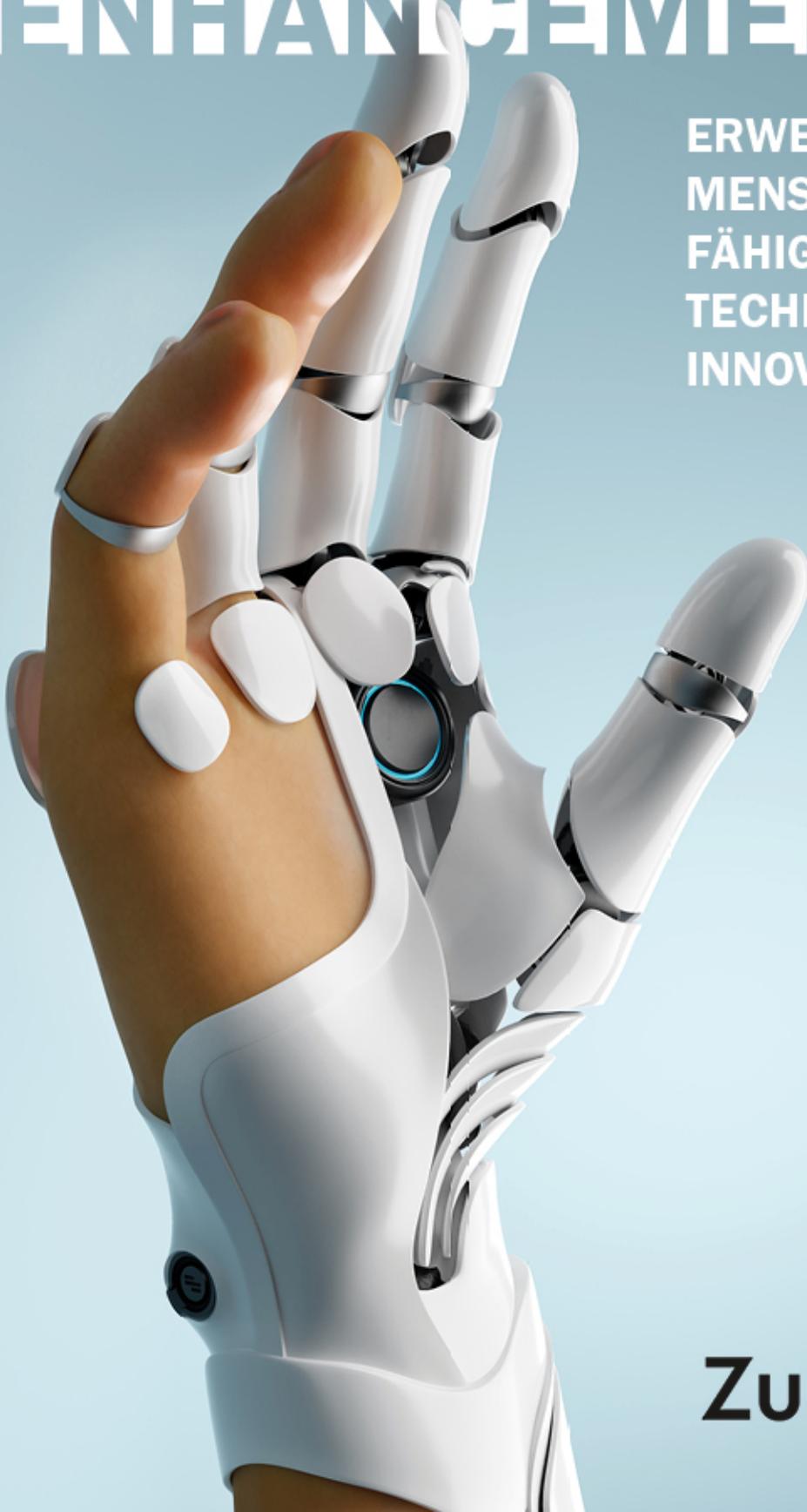




HUMAN ENHANCEMENT

ERWEITERUNG
MENSCHLICHER
FÄHIGKEITEN DURCH
TECHNOLOGIE UND
INNOVATION



Zukunft



Inhalt

Einleitung	2
Verbesserung des Körpers – Vieles ist möglich	3
Beispiele – heute, morgen, übermorgen	4
Aktuell & nahe Zukunft	4
Mittlere Zukunft	6
Ferne Zukunft	8
Rechtliche, ethische und gesellschaftliche Betrachtungen	10
Aspekte für Oberösterreich	11
Quellen	15
Impressum	16

Einleitung

Medizinische und technologische Fortschritte ermöglichen heute die Erweiterung menschlicher Fähigkeiten und die Steigerung menschlicher Leistungsfähigkeit. Prothesen, Implantate, pharmazeutische Wirkstoffe oder genetische Eingriffe – kranke und gesunde Menschen können ihren Körper unterstützen und ihre individuellen Eigenschaften optimieren – physisch, kognitiv, emotional und auch sozial. Der Fortschritt ist immens und wird noch viel Neues bringen.

Der Trend zu Körperoptimierung und Körpererweiterung fungiert als Tor ins sogenannte posthumane Zeitalter. Noch ist unklar und steht zur Diskussion, was unter dem Posthumanen zu verstehen ist und was genau – welche neuen Wesen, Technologien und Gesellschaften – nach dem Menschlichen kommen soll.

Dieser Trendreport mit seiner Next Practice Sammlung soll eine Einführung in den Trend „Human Enhancement“ sein und Anregungen für eine differenzierte Auseinandersetzung mit dem Thema liefern: medizinische und technologische Möglichkeiten im Jetzt und in der Zukunft, Nutzen für Einzelne, gesellschaftliche Aspekte, ethische Überlegungen, gewünschte und nicht gewünschte Zukünfte...

*Human Enhancement - Disziplinen und
Beispiele nach Entwicklungsstand*

Bestehende Technologien

Neue bzw. sich entwickelnde Technologien

Geplante und spekulative Technologien

Verbesserung des Körpers – Vieles ist möglich

Per Definition bezeichnet Human Enhancement die Erweiterung des menschlichen Körpers durch medizinische, pharmazeutische oder technologische Interventionen. Ziel ist die Verbesserung bzw. Optimierung des Menschen – seine Möglichkeiten werden ausgebaut, seine Leistungsfähigkeit wird gesteigert.

Im Grunde zählt schon die Linse, die Archimedes in der Antike als Sehhilfe genutzt hat, als technisches Hilfsmittel im Sinne von Human Enhancement. Die Brille, wie wir sie heute kennen und nutzen, gibt es seit dem 13. Jahrhundert. Bis in die heutige Zeit wurde eine Vielzahl von Möglichkeiten geschaffen, den menschlichen Körper zu unterstützen und zu verbessern. So sind

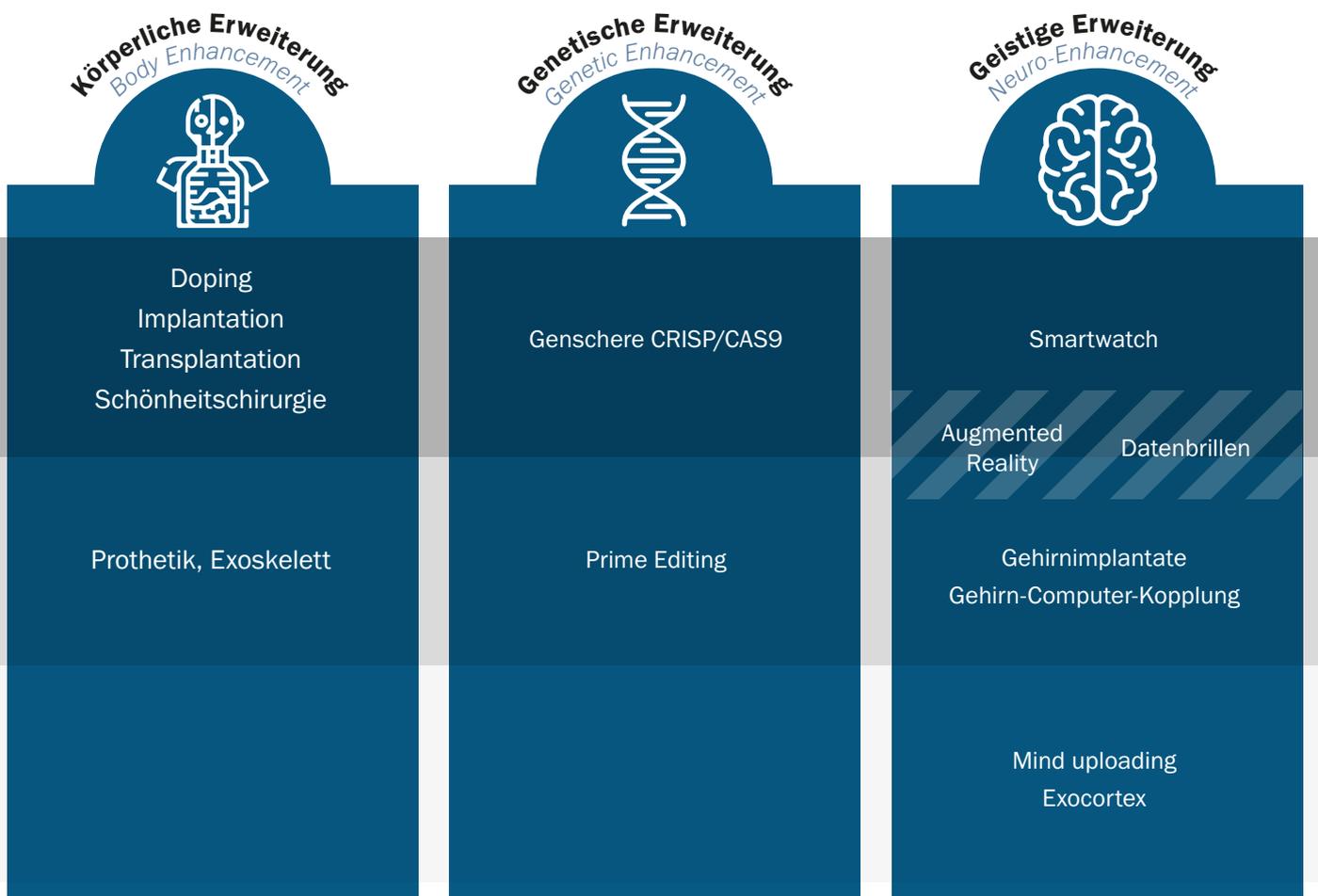
heute Zahnimplantate, Hörgeräte, Herzschrittmacher und Gefäßprothesen, implantierte Arzneimitteldepots (z.B. Insulinpumpen), künstliche Gelenke, Schrauben, Nägel u.a. Objekte bei der operativen Behandlung von Knochenbrüchen ebenso üblich wie der Einsatz von Medikamenten zur Steigerung der Konzentrationsfähigkeit, Po- und Brustimplantate oder das Muskelrelaxans Botox in der kosmetischen Medizin.

Human Enhancement findet bei kranken ebenso wie bei gesunden Menschen Anwendung. So gibt es restaurative, therapeutische und nicht therapeutische Erweiterungen. Je nach eingesetztem Tool und Ziel der Intervention kann man unterscheiden:

➤ **Body-Enhancement** beschäftigt sich mit der körperlichen Erweiterung des Menschen und umfasst den Einsatz von Prothetik, Exoskeletten, Implantaten u.dgl.

➤ **Genetisches Enhancement** reicht über die Erweiterung des Körpers hinaus. Eingriffe in die genetischen Anlagen des Menschen können bereits am Beginn menschlichen Lebens gesetzt werden.

➤ **Neuro-Enhancement** zielt auf die Erweiterung geistiger Fähigkeiten ab und basiert vor allem auf dem Einsatz chemischer Substanzen. Dazu zählt z.B. der Einsatz von Substanzen zur Förderung der Konzentrationsfähigkeit.





Nicht immer ist eine strikte Abgrenzung der Erweiterung möglich. So kann z.B. ein Chip-Implantat oder eine Virtual Reality Brille auch der geistigen Erweiterung dienen oder der Einsatz von pharmazeutischen Mitteln im Sport der körperlichen Leistungssteigerung. Mit heutigem Stand der Technik befindet sich die Menschheit eigentlich schon im Stadium des Transhumanismus, dessen Weltanschauung auf der Erweiterung des Menschen und seiner physischen und intellektuellen Möglichkeiten durch technologische Verfahren fußt. Eine ernsthafte gesamtgesellschaftliche Auseinandersetzung mit den immer weitergehenden Möglichkeiten der menschlichen Erweiterung ist dabei unerlässlich, vor allem unter der Annahme, dass sich die Menschheit auf den Weg in ein Zeitalter des Posthumanismus gemacht hat, also jene Zeit, in der die Überwindung des Menschlichen Realität sein wird.

Auf den nächsten Seiten machen wir eine kleine Zeitreise von der Gegenwart bis in die fernere Zukunft und zeigen anhand ausgewählter Beispiele das enorme Anwendungsfeld von Human Enhancement.

Posthumanismus ist ein Überbegriff für Denkrichtungen, die sich mit der Überwindung des Menschlichen beschäftigen. Je nach Ansatz setzt sich Posthumanismus in unterschiedlicher Weise, z.B. philosophisch, aus technologischer oder auch aus ethisch-moralischer Sicht, mit dem Thema auseinander.

Transhumanismus ist eine Weltanschauung bzw. philosophische Denkrichtung, die den Menschen in seinen Möglichkeiten – physisch und intellektuell – durch Einsatz von technologischen Verfahren erweitern will. Beginnend bei Hörgeräten oder Exoskeletten reicht diese Optimierung bis zu den Cyborgs, also Menschen, deren Körper dauerhaft mittels technologischer Bauteile erweitert sind.

Beispiele – heute, morgen, übermorgen

Es gibt unglaublich viele Ansätze, den menschlichen Körper im Sinne von Human Enhancement zu erweitern. Die folgenden Beispiele – auch mit Streiflichtern aus Oberösterreich und Österreich – sollen einen

Eindruck vermitteln, wo die Wissenschaft zurzeit steht, welche Forschungsansätze und Ideen es gibt und was zukünftig denkbar sein könnte.

Aktuell & nahe Zukunft

bestehendes bzw. noch prototypisches Human Enhancement

Roboterfinger per Gedanken steuern

g.tec, Schiedlberg, OÖ

Die Schiedlberger High-Tech-Firma g.tec produziert fortschrittliche EEG-Hauben, die weltweit zur Messung und Analyse von Gehirnströmen mit höchstmöglicher Auflösung eingesetzt werden. Ein Schlüsselfaktor ist die Echtzeit-Datenanalyse, die viele neue Anwendungen und Experimente in den Neurowissenschaften ermöglicht.

 **EEG** steht für *Elektroenzephalografie*. Mit dieser Untersuchungsmethode wird in der neurologischen Forschung und der Medizindiagnostik die elektrische Aktivität des Gehirns gemessen und grafisch dargestellt. Dabei werden mittels Elektroden an der Kopfoberfläche elektrische Ströme gemessen und auf einem Monitor oder Ausdruck visualisiert.

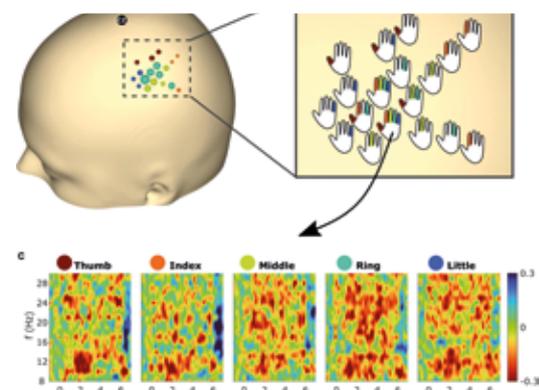


Bild: Dekodierung einzelner Fingerbewegungen mittels Ultra HD-EEG | g.tec medical engineering GmbH, Österreich

Fühlende Beinprothese

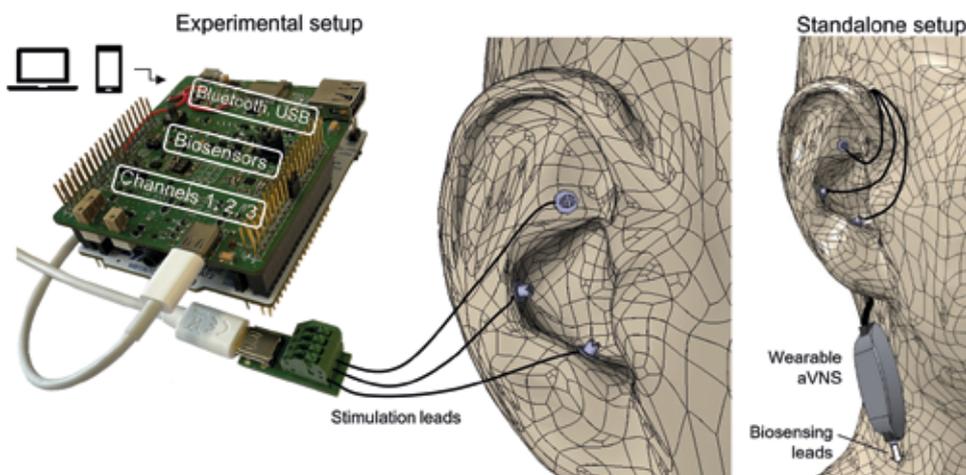
FH Oberösterreich - Department für Medizintechnik,
Universitätsklinik Innsbruck

Für eine künftige Optimierung der Prothetik ist nicht nur die Steuerung von Prothesen durch Willenskraft, sondern auch die Rückmeldung von Sensoren an das Gehirn ein wesentlicher Entwicklungsschritt, der zu künftigen „führenden“ Arm- bzw. Beinprothesen führt.

In der konkreten Entwicklung der FH Oberösterreich fühlt eine Fußprothese tragende Person die Beschaffenheit des Bodens und mögliche Hindernisse. Dies funktioniert mittels neuronaler Verbindung der Prothese mit

ausgewählten sensorischen Fußnerven. Damit wird nicht nur die Sturzgefahr beim Gehen reduziert, der wiederhergestellte Informationsträger trägt auch zur natürlicheren Integration der Prothese in das Körperbild bei und hat zum gänzlichen Verschwinden der Schmerzen des ersten oberösterreichischen Patienten geführt.

Bild: Prothese mit den weltweit ersten intelligenten Sensoren, FH Oberösterreich | Hubert Egger



Die „elektrische Pille“

TU Wien

Der Vagusnerv ist eine regulierende Schaltstelle zwischen dem Gehirn und den Organen. Er hat einen dämpfenden und ausgleichenden Einfluss auf verschiedene Körperfunktionen und beeinflusst auch unser Befinden.

Die elektrische Vagusnerv-Stimulation der Ohrmuschel (med.: Auricula auris) wird eingesetzt, um chronische Erkrankungen wie Schmerzen oder Durchblutungsstörungen zu behandeln, die ein gesamtes Organsystem betreffen.

Bei dieser minimalinvasiven Therapie werden ausschließlich die sensorischen Nervenenden in der Ohrmuschel stimuliert, wodurch auch antientzündliche Prozesse angestoßen werden.

Dass diese neue Methode funktioniert und einen therapeutischen Mehrwert hat, konnte am aktuellen Beispiel schwer erkrankter COVID-19-PatientInnen in einer wissenschaftlichen Studie¹ belegt werden. Die Elektrostimulation des aurikulären Vagusnervs konnte die Entzündungsreaktion bei Covid-19-PatientInnen nicht nur aufhalten, sie konnte dieser sogar entgegenwirken.

Bild: Elektronische Stimulation des Vagusnervs | Technische Universität Wien

1 Seitz, Tamara, et al., 2022



Farben hören

Neil Harbisson

Für Neil Harbisson, einen bekannten farbenblinden „Cyborg“-Künstler, ist Farbe buchstäblich Musik in seinen Ohren – dank einer Antenne, die er zur Überwindung von Farbenblindheit

erfunden hat. Während seines Studiums an einer Musikhochschule entwickelte er den schlanken Metallstab, der sich über seinen Kopf wölbt und je nach den von ihm erkannten Farben vibriert. Die Vibrationen nimmt Harbisson im Gegensatz zum üblichen Hören über die Luft (Luftleitung) mittels Direktübertragung in den Schädelknochen (Knochenleitung an das Innenohr) wahr.

Ein neues Projekt Harbissons umfasst die Konstruktion eines Gerätes, das den Fluss der Zeit sensorisch mittels eines

Metallhalsbandes wahrnehmbar machen soll.

Bild: Neil Harbisson mit seinem Implantat zur Farbenerkennung | Neil Harbisson (CC BY 2.0), flickr

 Ein **Cyborg** ist ein Lebewesen, das durch den Einsatz von Technik erweitert ist. Der Begriff leitet sich vom englischen „cybernetic organism“ ab. Beim Menschen wird oft von Mischwesen zwischen Mensch und Maschine gesprochen.



Psychostimulanzien für mehr geistige Leistungsfähigkeit

Gesunde Menschen steigern durch die Einnahme von bestimmten Präparaten die Leistungsfähigkeit ihres Gehirns. Zu den bekanntesten sog. psychoaktiven Substanzen zählen Koffein oder Ginkgo-Extrakt. Es werden aber auch Medikamente bis hin zu illegalen Drogen zum Gehirn-Doping eingesetzt, wie

etwa Methylphenidat (Wirkstoff im ADHS-Medikament Ritalin) und Amphetamine (z.B. Speed, Ecstasy, Crystal Meth). Ebenso finden gedächtnisfördernde Mittel gegen Demenz und Stimmungsaufheller, die gegen depressive Erkrankungen entwickelt wurden, Anwendung.

Befragungen zeigen, dass immer mehr Menschen bereit sind, Substanzen zur Leistungssteigerung einzunehmen. Rund sechs Prozent der ArbeitnehmerInnen (Deutschland 2015) und ausgewählter Studierender (Österreich 2019) geben an, ihr Gehirn schon einmal gedopt zu haben.^{1,2} Nebenwirkungen können unter anderem Kopfschmerzen, Unruhe, Schlafstörungen bis hin

zu Herzrhythmusstörungen und Abhängigkeit sein. Was das körperliche Doping etwa im Sport ist, könnte in Zukunft mentales Doping im Studium oder am Arbeitsplatz werden. ForscherInnen verweisen aufgrund der hohen grundsätzlichen Einnahmefähigkeit in der Bevölkerung auf rechtzeitige Aufklärung und Präventionsmöglichkeiten. Auch an der Johannes Kepler Universität Linz ist Neuro-Enhancement Forschungsgegenstand, z.B. in der Abteilung Sozialpsychologie, Personalentwicklung und Erwachsenenbildung.

Bild: Pillen für mehr geistige Leistungsfähigkeit | 3d_vicka – stock.adobe.com

1 DAK-Gesundheit (Hrsg.), 2015
2 Ronzheimer, Hanna, 2019

Mittlere Zukunft

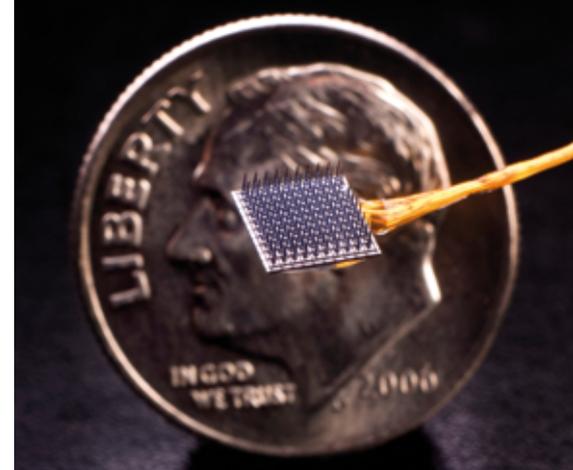
Human Enhancement in Entwicklung bzw. vorhersehbar

Kommunikation über Brain-Computer-Interface

Die ersten Versuche zu Brain-Computer-Interfaces, die direkt Nervenimpulse des Gehirns in elektronische Signale umwandeln können, sind bereits etwa 20 Jahre her. Allerdings sind auf Grund zahlreicher technischer Hürden diese Systeme bis jetzt noch im Forschungsstadium. Aktuelle Fortschritte in der Bioelektronik könnten hier einen Durchbruch bringen, was insbesondere für gelähmte oder an einem Locked-In-Syndrom leidenden Menschen eine deutliche Verbesserung bedeuten würde.

Bild: Brain-Computer-Interface für gelähmte Menschen | BrainGate.org

Ein Beispiel ist ein an der Stanford University (USA) entwickeltes neuartiges Brain-Computer-Interface, das gelähmten Menschen ermöglicht am Computer zu schreiben. Dazu misst es über implantierte Elektroden die Hirnaktivität, die entsteht, wenn sich der/die BenutzerIn vorstellt, einen Buchstaben per Hand zu schreiben. Ein Dekodiergerät übersetzt dann die Hirnsignale in einzelne Buchstaben und Zeichen, was fast so schnell wie das Tippen am Smartphone funktioniert.



Brain-Computer-Interfaces, also Gehirn-Computer-Schnittstellen, ein Anwendungsbereich der Neurotechnik, beruhen auf der Tatsache, dass bereits die Vorstellung eines Verhaltens die elektrische Hirnaktivität messbar verändert. Die elektrischen Impulse werden nichtinvasiv mittels EEG oder invasiv durch implantierte Elektroden aufgezeichnet. Mittels Rechnern werden die Muster erkannt und in Steuersignale umgewandelt.



Unterstützende Exoskelette

Künstliche Exoskelette entwickeln sich zunehmend von reinen Bewegungshilfen zu Hightech Geräten. Zunächst für militärische und medizinische Zwecke konzipiert, z.B. zur Leistungssteigerung von SoldatInnen (Tragen hoher Lasten etc.) oder zur Unterstützung und Rehabilitation von querschnittsgelähmten Menschen, erobern sie zunehmend den Arbeits-, Freizeit- oder auch AAL-Bereich. In diesen Gebieten werden Menschen bei

Beeinträchtigungen unterstützt bzw. Belastungen des menschlichen Körpers verringert. Sie verstärken schwache Muskeln oder unterstützen beeinträchtigte Gelenke bei alltäglichen Bewegungen wie dem Aufstehen, dem Treppensteigen oder dem Tragen von Lasten. Je nach Anwendungsbereich können sie sowohl pflegende Menschen als auch körperlich beeinträchtigte Personen unterstützen, den Alltag besser zu meistern. Beispielsweise können Exoskelette von PflegerInnen getragen werden, um die zu betreuenden Personen leichter zu tragen oder umzubetten.

Inzwischen sind Exoskelette in den verschiedensten Ausführungen erhältlich, von kleinen

Einheiten für die Hand bis zu kompletten Roboteranzügen. Im Exoskelett integrierte Sensoren ermöglichen eine sichere und den menschlichen Bewegungsabläufen nahekommende Steuerung. In der Zukunft sollen Brain-Computer-Interfaces die praktische Anwendbarkeit weiter optimieren.

Bild: Arbeiter beim Aufstellen von Solarpaneelen, unterstützt durch ein Exoskelett | Framestock - stock.adobe.com



AAL steht für Ambient Assisted Living und umfasst technologische Assistenzsysteme, die betreuungs- und pflegebedürftigen Menschen ein selbständiges Alltagsleben ermöglichen.

Autos mit der Kraft der Gedanken steuern

Ein gar nicht so seltener Grund für Unfälle ist, dass FahrerInnen zum Beispiel durch das Bedienen der immer umfangreicheren Bordeinrichtungen wie Navi, Ambiente-Licht oder Radiosender abgelenkt sind. Hier könnte das Steuern des Autos mittels Gedankenkraft Abhilfe schaffen. In ersten Konzeptfahrzeugen von Mercedes in einer Zusammenarbeit mit Disney (Film „Avatar“) wurde so eine Technologie bereits erfolgreich getestet.

Die Gedankensteuerung funktioniert mit einer neuronalen Schnittstelle, die am Hinterkopf der NutzerInnen befestigt wird und die Gehirnaktivität mit Hilfe von Elektroden erfasst. Nach Kalibrierung wird eine Verbindung zum Fahrzeug hergestellt. Dann werden Lichtpunkte auf das Armaturenbrett projiziert. Das Gehirn reagiert auf die visuellen Reize und das BCI-Gerät erkennt, auf welche Lichtpunkte die Person ihre Aufmerksamkeit richtet („Attention-Sensing-Interface“), sodass verschiedene Funktionen ausgelöst werden können.

Denkbar ist, dass künftig auch Menschen mit Behinderung von dieser Zukunftstechnologie profitieren könnten. Allerdings wird sich grundsätzlich die Frage stellen, ob bei der Gedankensteuerung z.B. des Radios nicht auch eine Ablenkung von der Straße und v.a. vom Verkehrsgeschehen passiert – zwar nicht was die Sicht, aber sehr wohl was das Denken und das geistige Reaktionsvermögen angeht.



Bionisches Auge

Es klingt wie Science Fiction, ist aber beginnende Realität. Erste Menschen, die etwa im frühen Erwachsenenalter erblindet waren, erhielten bereits bionische Augen, die aus einer Spezialbrille, einem kleinen Computer und dem Augenchip bestehen. Eine integrierte Miniaturkamera nimmt die Umgebung auf. Diese Signale werden verarbeitet und kabellos an einen Chip auf der Netzhaut weitergeleitet. Dort

stimulieren sie die noch vorhandenen Netzhautzellen und erzeugen so visuelle Lichtmuster. Die erstmalige Implantierung eines derartigen Netzhautchips in Österreich war 2015 eine medizinische Sensation.

Auch wenn sich auf Grund verschiedener Herausforderungen der praktische Einsatz eines bionischen Auges noch Jahre oder Jahrzehnte verzögern wird, ist dies weiterhin eine Hoffnung für viele

Menschen mit Sehbeeinträchtigungen. Darüber hinaus könnten künftige Entwicklungen die Möglichkeit eröffnen, bionische Augen zu entwickeln, die so empfindlich wie heutige Nachtsichtgeräte oder für zusätzliche Wellenlängenbereiche wie das Infrarot empfänglich sind.

Bild: Symbolische Darstellung eines bionischen Auges | Elnur - stock.adobe.com

Organische Bioelektronik für die Neuromodulation

Das Nervensystem ist einerseits einer der Hauptansatzpunkte des Human Enhancement, andererseits stellt es eine besonders große Herausforderung für die Integration mit moderner Elektronik für Neuroprothesen und -therapien dar. Bislang wurden elektrische Signale meistens mit herkömmlicher, auf Metalloxidhalbleitern (CMOS) basierender

Elektronik übertragen, was etwa den Nachteil einer begrenzten Biokompatibilität, also einer begrenzten Verträglichkeit zwischen Gewebe und Material, hat.

Mit neuartigen elektrisch leitenden, organischen Substanzen für eine organische Elektronik können Elektroden gewebeverträglicher gestaltet werden. Zusätzlich entsprechen organische Elektroden der körpereigenen Signalgebung

des Nervensystems, sodass die Neuromodulation insgesamt optimiert abläuft.

 **Neuromodulation** ist ein Verfahren, das die Weiterleitung von Nervenimpulsen beeinflusst. Es wird hauptsächlich therapeutisch eingesetzt. Dabei werden in einer minimalinvasiven Operation Medikamente verabreicht oder Elektroden an Nerven platziert.

Ferne Zukunft

Human Enhancement konzeptionell, spekulativ bzw. visionär

Mit optimierten AstronautInnen andere Planeten besiedeln

Die Menschen sind durch Millionen Jahre an Evolution optimal an das Leben auf der Erde angepasst. In fernerer Zukunft ist es denkbar, dass Menschen durch immer bessere Raketentechnologien Planeten unseres Sonnensystems oder gar andere Sterne erreichen und schließlich besiedeln.

Bei fernen Planeten könnten andere physikalische Parameter auf die Menschen einwirken, wie etwa dass die Gravitation stärker oder schwächer ist (z.B. könnten Menschen das Doppelte oder nur die Hälfte im Vergleich zur Erde wiegen) oder dass insbesondere die natürliche Strahlung deutlich stärker ist. Die NASA denkt daher in Konzepten darüber nach, wie künftige AstronautInnen mit



diesen Herausforderungen umgehen werden. Denkbar ist sogar die Verwendung von Genen anderer Organismen, die sich bereits an die Strahlung angepasst haben.

Bild: Planeten in unserem Sonnensystem | Maksym Yemelyanov - stock.adobe.com

Mind uploading – Ein Weg zur Unsterblichkeit?

Das derzeit noch hypothetische Mind uploading (auch „mind copying“ genannt) zielt darauf ab, in der Zukunft mentale Inhalte auf externe Medien zu übertragen, die die Funktion des Gehirnes simulieren. Dadurch soll ein virtuelles Bewusstsein erlangt werden. Für ein funktionierendes Mind uploading würde es dreier aufeinanderfolgender Schritte bedürfen:

- Schritt 1: Abrufen der Informationen aus dem Gehirn
- Schritt 2: Rekonstruktion des künstlichen Gehirns
- Schritt 3: Emulation (Nachahmung) in einem externen Substrat

Da Hochladen von Gedanken theoretisch das Potenzial hat, das Leben der Menschen für immer zu verändern, wird es in der Science Fiction Literatur immer wieder thematisiert.

Bild: Symbolische Darstellung zu Mind uploading | Gerd Altmann/pixabay

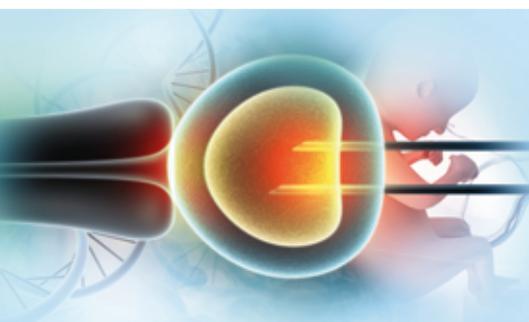


Bild: Symbolische Darstellung Designerbaby | Crystal light – stock.adobe.com

Gezielte Genveränderung mit Prime Editing

Beim Prime Editing, einer Weiterentwicklung der „Genschere“ CRISPR/Cas9, soll eine präzise Veränderung an der DNA möglich sein. Zur Behandlung von genetischen Erkrankungen erforscht, ist mit steigender Genauigkeit mittelfristig erwartbar, Menschen gezielt verbessern zu können.

Stehen Menschen zwar mehrheitlich der Möglichkeit eines „Designer Babys“, dessen Aussehen, Intelligenz und Fähigkeiten nach den Wünschen der Eltern modelliert werden, ablehnend gegenüber, scheint der Start als künstlicher „Durchschnittsmensch“ durchaus denkbar, d.h. dass pränatal festgestellte Defizite durch Prime Editing ausgeglichen werden.



Mit Wissenschaft das Altern umkehren

Das Altern der Menschen ist ein natürlicher Prozess, dessen Ursache bis heute noch nicht völlig geklärt ist. Ein uralter Traum ist es, das Altern zumindest zu verlangsamen oder sogar umzukehren. Verschiedenste wissenschaftliche Forschungseinrichtungen, Firmen und Startups forschen in

diese Richtung. Interessant ist, dass zumindest bei Zellkulturen oder einfach gebauten Lebewesen wie Würmern eine deutliche Lebensverlängerung erzielt werden konnte.

Ein Ansatz zur Verjüngung sind sogenannte senolytische Therapien. Sie zielen darauf ab, gealterte Zellen gezielt aus dem

menschlichen Körper zu entfernen. Denn diese Zellen, die sich nicht mehr teilen, schädigen das umliegende Gewebe und gelten als treibende Kraft hinter altersbedingten Krankheiten wie Demenz, Diabetes, Nierenversagen oder Osteoarthritis. Die Vision eines Wiener Startups¹ ist es zum Beispiel, dass vielleicht Menschen mit dem Körper eines 30- bis 40-Jährigen 80 Jahre alt werden.

Bild: Vision der Verjüngung des Menschen | master1305 – stock.adobe.com

¹ <https://www.rockfishbio.com/>

Verschmelzung Mensch-Maschine: Biocyborgs

Bei klassischen Cyborgs – wie beim weltweit ersten anerkannten Cyborg Neil Harbisson – kann noch zwischen menschlichen und maschinellen Anteilen unterschieden werden. Das Konzept des Biocyborgs verfolgt hingegen die Möglichkeit, dass beispielsweise neuartige Sinnesorgane (z.B. für Röntgenstrahlung) oder andere bisher noch nicht bei Menschen bekannte Funktionalitäten mit Hilfe von synthetischer Biologie als neuartige biologische Gewebe erzeugt werden.

Auf dem Gebiet der synthetischen Entwicklungsbiologie werden am Computer bereits erste Organismen entworfen, die als Biobots oder Xenobots bezeichnet und in einer künstlichen Evolution weiterentwickelt werden. Auf diese Art könnten die künstliche und natürliche Evolution des Menschen verschmelzen, z.B. mit dem Ziel, Krebszellen von vornherein zu deaktivieren.

Bild: Künstlerische Darstellung der DNA eines Biocyborgs | beingeniusloci – stock.adobe.com



Rechtliche, ethische und gesellschaftliche Betrachtungen

Was bedeuten die Möglichkeiten und Entwicklungen in diesem Themenfeld für Oberösterreich? Eine ernsthafte Auseinandersetzung bedarf vorerst eines breiten Blickes auf die multi-sektoralen, transdisziplinären und zukunfts wirksamen Aspekte von Human Enhancement.

Human Enhancement birgt transformatives Potenzial und wirft viele **rechtliche, ethische und gesellschaftliche Fragen** auf. Die Diskussion verläuft lebhaft und mitunter kontrovers. Die einen weisen auf die Gefahren eines Denkmusters hin, das den Menschen als nicht perfektes Wesen betrachtet, und thematisieren die ethischen und moralischen Aspekte. Andere wiederum fokussieren auf den positiven Kern von Trans- und Posthumanismus, nämlich auf das Streben nach einem langen, gesunden und lebenswerteren Leben.

Ein Blick auf ausgewählte Aspekte von Human Enhancement verdeutlicht die Herausforderungen in der Diskussion:

➤ **Definition von Verbesserung:** Zu Beginn einer zielführenden Auseinandersetzung muss die Frage konsensual geklärt werden, was eigentlich als Verbesserung angesehen wird. Denn alleine dieser Zugang ist vom jeweiligen soziokulturellen Kontext abhängig.

➤ **Erhöhung des Menschen:** Dem Menschen wohnt seit jeher ein natürliches Streben nach Verbesserung seiner Fähigkeiten inne. Es stellt sich die Frage nach den – abgesehen von rein anatomischen, physiologischen und mentalen – ethischen und moralischen Grenzen für Eingriffe in den menschlichen Körper, die über das

gesundheitsmedizinisch Gebotene hinausgehen.

➤ **Ungleichheit im sozio-ökonomischen Gefüge:** Die materielle Ausstattung ist ein bestimmender Faktor beim Zugang zur Verbesserung des körperlichen und mentalen Vermögens. Kann man sich die Optimierung leisten, warten weitere ökonomische Vorteile. Diese Tatsache birgt gleichzeitig die Gefahr einer Verschärfung sozialer und wirtschaftlicher Ungleichheiten. Dem Argument, dass eine bewusste Förderung physisch oder kognitiv Beeinträchtigter Ungleichheiten in Gesellschaften reduzieren könnte, wird Skepsis entgegengebracht: Ist diese Vorstellung nicht eher soziale Utopie? Ein zweiter, ebenso relevanter Aspekt ist jener der Ungleichheit zwischen Gesellschaften, Staaten oder sogar Kontinenten, denn auch hier gibt es reale ökonomische Unterschiede.

➤ **Gesundheit:** Bergen körperliche und geistige Erweiterungen nicht auch Gefahren für die Gesundheit des Menschen? Diskutiert werden der Umgang mit möglichen unmittelbaren Nebenwirkungen durch Eingriffe ebenso wie mit denkbaren Folgeerscheinungen z.B. durch Überforderungen bzw. Überanstrengungen des Körpers.

➤ **Authentizität und Fairness:** Mit Human Enhancement steht die Bewertung von Leistungen vor erheblichen Herausforderungen: Was kann einem Menschen unmittelbar zugerechnet werden und was seiner körperlichen oder mentalen Verbesserung? Hier poppt auch das Thema Chancengleichheit auf, schafft Human Enhancement doch eigentlich unfaire Bedingungen,

z.B. bei Prüfungen oder sportlichen Wettkämpfen.

➤ **Leistungsoptimierung und Überwachung in der Arbeitswelt:** Wie kann Human Enhancement zur Leistungsoptimierung von ArbeitnehmerInnen beitragen und wo sind dabei die moralischen Grenzen zu setzen? In dieser Diskussion prallen Argumente wie die Unterstützung bzw. Schonung des Menschen und mehr Produktivität oder geringere Kosten aufeinander. Auch die Auseinandersetzung mit der Möglichkeit der Überwachung läuft bereits. Überwachung ist durch Wearables oder (Chip-)Implantate schon heute möglich und kann – in die Zukunft gedacht – bei Gehirn-Computer-Schnittstellen sogar bis zum Auslesen persönlicher Gedanken gehen.

➤ **Aktion oder Reaktion:** Soll sich der Mensch externen Herausforderungen mittels Human Enhancement einfach anpassen oder aber sich mit diesen Anforderungen kritisch auseinandersetzen und gegebenenfalls gegensteuern anstatt diesen nachzugeben?

Auf jeden Fall besteht Einigkeit bzgl. der Dringlichkeit einer umfassenden, transnationalen Diskussion und der Festlegung eines gemeinsamen ethischen und rechtlichen Rahmens, denn klar ist: dem sogenannten biotechnologischen Zeitalter wohnt deutlich transformatives Potenzial inne. Wie wir die vorhandenen Chancen von Human Enhancement nutzen, ist von fundamentaler Bedeutung, will sich die Menschheit nicht irgendwann in einem Zeitalter unherrschbarer, wahr gewordener „Science Fiction“ wiederfinden.



Aspekte für Oberösterreich

Was bedeutet das nun für Oberösterreich als Lebens-, Wirtschafts-, Forschungs- und Bildungsraum?

Obwohl Human Enhancement ein teilweise kontrovers diskutiertes Thema ist (Stichworte: Ethik, Gesundheit, Sicherheit, Technologiemissbrauch, etc.), gibt es weltweit bereits viele Vorreiter in diesem High-Tech Bereich. Es ist daher davon auszugehen, dass Oberösterreich künftig auf verschiedenste Weise von diesem

Thema tangiert und langfristig ein breites Feld an Möglichkeiten eröffnet wird. Daher bietet sich an, seine Potenziale und Herausforderungen für die Zukunft aus der Perspektive relevanter Themen- bzw. Transformationsfelder anhand ausgewählter Beispiele zu betrachten.

Human Enhancement im Lichte von Themen- und Transformationsfeldern



Mobilität und Bewegung

Unterstützung beim Erhalt der individuellen körperlichen Mobilität durch Prothetik, Exoskelette, BCI u. dgl.

Car2body- und Infrastructure2body-Kommunikation, d.h. Zusatzinfos beim Fahren per Augmented Reality oder BCI (Fahrbahntemperatur, Verkehrslage etc.)

Steuerung von Kraftfahrzeugen mit Gedanken



Klimawandel und Umwelt

Verbesserung der Hitzetoleranz (thermoregulatives System des Menschen) durch Medikation oder Genom-Editierung

Anpassung des Körpers an ein geändertes Nahrungsmittelspektrum durch Veränderung der DNA

„Optimierte“ adaptierte Menschen zur Besiedelung unwirtlicher Lebensräume oder anderer Planeten, Bereisen des Universums



Urbanisierung

„Active noise cancelling“-Kopfhörer zur Ausschaltung von Umgebungslärm

Nutzung digitaler Technologien, z.B. Virtual Reality Brillen, für soziale Treffpunkte - gegen die Anonymität in der Stadt und Vereinsamung

Genom-Editierung zur Anpassung an (z.B. verkehrsbedingte) Umweltbelastungen



Wissengesellschaft

Konzentrationssteigernde Medikation

Psychostimulanzien zur Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit

Lehren und Lernen mit Augmented Reality Brillen

Übersetzungstool am oder im Kopf. z.B. smartes Hörgerät, BCI, Chip

Mind uploading als externer Wissensspeicher und historisches Gedächtnis

Download von Information und Wissen ins menschliche Gehirn z.B. mittels Brain-Computer-Interface BCI



Neue Arbeitswelt

Unterstützende Exoskelette bei schweren körperlichen Tätigkeiten zur Verbesserung von Arbeitsbedingungen, z.B. im Lager, am Bau oder in der Pflege

Computer-, Maschinen- und Robotersteuerung mit Gedankenkraft

Arbeiten mit Augmented Reality-Unterstützung, z.B. mit smarten Brillen zum Einblenden zusätzlicher Informationen

Tätigkeitsbezogene prothetische, ggf. smarte Erweiterung der Sinne, z.B. künstliche Augenlinsen oder ultraschall-sensible Implantate im Innenohr



Physische und mentale Gesundheit

Implantate, z.B. Arzneimitteldepots wie Insulinpumpen, Herzschrittmacher, Defibrillator-Implantat ICD, Cochlea-Implantat, smarte Augenlinsen, Zähne und Zahnteile

Prothetik (Gefäße, Knochen, Gelenke etc.), fühlende Prothesen

Kosmetische Medizin (Brust-, Poimplantate, Muskelrelaxanz Botox etc.)

Neuromodulation in der Schmerztherapie

Self Tracker und Implantate zur Überwachung von Vitalfunktionen, z.B. Herzüberwachung per smartem Mini-EKG

Genom-Editierung zur gezielten Veränderung von DNA zur Verhinderung von genetischen Krankheiten (z.B. Forschungen zur Sichelzellenanämie oder Senkung genetisch bedingter hoher Cholesterinwerte)

Brain-Computer-Interface z.B. bei Erblindung, Lähmungen, künstliches Kurzzeitgedächtnis als externer Speicher etc.

Genetische Eingriffe zur gewünschten Modifizierung des Nachwuchses - „Designerbaby“



Demografischer Wandel und Alterung

Human Enhancement zum Ausgleichen klassisch altersbedingter Einschränkungen, z.B. smarte, digital vernetzte Hörgeräte

Ambient Assisted Living AAL – maßgeschneiderte, smarte Systeme, z.B. smarte Pflaster für Vitalwertmessung und -übermittlung, Bewegungsmeldung

Maßgeschneiderte Systeme für die Pflege zur Unterstützung der Pflegenden und Pflegebedürftigen, z.B. Exoskelette

Brain-Computer-Interface für neurologisch beeinträchtigte Personen, z.B. nach Schlaganfällen

Verlangsamung des Alterungsprozesses, z.B. Therapien, die alte inaktive Zellen aus dem Körper entfernen (Senolyse)

Jetzt / nahe Zukunft

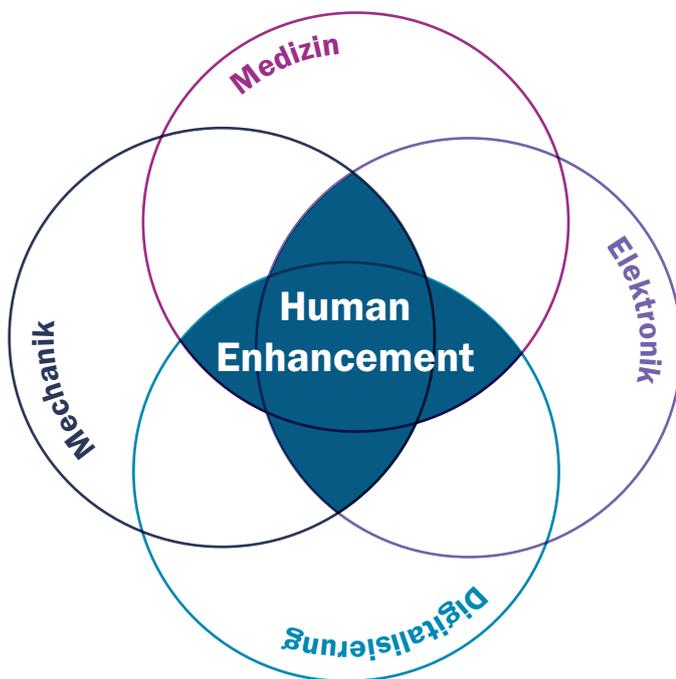
Mittlere Zukunft

Ferne Zukunft

Human Enhancement - Innovationspotenzial in Oberösterreich

Human Enhancement ist als zukunftsorientierte Querschnittsthematik eine relevante Möglichkeit, um manchen durch langfristig wirksame Megatrends und Transformationen verursachten Herausforderungen, wie z.B. die durch den demographischen Wandel bedingten Zunahme an Personen mit Pflegebedarf oder der neuen Arbeitswelt, zu begegnen.

Für unser Bundesland ergeben sich nicht nur viele Chancen in der **Anwendung** von Technologien, sondern auch in der **Forschung und Produktion**. Dies insbesondere deshalb, weil Oberösterreich in den Kernbereichen von Human Enhancement-Technologien, etwa in der **Medizin, Elektronik, Digitalisierung und Mechanik**, sowohl auf universitärer Ebene als auch in betrieblicher Hinsicht viele Kompetenzen aufweist. Vernetzungen und Kooperationen von Forschung, Entwicklung und Produktion rund um das Zukunftsfeld in Oberösterreich können einen breiten Überblick geben und interessante Entwicklungen vorantreiben.



Schnittstellen ausgewählter Kompetenzbereiche für Human Enhancement in Oberösterreich

Die Innovationskraft Oberösterreichs kann durch das **Institute of Digital Sciences Austria IDSA** auch im Bereich Human Enhancement einen zusätzlichen Schub erfahren.

In für Oberösterreich besonders bedeutenden Sektoren (wie etwa der Pflege) könnten finanzielle Anreize die Forschung an derartigen Systemen forcieren. Ein Beispiel ist der geplante **Oö. Pflegetechnologiefonds**, dessen Ziel die Entwicklung moderner Technik zur Unterstützung der Pflegefachkräfte ist, um den Pflegealltag zu erleichtern. Auch ein Screening bestehender Förderprogramme (z.B. im Bereich Forschung und Innovation der Europäischen Union das Programm „Horizon Europe“) ist sinnvoll.

Eng mit der Entwicklung von gesundheitsförderlichen Human Enhancement-Produkten verbunden ist ein **leistbarer Zugang für alle**. Ein denkbarer Weg in diese Richtung ist die Aktivierung der Gesundheits- und Pflegedienstleister sowie der Gesundheitskassen als aktive Partner und Vorreiter im Hightech-Segment von Human Enhancement. Dies würde auch zu einer Erweiterung der oberösterreichischen **Forschungslandschaft**, v.a. in den Bereichen Technologie und Medizin, führen (z.B. um die Potenziale in der Prothetik zu nützen).

Bei aller derzeitiger Begeisterung über die möglichen Chancen müssen natürlich die **Herausforderungen und möglicherweise negativen Auswirkungen** frühzeitig berücksichtigt werden, um sie zu minimieren.

Beispielsweise könnten für die Vermeidung des Off-Label-Use von leistungssteigernden Stoffen aus dem Enhancement-Sektor spezielle Beratungen bzw. Verschreibungspflichten für gesundheitsgefährdende pharmazeutische Produkte mit Human Enhancement-Potenzial angedacht werden. Heimische Forschungsinstitutionen könnten einen aktiven Beitrag zur Erforschung bislang unbekannter Nebenwirkungen leisten (v.a. bei genetischem Enhancement ebenso wie bei kosmetischen Behandlungen). Gleichmaßen ist der **Datenschutz** bei derart persönlichen Anwendungen ein nicht zu unterschätzendes Problemfeld. Angeregt wird auch eine **ethisch-rechtliche Auseinandersetzung** unter Einbeziehung verschiedenster Akteurinnen und Akteure in Oberösterreich.

Quellen

Akademien der Wissenschaften Schweiz (Hrsg.), 2012: Medizin für Gesunde? Analysen und Empfehlungen zum Umgang mit Human Enhancement. Bericht der Arbeitsgruppe «Human Enhancement» im Auftrag der Akademien der Wissenschaften Schweiz

> <https://www.samw.ch/de/Projekte/Uebersicht-der-Projekte/Human-Enhancement.html>

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, 2019: Neuroenhancement: Doping für das Gehirn

> https://www.lgl.bayern.de/gesundheits/medikation/warnungen_verbraucherinformationen/verbraucherinformationen/neuroenhancement.htm

Bendel, Oliver, 2022: Human Enhancement. In: Gabler Wirtschaftslexikon. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

> <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/human-enhancement-54034>

Berggren M., Glowacki E.D., Simon D.T., Stavrinidou E., Tybrandt K., 2022: In Vivo Organic Bioelectronics for Neuromodulation. In: Chem Rev. 2022 Feb 23; 122(4): 4826-4846

> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8874920/>

Bild der Wissenschaft, 2016: Die genetische Verbesserung des Menschen

> <https://www.wissenschaft.de/erde-umwelt/die-genetische-verbesserung-des-menschen/>

Brahmbhatt, Rupendra, 2021: Will We Ever Cheat Death and Become Immortal With Mind Uploading?

> <https://interestingengineering.com/science/cheating-death-and-becoming-immortal-with-mind-uploading>

Bundesministerium für Finanzen, A-SIT Zentrum für sichere Informationstechnologie - Austria, 2021: Ambient Assisted Living: Smarte Assistenz für Pflegebedürftige

> <https://www.onlinesicherheit.gv.at/Services/News/Ambient-Assisted-Living.html>

Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH, 2022: Die öö. Wirtschafts- und Forschungsstrategie #upperVISION2030

> <https://www.uppervision.at/>

DAK-Gesundheit (Hrsg.), 2015: DAK-Gesundheitsreport 2015. DAK-Studie: Doping im Job nimmt deutlich zu

> <https://www.dak.de/dak/bundesthemen/gesundheitsreport-2015-2109048.html>

Dax, Patrick, 2022: Wie man mit 80 den Körper eines 30-Jährigen haben kann. In: futurezone

> <https://futurezone.at/start-ups/rockfish-bio-senolytics-gesundes-altern-start-up-biotechnologie/402083623>

Dermühl, Katharina, 2015: The Body Beyond Nature? Exploration, invasive Technologien, gesellschaftliche Implikationen. Schriftenreihe Sozialwissenschaftliche Zukunftsforschung 01/15

> https://www.ewi-psy.fu-berlin.de/einrichtungen/weitere/institut-futur/_media_design/IF-Schriftenreihe/1501_iF-Schriftenreihe_Dermuehl_Body_Beyond_Nature_online.pdf

Der Standard, 2020: Forscher entwickeln künstliches Auge, das uns Nachtsicht geben könnte

> <https://www.derstandard.de/story/2000118003495/forscher-entwickeln-kuenstliches-auge-das-uns-nachtsicht-geben-koennte>

Europäische Kommission, 2022: Horizon Europe

> https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/horizon-europe_en

Farrant, Theo u. Agence France-Presse (AFP), 2021: Meet the world's first „cyborg artist“ who has the power to hear colours

> <https://www.euronews.com/culture/2021/12/20/meet-the-world-s-first-cyborg-artist-who-has-the-power-to-hear-colours>

Fehringer, Hannes, 2017: Gedankensteuerung um ein paar Gehirnwindungen weitergedreht. In: ÖÖNachrichten

> <https://www.nachrichten.at/oberoesterreich/steyr/Gedankensteuerung-um-ein-paar-Gehirnwindungen-weitergedreht;art68,2677036>

FH Oberösterreich (Hrsg.), 2015: Erste fühlende Beinprothese zeigt unter Laborbedingungen positive Studienergebnisse

> <https://www.fh-ooe.at/forschung/news/news/erste-fuehlende-beinprothese-zeigt-unter-laborbedingungen-positive-studienergebnisse/>

Future Histories Podcast, 2021: Was ist Posthumanismus? Future Histories Kurzvideo

> <https://www.youtube.com/watch?v=MxeP8U-51oY>

g.tec medical engineering GmbH, 2022: Decoding individual finger movements with g.PANGOLIN ULTRA HD-EEG

> <https://www.gtec.at/2022/10/27/decoding-individual-finger-movements-with-g-pangolin-ultra-hd-eeg/>

Hübner, Dietmar, 2011: Verbesserung des Menschen. Enhancement: Mehr als Science Fiction. In: Leibniz Universität Hannover (Hrsg.), 2011: Unimagazin 3/4 2011, S. 20-22

> https://www.uni-hannover.de/fileadmin/luh/content/alumni/unimagazin/2011_ethik/netz20__huebner.pdf

Leichsenring, Stefan, 2021: Mercedes Vision AVTR: Autofahren mit der Kraft der Gedanken

> <https://insideevs.de/news/531142/mercedes-vision-avtr-gedankensteuerung/>

Lumitos AG (Hrsg.), 2022: Technische Universität Wien. Die „elektrische Pille“

> <https://www.bionity.com/de/news/1177204/die-elektrische-pille.html>

Medizinische Universität Wien, 2022: Erforschung von DNA-Reparaturmechanismus soll Genom-Editierung verbessern

> <https://www.meduniwien.ac.at/web/ueber-uns/news/default-0f889c8985/erforschung-der-dna-reparaturmechanismus-soll-genom-editierung-verbessern/>

Megbel, Esther, 2021: Handschriftlich kommunizieren mit Gedankenkraft. In: Spektrum der Wissenschaft, Spektrum.de

> <https://www.spektrum.de/news/brain-computer-interface-uebersetzt-hirnsignale-in-handschrift/1873186>

Oö. Zukunftsakademie (Hrsg.), 2020: Smarte Technologien. Unterstützung und Assistenz

> https://www.ooe-zukunftsakademie.at/Mediendateien/SmarteTechnologien_Assistenz.pdf

Oö. Zukunftsakademie (Hrsg.), 2022: Zukunftsglossar

> <https://www.ooe-zukunftsakademie.at/zukunftsglossar-p-bis-t-948.htm>

Orthopädische Gelenk-Klinik und EndoProthetikZentrum (EPZ), 2022: Neuromodulation. Orthopädie-Glossar

> <https://gelenk-klinik.de/orthopaedie-glossar/neuromodulation.html>

Pio-Lopez, Léo, 2021: The rise of the biocborg: synthetic biology, artificial chimerism and human enhancement. In: New Genetics and Society. Critical Studies of Contemporary Biosciences. Vol 40, 2021. S. 599-619

> <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14636778.2021.2007064>

Rockfish Bio AG, 2022: Promoting healthy aging with senolytic therapies for age-related diseases

> <https://www.rockfishbio.com/>

Ronzheimer, Hanna, 2019: Verbreitung und Wirkung oft ein Mythos. In: science.orf.at

> <https://science.orf.at/v2/stories/2993342/>

Seitz, Tamara, et al., 2022: Percutaneous Auricular Vagus Nerve Stimulation Reduces Inflammation in Critical Covid-19 Patients. In: Front. Physiol., 04 July 2022 Sec. Autonomic Neuroscience

> <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.897257>

Taylor, Ian, 2021: Biological space race: NASA doctor reveals the future of genetically edited astronauts. In: BBC Science Focus

> <https://www.sciencefocus.com/space/space-exploration-gene-editing-astronauts/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Amt der Oö. Landesregierung, Direktion Präsidium, Abteilung Trends und Innovation, Oö. Zukunftsakademie, Altstadt 30a, 4021 Linz
+43 732 7720 14402 | zak.post@ooe.gv.at | ooe-zukunftsakademie.at

Redaktion: DI Dr. Klaus Bernhard, Mag.^a Simone Hüttmeir (Projektleitung), Mag.^a Dr.ⁱⁿ Reingard Peyrl, MSc | Grafik: Vectorygraphics e.U. | Auflage: April 2023 | Titelfoto: Photocreo Bednarek | Adobe Stock

Informationen zum Datenschutz finden Sie unter:

<https://www.land-oberoesterreich.gv.at/datenschutz>

