

1. Definition

Terra (Latein) = Erde, Forming (Englisch) = (Um)Bildung

Terraforming: Umformung von anderen Planeten und Monden in bewohnbare, erdähnliche Himmelskörper

2. Gründe für den Mars

- 1) Die Masse der zu verändernden Atmosphäre ist mit ca. 25 Billionen Tonnen relativ gering
- 2) Die Solareinstrahlung beträgt mit knapp 600 Watt pro Quadratmeter etwa 43 % der Solarkonstante in der Erdbahn
- 3) Die Schwerkraft beträgt 38 % der irdischen
- 4) Achsenneigung und Tageslänge sind erdähnlich
- 5) Rohstoffe für Atmosphärenbildung vorhanden (Wassereis, Kohlendioxid, etc.)
- 6) Durchschnittstemperatur von -56°C (Erwärmung möglich)

3. Ziele des Terraforming auf dem Mars

- 1) Marsatmosphäre von 1 bar Druck
- 2) Entstehung eines Wasserkreislaufes samt Hydrosphäre
- 3) Entstehung einer Ozonschicht
- 4) Erwärmung um 50-60 Grad, besser noch 70 Grad

4. Allgemeine Voraussetzungen für Mars-Terraforming

- 1) Niveau der Raumfahrttechnologie, die den Transport von mehreren tausend Arbeitskräften und Material von der Erde zum Mars erlaubt
- 2) Equipment / Infrastruktur auf dem Mond, um Fracht ins All weiter zu verteilen
- 3) Eine große Raumstation als Umsteige- und Verladebahnhof, Werft und Tankstelle

5. Theorien zur Veränderung des Klimas auf dem Mars

„Sanfte“ Form des Terraforming: „Ecopoiesis“

Ursprung aus dem Griechischen für „Haus“ und „Erschaffung“ -> künstliche Erschaffung eines nachhaltigen, sauerstofffreien Ökosystems (Mikroorganismen -> Pflanzen -> Tiere)

Voraussetzungen

- 1) Erhöhung der Temperatur um ca. 60 Grad
- 2) Erhöhung der Masse der Atmosphäre
- 3) Verfügbarkeit von Wasser
- 4) Reduzierung von kosmischer und UV-Strahlung
- 5) Anreicherung von Stickstoff und Sauerstoff in der Atmosphäre

Theorien

- 1) „Long Winter Model“: Rückstrahlvermögen der Polarkappen vermindern, die damit mehr Sonnenlicht aufnehmen -> Freisetzung von CO₂ bei Verdampfung
- 2) CO₂ aus Mineralien: Erhitzung durch FCKW-Gase, dadurch wird CO₂ im Regolith freigesetzt und Treibhausgaseffekt gestartet
- 3) Reflektierung von Sonnenlicht, das am Mars vorbeigeht: Errichtung eines Sonnensegel-Spiegels mit einem Durchmesser von 125km 214.00km hinter dem Mars, um den Südpol zusätzlich zu bestrahlen und zum Schmelzen zu bringen
- 4) Impacts: Einschlag von Asteroiden und Kometen auf den Mars durch Beeinflussung ihrer Bahn -> Bewegungsenergie wird in Wärme umgewandelt

Probleme und Kritik

- 1) Long Winter Model: Transport und Standfestigkeit von Staubschicht auf dem Mars unrealistisch
- 2) Nur sauerstofffreies Leben, weitere Maßnahmen würden mehrere 100.000 Jahre dauern (Einbringung von Algen / Pflanzen für Photosynthese, etc.)
- 3) Chemisch gebundenes CO₂ nur schwer freizusetzen

4) Regolith hat schlechte Wärmeleitung: Schmelzung von Permafrost und damit Wasserzugang sehr langsam

-> Zwischenfazit eher ernüchternd! Keine der Methoden praktikabel.

6. Das „Welthaus-Konzept“ – begrenztes Terraforming

„Mini-Terraforming“: kleine Teile der Marsoberfläche hermetisch abriegeln und Terraforming innerhalb Bauwerke mit gasdichten und lichtdurchlässigen Dächern betreiben (meist Türme)

Komponenten

- 1) Mast (Mars Support Tower): Dabei handelt es sich um offene Strukturen, sie dienen nur konstruktiven Zwecken
- 2) Imast (Inhabited Mars Support Tower): Beinhaltet 6 „Kerne“, an denen die Wohngebiete angesteckt werden
- 3) CTT (Compression Tension Towers): Sie enthalten Zugseile zur Unterstützung des
- 4) Daches Gitter-Prinzip: Kann je nach Bedarf ausgebaut werden
- 5) Problem: Evakuierung nötig, falls komplettes Terraforming geplant

Türme sind nur eine Idee von vielen, klassische Treibhäuser etc. auch möglich!

Biosphere 2

- 1) Gebäudekomplex in Arizona der 1991 mit dem Ziel erbaut wurde, ein von der Außenwelt unabhängiges, in der ursprünglichen Planung sich selbst erhaltendes Ökosystem zu schaffen
- 2) Experiment sollte beweisen, dass in einem eigenständigen, geschlossenen ökologischen System Leben langfristig möglich ist
- 3) Es gilt nach zwei erfolglosen Versuchen als gescheitert

7. Zusammenfassung

- 1) Der Mars ist vielleicht doch kein so guter Kandidat, wie zuerst angenommen, vor allem wegen fehlender CO₂-Reserven
- 2) Keine der Ansätze für Terraforming auf dem Mars sind heute realisierbar
- 3) Auch begrenztes Terraforming bisher noch nicht langfristig realistisch

8. Thesen

- 1) Internationale Konflikte verhindern die nötige Kooperation, um Projekte wie Terraforming anderer Planeten möglich zu machen, da keine Nation die nötigen Ressourcen dafür alleine stemmen kann.
- 2) Die Finanzierung solcher Projekte ist nicht realistisch, weil Firmen, Investoren, etc. schnelle Gewinne bevorzugen, welche Terraforming nicht abwirft.
- 3) Terraforming wird technisch auch in ferner Zukunft nicht realisierbar sein, weil der technische Fortschritt dafür zu langsam ist.
- 4) Weitreichende Eingriffe in Planeten und deren Ökosystem wie beim Terraforming sind ethisch nicht zu vertreten. Bei Betrachtung der Geschichte der Erde, sind andere Planeten ohne menschliche Eingriffe besser aufgehoben.

9. Quellen

- Fogg, M. J.: "Terraforming Mars: A review of current research", 1998
Zubrin, R.M. and McKay, "Bringing Mars to Life", Journal of the British Interplanetary Society, 1994
Sagan, C., "Planetary Engineering on Mars," Icarus 1973
M.Fogg nach Taylor, R.L.S., "Paraterraforming: The Worldhouse Concept", Journal of the British Interplanetary Society, 45, 1992
German Space Society: Terraforming auf dem Mars
<http://www.deutscheraumfahrt.de/index.php?id=50> (08.06.2019)
Heise online: NASA: Mit absehbaren Mitteln kein Terraforming des Mars möglich
<https://www.heise.de/newsticker/meldung/NASA-Mit-absehbaren-Mitteln-kein-Terraforming-des-Mars-moeglich-4123634.html> (08.06.2019)
<https://www.businessinsider.com/mars-colonization-human-survival-radiation-food-biosphere-2018-4?IR=T> (11.06.2019)