



## Homo deus? Das Zusammenwachsen von Mensch und Maschine

*Roland Benedikter*

### Zum Mitnehmen

- Mensch und Technologie wachsen zusammen: in der Verbindung (1.) des Körpers mit Orthesen, (2.) des Gehirns mit Maschinen und (3.) des Bewusstseins mit künstlicher Intelligenz.
- Dies kann zu einem Wandel im Selbstverständnis des Menschen führen. Dieser Wandel hat im Ansatz bereits begonnen. Das zeigt die Neugründung ganzer Unternehmenssparten und Wirtschaftszweige. Von den Vorreitern der Entwicklung wird die universale technische Verbesserung körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit propagiert. Dies reicht von der Schaffung abiotischer Intelligenz- und Lebensformen über die Überwindung biologischer Grenzen bis zum Traum unbegrenzter Lebensverlängerung bei hoher Lebensqualität.
- Der sich damit abzeichnende Weg zum „Homo deus“ birgt ebensoviele Chancen wie Risiken. Er ist ethisch ambivalent und erfordert daher eine Neubesinnung auf Humanismus und Aufklärung. Die Frage nach dem Wesen des Menschen erhält angesichts kommender technologischer Entwicklungen eine Schärfe, der sich die Gesellschaft schon heute stellen muss – nicht zuletzt zur Vorwegnahme politischer Entscheidungen.

INHALT
 

---

## 2 | Einleitung

 2 | Leihstützkorsette:  
Nur für den kranken  
oder bald auch für  
den gesunden Körper?

 4 | Neuralink: Das  
beginnende Breiten-  
geschäft mit der  
Gehirn-Maschine-  
Computer-Verschaltung

 5 | Unterwegs zur  
technischen Singulari-  
tät – ein Dilemma

 7 | Ein exemplarisches  
Programm: der offene  
Brief des Globalen  
Zukunftskongresses  
2045 an UN-General-  
sekretär Ban Ki-Moon  
vom 11. März 2013

 9 | Unzulässige  
Grenzüberschreitun-  
gen?

 10 | Zusammenfas-  
sung und Ausblick
 

---

## Einleitung

Das *Verhältnis zwischen Mensch und Technologie* befindet sich im Übergang. Er ist zweifellos der umfassendste der neueren Geschichte. Auf immer mehr Ebenen wird „Interaktion“ zur „Konvergenz“ – also das *Zusammenwirken zum Zusammenwachsen*. Der Trend zur *Direktverbindung zwischen Mensch und Technologie* erreicht die gesamte Gesellschaft. Und obwohl diese Direktverbindung angeblich der Freiwilligkeit anheimgestellt ist, zeigen sich bereits heute Züge von sozialem Druck. So, wenn sich das global im Umbruch befindliche Versicherungswesen darauf vorbereitet, die technologische Aufrüstung des gesunden menschlichen Körpers als neue Normalität des *human enhancement* vorauszusetzen.

Die bisher in offenen Gesellschaften vorherrschende Ethik hat die zunehmende Verbindung von Mensch und Technologie in den vergangenen Jahren danach beurteilt, ob sie noch *umkehrbar* ist. Doch die neuen Humantechnologien zeigen zunehmend Züge der Irreversibilität – und zwar ohne dass dies bislang ausreichend diskutiert wird. Die Beispiele häufen sich. Viele von ihnen haben Signal- und Symbolcharakter. Manche Vorreiter wollen die gesellschaftliche Vorstellungswelt bewusst auf einen „hybriden“ Technikmenschen vorbereiten, der nicht mehr nur intelligente Maschinen *benutzt*, sondern sowohl seinen *Körper* wie auch seinen *Geist* mit Maschinenintelligenz *verschmilzt*. Was aber geschieht dann mit der zwischen Körper und Geist vermittelnden dritten Dimension des Menschseins, also mit dem, was die klassischen anthropologischen Traditionen *Seele* nannten?

Das Zusammenwachsen zwischen Mensch und Technologie findet heute in *drei* Dimensionen statt, die sich gleichsam von unten nach oben ordnen lassen:

1. in der „Verbesserung“ des *Körpers* durch technische Orthesen,
2. in der Direktverbindung des *Gehirns* mit Maschinen und
3. in der Vernetzung des *Bewusstseins* mit künstlicher Intelligenz.

Dafür stehen drei aktuelle Beispiele:

1. das neue Geschäft mit Leih-Stützkorsetten (*Körper*),
2. die Gründung von Firmen, deren Ziel die breitestmögliche „Verlinkung“ von Gehirn und Maschinen ist (*Gehirn*), und
3. die immer umfassendere Förderung der Intelligenz-Entwicklung hin zu einer Selbstreferenzialität der Technik – einer Selbstbezüglichkeit, die manche für ein Erwachen zu einer Art Bewusstsein halten, „Singularität“ genannt (*Bewusstsein und künstliche Intelligenz*).

## Leihstützkorsette: Nur für den kranken oder bald auch für den gesunden Körper?

Im April 2017 gab das globale Mobilitätsunternehmen *Toyota* den Startschuss für den Übergang vom Geschäft mit herkömmlichen Fahrzeugen zum – viel umfassender verstandenen – Geschäft mit der Mobilität des menschlichen Körpers. Dabei ging es nicht nur darum, dass Automobile in absehbarer Zukunft selbststeuernd fahren sollen. Und auch nicht nur darum, dass sie über sog. Emotiv-Enzephalografenhauben, die mit Sensoren ausgestattet in die Fahrerkabine eingebaut sind, künftig Gedanken und (mithilfe von Mimik und Körpersprache) Gefühlsregungen der Passagiere „lesen“ und lautlos in entsprechend automatisierte „Dienste“ übertragen sollen. Vielmehr soll das Geschäft mit der Mobilität mittels Technik von nun an auch viel direkter körperlich ansetzen: nämlich durch die Ergänzung von Teilen des Körpers durch selbstlernende („intelligente“) Orthesen. Orthesen sind mobile Stützkorsette, die zur

Stabilisierung und Führung der Gliedmaßen dienen. Diese könnten künftig schrittweise durch Prothesen ergänzt oder gar ersetzt werden, die vielleicht schon in absehbarer Zeit leistungsfähiger als die natürlichen Körperteile sind. *Toyota* beginnt dazu 2017 mit der breit angelegten Produktion von Gliedmaßenstützen. So berichtet das Unternehmen, dass es robotische Orthesen für ältere Menschen entwickle, und zwar (zunächst) für Menschen mit schweren Mobilitätseinbußen in einem Bein (z. B. Schlaganfall-Patienten). Das intelligent motorisierte Stützkorsett umfasst das Knie und den Unterschenkel und hilft seinem Träger, das Bein zu beugen und zu strecken. Ab Herbst 2017 soll das System in Japan zu mieten sein – mit einer Einmalzahlung von ca. 9.000 Euro bei Erhalt und dann einer laufenden Miete von ca. 3.000 Euro pro Monat. Ein Kauf ist bisher nicht vorgesehen, daher wird dafür auch kein Preis genannt.<sup>1</sup>

Die neuen Orthesen sollen (wenn sie einmal massenhaft eingesetzt werden können) nicht so sehr wie eine intelligente Bandage, sondern vielmehr wie eine Art „Exoskelett“ wirken – also als künstliches Zweitskelett, das den Körper umgibt und ihm dabei hilft, sich zu bewegen. Die Patienten lernen, das Gerät zu benutzen, indem sie auf einem speziellen Laufband gehen, das ihre Gangart aufzeichnet und überwacht, während sie von oben durch eine Gurtkonstruktion gehalten werden. Sensoren überwachen den Gang der Nutzer und passen den Umfang der Stützleistung ständig an diesen an.<sup>2</sup> Der Prozess kann zu Rehabilitations- und Heilzwecken prinzipiell unbegrenzt fortgesetzt werden. Er kann aber auch nur einmalig erfolgen, um Mensch und Orthese dauerhaft aneinander „anzupassen“. *Toyota* ist nicht die erste Firma, die dieses Konzept intelligenter, reaktiver und „lernender“ Orthesen in die Tat umsetzt. Bereits 2015 hatte *Honda* sein eigenes automatisiertes Gehunterstützungssystem vorgestellt.

Bei alledem werden zwei Fragen noch viel zu wenig gestellt: In welchem Maße werden derartige Leihstützkorsette (im Erfolgsfall) auch gesunden Menschen zu erweiterter Leistungsfähigkeit dienen? Und wie wird ihre Selbstlerndynamik die alltägliche Mobilität des Menschen beeinflussen? Diese Fragen werden sich in der Praxis in den kommenden Jahren immer stärker ergeben – denn bisher ist jedes technische System, das zunächst zur Behebung von Einschränkungen entwickelt wurde, auch für das Geschäft mit dem gesunden Körper angepasst worden. Die Leihorthesen werden hier keine Ausnahme machen. Sie könnten künftig in Verbindung mit Prothesen anstelle von natürlichen Gliedmaßen sogar Teile des menschlichen Körpers ersetzen, da sie sich im Vergleich zu diesen weniger abnutzen, feinmotorisch ähnlich leistungsfähig sind und sich bei Problemen leicht ersetzen lassen. Leihkorsette könnten auf diese Weise ebenso zur Breitentechnologie werden wie Exoskelette für die Arbeit und Prothesen für die allgemeine „Verbesserung“ (*enhancement*) des menschlichen Körpers.

So fordert es jedenfalls die Ideologie des „Transhumanismus“ – eine Ideologie, die den Menschen mittels Verschmelzung mit Technologie auf allen Ebenen über seine bisherige (gesunde) Verfassung hinausführen und ihm damit ein neues Dasein eröffnen will.<sup>3</sup> Welche Verwandlungseffekte damit über den Körper für das menschliche Bewusstsein verbunden sein können, bleibt dabei allerdings offen. Unbekannt ist auch, was eine breite Anwendung derartiger Technologien – auch bei gesunden Personen – langfristig für das Verhältnis zwischen Körper und Innerlichkeit bedeutet. Ebenfalls unklar ist, was die durch den erwähnten Mietmechanismus dauerhaft hergestellte Abhängigkeit von global tätigen privaten Unternehmen für die künftige Gleichheit bzw. Ungleichheit innerhalb der Gesellschaft bewirken mag.

Steigerung der  
körperlichen Leis-  
tungsfähigkeit

Folgen für das  
Menschenbild

## Neuralink: Das beginnende Breitengeschäft mit der Gehirn-Maschine-Computer-Verschaltung

Direktverschaltung  
des Gehirns

Die Körperebene ist jedoch noch die harmloseste (und mit traditionellen Kategorien noch am ehesten zu fassende) Dimension dessen, was heute vorgeht. Nicht nur sie, sondern auch die Ich-Dimension selbst wird von der universalen technischen Revolution (die sich auch selbst als *aktiv universalistisch* versteht) „angegangen“. So verkündete der amerikanische Unternehmer Elon Musk<sup>4</sup> am 12. April 2017 die Gründung des Unternehmens *Neuralink*. Er hatte bereits im Jahre 2016 die Gründung einer Stiftung für die Entwicklung künstlicher Intelligenz im Dienste des Allgemeinwohls bekanntgegeben – aber auch Pläne zum Ressourcenimport aus dem Weltraum, zur touristischen Raumfahrt und zur Vorbereitung der Besiedlung des Mars<sup>5</sup> vorgestellt. Nun soll laut Musks Vision die Direktverschaltung des menschlichen Gehirns mit Maschinen und Computern zivilisatorischer Standard werden, und *Neuralink* soll auf diesem Feld die Rolle des Marktführers übernehmen. Das Unternehmen, das unter der Rubrik „medizinische Forschung“ registriert ist, soll Gehirnelektroden herstellen, mit denen die Verschmelzung von Gehirn und Technik („neural lace technology“) technisch und wirtschaftlich machbar werden soll. Damit soll diese Verschmelzung auch kulturell, wirtschaftlich und sozial durchgesetzt werden. Dazu soll die Firma auch im Erziehungsbereich tätig werden.

Mit der zu entwickelnden Technik verbindet Musk die Erwartung, sie könne das Gedächtnis verbessern oder Menschen mit zusätzlicher künstlicher Intelligenz ausstatten. Führende Forscher hätten Kooperationsverträge mit der Firma unterschrieben, die privat von Musk finanziert wird. Manche sähen eine Zeit voraus, in der Menschen fähig sein würden, ihre Gedanken auf Computer hoch- und von ihnen herunterzuladen. In einem Tweet meinte Musk, es werde schwierig werden, genügend Zeit aufzuwenden. Aber das existenzielle Risiko sei zu hoch, um es nicht zu tun.<sup>6</sup>

Verbesserung der  
intellektuellen Leis-  
tungsfähigkeit

Ob Musk damit das existenzielle Risiko der Firma oder eines Menschseins ohne Gehirnimplantate meinte, sagte er nicht. Und er äußert sich auch nicht darüber, welche Folgen er für das Ich eines Menschen erwartet, der sein Gedächtnis „über-normal“ erweitert, etwa für Schüler, die mit Gehirnimplantaten lernen. Und was wird es für die Einheit des menschlichen Ich mit und in sich selbst – in der seine hervorragendste Eigenschaft liegt – bedeuten, wenn es künftig in ein und demselben Bewusstseinsprozess durch „zusätzliche“ künstliche Maschinenintelligenz „ergänzt“ wird? Wird aus der Einheit des Ich eine „innere Kohabitation“ zwischen dem Ich und der künstlichen Intelligenz? Und wird das tatsächlich die angestrebte „Steigerung“ bewirken – oder eher eine Art Schizophrenie des Ich, einen Bruch in seiner Mitte, dessen Folgen noch nicht absehbar sind?

Musk – der für eine der visionärsten Figuren im Silikon Valley gehalten wird und zweifellos eine der meistbeschäftigten ist – hat noch andere Eisen im Feuer: Er ist nicht nur Chef des Elektroautobauers *Tesla* und des Raumfahrtunternehmens *SpaceX*, sondern verfolgt u. a. auch ein Projekt, bei dem es darum geht, eine Transportmethode namens Hyperloop neu zu erfinden, bei der sich analog der Rohrpost die Fahrzeuge mit hoher Geschwindigkeit durch Unterdruck-Röhren bewegen sollen. In diesem Zusammenhang lässt er die Möglichkeit erkunden, riesige Tunnel unter Los Angeles zu graben. Ferner befasst er sich auch mit einem Projekt, Australien mit einer neuen Art drahtloser Energie zu versorgen.<sup>7</sup>

Die Gründung von *Neuralink* ist also keineswegs eine Einzelmaßnahme. Sie fügt sich vielmehr in ein größeres, zum Teil sorgfältig abgestimmtes Gesamtkonzept

### Vision einer neuen Menschheit

Musks und seiner Mitstreiter ein. Diesem Konzept liegt wiederum die Vision einer „neuen Menschheit“ zugrunde. Diese Vision ist – auch nach Musks eigener Überzeugung – ebenso janusköpfig-nietzschanisch wie die gegenwärtige Übergangsphase der technischen Zivilisation selbst. Denn Musks Vision ist die einer Menschheit, die sich auf eine höhere Stufe, wenn nicht gar in eine höhere Dimension erhebt – durch eine Universaltechnologie, die alles durchdringt und verwandelt und dabei sogar die Menschheit selbst in ihren Fundamenten herausfordert und sie an ihre physiologischen, kognitiven und moralischen Grenzen bringt. Dabei ist Musk ebenso kreativ wie hyperaktiv und scheint ständig zwischen Erfolg und Scheitern zu schweben. So hat beispielsweise der chinesische Technikgigant Tencent ca. fünf Prozent der Anteile an *Tesla* gekauft. Das hat dazu beigetragen, die Bewertung Teslas auf dasselbe Niveau zu heben wie diejenige von *Ford*. Dabei hat *Ford* eine 113-jährige Geschichte und hat allein im Jahr 2016 mehr als drei Millionen Autos gebaut, während *Tesla* erst 14 Jahre alt ist und 2016 knapp 84.000 Autos gebaut hat. Der Markt schätzt *Tesla* so hoch ein, weil er das Unternehmen weniger als Autobauer sieht, sondern eher als eine für das Silicon Valley typische Softwarefirma. Die Investoren schwanken zwischen dem Vertrauen auf Elon Musks Vision – und der Angst, dass alles auf einmal zusammenbrechen könnte.<sup>8</sup>

Was Musk also vor allem kann, ist: selbsterfüllende Prophezeiungen mit starker Zukunftsorientierung zu kreieren und sie zu einer Art finanzstarkem und öffentlichkeitswirksamem Schneeball auszuformen, der, je weiter er rollt, umso größer wird, was wiederum sein Momentum und seine Dynamik erhöht.

### Unterwegs zur technischen Singularität – ein Dilemma

### Von der künstlichen Intelligenz zur selbst- bewussten Maschine?

Wenn Körper und Gehirn sich im Rahmen solcher Visionen an intrusive (in das Selbst eindringende) Technologie „gewöhnen“ und diese sogar eher früher als später als ihren Teil begreifen werden – und das hoffen Pioniere wie Musk ja –, dann ist das individuelle Bewusstsein des Menschen jenes Glied, das am meisten herausgefordert wird, wenn sich die Vision bewahrheiten sollte, dass um die Jahre 2045/50 mit der Entstehung einer technischen „Singularität“ zu rechnen sei.

Künstliche Intelligenz (KI, englisch: Artificial Intelligence – AI) ist seit einigen Jahren eines der zentralen Forschungsgebiete weltweit. Dies unter anderem in Kombination mit Ansätzen zu Bio- und Quantencomputern. Auf dem Moffet Airfield in Kalifornien, einer ehemaligen NASA-Einrichtung, wurde 2008 unter Mitwirkung von *Google*-Chefingenieur Ray Kurzweil die „Singularity University“<sup>9</sup> eröffnet – laut ihren Gründern ein Meilenstein in der Erziehung hin zu einer globalen Technozivilisation. Sie will nichts weniger als die Menschheit auf das Erwachen der Technologie zu Selbstbewusstsein vorbereiten, und zwar unter dem Werbeslogan „Be exponential“: „Sei exponentiell“, eine klar transhumanistisch konnotierte Aussage, die eine rapide „Selbstverbesserung“ und „Selbststeigerung“ des Menschen mittels Technik suggeriert. Die intensive Arbeit von *Google* an der Entwicklung künstlicher Intelligenz soll hier ganz neue Dimensionen eröffnen. Wenn hoch entwickelte KI das riesige Datenarchiv der Firma entsprechend nutzt, kann die Leistung beim Vergleich und bei der Kombination von Informationen (z. B. im medizinischen Bereich) so gesteigert werden, dass Vorgänge, für die menschliche Arbeit Jahre benötigt hätte, in wenigen Minuten erfolgen. Durch die Kombination riesiger Datenmengen per künstlicher Intelligenz sollen aus Daten neue Daten produziert werden, so z. B. durch den Vergleich von Millionen von individuellen Heilungsverläufen weltweit bei bestimmten Krankheiten. Dadurch sollen neue Einsichten und verfeinerte bzw. auf den Einzelfall zugeschnittene Behandlungen ermöglicht werden (*precision medicine*). *Google* erhofft sich davon ausdrücklich die

maßgebliche Beeinflussung des menschlichen Alterungsprozesses, ja die Möglichkeit seiner Rückgängigmachung (*reverse aging*) und sogar die Abschaffung des menschlichen Todes bis Mitte des Jahrhunderts. Letzteres ist ein Ziel, das sich die Teilfirma *Calico* auf die Fahnen geschrieben hat.<sup>10</sup>

Rasch und „exponentiell“ erfolgt die Entwicklung von KI mittlerweile vor allem mittels Selbstlernprozessen – etwa durch Programme, die es künstlicher Intelligenz ermöglichen, Wahrnehmungen Begriffe zuzuordnen. Diese Fähigkeit wird u. a. bei der Gesichtsklassifikation unbekannter Personen angewendet. Sie soll aber bald auf alle Wahrnehmungen ausgeweitet werden können.<sup>11</sup> Der nächste logische Schritt in der Weiterentwicklung künstlicher Intelligenz soll die Begriffsschöpfung im Anschluss an unbekannte Wahrnehmungen sein – nach deren Klassifizierung und Einordnung in die Gesamtwelt aus Dingen und Prozessen. Die Voraussetzungen dafür werden derzeit intensiv geschaffen: Eine „Superstructure“ – im Wesentlichen ein Basisalgorithmus – befähigt zur Verarbeitung natürlicher Sprache (*natural language processing*) wird mit Maschinelernen im Sinnesbereich (*machine learning*) kombiniert.<sup>12</sup> Mit alledem soll die Komplexitätsfähigkeit künstlicher Intelligenz entscheidend gesteigert und zugleich der „gesunde Menschenverstand“ (*common sense*) auf eine rein technoide Weise künstlich neu erschaffen werden. Die Erfolge kommen rasch und werden als Durchbrüche gefeiert. Im Januar 2016 besiegte die KI erstmals menschliche Spieler auch beim kompliziertesten asiatischen Spiel, Go.<sup>13</sup>

Die geplante Direktverschaltung künstlicher Intelligenz mit dem menschlichen Geist, etwa zur Steigerung der Gehirn- und Gedächtniskapazitäten beim Lernen, könnte jedoch eine tiefere, umfassendere und möglicherweise irreversible Entwicklung in Gang setzen, die größere Folgen für die Menschheit zeitigen könnte als die Nukleartechnik. Den Verfechtern der „Weltwende zur künstlichen Intelligenz“ scheint das bewusst zu sein, wenn auch in einer widersprüchlichen Weise. Elon Musk selbst gründete Ende 2015 gemeinsam mit den Leitern von Großfirmen wie *Amazon* eine eigene Non-Profit-Forschungseinrichtung zur „sicheren Entwicklung“ von künstlicher Intelligenz, „OpenAI“<sup>14</sup>, weil er in der rapiden „Selbststeigerung“ der KI die größte Gefahr für die Zukunft weniger des Menschseins (von dem er nach eigener Aussage wenig versteht) als vielmehr der Menschheit als Spezies erkennt. Dies übrigens ebenso wie praktisch alle Führungsfiguren der Leitindustrie des 21. Jahrhunderts, nämlich der Computer- und Internettechnologie, darunter Bill Gates, Bill Joy oder Steve Wozniak, sowie anerkannte Wissenschaftler wie Stephen Hawking.<sup>15</sup> Wie der Obama-Berater und Direktor des „Future of Humanity Institute“ an der Universität Oxford<sup>16</sup>, Nick Bostrom, 2014 in seinem Buch *Superintelligenz*<sup>17</sup> schrieb, bestehe die größte Herausforderung der bereits im Gang befindlichen technischen Revolution hin zur „Superintelligenz“ darin, zu verhindern, dass sie sich präventiv gegen den Menschen wende. Denn jede „Singularität“ werde ihrer Natur nach lernend und antizipierend vorgehen mit dem primären Ziel der Selbsterhaltung – und nur der Mensch könne ihr „den Stecker ziehen“. Also liege es in der möglichen „Natur“ künstlicher Intelligenz, so Bostrom zusammen mit vielen anderen Vordenkern der „universalen Intelligenzwende“, sich gleich nach ihrem „Erwachen“ zu einer Art Selbstbezug vorbeugend gegen den Menschen zu wenden – was laut ihren Erfindern mit allen Mitteln verhindert werden muss. Zugleich fördern Transhumanisten wie Kurzweil oder Bostrom jedoch die Entstehung der „Singularität“ aktiv, weil sie die Entwicklung zu ihr hin für unausweichlich halten und nur durch aktive Teilnahme daran die Möglichkeit der Kontrolle gewährleistet sehen. Andere, wie etwa Steve Wozniak<sup>18</sup>, Bill Joy<sup>19</sup>, der Gründer von *Sun Microsystems*, oder der englische Professor Steven Warwick<sup>20</sup>, ein Verfechter der aktiven „Cyborgisierung“ des gesunden Menschen, geben die bisherige Menschheit angesichts des scheinbar unaufhaltsamen Aufstiegs der KI und ihres möglichen Eindringens in den menschlichen Geist bereits rettungslos verloren.

Weltwende zur künstlichen Intelligenz:  
Chance oder Gefahr?

Ein entscheidender Punkt wird bei alledem oft übersehen. Die Unterscheidung – die viele kritische Beobachter der Entwicklung für entscheidend halten –, ob sich die künstliche Intelligenz *gegen* den oder *mit* dem Menschen entwickeln wird, ist weniger belangvoll als angenommen. Denn beide Optionen sind gleichermaßen problematisch. Wenn sich die künstliche Intelligenz zunehmend aus ihren eigenen Mechanismen heraus gegen den Menschen wendet, steht dessen Überleben als Spezies auf dem Spiel. Wenn sie sich aber in einer immer weiter gehenden Verbindung mit ihm entfaltet – etwa durch Verschmelzung mit dem menschlichen Geist, wie es Musks Firma *Neuralink* anstrebt, könnte sein bisheriges Wesen zur Disposition stehen.

### Ein exemplarisches Programm: der offene Brief des Globalen Zukunftskongresses 2045 an UN-Generalsekretär Ban Ki-Moon vom 11. März 2013

Das volle Ausmaß dessen, was heute bereits multi-sektorial und multi-disziplinär sowie mit Milliardeninvestitionen im Gang ist, lässt sich freilich erst dann erfassen, wenn man die drei Dimensionen zusammen betrachtet, die hier nur skizzenhaft und exemplarisch für die rasch voranschreitende „technologische Integration“ von Körper, Gehirn und Geist angeführt wurden – und wenn man sie in ihrer Zukunftsdynamik als konvergierend zusammenzudenken versucht. Dies geschah beispielsweise in einem offenen Brief, den der „Globale Zukunftskongress 2045“ („Global Future 2045 Congress“), ein Zusammenschluss führender Wissenschaftler, Ökonomen, Unternehmer und Philanthropen<sup>21</sup>, bereits im März 2013 an den damaligen UN-Generalsekretär Ban Ki-Moon geschrieben hat. Darin fordern führende Zukunftsdenker und Transhumanisten wie Ray Kurzweil (der bereits erwähnte Chefingenieur von *Google*), Theoretiker wie Anders Sandberg und der Stifter des bislang einzigen „Zukunft der Menschheit Instituts“ an der Universität Oxford, James Martin, gemeinsam mit westlichen Buddhisten und Globalstrategen die Durchsetzung einer radikalen Technikstrategie auf allen Ebenen, einschließlich der Bildungs- und Erziehungsebene – und zwar als zentralen Schritt der Weiterentwicklung zu einer geeinten, friedlichen Menschheit. In dem offenen Brief heißt es (wegen der Bedeutung seiner Aussagen zitiere ich im Wortlaut):

„Die Welt steht an der Schwelle zu einem globalen Wandel. Ökologische, politische, anthropologische und andere Krisen nehmen an Intensität zu. Kriege werden geführt, Rohstoffe werden sinnlos verschwendet, und der Planet wird verwüstet. Die Gesellschaft durchlebt eine Krise im Hinblick auf Ziele und Werte, während Wissenschaft und Technologie ungeahnte Fortschrittschancen hervorbringen. Doch die Führungsfiguren der Nationen bleiben auf eine kurzfristige innere Stabilität konzentriert, ohne den Chancen im Hinblick auf die Zukunft der Zivilisation hinreichende Aufmerksamkeit zu widmen. Die Menschheit hat im Wesentlichen die Wahl zwischen zwei Optionen: entweder in den Abgrund globalen Verfalls abzugleiten oder ein neues Entwicklungsmodell zu finden und zu verwirklichen, ein Modell, das dazu fähig ist, das menschliche Bewusstsein zu verändern und dem Leben neuen Sinn zu geben.“<sup>22</sup>

Diesen Zeilen zur Lage des Planeten werden wohl viele zustimmen, unabhängig von politischen Lagern und Überzeugungen. Weniger deutlich dürfte allerdings der Konsens über den Weg zu einer Lösung sein, der jedoch für die Verfasser des Briefes eindeutig ist: die Verschmelzung von Mensch und Technologie zur „neuen Menschheit“.

„Wir glauben, dass die Menschheit, um in eine neue Phase der menschlichen Evolution einzutreten, unbedingt eine wissenschaftliche Revolution benötigt, die mit

bedeutenden spirituellen Veränderungen einhergeht, wobei beide [also wissenschaftliche Revolution und Spiritualität] untrennbar miteinander verbunden sind und sich wechselseitig ergänzen und unterstützen. Der Vektor der künftigen Entwicklung, die durch den technologischen Fortschritt ermöglicht wird, sollte die Evolution des Bewusstseins der Menschheit auf individueller und gesellschaftlicher Ebene und der Übergang in eine neue Menschheit (*neo-humanity*) sein.<sup>23</sup>

Zu diesem Zweck schlagen die Vordenker des „Globalen Zukunftskongresses 2045“ eine Reihe von Innovationen am Schnittpunkt zwischen Mensch und Technologie vor. Darunter sind: die Herstellung anthropomorpher Avatar-Roboter, also künstlicher Körper; die Entwicklung von Systemen zur Fernsteuerung von Avataren; die Entwicklung von Schnittstellen zwischen Gehirn und Computer (*brain-computer interfaces*, BCI's) zur direkten „mental“ Kontrolle des eigenen Avatars, wobei an Anwendungen für Behinderte ebenso gedacht ist wie an die Fernsteuerung von direkt per Gehirn gesteuerten „Ersatzkörpern“ in gefährlichen Umgebungen „oder im Rahmen von Friedensmissionen“<sup>24</sup> und an ihren Gebrauch für die Kommunikation über weite Entfernungen und im Tourismus. Sobald diese drei Schritte realisiert seien, würden, so der Brief, weitere Durchbrüche möglich, die noch größere Veränderungen mit sich bringen könnten. Darunter sind: die Entwicklung von lebensverlängernden Technologien, die auch das künstliche Am-Leben-Erhalten des menschlichen Gehirns einschließen, etwa durch seine Verpflanzung in einen (jederzeit austauschbaren) Avatar-Körper, wovon man sich die Verlängerung des individuellen Lebens derjenigen Personen erhofft, „deren biologische Körper ihre Ressourcen aufgebraucht haben“<sup>25</sup>; ferner die vertiefte Erforschung der Funktionsprinzipien des menschlichen Gehirns und die Erstellung eines allgemeinen operativen Modells; die Entwicklung von Prothesen für Teile des menschlichen Gehirns; schließlich die Herstellung eines vollständig künstlichen Äquivalents für das menschliche Gehirn. All dies soll dann (aufbauend auf einer vertieften Erforschung des menschlichen Bewusstseins) die „Einkörperung“ (*embodiment*) dieses Bewusstseins in einem „nicht-biologischen Substrat“ ermöglichen, also in einem technoiden Körper. Auf diese Weise, so die Forscher, sollen nicht nur degenerative Krankheiten und Traumata des Gehirns behandelt werden können, sondern es soll auch die Erforschung von „lebensfeindlichen“ Umgebungen im Welt- raum sowie die radikale Verlängerung selbstbewussten menschlichen Lebens „bis zum Punkt der Unsterblichkeit“ möglich werden – nicht zuletzt durch die Trennung von physischem Körper und Geist.<sup>26</sup>

Wie die Zukunftsdenker schließen, soll die Verwirklichung dieser Vorhaben „es künftig ermöglichen, viele der drängendsten Probleme der Gesellschaft ein für alle Mal zu lösen, die biologischen Grenzen des Menschen zu überwinden und eine neue Zivilisation mit einer hochstehenden Ethik, Kultur, Spiritualität, Hochtechnologie (*high technology*) und Wissenschaft zu schaffen. Diese neue Strategie soll eine Alternative zu den auf die einzelnen Nationen zentrierten Ideologien werden, indem sie die Bewohner unseres Planeten zu Erdbürgern macht und die Nationen zusammenführt und indem sie dazu führt, dass der Sinn des Lebens jedes einzelnen Bürgers darin besteht, hohen Idealen und Prinzipien zu dienen und nach ständiger Entwicklung seiner selbst zu streben. [...] Wir glauben, dass in naher Zukunft die UN-Vollversammlung nicht mehr zusammentreten wird, um militärische Konflikte zu regeln, sondern um die Empfehlung auszusprechen, dass die Staatsoberhäupter und die Leiter von nationalen und transnationalen Organisationen es sich zur Aufgabe machen sollten, die technische Strategie für den Übergang zu einer neuen Menschheit in die Wirklichkeit umzusetzen.“<sup>27</sup>

Abiotisches Leben  
und Unsterblichkeit

Überwindung biologi-  
scher Grenzen

## Unzulässige Grenzüberschreitungen?

Es ist wichtig, die Ambivalenz dieses Vorhabens gründlich auf sich wirken zu lassen, da sich in ihm abgründige Gefährdung und mögliche Rettung durch Technologie auf eine bis in die Tiefe ambivalente Weise verbinden. Daher kann diese Vision als Ganzes auch nicht einfach angenommen oder abgelehnt werden. Ähnliche Vorhaben werden derzeit in Kreisen der Wissenschaft und der Wirtschaft überall auf der Welt vorge-tragen. So vereint die vom russischen Unternehmer Dmitry Itskov 2011 gegründete globale „Strategische gesellschaftliche Initiative 2045“ („2045 Strategic Social Initiative“), eine aus dem zivilgesellschaftlichen Bereich stammende NGO, der sich zahlreiche Wissenschaftler und Intellektuelle angeschlossen haben, spirituelle und technologische Ziele auf bisher ungeahnte Weise – und ebenfalls in der vollen Tiefenambivalenz zwischen Fort- und Rückschritt.

„Die Hauptziele der *Initiative 2045* sind: die Schaffung und Verwirklichung einer neuen Strategie für die Entwicklung der Menschheit, welche sich endlich den globalen Herausforderungen der Zivilisation stellt; die Schaffung optimaler Voraussetzungen für die spirituelle Erleuchtung (*enlightenment*) der Menschheit; und die Verwirklichung einer neuen futuristischen Realität, die auf fünf Prinzipien gründet: hohe Spiritualität, hohe Kultur, hohe Ethik, hohe Wissenschaft und hohe Technologien (*high spirituality, high culture, high ethics, high science and high technologies*).

Das zentrale wissenschaftliche Mega-Projekt der *Initiative 2045* zielt darauf ab, Technologien zu schaffen, die den Transfer der Persönlichkeit eines Individuums auf einen höher entwickelten nicht-biologischen Träger ermöglichen, und das Leben zu verlängern bis zum Punkt der Unsterblichkeit. Wir verwenden besondere Aufmerksamkeit darauf, einen möglichst umfassenden Dialog zwischen den großen spirituellen Traditionen der Welt, der Technik, der Wissenschaft und der Gesellschaft zu ermöglichen.

Eine Transformation der Menschheit in großem Maßstab, vergleichbar mit den großen spirituellen und wissenschaftlich-technischen Revolutionen in der Geschichte, erfordert eine neue Strategie. Wir glauben, dass dies notwendig ist, um die Krisen zu überwinden, die unser planetarisches Habitat und das Weiterbestehen der Menschheit als Spezies bedrohen.“<sup>28</sup>

Es geht hier also erneut um die Spezies – und erst in zweiter Linie um die Individualität des Individuums. Dabei wird aber nicht bedacht, dass für den Menschen, wie Goethe es ausdrückte, das Individuellste das Allgemeinste ist – dass also das Menschliche der Spezies gerade in der Individualität und nicht in der Gattung liegt. Nicht zufällig glaubt der israelische Historiker Yuval Noah Harari, Autor des Bestsellers *Sapiens. A Brief History of Humankind*<sup>29</sup> (2011), der viele Führungsfiguren des Silicon Valley (etwa Mark Zuckerberg) zu einem geordneten Weltbild im Hinblick auf die Zukunft inspiriert hat, mit diesen um sich greifenden Visionen am Schnittpunkt zwischen Mensch und Technologie sei eine Entwicklung des Menschen zum „homo deus“ eingeleitet, die den Menschen sowohl erhebe wie zugleich in Gefahr bringe.<sup>30</sup>

Wird also dort, wo die Gefahr ist, auch das Rettende wachsen (Hölderlin)? Oder wird, um mit dem späten „Post-Humanisten“ Martin Heidegger zu sprechen, angesichts dieser – bereits in voller Entwicklung befindlichen – Technik-Mensch-Konvergenz

„nur noch ein Gott uns retten können“, sobald wir „technische Götter“ geworden sein werden?

## Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem heutigen Trend, der vom *Zusammenwirken* zum *Zusammenwachsen* von Mensch und Technologie übergeht, und zwar auf den drei Ebenen Körper, Gehirn und Bewusstsein, ist eine janusköpfige Entwicklung eingeleitet, die in den kommenden Jahren die gesellschaftliche Diskussion immer stärker prägen wird. Den Hoffnungen auf ein längeres und besseres Leben stehen Sorgen um die Zukunft des Menschseins überhaupt gegenüber. Ein neuer „Bericht an den Club of Rome“ des Naturwissenschaftlers Ugo Bardi (Florenz) spricht davon, dass zu den allgemeinen Gesetzmäßigkeiten von Zivilisation der „Seneca-Effekt“<sup>31</sup> gehöre: das Phänomen, dass ein Zuwachs an Komplexität (das Prinzip maximaler Entropie) typisch für Systeme aller Art sei, dass dieser Zuwachs aber unweigerlich an einen Sättigungs- und damit an einen Umschlagspunkt herantühre, an dem eine lange und langsam verlaufende Aufwärtsentwicklung in einem jähen Zusammenbruch kulminiere, wenn die „Balance an der Grenze“ nicht gehalten und nachhaltig gemacht wird.<sup>32</sup> Wenn das stimmt, dann könnte es auch für die Entwicklung am Schnittpunkt zwischen Mensch und Technik gelten. Diese Entwicklung hat heute einen Grad an Komplexität erreicht, dass sie an zahlreichen Stellen an Grenzen zu stoßen scheint und das Bisherige an den Rand seiner Übersteigerung zu führen droht.

Ambivalente  
Entwicklung

Dieses Phänomen betrifft auch Bildung und Erziehung. Auch die Erziehung wird die Debatte um das Verhältnis von Mensch und Technik intensiver als bisher mit den jungen Menschen zu führen haben: Welchen Menschen wollen wir? Welche Rolle soll die Technologie im menschlichen Leben – und für es – spielen? Wollen wir am Schnittpunkt zwischen Mensch und Technologie die Grenze zwischen Subjekt und Objekt auflösen und so das Ich mit der technischen „Prothese“ verschmelzen – auch wenn wir nicht wirklich absehen können, was dann mit dem menschlichen Ich geschieht? Und wenn sich dieser Prozess gesellschaftlich durchsetzt: Bis zu welchem Punkt können wir ihn mitgehen? Und wo beginnt der Widerstand?

Welchen Menschen  
wollen wir?

Auch und gerade eine Erziehung, die (wie es im deutschen Sprachraum der Fall ist) anthropologisch-humanistisch und aufklärerisch geprägt ist, wird sich diesen Fragen stellen müssen. Sie kann an den bereits im Raum stehenden Phänomenen nicht vorbeisehen. Im Gegenteil: Das Zusammenwachsen von Mensch und Technologie, gesellschaftlich bisher unterreflektiert, ist eine Chance, die tiefsten Fragen nach dem Ich, der Individualität, dem Menschen und dem Sein neu zu stellen – angesichts der Beobachtung, dass sich der gesellschaftliche Kernprozess immer stärker von Politik und Wirtschaft in Richtung Technologie verschiebt. Damit kann eine inter- und transdisziplinäre Renaissance von Erziehungskunst und Menschenwissenschaft verbunden sein – auch wenn jedes Mitdenken auch neue Risiken und Gefahren birgt.

Neubesinnung auf  
eine (erweiterte)  
Aufklärung

Der Blick auf die neuen Phänomene ist wie der Blick in eine gleißende Sonne, in der Gegensätze zur Einheit verschmelzen – zu Ambivalenzen, in denen sich Abgrund und Chance verbinden, ja nicht selten zusammenzufallen scheinen. Nun gilt es, die Blendung, die dieser Blick für uns Heutige zunächst zur Folge hat, in ein anfänglich-tastendes Sehen zu verwandeln. Dies kann aber nicht durch die traditionelle Moral (individuelle Dimension) und Ethik (gesellschaftliche Dimension) geschehen, sondern nur durch eine Bewusstseins-Neuentwicklung an den Phänomenen selbst. Dies erfordert wiederum die Neubesinnung auf eine menschenkundlich erweiterte Aufklärung in der Erziehungskunst. Die Grundfragen nach dem Wesen des Menschen, die

bereits von den frühen Griechen gestellt wurden, von der Moderne aber gegenüber dem Fortschrittsparadigma in den Hintergrund gedrängt wurden, erscheinen heute paradoxerweise gerade durch die vor sich gehende Technisierung des Menschlichen neu, und vor allem mit ganz neuer Dringlichkeit. Die Technik schickt sich an, den Menschen umzuformen, ohne dass wir bislang ausreichend wissen, was der Mensch eigentlich ist, und was „die Stellung des Menschen im Kosmos“<sup>33</sup> sein kann, wie es Max Scheler am Beginn des 20. Jahrhunderts ebenfalls unter dem Ansturm naturwissenschaftlicher und technischer Revolutionen formulierte. Menschenkundlich erweiterte Aufklärung für die Gegenwart heißt: die Grundfragen nach dem Menschsein in Bezug auf den heute absehbaren „Umbau“ des Menschen mit Fragen der technischen Innovation ursächlich neu zu verbinden. Gerade die Hochschulen (die Universitäten ebenso wie die Pädagogischen und die Fachhochschulen) sowie die gesellschaftswissenschaftlichen Fächer an den Schulen müssten sich diesem Thema weit stärker widmen als bisher. Es wird notwendig sein, eigene Schwerpunkte der Wissensvermittlung und der Diskussion zum Thema Technik-Mensch-Konvergenz zu etablieren, und zwar auf allen Bildungsebenen und in den politischen Stiftungen, Denkfabriken und Beratungseinrichtungen.

- 1| Vgl. BBC News vom 13. April 2017: *Toyota develops robotic leg braces for older people*. <http://www.bbc.co.uk/news/technology-39577323>.
- 2| Vgl. ebd.
- 3| Benedikter, Roland / Siepmann, Katja: *Der Kampf um die Politik des Menschen. Transhumanist Party Global: Eine technophile Bewegung aus den USA beginnt sich weltweit politisch zu organisieren*. In: *Fabrikzeitung. Kultur-, Gesellschafts- und Politikmagazin Zürich*, 35 (2015) (Heft 307, Zürich 02.04.2015). <http://www.fabrikzeitung.ch/transhumanist-party-global-der-kampf-um-die-politik-des-menschen/>. Vgl. Benedikter, Roland / Siepmann, Katja / Reymann, Alexander: *"Head-Transplanting" and "Mind-Uploading". Philosophical Implications and Potential Social Consequences of Two Medico-Scientific Utopias*. In: *Review of Contemporary Philosophy*, 16 (2017), 38–82. Online-Publikation: 10.09.2016, Addleton Academic Publishers New York. <http://www.addletonacademicpublishers.com/contents-rcp/944-volume-16-2017/2919-head-transplanting-and-mind-uploading-philosophical-implications-and-potential-social-consequences-of-two-medico-scientific-utopias>.
- 4| Musk ist bisher als eine Art „Starinvestor“ im Silicon Valley bekannt geworden und war auch als Berater von US-Präsident Trump tätig.
- 5| Chang, Kenneth: *Elon Musk's Plan: Get Humans to Mars, and Beyond*. In: *New York Times* vom 27. September 2016. [https://www.nytimes.com/2016/09/28/science/elon-musk-spacex-mars-exploration.html?\\_r=0](https://www.nytimes.com/2016/09/28/science/elon-musk-spacex-mars-exploration.html?_r=0).
- 6| Vgl. Lee, David: *Elon Musk creates Neuralink brain electrode firm*. In: *BBC News Technology* vom 28. März 2017. <http://www.bbc.com/news/technology-39416231>.
- 7| Vgl. ebd.
- 8| Cellan-Jones, Rory: *Tech Tent. Elon Musk's amazing week (31. März 2017)*. <http://www.bbc.com/news/technology-39456094>.
- 9| *Singularity University*: <https://su.org/>.
- 10| McCracken, Harry / Grossman, Lev: *Can Google Solve Death? Google vs. Death*. In: *Time Magazine* vom 30. September 2013. <http://content.time.com/time/covers/0,16641,20130930,00.html>.
- 11| *BBC News Technology* vom 17. Juni 2016: *Google is working on 'common-sense' AI engine at new Zurich base*. <http://www.bbc.com/news/technology-36558829>.
- 12| *IBM: Go beyond artificial intelligence with Watson*. <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson/?lnk=buwa&lnk2=learn>.
- 13| Metz, Cade: *In a huge breakthrough, Google's AI beats a top player at the game of Go*. In: *Wired* vom 27. Januar 2016. <https://www.wired.com/2016/01/in-a-huge-breakthrough-googles-ai-beats-a-top-player-at-the-game-of-go/>.
- 14| *OpenAI*: <https://openai.com/about/>.
- 15| Higginbotham, Stacey: *Elon Musk, Amazon Create Artificial Intelligence Research Center*. In: *Fortune* vom 11. Dezember 2015. <http://fortune.com/2015/12/11/open-ai/>.
- 16| *Future of Humanity Institute, University of Oxford*: <https://www.fhi.ox.ac.uk/>.
- 17| Bostrom, Nick: *Superintelligenz. Szenarien einer kommenden Revolution*. Berlin: Suhrkamp, 2014. [http://www.suhrkamp.de/buecher/superintelligenz-nick\\_bostrom\\_58612.html](http://www.suhrkamp.de/buecher/superintelligenz-nick_bostrom_58612.html).
- 18| Gibbs, Samuel: *Apple co-founder Steve Wozniak says humans will be robot's pets*. In: *The Guardian*

- vom 25. Juni 2015. <https://www.theguardian.com/technology/2015/jun/25/apple-co-founder-steve-wozniak-says-humans-will-be-robots-pets>.
- 19| Joy, Bill: *Why the Future Doesn't Need Us*. In: *Wired* vom 1. April 2000. <https://www.wired.com/2000/04/joy-2/>.
- 20| Warwick, Kevin: *The Matrix – Our Future?* In: Grau, Christopher (Hrsg.): *Philosophers Explore the Matrix*. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- 21| *Die Zahl 2045 im Namen des Zusammenschlusses bezieht sich auf das Jahr, für das man das „Erwachen“ der Technik zu Selbstbewusstsein, also die Geburt einer technischen „Singularität“, erwartet.*
- 22| *Global Future 2045 Congress: Open letter to UN Secretary-General Ban Ki-Moon*, 11. März 2013. <http://gf2045.com/read/208/>.
- 23| *Ebd.*
- 24| *Ebd.*
- 25| *Ebd.*
- 26| *Ebd.*
- 27| *Ebd.*
- 28| *2045 Strategic Social Initiative*: <http://2045.com/about/>.
- 29| Vgl. Harari, Yuval Noah: *Eine kurze Geschichte der Menschheit*. München: Deutsche Verlags-Anstalt, 2013. <https://www.amazon.de/kurze-Geschichte-Menschheit-Yuval-Harari/dp/342104595X>. Vgl. die gute Zusammenfassung bei: Strawson, Galen: *Sapiens – A brief history of humankind*. Review. *A swash-buckling account that begins with the origin of the species and ends with post-humans*. In: *The Guardian* vom 11. September 2014. <https://www.theguardian.com/books/2014/sep/11/sapiens-brief-history-humankind-yuval-noah-harari-review>.
- 30| Harari, Yuval Noah: *Homo Deus. Eine Geschichte von Morgen*. München: C. H. Beck, 2017 (engl.: *Homo Deus. A Brief History of Tomorrow*. London: Harvill Secker, 2015). Vgl. Spiegel-Gespräch: „Wir werden Götter sein“. In: *Der Spiegel* 12/2017. <https://magazin.spiegel.de/SP/2017/12/150112490/index.html>.
- 31| *So genannt im Anschluss an Lucius Annaeus Seneca: Briefe an Lucilius* 91,6.
- 32| Bardi, Ugo: *The Seneca Effect. Why Groth is Slow but Collapse is Rapid* (unveröffentlichter Manuskript-Entwurf für einen Bericht an den Club of Rome, April 2017; Archiv des Autors).
- 33| Scheler, Max: *Die Stellung des Menschen im Kosmos*. Bern und München: Francke Verlag, 1978.

### Der Autor

**Roland Benedikter**, Dr. Dr. Dr., ist Global Futures Scholar an der Europäischen Akademie Bozen, Forschungsprofessor für Multidisziplinäre Politikanalyse am Willy-Brandt-Zentrum der Universität Wrocław (Breslau), Research Affiliate an der Global Studies Division der Stanford University und Affiliate Scholar am Institute for Ethics and Emerging Technologies in Hartford, Connecticut.  
Kontakt: rolandbenedikter@yahoo.de.

### Konrad-Adenauer-Stiftung e. V.

Ansprechpartner:

**Dr. Norbert Arnold**

Leiter Team Bildungs- und Wissenschaftspolitik

Hauptabteilung Politik und Beratung

Telefon: +49(0)30/26996-3504

E-Mail: norbert.arnold@kas.de

Postanschrift: Konrad-Adenauer-Stiftung, 10907 Berlin

ISBN 978-3-95721-336-5

[www.kas.de](http://www.kas.de)



Der Text dieses Werkes ist lizenziert unter den Bedingungen von „Creative Commons Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland“, CC BY-SA 3.0 DE (abrufbar unter: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/>)

Bildvermerk Titelseite  
© liuzishan, fotolia.com