandelt werden (m_0/m_1), um die benötigte Energie zu erzeugen. Deshalb ist eine hohe Schubkraft notwendig, die die notwendige Beschleunigungsenergie innerhalb eines „kurzen“ Zeitraums erzeugt. Aus dieser Überlegung heraus können deshalb zwei Triebwerkskategorien ausgeschlossen werden:

1. Chemische Triebwerke (siehe auch):

- Diese Triebwerke besitzen zwar eine hohe Schubkraft, aber aufgrund der Verwendung von chemischer Energie ist die Effizienz (I_{sp}) dieser Triebwerke sehr gering.

2. Elektrische Antriebe:

- Die Effizienz dieser Triebwerke ist hoch, jedoch ist der Treibstoffausstoß, aufgrund der Verwendung von elektrischen Ladungen und deren Abstoßung untereinander, eher gering.

In einigen Konzepten wird deshalb hauptsächlich der nukleare Pulsantrieb favorisiert, der aus heutiger Sicht realisierbar wäre. Auch der Antimaterie-Antrieb könnte in ferner Zukunft vielversprechend sein. Wegen des Energieaufwands zur Beschleunigung der Treibstoffmassen bevorzugen einige Wissenschaftler den treibstofflosen Antrieb, der mittels Krafteinwirkung durch äußere Felder das Objekt beschleunigt (siehe u. a. Breakthrough Propulsion Physics Project). Eine mögliche Fragestellung hierbei ist auch, ob die Gravitationsfelder der benachbarten Sternensysteme einen Einfluss auf den Flugweg eines Objektes haben könnten. In einer ESA-Studie konnte gezeigt werden, dass ein Mehrkörperproblem im interstellaren Raum vernachlässigbar ist, was bedeutet, dass nur die Einfluss-Sphäre eines Sternensystems von Bedeutung ist. D. h. ein Objekt kann im interstellaren Raum, außerhalb der Einfluss-Sphären, eine Position einnehmen, ohne durch die Gravitationskräfte der Sternensysteme wesentlich von der Position abgebracht zu werden.

Konzepte für eine unbemannte interstellare Raumfahrt

Das Wissen bezüglich des interstellaren Raums und der Heliosphäre ist derzeit noch gering, so dass erste interstellare Missionen zuerst der Erforschung dieser Bereiche dienen. Einige Missionen, wie die der IBEX-Sonde, können von der Erde erste Erkenntnisse liefern, jedoch kann nur eine Sonde vor Ort die Beschaffenheit des Raumes (Materieverteilung, magnetische Felder etc.) analysieren und die derzeitigen Modelle bestätigen oder widerlegen. Ist der interstellare Raum erst einmal grundlegend bekannt, so könnte das nächste Ziel, in einigen Jahrzehnten bis Jahrhunderten, ein anderes Sternensystem sein.

Stufe I: Erforschung des interstellaren Raumes

Eine der ersten Entwürfe, neben dem einer Interstellaren Precursor Mission (1977)^[3], die nur das Vordringen in den interstellaren Raum vorsah, um Experimente durchführen zu können, war die TAU Mission. Dieser Entwurf der NASA/JPL (1980er Jahre) sollte mit bereits getesteter Technologie bis zu 1000 AU (Thousand Astronomical Units) zurücklegen. Als Antriebssystem wurde ein Ionenantrieb vorgesehen mit Xenon als Treibstoff und einer Radionuklidbatterie als Energiequelle. Die Missionsdauer sollte 50 Jahre betragen.^[4] Ein ähnliches Konzept, jedoch für interplanetare Forschungsmissionen, führte die NASA 2003 mit dem Projekt Prometheus und dem mittlerweile gestrichenen JIMO weiter. Die Energiequelle RTG in Kombination mit einem Ionenantrieb ist ein gängiges Konzept (siehe u. a.), jedoch existieren auch andere Vorschläge.

Diese beruhen auf der fortschreitenden Entwicklung im Bereich des Satelliten-Leichtbaus und der Sonnensegel-Technologie. Eines dieser Vorschläge beinhaltet eine 250 kg leichte Sonde, die mittels eines Sonnensegels mit einem Radius von ungefähr 200 m und einigen Gravity-Assist-Manövern eine Entfernung von 200 AU innerhalb von 15 Jahren erreichen soll. Das Sonnensegel soll nach der Beschleunigungsphase von ca. 5 AU abgestoßen werden (weiteres Konzept siehe auch).

Häufig vorgeschlagene Antriebssysteme

- Sonnensegel
- Ionenantrieb - Solar Electric Propulsion (SEP) / Nuclear Electric Propulsion (NEP)
- zusätzlich Gravity-Assist-Manöver bei der Sonne und beim Jupiter

Nutzen einer Interstellaren Precursor-Mission

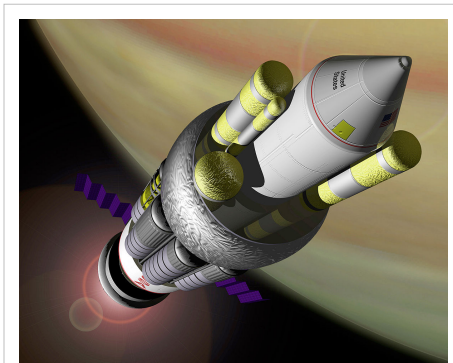
Die Ziele einer solchen Mission liegen in der (Kap. 1.0.2):

1. *Erforschung des interstellaren Mediums, dessen Ursprung und die Materieentstehung in der Galaxie.*
2. *Erforschung der Heliosphäre und deren Interaktion mit dem interstellaren Medium.*
3. *Erforschung fundamentaler astronomischer Prozesse in der Heliosphäre und dem interstellaren Medium.*
4. *Bestimmung fundamentaler Eigenschaften des Universums.*

Ein weiterer Nutzen in der Beantwortung dieser Fragestellungen kann dem Auffinden einer Lösung zur Nutzung des interstellaren Mediums für das Antriebssystem oder der Energieversorgung dienen. Sollte solch eine Möglichkeit existieren, könnten die Kosten eines interstellaren Raumschiffs zum nächsten Sternensystem erheblich reduziert werden.

Stufe II: Erforschung anderer Sternensysteme

Während für eine Reise in den interstellaren Raum nur einige 100 AU zurückgelegt werden müssen, beinhaltet eine Reise zu anderen Sternensystemen das Zurücklegen einer Entfernung von einigen 100.000 AU (1 ly ~ 63 kAU). Diese Änderung der Größenordnung wird vor allem an der Auswahl des Antriebssystems erkenntlich. Hauptantriebssystem in den Projekten Orion, Daedalus, Longshot und Icarus ist der nukleare Pulsantrieb. Dieser gilt, von all den vorgeschlagenen Systemen, als am ehesten technisch realisierbar. Weitere Thematiken, die in den Projekten behandelt wurden und werden, sind Schutzmechanismen vor Strahlung und Mikropartikeln, künstlich intelligente Systeme und Missionsabläufe. Neben diesen Studien existieren noch weitere Vorschläge bzgl. Missionen zu anderen Sternensystemen.



Künstlerische Darstellung eines Orion-Raumschiffs aus der NASA-Entwurfsphase

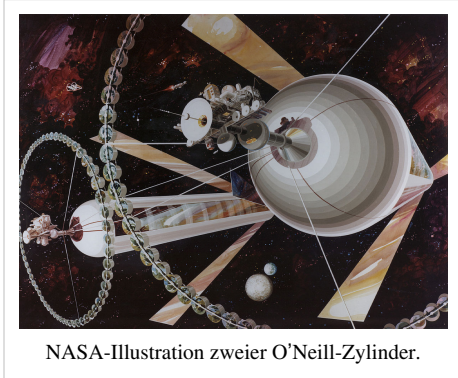
Eine weitere Idee ist der Versand von kleinen Sonden (~ 50 kg) zu benachbarten Sternensystemen, die sich am Zielort selbst reproduzieren, Kommunikationsempfänger und Transmitter aufbauen und eine eventuelle Kolonisation durch Menschen vorbereiten sollen. Die Rohstoffe erhalten die Nanoroboter mittels In-situ-Technologie vor Ort. Der Vorteil dieser Mission ist der geringere Energieaufwand, um solch eine Probe, im Gegensatz zu einer voll funktionsfähigen Sonde (z. B. Cassini-Huygens mit 5.364 kg), zu einem anderen Sternensystem zu schießen. Eine weitere Möglichkeit ist der Aufbau eines Kommunikationsnetzwerkes, um mit einer anderen eventuell existierenden Zivilisation in Kontakt treten oder ein außerirdisches Kommunikationsnetzwerk auffinden zu können (Theorie/Spekulation). Elektromagnetische Wellen eignen sich aufgrund ihrer Geschwindigkeit gut zur Kommunikation und können auch zu einer einseitigen Informationsübertragung verwendet werden.

Häufig vorgeschlagenes Antriebssystem

- Nuklearer Pulsantrieb

Konzepte für eine bemannte interstellare Raumfahrt

Für die bemannte interstellare Raumfahrt gelten die gleichen Rahmenbedingungen wie für die unbemannte interstellare Raumfahrt. Zusätzlich kommen weitere Herausforderungen hinzu, aufgrund der Nutzlast „Mensch“. Das Ziel einer bemannten interstellaren Raumfahrt wird die Erforschung und Kolonisierung fremder Sonnensysteme sein. Während es zu unbemannten Missionen schon einige Veröffentlichungen gibt, existieren für bemannte Missionen nur wenige. Eine dieser Veröffentlichungen ist der Wayland Report, welcher in Anlehnung an die Icarus-Studie (unbemannt) verfasst wurde. Der Wayland-Report befasst sich mit einem Generationenschiff.



NASA-Illustration zweier O'Neill-Zylinder.

Bemannte Raumschiffkonzepte

Die bisher existierenden Ideen stammen zum Teil aus der Science-Fiction-Literatur, was jedoch nicht bedeutet, dass sie nicht eines Tages möglich sein werden. Ein Beispiel hierfür war das Experiment Biosphäre 2, bei dem versucht wurde, ein abgeschlossenes System im ökologischen Gleichgewicht zu halten. Das Projekt gilt als gescheitert, da nicht alle Bedingungen berücksichtigt wurden bzw. vorher bekannt waren. Solch eine Biosphäre könnte jedoch für den Transport von Menschen notwendig sein, wenn diese über mehrere Jahrzehnte im Wachzustand am Leben gehalten werden sollen. Nicht alle Konzepte setzen solch ein Habitat voraus.

Generationenschiffe

→ Hauptartikel: *Generationenraumschiff*

Der Name dieses Raumschiffkonzepts entstammt dem Sachverhalt, dass während der Reise zu einem anderen Sternensystem neue Generationen auf dem Raumschiff geboren werden und heranwachsen. Die Generationenschiffe sind dabei autarke Habitate, d. h. an Bord des Schiffes müssten beispielsweise Nahrungsanbau, Trinkwasser- und Sauerstoff-Recycling ermöglicht werden. Denkmodelle zu solchen Habitaten im erdnahen Raum bzw. in unserem Sonnensystem sind die O'Neill-Kolonien oder die Bernal-Sphäre. Eine wesentliche Fragestellung bei diesem Konzept, die bisher kaum beantwortet ist, ist die zur Crewgröße und -zusammensetzung. Die Crewgröße ist dabei ausschlaggebend für die Gesamtmasse des Raumschiffes, da einer Person ein bestimmter Ressourcenbedarf zugeschrieben werden muss (Raum, Nahrung etc.). Am 23. Mai 2007 wurde eine wissenschaftliche Arbeit unter der Leitung von Arturo Casadevall veröffentlicht, die von Pilzen handelt, die (wahrscheinlich mittels Melanin) radioaktive Strahlung in für ihren Organismus nutzbare Energie umwandeln. Es ist denkbar, dass mit Hilfe von solchen Pilzen während Raumflügen Nahrung für Astronauten produziert werden kann. Im Weltall ist überall mehr Hintergrundstrahlung als von Pflanzen nutzbares Licht vorhanden.

Schläferschiffe

Die Besatzung dieses Raumschiffkonzeptes wird nach Abflug von der Erde in einen so genannten Kryoschlaf, eine Art „künstlichen Winterschlaf“ versetzt und bei der Ankunft am Ziel wieder aufgeweckt. Der Vorteil dieses Konzeptes ist, dass auf groß angelegte Nahrungsproduktion und Unterhaltungseinrichtungen verzichtet werden kann. Allerdings sind die Auswirkungen eines solchen Kryoschlafs, so er technisch möglich wäre, beim Menschen noch unbekannt. In der Science Fiction ist dieses Konzept recht häufig anzutreffen, u. a. in den Filmen/Serien *Alien*, *Avatar*, *Demolition Man*, *Pandorum*, *Prometheus – Dunkle Zeichen* und *Star Trek*.

Embryonentransport

Bei dieser Art von Raumschiff würden tiefgefrorene menschliche Embryos auf die Reise geschickt. Ein paar Jahre vor, zur oder nach Ankunft am Ziel würden diese aufgetaut, gezüchtet und von Robotern großgezogen werden. Diese Form des Transportes wäre, wenn möglich, die effektivste Form, da keine aufwendigen Habitatstrukturen für eine Reise von mehreren Jahrzehnten mitgeführt werden müssten. Vor Ort könnten dann die lokalen Ressourcen genutzt werden, so dass Roboter die benötigten Habitate errichten könnten. Abgesehen von technischen Herausforderungen ist diese Methode unter ethischen Gesichtspunkten umstritten. Zum heutigen Zeitpunkt ist unklar, ob und wenn ja wie ein Aufwachsen ohne erwachsene menschliche Vorbilder die Psyche von Kindern verändert. Es müssten Roboter konstruiert werden, die eine menschliche Erziehung nachbilden können. Nicht zuletzt müsste ein künstlicher Uterus entwickelt werden, in dem der Embryo heranwachsen könnte.

Planeten- und Asteroidenschiffe

Ein bewohnter Planet wird aus seiner Umlaufbahn gebracht (z.B. durch den Zusammenstoß mit einem anderen Himmelskörper), und möglichst auf eine Geschwindigkeit beschleunigt mit der er das Sonnensystem verlassen kann. Der Vorteil wäre die große Masse an verfügbarer Energie für die weitere Reise. Allerdings kann der Zusammenstoß mit einem anderen Himmelskörper auch einen großen Teil des Lebens auf dem Planeten auslöschen. Sinnvoller wäre daher die Fortbewegung auf einem kleineren Himmelskörper (etwa einem Asteroiden) mit dem man zumindest an den Rand des Sonnensystems käme. Die Idee, die Erde aus Ihrer Bahn zu lenken, findet sich u.a. in der Science-Fiction-Serie *Perry Rhodan*.

Sonstiges

Seti-Forscher schlugen vor, nach Antriebs- und Energiesignaturen von Raumschiffen extraterrestrischer, technischer Zivilisationen zu suchen.^{[5][6]}

NASA-Marshall, JPL und AIAA führten 1999 theoretische Untersuchungen durch, Annihilation von Antimaterie und Kernfusion für Antriebe zukünftiger Raumfahrzeuge zu nutzen.^{[7][8]} Anfang 2011 starteten DARPA und NASA-Ames das *100-Year Starship* Projekt. In diesem Forschungs- und Evaluierungsprogramm werden die Möglichkeiten und Herausforderung von bemannten, interstellaren Langzeitflügen erforscht und Strategien entworfen.^[9] Im September 2011 fand in Orlando (Florida) das *100-Year Starship Symposium* statt, bei dem detaillierter über erforderliche Technologien, Realisierung, Organisation und Finanzierung eines solchen Projektes referiert und diskutiert wurde.^{[10][11][12]} 2012 übernahm die ehemalige Astronautin Mae Carol Jemison die Leitung des Projekts.^[13] Die Finanzierung erfolgt durch die Defense Advanced Research Projects Agency und die NASA. Seit 2011 wird jedes Jahr ein öffentliches Symposium in Houston abgehalten.^[14]

Einige private, nicht gewinnorientierte Forschungsinitiativen, wie z. B. die *Tau Zero Foundation*,^[15] *Icarus Interstellar*^[16] oder das *Institute for Interstellar Studies*^[17], befassen sich ebenfalls mit der Erforschung neuer Technologien und Möglichkeiten für zukünftige interstellare Raumflüge. Im Mai 2013 fand in San Diego ein Symposium mit Freeman Dyson, Paul Davies, Gregory und James Benford, Jill Tarter, Robert Zubrin, Neal Stephenson, Geoffrey A. Landis, im August in Dallas ein Kongress, u.a. mit Friedwardt Winterberg, David

Messerschmitt und Marc Millis, statt.^{[18][19]}

Literatur

Bücher

- Paul Gilster: *Centauri dreams - imagining and planning interstellar exploration*. Springer, New York 2004, ISBN 0-387-00436-X
- Gregory L. Matloff: *Deep-space probes - to the outer solar system and beyond*. Springer, Berlin 2005, ISBN 3-540-24772-6
- Grigor A. Gurzadyan: *Space dynamics*. Taylor & Francis, London 2002, ISBN 0-415-28202-0
- Eugene F. Mallove, Gregory L. Matloff: *The starflight handbook - a pioneer's guide to interstellar travel*. Wiley, New York 1989, ISBN 0-471-61912-4
- Kelvin F. Long: *Deep space propulsion - a roadmap to interstellar flight*. Springer, New York, NY 2012, ISBN 978-1-4614-0606-8.

Artikel

- Claudio Maccone: *SETI, extrasolar planets search and interstellar flight - When are they going to merge?* Acta Astronautica 64, S. 724–734, 2009, doi:10.1016/j.actaastro.2008.11.006^[20]
- Robert H. Frisbee: *Limits of Interstellar Flight Technology*. in Marc G. Millis (et al.): *Frontiers of Propulsion Science*. American Inst. of Aeronautics & Astronautics, Reston 2009, ISBN 1-56347-956-7, S. 31-126
- Pharis E. Williams: *Superluminal Space Craft*. American Institute of Physics, Volume 1103, Melville 2009, S. 352-358, Abstract^[21]@nasa ads
- William B. Scott: *To the Stars*. Aviation Week & Space Technology, 1. März 2004, S. 50-52, pdf^[22] zpower.com, abgerufen am 22. August 2012
- I. A. Crawford: *Interstellar Travel: A Review for Astronomers*. Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, Vol. 31, S.377-400, 1990, online^[23]@ nasa ads, abgerufen am 21. Februar 2013

Weblinks

- Radiosendung *The Space Show* vom 24. Juni 2008 über advanced space propulsion concepts for interstellar travel^[24]
- A.M. Hein, M. Pak, D. Pütz, C. Bühler, P. Reiss: Interstellar Ark Mission Architectures and Various Feasibility Issues^[25]. In: *Journal of the British Interplanetary Society*, Volume 65 (2012), Seiten 119-133
- Interstellar Flight Team der Wissenschaftliche Arbeitsgemeinschaft für Raketen- und Raumfahrttechnik: WARR ISF^[26]
- Interstellar Propulsion Research: Realistic Possibilities and Idealistic Dreams^[27] Marshall Space Flight Center 2009 (pdf, abgerufen am 5. Juli 2010; 5,0 MB)
- Arkady Kheyfets, Warner A. Miller: *Hyper-fast interstellar travel via a modification of spacetime geometry*. 1997^[28] Energy Citations Database, US Department of Energy
- Project Icarus^[29]
- Robert L. Forward: *A Program for Interstellar Exploration*.^[30] British Interplanetary Society, 1976 (Überarbeitet: Dezember 2007), abgerufen am 5. Juni 2011 (PDF; 273 kB, englisch).
- NASA Institute for Advanced Concepts: *A Realistic Interstellar Explorer - Phase I Final Report (Phase I: 01.11.1998 bis 30.04.1999)*.^[31] NASA, 21. Mai 1999, abgerufen am 30. Juni 2011 (PDF; 452 kB, englisch).
- NASA Institute for Advanced Concepts: *A Realistic Interstellar Explorer - Phase II Final Report (Phase II: 01.04.2000 bis 30.06.2002)*.^[32] NASA, 14. Oktober 2003, abgerufen am 30. Juni 2011 (PDF; 4,2 MB, englisch).

- Gregory V. Meholic: *Advanced Space Propulsion Concepts for Interstellar Travel (Präsentation)*.^[33] 24. April 2008, abgerufen am 7. August 2011 (PDF; 4,4 MB, englisch).
- L. D. Jaffe, C. Ivie, J. Lewis, R. Lipes, H. N. Norton, J. W. Stearns, L. D. Stimpson, P. Weissman: *An Interstellar Precursor Mission*.^[34] 30. Oktober 1977, abgerufen am 16. Oktober 2012 (PDF; 4,6 MB, englisch).

Einzelnachweise

- [1] NASA Spacecraft Embarks on Historic Journey Into Interstellar Space (http://www.nasa.gov/mission_pages/voyager/voyager20130912.html#UjIx6X9SOIc)
- [2] Claudio Maccone: *Deep space flight and communications*. Springer, Berlin 2009, ISBN 978-3-540-72942-6
- [3] Jaffe, L. D., et al., "An Interstellar Precursor Mission," JPL Publication 77-70, 1977
- [4] Nock, K. T., "TAU – A mission to a thousand astronomical units," 19th AIAA/DGLR/JSASS International Electric Propulsion Conference, Colorado Springs, CO, AIAA-87-1049, May 11-13, 1987
- [5] Michael D. Papagiannis: *The Search for Extraterrestrial Technologies in our Solar System*. (<http://adsabs.harvard.edu/full/1995ASPC...74..425P>)
- [6] R. Zubrin: Detection of Extraterrestrial Civilizations via the Spectral Signature of Advanced Interstellar Spacecraft (<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1995ASPC...74..487Z>) adsabs.harvard.edu, abgerufen am 21. August 2012
- [7] Reaching for the Stars (http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/1999/prop12apr99_1/) science.nasa.gov
- [8] Far Out Space Propulsion Conference Blasts Off (http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/prop06apr99_1a/) science.nasa.gov, abgerufen am 7. November 2011
- [9] 100-Year Starship Study Strategic Planning Workshop Held (http://www.darpa.mil/NewsEvents/Releases/2011/2011/02/09_100-Year_Starship_Study_Strategic_Planning_Workshop_Held.aspx) darpa.mil; DARPA, NASA team on '100-Year Starship' project (http://www.theregister.co.uk/2010/11/03/100_year_starship/) theregister.co.uk; NASA's 100-Year Starship Project Sets Sights on Interstellar Travel (<http://www.space.com/11200-nasa-100-year-starship-interstellar-travel.html>) space.com; abgerufen am 27. März 2011
- [10] Not Such a Stretch to Reach for the Stars (<http://www.nytimes.com/2011/10/18/science/space/18starship.html>) The New York Times, 17. Oktober 2011
- [11] 100-Year Starship Symposium (<http://www.100yss.org/>) 100yss.org, abgerufen am 5. November 2011
- [12] To Infinity and Beyond at DARPA's 100-Year Starship Symposium (<http://www.popularmechanics.com/science/space/deep/to-infinity-and-beyond-at-darpas-100-year-starship-symposium>) popularmechanics.com, 30. September 2011; Radiosendung The Space Show, 15. November 2011 (<http://www.thespaceshow.com/detail.asp?q=1654>) Marc Millis, Paul Gilster über das DARPA-Projekt, abgerufen am 22. November 2011
- [13] Neues Projekt legt Basis für Interstellar-Reisen (<http://derstandard.at/1336698446958/100-Year-Starship-Neues-Projekt-legt-Basis-fuer-Interstellar-Reisen>) derstandard.at; Starship dreamers launch 100-year mission with DARPA grant (http://www.washingtonpost.com/national/health-science/starship-dreamers-launch-100-year-mission-with-darpa-grant/2012/05/22/gIQA2k8wiU_story.html) washingtonpost.com, abgerufen am 19. Juni 2012
- [14] 100YSS 2012 Public Symposium (<http://100yss.org/2012-public-symposium/>); 2013 Public Symposium (<http://100yss.org/symposium/2013>) 100yss.org, abgerufen am 8. Juni 2013
- [15] Tau Zero: The Steps Ahead (<http://www.centauri-dreams.org/?p=24336>), centauri-dreams.org
- [16] Icarus Interstellar (<http://www.icarusinterstellar.org/blog/?lang=en>) icarusinterstellar.org; Icarus Interstellar (http://en.wikipedia.org/wiki/Icarus_Interstellar) en.wp
- [17] Institute for Interstellar Studies (<http://www.i4is.org/>), i4is.org; The Institute for Interstellar Studies (<http://www.centauri-dreams.org/?p=25084>), centauri-dreams.org, abgerufen am 13. Oktober 2012
- [18] Videos of Starship Century Symposium Part 1 (<http://www.starshipcentury.com/blog/videos-of-starship-century-symposium/>) starshipcentury.com, abgerufen am 18. Juni 2013
- [19] Icarus Interstellar Congress Schedule (<http://www.icarusinterstellar.org/congress-schedule/>) icarusinterstellar.org; Starship Congress - Day 1 (<http://www.youtube.com/watch?v=ef0aZ3p1rk>) @youtube.com, abgerufen am 20. August 2013
- [20] <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.actaastro.2008.11.006>
- [21] <http://adsabs.harvard.edu/abs/2009AIPC.1103..352W>
- [22] http://www.zpower.com/en/documents/Paper_ToTheStars.pdf
- [23] http://adsbit.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?bibcode=1990QJRAS..31..377C
- [24] <http://www.thespaceshow.com/detail.asp?q=968>
- [25] http://www.academia.edu/2111006/A.M._Hein_M._Pak_D._Putz_C._Buhler_P._Reiss_World-Ships_-_Architecture_and_Feasibility_Revisited/
- [26] <http://www.warr.de/isf>
- [27] http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20090020444_2009016488.pdf
- [28] http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti_id=626471
- [29] <http://icarusinterstellar.org/>
- [30] <http://www.askmar.com/Robert%20Bussard/Interstellar%20Exploration%20Program.pdf>

-
- [31] http://www.niac.usra.edu/files/studies/final_report/76McNutt.pdf
 - [32] http://www.niac.usra.edu/files/studies/final_report/393McNutt.pdf
 - [33] <http://www.intalek.com/Papers/AdvSpacePropulsionForInterstellarTravel2008.pdf>
 - [34] http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19780013230_1978013230.pdf
-

Quelle(n) und Bearbeiter des/der Artikel(s)

Interstellare Raumfahrt *Quelle:* <https://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=126769561> *Bearbeiter:* 1234567891011a, 338kmh, Aineias, Aka, Alnilam, Andim, Aradir, Arno Matthias, Arronax23, Asdert, Atrador, B wik, Bigbug21, Blauer elephant, Bricktop1, Carbenium, Carlos-X, CenobiteX, Chaddy, Chralex, Chrisfrenzel, Christian B. 1969, Christoph Mauerhofer, CommonsDelinker, David Seppi, Dennis Keck, Der ohne Benutzername, Dirkpetsch, Draheg01, DynaMoToR, Erdbeerquetscher, Flynx, GDK, Gampam, Gancho, GiordanoBruno, Gleiberg, Goliath613, Gravitophoton, Hans Dunkelberg, Hans Eo, Haplochromis, Hazweio, Henristosch, Hiaslee, Holman, Horst-schlaemma, Invisigoth67, Jas1978, Jo-Jo, Jpp, Jschnied, Krd, Lukian, MARVEL, Mabschaaf, Mama Leone, Mark Schuhmann, Martin Taschenbier, Masegand, Mfb, Mikered, Mnh, Mongole, Muschkopp, Nightfly85, Othberg, Pitichinaccio, Ralukun, Ramgo, Rhinux, Rjh, RokerHRO, Rolf acker, Roo1812, Snooker, Sommerkom, Spuk968, Stephan Roemer, Suppenmann, Thierry Gschwind, Transhuman, Turrican2k, Uwe W., Uwe.Buening, Wiggum, WikiJourney, Wilhelm666666, 84 anonyme Bearbeitungen

Quelle(n), Lizenz(en) und Autor(en) des Bildes

Datei:236084main MilkyWay-full-annotated.jpg *Quelle:* https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:236084main_MilkyWay-full-annotated.jpg *Lizenz:* Public Domain *Bearbeiter:* NASA/JPL-Caltech/R. Hurt

Datei:Nearby Stars (14ly Radius) ger.svg *Quelle:* [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Nearby_Stars_\(14ly_Radius\)_ger.svg](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Nearby_Stars_(14ly_Radius)_ger.svg) *Lizenz:* Public Domain *Bearbeiter:* User:Inductiveload

Datei:72413main ACD97-0036-3.jpg *Quelle:* https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:72413main_ACD97-0036-3.jpg *Lizenz:* Public Domain *Bearbeiter:* Bricktop, CarolSpears, Skim

Datei:Voyager 1 entering heliosheath region.jpg *Quelle:* https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Voyager_1_entering_heliosheath_region.jpg *Lizenz:* Public Domain *Bearbeiter:* NASA/Walt Feimer

Datei:Solarmap.png *Quelle:* <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Solarmap.png> *Lizenz:* Public Domain *Bearbeiter:* Original uploader was Tene at en.wikipedia

Datei:NASA-project-orion-artist.jpg *Quelle:* <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:NASA-project-orion-artist.jpg> *Lizenz:* Public Domain *Bearbeiter:* NASA

Datei:Spacecolony1.jpg *Quelle:* <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Spacecolony1.jpg> *Lizenz:* Public Domain *Bearbeiter:* Rick Guidice NASA Ames Research Center

Lizenz

Wichtiger Hinweis zu den Lizenzen
Die nachfolgenden Lizenzen beziehen sich auf den Artikeltext. Im Artikel gezeigte Bilder und Grafiken können unter einer anderen Lizenz stehen sowie von Autoren erstellt worden sein, die nicht in der Autorenliste erscheinen. Durch eine noch vorhandene technische Einschränkung werden die Lizenzinformationen für Bilder und Grafiken daher nicht angezeigt. An der Behebung dieser Einschränkung wird gearbeitet. Das PDF ist daher nur für den privaten Gebrauch bestimmt. Eine Weiterverbreitung kann eine Urheberrechtsverletzung bedeuten.

Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported - Deed
Diese „Commons Deed“ ist lediglich eine vereinfachte Zusammenfassung des rechtsverbindlichen Lizenzvertrages (http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Lizenzbestimmungen_Commons_Attribution-ShareAlike_3.0_Unported) in allgemeinverständlicher Sprache.
Sie dürfen:

- das Werk bzw. den Inhalt **vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen**
- Abwandlungen und Bearbeitungen** des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen

Zu den folgenden Bedingungen:

- Namensnennung** — Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.
- Weitergabe unter gleichen Bedingungen** — Wenn Sie das lizenzierte Werk bzw. den lizenzierten Inhalt bearbeiten, abwandeln oder in anderer Weise erkennbar als Grundlage für eigenes Schaffen verwenden, dürfen Sie die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch, vergleichbar oder kompatibel sind.

Wobei gilt:

- Verzichtserklärung** — Jede der vorgenannten Bedingungen kann aufgehoben werden, sofern Sie die ausdrückliche Einwilligung des Rechteinhabers dazu erhalten.
- Sonstige Rechte** — Die Lizenz hat keinerlei Einfluss auf die folgenden Rechte:
 - Die gesetzlichen Schranken des Urheberrechts und sonstigen Befugnisse zur privaten Nutzung;
 - Das Urheberpersönlichkeitsrecht des Rechteinhabers;
 - Rechte anderer Personen, entweder am Lizenzgegenstand selber oder bezüglich seiner Verwendung, zum Beispiel Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen.
- Hinweis** — Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen alle Lizenzbedingungen mitteilen, die für dieses Werk gelten. Am einfachsten ist es, an entsprechender Stelle einen Link auf <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de> einzubinden.

Haftungsbeschränkung
Die „Commons Deed“ ist kein Lizenzvertrag. Sie ist lediglich ein Referenztext, der den zugrundeliegenden Lizenzvertrag übersichtlich und in allgemeinverständlicher Sprache, aber auch stark vereinfacht wiedergibt. Die Deed selbst entfaltet keine juristische Wirkung und erscheint im eigentlichen Lizenzvertrag nicht.

GNU Free Documentation License

Version 1.2, November 2002

Copyright (C) 2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.
51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties; any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3. You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- **A.** Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- **B.** List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- **C.** State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- **D.** Preserve all the copyright notices of the Document.
- **E.** Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- **F.** Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- **G.** Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- **H.** Include an unaltered copy of this License.
- **I.** Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- **J.** Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- **K.** For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- **L.** Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- **M.** Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- **N.** Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- **O.** Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (c) YEAR YOUR NAME.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document

under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2

or any later version published by the Free Software Foundation;

with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled

"GNU Free Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with...Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the

Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.