

28. Dezember 1987, von Michael Schöfer Gedanken zur Entwicklung Künstlicher Intelligenz (KI)

Wird es jemals so etwas wie Künstliche Intelligenz geben, und wenn ja, wie wird sich das auf die menschliche Gesellschaft auswirken? Werden in noch unbestimmter Zukunft intelligente Computer die Welt regieren und den Menschen, ihren Schöpfer, ins Abseits drängen? Nach meiner Auffassung wird der Mensch intelligente, d.h. denkende Maschinen herstellen. Schon allein die wirtschaftlichen und militärischen Anreize zur Entwicklung von Künstlicher Intelligenz machen die Forschung in diese Richtung so interessant. Ob KI auch für die Menschheit nützlich ist, steht auf einem anderen Blatt. Die führenden Industrienationen der Erde forschen jedenfalls eifrig in Richtung Künstlicher Intelligenz, und die Entwicklung steht erst an ihrem Anfang.

Künstliche Intelligenz ist eine logische Fortentwicklung der Evolution. Nach dem Entstehen des Weltalls gab es zuerst nur einen einzigen Grundstoff - den Wasserstoff. Er ist der Urstoff unseres Universums, das nach der heute vorherrschenden Theorie aus dem Urknall hervorgegangen ist. Über das, was vor dem Urknall war und wie es zu ihm kam, lassen sich wohl nie nachprüfbar Erkenntnisse gewinnen. (Nach Einsteins Relativitätstheorie ist das Universum ein Raum-Zeit-Gefüge. Zeit soll demzufolge erst mit dem Raum entstanden sein. Wenn es also Zeit erst seit dem Urknall gibt, könnte sich die (zeitliche) Frage nach dem, was vor dem Urknall war, erübrigen. Es gab dann einfach kein (zeitliches) davor)

Durch atomare Reaktionen in den Sonnen, die sich aus dem zusammenballenden Wasserstoff gebildet haben, entstanden die uns jetzt bekannten 94 natürlichen Elemente, vom Wasserstoff mit der Ordnungszahl 1 bis zum Plutonium mit der Nummer 94. Aus diesen 94 Elementen hat sich alles andere entwickelt. Sie sind Verbindungen miteinander eingegangen, was zu Molekülen und Molekülketten führte. Einige davon sind die Grundbausteine des Lebens auf der Erde. Die Verbindung der vorhandenen Elemente war die folgerichtige Weiterentwicklung, wollte die Evolution nicht mit dem 94. Element in eine Sackgasse geraten. Denn alle Elemente mit einer größeren Ordnungszahl als 94 kommen in der Natur nicht vor und sind nur durch künstliche Kernreaktionen gewinnbar. Sie erweisen sich nämlich als so instabil, daß sie zerfallen und nicht auf natürliche Weise entstehen. Das Uran (Ordnungszahl 92) galt lange als Schlußstein des Periodensystems. Nach der Entdeckung der Elemente Nr. 93 (Neptunium) und Nr. 94 (Plutonium) stellte sich jedoch heraus, daß auch diese beiden Elemente in der Natur - allerdings nur in winzigen Mengen - vorkommen. Auch die natürlichen Elemente Nr. 84 (Polonium) bis Nr. 94 (Plutonium) sind radioaktiv und zerfallen. Stabil ist die Materie allerdings nur bis zum Element Wismut (Ordnungszahl 83). Die radioaktiven Elemente 84 bis 94 kommen jedoch in der Natur vor und müssen nicht künstlich erzeugt werden. Sollte einmal die natürliche Produktion schwerer Elemente zum Stillstand kommen, würden nach einer bestimmten Zeit alle natürlichen radioaktiven Elemente verschwunden sein. Durch die Verbindung von Elementen standen wieder völlig neue Wege offen. Wege, die letztlich zum Leben führten. Bis dahin war die Evolution eine rein anorganische, aber eine Entwicklung zu höheren (gemessen an der Komplexität ihrer Struktur) Formen der Materie.

Das war die erste Etappe der Evolution. Und schon damals war der Untergang des einen, nämlich der ersten Sonnengeneration in einer Sternexplosion, die Voraussetzung für die Entstehung des anderen. Denn nach deren Untergang entstanden die weiteren Sonnengenerationen (und deren Planeten) aus einer Materiewolke, die die Stoffe, die sich in der ersten Sonnengeneration gebildet hatten, enthielt. Seit dem Anfang der Welt (bis heute) baut die Evolution mit folgenden zwei Grundprinzipien:

1. Die Entwicklung von höheren (komplexeren) Evolutionsstufen bedingt in der Regel die Vernichtung (Verdrängung) der vorhergehenden. In der organischen Evolution kann es vorkommen, daß alte Evolutionsstufen erhalten bleiben, obwohl sich daraus inzwischen neue entwickelt haben. So gibt es heute noch die ein oder andere Spezies, die in der weiteren Entwicklung nicht untergegangen ist, sondern fortbesteht. Beispielsweise den Quastenflosser, der als Urform aller Landlebewesen gilt, aber nicht vernichtet wurde. Das ist jedoch eher die Ausnahme von der Regel. In der anorganischen Evolution bleiben demgegenüber alle Evolutionsstufen erhalten. Neue entstehen nur in der (teilweisen, nicht völligen) Verschmelzung vorhergehender Evolutionsstufen.

2. Die bei den vorhergehenden Evolutionsstufen gewonnenen Errungenschaften werden, soweit sie für die nachfolgenden sinnvoll zu verwenden sind, beibehalten und genutzt.

Werden Evolutionsstufen nicht völlig vernichtet, sind sie für die weitere Entwicklung nicht mehr prägend. Die heute lebenden Nachfahren der Saurier (Reptilien) sind nur noch verschwindend kleine Reste einer einstmals vorherrschenden (die Umwelt prägenden) Spezies. Sie spielen im ökologischen Gleichgewicht ihres Lebensraumes zwar eine weiterhin wichtige Rolle, sind aber nicht mehr (im Gegensatz zu den Sauriern damals) die Spitze der Evolution. Die Entwicklung führte über sie hinaus. Die überwiegende Anzahl (99 Prozent) aller jemals existierenden Arten ist ausgestorben. Vor allem deswegen, weil die neu entstandenen Arten besser an veränderte Umweltbedingungen angepaßt waren und sich weniger erfolgreiche (z.B. bei der Nahrungsbeschaffung) hoffnungslos unterlegen zeigten.

Mit der Entwicklung von Leben (ohne daß wir heute genau wissen, wie es dazu kam) hatte die Evolution einen wichtigen Schritt getan. Damit war jetzt über den Weg der anorganischen Evolution hinaus, die organische möglich. Wie die organische Evolution ablief, kann hier aus Platzgründen nicht erörtert werden. Die (inzwischen durch neue Erkenntnisse, beispielsweise das Auftreten von Mutationen, gestützten) Grundlagen der organischen Evolution (Kampf ums Dasein; Selektion, natürliche Zuchtwahl), die Charles Darwin (engl. Naturforscher, 1809-1882) erstmals entdeckt hat, dürfen heute jedoch als gesichert gelten. Am vorläufigen Ende der organischen Evolution steht der Mensch. Er ist das erste Lebewesen mit dem Bewußtsein über sich selbst. Und mit ihm, der sich selbst als das höchst entwickelte Lebewesen unseres Planeten bezeichnet, war eine weitere Evolutionsstufe möglich.

Manche Wissenschaftler halten andere Arten (Delphine oder Wale) für zumindest ebenso hoch entwickelt wie den Menschen. Durch die völlig anderen Lebensumstände, denen diese Arten unterworfen sind, kann ein direkter Vergleich der Leistungsfähigkeit jedoch nicht erfolgen. So sind Delphine oder Wale aufgrund ihrer körperlichen Beschaffenheit und dem Leben im Wasser nicht fähig, eine dem Menschen entsprechende technische Zivilisation aufzubauen. Die Entwicklung einer bestimmten Technik kann jedoch kein Gradmesser der Evolutionsstufe sein. Eine solche Sicht ist sicherlich rein anthropozentrisch und damit unzulässig. Vielleicht brauchen Delphine und Wale keine künstliche Technik, weil sie für ihren Lebensraum optimal angepaßt sind oder (und) ihre intellektuellen Fähigkeiten auch ohne in eine Technik zu münden, angewandt werden können.

Der Mensch gab der Natur zum ersten Mal die Möglichkeit zur kulturellen Evolution. (1.Stufe: anorganische; 2.Stufe: organische; 3.Stufe: kulturelle Evolution) Dadurch konnten Entwicklungen stattfinden, ohne daß es im organischen oder anorganischen Bereich Veränderungen gab. Das war völlig neu. Bis zum Auftreten des Menschen war die Evolution nämlich immer immer daran gebunden, im stofflichen Bereich Veränderungen vorzunehmen, wenn sie eine Weiterentwicklung "beabsichtigte". Ohne stoffliche Veränderung gab es kei-

ne Weiterentwicklung. Sollte ein neues Element oder Molekül entstehen, mußten immer gewisse Reaktionen erfolgen. Bestimmte Eigenschaften konnten nur durch die Entwicklung neuer Elemente oder Moleküle hervorgebracht werden. Gleiches galt für den organischen Bereich. Neue Fähigkeiten, so z.B. das räumliche Sehen, setzten immer das Hervorbringen neuer Arten voraus (oder zumindest die merkliche Veränderung der bestehenden Arten).

Zum besseren Verständnis sei hier eingefügt, daß die Natur selbstverständlich nichts "beabsichtigt". Absichten, also ein bewußtes Planen, gibt es in der Evolution (auf der Stufe 1 u. 2) nicht. Die Evolution ist zwar rückblickend sinnvoll abgelaufen, man könnte also durchaus das Verfolgen eines vorher ausgedachten Planes unterstellen, jedoch gibt es so einen Plan nicht, da am Beginn der Evolution das jetzige Zwischenergebnis nicht von vornherein feststand. Davon abgesehen müßte es zur Ausarbeitung eines solchen Planes logischerweise auch einen Planer (Gott?) geben. Die Zweifel daran, daß es einen Gott gibt, daß Gott mehr als nur eine Erfindung (aus psychologischen Gründen) des Menschen ist, sind nur allzu berechtigt. Die Entwicklung hätte genausogut in einer anderen, aber rückblickend dann ebenso sinnvollen Richtung ablaufen können. Unser jetziger Entwicklungsstand beruht ausschließlich auf der zufälligen Bevorzugung bestimmter Evolutionsrichtungen. Da die Natur auf bereits gemachte "Erfindungen" (das ist rationeller) ständig zurückgreift, würde bei einer anderen Grundentscheidung zu Beginn der Entwicklung auch ein völlig anderes Resultat vorliegen. Gäbe es noch einmal die Urerde, die Evolution hätte sicherlich andere Ergebnisse hervorgebracht. Die Wahrscheinlichkeit, daß sich alles noch einmal genau so entwickelt wie wir es kennen, ist äußerst gering. So gering, daß es dann wahrscheinlich auch keine Menschen gäbe, sondern eben andere, vielleicht sogar "bessere" Arten.

Die dritte Evolutionsstufe (kulturelle Evolution) wurde erst mit dem Menschen erreicht. Nur er konnte durch seine wissenschaftlichen Leistungen für eine Weiterentwicklung sorgen. Seine Intelligenz und seine Lebensumstände ermöglichten es ihm, neue Erfindungen zu machen, diese umzusetzen und die Welt zu verändern. Mit dem menschlichen Geist kam eine neue Errungenschaft in die Welt. Nicht stoffliche Veränderung war fortan der ausschließliche Weg der Evolution, sondern ebenso die nichtstoffliche Evolution durch die Gehirne der Menschen. Denn der heutige Mensch ist im organischen Bereich nicht anders als der Mensch vor 10.000 Jahren. Und obwohl die stoffliche Grundlage immer noch die gleiche ist, hat der Mensch zwischenzeitlich ungeheure Wege zurückgelegt. Die Erkenntnisse des Menschen sind nicht nur rapide angewachsen, sie hatten auch Rückwirkungen in der anorganischen und organischen Natur. Gleich wie segensreich oder verhängnisvoll man das Wirken des Menschen beurteilt, eines kann man nicht in Abrede stellen: Der Mensch wirkt verändernd und schöpfend. Nur durch den Menschen können nicht in der Natur vorkommende Stoffe entwickelt werden, und nur der Mensch kann mit Hilfe der Gentechnik neue Lebewesen erschaffen. Es geht hier allein um die Möglichkeit schöpferisch zu wirken, unabhängig von der Frage, ob der Mensch das im einzelnen tun oder lassen soll. Letzteres ist eine politisch-ethische Frage, die hier nicht weiter erörtert werden soll. Der Mensch, also Geist, ergänzt die sich selbst regelnde Evolution. Die Evolution hat damit ihre Ablaufgeschwindigkeit enorm gesteigert.

Niemand kann behaupten, daß die organische Evolution an ihrem Ende angelangt sei. Was in diesem Bereich, auch ohne die Einflußnahme des Menschen noch möglich ist, kann man nicht sagen. Gemessen an einem Menschenleben schreitet die Evolution nur sehr langsam voran. Aus diesem Grund kommt uns die belebte Welt statisch vor und nicht in ständiger Veränderung begriffen. Über Jahrtausende hinweg haben die Menschen an eine statische Welt geglaubt - nicht nur in bezug auf den belebten Teil -, und nur durch die

genaue Beobachtung der Natur konnte man das Gegenteil feststellen. Unabhängig davon, wie sich die Natur im anorganischen oder organischen Bereich weiterentwickelt, sicher ist, daß die Evolution vor allem auf intellektuellem Gebiet voranschreitet. Natürlich nur unter der Voraussetzung, daß die "Intelligenzträger" nicht aussterben, was man zumindest für den Menschen aufgrund der kritischen ökologischen Situation des Planeten Erde befürchten muß.

Die Organismen, die die Erde hervorgebracht hat, sind durch ihre konkreten Lebensbedingungen geprägt. Angesichts der Umweltbedingungen im Weltall, die denen der Erde so kraß widersprechen, ist kaum anzunehmen, daß die Natur (hier auf der Erde) Lebewesen hervorbringt, welche außerhalb der Ökosphäre ohne technische Hilfsmittel lebensfähig sein könnten. Zwar sollen Viren auch im Weltall lebensfähig sein, ob man sie jedoch als vollständige Lebewesen bezeichnen kann, ist sehr zweifelhaft. Allgemein werden Viren als Bindeglied zwischen belebter und unbelebter Natur angesehen, da sie sich zwar vermehren können, aber keinen Stoffwechsel besitzen. In organischer Hinsicht ist die Evolution also relativ beschränkt. Und selbst wenn es uns Menschen mit Hilfe unserer Technik gelingen sollte langfristig im Weltall zu überleben, werden die schier unüberbrückbaren Entfernungen im Kosmos eine dauerhafte Grenze sein. Der Flug zu anderen Planeten innerhalb unseres Sonnensystems dürfte schwierig aber möglich sein. Das Verlassen unseres Sonnensystems und das Erreichen anderer Sonnensysteme ist da schon weitaus unwahrscheinlicher. Alpha Centauri, eine aus drei Sternen bestehende Gruppe, ist unser nächstes Nachbargestirn. A.C. ist 4,3 Lichtjahre (1 Lichtjahr = rd. 9.460.528.000.000 km/oder knapp zehn Billionen km) entfernt. Innerhalb von 12 Lichtjahren Entfernung finden sich nur 19 Sterne. Die Entfernung, die Astronauten bisher im Weltall zurückgelegt haben (zum Mond), beträgt gerade eine Lichtsekunde. Mit den derzeit erreichbaren Geschwindigkeiten würde eine Reise zum Rand unseres Sonnensystems mehrere Jahre und zu Alpha Centauri viele tausend Jahre dauern. Gänzlich unmöglich ist für uns Menschen der Flug zu fremden Galaxien. Die nächste Nachbargalaxie, der Andromeda-Nebel, ist fast 1 Million Lichtjahre von unserem Sonnensystem entfernt. Die beiden "nahen" Begleiter unserer Milchstraße, die große und die kleine Magellansche Wolke, sind 170.000 bzw. 150.000 Lichtjahre entfernt. Nach allem was wir wissen, setzen die Naturgesetze in dieser Hinsicht nicht überschreitbare Barrieren, so z.B. die Lichtgeschwindigkeit (299.792,458 km/Sekunde) als oberste Geschwindigkeitsgrenze. Für Lebewesen, die auf spezielle Umweltbedingungen angewiesen sind und die darüber hinaus nur eine begrenzte Zeitspanne existieren, sind diese Barrieren unüberwindliche Grenzen ihrer Möglichkeiten. Natürlich gilt das mit allem Vorbehalt. Vieles hielt man in der Vergangenheit für unmöglich, und doch ist es dem Menschen gelungen manches davon zu realisieren. Was in der Zukunft, vielleicht in hundert oder tausend Jahren selbstverständlich ist, gilt heute als nicht machbar. Das liegt einfach daran, daß man Erfindungen oder Erkenntnisse nicht vorhersagen kann. Wir alle sind gewissermaßen (gedankliche) Gefangene unserer Zeit. Die Erfindungen des Menschen blieben und bleiben aber immer innerhalb der Grenzen der Naturgesetze. Etwas über diese hinweg zu realisieren ist nicht möglich.

Nicht beschränkt ist die Evolution hinsichtlich der dritten Evolutionsstufe, der kulturellen Evolution. Sie muß nicht unbedingt über den Menschen ablaufen. Es wäre immerhin denkbar, daß andere (heute noch nicht existierende) Lebewesen mittels höherer Intelligenz größere kulturelle Leistungen vollbringen. Aber der Mensch ist bisher der einzige Träger kultureller Evolution auf der Erde. Folgerichtig liegt eine weitere Evolution mit Hilfe des Menschen nahe, sofern sich der Mensch nicht selbst ausrottet. Sollte es auf anderen Planeten intelligente Lebewesen geben, ist es natürlich möglich, daß deren kulturelle Leistungen viel weiter als die unsrigen entwickelt sind. Zwar wird die Erde sicherlich nicht der einzige Planet im Kosmos sein, der intelligentes Leben hervorgebracht hat, bis zur Entdeckung

dieser Lebensformen bleibt aber alles nur im Bereich der Spekulation. Bleiben wir also weiterhin dabei, von den uns bekannten Bedingungen auf der Erde auszugehen. Für den Menschen jedenfalls ist, sollte er überleben, trotz aller Beschränktheit, der intellektuelle (geistige) Reifeprozess noch lange nicht abgeschlossen.

Verfolgt man den Ablauf der Evolution, muß man feststellen, daß sie offenbar das Ziel hat, immer komplexere und intelligenter Gebilde (anorganischer und organischer Natur) hervorzubringen, gleichzeitig macht sie diese Gebilde immer unabhängiger von der Umwelt, was sich vor allem in der organischen Natur zeigt.

(Was für das bewußte Planen der Natur gilt, muß selbstverständlich auch auf das "Ziel" übertragen werden. Die Natur ist ein blinder Prozeß, der weder etwas beabsichtigt noch ein Ziel vor Augen hat, sondern als selbstregulierender Ablauf von Geschehnissen bezeichnet werden kann. Daß wir rückblickend der Natur einen sinnvollen und (für uns) offensichtlich zielgerichteten Ablauf unterstellen, liegt einzig und allein an unserer Art zu Denken)

Je höher nämlich ein Organismus bezüglich seiner intellektuellen Fähigkeiten auf der Rangskala steht, desto größer ist seine Unabhängigkeit gegenüber der Natur. Damit ist nicht die Unabhängigkeit von den Überlebensbedingungen der Umwelt gemeint. Auf eine ausreichende Anzahl davon ist jedes Lebewesen, also auch der Mensch, angewiesen. Mit Unabhängigkeit ist die intellektuelle Unabhängigkeit gemeint. Je höher ein Organismus intellektuell entwickelt ist, desto weniger ist er von der Natur in seinem Denken und Handeln vorgeprägt. Je komplexer ein Organismus, desto größer ist seine Freiheit. Der Mensch ist das Lebewesen, das hier auf der Erde am wenigsten von der Natur vorgeprägt ist. Natürlich ist er nicht völlig frei. Immer noch ist ein Teil unseres Verhaltens nur durch die Jahrmillionen währende Evolution (unsere stammesgeschichtliche Entwicklung) zu erklären. Immer noch unterliegen wir der artspezifischen Prägung, die unbewußt unser Bewußtsein beeinflusst. Der Mensch ist jedoch schon so weit davon unabhängig, daß er keine spezielle ökologische Nische in Anspruch nehmen muß. Leider hat das zur Folge, daß sich der Mensch selbst als außerhalb der Natur stehend ansiedelt. Die Mehrheit der Menschen - abgesehen von einigen Naturvölkern -, sehen die Natur fälschlicherweise als Gegner an, dem einerseits alles abgerungen werden muß, den man andererseits aber auch rücksichtslos ausbeuten darf. Angesprochen sei hier nur das Naturverständnis der nordamerikanischen Indianer. "Der Mensch hat das Netz des Lebens nicht gewoben, er ist nur ein Strang in diesem Netz. Was immer er dem Netz antut, tut er sich selber an." [1] Erst seit kurzer Zeit sprießen auch in den industrialisierten Nationen zarte Pflänzchen eines anderen Naturverständnisses. Dieser Umdenkungsprozeß ist eine Reaktion auf die allzu offensichtlich gewordene Umweltzerstörung.

Das Unabhängigkeitsstreben der Natur von sich selbst ist eine Triebfeder der kulturellen Evolution des Menschen. Und sie kann durch den Menschen einen weiteren, ungeheuren Entwicklungsschub erhalten. Mit der Entwicklung von Künstlicher Intelligenz kann der Mensch den kulturellen Evolutionsprozeß in ungeahnter Weise vorantreiben. KI ist eine enorme Chance für die Evolution. KI darf man, sollte sie je möglich sein, eine recht hohe Fortentwicklungs- und Überlebensprognose stellen, denn sie vereinigt die Vorteile der organischen mit denen der anorganischen Natur. Die Nachteile werden dabei eliminiert.

Die anorganische Natur hat den Vorteil sehr widerstandsfähig zu sein, eine Verbreitung über den gesamten Kosmos hinweg ist möglich und hat ja auch stattgefunden. Ihr Komplexitätsgrad, und damit die Entwicklung von Intelligenz, ist jedoch äußerst beschränkt. Diese Beschränktheit hat die Entwicklung von Intelligenz auf der Grundlage der anorganischen

Natur verhindert. Die organische Natur besitzt die Fähigkeit, sehr komplexe Gebilde und damit die Entwicklung von Intelligenz hervorzubringen. Sie ist jedoch gegenüber den Umweltbedingungen sehr anfällig, die räumliche Ausbreitung ist demzufolge sehr gering. Alle uns bekannten Organismen sind auf den (im Verhältnis zur Ausbreitung der anorganischen Natur) äußerst begrenzten Lebensraum der Erde beschränkt. Für die Künstliche Intelligenz gilt das nicht. Mit Künstlicher Intelligenz wäre es möglich, Intelligenz sehr widerstandsfähig zu machen und dadurch praktisch überall im Kosmos zu verbreiten. Intelligenz auf anorganischer Grundlage - eine ideale Kombination. KI könnte die kulturelle Evolution über die Lebensspanne des Menschen (als Spezies) und der aller irdischen Arten hinaus verbreiten und fortentwickeln.

Für viele wird dieser Gedanke geradezu blasphemisch sein. Das kommt aber - abgesehen von religiöser Orientierung - sicherlich daher, daß die Menschen Intelligenz allzu sehr an den Menschen selbst koppeln, oder zumindest an die organische Natur. Es muß jedoch m.E. streng zwischen den Intelligenzträgern und der Intelligenz selbst unterschieden werden. Zwar wird Intelligenz immer an einen Träger, der die zur Intelligenz notwendige komplexe Struktur bereitstellt, gebunden sein, es ist jedoch nirgends festgelegt, daß dieser Träger ausschließlich der Mensch oder ein anderes organisches Wesen sein soll. Trennt man Intelligenz (die Fähigkeit zur Verarbeitung von Informationen) streng von einem bestimmten Träger, ist der Gedanke, daß sie auch auf anorganischer Basis (Siliciumchips) beruhen kann, nicht mehr absolut ungewöhnlich. Es kommt auf den Vorgang an, der Intelligenz ausmacht, auf sonst nichts. Eingeworfen sei hier auch, daß sich die organische Natur (also auch der Mensch) auf atomarer Ebene in keinsten Weise von der anorganischen unterscheidet. Ein Wasserstoffatom in unserem Gehirn ist absolut identisch mit dem Wasserstoffatom in einem Stein. Worauf es ankommt (bei der Entwicklung von Intelligenz), ist allein die Struktur (die Komplexität) einer atomaren Anordnung. Im Falle des Menschen die Anordnung seiner Neuronen.

Es steht fest, daß in ferner Zukunft, vielleicht in 4 oder 5 Milliarden Jahren (aber immerhin), die Erde nicht mehr existieren wird. Das hat seinen Grund in der begrenzten Lebensdauer unseres Zentralgestirns, der Sonne. In ihrem Endstadium wird sie sich mangels nuklearem Brennstoff ungeheuer aufblähen. Sie wird zu einem roten Riesen und sich wahrscheinlich noch über die Erdumlaufbahn hinaus ausbreiten, kurz (in astronomischen Zeitabständen gemessen) bevor sie in sich zusammenfällt und endgültig erlischt. Dem Aufblähen der Sonne fällt nicht nur die Erde, sondern wohl der Großteil unseres Sonnensystems zum Opfer. Das bedeutet für alle Lebewesen, die sich darin aufhalten (es könnte ja sein, daß sich irdische Lebewesen inzwischen auf anderen Planeten unseres Sonnensystems angesiedelt haben), den sicheren Tod. Mit ihnen werden ihre kulturellen Leistungen untergehen. Die Geschichte der Erde wird dann unwiderruflich zu Ende sein. Nichts wird überleben oder auch nur in Erinnerung bleiben, weil es keinen mehr geben wird, der sich erinnern könnte. Alles, gute und schlechte Taten, große und weniger große Leistungen, werden gegenstandslos. Alles wird so sein, als habe es die Erde und das, was auf ihr im Laufe der Jahrmilliarden geschah, nie gegeben. Keiner wird je Notiz davon nehmen, was die Erde alles hervorbrachte.

Um es einmal anthropozentrisch zu sagen: (Von den vielen namenlosen, aber nicht weniger wichtigen Menschen einmal abgesehen) Haben Platon und Kant umsonst gedacht; haben Kepler und Einstein umsonst geforscht; haben Hesse und Sartre umsonst geschrieben; haben Alexander und Napoleon umsonst gekämpft; haben Beethoven und Mozart umsonst komponiert, und sind Jesus und Martin Luther King umsonst gestorben? Haben die Genießer umsonst genossen und die Asketen umsonst verzichtet? Haben wir alle umsonst geliebt und gehaßt? Was bleibt? Soll wirklich alles im nachhinein nichtig sein, wenn

sich die Geschichte der Erde und die Kultur der auf ihr lebenden Organismen in Rauch auflösen wird? Haben wir umsonst gelebt?

Aber so muß es nicht kommen. Wenn es gelingt, die Geschichte und Kultur der Erde über das Ende unseres Sonnensystems hinaus zu retten, dann war nicht alles umsonst. Man kann natürlich fragen, ob es das überhaupt wert ist, aufbewahrt zu werden. Ich meine ja. Alles, die negativen und die positiven Ereignisse, sind es wert fortzubestehen. Nicht zuletzt aus dem Grund heraus, den Sinn (wenn es einen solchen überhaupt gibt) der erdgeschichtlichen Evolution nicht nachträglich zu zerstören. Denn mit dem Tod der irdischen Evolution wären ja auch die ganzen Erfahrungsschätze, die die Evolution hier angesammelt hat, verloren. Welch ungeheurer Verlust. Hat die Evolution den Weg bis zum Ende der Erde nur deshalb zurückgelegt, um dann alles mit einem Schlag zu verlieren? Der Gedanke an einen Sinn (Zweck) der Evolution ist vielleicht Wunschdenken, eine Illusion, wir können einen solchen jedoch nicht mit absoluter Sicherheit in Abrede stellen. Und wenn es einen Sinn des Ganzen gibt, dann haben wir die Pflicht, die Entwicklung dahin nicht zum Abbruch kommen zu lassen. Der Mensch ist ein Glied in der Kette der Evolution, und sie (die Evolution) wird - gleichgültig wie - über den Menschen hinausgehen. Er hat dafür zu sorgen, daß diese Kette nicht unterbrochen wird, sondern daß sie (die Evolution) weitergeht. Hier liegt auch der Sinn für das menschliche Individuum. Vordergründig ist der einzelne Mensch (bis auf wenige Ausnahmen) einfluß- und (gemessen am großen Weltgeschehen) relativ bedeutungslos. Sein Leben ergibt also scheinbar keinen konkreten Sinn. Jedoch nur auf den ersten Blick. Denn jeder Mensch lebt in einer Gesellschaft und arbeitet daran mit, den gesellschaftlichen Kontext aufrechtzuerhalten. Und ein stabiler gesellschaftlicher Kontext erlaubt es einigen wenigen Individuen, überdurchschnittliche kulturelle Leistungen zu vollbringen. Ohne den stabilen gesellschaftlichen Kontext wären viele Leistungen einfach nicht möglich gewesen. Insofern ist auch das (vordergründig unbedeutende) Individuum an diesen Leistungen beteiligt, selbst wenn es nicht direkt daran mitgearbeitet hat. Wir Menschen können dank unseres Verstandes Probleme erkennen, deshalb sollten wir uns darüber Gedanken machen, wie wir die Evolution retten und fortführen können. Wir dürfen, bei allen aktuellen Problemen, nie den Blick für das Ende der Erde und damit auch für das Ende der Evolution verlieren. Der Mensch ist hier vermutlich der erste Organismus, der das Wissen über Vergangenheit und Zukunft besitzt. Allen anderen ist dieser Bereich verschlossen. Und der Mensch müßte auch das erste irdische Wesen sein, das sich mit der Zukunft der gesamten Evolution beschäftigt. Täte er es nicht, würde er seine intellektuellen Fähigkeiten nicht angemessen nutzen.

Eine potentielle Antwort auf das vorgenannte Problem (die Weiterführung der Evolution) könnte KI sein. Wie kann Künstliche Intelligenz Geschichte und Kultur der Erde retten? KI hat die besten Voraussetzungen für diese Aufgabe, bessere als alle anderen irdischen Lebewesen je haben werden. Künstliche Intelligenz ist, im Gegensatz zu allen organischen Intelligenzträgern, potentiell unsterblich, denn sie beruht auf einer anorganischen Basis. Die Unsterblichkeit bleibt natürlich im Rahmen der Existenzmöglichkeit der gesamten Materie unseres Weltraums. Wie unser Weltall einmal enden wird, wissen wir heute noch nicht. Die beiden bekanntesten Theorien darüber gehen entweder von einem offenen, d.h. sich ewig ausbreitendem Weltall aus, oder von einem geschlossenen, d.h. ein sich wieder zusammenziehendes. Im ersten Fall wird nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, einem der grundlegendsten Naturgesetze, das Weltall den Wärmetod sterben. "Der Zweite Hauptsatz" (der Thermodynamik) "stellt fest, daß Materie und Energie nur in eine Richtung verändert werden können, nämlich von einer nutzbaren Form in eine nichtnutzbare, von einer verfügbaren in eine nichtverfügbare, von einer geordneten in eine ungeordnete. Die Grundaussage des Zweiten Hauptsatzes ist, daß alles im Universum eine Struktur besaß und sich unwiderruflich auf ein Chaos zubewegt. (...) Das Entropiegesetz

zerstört die Vorstellung von Geschichte als stetigem Fortschritt." (...) Und: "In einem geschlossenen System" (wie es unser Weltall vermutlich ist) "muß die materielle Entropie schließlich ihr Maximum erreichen." [2] Das bedeutet, daß sich das gesamte Weltall bis auf eine Temperatur nahe dem absoluten Nullpunkt (-273,16 Grad Celsius) abkühlen wird und in allen Bereichen des Kosmos die gleichen thermischen Bedingungen herrschen. Zu diesem zweifellos noch sehr fernen Zeitpunkt, kann Leben nicht mehr existieren, da das Vorhandensein von Leben dem Erreichen der höchsten Entropie widersprechen würde. Sollte die im Weltall befindliche Materie einmal wegen ihrer gegenseitigen Massenanziehungskraft wieder in sich zusammenfallen (der zweite Fall), wird auch die Künstliche Intelligenz davon betroffen sein, da bei diesem Szenario die ganze im Kosmos befindliche Materie vernichtet wird. Entscheidend dafür, welche der beiden Theorien richtig ist, ist der Masseninhalt (Gesamtmasse) des Weltalls. Wenn genug Masse (Materie) vorhanden ist, kommt es zu einer Verlangsamung und Umkehrung der gegenwärtig zu beobachtenden Ausbreitung des Universums. Die dafür notwendige Masse nennt man "kritische Masse". Zur Zeit geht man davon aus, daß im Kosmos nicht genug Masse (allenfalls 10 Prozent der kritischen Masse) vorhanden ist. Es gibt aber ernst zu nehmende Theorien, die postulieren, daß wir gegenwärtig nur einen Bruchteil der im Universum vorhandenen Materie beobachten können. Der überwiegende Teil der Materie sei demnach "dunkle" (d.h. nicht sichtbare) Materie. Diese dunkle Materie zu finden und zu quantifizieren ist das Bestreben der Wissenschaftler. "Das Universum verschwindet in einem Feuerball, gerade so, wie es aus einem Feuerball erstand." [3] KI ist zwar im Vergleich zu Organismen potentiell, aber nicht völlig unsterblich. Apropos unsterblich, sterben kann natürlich nur etwas, das lebt. Aber ist KI lebendig? Ich denke, daß unsere Definition von Leben hinsichtlich KI versagt, und wir werden diese Definition (mit allen daraus resultierenden Folgen) nach der Entwicklung von KI ändern müssen. Hat beispielsweise eine Maschine, die denkt, aber nach der herkömmlichen Definition nicht lebt, irgendwelche Rechte? Darf man KI, weil sie anorganisch ist, wie die übrige anorganische Materie behandeln? Darf man sie beispielsweise zerstören (töten)? Solche ethischen Fragen müssen gestellt und geklärt werden. Der ethische Gradmesser wird dann vielleicht nicht mehr das Vorhandensein von Stoffwechsel und Reproduktionsfähigkeit sein, sondern das Vorhandensein von Intellekt - unabhängig von seiner stofflichen Basis. In unserer Welt ist nichts dauerhaft, alles ist vergänglich. Jedenfalls ist KI unabhängiger von der Umwelt als wir Menschen, sie ist nicht auf eine Ökosphäre angewiesen. Sie kann auf der Erde, auf anderen Planeten oder im Weltall existieren, gleichgültig ob die dortigen Umweltbedingungen für Organismen annehmbar sind oder nicht. Unbestreitbar hat sie dahingehend gegenüber allen Lebewesen eindeutig Vorteile. In gewissen Grenzen kann KI überall auf relativ unbestimmte Zeit existieren. Sofern KI mit Reproduktionsfähigkeit ausgestattet ist, denn auch anorganische Materie unterliegt Verschleiß. (Wenn auch, im Vergleich zu Organismen, über einen weitaus geringeren) Grenzen ziehen allein die Naturgesetze. Die absolute Grenze (auch für KI) ist der endgültige Tod des Universums.

Die größere Unabhängigkeit könnte es der Künstlichen Intelligenz erlauben, unseren Planeten und unser Sonnensystem zu verlassen. Zeit spielt für KI, da potentiell unsterblich, keine Rolle. Das biologische Erbe der irdischen Evolution ist wohl kaum zu retten, da die Möglichkeit für irdische Organismen, unser Sonnensystem zu verlassen und irgendwo weiterzuexistieren, verschwindend gering ist. Die organische Evolution auf der Erde wird auch mit der Erde ihr Ende finden. Die genetischen Informationen (DNS), die an Organismen gebunden sind, werden verloren gehen. Was für die genetischen Informationen gilt, muß nicht für die kulturelle Evolution gelten. Die Erkenntnisse und Errungenschaften der irdischen Organismen können (über den biologischen Tod der Organismen, die sie hervorbrachten, hinaus) aufbewahrt werden und brauchen nicht verloren zu gehen. (Zumindest nicht bis zur Vernichtung des Universums) Das ist m.E. das Wichtigste: Es kommt nicht

darauf an, daß der Mensch oder ein anderer irdischer Organismus physisch überlebt (wie wir gesehen haben, wird er das auch nicht), sondern darauf, daß die kulturellen Informationen nicht verloren gehen. Die Erkenntnisse und Errungenschaften der kulturellen Evolution sind das Wichtigste, nicht deren Träger. Letzterer wird sowieso verschwinden. Es geht um Inhalte, nicht um die äußere Form, also das Wesen, das diese Inhalte transportiert. Und dieses "Wesen" könnte Künstliche Intelligenz sein.

Der Mensch kann den Stab der Evolution weiterreichen, er kann durch die Weiterentwicklung seiner wissenschaftlichen und technischen Kultur zum Geburtshelfer einer neuen Evolutionsstufe werden, nämlich durch die Entwicklung von KI. Der Mensch kann so seiner Rolle als Glied (nicht Schlußpunkt) der Evolution nachkommen. Und wie in der Vergangenheit neue Evolutionsstufen auf den alten aufgebaut und nicht völlig neu entwickelt wurden, könnte der Mensch die Erkenntnisse seiner kulturellen Evolution zur Entwicklung von KI nutzen. Er kann damit auch seine Erkenntnisse weitergeben, denn von den jeweils neuen Evolutionsstufen wird das alte Wissen übernommen und aufbewahrt. Das wäre dann zwar zum ersten Mal eine bewußte (geplante) Weiterführung, aber die kulturelle Evolution ist selbst etwas völlig Neues. Sie ist, gemessen an der bisherigen Evolutionsgeschichte, eine Revolution. Und sie wurde nur möglich, weil ihr Träger, der Mensch, über das Bewußtsein seiner eigenen Existenz verfügt. (Selbst-Bewußtsein) Nur er weiß, daß er existiert und daß er sterben wird (als Individuum und als Spezies) Die ganze kulturelle Evolution des Menschen beruht auf diesem Selbst-Bewußtsein. Ohne es wären unsere zivilisatorischen Leistungen nicht denkbar. Da die gesamte kulturelle Evolution auf Selbst-Bewußtsein beruht, warum sollte deren Fortführung nicht auch ein ebensolcher bewußter Akt sein? Im Gegenteil, ein bewußter (Schöpfungs-)Akt liegt ja geradezu auf der Hand. Ist es denn so abwegig, daß seit dem Zeitpunkt, von dem ab die Evolution die "Erfindung" des Selbst-Bewußtseins gemacht hat, Selbst-Bewußtsein genutzt wird, um weiter fortzufahren? Nein, es wäre folgerichtig. Die Natur nutzt einmal gemachte "Erfindungen" immer wieder - auch in puncto Selbst-Bewußtsein.

Der Gedanke mag für viele sehr ungewöhnlich klingen, da sie bisher Intellekt und Selbst-Bewußtsein immer an einen biologischen Träger gekoppelt haben und sich auch für die Zukunft nichts anderes vorstellen können. Aber: Am Tag, bevor es zum ersten Mal einen Organismus gab, also die Schwelle der anorganischen zur organischen Evolution noch nicht überschritten war, konnte man die Weiterentwicklung von toter zu lebender Materie nicht voraussehen. Ein außenstehender Beobachter hätte wohl, auf die Frage nach der Zukunft, alles andere im Sinn gehabt, nur nicht die Entwicklung von Leben. An diesem Tag hätte unser Beobachter vielleicht ein bißchen Wasser (mit dem entsprechenden Inhalt) in die Hand genommen und gesagt: "Aus diesem da soll Leben entstehen? Unmöglich!" Dabei hätte er subjektiv richtig geantwortet. Die Entwicklung von Leben war aus den (damals) gegebenen Verhältnissen wirklich nicht zwangsläufig abzuleiten. Wir wissen es jedoch besser. Gerade die (für unseren Beobachter) unwahrscheinliche Entstehung von Leben aus toter Materie hat stattgefunden. Die Entwicklung von Künstlicher Intelligenz mag zwar heute noch exotisch klingen, aber wurden nicht schon früher solche "exotischen" Voraussetzungen Realität? (Gentechnik) Ist Künstliche Intelligenz völlig abwegig? Wer kann heute genau erklären, wie durch die physikalischen Prozesse in unserem Gehirn Geist entsteht? Unser Gehirn besteht aus Zellen, aus lebender Materie, und in diesem Gehirn laufen elektrische Ströme und chemische Reaktionen ab. Aber erklärt das das Vorhandensein von Geist? Und doch, unser Bewußtsein beruht auf einer stofflichen Grundlage, diese wiederum entstand aus anorganischer Materie. Ohne stoffliche Grundlage, ohne unsere Gehirnzellen und deren Interaktion, scheint menschlicher Geist nicht zu existieren. Und nur weil wir heute noch nicht erklären können, wie daraus Geist entsteht, mystifizieren wir ihn. Wir halten ihn für etwas Besonderes, das nur uns gegeben ist. Die gleiche Mystifizierung gab

es in der Vergangenheit auch in bezug auf andere (damals noch unerklärliche) Vorgänge und Dinge. (Blitz, Donner etc.) Weil man es damals nicht erklären konnte, erfand man Götter, die dafür verantwortlich waren. Wenn aber, wie beim Mensch, Geist aus elektrischen Strömen und chemischen Reaktionen (der Interaktion unserer Gehirnzellen) hervorzugehen scheint - in einer zugegebenermaßen (noch) sehr undurchschaubaren und komplexen Weise -, ist dann die Entstehung von Geist in einem künstlichen (aber ebenso komplexen) Gebilde völlig undenkbar? Zwar wird es noch lange dauern, bis die Komplexität der Computer auch nur annähernd an die des menschlichen Gehirns mit seinen 10 Milliarden Neuronen heranreicht, aber unmöglich würde ich das nicht nennen. Der Mensch kommt nur mit seiner genetischen Ausstattung auf die Welt, nimmt von Geburt an beständig eine ungeheure Fülle von Informationen auf und speichert sie. Er ist fähig, auf einmal erworbene Informationen ständig zurückzugreifen (natürlich werden die Informationen nach ihrer Wichtigkeit ausgesiebt, d.h. unter Umständen auch vergessen), neue vergleicht er mit alten und kann auswählen. Nach dieser Auswahl richtet sich sein Handeln. Gewiß primitiv dargestellt, aber wenn wir diese Informationsverarbeitung in einem Computer kopieren können, sind wir einen erheblichen Schritt in Richtung KI vorangekommen. Vorurteile über uns selbst und unsere Stellung in der Welt können uns blind machen gegenüber anderen Möglichkeiten der Entwicklung. Künstliche Intelligenz muß nicht kommen, sie eine Möglichkeit unter vielen, aber eine, unter den heutigen Voraussetzungen, durchaus reale.

Was ist Selbst-Bewußtsein? Jeder Organismus hat ein Bewußtsein seiner Umwelt, wenn auch ein meist sehr eingeschränktes. Manche Einzeller mögen nur zwischen hell und dunkel unterscheiden können (eine für ihr Überleben entscheidende Information), es ist aber unbestritten Bewußtsein von seiner Umwelt. Je komplexer ein Organismus ist, desto mehr Informationen kann er aufnehmen und verarbeiten. Und irgendwann auf dieser Stufenleiter der Informationsverarbeitung (ein Rückkopplungseffekt) "entdeckt" dieses Bewußtsein sich selbst. Selbst-Bewußtsein ist eine neue Qualität des Umwelt-Bewußtseins, aber nichts grundlegend anderes. Umwelt-Bewußtsein entwickelt Selbst-Bewußtsein, genauso wie Wasser unter Null (es wird zu Eis) oder über 100 Grad Celsius (es verdampft) neue Qualitäten entwickelt, im Grunde aber immer Wasser bleibt. Selbst-Bewußtsein ist immer Bewußtsein "von etwas" (Husserl), also Umwelt-Bewußtsein, nur mit einer neuen Qualität.

"Wo bleibt die Ethik?", wird mancher fragen. Doch die natürliche Evolution kennt keine Ethik. Sie ist ausschließlich nach der Nützlichkeit ausgerichtet. Nicht nützliche Evolutionsstufen werden unbarmherzig ausgelöscht und übergangen. Die menschliche (kulturelle) Ethik ist auf die natürliche Evolution nicht übertragbar. In ihr (der natürlichen Evolution) gibt es weder das Gute noch das Böse, nur das Nützliche oder Unnütze. Andererseits ist auch die Abwesenheit von Ethik (das Recht des Stärkeren) nicht auf die menschliche Gesellschaft (kulturelle Evolution) übertragbar. Für uns Menschen gibt es andere Leitlinien. Ignoriert der Mensch diese Leitlinien (Ethik), ignoriert er das, was ihn auszeichnet - seinen Intellekt. Das Vorhandensein einer Ethik ist sogar für den Menschen und die kulturelle Evolution kennzeichnend, hierdurch unterscheidet er sich von allen anderen Lebewesen. Ethik ist die Leitlinie des menschlichen Geistes, so wie die Instinkte für das Tier. Gerade weil sich die kulturelle von der natürlichen Evolution unterscheidet, dürfen die Gesetze der natürlichen Evolution nicht auf die kulturelle (also auf die menschliche Gesellschaft) übertragen werden. In der kulturellen Evolution kommt es nicht auf das Recht des Stärkeren an, sondern auf die besseren geistigen Fähigkeiten eines Individuums oder eines Kollektivs. Langfristig setzt sich dort nämlich nicht Stärke, sondern Klugheit durch. In der Regel erwächst aus Klugheit Stärke, aber nie bringt Stärke Klugheit hervor. Und daß es in der kulturellen Evolution Ethik gibt, ist der entscheidende Unterschied. Kulturelle Evolution ist mit dem Vorhandensein einer Ethik untrennbar verbunden. Der Sozialdarwinismus, der die Gesetze der natürlichen auf die kulturelle Evolution überträgt, ist ein falscher und schreck-

licher Gesellschaftsentwurf. In der Konsequenz führt der Sozialdarwinismus zum Massenmord. Die Nazis haben das in Auschwitz gezeigt, denn ihre Ideologie (der Nationalsozialismus) ist sozialdarwinistisch.

Die Entwicklung von Künstlicher Intelligenz verstößt nicht gegen uns bekannte Naturgesetze. Andere Einwände, etwa religiöse, gelten nicht. KI soll ein weiteres Zwischenglied der Evolution sein. Das Prinzip der Natur, Intellekt zu entwickeln und ihn unabhängig von der Umwelt werden zu lassen, wird damit fortgeführt. KI ist ein Fortschritt der Evolution, eine neue Schwelle: Intelligenz auf anorganischer Grundlage.

Es kommt jetzt darauf an zu entscheiden, ob wir diesen Weg bewußt beschreiten oder verlassen. Denn KI wird, wenn sie erst einmal erschaffen ist, unsere Welt nachhaltig verändern. Es besteht die Gefahr, daß der Mensch dann sein eigenes (im späteren Entwicklungsstadium sicherlich auch autonomes - autonom hinsichtlich Reproduktions- und Lernfähigkeit.) Produkt nicht mehr kontrollieren kann. Aus der Sicht von KI könnte der Mensch überflüssig werden, so wie wir heute unseren biologischen Vorgänger (Homo erectus) für überflüssig halten. Und wenn KI das tut, wird sie versuchen uns zu verdrängen, so wie der Homo sapiens den Homo erectus verdrängt hat. Man kann nicht erwarten, daß Künstliche Intelligenz auf den Menschen Rücksicht nimmt - wir sind keine unantastbaren Götter. KI kann in vielerlei Hinsicht effektiver sein als der Mensch. Wenn die Prinzipien der Evolution weiterhin gültig sind (warum sollten sie nicht?), dann wird die Verdrängung des Menschen auch gelingen. Das macht Künstliche Intelligenz für den Menschen gefährlich. Aus der Sicht der Evolution mag das durchaus positiv sein, aus der Sicht von uns Menschen ist das schon wesentlich fragwürdiger. Wir müssen demzufolge alle Aspekte genau durchdenken und unter Abwägung aller Vor- und Nachteile entscheiden, ob wir überhaupt versuchen sollen KI zu entwickeln. (Die Entscheidung wird letztlich zwischen den ökonomischen und militärischen Interessen einerseits, und dem Überlebensinteresse der Menschheit andererseits fallen) Nutzen wir unseren Entscheidungsspielraum - solange wir ihn noch haben. Ein Entscheidungsprozeß, analog dem zur Gentechnik (welcher noch nicht entschieden ist), ist notwendig.

[1] Häuptling Seattle in seiner Rede vor dem Präsidenten der Vereinigten Staaten von Amerika, 1855, zitiert nach: Der Öko-Atlas unserer Erde, Frankfurt a.M. 1985

[2] Jeremy Rifkin, Entropie - Ein neues Weltbild, Frankfurt a.M. 1985

[3] Paul Davies, Am Ende ein neuer Anfang, Frankfurt a.M. 1984