

Wir haben nur eine Erde

Jens-Wolfhard Schicke-Uffmann

28. August 2013

Wir haben nur eine Erde



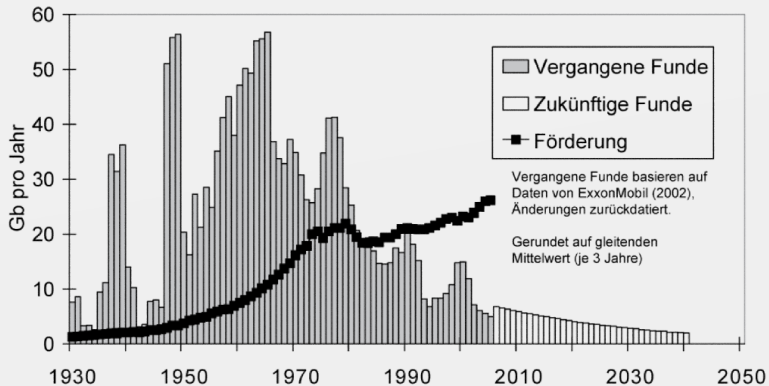
Bildrechte: public domain, by NASA

Umweltschutzproblematik

Planetare Grenzbedingungen für die Linearität verschiedener Systeme:

-  Ozon in der Stratosphäre: $> 95\%$ vorindustrielle Menge = 275 DU. Aktuell: Schwankend. Alter Zustand wieder ab: ca. 2070
-  Frischwassernutzung: $4000 \text{ km}^3/\text{J}$. Aktuell: $2600 \text{ km}^3/\text{J}$
-  Landnutzung: $< 15\%$ des eisfreien Lands = 2 GHa. Aktuell: 1.6 GHa.
-  Ozeanversäuerung: CaCO_3 . $> 80\%$ vorindustrielle Aragonitsättigung = $2.75 \Sigma_{\text{Aragonit}}$. Aktuell: $2.9 \Sigma_{\text{Aragonit}}$.
-  Aerosolkonzentration: ???
-  Verschmutzung durch Chemie: ???
-  Klimawandel: 350ppm CO_2 . Aktuell: 387 ppm
-  Stickstoff- und Phosphorzufuhr: $\text{P} < 10\text{Mt}/\text{J}$, $\text{N} < 35\text{Mt}/\text{J}$.
Aktuell: $\text{P} = 10\text{Mt}/\text{J}$, $\text{N} = 150\text{Mt}/\text{J}$
-  Biodiversität: $< 10\text{x}$ natürliche Rate = 200 Artausrottungen pro Jahr. Aktuell: 480 - 13860 (je nach Interval)

Rohstoffproblematik



Bildrechte: GFDL, by Association for Peak-Oil Studies

-  Öl: Peak Oil innerhalb der nächsten 50 Jahre
-  Kohle: ca. 300 Jahre (Braunkohle), ca. 120 Jahre (Steinkohle)
-  Eisen: Preissteigerung Faktor 5 über 30 Jahre (bezogen auf Reis)
-  Kupfer: Preissteigerung Faktor 2 über 30 Jahre (bezogen auf Reis)

https://de.wikipedia.org/wiki/Globales_%C3%96lf%C3%B6rdermaximum

https://de.wikipedia.org/wiki/Kohle/Tabellen_und_Grafiken

<http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=iron-ore&months=360&commodity=rice&indicator=price-rati>

Atomkrieg

-  1956: „Nach dem Plan der NATO hätten derartige Vorfälle mit Atomschlägen beantwortet werden sollen, jedoch . . . “
-  1962: „Auf diese Weise wäre es für einen Techniker möglich gewesen, alleine den Startvorgang für sämtliche Minuteman-Raketen auszulösen.“
-  1979: „General Odom informierte US-Präsidenten Jimmy Carter, dass etwa 220 sowjetische Nuklearraketen im Anflug auf die USA seien. Vorbereitungen zu Gegenschlägen wurden getroffen, . . . “
-  1983: „Entsprechend wurden im November des Jahres die Raketentruppen der Sowjetunion mobilisiert und es kam aufgrund von Fehlern der Aufklärung fast zu einem Gegenschlag.“



Mehrere eigenmächtige Strategieabweichungen einzelner, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten einen Erstschlag verhinderten.

Konservative Abschätzung: Alle 50 Jahre eine 2%
Wahrscheinlichkeit $\Rightarrow$ 66% Überlebenswahrscheinlichkeit auf 1000
Jahre

Was sonst noch so passieren könnte...

Globale Pandemie:

-  Dank weltumspannenden Flugnetz schnelle Ausbreitungsmöglichkeit
-  Entsprechend geringe Zeiträume, bis Gegenmaßnahmen ergriffen werden können
-  Neue Erreger (auch) durch Gentechnik und Biowaffenforschung

Starke KI:

-  „Hyper-intelligent software may not necessarily decide to support the continued existence of mankind, and would be extremely difficult to stop.“ (Yudokowski)

https://en.wikipedia.org/wiki/Strong_AI

Option 1

The Countess Dôbar Dodókthabost meets with the elf Diplonat Mifava Ecatepe

Mifava Ecatepevó: What a pleasant surprise! Not a single tree here weeps from the abuses meted out with such ease by your people. Joy! The dwarves have turned a page, not that we would make paper. A travesty! Perhaps it is better said that the dwarves have turned over a new leaf, and the springtime for our two races has only just begun.

Bildrechte: GFDL- & MIT-Licence, by <http://dwarffortresswiki.org/index.php/User:Xvareon>

Option 1: “Tree Hugging“

-  100% erneuerbare Energien
-  100% erneuerbare oder recycelte Rohstoffe
 -  Baumaterialien
 -  Mineraldünger
-  Globale atomare Abrüstung
-  Forschungsstop für Risikotechnologien

Was trotzdem passiert...

Meteoriten:

-  Meteoriten mit $>1\text{km}$ Durchmesser etwa 1 / 500.000 Jahre
-  Effekte hängen sehr davon ab, wo ein Einschlag stattfindet

Vulkanismus:

-  Alle ca. 1000 Jahre ein VEI 7 Ereignis
-  Alle ca. 50.000 Jahre ein VEI 8 Ereignis ($>100\text{km}^3$ Material)
-  Globale Abkühlung, durch Fehlernten etc. auch Auswirkungen auf entfernte Gebiete

https://en.wikipedia.org/wiki/End_of_civilization#Meteorite_impact

https://en.wikipedia.org/wiki/Year_Without_a_Summer

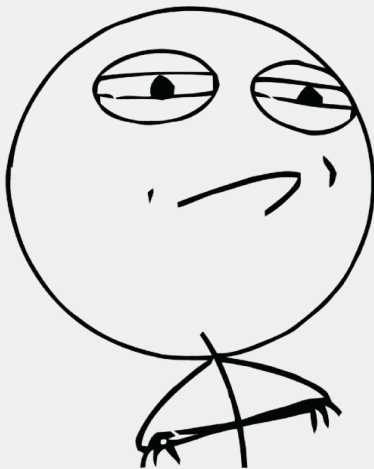
https://en.wikipedia.org/wiki/Volcanic_Explosivity_Index

Great Filter

-  Es sind keine Zivilisationen außerhalb der Erde bekannt
-  Entweder, ist es selten, dass intelligentes Leben entsteht
-  Oder, es ist selten, dass intelligentes Leben sich ausbreitet
-  Liegt die Ursache in unserer Vergangenheit oder Zukunft?

https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Filter

CHALLENGE ACCEPTED



Gezielte Dekorrelation von Risiken.

-  Bereits eine Marskolonie würde die planetaren Gefahren überleben
-  Supernova Typ II bis ca. 30 Lichtjahre relevant
-  Supernova Typ Ia bis ca. 1000 Lichtjahre relevant
-  Gammablitz bis ca. 6000 Lichtjahre relevant, aber wegen Fokussierung weniger korreliert

https://de.wikipedia.org/wiki/Supernova#Auswirkungen_auf_die_Erde
<http://arxiv.org/abs/astro-ph/0309415>

Verschwendung von Ressourcen

-  Jedes Jahr verlieren wir ungefähr eine Galaxie aus dem erreichbaren Universum
-  etwa 100 Milliarden Sterne
-  Erdähnliche Planeten in 1.6% der Systeme
-  1 Mrd. Menschen für 50 Generationen

Opportunitätskosten:

-  Jede Sekunde verlieren wir Ressourcen für 2.5 Billionen Menschenleben

<http://www.nickbostrom.com/astromical/waste.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/Earth_analog

Minimale Koloniegröße

Minimale überlebensfähige Populationsgrößen ≤ 5000 für Säugetiere



Pitcairn Island: 18



Mittelfristig: 50



Langfristig: 500



Effektive Populationsgröße Erde: 11.000–12.000

Strahlenbelastung könnte nützlich sein.

https://en.wikipedia.org/wiki/Pitcairn_Islands

https://en.wikipedia.org/wiki/Toba_catastrophe_theory

https://en.wikipedia.org/wiki/Space_colonization

Wozu (noch ein) Planet?

-  Backup
-  Rohstoffvorkommen zur lokalen Verwendung
-  Rohstoffvorkommen bei weniger Gravitation
-  Mehr Solarenergie
-  Mehr Bevölkerung
 -  Austausch von Kultur und Wissen
 -  Netzwerkeffekte
 -  Daten sind leichter zu transportieren als Rohstoffe

In der Vergangenheit außerdem viele nützliche „Abfallprodukte“ der Weltraumforschung.

Kosten bis zum Mars

Mission mit ≤ 10 Menschen:



Einmalig: 5-50 Milliarden EUR



Davon: ca. 50% Boosterraketen

Vergleich: Verteidigungshaushalt .de: 33 Milliarden jährlich

<http://www.wired.com/wiredscience/2012/08/>

[is-a-privately-funded-manned-mission-to-mars-possible/](http://www.wired.com/wiredscience/2012/08/is-a-privately-funded-manned-mission-to-mars-possible/)

http://quest.arc.nasa.gov/mars/ask/humans-on-mars/Cost_of_Manned_Mars_Mission.txt

Interstellare Raumfahrt

-  „'It is highly improbable that humans will ever explore beyond the Solar System.' This downbeat opinion comes from the Joint Propulsion Conference in Hartford, Connecticut“
-  „How could a trip to Proxima Centauri be achieved if we'd need 100 times more energy than the entire planet currently generates?“
-  „What's the catch? That 10-million-gigawatt laser. That power level is ten thousand times more than the power used on all the Earth today.“ (NASA)

Conclusion: Shit!

<http://www.universetoday.com/17044/bad-news-insterstellar-travel-may-remain-in-science-fiction/>
<http://www.nasa.gov/centers/glenn/technology/warp/ideaknow.html#sail>

-  „'It is highly improbable that humans will ever explore beyond the Solar System.' This downbeat opinion comes from the Joint Propulsion Conference in Hartford, Connecticut“
-  „How could a trip to Proxima Centauri be achieved if we'd need 100 times more energy than the entire planet currently generates?“
-  „What's the catch? That 10-million-gigawatt laser. That power level is ten thousand times more than the power used on all the Earth today.“ (NASA)

Conclusion: More Science is clearly needed!

<http://www.universetoday.com/17044/bad-news-insterstellar-travel-may-remain-in-science-fiction/>
<http://www.nasa.gov/centers/glenn/technology/warp/ideaknow.html#sail>

Interstellare Raumfahrt

 1 Tonne auf 0.1 c beschleunigen: $4.494 \cdot 10^{17} J$, 1/30 der Energieproduktion der USA in 2001, 5kg Masseäquivalent

 $1000 \text{ N} \cdot 1 \text{ Jahr} / 1 \text{ Tonne} = 0.1 \text{ c}$

Conclusion: Challenge accepted.

https://en.wikipedia.org/wiki/Interstellar_travel

Aktuelle Antriebstechnologie

-  Feststoffraketen etc.: Maximal ca. 10 km/s (Default)
-  Solarsegel: 100 m/s in 6 Monaten, kein Maximum (erfolgreich eingesetzt)
-  Ionentriebwerk: Spezifischer Impuls: 16.1kNs/kg, Leistungsaufnahme: 1.2kW, Endgeschwindigkeit: 3.9km/s, Maximum >100km/s (erfolgreich eingesetzt)
-  Magnetoplasmadynamischer Antrieb: Maximum >100km/s (demnächst an der ISS)

<https://en.wikipedia.org/wiki/SMART-1>

<https://en.wikipedia.org/wiki/IKAROS>

https://en.wikipedia.org/wiki/Variable_Specific_Impulse_Magnetoplasma_Rocket

-  Q-thruster: 1 N pro 3kW. Bei 10% sonstiger Effizienz: 30 MW Leistungsaufnahme
-  Gamma Ray Laser Rocket Propulsion
-  „We are at the point where we know what we do know and know what we don't, but do not know for sure if faster than light travel is possible.“ (NASA)
-  „Is there any way around Special Relativity? Maybe.“ (NASA)
-  Experimente zur Messung von Warp-Feld-Effekten sind momentan in Vorbereitung.

<https://en.wikipedia.org/wiki/Q-thruster>

<http://vixra.org/abs/1201.0026>

https://en.wikipedia.org/wiki/Alcubierre_drive

<http://www.nasa.gov/centers/glenn/technology/warp/warpstat.html>

http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20110015936_2011016932.pdf

Relevante Institutionen

-  17.6 Mrd \$: National Aeronautics and Space Administration
-  5.6 Mrd \$: Russian Federal Space Agency
-  5.5 Mrd \$: European Space Agency
-  2.5 Mrd \$: Japan Aerospace Exploration Agency
-  1.3 Mrd \$: China National Space Administration
-  1.0 Mrd \$: Indian Space Research Organisation

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_space_agencies

Nutzung der planetaren Ressourcen

Bruttoweltprodukt: $84.97 \cdot 10^{12}$ \$

Ausgaben:

 Militär: $1.5623 \cdot 10^{12}$ \$

 Internationaler Tourismus: $1.137 \cdot 10^{12}$ \$

 Wissenschaft: $1 \cdot 10^{12}$ \$

 Marketing: $0.466 \cdot 10^{12}$ \$

 Raumfahrt: $0.033 \cdot 10^{12}$ \$

https://en.wikipedia.org/wiki/Gross_world_product

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_military_expenditures

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_research_and_development_spending

<http://www.strategyanalytics.com/default.aspx?mod=pressreleaseviewer&a0=5180>

<http://data.worldbank.org/indicator/ST.INT.XPND.CD>

Fragen



Quellen 1/4

https://en.wikipedia.org/wiki/Existential_risk
https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Filter
<https://de.wikipedia.org/wiki/Umweltschutz>
<http://www.stockholmresilience.org/planetary-boundaries>
<http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Dobson_unit
<http://www.skepticalscience.com/print.php?n=619>
http://lesswrong.com/lw/hll/to_reduce_astronomical_waste_take_your_time_then/
<http://www.nickbostrom.com/astronomical/waste.html>
<http://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/intergalactic-spreading.pdf>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Galaxy>
https://en.wikipedia.org/wiki/Earth_analog
https://de.wikipedia.org/wiki/Globales_%C3%96lf%C3%B6rdermaximum
https://de.wikipedia.org/wiki/Kohle/Tabellen_und_Grafiken
<https://de.wikipedia.org/wiki/Eisenerz>
<http://minerals.usgs.gov/ds/2005/140/>
<http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=iron-ore&months=360&commodity=rice&indicator=price-ratio>
https://de.wikipedia.org/wiki/Wassili_Alexandrowitsch_Archipow
https://de.wikipedia.org/wiki/Stanislaw_Jewgrafowitsch_Petrow
https://en.wikipedia.org/wiki/Strong_AI#Critique_of_Strong_AI_research
https://en.wikipedia.org/wiki/Grey_goo
https://en.wikipedia.org/wiki/Plague_%28disease%29
https://de.wikipedia.org/wiki/Reichweite_%28Rohstoff%29
<https://de.wikipedia.org/wiki/Meteorit>
https://en.wikipedia.org/wiki/Impact_event
https://en.wikipedia.org/wiki/%2829075%29_1950_DA
https://en.wikipedia.org/wiki/End_of_civilization#Meteorite_impact
<http://web.archive.org/web/20110721050545/http://neo.jpl.nasa.gov/1950da/>

Quellen 2/4

https://en.wikipedia.org/wiki/Palermo_Technical_Impact_Hazard_Scale
https://en.wikipedia.org/wiki/Year_Without_a_Summer
<http://www.nickbostrom.com/existential/risks.html>
<http://impact.esa.int/ImpactEffects/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Volcanic_Explosivity_Index
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_large_volcanic_eruptions
https://de.wikipedia.org/wiki/Redundanz_%28Technik%29
<https://de.wikipedia.org/wiki/Supernova>
https://en.wikipedia.org/wiki/Gamma-ray_burst
https://en.wikipedia.org/wiki/Wolf%E2%80%93Rayet_stars
https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_viable_population
<http://forums.randi.org/showthread.php?t=206722>
https://en.wikipedia.org/wiki/Pitcairn_Islands
https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_Pitcairn_Islands
<http://alfin2100.blogspot.de/2007/12/planning-for-apocalypse-minimum-viable.html>
https://en.wikipedia.org/wiki/Toba_catastrophe_theory
https://en.wikipedia.org/wiki/Population_bottleneck
https://en.wikipedia.org/wiki/Space_colonization
https://en.wikipedia.org/wiki/Manned_mission_to_Mars
https://en.wikipedia.org/wiki/Mars_One
<https://en.wikipedia.org/wiki/MARS-500>
https://en.wikipedia.org/wiki/Terraforming_of_Mars
https://en.wikipedia.org/wiki/Mars_to_Stay
<http://www.wired.com/wiredscience/2012/08/is-a-privately-funded-manned-mission-to-mars-possible/>
http://quest.arc.nasa.gov/mars/ask/humans-on-mars/Cost_of_Manned_Mars_Mission.txt
https://en.wikipedia.org/wiki/European_Space_Agency
<https://en.wikipedia.org/wiki/SMART-1>
https://en.wikipedia.org/wiki/Mars_Express
<http://www.popsi.com/science/article/2011-01/interstellar-travel-wont-be-possible-least-200-years-according-new-calculations>
<http://www.centauri-dreams.org/?p=13202>
https://en.wikipedia.org/wiki/Interstellar_travel

Quellen 3/4

<http://vixra.org/abs/1201.0026>
<http://www.universetoday.com/17044/bad-news-insterstellar-travel-may-remain-in-science-fiction/>
https://www.wolframalpha.com/input/?i=0.5+++1+metric+ton+++%280.1+c*c
http://www.academia.edu/2111006/A.M._Hein_M._Pak_D._Putz_C._Buhler_P._Reiss_World_Ships_-_Architecture_and_Feasibility_Revisited_/
https://en.wikipedia.org/wiki/Enzmann_starship
<http://crowlspace.com/?p=25>
<http://www.nasa.gov/centers/glenn/technology/warp/ideaknow.html#sail>
<https://www.wolframalpha.com/input/?i=world+energy+production>
<http://www.nasa.gov/centers/glenn/technology/warp/ideachev.html>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Q-thruster>
https://en.wikipedia.org/wiki/White%E2%80%9393Juday_warp-field_interferometer
<https://www.wolframalpha.com/input/?i=1000+Newton+++1+year+%2F+1000+kg>
<http://www.nasa.gov/centers/glenn/technology/warp/warpstat.html>
https://en.wikipedia.org/wiki/Naked_singularity
http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20110015936_2011016932.pdf
<http://www.nytimes.com/2013/07/23/science/faster-than-the-speed-of-light.html?hp&r=0>
<http://vixra.org/abs/1201.0026>
<http://www.icarusinterstellar.org/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Space_propulsion#Methods
https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_sail
https://en.wikipedia.org/wiki/Variable_Specific_Impulse_Magnetoplasma_Rocket
https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_field_oscillating_amplified_thruster
<https://de.wikipedia.org/wiki/Magnetfeldoszillationsantrieb>
https://de.wikipedia.org/wiki/Magnetoplasmadynamischer_Antrieb
<http://what-when-how.com/information-science-and-technology/network-effects-of-knowledge-diffusion-in-network-economy-information-science/>
<http://inhabitat.com/nasa-developing-laser-system-that-could-increase-space-speed-communication-by-a-factor-of-100/>
http://www.nasa.gov/offices/oct/crosscutting_capability/tech_demo_missions.html
<https://en.wikipedia.org/wiki/OPALS>
https://en.wikipedia.org/wiki/Free-space_optical_communication
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_space_agencies
https://en.wikipedia.org/wiki/National_Aeronautics_and_Space_Administration

Quellen 4/4

https://en.wikipedia.org/wiki/Russian_Federal_Space_Agency
https://en.wikipedia.org/wiki/European_Space_Agency
https://en.wikipedia.org/wiki/Japan_Aerospace_Exploration_Agency
https://en.wikipedia.org/wiki/China_National_Space_Administration
https://en.wikipedia.org/wiki/Indian_Space_Research_Organization
https://en.wikipedia.org/wiki/Gross_world_product
https://en.wikipedia.org/wiki/World_economy
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_military_expenditures
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_research_and_development_spending
<http://www.strategyanalytics.com/default.aspx?mod=pressreleaseviewer&a0=5180>
<http://data.worldbank.org/indicator/ST.INT.XPND.CD>