



OSTBAYERISCHE  
TECHNISCHE HOCHSCHULE  
REGENSBURG

# **STUDIENARBEIT**

Marcel Ott

**Stellt der Transhumanismus einen  
Fortschritt dar?**

2. Dezember 2023

## **Einleitung**

Nanoroboter schwirren durch die Blutbahn, replizieren sich selbst und kämpfen gegen Viren, heilen Krankheiten, entsorgen Giftstoffe und machen somit den Arztbesuch und den Kater nach einer durchzechten Nacht vergessen. Was klingt wie aus einem Science-Fiction-Roman sind tatsächlich die Visionen vom ehemaligen Leiter der technischen Entwicklung bei Google Ray Kurzweil aus seinem bekannten Buch 'the singularity is near'. [Kurzweil, 2005] Dieses unvorstellbare Szenario stützt er auf das exponentielle Wachstum der Technik, welche durch das intuitive Verständnis seiner Meinung nach stark unterschätzt wird und prophezeit für das Jahr 2045 die Technologische Singularität. Sie wurde bereits 1993 von Vernor Vinge aufgegriffen und [Vinge, 1993] er beschreibt damit einen Zeitpunkt an dem die Technik sich so schnell selbst verbessert, dass es unmöglich ist weitere Vorhersagen oder gar Folgenabschätzungen machen zu können, ähnlich des Überschreitens des Ereignishorizonts eines schwarzen Loches. Die erste Erwähnung der technologischen Singularität geht jedoch sogar schon auf das Jahr 1958 zurück. Ulam und Neumann besprachen damals: „die stete Beschleunigung des technischen Fortschritts und der Veränderungen im Lebenswandel, die den Anschein macht, auf eine entscheidende Singularität in der Geschichte der Menschheit hinauszulaufen, nach der die Lebensverhältnisse, so wie wir sie kennen, sich nicht fortsetzen könnten.“ [Ulam, 1958] Meist wird im Zusammenhang mit der Singularität von einer Superintelligenz gesprochen, welche die Menschen überflügeln wird und so zu ihren Untertanen machen wird und damit die letzte Erfindung des Menschen darstellen soll. [Vinge, 1993] Eine Vorstufe davon ist das Ausreizen und spätere Überwindung der menschlichen Grenzen, welche von verschiedenen philosophischen Denkrichtungen diskutiert wird. Daher werden zunächst diese Denkrichtungen genauer erläutert.

## **Was ist Transhumanismus, Posthumanismus und ein Cyborg?**

**Transhumanismus:** Der Transhumanismus beschäftigt sich mit dem Menschen und die Ausschöpfung bzw. Weiterentwicklung seiner natürlichen Grenzen mithilfe von Technik und Wissenschaft [Merzlyakov, 2022], wobei der Mensch als solches weiter beibehalten wird. Beispiele hierfür sind ewiges Altern, Prothesen oder Tissue engineering, also das Züchten von Gewebe im Labor.

**Posthumanismus:** Der Posthumanismus sieht den Menschen hingegen als Sackgasse an, welche es zu überwinden gilt. Hierbei werden die binären Gegensätze zwischen Mensch und nicht-Mensch aufgehoben. [Merzlyakov, 2022] Der Cyborg wird oft als nächste Stufe der Evolution betitelt.

Die Grenzen zwischen beiden Begriffen sind jedoch fließend und sie werden oft synonym für einander verwendet, was aber von einigen Forschern kritisiert wird,

da es wie gezeigt fundamentale Unterschiede gibt. [Merzlyakov, 2022] Der Einfachheit halber wird in folgendem Bericht mit dem Transhumanismus-Begriff beides eingeschlossen.

Cyborg: Der Begriff wurde das erste mal 1960 von Clynes und Kline verwendet und sie beschrieben damit die technische Anpassung des Menschen an die Bedingungen des Weltalls, anstelle der Verwendung einer erdähnlichen Umgebung. Hierbei beziehen sie sich bereits auf die Idee der Evolution, also die Anpassung an die Umweltbedingungen [Clynes and Kline, 1960], ähnlich wie es der Posthumanismus heute. Prinzipiell beschreibt der Begriff ein integriertes System aus menschlichen und maschinellen Teilen. [Warwick, 2000]

Im folgendem werden einige Chancen, aber auch Gefahren des Transhumanismus diskutiert. Aufgrund des Umfangs dieses Textes erheben die Ausführungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

## **Chancen und Verbesserungen durch den Transhumanismus**

### **Änderung der Charaktereigenschaften und Verbesserung psychischer Leiden**

Angststörungen, Depressionen oder Posttraumatische Belastungsstörungen (PTBS), aber auch kosmetische Eingriffe, wie den Wunsch man wäre gerne offener im Umgang mit Menschen wäre. Was momentan fast ausschließlich durch langwierige Therapieverfahren, welche in vielen Fällen einige Jahre in Anspruch nimmt, kann in Zukunft wahrscheinlich mit technischen Hilfsmitteln sehr schnell behandelt werden. Hierbei werden verschiedene Ansätze diskutiert. Zum einen wird davon ausgegangen, dass in diesem Jahrhundert die Gentechnik soweit voranschreitet, dass es möglich ist die Gene zu identifizieren, welche Persönlichkeitseigenschaften und kognitive Stilrichtungen prädisponieren. [Anomaly et al., 2020] Diese können dann pränatal identifiziert und mithilfe von CRIPS/CAS9, was eine Art Schere mit der man Teile der DNA verändern oder sogar austauschen kann, ist, geändert werden. [Redman et al., 2016] Eine andere Möglichkeit ist die Stimulation von Hirnarealen, welche mit Eigenschaften oder psychische Leiden im Zusammenhang stehen. Dies ist möglich mittels Deep Brain Stimulation (DBS), bei dem Elektroden in tiefliegende Hirnareale implantiert werden [Perlmutter and Mink, 2006]. Außerdem gibt es eine nicht invasive Methode bei der mittels Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) ein starkes Magnetfeld auf Schädeldecke anzulegen wird. [Hallett, 2007]

### **Verbesserte Leistungsfähigkeit**

Es wäre doch super, wenn man 15 Minuten sprinten könnte ohne einen einzigen Atemzug nehmen zu müssen. Dies soll laut Ray Kurzweil durch die Erset-

zung des Blutes mit Nanobots möglich sein. [Kurzweil, 2005] Jedoch sind andere leistungssteigernde Wirkungen des Transhumanismus in der Wissenschaft weit verbreiteter. Das Schlagwörter lauten hier konvergierende Technologien, wobei sich Technologien auf verschiedenen Bereichen, wie der Biologie und der Nanotechnologie, zusammenarbeiten und aufeinander zubewegen und damit unter anderem die Leistungssteigerung des Menschen ermöglichen. [Wolbring, 2008] Einige Beispiele hiervon sind, die Steigerung der Gedächtnis- oder der Lernfähigkeit bei gesunden Menschen mittels TMS. [Luber and Lisanby, 2014] Außerdem gibt es seit mehr als einem Jahrzehnt bereits Prothesen, welche besser sind als gesunde Gliedmaßen, z. B. durfte der Sprinter Oscar Pistorius, welcher beide Beine verloren hat, deshalb mit seinen Prothesen nicht an den Olympischen Spielen 2008 teilnehmen, da sie einen unfairen Vorteil bedeutet hätten. [Wolbring, 2009] Außerdem wird intensiv daran geforscht die Zellalterung zu stoppen und damit den natürlichen Tod aufzuhalten, was im Labor in sehr kleinem Maßstab bereits teilweise funktioniert. [Yang et al., 2023]

## **Krankheiten heilen**

Das wohl interessante Einsatzgebiet des Transhumanismus ist die Medizin. In Zukunft, aber auch schon in der Gegenwart können hiermit Krankheiten geheilt oder zumindest die Lebensumstände der Betroffenen massiv verbessert werden. Beispielsweise wird DBS bereits seit vielen Jahren erfolgreich dazu eingesetzt die Symptome von Parkinson [Perlmutter and Mink, 2006] oder Dystonie [Krauss et al., 2004] zu heilen. Außerdem wird aktiv daran geforscht damit auch andere Krankheiten, wie Alzheimer [Aldehri et al., 2018] zu attackieren. Des weiteren wird aktiv an der Kontrolle von Prothesen mittels Brain-computer-Interfaces BIC, welche eine direkte Verbindungen zwischen der Prothese und dem Gehirn herstellen, geforscht und teilweise auch schon eingesetzt [Muller-Putz and Pfurtscheller, 2007]. Die Behandlung von motorischen Einschränkungen nach einem Schlaganfall sollen in Zukunft auch mittels BCIs verbessert werden. [Mane et al., 2020] Das letzte interessante Feld, welches ich aufzeigen möchte ist bereits früher genannte tissue engineering. Es wird damit bereits heute kaputtes Gewebe, Organe oder Knochen repariert, jedoch sollen in Zukunft auch ganze Organe damit gedruckt werden und somit das Problem der Knappheit von Spenderorganen, welche nicht abgestoßen werden angegangen werden. [Zhao et al., 2022] Durch transhumanistische Mittel kann außerdem die medizinische Versorgung in Entwicklungsländern verbessert werden. Unter anderem durch Implantate und Wearables mit denen Gesundheitsdaten leicht abgerufen werden können. Somit kann in ländlichen Gegenden, in denen ein Krankenhausbesuch oft tagelange Fußmärsche bedeuten, ein Arzt viele Patienten aus der Ferne überwachen und Handlungsanweisungen oder gezielt Dörfer ansteuern.

## **Bequemlichkeit**

Der Transhumanismus wird dazu beitragen, dass immer mehr automatisiert wird und man somit als Mensch weniger Aufgaben aktiv selbst erledigen muss. Ein Beispiel hierbei ist der Professor Kevin Warwick, welcher sich bereits 1998 einen Chip in seinen Arm implantieren lassen hat mit dem er in seiner Universität begrüßt und Türen automatisch geöffnet wurden. [Warwick, 2000] Außerdem könnten in Zukunft mittels BCIs Informationen direkt ins Gehirn geladen werden und somit müsste man sich nicht mehr bemühen Bücher zu lesen oder zu studieren um sich Wissen anzueignen. [Fiani et al., 2021] Einer Umfrage aus dem Jahr 2018 zufolge sind die Hauptgründe um Sport zu treiben Gesundheit, Kraft u. Ausdauer zu optimieren, Gewicht zu reduzieren und als Ausgleich zum Alltag. [Kunst, 2018] Durch transhumanistische Verbesserungen könnten einige dieser Gründe nicht mehr relevant sein und somit Sport nicht mehr von Nöten sein und könnte sich mehr auf das Faulenzen konzentrieren.

Die genannten Chancen hören sich auf den ersten Blick sehr verlockend an. Doch oft handelt es sich ein zweischneidiges Schwert. Außerdem lauern viele Gefahren darüber hinaus.

## **Gefahren des Transhumanismus**

### **Zwang zu partizipieren**

Es gibt verschiedene Arten von Druck, welche im Umkehrschluss einen gewissen Zwang zu Folge haben. Einerseits ist ein gesellschaftlicher Druck denkbar. Ist man ohne optimierten Körper ein Außenseiter oder wird es gar mit einer Behinderung gleichgesetzt? Außerdem haben die Eltern die schwere Entscheidung pränatal Genveränderungen durchführen zu lassen oder im Kindheitsalter Entscheidungen über mögliche Optimierungen treffen zu müssen. Wenn sie sich gegen die Operationen entscheiden könnte die Anfeindung, weil man seinem Kind ein besseres Leben verwehrt hat, die Folge sein. Ein aktuelles Beispiel ist ein Fall mit einem Cochlear-Implantat beidem die Eltern nicht wollten, dass ihr stark hörgeschädigtes Kind ein Implantat erhält mit dem es wieder hören konnte. Das Krankenhaus, welches die Empfehlung ausgestellt hat, hat die Eltern auf Kinderwohlgefährdung verklagt. Die Klage wurde jedoch abgelehnt. [Dortmund, ] Daraus lässt sich die nächste Art von Zwang ableiten. Darf der Staat solche Eingriffe vorschreiben? Wenn nein, dürfen private Unternehmen, wie Krankenkassen oder Autoversicherungen ihre Beiträge erhöhen oder der Staat die Steuern erhöhen, wenn man die Eingriffe nicht durchführt und somit höhere Gesamtkosten für die Institutionen bedeutet? Heutzutage gibt es bereits sogenannte Telematik-Autoversicherungen bei denen sich der Beitrag reduziert, wenn sein Fahrverhalten analysieren lässt und als guter Fahrer anerkannt wird. [VHV, 2023] Ein weiterer Aspekt ist der Zwang mitmachen zu müssen um mithalten zu können. Wenn

es zum Standard wird sich mittels TMS am Beginn des Arbeitstages einen Leistungsboost zu geben oder im Sport den Sauerstofftransport mittels Nanobots zu optimieren hat man keine Chance wenn man es nicht tut, ähnlich wie es bei Carbon-Schuhen im Laufsport oder dem Einsatz Steroiden im offenen Bodybuilding heutzutage ist.

## **Unabschätzbare Folgen**

Neue Technologien bringen oft unvorhersehbare Folgen mit sich, wie in der Vergangenheit bei FCKW, welches das Ozonloch verursacht hat [Rowland, 1996], gesehen. Nur dieses mal im eigenen Körper. Vor allem bei Änderungen der DNA kann es fatale und, auch für die Nachkommen, irreversible Folgen haben. Wenn wir das Beispiel von DBS heranziehen hat sich gezeigt, dass die Vorgänge im Gehirn extrem komplex sind und wir weit weg sind sie noch verstehen zu können. Dadurch können wir den Einfluss bei Änderungen kaum einschätzen (z. B. CFC [Canolty and Knight, 2010] oder auch die Auswirkungen von kleinen Zeitdelays [Al-Darabsah et al., 2021]). In Tierversuchen mit Affen zeigte sich, dass eine Frequenzänderung und der Platz der Stimulation des DBS-Implantats den gegenteiligen des gewünschten Effekts hat. [Logothetis et al., 2010].

## **Zweifelhafte Akteure**

Doch nicht nur unabsichtliche Probleme können auftreten, sondern auch mit Absicht ausgelöst. Jede heutige Technologie hat Sicherheitslücken, wie man immer wieder eindrucksvoll an Hackerangriffe auf die best geschützten Systeme der Welt, wie den Rechnern des Pentagons [Suro, 1999], zeigen. Ein Beispiel, welches das Ausmaß des Problems heutzutage schon sehr schockierend klar macht ist der Tojaner NotPetya, bei dem die EternalBlue-Schwachstelle im Windows SMB-Dienst ausgenutzt wurde und es zu einem Schaden von ca. 10 Milliarden Euro gekommen ist. [Greenberg, 2018] Nun muss man sich vorstellen, dass fortgeschrittene BCIs, wie Neuralink von Openai, zum Ziel haben eine direkt Verbindung zum Internet herzustellen [Markou, 2017]. Wenn diese nun gehackt werden, wären die Folgen verheerend und gehen über massive wirtschaftliche Schaden hinausgehen. Man könnte Person möglicherweise fernsteuern oder sogar umbringen. Eine weitere Möglichkeit damit wäre die Personen zu überwachen und die Daten zu missbrauchen und für zweifelhafte Zwecke nutzen. Wie am Beispiel des NSA Skandals schrecken nicht mal Regierungen davor zurück, wie Edward Snowden in seinem Buch Permanent Record aufzeigt [Snowden, 2019]. Die gezielte Werbung, Fake News oder Propaganda als ununterscheidbarer Gedanke direkt ins Gehirn wären nur der Anfang.

## **Vergrößerung der Schere zwischen Arm und Reich**

Anfangs werden wohl viele der Technologien in dem reichen Teil der Bevölkerung zur Verfügung stehen. Dies sieht man schon heutzutage im kleinen Maßstab. Eine alleinerziehende Mutter wird sich nicht lange überlegen, ob sie sich eine Apple Watch oder an verbesserten Zahnprothese, welche die Krankenkasse nicht übernimmt, statt der Miete oder Essen kauft. Nun wird der Vorteil durch die Technik, aber viel weitreichender wie im vorherigen Kapitel aufgezeigt sein. Vor allem werden aber die Produzenten davon profitieren. Natürlich durch die Verkaufspreise, aber vielleicht wird es auch Abo-Systeme geben bei denen man monatlich bezahlen muss, um gewisse Dienste mit seinem BCI nutzen zu können. Diese Abhängigkeit von der Preispolitik zwingt einen dazu immer wieder Geld in die Hand zu nehmen und den Firmen in gewissermaßen ausgeliefert zu sein. Man kann ja nicht einfach das BCI aus seinem Kopf nehmen und durch ein anderes ersetzen. Wenn man nun zusätzlich betrachtet, wer an solchen Technologien massiv forscht wird man um einen Namen nicht herumkommen. Elon Musk der aktuell reichste Mensch der Welt.

## **Stellt der Transhumanismus einen Fortschritt dar?**

Nun zur Grundfrage. Stellt der Transhumanismus unter den aufgezeigten Aspekten einen Fortschritt dar? Zweifelsohne hat der Transhumanismus ein unglaubliches Potential. Wenn man Fortschritt im Sinne des Kapitalismus zu Grunde legt stellt er auf jeden Fall einen großen Schritt nach vorne dar. Nur gibt es meiner Meinung nach wichtigere Punkte als die Gewinnmaximierung. Wenn wir die Anwendungsfelder in der Medizin betrachten ist es ohne wenn und aber ein großer Fortschritt. Auch in anderen Bereichen stellt es eine Verbesserung des Lebens dar, jedoch auch mit vielen kritischen Punkten. Ein generelles Verbot wird schwer umsetzbar bis unmöglich sein, da man jeder grundsätzlich mit seinem Körper machen kann was er will, weshalb man die Technologie verbieten müsste. Dies wäre jedoch auch sehr schwierig, da man sehr weitreichende Verbote bräuchte, welche wohl jede Art von Innovation in diesem Bereich die Türen verschließen würde. Daher halte ich es für sinnvoller den ethischen Aspekt in den Vordergrund zu rücken und allgemeine Ethikrichtlinien zu erarbeiten, bei deren Erarbeitung alle Parteien beteiligt sind. Wie Gerd Leonhard in seinem Buch "Technolgy vs Humanity" schreibt, ist eine Balance zwischen Vorsicht und Vorgriff notwendig und es ist wichtig das sich ein großer Teil der Menschen der Gefahren bewusst wird und Übereinkünfte, wie beim Atomwaffensperrvertrag, geschlossen werden. [Leonhard, 2016] Außerdem halte ich es für extrem wichtig, diesen Prozess zeitnah zu beginnen und nicht erst wenn die Technologien marktreif sind. Wie sich beim Artificial Intelligence Act der EU momentan zeigt, ist die Technik in der Entwicklung schneller als die Rechtsprechung bzw. Erarbeitung solcher Kodizes. Er soll nämlich erst 2026 in Kraft treten, obwohl AI seit langem bereits das Leben vieler Menschen massiv mitbestimmt. Womit sich außerdem auseinander gesetzt

werden sollte ist das Individuum in die Position zu bringen eine eigenständige Entscheidung treffen zu können und nicht aus den genannten Zwängen einfach hinzugeben. Hierzu muss mehr Wert auf die Abwägung der Selbstkultivierung gegen Selbstoptimierung in der Gesellschaft gelegt werden. Fehler sind grundsätzlich nichts schlechtes und müssen nicht durch TMS ausgeradiert werden. Sie machen viel mehr den Menschen als Individuum aus. Man sieht an der heutigen Instagram-Kultur bereits, was dies für Auswirkungen auf das Selbstbild von jungen Erwachsenen haben kann. Daher ist die transhumanistische Strömung unter den genannten Einschränkungen als echten Fortschritt zu sehen. Der Posthumanismus, wie ihn Ray Kurzweil aufzeigt, jedoch nicht. Er ist meiner Meinung nach abzulehnen. Ich könnte es nicht besser als Leonhard sagen, wir sollten keine halbmaschinelle Cyborgs werden, die ihre Existenz in einer digitalen Diktatur fristen. Und natürlich wollen wir trotzdem nicht pauschal jede Art von technologischem Fortschritt reflexartig ablehnen.



## **Reflexion zur Arbeit mit wissenschaftlicher Fachliteratur**

Ich habe die Recherche größtenteils die Suchmaschine Google Scholar und den Karlsruher Virtuellen Katalog um Fachliteratur zu finden. Generell finde ich die medizinischer Anwendung von Technologie sehr interessant und beschäftigte mich deshalb recht viel damit. Deshalb habe ich einige der verwendeten Paper bereits gekannt und bin davon aus dann weiter gegangen. Bücher, wie the singularity is near, permanent record oder auch superintelligence von Nick Bostrom habe ich bereits vor einigen Jahren gelesen, weshalb ich eine gewisse Inspirationsquelle hatte. Des weiteren habe ich in der Diskussion des phil. Cafés für einige Ideen mitgeschrieben und einfließen lassen. Als technische Hilfsmittel habe ich Streetsidesoftware Spell Checker zur Rechtschreibkontrolle für VSCode verwendet, womit ich meine LaTeX-Dokumente anfertige. Des weiteren habe ich teilweise ChatGPT verwendet um Zitiervorlagen aus z. B. den APA-Format in das Bibtex-Format umzuwandeln. Manchmal habe ich noch ChatGPT benutzt um eine Grundidee zu haben um damit recherchieren zu können.

## Literatur

- [VHV, 2023] (2023). Pkw telematik - vhv versicherungen. Zugriff auf die Daten: 20.11.2023.
- [Al-Darabsah et al., 2021] Al-Darabsah, I., Chen, L., Nicola, W., and Campbell, S. A. (2021). The impact of small time delays on the onset of oscillations and synchrony in brain networks. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 15:688517.
- [Aldehri et al., 2018] Aldehri, M., Temel, Y., Alnaami, I., Jahanshahi, A., and Hescham, S. (2018). Deep brain stimulation for alzheimer's disease: an update. *Surgical Neurology International*, 9.
- [Anomaly et al., 2020] Anomaly, J., Gyngell, C., and Savulescu, J. (2020). Great minds think different: Preserving cognitive diversity in an age of gene editing. *Bioethics*, 34(1):81-89.
- [Canolty and Knight, 2010] Canolty, R. T. and Knight, R. T. (2010). The functional role of cross-frequency coupling. *Trends in cognitive sciences*, 14(11):506-515.
- [Clynes and Kline, 1960] Clynes, M. E. and Kline, N. S. (1960). Cyborgs and space. *Astronautics*, 14(9):26-27.
- [Dortmund, ] Dortmund, S. Urteil vom 21.09.2018 - s 50 sb 3308/16.
- [Fiani et al., 2021] Fiani, B., Reardon, T., Ayres, B., Cline, D., Sitto, S. R., Reardon, T. K., Ayres, B. R., and Cline, D. D. (2021). An examination of prospective uses and future directions of neuralink: the brain-machine interface. *Cureus*, 13(3).
- [Greenberg, 2018] Greenberg, A. (2018). The untold story of notpetya, the most devastating cyberattack in history. *Wired*, August, 22.
- [Hallett, 2007] Hallett, M. (2007). Transcranial magnetic stimulation: a primer. *Neuron*, 55(2):187-199.
- [Krauss et al., 2004] Krauss, J. K., Yianni, J., Loher, T. J., and Aziz, T. Z. (2004). Deep brain stimulation for dystonia. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 21(1):18-30.
- [Kunst, 2018] Kunst, A. (2018). Gründe für sporttreiben. Zugriff auf die Daten: 20.11.2023.
- [Kurzweil, 2005] Kurzweil, R. (2005). The singularity is near. In *Ethics and emerging technologies*, pages 393-406. Springer.
- [Leonhard, 2016] Leonhard, G. (2016). *Technology Vs. Humanity: The Coming Clash Between Man and Machine*. Fast Future Publishing.

- [Logothetis et al., 2010] Logothetis, N. K., Augath, M., Murayama, Y., Rauch, A., Sultan, F., Goense, J., Oeltermann, A., and Merkle, H. (2010). The effects of electrical microstimulation on cortical signal propagation. *Nature neuroscience*, 13(10):1283–1291.
- [Luber and Lisanby, 2014] Luber, B. and Lisanby, S. H. (2014). Enhancement of human cognitive performance using transcranial magnetic stimulation (tms). *Neuroimage*, 85:961–970.
- [Mane et al., 2020] Mane, R., Chouhan, T., and Guan, C. (2020). Bci for stroke rehabilitation: motor and beyond. *Journal of neural engineering*, 17(4):041001.
- [Markou, 2017] Markou, C. (2017). Neuralink wants to wire your brain to the internet: What could possibly go wrong?
- [Merzlyakov, 2022] Merzlyakov, S. S. (2022). Posthumanism vs. transhumanism: From the “end of exceptionalism” to “technological humanism”. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 92(6):S475–S482.
- [Muller-Putz and Pfurtscheller, 2007] Muller-Putz, G. R. and Pfurtscheller, G. (2007). Control of an electrical prosthesis with an ssvep-based bci. *IEEE Transactions on biomedical engineering*, 55(1):361–364.
- [Perlmutter and Mink, 2006] Perlmutter, J. S. and Mink, J. W. (2006). Deep brain stimulation. *Annu. Rev. Neurosci.*, 29:229–257.
- [Redman et al., 2016] Redman, M., King, A., Watson, C., and King, D. (2016). What is crispr/cas9? *Archives of Disease in Childhood-Education and Practice*, 101(4):213–215.
- [Rowland, 1996] Rowland, F. S. (1996). Stratospheric ozone depletion by chlorofluorocarbons (nobel lecture). *Angewandte Chemie International Edition in English*, 35(16):1786–1798.
- [Snowden, 2019] Snowden, E. (2019). *Permanent Record: A Memoir of a Reluctant Whistleblower*. Pan Macmillan.
- [Suro, 1999] Suro, R. (1999). The hackers who won’t quit. *Washington Post*, 1:1–12.
- [Ulam, 1958] Ulam, S. (1958). Tribute to john von neumann. *Bulletin of the American mathematical society*, 64(3):1–49.
- [Vinge, 1993] Vinge, V. (1993). Technological singularity. In *VISION-21 Symposium sponsored by NASA Lewis Research Center and the Ohio Aerospace Institute*, pages 30–31.
- [Warwick, 2000] Warwick, K. (2000). Cyborg 1.0. *Wired*, 8(2).
- [Wolbring, 2008] Wolbring, G. (2008). Why nbic? why human performance enhancement? *Innovation: The European journal of social science research*, 21(1):25–40.

- [Wolbring, 2009] Wolbring, G. (2009). What next for the human species? human performance enhancement, ableism and pluralism. *Development Dialogue*, 54(Aug):141–163.
- [Yang et al., 2023] Yang, J.-H., Petty, C. A., Dixon-McDougall, T., Lopez, M. V., Tyshkovskiy, A., Maybury-Lewis, S., Tian, X., Ibrahim, N., Chen, Z., Griffin, P. T., et al. (2023). Chemically induced reprogramming to reverse cellular aging. *Aging (Albany NY)*, 15(13):5966.
- [Zhao et al., 2022] Zhao, Y., Song, S., Ren, X., Zhang, J., Lin, Q., and Zhao, Y. (2022). Supramolecular adhesive hydrogels for tissue engineering applications. *Chemical Reviews*, 122(6):5604–5640.