

Flucht von der Erde Kann man die Menschheit evakuieren?

1. Einleitung

*I don't think we will survive another 1000 years
without escaping beyond our fragile planet.*
Stephen Hawking (2015)

Es wird niemanden überraschen, dass chiliastisch, prämillenaristisch oder apokalyptisch orientierte religiöse Gruppierungen wie die Zeugen Jehovas, die Siebenten-Tags-Adventisten oder die Evangelikalen in den USA den Untergang der Welt verkünden («Das Ende ist nah!»), gehört die Vorstellung vom Anbruch der «letzten Tage» doch zum Kern ihrer Glaubensüberzeugungen. Dass nun aber auch seit einigen Jahren eine zunehmende Zahl von Naturwissenschaftlern in diesen Chor einstimmt, muss beunruhigen. Schliesslich gewinnen Astronomen, Nuklearphysiker, Geologen usw. ihre Erkenntnisse nicht durch die Exegese eines (Offenbarungs-)Textes, den man ganz unterschiedlich auslegen kann, sondern durch die Anwendung wissenschaftlicher Verfahren und Methoden, deren Ergebnisse in der Regel keine alternativen Interpretationen zulassen.¹

Gleichwohl scheint es auch unter zahlreichen Naturwissenschaftlern inzwischen als ausgemacht zu gelten, dass die Tage der Menschheit gezählt sind. Ihre Erwartung des baldigen Untergangs resultiert dabei nicht aus der Vorstellung von einem «jüngsten Gericht», sondern aus einer Reihe von Beobachtungen und Experimenten und den sie erklärenden Naturgesetzen. So werde die Menschheit ihr Ende entweder selbst herbeiführen, wenn sie die Ressourcen der Umwelt weiterhin ungehemmt plündert, die Erdatmosphäre weiter unreduziert aufheizt, einen nuklearen Krieg auslöst usw. (vgl.

1 Ich danke Claudia Comito, I. Physikalisches Institut der Universität zu Köln, für wertvolle Hinweise und Korrekturen. Ein herzlicher Dank geht auch an Harald Matern, Daniel Romie und Sebastian Ullrich sowie die Mitglieder der Arbeitsgruppe «Krisenantizipation und transformative Innovation in Modellen negativer Zukunftsentwicklung» am Collegium Helveticum-Basel/ZRWP für viele hilfreiche Kommentare und anregende Diskussionen. Verbliebene Fehler habe allein ich zu verantworten.

Abschnitt 2.1). Oder sie werde mit ihrem Heimatplaneten durch kosmische Kräfte vernichtet werden, wie den Einschlag eines Asteroiden, die Kollision mit einem vagabundierenden Planeten, eine Störung der Erdumlaufbahn oder das Verlöschen der Sonne (vgl. Abschnitt 2.2).

Die möglichen Gründe für ein Armageddon sind vielfältig. Rettung könne nur ausserhalb der Erde gefunden werden: auf einer Marsstation, einem Raumschiff oder den Planeten eines fernen Sonnensystems. «Wenn wir die einzigen intelligenten Wesen der Galaxie sind», so der britische Astrophysiker Stephen Hawking von der Universität Cambridge, «dann müssen wir unser Überleben sichern. Ich denke, dass die Zukunft der menschlichen Rasse langfristig im Weltraum liegt.»² Fünf Jahre später, im Frühjahr 2015, hat er seine Warnung nachdrücklich wiederholt: «We must continue to go into space for the future of humanity!»³

Theologen und Religionswissenschaftler haben die Wirkung apokalyptischer und eschatologischer Szenarien untersucht und dabei auf den Zusammenhang von Krisenantizipation und innerer Transformation aufmerksam gemacht, die – in Verbindung mit kollektiven Bekehrungsappellen – regelmässig zu weitreichenden Veränderungen des Bewusstseins und des Verhaltens der Gläubigen führen. Für die naturwissenschaftlichen Prognosen vom Ende der Welt fehlen solche Analysen bislang weitgehend, was nicht daran liegen kann, dass sie keine politischen, ethischen, soziokulturellen oder psychologischen Folgewirkungen hätten. Doch sind diese bislang fast nur an pseudowissenschaftlichen Diskussionen in obskuren Internetforen, Science-Fiction-Romanen oder Hollywood-Filmen ablesbar und – von wenigen Ausnahmen abgesehen – nicht zum Gegenstand seriöser wissenschaftlicher Untersuchungen geworden.⁴ Dabei eignet sich wenigstens besser, um die «Grundzüge des gegenwärtigen Zeitalters» (Fichte), der globalen technologischen Zivilisation des Anthropozäns und der mentalen und moralischen Verfasstheit des Menschen in ihr zu verstehen.

Im Folgenden wollen wir uns auf das Denken der Naturwissenschaftler einlassen und der Frage nachgehen, was denn aus der Menschheit würde,

2 www.sueddeutsche.de/wissen/stephen-hawking-zukunft-der-menschheit-liegt-im-all-1.986272, 10.8.2010 (2.9.2016).

3 www.independent.co.uk/news/science/stephen-hawking-humanity-needs-to-live-in-space-or-die-out-physicist-warns-via-hologram-10206243.html, 27.4.2015 (2.9.2016).

4 Horn (2014) ist eine der beachtlichen Ausnahmen.

wenn sie sich, wie angeraten, aufmachte, ihren Heimatplaneten zu verlassen.⁵ Als Gedankenexperiment angelegt, ist das Szenario von Hawking und anderen durchaus bestechend: Was kann, was muss heute getan werden, um für die «letzten Tage» gerüstet zu sein, um im Weltraum, auf einem fernen Planeten, überleben zu können? Müssen wir nicht wissenschaftliche Forschung und (Raumfahrt-)Technologie sehr viel stärker fördern, als wir dies gegenwärtig tun? Dürften wir für die Finanzierung nicht guten Gewissens eine «Zukunftssteuer» auf alles erheben, was keinen Beitrag leistet, um die Menschheit «zukunftsfest» zu machen: etwa auf die Einkünfte von Schauspielern, Fussballern und Schlagersängern (und wahrscheinlich vielen anderen mehr)? Müssten wir nicht sehr viel stärkere Anreizsysteme schaffen für Wissenschaftler, für Schüler und Studenten, sich mit «Zukunftsfragen» auseinanderzusetzen (im Rahmen eines naturwissenschaftlichen oder medizinischen Berufs)?

Die drastische Beschneidung aller konsumtiven, insbesondere sozial- und entwicklungspolitischen Ausgaben des Staates ins Auge fassen, um wichtige Ressourcen wie Seltene Erden auf dem Weltmarkt ankaufen und in staatlichen Depots einlagern zu können, die zum Raumschiffbau benötigt werden? Wenn allein Wissenschaft und Technik helfen können, die Menschheit zu retten, dann müsste ihre Förderung *das* zentrale Anliegen der staatlichen Politik werden. Und mehr noch: Die Menschen selbst müssten durch Verfahren der Biotechnologie auf die Strapazen der anstehenden Reise vorbereitet werden. Angesichts der Fortschritte in der Gentechnik und Reproduktionsmedizin ist im Rahmen der «Transhumanismus»-Diskussion die Optimierung des Menschen, das *human enhancement*, längst Thema: Cyborgs und technisch veränderte Organe, genetische Eingriffe in das Erbgut und Mikrochips in Nervenbahnen sind nur einige der hier relevanten Zukunftsvisionen. Dieser Weg wäre für das Vorhaben sehr viel konsequenter zu beschreiten, als dies gegenwärtig geschieht (vgl. Abschnitt 3.3).

Folgt man dem naturwissenschaftlichen Zukunfts-Narrativ (etwa Stephen Hawkings), nach dem es allein Strategien der Flucht sind, die die Menschheit retten können, so wird durchzubuchstabieren sein, was dies konkret bedeuten würde: einmal hinsichtlich der Politik, die die Voraussetzungen hierfür schaffen müsste; zum anderen aber auch für uns selbst, die wir diesen

5 Vgl. das amerikanische Wissenschafts-Feature *Evacuating Earth*, das dieses Szenario durchspielt: www.n24.de/n24/Mediathek/Dokumentationen/d/3283912/flucht-von-der-erde--1-.html; www.n24.de/n24/Mediathek/Dokumentationen/d/3283934/flucht-von-der-erde--2-.html (3.3.2014).

Weg beschreiten sollen. Dies wird auf den folgenden Seiten geschehen. Abschnitt 2 umreißt die aktuellen Befunde der Astronomie, Astrophysik und Geologie zur Zukunft des Planeten Erde, ohne sie einer wissenschaftstheoretischen Prüfung zu unterziehen. Es geht allein um eine Bestandsaufnahme der von zeitgenössischen Naturwissenschaftlern diagnostizierten grössten Existenzrisiken.

Im anschliessenden dritten Abschnitt wird eine Reihe von daraus resultierenden Fragen aufgeworfen: Wie würden die Vorbereitungen, die Suche nach einem Ziel, die Reise selbst und schliesslich das Leben auf einem fremden Planeten den Menschen verändern? Kann er die unüberschaubaren kosmischen Zeit- und Kausalitätsstrukturen, die ihm dabei vor Augen treten, noch deutend verstehen und aneignen, selbst wenn sie keinen orientierenden Sinnhorizont mehr erschliessen? Wie wird sich seine Identität verändern, wenn er sich auf das Wagnis einlässt, seine Zukunft ausserhalb seiner irdischen Lebenswelt zu suchen? Wird er seine «Menschlichkeit» bewahren können? Hinweise zur Beantwortung dieser Fragen sollen im Untersuchungshorizont einer «experimentellen Anthropologie» gefunden werden: Was wird aus dem Menschen, der diesen Weg beschreitet?

Damit ist am Ende eine Untersuchung vorbereitet, die noch sehr viel weiter ausgreifen müsste, als dies hier aus Raumgründen geschehen kann (und als viele der Naturwissenschaftler gehen, die uns die apokalyptischen Fluchtszenarien vor Augen führen).

In ihr müsste vor allem *eine* Frage weiter diskutiert werden: Welche philosophischen, ethischen, soziokulturellen und politischen Implikationen hat die Weltbildänderung, die mit dem Apokalypse- und Flucht-Motiv der zeitgenössischen naturwissenschaftlichen Welterklärung verbunden ist, für unsere *heutige* Gesellschaft?

Auch wenn diese Frage im vorliegenden Essay nur angerissen und nicht abschliessend beantwortet werden kann, so wird doch klar: Die Gedankenspiele der Physiker führen zur Kernfrage der *moralischen* Überlebensfähigkeit der Menschheit. Welchen Stellenwert wird die bereits heute als geschwächt beklagte Empathie und Solidarität der Gattung noch haben, wenn der finale Überlebenskampf beginnt? Wenn zwar nur die Kooperation «allen» den Bau der Arche ermöglichte, sie aber nur *wenigen* zur Rettung dienen würde?

2. Der Untergang

Also a day will come when the earth will scratch herself and smile and rub off humanity.

Robinson Jeffers (1887–1962), *The Inhumanist*

Folgt man dem naturwissenschaftlichen Zukunfts-Narrativ der letzten Jahrzehnte⁶ – das auch in Literatur⁷ und Film⁸ längst Eingang gefunden hat –, so wird der Planet Erde untergehen. So viel scheint gewiss. Bleiben die Fragen nach dem *Wann*. Und dem *Wie*. Die für uns wichtigste Frage ist jedoch: Wird die Menschheit mit untergehen?

Bei den in Abschnitt 2.1 diskutierten Ursachen, den anthropogen induzierten Risiken für unsere Fortexistenz etwa durch die Verschärfung des Klimawandels, einen Atomkrieg usw., kann die Menschheit den Zeitpunkt ihres Endes offenbar selbst bestimmen. Aber auch wenn es gelänge, alle diese vom Menschen ausgehenden Gefährdungen abzuwenden, «umzukehren» zu einer vernünftigen Politik, einer nachhaltigen Wirtschaft, einer Ressourcennutzung mit Augenmass usw., lägen die in Abschnitt 2.2 betrachteten Herausforderungen (Katastrophen kosmischen Ausmasses wie der Einschlag eines Asteroiden oder der Ausbruch eines Supervulkans) nicht in unserer Hand. Wenn wir es nicht sind, die den Erdtod heraufbeschwören, so werden sie es tun.

- 6 Dieses Narrativ wird im Folgenden aus populärwissenschaftlichen Büchern, Dokumentarfilmen und Internetquellen rekonstruiert, da vor allem diese Medien das Narrativ in der Gesellschaft verbreiten. Soweit hierbei Passagen zitiert oder dem Sinn nach entnommen wurden, werden die Quellen in Fussnoten angeführt. Die Zahl der verwendeten (Internet-)Quellen ist allerdings sehr viel grösser. Auch wenn sie nicht alle aufgelistet werden konnten, ihre Botschaft war meist dieselbe: Die Tage der Menschheit sind gezählt (wenn wir nichts unternehmen).
- 7 Etwa Houellebecq 2005; McCarthy 2008; Baxter 2011; Eglseer 2014 sowie die in Horn (2014) verarbeitete Literatur.
- 8 Vgl. die Liste der Zukunfts- und Endzeit-Filme im Anhang, die keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

2.1 Vom Menschen ausgehende Risiken

*And you tell me over and over and over and over
again my friend*

*Ab, you don't believe we're on the eve of destruc-
tion.*

Barry McGuire, *Eve of Destruction* (1965)

Die Gefahren für die Erde und die auf ihr lebenden Menschen sind zahlreich. Zu den anthropogen induzierten Risiken zählt gegenwärtig vor allem der Klimawandel.⁹ Er hat, so die zeitgenössische Klimaforschung, mittelfristig Stürme, Dürren und Überflutungen zur Folge:¹⁰ Küstenregionen werden unbewohnbar und Lebensmittel knapp werden, der Wassermangel wird zu einer Versteppung weiter Regionen führen, der langfristig zu erwartende Anstieg des Luftdrucks und die starke Zunahme der Klimagase werden drastische Folgen für die Gesundheit haben. All das könnte schon in wenigen Jahrzehnten zu einem Massensterben führen (Keulemans 2010, 232–236).

Am Ende des 21. Jahrhunderts, so prophezeit Stephen Emmott, Experte für computergestützte Prognoseverfahren, werden zehn Milliarden Menschen auf der Erde leben (Emmott 2013). Der Kohleverbrauch werde bis 2030 um weitere 20 % steigen und damit die Erderwärmung verschärfen. Die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre werde sich mehr als verdoppeln. Zwischen 1900 und 2012 wurden 2,6 Milliarden Autos produziert. In den nächsten 40 Jahren würden voraussichtlich vier Milliarden weitere hergestellt – mit gravierenden Folgen für das Klima, die Umwelt und die Ressourcenvorräte (a. a. O., 36, 88, 92, 107). Einerseits werde sich der Bedarf an Nahrungsmitteln bis 2050 mehr als verdoppeln, andererseits würden die zur Produktion von Mineraldünger erforderlichen Phosphatvorräte in wenigen Jahrzehnten zur Neige gehen (52, 136). Der Wasserverbrauch im Jahr 2025 werde zehnmal höher sein als zu Beginn des 20. Jahrhunderts, was weitere Dürren hervorrufen werde: «Am Ende dieses Jahrhunderts wird es in weiten Teilen unseres Planeten kein brauchbares Wasser mehr geben», so Emmott (138). Die Folgen: Ökosystemfunktionen würden ausfallen, Hungersnöte ausbrechen, die Polkappen schmelzen und weite Teile der Küstenregionen

⁹ Vgl. hierzu auch den Beitrag von Regina Betz in diesem Band.

¹⁰ IPCC 2014; Spiegel online, 16.11.2011, www.spiegel.de/wissenschaft/natur/uno-report-zum-extremwetter-menschheit-muss-mehr-hitzeschocks-und-hochwasser-verkraften-a-798143.html (7.2.2016).

der Welt überflutet (67, 128ff.). «Grosse Teile Afrikas werden auf Dauer zu Katastrophengebieten werden. Das Amazonasgebiet wird sich womöglich in eine Strauchlandschaft oder gar eine Wüste verwandeln. Und die gesamte Landwirtschaft wird in einem nie dagewesenen Ausmass bedroht sein.» (149) Am Ende, so Emmott, stehe das Überleben der Spezies Mensch auf dem Spiel.¹¹

Aber nicht nur der Klimawandel und andere ökologische wie demografische Entwicklungen bedrohen die Menschheit. Auch der globale Atomkrieg, der in der gegenwärtigen Situation einer nichtpolaren Weltordnung wieder wahrscheinlicher geworden ist (nicht zuletzt durch die offene oder klandestine atomare Aufrüstung einiger Diktaturen wie Iran und Nordkorea und die Gefahr einer Proliferation von Massenvernichtungswaffen an terroristische Organisationen), kann das völlige Ende der Menschheit bedeuten. Schon 1958 schrieb der Philosoph Karl Jaspers:

«Die Atombombe ist heute für die Zukunft der Menschheit drohender als alles sonst. Bisher gab es wohl irrealer Vorstellungen des Weltendes. [...] Jetzt aber stehen wir vor der realen Möglichkeit eines solchen Endes. Nicht mehr ein fiktiver Weltuntergang, überhaupt kein Untergang der Welt, sondern die Tötung allen Lebens auf der gesamten Erdoberfläche ist die mögliche Realität, mit der von nun an zu rechnen ist, und zwar – bei dem wachsenden Tempo aller Entwicklungen – schon in naher Zukunft.» (Jaspers 1982, 21–22)¹²

Die Auswirkungen eines globalen Atomkrieges wären katastrophal: Hitze, Druckwellen, Kernstrahlung und Flächenbrände, die auf die Atomexplosionen unmittelbar folgten, würden Hunderte Millionen Menschen sofort töten. In den Jahren danach würde der radioaktive Niederschlag Krankheiten wie Hautkrebs und Leukämie auslösen, die weitere Millionen, wenn nicht Milliarden Menschenleben fordern würden. Dazu kämen die atmosphärischen Auswirkungen eines Atomkrieges: Nach den Explosionen würde sich der Himmel durch Russ, Rauch und die verdampfte Erde verdunkeln. Ein «nuklearer

11 Das Szenario des Erdkollapses entfaltet mit filmischen Mitteln das britische Doku-Drama *The Age of Stupid* (2009). Dass die ökologische Zerstörung die Menschen am Ende zwingt, die Erde zu verlassen, ist zentrales Motiv neuerer Science-Fiction-Filme wie z. B. *Red Planet* (2000), *After Earth* (2013) und *Interstellar* (2014).

12 Die Gefahr und die Folgen eines nuklearen Armageddon wurden seit den 1950er-Jahren wiederholt in Filmen thematisiert, etwa in *On the Beach* (1959), *Fail-Safe* (1964), *Dr. Strangelove* (1964), *The Day After* (1983) und *Threads* (1984). Zum Genre der (nuklearen) Postapokalypsen gehören auch die vier Mad-Max-Filme des australischen Regisseurs George Miller und die amerikanische Fernsehserie *The 100*.

Winter» setzte ein, der eisige Kälte mit radioaktiven Stürmen verbände. Das Trinkwasser wäre verstrahlt, Tiere und Pflanzen würden sterben. Dies führte zum Ausfall der menschlichen Nahrungsmittelversorgung – so die Ergebnisse einer Forschergruppe um den Biologen Paul R. Ehrlich und den Astronomen Carl Sagan, die die weltweiten Folgen eines Atomkrieges als Erste umfassend untersuchten (Ehrlich/Sagan 1985; vgl. die neueste Studie von Helfand u. a. 2013, die zu vergleichbaren Ergebnissen kommt). Wie menschliches Leben unmittelbar nach der Katastrophe noch aussehen könnte, schildert Cormac McCarthy eindrucksvoll in seinem Roman *The Road* (McCarthy 2006; verfilmt 2009).¹³ Die Überlebenden einer nuklearen Katastrophe sind einfach nur diejenigen, die etwas später sterben (vgl. Horn 2014, 150–161). Ein globaler Atomkrieg würde sehr wahrscheinlich das Ende der Menschheit bedeuten (Rees 2003, 39–40; Ehrlich/Sagan 1985, 123–124).

Heute, mehr als zwei Jahrzehnte nach dem Ende des Kalten Krieges, sind weltweit noch immer 15 800 nukleare Sprengköpfe vorhanden, 4100 davon sind unmittelbar einsatzbereit, wie Daten der Federation of American Scientists für das Jahr 2015 zeigen.¹⁴

Aber auch andere Ursachen für das Aussterben der Menschheit durch Menschenhand sind inzwischen vorstellbar geworden:¹⁵ Pandemien durch Mikroorganismen oder durch künstliche, in Laboratorien gezüchtete Viren, die ausser Kontrolle geraten¹⁶ oder von Flugzeugen gezielt verbreitet werden, könnten ganze Landstriche entvölkern (Rees 2003, 9). Zudem könnten naturwissenschaftliche Experimente gefährlich misslingen: Unfälle mit Teilchenbeschleunigern, Quantenexplosionen, schwarze (Mini-)Löcher oder Antimaterie, die der Mensch selbst erzeugt hat, könnten den Raum «zerreißen» oder ganz «verschlingen» (Rees 2003, 9, 128–143; Keulemans 2010, 31–40). Genetisch veränderte, Unfruchtbarkeit erzeugende Pflanzen könnten das Ende der Menschheit heraufbeschwören (Keulemans 2010, 206). Und

13 In *The Road* (2009) wird – wie in *Hell* (2011) und *The Colony* (2013) – die Anomie der «letzten Tage» durch Kannibalismus gekennzeichnet.

14 <http://fas.org/issues/nuclear-weapons/status-world-nuclear-forces> (9.2.2016).

15 Arte: *Das Ende der Menschheit* 2/2, www.youtube.com/watch?v=19HkRSXzJj8 (9.2.2016); Leslie 1996, 4–13.

16 Szenarien dieser Art entfalten u. a. die Filme *Outbreak* (1995), *Twelve Monkeys* (1995), *28 Days Later* (2002), *I Am Legend* (2007), *Blindness* (2008), *The Happening* (2008) (hier ist es ein natürliches Nervengift, das die Menschheit bedroht), *Carriers* (2009), *Faktor 8* (2009) und *Contagion* (2011).

was die computertechnische Entwicklung angeht: Auch von künstlicher Intelligenz und «genetischer Software» gesteuerte (Kampf-)Roboter¹⁷ oder Drohnen, nanotechnische Waffen (wie Gift injizierende Fluggeräte von der Grösse eines Moskitos) und sich selbst replizierende, aus dem Ruder laufende Maschinen könnten der Menschheit einmal gefährlich werden (a. a. O., 23–30, 74–80).

Martin Rees, Astrophysiker und Katastrophenforscher am Centre for the Study of Existential Risk an der Universität Cambridge,¹⁸ hat versucht, die Wahrscheinlichkeit für das Überleben der Menschheit in den kommenden 100 Jahren abzuschätzen. Zu den tödlichsten Gefahren zählen nach seiner Auffassung: der Atomkrieg (Eintrittswahrscheinlichkeit: 33 %), Killerviren (10 %), «böartige Nano-Maschinen» (0,1 %), der Einschlag eines Asteroiden (0,1 %) sowie «das letzte Experiment» – etwa mit einem Teilchenbeschleuniger –, das die Erde komplett zerstören könnte (0,001 %).¹⁹

Viele der genannten Risiken liegen in unserer Hand. Wir haben sie verursacht, wir können sie kontrollieren, auch wenn wir sie vielleicht nicht (mehr) völlig beherrschen können. Es liegt an uns, so lautet der oft wiederholte Appell, unser Verhalten zu ändern, die Natur zu schonen, auf ebenso gefährliche wie unkontrollierbare wissenschaftliche oder technische Entwicklungen zu verzichten und damit unser eigenes Leben zu retten. Die Narrative von Katastrophenfilmen (vgl. Abschnitt 5.1) und Science-Fiction-Romanen reagieren auf die Untergangsprognosen der Naturwissenschaft (Horn 2014). Sie entfalten apokalyptische Szenarien und machen sie in unserer Alltagskultur vorstellbar. Das dient nicht zuletzt dem Zweck, uns Gefahren vor Augen zu führen und zu warnen, *heute* Massnahmen zu ergreifen, politisch aktiv zu werden und Einstellungen zu verändern. Sie mahnen uns, Technologie und wissenschaftlichen Fortschritt zu *drosseln*, nicht alles zu tun, was technisch möglich ist, und «einzuhalten», wie der deutsch-jüdische Philosoph Hans Jonas in seinem Buch *Das Prinzip Verantwortung* (1979) kategorisch gefordert hat (Jonas 1982). Das «Gebot der Bedächtigkeit» und der «Selbstbeschränkung» müsse, so Jonas, gegen das «aufs Ganze Gehen» der modernen Technologie in Anschlag gebracht werden (a. a. O., 71). Denn niemals dürfe die Existenz der Menschheit zum Einsatz in der Wette des Handelns gemacht

17 Welche Gefahren von KI-gesteuerten Kampfrobotern ausgehen könnten, wird in den Science-Fiction-Filmen *Terminator* (1984), *Terminator 2* (1991, mit weiteren Fortsetzungen) und *I, Robot* (2004) vor Augen geführt.

18 <http://cser.org>.

19 www.presseportal.de/pm/33221/902535 (5.2.2017).

werden (81f.). Es bedürfe einer neuen «Ethik der Erhaltung, der Bewahrung, der Verhütung und nicht des Fortschritts» (249).

Diese Haltung, so achtungsgebietend sie sein mag, erscheint jedoch nur auf den ersten Blick plausibel. Denn es gibt neben den genannten Gefährdungen, die der Mensch selbst verursacht hat, noch die anderen, die ebenso grossen, wenn nicht grösseren Existenzrisiken, die durch die wissenschaftliche Arbeit der letzten Jahrzehnte inzwischen als gut erforscht gelten können: Die Bedrohung durch Asteroiden, Kometen, Gammastrahlen, Neutronensterne usw. Rettung brächte hier allein, so erklären zeitgenössische Naturwissenschaftler wie der schon zitierte britische Astrophysiker Stephen Hawking, die Flucht in den Weltraum. Um diese aber bewerkstelligen und die Menschheit «retten» zu können, so Hawking, wäre nicht *weniger*, sondern *mehr* in den naturwissenschaftlichen und technischen *Fortschritt* zu investieren, wäre nicht «einzuhalten», sondern eine *Erweiterung* unserer Macht über die Naturkräfte und uns selbst anzustreben.

2.2 Natürliche Gefahren

*Was unterscheidet
Götter von Menschen?
Dass viele Wellen
Vor jenen wandeln,
Ein ewiger Strom:
Uns hebt die Welle,
Verschlingt die Welle,
Und wir versinken.*

Johann Wolfgang von Goethe, Grenzen
der Menschheit (1789)

Die Erde hat einen Durchmesser von 12 742 Kilometern. Ihr Gewicht beträgt ca. 6 Trilliarden Tonnen. Doch trotz ihrer fast unvorstellbaren Grösse kann sie durch Naturkatastrophen vollständig zerstört werden. Die Menschheit würde untergehen.

Eine ganze Reihe von Risiken geht von unserem Planeten selbst aus: Erdbeben,²⁰ Supervulkane und Tsunamis,²¹ die Gefahr einer neuen Eiszeit,²² das allmähliche Erstarren des (äusseren) Erdkerns (das die geologischen Prozesse auf der Erde stark verändern dürfte)²³ usw. All das (und vieles andere mehr)²⁴ lässt den langfristigen Fortbestand menschlichen Lebens auf unserem Planeten unwahrscheinlich erscheinen.

Schauen wir uns einige der Gefahren genauer an. Zunächst der sogenannte «Supervulkanismus»:²⁵ Der auf Sumatra gelegene Vulkan Toba löschte vor ca. 74 000 Jahren fast die gesamte Menschheit aus. Magma und Gase wie Schwefeldioxid, das in der Atmosphäre zu hochgiftiger Schwefelsäure wird, strömten dort über mehrere Tage aus. Besonders gefährliche Folgen hatte auch die immense Aschewolke, die sich entwickelte. Schätzungen zufolge spie der Toba 2800 Kubikkilometer Magma aus – mehr als die zweitausendfache Menge, die bei der Eruption des Mount St. Helens im US-Bundesstaat Washington vor 35 Jahren freigesetzt wurde (die grösste Eruption des 20. Jahrhunderts). Feinste Staubpartikel und Aerosole stiegen in die Stratosphäre auf. Sie blockierten das Sonnenlicht und kühlten das Klima auf Jahre hin ab. Ein «vulkanischer Winter» war die Folge. Die Vegetation starb ab. Zahlreiche Tierarten gingen zugrunde. Die Nahrungsquellen des Menschen versiegten.²⁶ Weil nur wenige Menschen dieser Katastrophe entgingen, war das Erbgut der folgenden Generationen so homogen: Sie alle stammten

20 Oeser 2011, 104–126; die letzten grossen Erdbeben, auf Haiti im Januar 2010 und in China im Jahre 1977, kosteten 200 000 bzw. 650 000 Menschenleben.

21 Im 20. Jahrhundert wurden insgesamt 1044 Tsunamis gezählt, davon ca. ein Viertel in Japan. Der schwerwiegendste Tsunami ereignete sich nach einem Seebeben im Indischen Ozean im Dezember 2004. In dreizehn Ländern Asiens und Afrikas starben mehr als 230 000 Menschen, über 3 Millionen Menschen wurden obdachlos. www.aktion-deutschland-hilft.de/de/fachthemen/natur-humanitaere-katastrophen/tsunamis/die-folgen-schwersten-tsunamis/?wc_id=5323&ref_id=goo2&gclid=CJfUwJHPocoCFYMSwwodbvMAKQ (11.1.2016).

22 Hanslmeier 2011, 42; Keulemans 2010, 177–185. Von dieser Gefahr handelt der Hollywood-Film *The Day After Tomorrow* (2004).

23 Dieses Szenario entfaltet der Spielfilm *The Core* (2003).

24 Arte: *Das Ende der Menschheit* 1/2, www.youtube.com/watch?v=ZDV4xrvIwHY (12.1.2016); Leslie 1996; Keulemans 2010.

25 Arte: *Der Supervulkan*, www.youtube.com/watch?v=OR1Ca9YQ_zQ (13.1.2016); Keulemans (2010), 165–172.

26 www.spiegel.de/wissenschaft/natur/supervulkan-toba-magma-pfannkuchen-vor-ausbruch-des-vulkans-a-1000133.html (11.1.2016).

von den wenigen Tausend Vorfahren ab, die den Ausbruch des Toba weltweit überlebt hatten.²⁷

47 Supervulkane wurden bislang auf der Erde gezählt. Viele davon sind nicht mehr aktiv, aber die verbliebenen stellen eine grosse Bedrohung für die Menschen dar. So kostete 1815 der Ausbruch des Vulkans Tambora im heutigen Indonesien nicht nur Zehntausenden von Einwohnern unmittelbar das Leben. Die in die Stratosphäre geschleuderte Asche und der Schwefel verdunkelten die Sonne und beeinflussten das Wetter so stark, dass im entfernten Europa und in Nordamerika kalte, nasse Sommer, eisige Winter und massive Ernteaussfälle über mehrere Jahre die Folge waren. Die Durchschnittstemperaturen in Europa sanken in den folgenden drei Jahren um bis zu 10 Grad Celsius, mit der Folge schwerer Unwetter (Horn 2014, 73f.; Oeser 2011, 132–135).²⁸ Weitere schwere Vulkanausbrüche ereigneten sich 1985 in Bolivien (22 000 Tote), 1883 auf der Insel Krakatau (40 000 Tote) und 1783/1784 in Island: Ein Viertel der Bevölkerung starb dort an den Folgen der Eruption der Laki-Krater (Keulemans 2010, 166; Oeser 2011, 135–142).

Erdgeschichtlich betrachtet fallen ausgedehnte Phasen des Supervulkanismus regelmässig mit Zeiten massiven Artensterbens zusammen. Fünf solcher Phasen des massiven Artensterbens hat es in der Vergangenheit bereits gegeben (Hanslmeier 2011, 30). Nichts deutet darauf hin, dass eine sechste nicht folgen könnte (Keulemans 2010, 172).

Aber nicht nur von unserem Planeten gehen grosse Gefahren für die Menschheit aus. Die Erde selbst ist bedroht. Sie ist mehr als 4,5 Milliarden Jahre alt. Dass sie weitere Milliarden Jahre existieren wird, ist alles andere als sicher. Denn es gibt zahlreiche Gefahren im All, die zu ihrer völligen Zerstörung führen können. So etwa das Verlöschen der Sonne (Wahrscheinlichkeit 100 %, allerdings erst in ferner Zukunft), wandernde schwarze Löcher (Wahrscheinlichkeit geringer als 1:1 Billion), Gammablitz, Pulsare und Magnetare (möglich, aber ebenfalls sehr unwahrscheinlich), der Einschlag von

27 www.sueddeutsche.de/wissen/supervulkan-toba-die-groesste-krise-der-menschheit-1.466786 (11.1.2016). In den letzten 5000 Jahren hat sich die genetische Vielfalt dank der starken Zunahme der Weltbevölkerung allerdings wieder deutlich erhöht.

28 Auf dem Szenario (plötzlicher) tektonischer Plattenverschiebungen und dadurch ausgelöst Supervulkane, Erdbeben und Tsunamis baut der Hollywood-Katastrophenfilm *2012* (2009) von Roland Emmerich auf.

grösseren Asteroiden und Kometen (recht wahrscheinlich)²⁹ oder die Kollision mit einem vagabundierenden Planeten (möglich) – all dies stellt eine mehr oder weniger massive Bedrohung für die Existenz der Menschheit dar (Keulemans 2010).

So wird eines Tages die Sonne verlöschen. Ihr Wasserstoffvorrat ist endlich. Irgendwann wird er verbraucht sein. Dann wird sie sich um das 200-fache des jetzigen Durchmessers ausdehnen und in einen glühenden «roten Riesen» verwandeln. Sie wird anschwellen und alles in unserem Sonnensystem verglühen lassen, bevor sie am Ende selbst explodiert und zu einem «weissen Zwerg» zusammensackt. Das alles wird noch einige, vielleicht 5–7 Milliarden Jahre dauern. Aber erträgliche Wärme wird es auf der Erde nur noch maximal eine Milliarde Jahre geben, möglicherweise deutlich weniger. Danach wird es schlicht zu heiss werden für pflanzliches, tierisches und menschliches Leben. Schliesslich wird die Erde von der sich immer weiter ausbreitenden Sonne komplett verschlungen werden. Dieses Ende wird kommen, auch wenn es, wie gesagt, noch einige Zeit auf sich warten lässt.³⁰

Des Weiteren können im All zerstörerische Gravitationskräfte, vor allem durch sogenannte schwarze Löcher, entstehen: Ein schwarzes Loch («gravitationally collapsed star») ist ein astronomisches Objekt, dessen Gravitation extrem stark ist, sodass aus diesem Raumbereich *nichts* mehr entkommen kann, nicht einmal Licht. Käme ein «wanderndes» schwarzes Loch der Erde zu nahe, würde sie aus ihrer Umlaufbahn gezogen, aus dem Sonnensystem geschossen und im Weltall in Kälte und Dunkelheit verschwinden. Käme das schwarze Loch dem Planeten urplötzlich sehr nahe, würde er schlicht aufgesaugt werden und im schwarzen Loch «verschwinden». Es kann Millionen solcher schwarzen Löcher im Weltall geben. Jede Spiralgalaxie könnte ein schwarzes Loch in ihrem Zentrum haben. Dennoch erscheint dieses Szenario der völligen Zerstörung der Erde durch ein schwarzes Loch – ebenso wie andere Gefahren, die von kollabierenden Sternen ausgehen, etwa Gamma-

29 Die Wahrscheinlichkeit, dass etwa der Asteroid 2007 VK184 mit einem Durchmesser von ca. 170 Metern auf der Erde einschlägt (er könnte ein komplettes Bundesland zerstören), wird mit 1:1800 angegeben. www.welt.de/wissenschaft/weltraum/article113799733/Der-gefährlichste-Asteroid-den-wir-jetzt-kennen.html (8.9.2017).

30 Keulemans 2010, 43–48; Hanslmeier 2011, 77–78; Dietrich Lemke, Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg: Das todsichere Ende der Erde – wie viel Zeit bleibt uns noch?, www.youtube.com/watch?v=xWtH8a1QzQ0 (27.12.2015).

blitze – den Naturwissenschaftlern zurzeit weniger wahrscheinlich, weil deren Entfernungen von der Erde zu gross sind.³¹ Vor einiger Zeit wurden Astrophysiker beauftragt herauszufinden, welche Auswirkungen der Treffer eines in einer Entfernung von maximal 500 Lichtjahren entstehenden Gammablitzes auf die Erde hätte. Solche Gammastrahlenausbrüche setzen in Sekunden so viel Energie um wie die Sonne in Milliarden von Jahren. Die Wissenschaftler vermuteten, dass ein Treffer eine sehr hohe Zahl Menschenleben fordern könnte (die Überlebenswahrscheinlichkeit betrüge möglicherweise nur 1:10). Zudem würde die Ozonschicht schwer beschädigt, wodurch es zu langanhaltenden Veränderungen des Klimas und zu einem Engpass bei der Nahrungsmittelversorgung kommen würde. Gammablitzes jenseits von 3000 Lichtjahren, so die Forscher, stellten dagegen keine Gefahr dar.³²

Eine andere, weit wahrscheinlichere Bedrohung für Erde und Menschheit sind Kollisionen mit Materieteilen, die in grosser Zahl im Weltall herumtreiben. Diese Teile haben sehr unterschiedliche Grössen, von der eines Kieselsteins bis zu der eines Planeten. Sie bewegen sich im All mit einer Geschwindigkeit von vielen Kilometern pro Sekunde – weisen also eine gewaltige kinetische Energie auf. Sie haben das Potenzial, die Erde und alles Leben auf ihr vollständig auszulöschen.

Hierbei stellen Kometen nach herrschender Auffassung ein etwas geringeres Risiko dar. Kometen sind kleinere kosmische Flugkörper und weisen in der Regel einen Durchmesser von einigen Kilometern auf. Sie sind an ihrem meist mehrere Millionen Kilometer langen Schweif gut erkennbar, der durch Ausgasen in den sonnennahen Teilen ihrer Bahn entsteht. Kometen setzen sich im Wesentlichen aus Eis, Staub und lockerem Gestein zusammen. Sie bildeten sich bei der Geburt des Sonnensystems in dessen äusseren, kalten Bereichen, wo die Wasserstoff- und Kohlenstoffverbindungen zu Eis kondensierten. Von den bis 2014 katalogisierten 10 713 erdnahen Objekten sind 94 Kometen und 10 619 Asteroiden. Damit sind etwas weniger als ein Prozent aller bis heute bekannten Erdbahnkreuzer Kometen.³³

Die Wahrscheinlichkeit eines Impakts ist bei Kometen schwieriger einzuschätzen als bei Asteroiden, deren Bahnen vergleichsweise stabiler sind. Die Bahnen der Kometen sind ziemlich unberechenbar, weil sie auf ihrem Flug

31 www.theguardian.com/science/2017/jan/07/evidence-of-supermassive-black-holes-found-in-neighbouring-galaxies (22.5.2017).

32 www.spektrum.de/news/das-vermutlich-groesste-feuerwerk-im-all/1433546; <https://de.wikipedia.org/wiki/Gammablitz> (12.1.2017).

33 <https://de.wikipedia.org/wiki/Komet> (12.1.2017).

Gas und Materiefragmente verlieren (Rees 2003, 105). Bislang ist kein grösserer Kometeneinschlag auf der Erde gesichert bestätigt. Man nimmt an, dass kleinere Kometen oder Kometenbruchstücke nur geringe Spuren auf der Erde hinterlassen haben, da ihr Eis beim Eintritt in die Atmosphäre verdampfte und ihre Gesteinsbestandteile noch in der Atmosphäre verstreut wurden. Der Einschlag eines grösseren Kometen würde fatale Folgen haben: Da Kometenkerne vereinzelt bis zu 100 Kilometer gross sein können und sich viele von ihnen rückläufig um die Sonne drehen, sich also mit einer sehr viel grösseren Aufprallgeschwindigkeit in die Erde bohren würden als Asteroiden, würde die Kollision mit einem grösseren Kometen zu einer Kataklyse führen, die ein Massenaussterben zur Folge hätte.³⁴

Ein möglicher Kandidat hierfür ist der Komet Swift-Tuttle, der eine Grösse von etwa 16 Kilometern hat und der die Erde im Jahr 2126 am Kreuzungspunkt der beiden Bahnen nach heutiger Berechnung nur um knapp zwei Wochen verpassen wird (Steel 2001, 12) – sollte er seine Flugbahn nicht noch ändern. Hinzu können jederzeit neue Kometen kommen, die unerwartet auftauchen, weil sie zum Teil Millionen von Jahren unterwegs sind, bis sie aus der Oort'schen Wolke ins Innere des Sonnensystems gelangen und dann von Menschen beobachtet werden können. Nur ein Bruchteil aller Kometen dürfte bis heute bekannt sein.

Noch gefährlicher als Kometen können die schon mehrfach angesprochenen Asteroiden werden. Asteroiden sind Gesteinsbrocken unterschiedlicher Grösse und Umlaufbahn, die sich in der Regel rechtsläufig um die Sonne bewegen. Sie sind grösser als Meteoroiden, aber kleiner als Planeten. Asteroiden, von denen es in unserem Sonnensystem weit mehr als eine Million geben soll, haben im Gegensatz zu den Planeten eine zu geringe Masse, um eine annähernd runde Form anzunehmen, und sind daher von unregelmässiger Gestalt. Nur die wenigsten weisen einen Durchmesser von mehr als 100 Kilometern auf. Etwa 10 000 Asteroiden befinden sich in Erdnähe, etwa 1000 davon sind grösser als ein Kilometer. Ab etwa 10 Kilometern Grösse werden Einschläge durch kosmische Körper für das Überleben der Menschheit generell bedrohlich.³⁵

34 DLR / Institute of Planetary Research: The Asteroid and Comet Impact Hazard, www.dlr.de/pf/en/desktopdefault.aspx/tabid-174/319_read-18993 (22.5.2017). Ein solches Untergangsszenario entwickelt der Hollywood-Film *Deep Impact* (1998).

35 Hanslmeier 2011, 134–149. Die Filme *When Worlds Collide* (1951), *Meteor* (1979), *Armageddon* (1998), *Collision Earth* (2011), *Melancholia* (2011) und *Seeking a Friend for the End of the World* (2012) inszenieren – auf sehr unterschiedliche Weise – das bevorstehende Ende der Menschheit durch den Impakt eines kosmischen Flugkörpers.

In den vergangenen Jahrmillionen kam es wiederholt zu Treffern, die mit einem massiven Artensterben verbunden waren – wie aus Fossilienfunden und anderen Hinweisen geschlossen werden kann. So verursachte nach heutiger Kenntnis ein Meteorit, der vor ca. 65 Millionen Jahren die Halbinsel Yukatán in Mexiko traf, das Aussterben der Dinosaurier. Er hatte eine Grösse von etwa 10–15 Kilometern, war also grösser als der Mount Everest (Steel 2001, 62–65; Rees 2003, 101; Oeser 2011, 60–92). Er riss einen Krater von etwa 200 Kilometern Durchmesser. Sein Einschlag war so energiereich wie mehrere Hundert Millionen Hiroshima-Bomben³⁶ – mit vergleichbarer lethaler Wirkung. Der infolge des Impakts verdampfende Kalkstein setzte grosse Mengen Kohlendioxid und Sulfat frei, die als Schwefelsäure auf die Erde herabregneten, welche die kalkigen Schalen der Foraminiferen angriff. Diese Einzeller waren die bevorzugte Nahrungsquelle der im Meer lebenden Ammoniten, die nun ausnahmslos zugrunde gingen. Die Nahrungskette im Meer brach zusammen – wie auch an Land durch die sterbende Pflanzenwelt (Kehse 1998). Damit war das Schicksal vieler Tierarten, nicht nur der Dinosaurier, besiegelt. Über 70 % der Arten verschwanden damals von der Erdoberfläche – so die heute in der Naturwissenschaft breit geteilte Auffassung (Keulemans 2010, 111–116; Oeser 2011, 62, 90).

Zurzeit sind einige Asteroiden bekannt, die der Erde in den nächsten Jahrzehnten zur Gefahr werden können, wenngleich sie nicht das Potenzial für ihre totale Zerstörung haben. So stellt etwa der Asteroid 4179 Toutatis eine solche Bedrohung dar (Steel 2001, 120–121): Der 1989 von Christian Pollas entdeckte, etwa 4,8 Kilometer lange Asteroid nähert sich aufgrund seiner exzentrischen Umlaufbahn etwa alle vier Jahre der Erde an. Am 29. September 2004 ist Toutatis in nur etwa vierfachem Mondabstand (1 549 719 km) an der Erde vorbeigezogen. Nach mehreren Kreuzungen der Erdbahn in grösserer Entfernung wird Toutatis im November 2069 in einem Abstand von ca. 3 Millionen Kilometern erneut die Erde passieren – sofern seine Flugbahn nicht noch verändert wird durch unvorhergesehene Einflüsse.³⁷

Oder der Asteroid Apophis, der am 13. April 2029 die Erde in geringer Höhe passieren und sieben Jahre später auf einer nicht exakt voraussagbaren Flugbahn wiederkehren wird: Er könnte 2036 mit der Erde kollidieren. Apophis wiegt etwa 20 Millionen Tonnen und hat einen Durchmesser von ca. 320 Metern. Im Falle eines Einschlags würde er eine Energie von vielen Zehntausend Hiroshima-Bomben freisetzen. Diese Energie entspräche

36 https://en.wikipedia.org/wiki/Chicxulub_crater (4.9.2016).

37 www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=3624 (13.1.2016).

einem Erdbeben der Stärke 8,0. Die genauen Folgen des Impakts hängen von der (noch unbekannten) Zusammensetzung des Asteroiden ab sowie vom Ort und Winkel seines Einschlags. Trifft er auf dem Festland auf, so würden regional grosse Schäden entstehen. Die Überlebenswahrscheinlichkeit stiege aber schon ausserhalb eines Umkreises von etwa 250 Kilometern um den Aufschlagpunkt wieder stark an. Träfe Apophis auf dem Wasser auf, so bestünde die Gefahr massiver Tsunamis, die eine Wellenhöhe von 50 bis 100 Metern erreichen könnten. Die Folgen wären verheerend, blieben aber kontinental begrenzt. Für eine Totalzerstörung der Erde und ein Auslöschen der Menschheit ist Apophis deutlich zu klein; dafür müsste die Einschlagenergie erheblich grösser sein.³⁸

Echte Kandidaten für schwere Verwüstungen, wenn nicht den Untergang, sind dagegen die Asteroiden 1998 KU2, 2001 WN5, 2002 CU11, 1999 AN10 und 1997 XF11 (Keulemans 2010, 129).

Die letzten tatsächlichen Kollisionen mit grösseren kosmischen Flugkörpern gab es 2008 und 2013: Am 7. Oktober 2008 schlug in der Nubischen Wüste im Sudan ein etwa Lkw-grosser Gesteinsbrocken mit der Bezeichnung 2008 TC3 ein, der gut 20 Stunden vor dem Einschlag von Astronomen entdeckt worden war. Das etwa 80 Tonnen schwere Objekt explodierte in 37 Kilometer Höhe und richtete keine Schäden an. Es war das erste Mal, dass ein Asteroid schon vor seinem Einschlag entdeckt worden war, sodass die Flugbahn und der Einschlagpunkt vorher korrekt berechnet werden konnten.³⁹

Der Meteor von Tscheljabinsk, dessen Reste am 15. Februar 2013 um ca. 9.20 Uhr Ortszeit im russischen Ural einschlugen und von zahlreichen Beobachtern gefilmt werden konnten, war der wohl grösste Meteor, der die Erde in den letzten rund hundert Jahren erreichte. Nach Augenzeugenberichten stürzte ein Bruchstück in den Tschebarkulsee etwa 80 Kilometer südwestlich von Tscheljabinsk, wo sich ein Loch von etwa sechs Metern Durchmesser in der Eisdecke des zugefrorenen Sees bildete. Die Schäden waren nicht sehr gross; es gab zahlreiche Verletzte, aber keine Toten.⁴⁰

38 Hansmeier 2011, 138f.; www.welt.de/wissenschaft/weltraum/article160310441/Zerstort-ein-Asteroid-im-Jahr-2036-die-Erde.html (17.12.2016).

39 www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/sudan-forscher-finden-einmalige-meteoriteneintrum-a-615560.html (13.1.2016).

40 www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/tscheljabinsk-meteorit-anatomie-einer-beinahe-katastrophe-a-932197.html (7.1.2016).

Der Meteor von Tscheljabinsk kam aus der Richtung der Sonne und konnte daher von keinem der Himmelsüberwachungsprogramme, die von einigen Staaten inzwischen unterhalten werden (z. B. Near-Earth Asteroid Tracking [NEAT] oder Spacewatch), entdeckt werden.⁴¹ In der Zukunft sollen verbesserte Beobachtungsinstrumente und Beobachtungsstationen helfen, auch kleinere Körper rechtzeitig im All aufzufinden, um sie bei einer konkreten Bedrohung ablenken oder zerstören zu können (etwa mittels Heliostaten, Laserstrahlen, Nuklearbomben oder durch *Beschuss mit einer Raumsonde*), bevor es zu einem Impakt kommt. Grössere Körper dagegen würden sich auch bei sehr frühzeitiger Entdeckung nach heutiger Kenntnis und technologischer Fähigkeit nicht beseitigen lassen.

Grössere Einschläge auf der Erde sind zwar selten, kommen aber vor, wie auf der Grundlage von geologischen Untersuchungen gezeigt werden konnte. Dutzende von Einschlagkratern mit einem Durchmesser von mehr als 10 Kilometern wurden gefunden. Einige davon sind bis zu 300 Kilometer gross. Man nimmt an, dass ein mehr als 10 Kilometer grosser Asteroid, der ein massenhaftes Artensterben auslösen würde, etwa alle 50 bis 100 Millionen Jahre die Erde trifft (Rees 2003, 101) – der letzte Impakt dieser Art erfolgte, wie gesagt, vor 65 Millionen Jahren. Kleinere Einschläge geschehen dagegen fast täglich auf der Erde, auch wenn sie meist unbeachtet bleiben. So erreichen jeden Tag mehrere Dutzend Tonnen Staub und sandkorngrösse Partikel unseren Planeten. Etwa einmal pro Jahr verbrennt ein autogrosser Asteroid in der Erdatmosphäre.⁴² Mittlere Meteorite von 50 Metern Durchmesser scheinen die Erde circa alle 100 Jahre zu treffen (Rees 2003, 102). Etwa alle 2000 Jahre schlägt ein fussballfeldgrosser Meteorit auf der Erdoberfläche ein und verursacht grössere Schäden in der jeweiligen Impaktzone.⁴³ Und Objekte von ein bis zwei Kilometern Grösse – ab hier beginnt es für die Menschheit gefährlich zu werden – schlagen etwa alle hunderttausend Jahre auf («genaue Angaben sind nicht möglich, aber dies scheint eine vernünftige Annahme zu sein») und könnten dabei – abhängig von Aufprallgeschwindigkeit, Zusammensetzung, Aufprallort und anderen Faktoren – «viele Hundert Millionen, wenn nicht sogar Milliarden Tote» zur Folge haben, so die Astrophysiker Andrea Carusi und Brian Marsden (2001, 6). Statistisch gesehen bedeutet das: Die Wahrscheinlichkeit, an den Folgen eines

41 www.nasa.gov/feature/five-years-after-the-chelyabinsk-meteor-nasa-leads-efforts-in-planetary-defense (16.3.2017).

42 www.nasa.gov/mission_pages/asteroids/overview/fastfacts.html (3.9.2016).

43 Ebd.

kosmischen Einschlages zu sterben, ist für jeden Einzelnen von uns grösser, als mit einem Flugzeug abzustürzen, erklärt der britische Astronom Duncan Steel (2001, 122).⁴⁴

Zwar befindet sich das meiste Gestein im Weltall weit entfernt von der Erde und wird durch Gravitationskräfte festgehalten, so etwa im Asteroiden-Hauptgürtel, dem Kuipergürtel oder in der Oort'schen Wolke. Gelegentlich aber gibt es Veränderungen, Störungen, und einzelne Felsbrocken werden aus ihrer bisherigen Flugbahn gebracht. Sie umkreisen dann die Sonne, stürzen in sie hinein oder werden in das Weltall hinausgeschleudert. Oder sie prallen gegen ein anderes Objekt, wie die Erde. Ihre Unberechenbarkeit verschärft die Sicherheitslage auf unserem Planeten, die durch Objekte mit bekannter Flugbahn bereits angespannt ist. Nach gegenwärtiger Kenntnis kreuzen, wie dargestellt, einige Tausend regelmässig unsere Umlaufbahn. Etwa 60 davon werden aufgrund ihrer Flugbahn und ihrer Grösse von der NASA als gefährlich eingestuft.⁴⁵ Irgendwann könnten sie auf der Erde einschlagen.⁴⁶ Die völlige Zerstörung der Erde ist also, folgen wir den naturwissenschaftlichen Befunden, nur eine Frage der Zeit.

3. Flucht von der Erde

Eine Geschichte ist dann zu Ende gedacht, wenn sie ihre schlimmstmögliche Wendung genommen hat.

Friedrich Dürrenmatt, 21 Punkte zu den Physikern (1962).

Dass unserem Planeten der Untergang durch kosmische Katastrophen droht, daran kann nach dem Gesagten offenbar kein Zweifel mehr bestehen. Die

44 Vgl. National Geographic: Der Untergang des Planeten Erde, www.youtube.com/watch?v=faqS4pdZjIQ (21.12.2015).

45 Die NASA kartografiert seit mehr als zwei Jahrzehnten alle grösseren Objekte, die der Erde gefährlich nahe kommen können (Steel 2001). Im Januar 2012 wurde die internationale Forschungsinitiative NEOSShield gegründet, welche sich ebenfalls mit Möglichkeiten der planetaren Verteidigung auseinandersetzt. <https://de.wikipedia.org/wiki/NEOSShield> (13.1.2016). Am 22. Mai 2013 wurde von Europas Weltraumorganisation ESA das Europäische Warnsystem für gefährliche Asteroiden eröffnet. www.wiwo.de/technologie/forschung/gefahrliche-himmelskoerper-europa-baut-asteroiden-warnsystem-aus/8237206.html (13.1.2016).

46 <https://de.wikipedia.org/wiki/Bahnkreuzer> (13.1.2016); Keulemans 2010, 118.

Ergebnisse naturwissenschaftlicher Untersuchungen ergeben in dieser Hinsicht ein recht eindeutiges Bild. Allein die genaue Datierung ist aufgrund der Komplexität der kosmischen Abläufe derzeit noch nicht möglich. Wir wissen noch immer nicht genau, wie viele Objekte tatsächlich die Umlaufbahn der Erde kreuzen. Selbst wenn die Wahrscheinlichkeit für die nächsten 100, 200 oder sogar 1000 Jahre relativ gering zu sein scheint, bleibt die Gefahr dennoch real: «Low probability isn't no probability», heisst es.⁴⁷ Der bereits mehrfach zitierte Astrophysiker Stephen Hawking erläutert dies so: «Although the chance of a disaster to planet Earth in a given year may be quite low, it adds up over time, and becomes a near certainty in the next thousand or 10 thousand years.»⁴⁸ Gerade aber weil der Untergang nur eine Frage der Zeit sei, so Hawking, müssten schon heute Vorkehrungen für die Evakuierung der Menschheit getroffen werden.

Auch bei der NASA wird die Lage entsprechend eingeschätzt. Schon im September 2005 erklärte einer ihrer führenden Mitarbeiter, Michael D. Griffin, in der *Washington Post*, dass die Weltraumkolonisierung das endgültige Ziel aktueller Weltraumprogramme sei und sein müsse: «[T]he goal isn't just scientific exploration ... it's also about extending the range of human habitat out from Earth into the solar system as we go forward in time ... In the long run a single-planet species will not survive.»⁴⁹

Bei kleineren kosmischen Objekten könnte die Zerstörung oder eine durch Raketen oder andere Mittel bewirkte Flugbahnänderung ausreichend sein, um die Gefahr abzuwenden. Doch bei grösseren und schnelleren Objekten wäre dies nicht möglich. Hier bliebe nach Auffassung der zitierten Wissenschaftler nur die Flucht von der Erde, zum Beispiel in nahe Zonen wie den Mars oder einen Jupitermond. Da aber bei wirklich massiven Bedro-

47 Josh Levin: How is America going to end?, in: Slate, 3.8.2009, www.slate.com/articles/news_and_politics/the_end_of_america/2009/08/how_is_america_going_to_end_6.html (8.2.2016).

48 Yahoo News: Stephen Hawking Warns of Planetary Doom (Again), 19.1.2016, <http://news.yahoo.com/stephen-hawking-warns-planetary-doom-again-195036593.html> (12.2.2016).

49 NASA's Griffin: «Humans Will Colonize the Solar System», in: Washington Post, 25.9.2005, www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2005/09/23/AR2005092301691.html (19.3.2016).

hungen (durch vagabundierende Planeten, Asteroiden von mehr als 100 Kilometern Grösse, einen Neutronenstern⁵⁰ usw.) eine Rückkehr zur Erde unmöglich sein würde und auch der Mars oder einer der Jupitermonde nicht weit genug entfernt wären, um wirklich sicher zu sein, wäre in diesem Szenario nur die Evakuierung der Menschheit in ein anderes Sonnensystem als Rettung denkbar. Deshalb, so Michael Griffin, liege es in unser aller Verantwortung, die Evakuierung der Menschheit in ein anderes Sonnensystem langfristig vorzubereiten:

«[Species have] been wiped out in mass extinctions on an average of every 30 million years [...]. There will be another mass-extinction event. If we humans want to survive for hundreds or thousands or millions of years, we must ultimately populate other planets.»⁵¹

Dem stimmt Stephen Hawking ausdrücklich zu: «I don't think we will survive another 1000 years without escaping beyond our fragile planet. [...] We must continue to go into space for the future of humanity.»⁵² Wiederholt hat Hawking unterstrichen, dass der naturwissenschaftliche und technische Fortschritt die Kolonisierung des Weltraums möglich machen werde, dass sie überlebensnotwendig sei und daher vom Staat organisiert und finanziert werden müsse: «Sooner or later disasters such as an asteroid collision or a nuclear war could wipe us all out», erklärte er in einem Radiointerview mit der BBC, «but once we spread out into space and establish independent colonies, our future should be safe.»⁵³

Wollen wir also sichergehen, dass die Menschheit überlebt, müssten wir schon heute mit den Vorbereitungen beginnen, so die Kernbotschaft der zitierten Wissenschaftler. Weil die Erde durch einen kosmischen Flugkörper (oder durch andere Ursachen) vollständig zerstört werden könne, müssten

50 Max-Planck-Institut für Astrophysik: Neutronensterne als Kanonenkugeln, www.mpa.mpa-garching.mpg.de/mpa/research/current_research/hl2003-10/hl2003-10-de.html (13.1.2016).

51 NASA's Griffin: «Humans Will Colonize the Solar System», in: Washington Post, 25.9.2005, www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2005/09/23/AR2005092301691.html (19.3.2016).

52 Mandie Sami: Humanity won't survive another 1.000 years unless it escapes Earth, physicist Stephen Hawking warns, in: ABCnet, 28.4.2015, www.abc.net.au/news/2015-04-27/hawking-says-humanity-will-not-survive-unless-it-escapes-earth/6425162 (8.2.2016).

53 Hawking: Humans must colonize other Planets, in: NBCNews, 30.11.2006, www.nbcnews.com/id/15970232/ns/technology_and_science-science/t/hawking-humans-must-colonize-other-planets/#.Vrh8Kdj2bIV (8.2.2016).

die Voraussetzungen für eine interstellare Evakuierung geschaffen werden. Denn nur so könne verhindert werden, dass unsere Spezies untergeht. Angesichts dieser mahnenden Stimmen, die die Gefahr einer Vernichtung der Menschheit als eine «reale statistische Grösse» betrachten, hat der Staatsrechtler Johannes Caspar von einer konkreten «Pflicht zur Förderung wissenschaftlicher Programme zur Sicherung essentieller Lebensinteressen künftiger Generationen» gesprochen:

«Nicht anders als bei der Anwendung von Risikotechnologien macht die Abwägung zwischen der statistischen Gefahr einer Kollision und den damit verbundenen globalen katastrophalen Folgen eine vorsorgende Entscheidung erforderlich, wobei der Grundsatz zu gelten hat: Je bedeutsamer das Schutzgut, umso geringer sind die Anforderungen an die Schadenswahrscheinlichkeit für ein präventives Handeln.» (Caspar 2001, 86)

3.1 Vorbereitungen für die Evakuierung

*Do not go gentle into that good night.
Rage, rage against the dying of the light.*
Dylan Thomas (1951)

Stephen Hawking hat die Frage nach dem Überleben der Menschheit so beantwortet: Menschen müssten in den Weltraum fliehen und neue Heimatplaneten suchen. Durch Genmanipulation könnten die Menschen den Strapazen der Reise und den Lebensbedingungen auf fremden Planeten angepasst werden.⁵⁴ Der moderne Mensch müsse, so der deutsche Raumfahrt-Philosoph Ernst R. Sandvoss, «vom homo sapiens zum homo spaciens» werden (Sandvoss 2002; vgl. Sahm u. a. 2005).

Um dieses Ziel erreichen zu können, wären zunächst (a) die notwendigen technischen Voraussetzungen zu schaffen und geeignete Antriebssysteme, Werkstoffe und Konstruktionsverfahren usw. für die interstellare Raumfahrt zu entwickeln. Sodann wären (b) geeignete Ziele zu finden, also Planeten jenseits unseres Sonnensystems («Exoplaneten»), die in der bewohnbaren («habitalen») Zone einer Sonne liegen und neben moderaten Temperaturen

54 Stephen Hawking: How can the human race survive the next hundred years?, Yahoo Blog 2006, <https://de.answers.yahoo.com/question/index?qid=20060704195516AAnrdOD> (24.3.2016).

und einer erdähnlichen Gravitation flüssiges Wasser und eine Atmosphäre mit Sauerstoff aufweisen.

a) Für den Erhalt ihrer Spezies müssten die Menschen alles daransetzen, dass wenigstens zwei oder drei Raumschiffe gebaut werden können. Technisch würde man die Einzelteile auf der Erde herstellen, mit einem Weltraum-Aufzug («Space Elevator») in einen geostationären Orbit bringen und dort zusammenbauen. Die Anforderungen an die Technik wären unvorstellbar gross, denn eine Fehlfunktion auch nur eines Teiles könnte das Ende der Mission und damit das Ende der Menschheit bedeuten. Jede Technik ist anfällig für einen GAU. Deshalb müsste ein enormer Sicherungsaufwand betrieben werden, um jeden Störfall bei der Konstruktion wie beim Flug dauerhaft zu vermeiden. Die Möglichkeit einer Verkettung unglücklicher Umstände muss antizipiert und in das System eingebaut werden, etwa durch Sicherungen und Verdopplungen. Gleichwohl wäre beim heutigen Stand der Technik ein GAU nicht sicher auszuschliessen. Denn je komplexer die Systeme sind, umso störanfälliger werden sie (man denke nur an die Challenger- und die Columbia-Katastrophe der NASA). Und doch soll man das Wagnis eingehen.

b) Es müsste zudem ein erdähnlicher Planet entdeckt werden, auf dem menschliches Leben existieren kann. Zurzeit sind mehr als zweitausend Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems bekannt.⁵⁵ Monatlich kommen neue hinzu (Mackowiak 2015, 68). Die meisten von ihnen sind der Erde völlig unähnlich. Auf ihnen ist jedes Leben unmöglich («Höllenplaneten»). Ihre Oberflächentemperatur ist zu hoch (von einigen Hundert bis über 2000 Grad heiss), mörderische Stürme wüten auf ihnen, giftige Gase prägen die Atmosphäre («Gasriesen» oder «heisse Jupiter»), zum Teil stehen sie unter ständiger, absolut tödlicher kosmischer (Röntgen-)Strahlung («Pulsar-Planeten»), auf manchen regnet es Eisen. Andere taumeln durch das Weltall, aus der Bahn geschleudert von einem «heissen Jupiter», der seine eigene Flugbahn änderte und in das fremde Sonnensystem eindrang, fern ihrer Heimatsterne – und daher dunkel und eiskalt («Waisen-Planeten» oder «Planemos»⁵⁶). Es sind Eis-Planeten mit einer gefrorenen Methan-Oberfläche und einer Temperatur von minus 200 Grad. Oder Kohlenstoff-Planeten (mit einer kohlenwasserstoffhaltigen Atmosphäre). Sie alle sind unbewohnbar.

55 <http://exoplanet.eu/catalog> (17.2.2016). Der erste Exoplanet, der um einen Stern kreist, wurde 1995 entdeckt. Drei Jahre zuvor schon war ein Pulsarbegleiter gesichtet worden. Mackowiak 2015, 33–45.

56 Planemo: planetary mass object.

Insofern scheint die Erde die grosse Ausnahme im All darzustellen. Aber ist sie auch ein einmaliger Zufall?

Wohl nicht. Die Wahrscheinlichkeit, dass es etwas Ähnliches woanders geben könnte, wenn wir nur lange genug suchen, liegt keineswegs bei Null, denn die Zahl der Planeten im Universum ist enorm gross, scheint in die Milliarden, ja Billionen zu gehen. Nach heutiger Kenntnis gibt es etwa 100 Milliarden Galaxien, die im Durchschnitt 200 Milliarden Sterne aufweisen. Wenn es nur bei jedem fünften Stern einen Planeten gibt, dann wären allein in unserer Milchstrasse etwa 40 Milliarden Planeten vorhanden und in jeder unserer grossen Nachbargalaxien jeweils weitere rund 40 Milliarden. Gehen wir davon aus, dass es neben den von der Erde aus sichtbaren rund 100 Milliarden Galaxien unzählige weitere im Universum gibt, so können wir mit Billionen von Exoplaneten rechnen. Darunter könnten Millionen bewohnbare bzw. erdähnliche Planeten sein.

Nun werden die allermeisten davon aufgrund der bestehenden Distanzen (voraussichtlich) nicht von der Erde aus erreicht werden können. Aber die Chance, dass es in nur wenigen Lichtjahren Entfernung etwas Erdähnliches gibt, ist durchaus gegeben.⁵⁷

Dazu gehören nach heutiger Kenntnis die Exoplaneten Gliese 581 d und 667 Cc. Ersterer umkreist den Roten Zwerg Gliese 581 im Sternbild Waage und ist etwa 20,4 Lichtjahre (etwa 193 Billionen Kilometer) von der Erde entfernt. Gliese 667 Cc umkreist den Roten Zwerg Gliese 667 C im Dreifach-Sternsystem Gliese 667, das im Sternbild Skorpion liegt. Er ist 22,1 Lichtjahre von der Erde entfernt.

Eine noch grössere Erdähnlichkeit in Bezug auf Grösse und Temperatur sollen die Exoplaneten Kepler-438b und -442b aufweisen. Ersterer umkreist den Roten Zwerg Kepler-438 im Sternbild Leier, der wesentlich kleiner und kühler ist als die Sonne, in 35,2 Tagen und liegt in dessen habitabler Zone. Er ist 470 Lichtjahre von der Erde entfernt. Der Exoplanet Kepler-442b, bei dem es sich ebenfalls um einen nahezu erdgrossen Gesteinsplaneten handeln soll, liegt mit 1115 Lichtjahren deutlich weiter weg. Er dreht sich um Kepler-442, einen orange leuchtenden Stern der Spektralklasse K im Sternbild Leier

57 Vgl. die Liste der potenziell bewohnbaren Planeten (The Habitable Exoplanets Catalog) der University of Puerto Rico at Arecibo: <http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog/results> (15.2.2016).

einmal in 112,3 Tagen. Die NASA gab die Bestätigung der beiden Exoplaneten am 6. Januar 2015 bekannt. Beide seien äusserst erdähnlich – und damit von besonderem Interesse.⁵⁸

3.2 Wissenschaftliche, technische und kulturelle Fragen

*Ungeheuer ist viel. Doch nichts/ Ungeheurer als
der Mensch./ [...] wenn gegen den Winter wehet/
Der Südwind, führet er aus/ In geflügelten sausen-
den Häusern.*

Sophokles, Antigone (442 v. Chr.)

Um eine Reise zu 20, 470 oder gar 1115 Lichtjahre entfernten Planeten möglich zu machen, wären enorme technische, biologische, medizinische, soziale und psychologische Vorkehrungen zu treffen. Denn selbst im günstigsten Fall einer Reise mit mehr als zehnprozentiger Lichtgeschwindigkeit würden mehrere Generationen nur reisen, ohne anzukommen. Mit den heute bekannten Antriebstechniken wäre eine so hohe Geschwindigkeit aber niemals zu erreichen – was die Reisedauer deutlich erhöhen würde. Herkömmliche chemische Triebwerke fallen als Option vollständig aus (Dyson 1981, 119). Allein die mit zu bewegende Treibstoffmasse wäre zu gross. Sie zu nutzen, wäre technisch wie ökonomisch nicht sinnvoll. Neue interstellare Antriebstechniken wären erforderlich. Aber ob sie sich entwickeln lassen werden (etwa Plasma-, Atom- oder Antimaterie-Antriebe), ist noch weitgehend unklar.⁵⁹ Im Weltraum selbst könnte eine Kombination aus Sonnensegeln (wo es Sonnen gibt) und Atomenergie der (zurzeit) sinnvollste Weg sein. Die Raumschiffe müssten zudem sehr gross sein, um ein- oder zweihunderttausend Menschen aufnehmen zu können. Dies machte besonders starke Antriebssysteme erforderlich.

Zudem müssten die Raumschiffe den Menschen ein echtes Habitat bieten, welches das Überleben der Reisenden für Hunderte von Jahren erlaubte: So müsste eine künstliche Gravitation erzeugt werden, ohne die die Menschen nicht lange überleben würden, weil sich ihre Muskulatur zurückbildete

58 www.nasa.gov/press/2015/january/nasa-s-kepler-marks-1000th-exoplanet-discovery-uncovers-more-small-worlds-in (15.2.2016); Mackowiak 2015, 119. Zum neuesten Fund (2017), Trappist-1, vgl. www.nature.com/articles/nature21360 (23.9.2017).

59 <http://100yss.org/mission/challenges> (17.5.2017); https://de.wikipedia.org/wiki/Antriebsmethoden_f%C3%BCr_die_Raumfahrt (23.2.2016).

und die Knochen Kalzium verlören. Das Skelett von Kindern könnte sich nicht entwickeln. Durch Rotation des Raumschiffs, das sich wie ein riesiger Zylinder langsam um seine eigene Achse dreht, wäre diese Schwerkraft aber künstlich herzustellen.

Für den Bau des Raumschiffs müsste auf Rohstoffe anderer Planeten, etwa Nickel, Kupfer und Platinmetalle des Mars, zurückgegriffen werden. Um die Transportkosten zu minimieren, würde man das Schiff gleich im All zusammenbauen. Denn es würde so gewaltige Ausmasse annehmen, dass es von der Erde aus aufgrund der Gravitation nicht in den Weltraum zu befördern wäre. Um dem permanenten Beschuss durch Materieteilchen und Strahlung im All standzuhalten (Steel 2001, 80–81), müsste schon seine Aussenwand so massiv und robust sein, dass sie viele Millionen Tonnen wiegen würde. Deshalb käme der Zusammenbau nur in der Schwerelosigkeit in einer Umlaufbahn um die Erde in Betracht. Roboter würden diese Aufgabe übernehmen. Solche in Weltraumfabriken arbeitende Roboter dürfte es schon in einhundert Jahren geben. Sie könnten auch beim Abbau von Rohstoffen auf Nachbarplaneten und Asteroiden eingesetzt werden. Gerard O'Neill, Maschinenbauprofessor an der amerikanischen Princeton University, hat den genauen Ablauf der Produktion eines solchen Raumschiffs schon in den 1970er-Jahren durchgespielt (Rees 2003, 190f.).

Das Raumschiff bräuchte eine künstliche Biosphäre mit künstlichem Sonnenlicht, das einen 24-stündigen Tag-Nacht-Zyklus ermöglichte, nicht zuletzt, um mittels der mitgeführten Pflanzen durch Fotosynthese Sauerstoff erzeugen zu können. Es bedürfte künstlicher Jahreszeiten, um landwirtschaftliche Produkte generieren zu können. Ein vollständiges Ökosystem, also eine optimale Anzahl und Kombination von Organismen einschliesslich Mikroorganismen, wäre mitzuführen, wobei die Auswahl schwierig wäre, da nicht «alles» auf der Erde Vorhandene transportiert werden könnte. Gehören Katzen, die Singvögel schlagen, dazu? Warane? Löwen? Würde man auf die Anopheles-Mücke verzichten, die jedes Jahr Millionen von Menschen auf der Erde mit Malariaerregern infiziert? Oder die Gelbfiebermücke, die das Dengue-Fieber verbreitet? Wie die erforderliche systemische Diversität der Arten (Biodiversität), von der wir nicht genau wissen, was sie zu unserem Leben beiträgt und in welchem Umfang sie erforderlich ist, genau aussieht und zu garantieren wäre, ist heute noch nicht zu sagen. Eine «Library of Life», eine

Bibliothek aller Arten auf der Erde, könnte zumindest tiefgefroren mitgeführt werden (Rees 2003, 111).⁶⁰ Noch einfacher und zweckdienlicher wäre es wohl, «die Natur» selbst zu erzeugen, die man mitnehmen möchte, durch gezielte gentechnische Veränderung des Erbguts von Bakterien, Pflanzen, Tieren und Menschen, um «das Leben» optimal an die veränderten Lebensumstände auf dem Raumschiff und im All anpassen zu können.

Experimente auf der Erde, die der Frage nachgingen, ob der Mensch in der Lage sei, ein künstliches Biosystem herzustellen und klimatisch wie ökologisch stabil zu halten («Biosphere 2»),⁶¹ scheiterten bislang (1991–1993, 1994): Sauerstoff ging verloren, parasitäre Mikroben im Ackerboden erhöhten die Anteile von Stickstoff bzw. Kohlendioxid in der Atmosphäre, Kakerlaken und eine bestimmte Ameisenart (Gelbe Spinnerameise) breiteten sich enorm aus, während andere Tiere und Pflanzen starben. Aus diesem Grund gilt die Frage nach der «optimalen» Zahl und Zusammensetzung der Arten in einem idealen Biosystem als noch nicht beantwortet. Vielleicht wäre die «Natur» im Raumschiff wie im Versuchslabor von «Biosphere 2» in Arizona, dem «prototype for a space colony» (zit. nach Höhler 2008, 77), in verschiedene Ökosysteme aufzuteilen: tropischer Regenwald, Ozean, Savanne, Wüste und Mangrovensumpf sowie landwirtschaftlich genutzte Fläche. Nach dem Modell der Arche Noah (Gen 6–9) müssten Tiere und Pflanzen mitgeführt werden, aber in idealerer biologischer Kombination als es im Experiment der Fall war. Wie das «Biosphere 2»-Experiment zeigt, wäre der technische Aufwand für den Erhalt der künstlichen Biosphäre – mit Pumpen, Filtersystemen, Ventilatoren usw. – in jedem Fall sehr hoch, da ein komplettes und autarkes Lebenserhaltungssystem geschaffen werden müsste.

Zudem wären «Natur» und «schöne Landschaften» mitzunehmen bzw. künstlich zu erzeugen, die den Reisenden die Möglichkeit ästhetischer Eindrücke vermittelten, Freizeit und «outdoor-activities» erlaubten usw., damit sie sich gesund halten bzw. gesund entwickeln könnten (Krebs 2001). Würden Skihallen mit Kunstschnee und projizierten Alpenpanoramen oder «Tropical Islands»-Hallen mit «Indoor-Pool», künstlichen Palmen und Sandstränden diese Funktionen erfüllen können? Inwieweit muss ein Habitat auf dem Raumschiff geschaffen werden, das dem der Erde entspricht? Oder wird man das Bedürfnis hiernach schon vor Antritt der Reise «wegzüchten»?

60 Schon der amerikanische Spielfilm *Silent Running* (1972) inszenierte die Idee, die letzten noch intakten Wälder auf ein Raumschiff zu retten.

61 Marino/Odum 1999; Poynter 2006; Nelson 2018.

Gigantische Reaktoren, die dauerhaft Strom lieferten, wären in jedem Fall erforderlich. Mit ihrer Hilfe würde eine nur dünne «natürliche» Hülle geschaffen werden, hinter der eine grosse mechanische Infrastruktur mit elektrischen Leitungen, hydraulischen Pumpen, Belüftungsschächten und Ventilatoren, Klimaanlage, Rohren, Schächten und Turbinen, chemischen Umformungsapparaten, Sensoren usw. stünde. Diese Art der «Natur» müsste ständig kontrolliert, reguliert und künstlich bewegt werden. Der «Wind» würde artifiziell erzeugt, das Wasser gepumpt und gereinigt, gekühlt oder erhitzt, um ein künstliches Klima zu schaffen (Höhler 2008, 78). Das Raumschiff würde trotz aller mitgeführten «natürlichen Arten» eine völlig hybride Form von «Natur» – ähnlich den botanischen Gärten unserer Städte mit ihren Gewächshäusern, Bewässerungssystemen, Rohren usw. – aufweisen. Und alles dies müsste durch das All transportiert werden – mit ungeheurem Aufwand und ungeheuren Kosten.

Wie würde man die ein- oder zweihunderttausend Menschen an Bord über mehrere Jahrhunderte ernähren? Lebensmittel in Konservendosen würde man nicht mitnehmen können, aufgrund ihres Gewichts und der begrenzten Haltbarkeit. Nachwachsende Lebensmittel wären erforderlich. Es müsste eine Form von Landwirtschaft auf synthetischen Ackerböden geben sowie «Sonne» und «Regen». Es würden wohl vor allem genmanipulierte Nutzpflanzen sein, die angebaut würden, weil sie besonders resistent gegen Schädlinge und Krankheiten sind und die Strahlung aus dem Weltraum nach weiteren gentechnischen Veränderungen besser verkrafteten. Möglicherweise wird es sich primär um Algen und Soja handeln. Tierisches Eiweiss muss, soweit erforderlich, künstlich erzeugt werden. Denn Rinder- und Schweineherden könnte es an Bord nicht geben, schon wegen der Treibhausgase, die bei der Massentierhaltung entstehen. «Ein Schwein produziert zehn bis hundert Mal mehr Treibhausgase pro Kilogramm Wachstum als zum Beispiel Mehlwürmer», schreiben Experten der Universität Wageningen (Niederlande) in einem Bericht zur Ernährung der Zukunft aus dem Jahr 2011. Ein weiterer Vorteil von Insekten sei, dass sie ihre Nahrung schneller in Fleisch umsetzten (Szewczyk 2012). Man würde an Bord daher wohl auf Insekten als Proteinlieferanten zurückgreifen müssen, wenn man tierisches Eiweiss zur Verfügung haben wollte. Weltweit gibt es zurzeit etwa 1400 essbare Insektenarten.

«Der überwiegende Teil der Insekten liefert, genau wie andere tierische Lebensmittel auch, einen guten Anteil Proteine. Sie sind fast frei von Kohlenhydraten, äusserst fett- und somit cholesterinarm sowie reich an Vitaminen, Mineralstoffen

und Spurenelementen.» (Jens Hofmann, medizinischer Ernährungsberater, Rostock, zit. nach Szewczyk 2012)

Ob sich Insekten aber zur Massentierhaltung eignen, ist noch unklar. Dazu Wilhelm Windisch, Professor für Tierernährung an der Technischen Universität München:

«Wir wissen nicht, von welchen Krankheiten diese Tiere alle befallen werden und welche Hygieneprobleme wir uns bei einer Massenproduktion einfangen. Ausserdem darf man nicht davon ausgehen, dass man Insekten zur Erzeugung von Lebensmitteln einfach mit irgendwelchen Abfällen füttern kann. Sie brauchen, wie alle anderen Lebewesen auch, hochwertige und hygienisch einwandfreie Nahrung, damit sie wachsen und gedeihen. Erst dann kommen sie aus der Sicht der Lebensmittelsicherheit überhaupt als potenzielle Nahrung für den Menschen in Frage.» (zit. nach Szewczyk 2012)

Windisch fährt fort: «Wahrscheinlich müsste man Berge von Salat anbauen. Es wäre dann wohl effizienter, diesen Salat gleich selbst zu essen.» (ebd.) Die Weltraumreisenden sollten also besser Veganer sein, um ihre Ernährung auf Jahrzehnte oder Jahrhunderte sicherstellen zu können. Aufgrund der in jedem Fall stark veränderten Nahrungsgrundlage wird die Zubereitung von Speisen an Bord deutlich anders vonstattengehen als auf der Erde. Traditionelle Kochbücher jedenfalls wird man sicher nicht mitzuführen brauchen.

Aber was ist mit anderen Kulturgütern und -techniken? Welche wird man mitnehmen können und wollen und welche nicht? Bücher, wissenschaftliche Zeitschriften und Berichte lassen sich digitalisieren und auf Speichermedien mitführen, ohne grosses Gewicht zu verursachen. Die «Bibliothek der Menschheit» findet auf wenigen Speicherchips Platz. Buchbinder, Verleger und Drucker werden dagegen nicht mehr gebraucht. Ebenso lässt sich die gesamte Musik, die jemals auf der Erde komponiert und auf Tonträger eingespielt wurde, digital konservieren – auch wenn mancher analoge Medien für adäquater hält, aber Schallplatten hätten zu viel Gewicht, um mitgeführt zu werden. Musiker, Dirigenten, Geigenbauer und Orchester werden dagegen kaum noch tragbar sein. Und wie sieht es mit den Werken der bildenden Kunst aus? Bilder? Skulpturen? Für Originale wäre wohl kein Platz. Auch hier könnten digitale Abbildungen und dreidimensionale Hologramme von Skulpturen und Installationen der Weg sein, das kulturelle Erbe der Menschheit zu erhalten. Architektonische Meisterleistungen wie die Kathedralen von Köln, Reims oder Barcelona, der Petersdom, die Golden Gate Bridge usw. müssten zurückbleiben. Sakrale Gegenstände? Das Britische Museum? Abu

Simbel? Das Taj Mahal? Auch dafür wäre kein Platz. Was aber würde der Verlust von vielleicht mehr als der Hälfte des kulturellen Erbes für unsere Nachfahren bedeuten, die ihre Identitätsbildung in einem sterilen fliegenden Käfig in künstlicher Atmosphäre auf der Grundlage von blossen Abbildungen kultureller Meisterleistungen vornehmen müssten? Welche Auswirkungen hätte das auf die Lebensqualität der «geflohenen» (oder «geretteten»?) Menschen und auf die von ihnen errichtete neue Welt?

In kultureller Hinsicht müssten bei der Vorbereitung wie bei der Reise selbst Kompensationskompetenzen ersonnen und einstudiert werden, die es den Menschen ermöglichen, den Verlust der irdischen Kulturwelt zu verarbeiten und die beschleunigten Innovations- und Veraltungs-Takte kultureller und szientifischer Wissensbestände an Bord zu ertragen. Da Künstliche Intelligenz (KI) eine grosse Rolle spielen wird, würde ab dem Zeitpunkt, an dem die Maschinen die menschlichen Intelligenzleistungen zu übertreffen und sich selbst stetig zu verbessern beginnen («technologische Singularität»), der wissenschaftliche und technische Fortschritt so umfassend beschleunigt, dass Menschen ihm nicht mehr vollständig folgen könnten.

«Eine superintelligente Maschine könnte die letzte Erfindung sein, die Menschen überhaupt machen müssen. Wenn Maschinen erst einmal der menschlichen Intelligenz überlegen sind, könnten sie sich selbst konstruieren und eine neue Generation von noch intelligenteren Maschinen bauen.» (Rees 2003, 27)

Dies erzeugte neben der wissenschaftlich-technischen Frage (Wer steuert am Ende was? Der Mensch die Maschine oder umgekehrt?) ein lebensweltlich-kulturelles Problem: Es gibt für den Menschen, so lehrt der deutsche Philosoph Hermann Lübbe, «Grenzen der Verarbeitbarkeit von Innovationen» (Lübbe 1996, 76). Lübbe zeigt in seinem Artikel *Schrumpft die Zeit?* die negativen Folgen der Innovationsverdichtung auf die psychischen und moralischen Haushalte der betroffenen Gesellschaften und ihrer Mitglieder auf. Orientierungsverlust und Identitätsdiffusion seien die Folge. Doch für Astrophysiker wie Stephen Hawking müsste das Tempo der Innovation gegenüber der Gegenwart noch einmal deutlich gesteigert, der wissenschaftliche Fortschritt massiv weiter befördert werden (ob es nun zu einer «technologischen Singularität» kommt oder nicht), um den skizzierten kosmischen Gefahren und Herausforderungen durch Flucht begegnen zu können. Das erhöhte dann noch einmal den Bedarf an «Innovationsverdichtungskompensationskompetenz», das heisst erforderte eine sehr viel intensivere Auseinandersetzung mit den «Grenzen unserer kulturellen Verarbeitungskapazitäten für Innovationen» (Lübbe 1996, 77). Nur dass an Bord jene Orte,

die nach Lübke auf der Erde als die wichtigsten Einrichtungen zur psychischen und sozialen Verarbeitung der von Innovations- und Fortschrittsschüben erzeugten Orientierungsverluste für Menschen anzusehen sind, Museen nämlich, nicht zur Verfügung stehen würden.

Wie liessen sich überhaupt Orientierungslosigkeit, Verzweiflung, Hoffnungslosigkeit und Resignation an Bord verhindern? Welche Ich-Identität, welche Wert- und Weltvorstellungen, welchen Glauben würden die auf dem Raumschiff geborenen Menschen ausbilden, wie sich ihre Sprache verändern, wenn «Berg», «Schnee», «Frühling» usw. keine oder nur mehr artifizielle Bedeutung hätten (egal ob die Passagiere alle Englisch, Chinesisch, Spanisch oder ihre Herkunftssprache sprächen)?

Was würde aus der ästhetischen und religiösen Kommunikation, aus Kunst und Kultur, wenn es dafür auf dem Raumschiff keinen Ort mehr gäbe? Wenn die einzige Aufgabe der Reisenden die Überlebenssicherung der Spezies ist?

Denn an Bord wäre *Biopolitik* die dominierende *policy*: die Verwaltung von Lebe-Wesen durch die Verwaltung ihrer Lebens-Prozesse. Eine Politik also, die vor allem das Leben und Überleben der Menschen und nicht ihr «Gut-Leben» zum Gegenstand hätte. Und die deshalb fortwährend in das Leben selbst eingreifen müsste: Die Freiheit der Fortpflanzung etwa würde eingeschränkt, wenn nicht ganz aufgehoben.⁶² Biotechnologische Manipulationen und Selektionen des menschlichen Erbguts wären erforderlich. Durch Aussonderung schadhafter Embryonen, künstlich erzeugte Mutationen oder durch Cyborgisierung (vgl. Abschnitt 3.3) würde man die Qualität der Population erhöhen müssen. Dazu käme das Klonen besonders begabter Menschen (Rees 2003, 88).

Dieser Biopolitik ginge es stets darum, der drohenden «Auslöschung» der Menschheit zuvorzukommen, wodurch sie zweifellos selbst zu einer Gefahr für das Leben würde, weil sie um des Lebens willen auch töten müsste. Sie suspendierte Recht und Gesetz, um ein «nacktes» Leben zu erzeugen, das dem Tod preisgegeben ist, wie Giorgio Agamben (2002) an der Figur des «homo sacer» vorgeführt hat.

62 Schon argumentieren Vertreter einer utilitaristischen Ethik für die Legitimität solcher Massnahmen in Extremsituationen: «Wenn ein wirklicher Notstand vorliegt, der die Existenz der Menschheit konkret in Frage stellt, können auch staatliche Eingriffe in die Freiheit der Fortpflanzung legitim sein, wenn sie der Rettung dienen. [...] [O]hne Leben gibt es keine Freiheit, die Sicherung der Existenz hat Vorrang.» (Gesang 2007, 46)

«Ungesunde» Lebensformen müssten verhindert, «unwertes» oder infiziertes Leben ausgemerzt, «andersartige» Körper an der Fortpflanzung gehindert, konkurrierende oder feindliche Lebensformen vernichtet werden. Biopolitik ist immer, so hat Eva Horn im Anschluss an Agamben gezeigt,

«auch Thanatopolitik – die paradoxe Geste einer Politik des Tötens (der Einzelnen) gegen den Tod (des Ganzen). [...] Das (Über-)Leben der einen, so die unbittliche biopolitische Ökonomie von Leben und Tod, muss erkaufte werden mit dem Sterben der anderen.» (Horn 2014, 197)

Nur mit einer extrem sparsamen (auch biopolitischen) Bewirtschaftung⁶³ wäre die Raumschiff-Arche als stabiles, lebensfähiges System vorstellbar, was einer ökologischen Zyklen-Ökonomie des Recyclens und nachhaltigen Managements bedürfte (im Sinne der «spaceman economy» von Kenneth E. Boulding [1966, 9]).

Sie erinnerte in ihrer technischen Künstlichkeit und Sterilität an die Intensivstationen irdischer Krankenhäuser – was zugleich die Frage aufwirft, wie man mit einem spezifischen Output dieses geschlossenen Systems, den Toten nämlich, verführe: Recycling auch hier?⁶⁴

Am Ende könnte es sein, dass die Veränderungen, die bei den Menschen auf der Flucht ins Weltall eintreten bzw. durch die Vorbereitungen zur Evakuierung bereits auf der Erde herbeigeführt werden, ihre Lebensumstände und sie selbst so modifizieren, dass wir die Fliehenden gar nicht mehr als «Menschen», ihre Lebensumstände nicht mehr als «human» bezeichnen würden.

Der dystopische Charakter der Visionen einer «Flucht von der Erde», der auf den letzten Seiten bereits mehr und mehr aufschien, wird durch die folgenden Ausführungen noch deutlicher vor Augen treten.

63 Ein drastisches Beispiel «biopolitischer Bewirtschaftung» gibt der amerikanisch-südkoreanische Film *Snowpiercer* (2013). In der «Unterschicht» der letzten Menschen werden regelmässig gewalttätige Aufstandsversuche herbeigeführt, um die Bevölkerungszahl an Bord durch blutige Niederschlagung stabil zu halten. In dem Film *Logan's Run* (1976), der ein isoliertes Gemeinwesen des 23. Jahrhunderts porträtiert, beträgt die Lebenszeit jedes Bewohners genau 30 Jahre. Der Tod wird im Rahmen einer rituellen Inszenierung maschinell herbeigeführt. In *The Colony* (2013) werden alle Erkrankten eliminiert, usw.

64 Mit dieser Vorstellung operiert der amerikanische Filmklassiker *Soylent Green* (1973), der die Zukunft des «Raumschiffs Erde» als ökologische Dystopie inszeniert.

3.3 Transhumanismus und Human Enhancement

*Was man an der Natur Geheimnisvolles pries,
Das wagen wir verständig zu probiren,
Und was sie sonst organisiren liess,
Das lassen wir krystallisiren.*

Johann Wolfgang von Goethe, Faust II
(Der Homunculus) (1832)

Wenn die Raumfahrt zu einem fernen erdähnlichen Planeten Hunderte von Jahren dauern wird, wie muss dann der Mensch beschaffen sein, um eine solche Reise überstehen zu können? Angesichts der Fortschritte in der Biotechnologie und Reproduktionsmedizin ist im Rahmen der «Transhumanismus»-Diskussion die Optimierung des Menschen schon Thema (Ji Sun/Kabus 2013): *Cyborgisierung* und die Verbesserung des Erbguts, gentechnisch erzeugte Ersatzorgane und Mikrochips in Nervenbahnen sind nur einige der Visionen. Die Medizintechnik wird das Anpassen an neue Lebensumstände, etwa die Umprogrammierung des Homo sapiens von einem terrestrischen Wesen zum «homo sapiens», über kurz oder lang ermöglichen. Wenn aber Menschenzüchtung, wie Stephen Hawking vorgeschlagen hat (Hawking 2001, 173–178), die Lösung ist: Welche Eigenschaften wird man an-, welche wegzüchten? Sicher wird man vor allem solche Eigenschaften durch Genmanipulation verstärken, die die Strapazen der *Flucht* erträglicher machen. Und darüber hinaus?

Modifikationen bzw. «Verbesserungen» des Menschen wären in jedem Fall erforderlich, da er in seiner jetzigen Verfasstheit langen Weltraumreisen und der Neuansiedlung auf einem Exoplaneten nicht gewachsen wäre.

Menschliche Körper sind schon seit längerem mehr und mehr «machbar». So unterscheidet Peter Sloterdijk hinsichtlich der «Anthropotechniken» (Sloterdijk 2014, 42) die «Immunisierungstechniken» und die «Steigerungstechniken» (Sloterdijk 2012). Erstere dienen dem Überleben des «Mängelwesens Mensch» (Arnold Gehlen), seinem Schutz in einer feindlichen Umwelt. Letztere seien Techniken der spirituell-geistigen «Selbstbemeisterung» wie die Askese, die Übung und die Selbstdisziplin, die in der Gegenwart leider immer weiter verdrängt würden durch äussere Formen der Selbsttransformation mittels Schönheitschirurgischer Modellierung (Harrasser 2013, 10–11). Doch angesichts der bestehenden kosmischen Herausforderungen bleibt kein Raum für feine Differenzierungen und resignative Lamenti dieser Art: Die anstehende Mission verlangte weit mehr als alles bisher Bekannte im Bereich

der «Anthropotechniken», nämlich das umfassende biologische und kognitive *Human Enhancement*, das auch vor Verfahren der Eugenik, das heisst der «Zuchtwahl», nicht zurückschreckt. Voraussetzung für den Erfolg der Mission wären das Ausschöpfen aller biotechnischen und bioingenieurwissenschaftlichen Potenziale sowie der Abbau gesellschaftlicher Vorbehalte, melancholischer Erinnerungen und *ethischer* Hürden. Bedenken gegen die *Cyborgisierung* des Menschen, gegen Eingriffe in sein Erbgut und die Zuchtwahl müssten beiseitegelegt werden, wenn es darum geht, die Spezies zu retten und den Erhalt des Menschen als moralfähiges Wesen zunächst einmal *biologisch* sicherzustellen.

Die auf diese Weise entstehenden neuen Menschen wären *Humans 2.0*, neue Körper mit neuen Identitäten. Die Verbesserung des Menschen durch sich selbst, durch von ihm geschaffene Artefakte, ist notwendig, um die Adaptabilität an die neuen Umwelten zu gewährleisten. Die natürliche biologische Evolution würde für die Anpassung an eine veränderte Gravitation, Atmosphäre, Nahrung usw. viel zu lange brauchen. *Human Enhancement* ist insofern gleichbedeutend mit einer vom Menschen gesteuerten und beschleunigten Evolution durch technische Mittel (Harrasser 2013, 18, 96). «Techno-Biopolitik» soll ihm die Möglichkeit geben, den Herausforderungen der Natur an das Überleben der Gattung gerecht zu werden. Sie wird ihm zugleich über seine «prometheische Scham» (Anders 2010 [1956], 23) hinweghelfen, selbst nicht so gelungen zu sein wie seine Maschinen und technischen Erzeugnisse.

Schon heute werden zahlreiche Verbesserungsmöglichkeiten für den menschlichen Körper diskutiert, die Anwendung finden könnten: Kameraaugen und Datenbrillen («Google Glass») etwa, die Sehen im Infrarotbereich, digitales Aufzeichnen von audiovisuellen Informationen und fotometrische Messverfahren erlauben. Ferner elektronische Ohren, die die Wahrnehmung weiterer Frequenzbereiche ermöglichen. Andere Organe liessen sich künstlich erzeugen – etwa durch Klonen, durch die Erschaffung hirnloser Hominoiden als «Ersatzteillager» oder mit transgenen Tieren –, die die Langlebigkeit und Leistungsfähigkeit des Körpers insgesamt erhöhen: Durch die gentechnische «Humanisierung» beispielsweise von Schweinen könnten gezielt Organe für die Xenotransplantation («targeted organ generation») gewonnen werden. Mit menschlichem Hirngewebe, das man in Primaten wachsen lässt, könnten degenerative Nervenkrankheiten wie Parkinson oder Alzheimer geheilt, mit gentechnischen Eingriffen in die DNA schadhaftes Erbmaterial ersetzt und mit künstlichen Enzymen der Cholesterinspiegel dauerhaft zum Schutz vor Herzinfarkt niedrig gehalten werden. Menschliche

Zellen könnten so manipuliert werden, dass eine lebenslange Immunität gegen bestimmte Infektionen und Krankheitserreger entsteht. Künstliche Blutkörperchen (Respirozyten) ermöglichten es, viele Stunden ohne zu atmen unter Wasser oder im luftleeren Raum zu überleben und zu arbeiten (Ji Sun 2013, 64). Die kryonische Verlängerung des Tiefschlafs von Menschen (bei minus 196 Grad Celsius in flüssigem Stickstoff) würde die Reisezeit überbrücken helfen⁶⁵ oder es ermöglichen, Verstorbene später bei einem verbesserten Stand der Medizin «aufzutauen» und zu heilen (Mathwig/Sames 2013). Mit Nanomaschinen liessen sich im Körper ständig Messungen durchführen und mikrochirurgische Operationen vornehmen (Rees 2003, 25). Mit kybernetischen Implantaten und motorbetriebenen Exoskeletten, die durch Neurochips mittels Gedanken gesteuert werden, liessen sich die Kraft und Bewegungsgeschwindigkeit des menschlichen Körpers vervielfachen. Darüber hinaus sind eine künstliche solar- und strahlengeschützte Nano-Haut, kälteresistentes Hämoglobin und Prothesen im Gespräch, die je nach auszuführender Arbeit an- und wieder abgelegt werden können. Dies wäre insofern wünschenswert, als aufgrund der verbliebenen geringen Bevölkerungszahl die Arbeitsteilung am sinnvollsten nicht mehr zwischen Personen gemäss ihren unterschiedlichen Fähigkeiten vorzunehmen wäre, sondern durch den Austausch von Körperteilen, der den Übergang von Gliedmassen, Werkzeugen und Apparaten fliegend machen würde. So entstehen Mensch-Maschine-Hybridwesen, die mit den Raumschiffen eine «Assemblage» bilden. Das Ziel ist die Fertigung technologisch leistungsfähigerer, ja unverwundlicher menschlicher Körper, die zu Bestandteilen eines organisch-anorganischen Netzwerks würden.

Die angedachten Gehirn-Computer-Interfaces (BCI) machen dies besonders deutlich. BCIs sind Schnittstellen zwischen dem zentralen Nervensystem und einem externen Computer, die eine direkte neuronale Verbindung zwischen Mensch und Maschine ermöglichen. Mit ihrer Hilfe könnten Computer und andere Maschinen ausschliesslich durch Gedanken reguliert werden (motorische BCIs). Roboter und Drohnen etwa würden mittels Sensoren so in die eigene Körperwahrnehmung integriert, dass ihre Bewegungen wie eigene Bewegungen erfahrbar und steuerbar würden (Klaes 2013, 137). Computer-Daten könnten zudem direkt in das menschliche Gehirn eingespeist und verarbeitet werden (sensorische BCIs) (a. a. O., 132). Erweiterungen der

65 Die Vision, Flüge über weite kosmische Distanzen könnten von Reisenden im Tiefschlaf bestritten werden («Hyperschlaf»), ist Gegenstand des Films *Passengers* (2016).

Gehirnfunktionen und -kapazitäten durch externe Speicher und Rechnerleistungen werden als Möglichkeit angesehen, dem technischen Fortschritt auf mittlere Sicht gewachsen zu bleiben, insbesondere dann, wenn die schon angesprochene «technologische Singularität» eintreten sollte (Klaes 2013). Technische Verfahren zur Steigerung der Denk- und Merkfähigkeit des Menschen, etwa durch künstliche Neuronen mit KI-Algorithmen (Koch 2013, 152), die gegenwärtig unter dem Begriff «augmented intelligence» diskutiert werden, würden den Menschen helfen, den Aufgaben gewachsen zu sein, die bei einer Evakuierung auf sie zukämen. Denn die menschliche Irrtumsanfälligkeit und Ungenauigkeit wären zu gross für diese riskante Mission.

In diesem Zusammenhang wird auch das sogenannte «uploading» der Gehirninhalte diskutiert. Wenn, so die Annahme, das Gehirn Informationen speichert und verarbeitet, dann müssten sich seine Inhalte auch auf ein anderes Informationsverarbeitungsmedium, etwa einen Computer, «hochladen» und dort weiterverarbeiten lassen. Auf diese Weise würden unsere Persönlichkeit und unsere Gedanken unabhängig vom biologischen Körper (und von seinen spezifischen Beschränkungen und Schwächen bis hin zum Tod) weiter existieren⁶⁶ und verbessert werden können (Koch 2013). Auch wenn die heutigen Rechnerleistungen selbst der grössten Computer der Welt dafür noch nicht ausreichen, so erwartet man doch für die nächsten Jahrzehnte Computer mit einer Speicherkapazität im hohen Peta- oder gar Exabyte-Bereich. Prinzipiell, so heisst es, wäre dann ein Upload möglich (Koch 2013, 146). Hochgeladene Dateien liessen sich dann auch über weite Strecken verschicken, etwa zum Mars oder zu einem anderen fernen Planeten. Man brächte die notwendige Hardware per unbemannten Raumflug dorthin und würde anschliessend die Daten per Richtfunk auf die Empfangsgeräte schicken oder sie mittels Speicherchips gleich mitführen. Unser Bewusstsein und unsere Erinnerungen wären dann schon dort, wo unsere Körper noch hinsollen und doch vielleicht nie sein werden.

Die Machbarkeit solcher Uploads, zerebraler Erweiterungen usw. soll hier nicht weiter diskutiert werden, sie wird in der zeitgenössischen Wissenschaft kontrovers gesehen und von nicht wenigen prinzipiell infrage gestellt. Sollte es möglich werden, über BCIs unsere Gehirninhalte extern zu speichern oder durch externe Module zu erweitern, so wäre keineswegs sicher, ob am Ende der damit einsetzenden Entwicklung noch «humane» Wesen miteinander kommunizierten und interagierten: «Wie viel nichtbiologische Hardware

66 «Mind uploading» und technologische Singularität sind Thema des Spielfilms *Transcendence* (2014).

können wir an einen menschlichen Körper anschliessen und ihn dabei noch menschlich nennen?», fragt der Nobelpreisträger und Leiter des «Human Genome Project» John E. Sulston (zit. nach Rees 2003, 27). Das autonome Subjekt würde mehr und mehr von der Technik kolonisiert, sein Bewusstsein von rechnergestützten Datenflüssen überlagert, sodass es schliesslich mit den Computern zu einem «Kollektivbewusstsein» verschmolze. Diesen Prozess könnte es nicht unbeschadet überstehen. Freiheit und Moralfähigkeit, Individualität und Identität stünden auf dem Spiel (Koch 2013, 166; Quante 2006).

Neben der angesprochenen körperlichen und kognitiven Melioration wäre weiterhin die Verbesserung der sozialen und emotionalen Leistungsfähigkeit der Reisenden erforderlich. Die hoch riskanten Aufgaben an Bord erforderten erhöhte Konzentration und Aufmerksamkeit sowie die Fähigkeit zur Angst- und Stressbewältigung. Angst wird ein ständiger Begleiter der Mission sein. Das enge Zusammenleben wird das soziale Miteinander beeinträchtigen. Monotonie und Routine, so zeigten Nord- und Südpolexpeditionen, sind für Körper und Geist ab einem bestimmten Zeitpunkt ebenfalls belastend. Sie führen zu Zweifel und Depression. Neben psychologischen und pädagogischen Methoden der Stress- und Konfliktlösung, neuen Formen der Teamarbeit und Gruppendynamik, würden daher auch künstliche Hormone, Nootropika, Psycho- und Neuropharmaka wie Prozac, Vigil, Ritalin, Modafinil und Donepezil zum Einsatz kommen (Ji Sun 2013), die leistungssteigernd, antidepressiv und euphorisierend wirken. Zudem werden Medikamente wie Propranolol, die in Stresssituationen verabreicht werden, um negative Erfahrungen und traumatische Erlebnisse besser verarbeiten zu können (Gesang 2007, 30), sinnvoll sein. Daneben wird man weitere Drogen (ohne Nebenwirkungen) entwickeln müssen, die dazu beitragen, dass die Menschen dem permanenten Leistungsdruck und der stets spürbaren Gefahr gewachsen bleiben. Denn sie müssten dauerhaft funktionieren, aufmerksam, hellwach und verlässlich sein. Das Konzentrations- und Denkvermögen aber lässt schnell nach auf einem Raumschiff mit ständig gleichtönig summenden Motoren und der monotonen Einförmigkeit des Lebens an Bord.

Anders als in der stark libertär geprägten Debatte um den Transhumanismus wird für die anstehende Mission zu einem Jupitermond oder Exoplaneten die Verbesserung oder Optimierung eines menschlichen Körpers kein Resultat eigener Entscheidungen sein, diesen nach Wunsch zu designen (im Sinne eines «architect of one's identity», Harrasser 2013, 23). Sie wird gattungspolitisch verordnet werden müssen gemäss den zu erfüllenden Aufgaben an Bord und danach. Die Körper der Besatzungen werden vollständig vergesellschaftete Körper sein. Autoritativ werden Zuständigkeiten definiert

werden, die mit einer bestimmten Lebensweise und einer spezifischen Körperform verbunden sind. So werden Stände entstehen wie in Platons *Politeia* (oder Aldous Huxleys *Schöner neuer Welt*). Die Spitze wird eine Elite bilden, die – ab der zweiten Generation – «eigens um des Ganzen willen gezüchtet werden muss» (Sloterdijk 2014, 54). Diese Führungsriege bestünde aus Offizieren, Wissenschaftlern und Technikern, deren intellektuelle Fähigkeiten durch verschiedene Mittel wie BCI und Neurochips verbessert worden wären, damit sie den komplexen Aufgaben der Reise gerecht werden – wobei sie die Entscheidungen hierüber selbst zu treffen hätten. Ihnen untergeordnet wären Soldaten und Wächter, die für die Sicherheit an Bord und nach aussen zuständig wären. Ihre Körper würden durch mancherlei Prothesen modifiziert, um ihre Kampfkraft zu erhöhen. Dabei würden sie jeweils die Prothesen annehmen müssen, die der erste Stand für sie vorgesehen hat. Ein dritter Stand wäre für die ausführenden Arbeiten an Bord zuständig, das Reparieren, Reinigen, Heizen, Nahrungzubereiten usw. Wäre der natürliche Körper eines Angehörigen dieses Standes den zugewiesenen Aufgaben in seiner gegebenen biologischen Ausstattung nicht gewachsen, so würde er durch geeignete Prothesen partiell erweitert (oder ausgesondert?). Die Unterschiede der Körper würden in jedem Fall Aufschluss darüber geben, welche Funktionen die Personen an Bord erfüllen.

Würden sich die «Menschen» an Bord unter diesen Umständen wechselseitig noch als Menschen ansehen können, wenn sie in unterschiedlicher Weise und in unterschiedlichem Ausmass genetisch und biotechnologisch verändert worden sind? Gelten noch für alle die Menschen-Rechte, wenn nach der Optimierung stark unterschiedliche Eigenschaften und Fähigkeiten bestehen? (vgl. Gesang 2007, 129–134)⁶⁷ Oder werden allein die permanent erhobenen Gesundheitsdaten darüber entscheiden, welchen Wert ein Reisender (noch) hat? Sicher werden die «Posthumanoiden» die «normalen» Menschen als minderwertig ansehen, die sie auf der Erde zurückgelassen haben. Aber werden sie nicht auch, wenn sie den oberen Ständen angehören und über eine «augmented intelligence» verfügen, die Mitreisenden der unteren Stände für ihre niedrigen Tätigkeiten verachten, wie einst die Sklaven verachtet wurden? Wie verhindert man die Diskriminierung an Bord und einen

67 Es stellte sich in diesem Zusammenhang dann auch die Frage, ob nicht Roboter oder Androiden ab einem bestimmten Entwicklungsstadium als «Menschen» zu betrachten sind. Sie ist zum Gegenstand zahlreicher Filme geworden, vgl. etwa *Blade Runner* (1982), *RoboCop* (1987), *Bicentennial Man* (1999), *A. I. – Artificial Intelligence* (2001), *I, Robot* (2004) oder die schwedische Fernsehserie *Real Humans* (2012).

neuen Rassismus? Zwischen der Elite der Reisenden, den intelligenten Robotern, den Cyborgs und den technisch nicht oder nur geringfügig verbesserten Menschen?⁶⁸

Die Konzepte von «Neger» und «Rasse» sind, so hat Achille Mbembe aufgezeigt, auch über die Jahrhunderte hinweg niemals verschwunden (Mbembe 2014, 21) – trotz Aufklärung, Menschenrechtserklärungen und liberale Verfassungen. Wenn die Überlebenschancen der Menschheit davon abhängen, die Universalität aufzugeben und die menschliche Gattung aufzuspalten, sie genetisch und biotechnologisch in unterschiedlichem Ausmass so zu verändern, dass sie den verschiedensten Aufgaben an Bord gewachsen und in den unterschiedlichsten Umwelten von Exoplaneten überlebensfähig ist: Laufen wir damit nicht Gefahr, konkurrierende Arten von Menschen, mithin neue «Neger» und «Rassen» zu schaffen?

Die Antwort ist eindeutig: Mit der Erzeugung von «Spezialmenschen» oder der Züchtung unterschiedlicher Hominidenlinien erzeugten wir «Rassen», mit all den Begriff historisch begleitenden sozialen, politischen, ökonomischen und institutionellen Praktiken der Gleichheitsverweigerung. Wir gäben der Neigung, Menschen in Ordnungsschemata einzuordnen, neue Nahrung. Anders als im historischen Kontext des 17. bis 20. Jahrhunderts hätte «Rasse» und «Neger» hier aber eine deutlicher genetische Grundlage. Auch wenn niemand die Begriffe verwenden würde, würden sich Differenzierung, Klassifizierung und Hierarchisierung einstellen, die zu Ausschluss, Vertreibung und sogar Vernichtung führen könnten (Mbembe 2014, 55). Es brähe erneut und verschärft eine «Zeit der Teilung» an (a. a. O., 56): Die Posthumanoiden könnten die «Normalen» als unterlegene Rasse betrachten, die nach Belieben vernichtet werden kann. Die «Normalen» könnten gegen die Posthumanoiden aufbegehren, weil sie sich bedroht fühlten, und sie präventiv töten. Das Ziel der Mission, die Überlebenssicherung der Menschheit, würde in jedem Fall konterkariert.

Sozioökonomische Diskriminierung und Marginalisierung als Ursache für Protest und Provokation würden dagegen – auf den ersten Blick jedenfalls – weitgehend ausgeschlossen sein, weil die Güterverteilung an Bord und danach funktional auf das Überlebensinteresse der Menschheit hin ausgerichtet werden müsste. Dennoch würden Statusdifferenzen bestehen bleiben. Zum einen wird es weiter der materiellen und sonstigen Anreize bedürfen, um zu besonderen Leistungen zu motivieren und diese zu honorieren, ohne die das

68 Tödliche Konflikte zwischen «Mutanten» und Menschen (und zwischen den Mutanten) sind ein Leitmotiv der *X-Men*-Filme (2000, 2003, 2006, 2009 usw.).

Unterfangen der Flucht von der Erde nicht gelingen könnte. Zum anderen aber wird es (weiterhin) das jeweilige Wissen und Können sein, das den Status der Menschen bestimmte. Ob diese Unterschiede allein das Potenzial für soziale Revolten bieten, ist angesichts der menschlichen Natur, wie wir sie kennen, nicht vorherzusagen, in Verbindung mit der genetischen und biotechnologischen «Adelung» einzelner Gruppen aber wahrscheinlich.

Man wird mit zwei weiteren menschlichen Eigenschaften an Bord zu rechnen haben: (a) der Gewaltneigung und (b) dem Todestrieb.

a) Die Bereitschaft zu aggressivem Verhalten war evolutions- und verhaltensbiologisch betrachtet für das Überleben des Menschen auf der Erde unverzichtbar (Wuketits 2016, 20). Noch nie und nirgendwo gab es daher auf der Welt eine völlig gewaltfreie Gesellschaft. In der überlieferten Menschheitsgeschichte, also seit etwa 6000 Jahren, verloren in ca. 14 000 Kriegen über 3,5 Milliarden Menschen ihr Leben (a. a. O., 7, 18). Daneben wurden allein im Jahr 2012 weltweit knapp eine halbe Million Menschen ermordet (25). Aggression gehört offenbar zur Grundausstattung des Menschen, die ihm zehntausende von Jahren das Überleben im Wettkampf um knappe Nahrungsressourcen sichern half. Von dieser «angeborenen» Disposition wird sich auch der zukünftige Mensch nicht ohne weiteres befreien können – mag er noch so zivilisiert sein. Zwar spielen immer auch die konkreten situativen Umstände, persönliche Erfahrungen und erlernte Mechanismen der Selbstkontrolle neben den «angeborenen» Faktoren eine Rolle beim Auslösen von Gewalt, also eine Kombination aus soziokulturellen Ursachen und den natürlichen Verhaltensdispositionen unserer Spezies. Doch auch durch eine dichte kulturelle Überformung lassen sich die angeborenen aggressiven Impulse nicht völlig beseitigen: Selbst bei einem ausgeprägten sozialen Gleichgewicht an Bord wäre daher mit Aggression zu rechnen. Zum offenen Austrag dürfte diese jedoch unter keinen Umständen kommen, will man den Erfolg der Mission nicht gefährden, allenfalls in ritualisierter Form: etwa als sportlicher Wettkampf auf Leben und Tod, indem Gladiatoren stellvertretend für die Massen Aggressivität expurgieren. Oder sie müsste mithilfe von Psychopharmaka oder operativen Veränderungen bestimmter Regionen unseres «Steinzeitgehirns» (Wuketits) in Schach gehalten werden. Denn Aufstände und Bürgerkriege müssten an Bord ebenso verhindert werden wie Mord und andere Gewaltdelikte.

b) Daneben verfügt der Mensch über (selbst-)destruktive Potenziale. So stellte Sigmund Freud dem Sexualtrieb (*eros*) den Zerstörungs- oder Todestrieb zur Seite (*thanatos*), der mit vergleichbarer Macht den Menschen domi-

niere. Man muss seiner Lehre nicht uneingeschränkt zustimmen, um einzusehen, dass angesichts der unentrinnbaren, ausweglosen Situation der Weltraummission, in der ganze Generationen auf der Reise wären, ohne selbst anzukommen, individuelle, «erweiterte» oder kollektive (Massen-)Suizide sicher zu erwarten wären. Ebenso Amokläufe, Selbstmordattentate und andere terroristische Anschläge. Sie resultierten zum einen aus der Verzweiflung an der gegebenen Situation. Denn Menschen finden sich nur schwer zurecht in einer «un-natürlichen», fremden Welt, für die sie die Evolution und Kulturgeschichte nicht vorbereitet hat. Zum anderen entsprängen sie oft einem religiösen Enthusiasmus, einer eschatologischen Erregung bzw. einem Geflecht aus religiösen, psychischen, sozialen, politischen und sonstigen Ursachen, das grundsätzlich vor einer Tat nicht durchleuchtet und kontrolliert werden kann.⁶⁹ So bestünde immer die Gefahr der Gewalt an Bord, gegen Sachen, gegen die Mitreisenden, gegen sich selbst: die Gefahr der Tötung, Selbsttötung und totalen Zerstörung, sei es durch Kriminalität, durch politische Aufstände oder Meuterei, durch bioterroristische, nanotechnologische oder atomare Anschläge religiöser Fundamentalisten oder anders motivierter Fanatiker wie Anhängern eines Todeskults oder einer Endzeitsekte.

All dies gälte es zu verhindern, ebenso wie individualpsychologische «Störungen», etwa Melancholie, Depression, Fatalismus und Lethargie, die zu Bedrohungen ganz eigener, wenn auch verwandter Art führen könnten. Würde man Drogen einsetzen, um all diese Gefahren zu bannen, *Mood* und *Moral Enhancer*, um die Aggressivität zu unterdrücken, die Stimmung zu heben und den Altruismus an Bord zu befördern? Mit der Injektion von Hormonen, die direkt auf das Gehirn einwirken, wurden bereits gravierende Persönlichkeitsveränderungen herbeigeführt (Rees 2003, 80–81). Durch Tranquilizer würde man versuchen, Persönlichkeitsmerkmale, die gefährlich werden könnten, zu verändern, um die Menschen gesetzestreu, fügsam und «vernünftig» zu machen. Die Persönlichkeitsveränderungen und Identitätsverluste, die damit einhergingen, müsste man um der «grösseren Sache» willen in Kauf nehmen – auch auf die Gefahr hin, dass sich der soziale Umgang dieser «befriedeten» Narkoleptiker langfristig auf unvorhersehbare und nicht intendierte Weise veränderte. Gefahren eigener Art lauerten auch hier: Die Nebenwirkungen des Drogenkonsums könnten erheblich sein. Vielleicht gibt es tatsächlich, wie Peter Sloterdijk schreibt, immer beides im Menschen, die bestialisierenden und die zähmenden Tendenzen (Sloterdijk 2014, 17), und

69 Die Vorstellung, Gewaltdelikte liessen sich unter bestimmten Umständen (durch «Präko-gnition») doch vorhersehen und verhindern, liegt dem Film *Minority Report* (2002) zugrunde.

vielleicht gelingt die Zähmung an Bord eher durch Erziehung oder durch Umzüchtung, das heisst die genetische Manipulation des verhaltensrelevanten Erbguts, als durch die permanente Verabreichung von Psychopharmaka – verbunden allerdings mit der in jedem Fall erforderlichen umfassenden Kontrolle und Unterdrückung normfremden Verhaltens.

Das Raumschiff wäre ein höchst verletzlichtes Habitat für den Rest der Menschheit. Man dürfte deshalb kein Risiko eingehen, dass auf dem Raumschiff moralischer Niedergang, postapokalyptische Sittenlosigkeit und Anomie um sich griffen, religiöse Fanatiker, brutale Warlords oder andere «anormale» Persönlichkeiten die Macht an sich rissen und die Existenz aller gefährdeten. Ein autoritärer (Wächter-)Staat wäre unter diesen Umständen die wahrscheinlichste Gouvernement-Variante: Die Demokratie – nur mehr eine Erinnerung der Menschheitsgeschichte – würde durch eine hierarchisch-durchstrukturierte, formierte Gesellschaft und eine Kriegswirtschaft ersetzt, in der eine Führungselite das Sagen hätte und nur ein Ziel verfolgte: nicht Weisheit zu erlangen oder das Gute und Gerechte zu befördern, sondern die Erhaltung der menschlichen Dynastie. Alle Menschen erhielten chirurgisch implantierte Sender, die jederzeit ihre Ortung an Bord ermöglichten. Mithilfe dieser Sender liessen sich zugleich Bewegungsprofile erstellen, die Videoüberwachung an Bord wäre ubiquitär. Solche und andere Massnahmen würden zu einer Standardisierung des Verhaltens beitragen, weil abweichendes Verhalten auffiele und zu verstärkter Beobachtung und direkter Sanktionierung führte (was die menschliche Kreativität stark beeinträchtigen dürfte). Aber selbst diese Form der umfassenden Transparenz wäre noch nicht sicher genug.

Ist die Freiheit des Individuums höher zu gewichten als das Überleben der Menschheit? Wenn es eine Möglichkeit gibt, die individuelle Freiheitsausübung, also das subjektive Empfinden, frei zu entscheiden, zu erhalten und gleichzeitig doch mit dem dominierenden kollektiven Ziel der Überlebenssicherung in Übereinstimmung zu bringen, so müsste man diese Chance ergreifen. Ein «Neuro-Liberalismus» böte die Lösung: Die Verkopplung aller Gehirne mit einem Zentralcomputer würde gewalttätige Aktionen verhindern können. Denn die Gedanken des Einzelnen wären hier die Gedanken aller. Und soweit wir wissen, würden sich alle mit sehr viel geringerer Wahrscheinlichkeit selbst töten wollen als Einzelne (Mord und Suizid wären hier identisch). Aber selbst dies ist nicht sicher. Ein Restrisiko bliebe. Vielleicht müsste der Zentralcomputer selbst die alleinige Entscheidungsfreiheit innehaben, um menschliche Fehler und destruktive Pläne konterkarieren zu kön-

nen. Doch auch diese Massnahme stiesse an ihre Grenzen: In Stanley Kubricks Film *2001: Odyssee im Weltraum* werden die Astronauten vom Supercomputer HAL 9000 während der Reise getötet, weil sie nach seinen Berechnungen den Erfolg der Mission gefährdeten, der zu wichtig sei, als dass man ihn Menschen überlassen könnte. (Freie) Menschen bilden offenbar eine Gefahr für das Überleben ihrer Gattung. Wäre es da nicht sinnvoller, statt eines Raumschiffs voller Menschen gleich Maschinen als genetische Speicher in den Weltraum zu schicken, weil sie sehr viel grössere Erfolgchancen hätten? Man könnte DNA-Baupläne auf anorganischem Material zusammen mit Robotern auf die Reise schicken, die bei der Ankunft auf dem Exoplaneten aus diesem Material «Menschen» produzieren könnten. Oder man versendet sich selbst replizierende Maschinen, die genetisches Material von Menschen mitnehmen und diese replizieren, sobald sie Planeten oder Asteroiden erreichen, deren Rohstoffe für die Replikation verwertbar sind. Auf diese Weise könnte die gesamte Galaxis mit Menschenkeimen besät werden, die an geeigneten Stellen – nach Auffinden oder Herstellen geeigneter Biosphären – zu Menschen werden könnten. Die Risiken von Aggression und Gewalt, von Terrorismus und Suiziden auf der Reise jedenfalls könnten so ausgeschlossen werden.

Wenn dagegen die Verantwortung für das Unternehmen «Flucht von der Erde» in der Hand von Menschen, etwa einer kleinen intellektuellen Führungselite oder eines «Philosophenkönigs» läge (der mit Platon, hier aber im Wortsinne, als «Steuermann» zu denken ist, dem im unvermeidlichen Hierarchiemodell der Arche die Massen – hier die verschiedenen Funktionserfüller niederer Stufen, die «Betas» bis «Epsilons» [Huxley 1981 (1932)] – untergeordnet wären), so würde es seine oder ihre primäre Aufgabe sein, Konflikte und Aggressivität an Bord zu verhindern. Durch «legitime» Gewalt, durch Kontrollen, durch Psychotechniken aller Art, wie sie schon Platon beschrieben hat (edle Lüge, Indoktrination, Zensur usw.), oder durch die Verabreichung von Drogen wie in Aldous Huxleys *Schöner neuer Welt* das «Soma» (Huxley 1981 [1932], 66–68). Die intellektuelle und «genetische Aristokratie» (Gesang 2007, 35) an Bord, deren Erbgut für die anspruchsvollen Aufgaben optimiert wurde, wäre zuständig für den Erfolg der Mission, so auch für die Auswahl der sozialtechnischen und biopolitischen Massnahmen, die zum

Gelingen beitragen sollen.⁷⁰ Sie, die «Philosophenkönige» oder «Alphas», die Wissenselite aus Ingenieuren, Wissenschaftlern, Piloten und Wächtern, sorgten für Glück und Beständigkeit an Bord, nicht zuletzt durch die oben beschriebenen Verfahren des *Mood* und *Moral Enhancement* mittels pharmakologischer Präparate zur Leistungssteigerung, Stimmungsaufhellung und Aggressionsunterdrückung. Sie würden keinen Raum lassen dürfen für Diskriminierung, Xenophobie und Rassismus, aber auch keinen Raum für ungenormte Individualität und wilde Kreativität, für Freiheit und intensive Gefühle, für das unregelmäßige Nebeneinander von alternativen Lebensweisen, da all das zu Kontrollverlusten und Sicherheitsproblemen an Bord führen könnte.

Die Vision einer «Flucht von der Erde» beschwört das Bild eines eugenisch formierten, durchrationalisierten Lebens herauf, wie es Aldous Huxley so eindrucksvoll und – aus heutiger Sicht und Problemwahrnehmung – so erschreckend realistisch in seinem Roman beschrieben hat (Huxley 1981 [1932]). Am Ende könnte es sein, dass vielleicht «Körper» überleben, aber es werden wohl keine *menschlichen* mehr sein. Das Ausmerzen aller Schwächen, das Beseitigen der Schmerzempfindlichkeit, der Unlust und Frustrationsgefühle, das Steigern der Intelligenz, der Ausdauer, der Kraft und der Konzentration, die absolute Selbstbemeisterung der Philosophenkönige, die technische Optimierung der Arbeiterkörper, all das würde Identitäten verändern, weil es Präferenzen, Willen und Wünsche veränderte. Wie fühlt es sich an, andere Fähigkeiten, einen anderen als den ursprünglichen Charakter zu haben bzw. zugewiesen bekommen zu haben oder zu wissen, dass sie ohne menschliche Eingriffe andere wären? Was würde aus der menschlichen Freiheit werden, wenn sie uns nicht einmal mehr zu Bewusstsein kommen würde? Oder käme uns zu Bewusstsein, dass sie um des «Erhalts der Menschheit» willen nicht mehr ausgeübt werden dürfte?

Allenfalls der autoritäre «Wächterstaat», in der die Führungselite unkontrolliert und ohne verfassungsmäßige Beschränkungen ihre Macht ausübte, wäre als politische Ordnungsform noch denkbar. Denn im funktionalistisch-steuerungslogischen Modell der Arche müsste sich alles dem Zweck unterwerfen, die Menschheit zu erhalten. Über die Mittel entschiede eine machtvolle Bürokratie, die jeden Lebensvollzug streng kontrollierte. Das Raumschiff

70 «Von hier aus ist es nur ein Schritt [...] zu der These, dass Menschen Tiere sind, von denen die einen ihresgleichen züchten, während die anderen die Gezüchteten sind – ein Gedanke, der seit Platos Erziehungs- und Staatsreflexionen zur pastoralen Folklore» gehört; «Humanitas» impliziert «auch immer – und mit wachsender Explizitheit – dass der Mensch für den Menschen die höhere Gewalt darstellt» (Sloterdijk 2014, 44f.).

wäre eine hierarchische, ja kafkaeske Organisation von Funktionserfüllern. Es bliebe kein Raum für Heldentum, wie es manch postapokalyptischer Hollywood-Film suggeriert. Die Raumfahrer wären Verwalter der menschlichen Existenz, rationale Bürokraten auf einem Schiff mit klarem Auftrag. Sie lebten in einer postheroischen Zeit.

3.4 Der politisch-ökonomische Problemkomplex

Wieviel Leiden zugunsten derer, die kommen werden, darf man denen auferlegen, die da sind?

B. F. Skinner, Futurum Zwei (1948)

Blicken wir abschliessend auf die Zeit vor der Flucht bzw. Evakuierung der Menschen von der Erde: Welche politischen und wirtschaftlichen Konsequenzen wird die notwendige Konzentration aller Kräfte auf den Bau einer Arche für das Leben der Erdbewohner haben? Und: Wie wird die Auswahl der «letzten Menschen» vorgenommen werden, die mittels des Raumschiffs auf einem Exoplaneten in Sicherheit gebracht werden sollen? Nur wenige Hunderttausend wird man retten können, mehr als sieben Milliarden dagegen würden untergehen.

Nur wenige Länder verfügen heute über die Kapazität und die Ressourcen, um überhaupt ein Raumschiff zu bauen. Daran wird sich auch auf absehbare Zeit nichts ändern. Wird ein solches Schiff gebaut, dann wird es realistischerweise – aus technischen wie ökonomischen Gründen – für maximal ein- bis zweihunderttausend Menschen ausgelegt sein können. Gegenwärtig kostet der Transport von einem Kilogramm (Mensch oder Material) mit Trägerraketen wie den amerikanischen Atlas V, Delta IV oder Falcon-9 (Space X-Dragon V1) in den Weltraum etwa 20 000–80 000 US-Dollar.⁷¹ Zwar nimmt man an, dass der projektierte und schon erwähnte Weltraumlift («space elevator») die Transportkosten pro Kilogramm deutlich würde senken können. Doch selbst wenn der Bau eines solchen «Aufzugs» gelänge – und darüber hinaus Rohstoffe durch «space mining» etwa vom Mars hinzugewonnen werden könnten –, würde man wohl kein sehr viel grösseres Raumschiff (oder eine Vielzahl kleinerer) bauen können: Die hierfür erforderlichen Materialien wären schlicht nicht verfügbar. Kein Land wird demnach seine gesamte Bevölkerung retten können. Und niemand wird auch nur

⁷¹ www.nasa.gov/mission_pages/station/multimedia/gallery/iss034e057833.html (16.8.2016); [https://de.wikipedia.org/wiki/Dragon_\(Raumschiff\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Dragon_(Raumschiff)) (16.8.2016).

den Versuch ins Auge fassen wollen, die gesamte Weltbevölkerung von derzeit 7,6 Milliarden zu evakuieren. Schon technisch und ökonomisch wäre dies gänzlich unmöglich, aber auch politisch würde jeder Wille fehlen.

Wer wird überhaupt den Versuch unternehmen können und wollen, dem «fragilen Planeten» Erde (Hawking) mit einem Raumschiff zu entfliehen, wenn nur einige Hunderttausend Menschen evakuiert werden können? Zu erwarten sind meines Erachtens maximal drei Raumschiffkonstruktionen: zum einen im Westen, wahrscheinlich in den USA (denn die Europäische Union ist in existenziellen Fragen nicht handlungsfähig), andererseits in China und drittens in Russland, vermutlich in Verbindung mit einigen arabischen und GUS-Staaten. Afrika, weite Teile Asiens und Lateinamerikas wären völlig unfähig – mangels Kapitals, Ressourcen und Know-how –, eigene Projekte zu entwickeln. Die fähigsten der dortigen Wissenschaftler und Techniker würden abwandern, in die USA oder nach China, in der Hoffnung, dort an einer Lösung mitarbeiten zu können, die ihr Leben und das ihrer Angehörigen rettet.

Für die USA ist nicht sicher, ob der Bau einer Arche *staatlich* organisiert werden könnte: In einer freiheitlichen Demokratie wird man nicht erwarten dürfen, dass die Bürger bereit sind, viele Trillionen Dollar Steuergelder für Planung und Bau eines Rettungsbootes zur Verfügung zu stellen, das die wenigsten von ihnen (oder ihren Nachkommen) würden nutzen können. Der für den Bau erforderliche Aufwand an Ressourcen, Arbeitseinsatz sowie Forschungs- und Entwicklungsleistungen wäre gigantisch. Er müsste ab sofort betrieben werden, um in vielleicht fünfzig, hundert oder zweihundert Jahren über eine Arche verfügen zu können. Alle für den Bau erforderlichen Teile müssten entwickelt, hergestellt und ins All befördert werden; der Zusammenbau der Arche würde Jahrzehnte dauern. Der Aufwand wäre unfassbar gross, die Kosten enorm. Würden sie aus dem Staatshaushalt gedeckt werden müssen, so würde es massiver Steuererhöhungen und Umstrukturierungen im Budget bedürfen, die politisch kaum durchsetzbar wären. Statt in sozialpolitische Massnahmen flosse das Geld in die Forschungspolitik. Der private Konsum würde durch den staatlichen Konsum verdrängt, knappe Rohstoffe (wie Seltene Erden) würden in den Raumschiffbau umgelenkt werden müssen, Gebrauchsartikel, die sie heute enthalten (wie Smartphones), stünden für Privathaushalte nicht mehr zur Verfügung. Denn die Preise für diese und andere Rohstoffe würden am Weltmarkt aufgrund der stark zunehmenden Nachfrage explosionsartig steigen. Zum damit verbundenen privaten Verzicht wäre kaum jemand zu bewegen, der sicher wüsste, dass die «Rettung

der Menschheit» nicht seine Rettung wäre. Der Widerstand gegen eine solche Politik würde sich bald formieren.⁷²

Wir haben es hier mit einem Extrembeispiel für das schon oft konstatierte «Dilemma der Demokratie» zu tun: Demokratien sind äußerst gegenwartsbezogen und zu einer langfristig orientierten Politik kaum in der Lage. In einem rein utilitaristischen Kalkül, das Bürger in Demokratien meist ihren Entscheidungen zugrunde legen (Downs 1957), ist gegenwärtiger Verzicht für zukünftige Ziele nur sehr begrenzt zu erwarten (selbst wenn es um das langfristige Überleben geht – wie schon die amerikanische Umweltpolitik zeigt). Politiker und Wähler kalkulieren ihre Nutzenwerte meist vor dem Hintergrund einer Wahlperiode von durchschnittlich vier Jahren. Langfristige Interessen oder die Interessen zukünftiger Generationen werden dabei kaum oder gar nicht berücksichtigt. Je grösser die finanziellen Belastungen in der Gegenwart sind und je niedriger die Wahrscheinlichkeit, von einem Programm selbst zu profitieren, umso geringer ist die Bereitschaft, der Finanzierung zuzustimmen. Schon heute werden Teleskope und Satellitenbeobachtungssysteme, die der Erforschung von Asteroiden oder der Suche nach Exoplaneten dienen sollen, nicht gebaut, weil die Kosten den politisch Verantwortlichen zu hoch erscheinen,⁷³ das heisst, weil Parlamentarier annehmen, dass ihre Wähler nicht zu entsprechenden Kürzungen in anderen Bereichen (oder zu Steuererhöhungen) bereit sind. Raumfahrtforschung kostet generell sehr viel Geld, das dann für «irdische» Zwecke nicht mehr zur Verfügung steht. Budgetkürzungen bei der NASA über die letzten Jahre und Jahrzehnte zeigen sehr deutlich, wie in Demokratien im Zweifelsfall entschieden wird.

Dabei ginge es hier ja nicht um irgendwelche staatlichen Programme, sondern um das Überleben der Menschheit. Wäre es da nicht denkbar, dass,

72 Wir lassen hier alle Betrachtungen aussen vor, welche Wirkungen die Nachricht auf die Bevölkerung hätte, dass die Erde infolge eines bevorstehenden Planeten-, Kometen- oder Meteoriteneinschlags o. Ä. vollständig zerstört werden wird und nur wenige Menschen auf der geplanten Arche in Sicherheit gebracht werden können. Für den Moment nehmen wir an, dass die politischen und wirtschaftlichen Systeme trotz des allgemeinen Wissens um die Hintergründe des Vorhabens weiter funktionieren – was zugegebenermassen völlig unrealistisch ist.

73 Vgl. etwa Lee Billings: Millions of Small Asteroids That Could Threaten Our World Remain Uncatalogued. NASA's best hope for planetary defense resides with a proposed asteroid-seeking space telescope. Will it get funded?, in: Scientific American, 1.1.2016, www.scientificamerican.com/article/millions-of-small-asteroids-that-could-threaten-our-world-remain-uncatalogued (2.9.2016).

wenn schon die politische Ethik nicht dazu in der Lage ist, so doch die *Religion* jene Energien bereitstellen kann, die erforderlich sind, um Bürger dazu zu bewegen, massive Opfer und Entbehrungen *heute* hinzunehmen, damit es ein *Morgen* für die Menschheit gibt? Wenn dafür etwa eine heilsgeschichtliche Begründung angeboten werden kann? Tatsächlich haben die USA eine Tradition, in der der Gedanke der Erwählung und Rettung («chosen Nation») usw. eine grosse Rolle spielt (Tuveson 1968; Blanke 1988). Die christlichen Siedler des 17. und 18. Jahrhunderts verliessen nach diesem politisch oft genutzten Narrativ unter grossen Opfern ihre Heimat, um das verheissene Land, die «Stadt auf dem Hügel» zu finden – eine Vision, die dem neutestamentlichen Buch der Offenbarung des Johannes entnommen ist. Dort heisst es: Wenn am Ende der apokalyptischen Ereignisfolge der alte Himmel und die alte Erde vergangen sein werden, werde eine neue Stadt, das neue Jerusalem, am Horizont erscheinen (Offb 21, 1–2). Könnten diese Motive von «Exodus» und «Mission», vielleicht in Verbindung mit den ebenfalls traditionsreichen amerikanischen Gedanken der «frontier» und des «manifest destiny» (Brocker 2005; Tilly 2012), nicht genutzt werden, um die Opfer und Kosten für die Flucht von der Erde, den Aufbruch ins All und die Suche nach einer neuen Heimat vor den Wählern zu rechtfertigen?

Nun sind die Vereinigten Staaten zwar noch immer ein christlich-protestantisch geprägtes Land. Doch der Anteil der Protestanten an der Wahlbevölkerung ist seit dem frühen 20. Jahrhundert beständig gesunken. Dagegen ist der Anteil der Bürger mit einer säkularen und hedonistischen Lebenseinstellung deutlich angestiegen. Mit dem Abrufen christlich-protestantisch oder «zivilreligiös» geprägter Traditionsbestände allein würden sich daher wohl kaum noch Mehrheiten für ein solch gigantisches Grossprojekt mobilisieren lassen (wie das etwa beim Apollo-Programm und der Mondlandung in den 1960er-Jahren noch der Fall war). Zudem haben sich unter den amerikanischen Protestanten selbst über die letzten Jahrzehnte hinweg erhebliche Glaubensunterschiede entwickelt. So hat der Anteil der Evangelikalen und protestantischen Fundamentalisten stark zugenommen, die eine prämillenaristische Eschatologie vertreten. Danach steht zwar der (baldige) Untergang der Welt bevor. Doch wird er nicht durch naturwissenschaftlich beschreibbare kosmische Kräfte ausgelöst. Er wird die Folge eines globalen Endkampfes sein, der in Armageddon stattfinden wird. In ihm werden sich Gut und Böse, Christ und Antichrist gegenüberstehen. Milliarden Menschen werden sterben. Überleben werden nicht die, die rechtzeitig Vorkehrungen getroffen haben durch den Bau eines Raumschiffs, sondern die wahren Gläubigen (und nur sie). Sie werden von Christus errettet werden. Weder der

Raumschiffbau noch der Umweltschutz (Guth u. a. 1995; Brocker 2004; Barker/Bearce 2013) ist in dieser Vorstellungswelt erforderlich: Die Welt wird so oder so untergehen und die Rettung wird alleine von Gott kommen. Religiös geprägte Akteure dieses Schlags werden wohl selbst dann noch passiv bleiben und abwarten, ob ihnen Rettung nicht anderwärts zu Teil wird (durch «Entrückung»), wenn der Impakt eines Planeten oder Asteroiden für die nahe Zukunft vorausgesagt wird. Auf diesem Boden ist folglich keine Bereitschaft zum Verzicht für die Durchführung weltlicher/menschlicher Grossprojekte der beschriebenen Art zu erwarten.

Wahrscheinlicher würde es daher in den USA allenfalls zu einer *privatwirtschaftlichen* Lösung kommen. Vermögende Entrepreneurs, vermutlich aus dem Silicon Valley, würden das Wagnis eingehen, eine Arche konstruieren und bauen zu lassen, wobei die Finanzierung neben dem Einsatz eigenen Kapitals über den Verkauf von Tickets an Milliardäre erfolgen dürfte. Vielleicht würden wegen der Konkurrenz untereinander mehrere kleine Raumschiffe gebaut und mehrere Gruppen auf die Reise gehen. Damit wäre ein Vorteil verbunden: Je kleiner und vielfältiger die Raumschiffe und späteren Kolonien (auf dem Mars oder einem Exoplaneten) sind, desto höher die Überlebenswahrscheinlichkeit der Gattung. Andererseits ist nur durch grössere Raumschiffe die genetische Vielfalt zu gewährleisten, die für ein langfristiges Überleben ohne genetische Degeneration notwendig ist. Dieser Nachteil würde dadurch verstärkt, dass als primäres Auswahlkriterium bei der privatwirtschaftlichen Lösung Geld fungieren würde und nicht genetische Eignung (Alter, Gesundheitszustand, Qualität der DNA) oder ein anderes Kriterium (wie wissenschaftliche Exzellenz; vgl. Abschnitt 3.5).⁷⁴ Damit hätten privat finanzierte Missionen einen erheblichen Überlebensnachteil und geringere allgemeine Erfolgsaussichten als ein staatlich organisiertes Grossprojekt, zu dem es voraussichtlich in China kommen würde.

Das autokratische System Chinas hat in der vorliegenden Frage gegenüber den westlichen Demokratien den erheblichen Vorteil, dass es selbst für massiv in das Leben der Menschen eingreifende politische Massnahmen keine Zustimmung der Bürger oder der unmittelbar Betroffenen benötigt. Das zeigt die «Zwangsentwicklung», die Modernisierung, Industrialisierung und Urbanisierung der letzten Jahrzehnte. Die Legitimation der Politik erfolgt – langfristig – allenfalls über den «output» des Systems, den allmählich

74 Vgl. in diesem Zusammenhang die Figur des Milliardärs Stanton in dem Film *When Worlds Collide* (1951).

steigenden Lebensstandard der Menschen – aber selbst dies gilt nur sehr indirekt. Selbst bei ausbleibenden Erfolgen ermöglicht die Kombination von Ideologie, Kontrolle und Repression ein weitgehend diktatorisches Vorgehen. Für den uns hier interessierenden Fall langfristiger Überlebenssicherung heisst das: Die politische Führung könnte weitgehend frei entscheiden, welche Ressourcen sie in den Bau eines Raumschiffs lenken möchte, von dem sie weiss, dass es allenfalls Platz für die oberen Ebenen der Nomenklatura sowie einige Wissenschaftler und Techniker böte. Der grösste Teil der Bevölkerung würde jetzt Verzicht leisten müssen und später untergehen.

Die chinesische Führung könnte das ungeheure ökonomische Potenzial des Landes durch dirigistische Massnahmen nutzen, um den Raumschiffbau für ein- oder zweihunderttausend Menschen zu forcieren. Produktionsmittel und Rohstoffe würden in den Bau umgelenkt. Der private Verbrauch würde gedrosselt, indem man entweder die Konsumgüterproduktion oder die Zahl der Verbraucher reduzierte. Da der Aussenwirtschaftsverkehr staatlich reguliert wird, könnte China ein Ressourcenmanagement betreiben, das bestimmte Rohstoffe (wie Seltene Erden – hier hat China fast ein Monopol) vom Export ausnimmt. Durch Umstrukturierungen im Staatshaushalt (Reduktion der Sozialausgaben usw.) würden zusätzliche Mittel für den Raumschiffbau frei. Zudem würden die Militärausgaben drastisch erhöht, um das Vorhaben nach innen wie nach aussen abzusichern. Sobald Menschen klar wird, dass ihr Zukunftshorizont radikal schrumpft, werden sie den Konsum deutlich höher bewerten wollen als das Sparen.⁷⁵ In China jedoch würde die Führung eine Politik des «Zwangssparens» durchsetzen. Zwar könnten Aufstände die Folge sein, aber das Militär würde sie im Keim ersticken. Ganz China würde sich in ein Arbeitslager verwandeln, in dem grosse Teile der ökonomischen Kräfte für den Raumschiffbau gebündelt würden. Militärisch würde man auch den zunehmenden Bedrohungen von aussen begegnen, die daraus resultierten, dass China den Handel mit bestimmten knappen Rohstoffen verhinderte oder zum eigenen Vorteil dominierte – nicht zuletzt, um den Bau konkurrierender Raumschiffe zu verzögern.

Durch die dirigistischen Massnahmen des Staates, die keiner demokratischen Legimitation bedürfen, würden die ökonomischen Ressourcen zugleich massiv in die wissenschaftliche Forschung und Entwicklung sowie Technologieförderung gelenkt werden können. Vor allem im Bereich der

75 Ein kurzer Zukunftshorizont («shadow of the future») ist grundsätzlich problematisch für politische Planungen und Kooperation im Allgemeinen (Axelrod 1984).

Biotechnologie wäre China bald führend. Denn anders als in christlich geprägten Ländern bestehen hier schon jetzt kaum ethische Vorbehalte gegen Experimente am menschlichen Erbgut. Man würde alles daransetzen, die Qualität des menschlichen Genoms zu erhöhen und für das Vorhaben tauglich zu machen (vgl. Abschnitt 2.3). Durch finanzielle Anreize und das In-Aussicht-Stellen von Tickets würde man weltweit Spitzenforscher und Ingenieure anwerben. Zudem würde man durch die frühestmögliche Selektion der Talentierten, die schulische Förderung der Begabtesten das eigene Potenzial gezielt zu heben versuchen.

Die meisten der genannten Massnahmen wären in den demokratischen Ländern des Westens wie den USA ausgeschlossen. Dort stehen die Verfassung, die Menschenrechte und die politische Kultur solchen staatsdirigistischen bzw. diktatorischen Massnahmen entgegen. Was aber würde die bevorstehende Katastrophe und das entschlossene Handeln Chinas in den USA innenpolitisch bewirken? Zweifellos würde ein Druck auf das freiheitlich-demokratische Gemeinwesen entstehen, dem seine rechtsstaatlichen Strukturen nicht lange gewachsen wären. Der Druck ginge von Teilen der politischen Elite, den Geheimdiensten und dem «militärisch-industriellen Komplex» aus, die eine Politik des Zwecks, der die Mittel heiligt, wenn auch zunächst nur klandestin, betreiben würden. Am Ende würde das Kriegsrecht ausgerufen, um die Rettung der politischen, militärischen und wirtschaftlichen Eliten auch hier sicherstellen zu können.

3.5 Kriterien der Selektion

Could it be that Nimrod, their trusted duke, [...] was planning to play them false? Could it be that he was making arrangements himself to sneak into heaven, leaving them behind?

Michael Oakeshott, *The Tower of Babel* (1983)

Von den 7 600 000 000 Menschen, die gegenwärtig auf der Welt leben, könnten vielleicht nur einige Hunderttausend, also weniger als 0,005 %, gerettet werden. Die Flugtickets wären ein extrem knappes Gut. Wer *sollte* sie bekommen?

Man könnte aus der Perspektive der *Ethik* Kriterien der Verteilung entwerfen und beträte damit ein Feld, das wir aus der medizinischen Allokation

tionsethik kennen, in der es um die gerechte Verteilung knapper medizinischer Güter wie Spenderorgane geht. Man könnte dann etwa egalitaristisch argumentieren, dass nur die Vergabe der Plätze nach dem Kriterium der Gleichheit zu einem gerechten Ergebnis führt. Wenn ein egalitärer Teilhabanspruch aller Menschen besteht, der nicht erfüllbar ist, dann müsste streng genommen gelten: Wenn nicht alle gerettet werden können, dann darf niemand gerettet werden. Das wäre jedoch kontraintuitiv und wenig überzeugend. Statt des strengen Egalitarismus könnte man auf das Prinzip der *Chancengleichheit* zurückgreifen. Diese wäre gegeben, wenn alle die gleiche Chance hätten, ausgewählt zu werden. Zum Beispiel durch ein Losverfahren oder durch eine Regel wie «Alle am 15.3.1978 Geborenen» (das Datum würde durch einen Zufallsgenerator ermittelt). Diese Regeln wären jedoch blind für Differenzen – mit allen negativen Auswirkungen, die das haben kann: So wäre es möglich, dass im Falle des Zufallsgenerators nur Zweijährige oder Vierundachtzigjährige oder mehrheitlich unbegabte Vierzigjährige ausgewählt werden. Vielleicht sollte man stattdessen gleich utilitaristisch vorgehen und berechnen, wer auf lange Sicht den Gesamtnutzen der Gesellschaft an Bord relativ stärker erhöhen würde als andere, oder hedonistisch eine Art von «Brutto-Individualglück» kalkulieren, das jeder Bewerber im Laufe seines restlichen Lebens noch zu erwarten hat, und nur jene Personen auswählen, die hier besonders gut abschneiden (was wahrscheinlich deutlich mit dem Lebensalter korreliert). Oder man könnte sich von den Überlegungen der Tugendethik leiten lassen, weltweit ein Register mit den Namen aller Virtuosen der Tugendhaftigkeit anlegen und nur sie in die Crew aufnehmen. Allerdings sehe ich kein unanfechtbares Verfahren, wie irgendetwas davon objektiv und vergleichend gemessen werden könnte. Vielleicht sollte man die Plätze nach dem Kriterium der Leistungsgerechtigkeit vergeben, an diejenigen, die sich besondere Verdienste um die Menschheit, den sozialen Frieden, den wissenschaftlichen Fortschritt, den Raumschiffbau o. Ä. erworben haben. Denkbar wäre auch eine Art diskursethisches Verfahren, in dem in einem geregelten Deliberationsprozess die formalen und materialen Kriterien der Auswahl allererst demokratisch festgelegt werden, auf deren Grundlage dann die Erdbewohner jene zwei-, drei- oder vierhunderttausend Personen auswählen, die dem Schicksal der Menschheit auf Erden entgegen sollen.

Vermutlich wird man sich auf keines der genannten Verfahren und Kriterien (bzw. ihre Operationalisierung) einigen können, weil im vorliegenden Fall alle Menschen unmittelbar selbst existenziell Betroffene wären und daher bei der Diskussion der Frage, welche Regeln zur Anwendung kommen sollten, *strategisch* argumentieren würden. Einen «Schleier des Nichtwissens»

(Rawls 1975) – der verbirgt, ob man angesichts der ausgewählten Verfahren und Kriterien am Ende selbst zu den Geretteten gehören wird oder nicht, und der bei Rawls in der Diskussion über die Prinzipien der Gerechtigkeit Objektivität und Unparteilichkeit garantieren soll – würde es nicht geben: Jedem stünde sofort klar vor Augen, welches Auswahlkriterium und Verfahren ihm keine, nur geringe oder bessere Überlebenschancen geben würde. Anders als in der medizinischen Allokationsethik, in der die Verteilungsregeln für knappe Spenderorgane durch Nichtbetroffene festgelegt und implementiert werden, sind die Entscheider hier selbst an dem knappen Gut stark interessiert. Dies wird die Festlegung von Kriterien und Verfahren für die Auswahl der «happy few» negativ beeinflussen, ja ganz unmöglich machen. Auch ein Expertengremium («globaler Ethikrat»), an den die Entscheidung übertragen werden könnte, löste dieses Dilemma nicht, denn auch seine Mitglieder wären am knappen Gut stark interessiert und insofern voreingenommen – ganz abgesehen von der Frage, wer darüber entscheidet, wer die Entscheider im Rat sein sollen: Befangenheit und Eigeninteresse bestünden auch hier.

Schon der bestehende ethische Pluralismus (konsequenzialistische vs. deontologische vs. Tugendethiken) und Dissens hinsichtlich der Prinzipien der Verteilungsgerechtigkeit (utilitaristisch?, egalitaristisch?, verdienstethisch? usw.) in Verbindung mit der existenziellen Grenzsituation des nahenden Erdtods, der zu «Tragic Choices» (Calabresi/Bobbit 1978; vgl. Lübbe 2004) zwingt, lässt keine überzeugenden und zeitnahen ethischen Lösungen erwarten. Man könnte – im Sinne der Mission – sogar argumentieren, dass eine ethische Perspektive gar nicht sinnvoll ist. Denn *das* Grundprinzip aller universalistischen Ethik, das Diskriminierungsverbot (hinsichtlich Alter, Rasse, Geschlecht, «geistiger Fähigkeiten» usw.) führte im vorliegenden Fall zu einem untragbaren Ergebnis, weil es den Erfolg der Mission gefährdete. Das wird deutlich, wenn man ein zweites relevantes Verteilungskriterium für die knappen Tickets betrachtet, das *biologische*: Wenn es um den Gattungserhalt geht, dann müssten biologische und medizinische Kriterien der Auswahl zugrunde gelegt werden, keine ethischen.

Gefragt werden müsste dann nämlich danach, welche Menschen die besten Überlebenschancen hätten, an Bord und in der neuen Welt. Wer ist körperlich und geistig gesund und leistungsfähig, hat eine ideale genetische Ausstattung, ist ohne Erbkrankheiten, weist aber hilfreiche genetische Variationen und Mutationen auf, hat eine hohe Lebenserwartung, einen hohen Intelligenzquotienten und ist uneingeschränkt fortpflanzungsfähig? Auszuwählen wären also die biologisch, nicht die tugendethisch «Perfekten». Alte,

Kranke, Behinderte, Minderbegabte usw. kämen folglich nicht in Betracht. Für die Gesamtgruppe wäre ausserdem eine Zusammensetzung zu wählen, die eine gewisse genetische Vielfalt bzw. ethnische Heterogenität (oder «Humandiversität») gewährleistete. Zwar wäre, soziologisch betrachtet, die Solidarität an Bord grösser bei homogenen Gruppen, doch die biologischen Überlebenschancen werden verbessert, wenn die Gruppe genetisch («rassisch») vielfältig ist: Aufgrund der nachgewiesenen unterschiedlichen Anfälligkeit von Populationen und Subpopulationen könnte so das Risiko reduziert werden, dass alle Passagiere bei Ausbruch einer gefährlichen Infektionskrankheit an Bord dahingerafft würden. Weil «gutes» Erbmateriale und genetische Vielfalt die Überlebenschancen erhöhen, müssten vor Beginn der Mission Massen-DNA-Tests durchgeführt werden. Zwar kostet eine komplette Erbgutanalyse gegenwärtig noch immer sehr viel Zeit und Geld,⁷⁶ doch müsste man beides investieren, um die «biologisch Besten» auswählen zu können.

Doch auch das biologische Kriterium ist unzulänglich: Es ist nicht nur ethisch angreifbar, es ist auch für die Zielerreichung ungenügend. Ein weiteres wichtiges, für den Erfolg der Mission erforderliches *funktionales* Kriterium würde hier gar nicht oder nur zufällig erfüllt: Tauglichkeit. Die Passagiere müssten nämlich nicht nur gesund und kräftig sein, sie müssten auch über wichtige Fertigkeiten und Kenntnisse verfügen, ohne die keine Raumfahrt und keine Weltraumsiedlungen möglich sind – sowie charakterlich, sozial und psychologisch «passen». All das aber bliebe bei einer rein biologisch begründeten Auswahl unberücksichtigt. Niemand würde jedoch die Verantwortung für einen Flug zum Mars, bildlich gesprochen, in die Hände eines Leichtathletik-Olympia-Kaders legen wollen.

Bei einer funktionalen Auswahl würde man zunächst einmal die *optimale* Personenzahl für die Reise ermitteln und von hier aus den Raumschiffbau planen. Danach würde man die besten Natur-, Sozial- und WirtschaftswissenschaftlerInnen, die besten IngenieurInnen und TechnikerInnen auswählen, also: PilotInnen, AstrophysikerInnen und NavigatorInnen, Ärzte, BiologInnen und LebensmittelchemikerInnen, InformatikerInnen, MedizintechnikerInnen und Pharmazeuten, KindergärtnerInnen, LehrerInnen und ProfessorInnen, PsychologInnen und TherapeutInnen usw. Ein Teil der Pas-

76 Deutscher Ethikrat: Die Zukunft der genetischen Diagnostik – von der Forschung in die klinische Anwendung. Stellungnahme, Berlin 2013, 33, www.ethikrat.org/dateien/pdf/stellungnahme-zukunft-der-genetischen-diagnostik.pdf (1.9.2016).

sagiere würde bereits im Vorfeld genetisch optimiert, ein Teil wären Transhumanoide, Hybridwesen und Klone. Insgesamt stünde eine Diskriminierung hinsichtlich der intellektuellen, biologisch-medizinischen und psychosozialen Passung im Zentrum der Selektionsverfahren von Mensch und Maschine.⁷⁷ Bestimmte Berufsgruppen kämen für die Reise nicht in Betracht, wie Comedians, Schauspieler und Künstler, Fussballspieler und Tänzer – wie jung und gesund sie auch immer sein mögen. Bei anderen wäre dies zumindest fraglich (Sterneköche, Gartenarchitekten und Journalisten). Man würde mit Adam Smith einen Unterschied machen zwischen «produktiven» und «unproduktiven» Berufen bzw. erforderlichen und überflüssigen Kompetenzen und Fertigkeiten. Welchen *Wert* jemand (noch) hat, bemässe sich an dem Beitrag, den er zum Erfolg der Mission, zum Überleben der Menschheit leisten könnte.

Es bedarf an dieser Stelle keiner weiteren Ausführungen: Das funktionale Kriterium hat wie das ethische und das biologische seine blinden Stellen, ist ethisch angreifbar und emotional unbefriedigend. Vielleicht führte allein eine Kombination der drei genannten Kriterien zu einem befriedigenden Ergebnis. Doch wie dem auch sei: Es würde kaum dazu kommen, dass eine reine oder kombinierte Selektionsfunktion global geordnet angewendet würde. Denn es gäbe niemanden mit einer entsprechenden globalen Zuteilungskompetenz, der eines der Kriterien oder eine Kombination daraus vorurteilsfrei anwenden könnte und dürfte. Nicht nur, weil sich jede dieser Instanzen zunächst einmal selbst selektieren würde, sondern vor allem, weil es keine freien Plätze für eine solche Verteilung gäbe. Denn die relevante Frage wird nicht sein, wer die Tickets bekommen *sollte*, sondern wer sie *faktisch* bekommen wird. Und diese Frage haben wir in Abschnitt 3.4 bereits beantwortet: Tatsächlich würden nur die *Raumschiffbauer* die begehrten Tickets bekommen. Das heisst die privaten Raumfahrt-Entrepreneurs in den USA, die Machteliten Chinas, die Oligarchen und Geheimdienstler Russlands usw. würden (auf ihre je eigene Weise) die Auswahlentscheidungen treffen. Sicher wären – aus eigenem Interesse – Spitzenforscher und Raumfahrtingenieure allseits gefragt. Da aber Macht, Geld, Zugehörigkeiten und Abenteuergeist zum Auswahlkriterium würden, wäre deren Zahl bei weitem zu gering, um den Erfolg der Missionen zu gewährleisten. Zudem würde gelten: Nur wer in der Schlussphase über genügend Bewaffnete verfügt, um die Erstürmung oder

⁷⁷ Vermutlich würde man für alle Fälle auch eine durch KI ausgewählte repräsentative Genbibliothek der Menschheit mitführen.

Zerstörung des Raumschiffs durch die zum Untergang Verdammten zu verhindern, wird reisen können. Ethische Aspekte, so viel scheint sicher, würden wohl keinerlei Bedeutung haben.

4. Schluss: Dilemmata der Humanität

Es gehört zur Signatur der Humanitas, dass Menschen vor Probleme gestellt werden, die für Menschen zu schwer sind, ohne dass sie sich vornehmen könnten, sie ihrer Schwere wegen unangefasst zu lassen.

Peter Sloterdijk, Regeln für den Menschenpark (1999)

Die Ergebnisse unseres Gedankenexperiments sind komplex und daher nicht einfach zusammenzufassen. Wir haben gesehen (Abschnitt 2.1), dass die gegenwärtig noch immer grösste Bedrohung für die Existenz der Menschheit vom Menschen selbst ausgeht. Durch die rücksichtslose Vernutzung von Rohstoffen, von Wasser, Land und Luft, durch das Auslösen eines Atomkriegs usw. kann die gesamte Menschheit zugrunde gehen. Diesen Gefahren ist vor allem mit politischen Mitteln entgegenzutreten. Vielleicht bedarf es darüber hinaus, wie Hans Jonas argumentiert hat, einer neuen «Zukunftsethik», deren spezifischen Gehalt er in einen kategorischen Imperativ verdichtet hat: «Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden. [...] Gefährde nicht die Bedingungen für den indefiniten Fortbestand der Menschheit.» (Jonas 1982, 36)

Angesichts der anthropogen induzierten Risiken durch übermässigen Ressourcenverbrauch und massive Umweltzerstörung sind die Askese und das «Abbremsen» des technischen Fortschritts, wie von Jonas gefordert, vielleicht als Lösungswege vorstellbar. Die weitere Zunahme der Erderwärmung, das Artensterben usw. liessen sich durch Konsumverzicht und eine Revision der «kapitalistischen Lebensweise» möglicherweise stoppen oder verlangsamen.

Allerdings ist, wie wir ebenfalls gesehen haben (vgl. Abschnitt 2.2), die Existenz der Menschheit auch durch irdische und ausserirdische Naturkräfte bedroht. Die völlige Zerstörung der Erde, sei es durch Meteoriteneinschläge, die Kollision mit einem vagabundierenden Planeten oder einem Neutronen-

stern usw., ist durchaus möglich, wie Astronomie und Astrophysik seit einigen Jahrzehnten wissen. Wenn wir also die Fortexistenz der Gattung sicherstellen sollen, wären wir dann nicht auch kategorisch verpflichtet, Vorkehrungen zu treffen, damit die Menschheit in solchen Fällen gerettet werden kann? Die Voraussetzung *hierfür* aber wäre, den wissenschaftlich-technischen Fortschritt nicht «abzubremsen», wie Jonas fordert, sondern zu *beschleunigen* und alles dafür zu tun, dass die Menschheit evakuiert werden kann.

Wichtig scheint mir an dieser Stelle die Einsicht zu sein, dass wir unseren Blick auf die Natur – über Umweltethiker wie Hans Jonas und andere hinaus – verändern bzw. erweitern und ihre *beiden* Seiten ins Auge fassen, sie also nicht nur als eine vom Menschen *bedrohte*, sondern auch als eine den Menschen *bedrohende* Grösse ansehen müssen, deren partielle oder völlige Selbsterstörung nicht ausgeschlossen ist. Denn auch diese Seite der Natur betrifft unsere menschliche Handlungswelt.

Nun wird gelegentlich eingewendet, dass die Eintrittswahrscheinlichkeiten der oben (Abschnitt 2.2) genannten, von der Natur ausgehenden Katastrophen denkbar gering seien. Für schwarze Löcher, Gammastrahlen und Magnetare mag das stimmen. Ein Asteroid oder Komet dagegen kann fast jederzeit einschlagen. Schwierig bleibt allein die exakte Prognose aufgrund der schlechten Datenlage. Die Gefahr ist also durchaus eine «reale statistische Grösse». Nicht zuletzt deshalb wird seit einiger Zeit gefordert, Massnahmen zu ergreifen, die die Überlebenswahrscheinlichkeit der Menschheit erhöhen. Es bestehe eine «Pflicht zur Förderung wissenschaftlicher Programme zur Sicherung essentieller Lebensinteressen künftiger Generationen», formuliert, wie gesehen, Staatsrechtler Johannes Caspar auf der Grundlage des Prinzips: «Je bedeutsamer das Schutzgut, umso geringer sind die Anforderungen an die Schadenswahrscheinlichkeit für ein präventives Handeln.» (Caspar 2001, 86)

Was also ist zu tun? Zwei *Pflichten* bzw. materiale Implikationen von Pflichten scheinen hier zu kollidieren. Umweltethiker wie Hans Jonas fordern die Verlangsamung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, Caspar und andere dessen Beschleunigung. Diesen Dissens wird man meines Erachtens zugunsten der letzteren Position auflösen müssen (wobei ich die Frage, ob man hier im strengen Sinne von «moralischen Pflichten» sprechen kann, dahingestellt sein lassen möchte): Denn sicher wäre das «Abbremsen» des wissenschaftlich-technischen Fortschritts – zur Reduktion der anthropogen induzierten Risiken (2.1) – der falsche Weg angesichts der bestehenden globalen und *kosmischen* Gefahren. Stattdessen wäre dessen *Förderung* und *Expansion* politisch angeraten (zumal mit mehr Forschung und Technologie auch zahlreiche der anthropogen induzierten Risiken minimiert oder

abgewendet werden könnten). Nur über den exakten Bereich, in den die drastisch zu erhöhenden (staatlichen) Mittel fliessen sollten, wäre weiter zu diskutieren: in die Grundlagenforschung der Physik und Astrophysik? Die (Astro-)Biologie und Biotechnologie? Die Ökologie und Klimaforschung? Gute Kandidaten wären in jedem Fall die im Januar 2012 gegründete internationale Forschungsinitiative *NEOShield*, die sich mit Möglichkeiten der planetaren Verteidigung auseinandersetzt, das *Europäische Warnsystem für gefährliche Asteroiden* der ESA sowie diese selbst, die *Europäische Weltraumorganisation*, und das *Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt* (DLR). Denn schon bald könnten einige der uns drohenden *kosmischen* Gefahren von der Erde aus mittels Raketen, Raumsonden u. Ä. abgewendet werden. Wenn es mithilfe verbesserter Beobachtungssysteme gelänge, Materieteile im All, Asteroiden etwa, rechtzeitig zu orten, so könnten geostationäre Systeme ausreichend sein, um sie zu beseitigen oder ihre Flugbahn zu ändern. Raumfahrt-Missionen zu gefährlichen Asteroiden (wie 2016 mittels der US-Raumsonde Osiris Rex zum Asteroiden Bennu, der einen Durchmesser von ca. 500 Metern hat und in 150 Jahren mit verheerenden Folgen auf der Erde einschlagen könnte)⁷⁸ sind sicher der zurzeit beste Weg, um Abwehrmassnahmen gezielt vorbereiten zu können.

Wir wollen das hier nicht vertiefen und den Spezialisten dieses Feld überlassen. Dass es der besseren Finanzierung, der besseren Ausstattung und grösseren öffentlichen Anerkennung dieser und verwandter Einrichtungen und Missionen bedarf: Hierüber dürfte Konsens zu erzielen sein, auch wenn von einer tief greifenden Bewusstseins- und Verhaltensänderung der Menschen – trotz des zunehmenden Wissens um die apokalyptischen Gefahren («Das Ende ist nah!») – *politisch* wenig zu spüren ist (vgl. Abschnitt 1). Umso schwieriger dürfte es werden, Stephen Hawking und anderen Astrophysikern und Raumfahrtforschern zu folgen und die «Flucht von der Erde» zum wissenschaftlich-technischen Nahziel zu erheben (im ersten Schritt etwa durch Programme der Mond- und Marsbesiedlung). Die hier zu überwindenden politischen Widerstände wären noch ungleich grösser. Das Vorhaben sähe sich mit fiskalischen, aber auch wissenschaftlich-technischen, ökonomischen und ethischen Problemen in einem derart gewaltigen Ausmass konfrontiert, dass die Wahrscheinlichkeit des Gelingens schon von daher äusserst gering wäre. Darüber hinaus lässt sich zu Recht einwenden, dass Vorbereitung und Durchführung des Projekts «Flucht von der Erde» das menschliche Wesen

78 www.telegraph.co.uk/science/2016/09/06/10-facts-about-bennu---the-armageddon-asteroid-that-could-collid (10.9.2016).

so tief und nachhaltig verändern würden, dass das, was da auf Reisen ginge, spätestens bei seiner Ankunft auf dem ausgewählten Exoplaneten wohl kaum mehr als «Mensch» zu bezeichnen wäre. Der Mensch ist in jeder Hinsicht ein terrestrisches Wesen. Nur auf der Erde wird es Freiheit, Humanität und politische Selbstbestimmung geben können – und das ist hier schon schwer genug (Arendt 1981, 8ff.). Ihn zum «homo sapiens» zu machen, erforderte so tiefe Eingriffe in seine Physiologie und Psychologie, dass sich am Ende nicht nur ethische, sondern auch Definitionsfragen stellten. Wollen wir den *Menschen* retten oder eine «posthumanoiden» Spezies? Wenn also der Mensch in seinem (heutigen) Sosein als freies, nach Selbstbestimmung strebendes, moralfähiges Kulturwesen gar nicht zu retten wäre, warum sollten wir Heutigen dann Vorkehrungen für den Ernstfall treffen?

Nun können wir den Kopf nicht einfach in den Sand stecken und die Gefahren ignorieren. Wir wissen seit einigen Jahren recht genau, dass die Erde nicht langfristig existieren wird. Deshalb sollten wir, wie gesagt, Forschung und Technologie stärker fördern und auch die Raumfahrtforschung vorantreiben, zum Wohle der heute und zukünftig lebenden Menschen. Wir sollten dabei aber die Grenzen des Vorhabens im Auge behalten, die die Grenzen unseres menschlichen Vermögens sind. Und keineswegs dürfen die aufgeworfenen ethischen Fragen ignoriert werden. Sonst könnte es am Ende geschehen, dass wir einmal über wissenschaftlich, technisch, medizinisch usw. zufriedenstellende Lösungen für den Plan der Evakuierung verfügen, aber ethisch dem Ernstfall nicht gewachsen sind. Dass die Raumfahrt irgendwann einmal in naher Zukunft zu einem «Menschheitsprojekt» wird, ist zu hoffen. Dass die *Gattungssolidarität* dabei proportional zu den wissenschaftlich-technischen Erfolgen mitwachsen möge, wäre zu wünschen. Zweifel sind jedoch – sagen wir einschränkend: zurzeit jedenfalls noch – angebracht.

Literatur

- Agamben, Giorgio (2002): *Homo sacer. Die souveräne Macht und das nackte Leben*, Frankfurt a. M.
- Anders, Günther (³2010): *Die Antiquiertheit des Menschen*, Bd. 1: *Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution* (1956), München.
- Arendt, Hannah (1981): *Vita activa oder vom tätigen Leben* (1958), München.
- Axelrod, Robert (1984): *The Evolution of Cooperation*, New York.

- Barker, David C. / Bearce, David H. (2013): End-Times Theology, the Shadow of the Future, and Public Resistance to Addressing Global Climate Change, in: *Political Research Quarterly* 66 (2), 267–279.
- Baxter, Stephen (2011): *Die letzte Arche*, München.
- Blanke, Gustav H. (1988): Das amerikanische Sendungsbewusstsein. Zur Kontinuität rhetorischer Grundmuster im öffentlichen Leben der USA, in: Kodalle, Klaus-Michael (Hg.): *Gott und Politik in USA. Über den Einfluss des Religiösen*, Frankfurt a. M., 186–215.
- Boulding, Kenneth E. (1966): The Economics of the Coming Spaceship Earth, in: Jarrett, Henry (Hg.): *Environmental Quality in a Growing Economy*, Baltimore, 3–14.
- Broucker, Manfred (2004): Protest – Anpassung – Etablierung. Die Christliche Rechte im politischen System der USA, Frankfurt a. M. / New York.
- Broucker, Manfred (Hg.) (2005): *God Bless America. Politik und Religion in den USA*, Darmstadt.
- Calabresi, Guido / Bobbit, Philip (1978): *Tragic Choices*, New York / London.
- Carusi, Andrea / Marsden, Brian (2001): Vorwort, in: Steel, Duncan: *Zielscheibe Erde. Wie Asteroiden und Kometen unseren Planeten bedrohen*, Stuttgart, 6–7.
- Caspar, Johannes (2001): Generationen-Gerechtigkeit und moderner Rechtsstaat. Eine Analyse rechtlicher Beziehungen innerhalb der Zeit, in: Birnbacher, Dieter / Bruder Müller, Gerd (Hg.) *Zukunftsverantwortung und Generationensolidarität*, Würzburg, 73–105.
- Dickel, Sascha (2011): Entgrenzung der Machbarkeit? Biopolitische Utopien des Enhancements, in: Böhlemann, Peter / Hattenbach, Almuth / Kleinert, Lars / Markus, Peter (Hg.): *Der machbare Mensch. Moderne Hirnforschung, biomedizinisches Enhancement und christliches Menschenbild*, Berlin / Münster, 75–84.
- Downs, Anthony (1957): *An Economic Theory of Democracy*, New York.
- Dyson, Freeman (1981): *Innenansichten. Erinnerungen in die Zukunft*, Basel / Boston / Stuttgart.
- Egelseer, Jürgen (Hg.) (2014): *Das Ende der Menschheit. Anthologie*, Traunstein.
- Ehrlich, Paul R. / Sagan, Carl (1985): *Die nukleare Nacht. Die langfristigen klimatischen und biologischen Auswirkungen von Atomkriegen*, Köln.
- Emmott, Stephen (2013): *Zehn Milliarden*, Berlin.
- Fichte, Johann Gottlieb (2014): *Die Grundzüge des gegenwärtigen Zeitalters* (1806), Berlin.
- Gesang, Bernward (2007): *Perfektionierung des Menschen*, Berlin / New York.

- Guth, James L. / Green, John C. / Kellstedt, Lyman A. / Smidt, Corwin E. (1995): Faith and the Environment: Religious Beliefs and Attitudes on Environmental Policy, in: *American Journal of Political Science* 9 (2), 364–382.
- Hanslmeier, Arnold (2011): *Kosmische Katastrophen. Weltuntergänge? Was sagt die Wissenschaft dazu?*, Graz.
- Harrasser, Karin (2013): *Körper 2.0. Über die technische Erweiterbarkeit des Menschen*, Bielefeld.
- Hawking, Stephen (2001): *Das Universum in der Nusschale*, Hamburg.
- Helfand, Ira u. a. (2013): Two Billion People at Risk? Global Impacts of Limited Nuclear War on Agriculture, Food Supplies, and Human Nutrition, www.psr.org/wp-content/uploads/2018/04/two-billion-at-risk.pdf (15.5.2017).
- Höhler, Sabine (2008): «Spaceship Earth». Envisioning Human Habitats in the Environmental Age, in: *Bulletin of the German Historical Institute* 42, Washington DC, 65–85.
- Houellebecq, Michel (2005): *Die Möglichkeit einer Insel*, Köln.
- Horn, Eva (2014): *Zukunft als Katastrophe*, Frankfurt a. M.
- Huxley, Aldous (1981): *Schöne neue Welt* (1932), Frankfurt a. M.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Hg.) (2014): *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC*, Genf.
- Jaspers, Karl (1982): *Die Atombombe und die Zukunft des Menschen. Politisches Bewusstsein in unserer Zeit* (1958), München.
- Jonas, Hans (1982): *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation* (1979), Frankfurt a. M.
- Ji Sun, Miriam / Kabus, Andreas (Hg.) (2013): *Reader zum Transhumanismus*, Berlin.
- Ji Sun, Miriam (2013): Human Enhancement Technologies, in: dies. / Kabus, Andreas (Hg.): *Reader zum Transhumanismus*, Berlin, 61–91.
- Karl, Thomas R. / Arguez, Anthony / Huang, Boyin u. a. (2015): Possible artifacts of data biases in the recent global surface warming hiatus, in: *Science* 348 (6242), 1469–1472.
- Kehse, Ute (1998): Die letzten Tage der Saurier, in: *Bild der Wissenschaft*, 1. Mai, www.wissenschaft.de/archiv/-/journal_content/56/12054/1685951/Die-letzten-Tage-der-Saurier (8.12.2015).
- Keulemans, Maarten (2010): *Exit Mundi. Die besten Weltuntergänge*, München.

- Klaes, Christian (2013): BCI – Schnittstelle zwischen Gehirn & Computer, in: Ji Sun, Miriam / Kabus, Andreas (Hg.): Reader zum Transhumanismus, Berlin, 131–140.
- Koch, Rüdiger (2013): Digitale Transzendenz, in: Ji Sun, Miriam / Kabus, Andreas (Hg.): Reader zum Transhumanismus, Berlin, 141–168.
- Krebs, Angelika (2001): Wieviel Natur schulden wir der Zukunft? Eine Kritik am zukunftsethischen Egalitarismus, in: Birnbacher, Dieter / Brudermüller, Gerd (Hg.): Zukunftsverantwortung und Generationensolidarität, Würzburg, 157–183.
- Ladewig, Rebekka (2005): Das Raumschiff, in: Geisthövel, Alexa / Knoch, Habbo (Hg.): Orte der Moderne. Erfahrungswelten des 19. und 20. Jahrhunderts, Frankfurt a. M., 57–67.
- Leslie, John (1996): The End of the World. The Science and Ethics of Human Extinction, London.
- Lübbe, Hermann (1996): Schrumpft die Zeit? Zivilisationsdynamik und Zeitumgangsmoral. Verkürzter Aufenthalt in der Gegenwart, in: Weis, Kurt (Hg.): Was ist Zeit? Zeit und Verantwortung in Wissenschaft, Technik und Religion, München, 53–79.
- Lübbe, Weyma (Hg.) (2004): Tödliche Entscheidung. Allokation von Leben und Tod in Zwangslagen, Paderborn.
- Mackowiak, Bernhard (2015): Die Erforschung der Exoplaneten. Auf der Suche nach den Schwesterwelten des Sonnensystems, Stuttgart.
- Marino, Bruno D. V. / Odum, Howard T. (Hg.) (1999): Biosphere 2: Research Past and Present, Amsterdam u. a.
- Mathwig, Klaus / Sames, Klaus (2013): Kryonik, in: Ji Sun, Miriam / Kabus, Andreas (Hg.): Reader zum Transhumanismus, Berlin, 113–129.
- Mbembe, Achille (2014): Kritik der schwarzen Vernunft. Aus dem Französischen von Michael Bischoff, Berlin.
- McCarthy, Cormac (2006): The Road, New York (dt. Die Strasse, Reinbek b. H. 2007).
- Nell [O'Neill], Onora (2004): Rettungsboot Erde, in: Lübbe, Weyma (Hg.): Tödliche Entscheidung. Allokation von Leben und Tod in Zwangslagen, Paderborn, 35–52.
- Nelson, Mark (2018): Pushing Our Limits: Insights from Biosphere 2, Tucson AZ.
- Oakeshott, Michael (1983): The Tower of Babel, in: ders.: On History and other Essays, Oxford, 165–194.
- Oeser, Erhard (2011): Katastrophen. Triebkraft der Evolution, Darmstadt.

- Quante, Michael (2006): Selbst-Manipulation? Neuro-Enhancement und personale Autonomie, in: Kaminsky, Carmen / Hallich, Oliver (Hg.): Verantwortung für die Zukunft. Zum 60. Geburtstag von Dieter Birnbacher, Berlin, 103–118.
- Platon (1973): Der Staat [Politeia], Stuttgart.
- Poynter, Jane (2006): The Human Experiment: Two Years and Twenty Minutes Inside Biosphere 2, New York.
- Rawls, John (1975): Eine Theorie der Gerechtigkeit, Frankfurt a. M.
- Rees, Martin (2003): Unsere letzte Stunde. Warum die moderne Naturwissenschaft das Überleben der Menschheit bedroht, München.
- Sahm, Peter R. / Rahmann, Hinrich / Blome, Hans-Joachim / Thiele, Gerhard P. J. (Hg.) (2005): Homo sapiens. Der Mensch im Kosmos, Hamburg.
- Sandvoss, Ernst R. (2002): Vom homo sapiens zum homo sapiens. Eine Sinnerspektive der Menschheitsentwicklung, Berlin.
- Skinner, Burrhus F. (1985): Futurum Zwei. Die Vision einer aggressionsfreien Gesellschaft, Reinbek b. H. (engl. Walden Two, 1948).
- Sloterdijk, Peter (2012): Du musst dein Leben ändern, Frankfurt a. M.
- Sloterdijk, Peter (2014): Regeln für den Menschenpark. Ein Antwortschreiben zu Heideggers Brief über den Humanismus, Frankfurt a. M.
- Steel, Duncan (2001): Zielscheibe Erde. Wie Asteroiden und Kometen unseren Planeten bedrohen, Stuttgart.
- Szewczyk, Daniel (2012): Warum Insekten nicht unser neues Fleisch werden, in: Die Welt, 1. April, www.welt.de/106139107 (24.2.2016).
- Tilly, Michael (2012): Kurze Geschichte der Apokalypsik, in: Aus Politik und Zeitgeschichte 62 (51–52), 17–25.
- Tuveson, Ernest Lee (1968): Redeemer Nation. The Idea of America's Millennial Role, Chicago/London.
- Wuketits, Franz M. (32009): Evolution. Die Entwicklung des Lebens, München.
- Wuketits, Franz M. (2016): Mord. Krieg. Terror. Sind wir zur Gewalt verurteilt?, Stuttgart.

Filme

When Worlds Collide (1951)
 The Day the Earth Stood Still
 (1951)
 On the Beach (1959)

Dr. Strangelove or: How I Learned to Stop Worrying and Love the Bomb (1964)
 Fail-Safe (1964)
 2001: A Space Odyssey (1968)

- Silent Running (1972)
 Soylent Green (1973)
 Logan's Run (1976)
 Close Encounters of the Third Kind (1977)
 Meteor (1979)
 Mad Max (1979)
 Mad Max 2: The Road Warrior (1981)
 Blade Runner (1982)
 The Day After (1983)
 The Terminator (1984)
 Threads (1984)
 Mad Max 3: Beyond Thunderdome (1985)
 RoboCop (1987)
 Terminator 2: Judgment Day (1991)
 Outbreak (1995)
 Twelve Monkeys (1995)
 Independence Day (1996)
 Gattaca (1997)
 Le Cinquième Élément (1997)
 Armageddon (1998)
 Deep Impact (1998)
 The Bicentennial Man (1999)
 The Matrix (1999)
 Red Planet (2000)
 X-Men (2000)
 Mission to Mars (2000)
 A. I. – Artificial Intelligence (2001)
 28 Days Later (2002)
 Minority Report (2002)
 The Matrix Reloaded (2003)
 The Matrix Revolutions (2003)
 The Core (2003)
 X-Men 2 (2003)
 The Day After Tomorrow (2004)
 I, Robot (2004)
 War of the Worlds (2005)
 X-Men: The Last Stand (2006)
 Children of Men (2006)
 I Am Legend (2007)
 Blindness (2008)
 WALL·E (2008)
 The Happening (2008)
 The Day the Earth Stood Still (2008)
 X-Men Origins: Wolverine (2009)
 The Age of Stupid (2009)
 Avatar (2009)
 2012 (2009)
 9 (2009)
 Carriers (2009)
 The Road (2009)
 Faktor 8 – Der Tag ist gekommen (2009)
 The Book of Eli (2010)
 Inception (2010)
 X-Men: First Class (2011)
 Contagion (2011)
 Melancholia (2011)
 Collision Earth (2011)
 Hell (2011)
 4:44 – Last Day on Earth (2011)
 Battlestar Galactica: Blood and Chrome (2012)
 The 12 Disasters of Christmas (2012)
 Seeking a Friend for the End of the World (2012)
 Real Humans (2012), Serie
 Snowpiercer (2013)
 The Colony (2013)
 The Last Days on Mars (2013)
 After Earth (2013)
 Oblivion (2013)
 Gravity (2013)

AE: Apocalypse Earth (2013)
 The Rover (2014)
 Interstellar (2014)
 Transcendence (2014)
 X-Men: Days of Future Past (2014)

Mad Max 4: Fury Road (2015)
 The Martian (2015)
 The 100 (2014–2016), Serie
 Deadpool (2016)
 Passengers (2016)

