

Länger leben

Zusammenfassung

Bislang sind Alterung und Tod unvermeidlich. Das soll sich bald ändern, so jedenfalls das Versprechen einer milliardenschweren Anti-Aging-Industrie. Biologische Alterungsprozesse sollen mit Hilfe von Diäten und neuen Medikamenten verlangsamt, gestoppt oder sogar umgekehrt werden. Sollten hier wissenschaftliche Durchbrüche gelingen, wäre ein sprunghafter Anstieg der Lebenserwartung möglich, es könnte sogar die maximale Lebensspanne ausgedehnt werden. Eine solche Entwicklung hätte disruptives Potential, denn sie würde zu tiefgreifenden gesellschaftlichen Veränderungen führen.

Überblick zum Thema

Der Traum von der Unsterblichkeit begleitet uns, seit Menschen über ihren Tod reflektieren. Weltweit versuchen Forschende seit langem, die Grundmechanismen des biologischen Alterns zu klären – denn nur so könnte eine Therapie für die „Krankheit Altern“ gefunden werden. Früher versprach die Anti-Aging-Industrie eine Verlangsamung des natürlichen Alterungsprozesses. Heute versprechen zahlreiche Forschungsunternehmen auf der Suche nach Risikokapital, ein Anhalten oder sogar das Umkehren des Alterns und wollen den Tod bis 2050 abschaffen (De Magalhães 2017). Neben den Visionen zur biologischen Unsterblichkeit, gibt es auch Forschung im Bereich der digitalen Unsterblichkeit. Einerseits gibt es hier erste Ansätze mittels eines KI-Chatbots, der mit Daten von Verstorbenen gefüttert wird, Gespräche mit diesen zu ermöglichen¹. Andererseits gibt es seit den 1970ern die Vision menschliches Bewusstsein und Persönlichkeit auf einen Computer zu übertragen (Häggström 2021).

*Altes Versprechen
Unsterblichkeit*

Die Weltbevölkerung hat sich seit 1950 verdreifacht, die durchschnittliche Lebenserwartung – ein Maßstab für die Gesundheit der Bevölkerung – ist in diesen sieben Jahrzehnten von 47 auf 73 Jahre angestiegen. Eine parallele Verlängerung der krankheitsfreien Lebenszeit (*health span*) ist jedoch nicht erfolgt, was vor allem durch Pandemien und chronische Krankheiten bedingt wird, von denen die stark gewachsene, ältere Bevölkerung erheblich betroffen ist (Garmany et al. 2021). Vor dem Hintergrund der heute weitverbreiteten altersbedingten Krankheiten, wird auch daran geforscht, wie Menschen nicht nur länger, sondern auch mit einer hohen Lebensqualität und mentaler und physischer Gesundheit altern können.

*Mehr bessere Jahre –
die Lücke zwischen
Lebensspanne und
krankheitsfreier Zeit*

Weltweit gibt es einige Regionen, in denen Menschen überdurchschnittlich alt werden; zu diesen sogenannten ‚blue zones‘ gehören Okinawa (Japan),

*Blaue Zonen der
Langlebigkeit*

¹ deutschlandfunk.de/seele-3-0-digitale-unsterblichkeit.2540.de.html?dram:article_id=504211.

	Sardinien (Italien), Nicoya (Costa Rica), Ikaria (Griechenland). Diese relativ abgeschiedenen Insel- und Bergregionen haben anscheinend ideale Bedingungen, um Langlebigkeit zu fördern. Als Hauptfaktoren gelten hier die Beibehaltung eines traditionellen Lebensstils mit intensiver körperlicher Aktivität bis ins hohe Alter von weit über 80 Jahren, ein geringeres Stressniveau, eine intensive familiäre und gemeinschaftliche Unterstützung für Ältere sowie der Verzehr von lokal erzeugten Lebensmitteln (Poulain et al. 2013).
<i>Wie und warum altern wir?</i>	Altern ist ein hochkomplexer und vielschichtiger Prozess, der von vielen Faktoren abhängig ist. Die Wissenschaft ist sich hier keineswegs einig. Während einige Alternsmechanismen gut geklärt sind, liegen andere noch im Dunklen. Als gesichert gilt jedoch, dass die individuelle Geschwindigkeit des Alterns und die maximale Lebenserwartung sowohl von der Genetik als auch von Umweltfaktoren und Lebensstil abhängig sind.
<i>Unsterblichkeit im Tierreich</i>	Die Zellen aller Eukaryonten, also Lebewesen, deren Zellen einen echten Zellkern haben, sind sehr ähnlich. Und doch altern diese Lebewesen höchst unterschiedlich. Während der Grönlandhai bis zu 400 Jahre alt wird, gibt es Schwämme die bis zu 10.000 Jahre leben. Einige Quallen können ihren Lebenszyklus schließen, indem sie sich wieder in festsitzende Polypen wandeln, die wieder neue Quallen hervorbringen. Sie gelten daher, wie einige wenige andere Organismen, als biologisch unsterblich.
<i>Evolutionäre Alternstheorien</i>	Grob lassen sich in der naturwissenschaftlichen Alternsforschung zwei Stränge unterscheiden: evolutionäre Alternstheorien und Schadenstheorien. Für die Frage nach dem Warum suchen viele verschiedene evolutionäre Alternstheorien den Grund von Altern und Tod in evolutionären Vorteilen für die jeweilige Spezies (Flatt & Partridge 2018).
<i>Schadenstheorien: Akkumulation von Fehlern im Erbgut</i>	Die Schadenstheorien untersuchen das Wie und erklären den Alternsprozess als die Akkumulation von Schäden im Erbgut der Zellen im Verlauf des Lebens. Als Erklärungsmodelle gelten hier z. B. freie Radikale, hochreaktive organische und anorganische Verbindungen, die frei an die DNA binden und sie dadurch schädigen, was durch Antioxydanzien verhindert werden kann. Auch Abschreibfehler während der laufend anfallenden Reparatur des Erbguts oder bei deren Verdopplung während jeder Zellteilung gelten als primäre Treiber des Alterns.
<i>Telomere: Schutzkappen der Chromosomen</i>	Eine andere Schadenstheorie fokussiert auf Telomere: Alle menschlichen Zellen, außer Stammzellen, unterliegen Alterungsprozessen, die die maximal mögliche Anzahl der Zellteilungen begrenzen. Jede Zelle enthält Chromosomen, die einen Großteil unseres Erbguts speichern. Damit die Zelle ordnungsgemäß funktionieren kann, müssen die Chromosomen vor Abbau geschützt werden. Diesen Schutz übernehmen die Enden der Chromosomen, sogenannte Telomere, ähnlich den Plastikkappen, die ein Ausfransen bei Schnürsenkeln verhindern. Diese Schutzkappen werden bei jeder Zellteilung kürzer, deshalb lässt sich das Alter einer Zelle auch molekularbiologisch über die Telomerlänge bestimmen. Sind die Telomere gänzlich abgebaut, teilt sich die Zelle nicht mehr, sie ist seneszent. Im Lebensverlauf reichern sich immer mehr seneszente Zellen im Körper an, was Gewebeverlust und Organversagen begünstigt.

Grundsätzlich lassen sich zwei unterschiedliche Ansätze von Anti-Aging-Interventionen unterscheiden: pharmakologische und ernährungsbasierte (Ros/Carrascosa 2020).

Welche Anti-Aging-Ansätze gibt es?

Einschränkungen bei der Ernährung sind der Goldstandard zur Verzögerung des Alterns und der Verlängerung der Gesundheits- und Lebensspanne, was bei verschiedenen Tierarten und auf molekularer Ebene gut untersucht ist (Green et al. 2022). Einige Diätansätze, die zur allgemeinen Steigerung der Gesundheit wie zur Prävention von Adipositas und assoziierten Erkrankungen eingesetzt werden, werden auch auf ihre Eigenschaften zur Verlangsamung des Alterns untersucht. Dazu gehören verminderte Kalorienaufnahme, Intervallfasten, tageszeitabhängige Nahrungsaufnahme oder auch andere Diäten die das Fasten imitieren. Weiterhin werden Diäten mit begrenzten Mengen bestimmter Nährstoffe und Diäten mit sekundären Pflanzenstoffen und essenziellen Fettsäuren auf ihre Anti-Aging-Wirkung hin untersucht (Ros/Carrascosa 2020).

Ernährung: Diäten, sekundäre Pflanzenstoffe, essenzielle Fettsäuren

Zusätzlich werden einige Diätmedikamente auf ihre Wirkung in der Altersforschung untersucht. So gibt es einige, die die positiven Effekte der Kalorienrestriktion imitieren könnten, ohne dass eine Lebensstiländerung notwendig wäre. Hierzu zählen u. a. Resveratrol, Polyphenole, Metformin oder Rapamycin.

Diätmedikamente

Andere pharmakologische Ansätze versuchen die primären Ursachen des Alterns zu vermeiden, und konzentrieren sich damit vor allem auf die Verhinderung des altersbedingten Verschleißes der Telomere oder auf die selektive Beseitigung seneszenten Zellen. Hier werden pharmakologische Eingriffe untersucht, aber es sind auch genetische Eingriffe denkbar.

Chromosomenschutz, selektive Beseitigung alter Zellen

Auch das menschliche Mikrobiom, die Gemeinschaft der Darmbakterien, ist zum Ziel von Anti-Aging-Forschung geworden. Altersbedingten Veränderungen im Mikrobiom scheinen ebenfalls eine Schlüsselrolle im Alterungsprozess zu spielen und altersbedingte Krankheiten zu begünstigen (Ros/Carrascosa 2020).

So viele Ansätze es auch gibt, die radikale Erweiterung der menschlichen Lebenserwartung und seiner maximalen Lebensspanne sind in nächster Zeit eher unrealistisch. Im Moment ist die Debatte wohl getrieben von Übertreibungen, Falschinformationen und erhofften Vorteilen, die mit der primären Sache nichts zu tun haben (Olshansky/Carnes 2019).

Die theoretisch mögliche maximale Lebensspanne beträgt beim Menschen nach heutigem Wissenstand etwa 130 Jahre (Pearce and Raftery 2021). Nur sehr wenige Individuen werden jedoch älter als 110 Jahre. Während die Sterbewahrscheinlichkeit ab einem gewissen Alter stetig zunimmt, legt neueste Forschung nahe, dass sie ab 110 Jahren nicht mehr zunimmt, sie liegt in jedem folgenden Jahr konstant bei 50% (Belzile et al. 2021). In Österreich beträgt die durchschnittliche Lebenserwartung von neugeborenen Männern rund 78 Jahre, bei den Frauen rund 83 Jahre.²

Maximale Lebensspanne 130 Jahre

² statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/sterbetafel/index.html.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Zwischen der heutigen mittleren Lebenserwartung und der biologisch maximal möglichen liegen also etwa 50 Jahre. Welche gesellschaftlichen Auswirkungen sind zu erwarten, wenn wir diese Lücke durch Lebensstilanpassungen und technologische Hilfsmittel verkleinern oder sogar schließen könnten? Was geschähe, wenn wir vielleicht sogar die maximale Lebensspanne technisch ausdehnen?

*Sprengkraft
Verteilungsgerechtigkeit*

Sollte in naher Zukunft ein wissenschaftlicher Durchbruch zum Beispiel bei lebensverlängernden Medikamenten gelingen, gibt es zumindest zwei denkbare Szenarien, die zu großen gesellschaftliche Verwerfungen führen würden, also disruptiven Charakter hätten. Entweder wären solche Verjüngungskuren breit verfügbar oder nur einer kleinen reichen Elite zugänglich.

*Anti-Aging Technologien
für alle ...*

Bei breiter Verfügbarkeit müssten wir das gesamte Arbeits-, Pensions- und Gesundheitssystem grundlegend überdenken, weil die Anzahl der Hochaltrigen binnen weniger Jahre schnell ansteigen würde, etwa wenn Sterbezahlen in dieser Kohorte stark abnehmen. Fraglich wäre, ob die längere Lebenserwartung auch mit mehr gesunden Jahren einhergeht, oder ob wie heute vermehrt degenerative Erkrankungen auftreten. Durch eine solche sprunghafte Überalterung wären unsere Gesellschaften in viel höherem Maße anfällig für Krisen und Katastrophen, die in Folge des Klimawandels zunehmen, wie Pandemien oder Hitzewellen. Globale Bevölkerungsprognosen rechnen derzeit mit einem Höchststand der Weltbevölkerung von etwa 10 Milliarden Menschen um das Jahr 2050 und sinkenden Zahlen danach.³ Diese Prognosen wären bei einer weitverbreiteten sprunghaften Steigerung der Lebenserwartungen wahrscheinlich obsolet und der Druck auf die ohnehin schon übernutzten natürlichen Ressourcen würde weiter steigen.

*... oder für wenige
Reiche?*

Oder zweitens – und das ist wahrscheinlicher – würden solche Jungbrunnenmedikamente zu sehr hohen Preisen am freien Markt gehandelt, so wie es heute schon beispielweise bei einigen Krebsmedikamenten der Fall ist. Dadurch würde sich die bereits zunehmende gesellschaftliche Ungleichheit verstärken. Die Gegensätze zwischen einer kleinen reichen Elite, die dann noch mehr Zeit zur Verfügung hätte, um Reichtum und Macht weiter zu akkumulieren, und ärmeren Menschen, die heute schon eine geringere Lebenserwartung haben, würden sich massiv verstärken. Auch in der Mittelschicht könnten Verteilungskämpfe entbrennen, denn was wären Menschen bereit zu opfern, um länger leben zu können? Was wäre, wenn die Art der Krankenversicherung über 30-40 zusätzliche Lebensjahre entscheiden würde?

³ population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Die Auswirkungen einer potentiellen Ausdehnung der Lebenserwartung und der maximalen Lebensspanne sollten umfassend untersucht werden, da mit weitreichenden systemischen Folgen zu rechnen wäre. Abgesehen von den zukünftigen Folgen wären auch heutige forschungspolitische Entscheidungen zu untersuchen, etwa inwiefern Forschung zur Erweiterung der maximalen Lebensspanne in Konkurrenz zu sozial relevanterer Forschung zur Verlängerung der gesunden Lebenszeit stehen. Diesbezüglich könnte eine zu klärende Frage sein, inwiefern sich die beiden Forschungsstränge in einem interdisziplinären Forschungsprogramm sinnvoll ergänzen könnten.

Zitierte Literatur

- Belzile, L. R., Davison, A. C., Rootzén, H. und Zholud, D., 2021, Human mortality at extreme age, *Royal Society Open Science* 8(9).
- De Magalhães, J. P., Stevens, M., & Thornton, D., 2017, The business of anti-aging science. *Trends in biotechnology*, 35(11), 1062-1073.
- Flatt, T., Partridge, L., 2018, Horizons in the evolution of aging, *BMC Biology* 16, 93, doi.org/10.1186/s12915-018-0562-z.
- Garmany, A., Yamada, S. und Terzic, A., 2021, Longevity leap: mind the healthspan gap, *npj Regenerative Medicine* 6(1), 57 doi.org/10.1038/s41536-021-00169-5.
- Green, C. L., Lamming, D. W. und Fontana, L., 2022, Molecular mechanisms of dietary restriction promoting health and longevity, *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 23(1), 56-73, doi.org/10.1038/s41580-021-00411-4.
- Häggström, O., 2021, Aspects of mind uploading, In *Transhumanism: The Proper Guide to a Posthuman Condition or a Dangerous Idea?* 3-20, Springer, Cham, link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-56546-6_1.
- Pearce, M., & Raftery, A. E., 2021, Probabilistic forecasting of maximum human lifespan by 2100 using Bayesian population projections. *Demographic Research*, 44, 1271–1294, [jstor.org/stable/27032954](https://www.jstor.org/stable/27032954)
- Olshansky, S. J. und Carnes, B. A., 2019, Inconvenient Truths About Human Longevity, *The Journals of Gerontology: Series A* 74(Supplement_1), S7-S12, doi.org/10.1093/gerona/glz098.
- Poulain, M., Herm, A. und Pes, G., 2013, The Blue Zones: areas of exceptional longevity around the world, *Vienna Yearbook of Population Research* 11, 87-108, [jstor.org/stable/43050798](https://www.jstor.org/stable/43050798).
- Ros, M. und Carrascosa, J. M., 2020, Current nutritional and pharmacological anti-aging interventions, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular Basis of Disease* 1866(3), 165612, [sciencedirect.com/science/article/pii/S0925443919303357](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925443919303357).