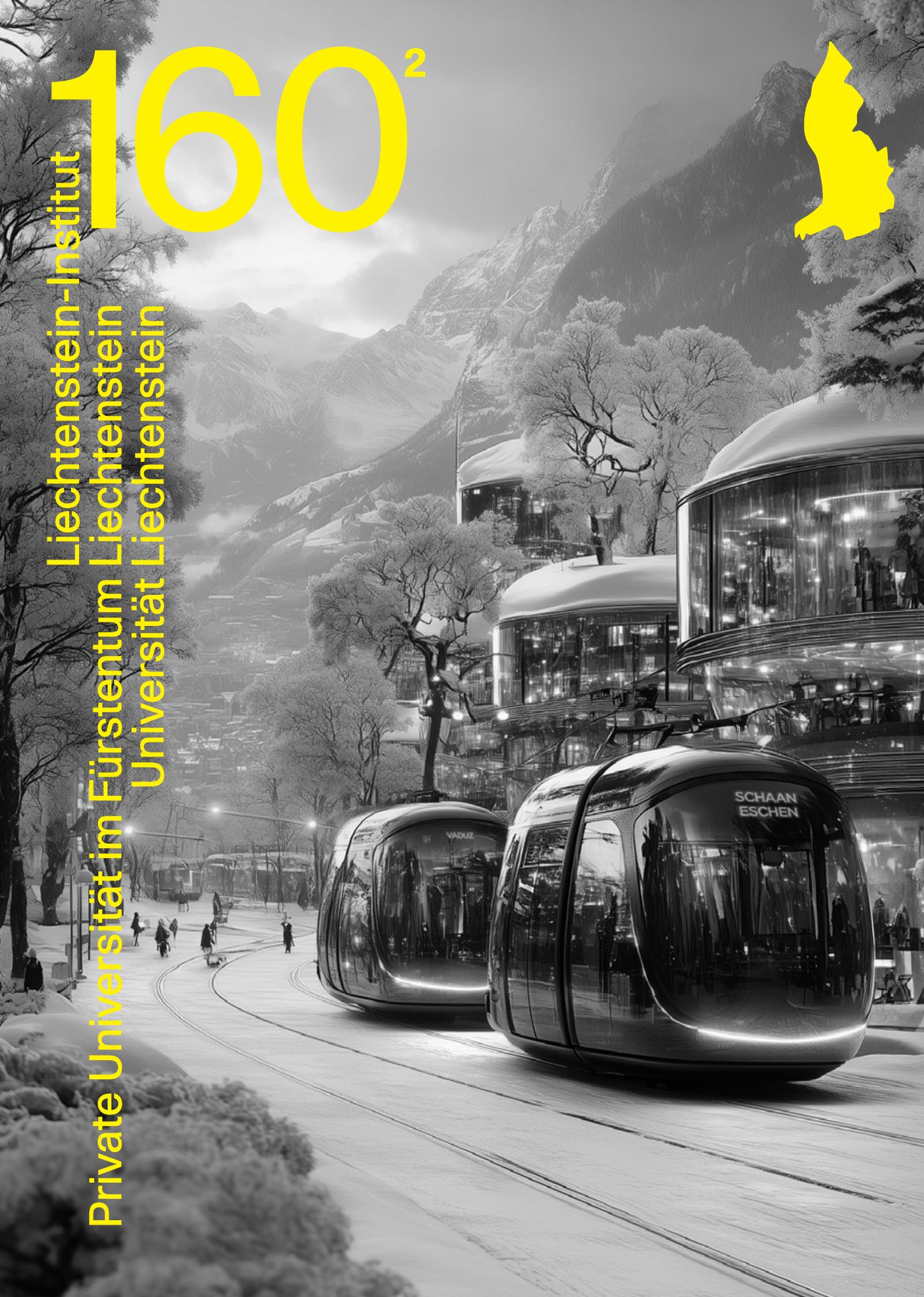


160²



Liechtenstein-Institut
Private Universität im Fürstentum Liechtenstein
Universität Liechtenstein



- 4 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ – CHANCEN UND RISIKEN: Forschende im Gespräch
- 16 KI UND COMPLIANCE: Innovation trifft Regeltreue
- 19 ZUR KI-VERORDNUNG DER EU – Ein neuer «Golden Standard»?
- 23 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND PRODUKTBEOBACHTUNGSPFLICHTEN AUS VERTRAG
- 24 WICHTIG, ABER GEFÄHRDET: Medienvielfalt und Qualität im Journalismus
- 28 NEUARTIGE ANSÄTZE ZUR FRÜHERKENNUNG VON (PRÄ-)DIABETES:
Ein Liechtensteiner Forschungsprojekt
- 31 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ FÜR DEN WIEDERAUFBAU VON KULTURGÜTERN
am Beispiel der Rekonstruktionsfrage von Schloss Vaduz
- 34 BIOINFORMATISCHE TOOLS BEI DER ERFORSCHUNG DES BLUTGRUPPENSYSTEMS LEWIS
- 37 AUSWIRKUNGEN VON KOSTENLOSEM ÖFFENTLICHEM VERKEHR AUF DAS
MOBILITÄTSVERHALTEN DER BEVÖLKERUNG
- 40 KI IM KLASSENZIMMER
- 42 IM SPANNUNGSFELD ZWISCHEN INNOVATION UND RISIKO: KI-Regulierung am Beispiel
der Kreditwürdigkeitsprüfung
- 44 HISTORISCHE KLEINSTAATENFORSCHUNG: Ein Plädoyer
- 48 «DEEP MIND IM DIENSTE DER DIAGNOSTIK»: Strukturvorhersage von
Blutgruppen-Antigenen
- 50 DAS CHARGE KONSORTIUM: Ein Meilenstein in der Epidemiologie für Herz- und Altersforschung
- 52 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ: Effektive Gestaltung von Mensch-KI-Systemen
- 54 DIE VERSPRECHEN DER KI AN EINE NACHHALTIGE UND ÖKONOMISCH FUNKTIONALE
ZUKUNFT
- 56 ZWEI IN EINEM: Blut verrät Geheimnisse des menschlichen Chimärismus und Mosaizismus
- 58 DIE ARBEITSWELT IM ZEITALTER DER KI: Strategien für Unternehmen, Führungskräfte und
Angestellte
- 60 DER SCHUTZ DER GRUNDRECHTE IM ZEITALTER DER KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ
- 63 DIE JAGD NACH KI-SKILLS IST ERÖFFNET
- 66 DER HAI, DAS TOR ZUR WELT UND NACH LIECHTENSTEIN
- 68 LASSEN SICH BANKENKRISEN MIT KÜNSTLICHER INTELLIGENZ VORHERSAGEN?
- 70 FORSCHUNG UND LEHRE AUF 160 QUADRATKILOMETERN



Liechtenstein im Jahr 2100. Die Abbildung wurde von Midjourney generiert, einer KI zur Erstellung von Bildern. Die KI erhielt folgende Eingabeaufforderung: «Erstelle eine fotorealistische Szene in Liechtenstein im Jahr 2100 mit zukünftigen Geschäftshäusern und Verkehrsmitteln, Winterabend, Weitwinkelansicht.» Nachträglich wurden mithilfe von Adobe AI die Destinationen der Strassenbahnen eingefügt.

Liebe Leserinnen und Leser

Mit grosser Freude präsentieren wir Ihnen die bereits fünfte Ausgabe unseres Forschungsmagazins. Sie widmet sich einem der spannendsten und gleichzeitig kontroversesten Themen der Gegenwart: der Künstlichen Intelligenz (KI).

KI prägt immer mehr Bereiche unseres Lebens. Dies wird auch in der aktuellen Ausgabe unseres Magazins deutlich mit Beiträgen über die Anwendung von KI in den Bereichen Medizin, Recht, Wirtschaft und Architektur. Dabei geht es nicht nur um die Chancen von KI, sondern auch um die Herausforderungen, wie sie sich beispielsweise im Zusammenhang mit der Regulierung von KI stellen.

Das Gros der Artikel knüpft direkt an die Forschungstätigkeit an unseren drei Institutionen an. Die Beiträge unterstreichen die hohe Relevanz unserer Forschung für Liechtensteins Wirtschaft und Gesellschaft. Sie zeigen aber auch den Innovationsgeist sowie die internationale Vernetzung und Strahlkraft des Wissenschaftsstandortes Liechtenstein.

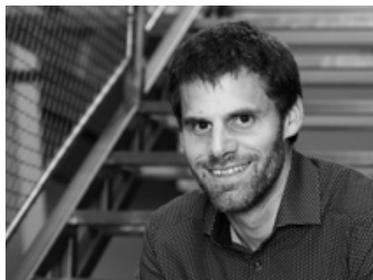
Wir laden Sie herzlich ein, die vielfältige Forschung mit und über KI in Liechtenstein zu entdecken. Wir hoffen, dass wir Ihnen spannende Einblicke in unsere Tätigkeit bieten können.

Wir freuen uns über Ihr Interesse!

*Barbara Gant,
Private Universität im Fürstentum
Liechtenstein (UFL)*



*Christian Frommelt,
Universität Liechtenstein*



*Thomas Meier,
Liechtenstein-Institut*



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ CHANCEN UND RISIKEN

Im Sommer führten Vertreterinnen und Vertreter der drei Institutionen, die dieses Magazin zusammen herausgeben, ein Gespräch zum Thema Künstliche Intelligenz. Für die Private Universität im Fürstentum Liechtenstein war Prof. Dr. iur. Claudia Seitz, Professorin für Öffentliches Recht, Europarecht, Völkerrecht und Life-Sciences-Recht, per Teams zugeschaltet. Prof. Dr. sc. nat. Thomas Meier, Direktor des Liechtenstein-Instituts, und Assoz. Prof. Dr. Johannes Schneider, Professur für Data Science & Artificial Intelligence von der Universität Liechtenstein, waren gemeinsam an der Universität Liechtenstein. Heike Esser moderierte das Gespräch.

Fotos: Paul Trummer



Heike Esser (HE): Wir haben uns heute getroffen, um über Chancen und Risiken der KI zu sprechen. Welche Bedeutung hat KI für euch in eurem Berufsumfeld?

Johannes Schneider (JS): Heutzutage beschäftigen sich eigentlich alle Bereiche mit dem Thema KI, weil es auf diesem Gebiet viel Fortschritt und Forschungsfragen gibt und es enormes Potenzial hat. Meine Professur ist speziell darauf ausgerichtet und ich beschäftige mich intensiv mit Künstlicher Intelligenz.

Claudia Seitz (CS): Im Rahmen meiner Professur für Öffentliches Recht, Europarecht, Völkerrecht und Life-Sciences Recht befasse ich mich mit dem Europarecht und dem internationalen Recht. Ein Schwerpunkt meiner Forschung umfasst die Regulierung neuer Technologien ausgehend vom Life-Sciences-Recht, der Digitalisierung und den Datenrechten sowie den Rechtsfragen zur Künstlichen Intelligenz. Im Hinblick auf die KI forsche ich u.a. zu Fragen eines angemessenen Rechtsrahmens, die auch Aspekte des Grundrechtsschutzes umfassen.

Thomas Meier (TM): In meinem Forschungsbereich als Naturwissenschaftler hat mich Künstliche Intelligenz bereits recht früh beruflich beschäftigt. Aber wie Johannes Schneider bereits erwähnte, KI berührt uns inzwischen alle. Am Liechtenstein-Institut haben wir KI als Forschungsthema zwar noch nicht selbst etabliert, weil es sich aktuell nicht in dieser Weise anbietet. Aber es spielt insofern für uns eine wichtige Rolle, als KI sich auf unsere Fachbereiche direkt oder indirekt auswirkt. Beispielsweise gibt es in der Fachrichtung Geschichte KI-Anwendungen zur Erkennung von alten Schriften, welche die Arbeit erleichtern können. Im Fachbereich Recht gibt es selbstverständlich Fragen, welche sich durch die Anwendung von KI aufdrängen und auf welche Claudia Seitz bestimmt noch näher zu sprechen kommt. Auch in der Politik oder Wirtschaft spielt es eine wichtige Rolle, beispielsweise bei der Kommunikation, bei Wahlen, oder auch durch vielfältige Auswirkungen der KI auf die Industrie.

HE: Es gibt einen Bereich der Künstlichen Intelligenz, den sehr viele Menschen nutzen: ChatGPT. Gerade für Bildungsstätten ist diese Form von KI ein grosses Thema, denn wie geht man damit um, wenn Studierende es bei ihren Arbeiten verwenden?

TM: Am Liechtenstein-Institut machen wir klassischerweise Forschungsarbeiten und bieten zudem Vorträge oder Seminarreihen zur Aus- oder Weiterbildung an. Wir bilden aber keine Studentinnen oder Studenten in einem Curriculum aus, wie es sonst an einer universitären Bildungsstätte üblich ist. Das Problem der Regelung einer Nutzung von ChatGPT oder ähnlichen Programmen im Ausbildungsbereich betrifft uns demnach eher am Rande.

CS: An der Privaten Universität im Fürstentum Liechtenstein (UFL) befassen wir uns derzeit mit der Überarbeitung eines Regelwerks, das auch die Nutzung von ChatGPT umfassen wird. Wir wollen eine klare Vorgabe erstellen und sind in Beratung, wie wir diese umsetzen. Dass sich durch die Nutzung von ChatGPT neue Möglichkeiten ergeben, ist offensichtlich. Aus rechtlicher Sicht stellen sich zahlreiche Fragen, so etwa im Hinblick auf die Einstufung als Plagiat und nach der Urheberschaft eines mit ChatGPT erstellten Textes: Ist Urheber derjenige, der den Algorithmus programmiert hat, derjenige der den Algorithmus mit Daten trainiert hat, oder derjenige, der ChatGPT eine Frage gestellt hat?

JS: Grundsätzlich muss man sich überlegen, welche Kompetenzen man den Studierenden mitgeben möchte. ChatGPT kann gewisse Dinge sehr gut, es kann gut flüssige Texte schreiben – möchte man die Schreibkompetenz der Studierenden wahren, ist das wichtig für die Zukunft oder nicht? Da ist der Diskurs noch im Gange, es gibt noch keine endgültige Entscheidung.

Ich sag mal übertrieben, es muss nur bruchstückhaft Deutsch oder Englisch gesprochen oder geschrieben werden und ChatGPT macht daraus einen flüssigen Text – lässt man das zu oder nicht? Andererseits sieht man KI schon als grundsätzliches Hilfsmittel an, denn die Studierenden sollten es auch später in der Praxis nutzen können. Ich denke da an verschiedene Beispiele, Textschreiben beispielsweise, Programmieren, was noch viel eindrücklicher ist – da kann ein Softwareingenieur sehr viel schneller und mehr machen als ohne das Tool. Das ist etwas, das man in der Wirtschaft wertschätzt und womit man auch eine höhere Wertschöpfung erzeugt.

Es wäre daher ein bisschen seltsam, wenn wir als Universität sagen, wir sind weit weg von der Praxis und lassen das nicht zu. Es gilt stark zu differenzieren nach

Anwendungsgebiet. Etwa im Bereich Recht, wo es mitunter auch fehlerbehaftet ist. Da muss man auch den Prozess der Nutzung anders aufsetzen. Dort muss man neue Kompetenzen schaffen, kritisch überprüfen und sich auch fragen, wie man so ein Tool überhaupt integrieren kann.

TM: Die Problematik ist mir beispielsweise von meinem früheren Arbeitgeber her, dem Imperial College London, bekannt. Studentinnen und Studenten ist dort zurzeit die Nutzung dieses Werkzeugs für prüfungsrelevante Arbeiten untersagt. Zur zusätzlichen Überprüfung einer schriftlichen Arbeit kann deshalb im Zweifel ein zusätzliches, mündliches Beurteilungsverfahren herangezogen werden. Aber das schliesst die sonstige Nutzung dieser Technologie nicht aus: Den Studierenden ist die Nutzung zu Studienzwecken oder zur Sammlung von Informationen oder Daten erlaubt, so wie es auch erlaubt ist, beispielsweise über eine Internet-Suchmaschine Informationen zu bekommen. Eine eindeutige Deklaration der Quellen ist allerdings immer notwendig. Die Regelungen dazu sind im Fluss; sie ändern sich schnell und sie entwickeln sich entlang der Weiterentwicklung der Technologie selbst. Wir werden uns gegen diese Entwicklungen nicht stemmen können, niemand kann das. Wir werden lernen müssen, mit dieser Technologie richtig umzugehen und sie im positiven Sinne für uns nutzbar zu machen. Das ist die Kunst.

HE: Da ist zum einen eine Frage der Transparenz, aber es gibt auch gewisse ethische Fragen, weil man ja nicht weiss, nach welchen Kriterien KI die Informationen aus den grossen Datenmengen, filtert. Ist KI womöglich auf einem Auge blind ist? Berüchtigt ist der Fall, als eine Firma sich erhoffte, neutraler zu handeln, wenn sie eingehende Bewerbungen durch KI vorsortieren lässt. Dabei hat sich herausgestellt, dass KI nur noch weisse Männer vorgeschlagen hat, denn sie war mit den Daten der bisher erfolgreichsten Mitarbeitenden gefüttert worden, die eine gute Karriere machten, und das waren eben junge weisshäutige Männer. Darauf ist man erst gestossen, als man sich anfing zu wundern, wieso keine Frauen oder dunkelhäutigen Menschen unter den vorgeschlagenen Bewerbern zu finden waren.

Wie erkennt man solche Wettbewerbsverzerrungen? Wenn man ein grosses Datenvolumen hat und eine bestimmte Information erhalten möchte, ist der zugrunde liegende Algorithmus für den Nutzer kaum mehr in jedem Detail ersichtlich – wie geht man damit um?

JS: Das ist ein schwieriges Gebiet, es ist auch noch viel Forschung notwendig. Da sind wir auch hier an der Universität gefragt, es nennt sich Erklärbarkeit von diesen Modellen. Es ist so wie beim menschlichen Gehirn, dass man nicht alles erklären kann. Was einerseits überrascht, weil man die einzelnen Berechnungen gut nachvollziehen kann am Computer, da kann man ja hineinschauen. Aber die KI-Modelle haben eine Grösse erreicht, dass man das nicht einfach so nachvollziehen kann. Das gilt im Übrigen auch für ein System, das jeder kennt: Windows. Das ist mittlerweile ein so grosses System, dass man nicht genau sagen kann, was wo im System gerade passiert. Es wurde also ein Komplexitätsgrad erreicht, den man schwer kontrollieren kann. Bei KI ist es grundsätzlich so, dass das System getrieben ist von den Daten. Aus diesen lernt die KI, so wie wir Menschen aus Erfahrungen lernen. Eine Schwäche der KI ist, dass sie die Vergangenheit blind auf die Zukunft extrapoliert. Als Mensch ist man besser etwa gesellschaftliche Entwicklungen und den Kontext zu verstehen. Etwa beim Thema Diskriminierung. So findet sich in historischen Daten, dass Frauen früher gewisse Rollen wie Führungspositionen weniger innehatten, als es heute üblich ist – und die KI handelt aus dem, was in der Vergangenheit war. Sie berücksichtigt nicht zwingend neue Gesetze und die heutige Situation.

«Eine Schwäche der KI ist, dass sie die Vergangenheit blind auf die Zukunft extrapoliert.»

Grössere Firmen, Open AI, aber auch Google, widmen sich diesem Thema. Aber es ist nicht leicht, KI gut zu kalibrieren. Es gibt auch schon prominente Beispiele ins andere Extrem, etwa von Google die Software Gemini, die Bilder generieren kann. Man fordert: «Generier mir einen mittelalterlichen Ritter.» Und die Ritter waren, mit vielleicht der Ausnahme der

Jungfrau von Orleans, die eine Frau war, praktisch ausschliesslich weisse Männer; das heisst, historisch korrekt müsste mindestens ein weisser Mann unter den generierten Rittern sein. Jetzt war es zum Teil so, dass gar kein weisser Mann mehr dabei war, sondern People of Color, Frauen und so weiter... also übers Ziel hinausgeschossen wurde. Man kann zwar sagen, dass das Ergebnis gut ist im Sinne der Diversität, aber nicht mehr historisch korrekt.

Die Kalibrierung ist schwierig – wie bleiben wir historisch korrekt und halten uns zugleich an heutige ethische und moralische Vorgaben?



CS: Ich möchte gerne noch etwas zu dem Problem der Diskriminierung durch KI anmerken. Das ist ein wichtiger und schwieriger Punkt. Das, was du, Heike, angesprochen hast, sind nicht nur moralische Aspekte, es geht hier um fundamentale Grundrechtsfragen, die das Recht auf Gleichbehandlung und das Verbot der Nichtdiskriminierung tangieren. Wenn der Algorithmus oder die verwendeten (Trainings-)Daten zu verzerrenden Ergebnissen führen, kann die KI-Anwendung diskriminierend sein. Wenn sie bestimmte Bevölkerungsgruppen bevorzugt, kann eine Diskriminierung vorliegen, wenn es sich um eine ungerechtfertigte Benachteiligung oder Ungleichbehandlung von einzelnen Personen oder Gruppen aufgrund bestimmter Merkmale, wie Geschlecht, ethnische Herkunft, Alter, Behinderung, Religion oder Weltanschauung, handelt.

In sämtlichen Rechtsordnungen auf verschiedenen Ebenen des Rechts – sei es im internationalen Recht, wie der Europäischen Menschenrechtskonvention, im europäischen Recht im Rahmen der Grundrechtecharta der EU oder auf nationaler Ebene im Verfassungsrecht – ist das Recht auf Gleichbehandlung und Nichtdiskriminierung als Grundrecht verankert. Wir sprechen somit nicht nur von moralischen Grundsätzen, sondern von Grundrechten, die eine solche ungerechtfertigte Diskriminierung als Grundrechtsverstoss qualifizieren. Oft haben wir zudem noch das Problem, dass es zu sogenannten «biased decisions», also voreingenommenen Entscheidungen, kommt, welche als solche nicht direkt erkannt werden können. Der Begriff «Bias» bei KI-Anwendungen bezieht sich darauf, dass es zu diskriminierenden Entscheidungen kommt, entweder weil der Algorithmus so programmiert wurde, dass er zu verzerrenden Ergebnissen führt, oder aber, was wahrscheinlicher ist, dass die Trainingsdaten unausgewogen sind und diese dann zu diskriminierenden Ergebnissen führen, welche oftmals unbemerkt sein können, da man bei der KI-Anwendung nicht weiss, mit welchen Daten der Algorithmus trainiert worden ist.

Dies führt auch zu einem weiteren Problem, was sich aus rechtlicher Sicht stellt und das auch schon kurz angesprochen wurde, dem Problem der Transparenz und Nachvollziehbarkeit von Ergebnissen von KI-Anwendungen. Dass man nur die Ergebnisse sieht, aber nicht weiss, wie sie zustande gekommen sind, beruht auf dem sogenannten Black-Box-Problem. Der Algorithmus, den die Anwender in der Regel nicht kennen bzw. verstehen, wurde mit Daten trainiert, welche die Anwender eben-

falls nicht kennen. So hat man zwar ein Ergebnis der KI-Anwendung, aber kann nicht nachvollziehen, wie es zustande gekommen ist. Diese Problematik wird in den neuen Regelungswerken adressiert, etwa in der neuen KI-Verordnung der EU, dem sogenannten KI-Gesetz, das so bezeichnet wird, weil es als Verordnung unmittelbar in allen EU-Mitgliedstaaten gilt und nicht in nationales Recht umgesetzt werden muss. Das KI-Gesetz der EU verfolgt einen risikobasierten Ansatz und ordnet KI-Systeme entsprechend ihrem Risikoprofil in vier verschiedene Risikokategorien ein: inakzeptable, hohe, begrenzte und minimale Risiken. Für jede Kategorie sieht das KI-Gesetz für die Entwicklung und Anwendungen von KI-Systemen unterschiedliche Vorschriften und Anforderungen vor. Inakzeptable KI-Anwendungen umfassen beispielsweise KI-Systeme wie soziale Bewertungssysteme oder manipulative Anwendungen, die zu erheblichen inakzeptablen Schäden oder zu Grundrechtsverletzungen führen können. Sie sind daher verboten. Dagegen sind KI-Systeme mit einem hohen Risiko, sogenannte Hochrisiko-KI-Systeme, nicht verboten, unterliegen aber strengen Vorschriften, insbesondere im Hinblick auf Daten-Governance, Dokumentation, Transparenz, Robustheit, Genauigkeit, Sicherheit und menschliche Nachvollziehbarkeit. Gerade der letzte Punkt, die menschliche Aufsicht und Nachvollziehbarkeit, kann aber in der Praxis zu Problemen aufgrund des bereits angesprochenen Black-Box-Problems führen.

Das KI-Gesetz der EU ist jedoch nicht das einzige Regelungswerk, welches vor Kurzem verabschiedet wurde. Auf internationaler Ebene hat der Europarat fast zeitgleich zum KI-Gesetz der EU eine «Konvention zum Schutz der Menschenrechte beim Umgang mit der KI» angenommen, die KI-Konvention. Mit dieser Konvention soll ein verantwortungsvoller Einsatz von KI unter Beachtung der Menschenrechte, der Rechtsstaatlichkeit und der Demokratie gewährleistet werden. Sie legt ebenfalls Anforderungen an Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Überwachung fest. Anders als das KI-Gesetz der EU, welches unmittelbar in allen EU-Mitgliedstaaten gilt, muss die KI-Konvention durch den jeweiligen Staat unterzeichnet und ratifiziert werden. Dafür können der KI-Konvention aber nicht nur die Staaten des Europarats beitreten, sondern alle Staaten weltweit.

HE: Wie sieht es aus mit Haftungsfragen, wenn man sagt: «Wir erhalten Ergebnisse, welche zweifelhaft sind, aber nicht sofort erkennbar zweifelhaft, und diese führen dann zu einem Schaden.» Wie geht man mit der Haftungsfrage um, wenn so etwas KI-initiiert ist?

CS: Die Haftung ist ein zweites grosses Problem. Das KI-Gesetz der EU ist das weltweit erste Regelungswerk, das die Forschung und Anwendung der KI auf einer horizontalen Ebene über alle Sektoren hinweg reguliert. Neben dem bereits genannten Grundrechtsschutz soll das KI-Gesetz die Sicherheit und Kontrolle der Risiken von KI-Systemen gewährleisten und umfasst auch Haftungsfragen. Aus regulatorischer Sicht kann ich ein gutes Beispiel geben, zu welchen Problemen dies führen kann:

KI wird in der Medizin u.a. im Bereich der Diagnose eingesetzt, indem Algorithmen beispielsweise Hirntumore oder bestimmte Krebsformen anhand von CT-Scans erkennen. KI-Systeme haben bei der Diagnose einen grossen Vorteil gegenüber dem Menschen, weil sie sehr viel mehr Bilder speichern und auswerten können als der Mensch. Dadurch kann KI die Diagnose deutlich verbessern. Gleichwohl können sich hier Probleme im Hinblick auf die Nachvollziehbarkeit des KI-Ergebnisses ergeben.

Es stellt sich dann auch die Frage der Haftung, wenn die KI beispielsweise zum Ergebnis kommt, dass ein Hirntumor vorliegt, der Arzt diesen aber nicht sieht. Oder der Arzt stellt einen Tumor fest, die KI erkennt diesen aber nicht. Wer entscheidet dann? Nach dem KI-Gesetz handelt es sich aufgrund des Risikos für die menschliche Gesundheit um den Einsatz eines Hochrisiko-KI-Systems, für welches, wie bereits schon angesprochen, eine menschliche Aufsicht bzw. Nachvollziehbarkeit gefordert wird. Die Letztentscheidung bei der Behandlung hat somit der Mensch, aber der Mensch kann sich auch irren. Beide können Fehler machen, der Mensch, aber auch die KI. Dann haben wir das Problem, dass der Mensch als letztes entscheidet, er es aber hätte möglicherweise besser wissen können, weil die KI etwas gefunden hatte.

Das führt zu schwierigen Fragen, beispielsweise welchen Risikograd wir bei KI-Anwendungen in der Medizin akzeptieren wollen: Null-Toleranz oder doch ein gewisses Risiko? Gerade im medizinischen Bereich ist das eine sehr interessante Fragestellung. Bei Arzneimitteln gibt es grundsätzlich keine absolute Sicherheit. Die Arzneimittelzulassung beruht auf einer Risiko-Nutzen-Abwägung. Auch Medizinprodukte können ein Restrisiko aufweisen und sind dennoch auf dem Markt, da der Nutzen höher ist als das Risiko. Die Frage ist nun, was bei dem Einsatz von

KI gelten sollte. Wenn man bei Arzneimitteln und Medizinprodukten bestimmte Risiken im Hinblick auf den Nutzen akzeptiert, wollen wir bei KI-Anwendungen dann eine 100%-Sicherheit oder akzeptieren wir ein gewisses Risiko und falls ja, wie soll dieses bewertet werden, wenn die Risiken noch unbekannt sind? Dies ist eine schwierige Frage der angemessenen Regulierung, mit der ich mich auch aktuell in der Forschung befasse.

JS: Da kann ich gerne zusätzlich ergänzen: Es gibt gewisse Benchmarks, wenn man einen Mensch mit KI vergleicht, und da gibt es einen durchschnittlichen Fehlerquotienten, dabei ist die KI oft besser. Wenn ich zu jemandem sage, eine Diagnose hat ein Risiko von 1% Fehler oder einen Fehler von 10%, dann möchte man den 1%-Fehler, und wenn die KI besser ist, dann wird diese Person den 1%-Fehler, also die KI, wählen.

Die Diskussion hat vorhin ein wenig gefehlt, es gibt Benchmarks, da stellt man knallhart fest, hier ist KI besser. Aber dann ist es illusorisch, 100% Sicherheit zu fordern, die gibt es nicht. Beim Mensch auch nicht, dort ist die Quote sogar oft noch schlechter. Es ist aber so, dass man bei der KI ein Risiko hat, das anders gelagert ist. Es gibt dort andere Arten von Fehlern, eine KI macht Fehler, die ein Mensch nicht machen würde.

Es muss nicht sein, aber bei der KI gibt es theoretisch mehr Möglichkeiten für extreme Fehler: Eine KI kann einen kerngesunden Menschen als krebskrank einstufen, wie es ein Mensch nicht tun würde. Oder wenn sich gewisse neue Krankheitsbilder entwickeln, auf die die KI nicht trainiert wurde, hat man bei der KI das grössere Risiko, dass sie das komplett übersieht und so handelt, wie sie es in Trainingsdaten gelernt hat, sprich, die Krankheit gibt es nicht. Aber grundsätzlich ist es so, das gilt auch für andere technische Systeme, wenn das System im Schnitt besser ist als der Mensch, tut man sich schwer, dagegen zu argumentieren, es zu Tode zu regulieren und es nicht zuzulassen. Ein Grundsatzthema bei der ganzen Regulierungsdiskussion ist, es gibt zwei Aspekte, einerseits hat man die Möglichkeiten und andererseits hat man die Risiken. Aktuell ist der Fokus – das hat man auch hier bei unserem Gespräch ein bisschen herausgehört – stark risikolastig. Institutionen von der öffentlichen Hand haben eher eine Risikoorientierung, die Wirtschaft hat eher eine Möglichkeiten-Orientierung. Aktuell haben wir in Europa eine Balance, die man stark hinterfragen muss, da Europa relativ führend ist im Bereich Risikoregulierung, wenn man es positiv formuliert. Negativ formuliert wird die KI schon zu Tode reguliert, bevor es überhaupt etwas gibt. Diese Balance muss man richtig wählen und ich bin mir nicht sicher, ob das in Europa im Moment der Fall ist. Der Stand im Bereich KI ist in Europa mangelhaft im Vergleich zu den USA und China, und das hat auch mit Regulierung zu tun.

«Bei der KI gibt es theoretisch mehr Möglichkeiten für extreme Fehler.»

TM: Ich habe den Eindruck, dass in Europa diesbezüglich zurzeit eher wenig entwickelt wird, während jedoch rasch Regelwerke für KI geschaffen werden. Währenddessen wird die Technologie beim Marktanführer USA schnell weiterentwickelt. Auch China mischt hier kräftig mit und möchte in der Zukunft nicht nur replizieren, sondern sehr gerne zur nächsten «KI-Macht» werden. Die Frage hier ist, wohin diese Entwicklungen in Zukunft führen. Ob KI womöglich einmal den Punkt erreicht, an dem sie 10x, vielleicht sogar 100x intelligenter ist als ein Mensch. Lasst mich das an einem Beispiel erklären: KI-gesteuerte Autos werden in Zukunft besser und damit auch sicherer als ein Mensch Autofahren können. Daraus folgt logischerweise, dass es x-fach weniger Unfälle mit solchen Autos geben wird. Werden Menschen dann immer noch Autos fahren dürfen oder sind wir dann eine zu grosse Gefahr für uns selbst im Strassenverkehr geworden? Es lässt sich derzeit nicht sagen, ob sich das Blatt hier irgendwann in der Zukunft wenden könnte.

Darin stecken für mich deshalb auch ethische Fragen, welche mit in diese Überlegungen hineingehören. Was machen wir in 20 oder 50 Jahren, wenn KI uns allen überlegen sein wird? Wir können das jetzt noch nicht abschätzen. Aber: Wenn sich KI im gleichen rasanten Tempo weiterentwickelt wie bisher, dann muss man davon ausgehen, dass der Mensch in Zukunft in Vielem der Maschine unterlegen sein wird. Das gilt nicht nur für Fragen wie im Beispiel Verkehr, sondern auch bei vielen anderen Themen.

HE: Dass uns die KI quasi überholt.

TM: Ja, KI-gesteuerte Autos werden uns in Zukunft im wahrsten Sinne des Wortes «überholen». Das kann durchaus gewisse Sorgen bereiten, wenn man daran denkt.

JS: Aktuell ist es Zukunftsmusik und in der Forschung denkt man immer auch ein bisschen voraus, es gibt jetzt schon Menschen, die denken, die KI ist in allem besser – da muss man auch ein bisschen den Riegel verschieben und sagen, das ist nicht so.

Es gibt einzelne Bereiche, da ist sie besser als ein guter Durchschnittsbürger, nicht so gut wie ein Experte, aber ja, es ist eine Fragestellung und ich schliesse mich dem nur an.

CS: Die Regulierung durch das KI-Gesetz der EU ist im Licht des rechtlichen Unterbaus zu sehen – unseren Grund- und Menschenrechten in Europa, die wir als Wertegemeinschaft grundsätzlich teilen. Es können sich auch Ansprüche des Einzelnen gegenüber dem Staat zum Schutz dieser Rechte ergeben.

Was ich aus rechtlicher Sicht als problematisch sehe, ist, dass durch den risiko-basierten Ansatz die Grundrechte wie Risiko- und Sicherheitsaspekte mitreguliert werden. Wir haben hier in Europa im internationalen Recht die Europäische Menschenrechtskonvention, auf EU-Ebene die Grundrechtecharta und auf nationaler Ebene im Verfassungsrecht Grundrechtsgewährleistungen. Ohne dies jetzt allzu kompliziert darzustellen, können sich aus diesen Grundrechten auch Schutzpflichten der Staaten ergeben, so z.B. den Einzelnen vor Gefahren zu schützen. Die Grund- und Menschenrechte beeinflussen die KI-Regulierung in Europa und dies erklärt auch die Unterschiede der europäischen Regulierungen im Vergleich zu anderen Regionen der Welt, wie China.

Was die Überregulierung anbelangt, ist zu bedenken, dass das KI-Gesetz der EU die erste KI-Regulierung weltweit ist. Bei der KI-Konvention des Europarats ist zudem auch zu beachten, dass verschiedene Staaten ausserhalb Europas, insbesondere auch die USA, bei dem Übereinkommen mitgewirkt haben. Diese Staaten können, wenn sie dies möchten, auch die KI-Konvention unterzeichnen. Zudem gibt es in den USA auch Regulierungswerke, wie das «Blueprint for an AI Bill of Rights», welches ebenfalls Vorgaben, z.B. im Hinblick auf Transparenz und die Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen, aufstellt. Es ist also nicht so, dass wir in den USA bei der Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen im völlig rechtsfreien Raum wären. Ich möchte nicht bestreiten, dass es in anderen Regionen der Welt weniger streng ist, und auch nicht, dass es grössere Probleme gibt mit anderen Global-Playern, insbesondere China und anderen Ländern, welche die weitgehend regulierungsfreie Nutzung von KI als Wettbewerbsvorteil sehen.

Aus rechtswissenschaftlicher Sicht stellt sich mir die Frage, wie man eine solche Technologie auf rein nationaler bzw. regionaler Ebene regulieren kann. Eine Regulierung auf internationaler Ebene wäre sinnvoll. Ich bin aber skeptisch, dass ein globaler Ansatz zumindest derzeit umgehend erreicht werden kann, solange andere Regionen der Welt die Nicht-Regulierung der KI als Wettbewerbsvorteil für ihre Forschung und Entwicklung sehen. Dieses Problem haben wir auch bei einigen anderen neuen Technologien, wie beispielsweise im Bereich der Biotechnologie.

HE: Dieses KI-Gesetz der EU liegt jetzt auch in Liechtenstein auf dem Tisch und soll bis 2026 in das Recht implementiert sein. Bringt es eine gewisse Sicherheit der Grundrechte oder ist es ein weiteres Papier ohne grosse Wirkung?

CS: Das KI-Gesetz der EU schafft einen Rechtsrahmen, der Grundrechte schützen, Risiken regulieren und Rechtssicherheit für die Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen bieten soll. Es steht ausser Frage, dass das KI-Gesetz eine grosse Wirkung haben wird. Wir haben hier etwas ganz Bemerkenswertes – trotz aller Kritik an der Systematik, der Ausgestaltung oder der Regulierungstiefe des KI-Gesetzes der EU. Wir haben ein Regelungswerk, das einen horizontalen Ansatz aufweist und damit über einzelne Sektoren und Branchen hinweg gemeinsame Ansätze für die KI-Forschung und KI-Anwendung aufstellt. Das ist aus rechtlicher Sicht beachtlich, da es ein allumfassendes Werk ist, welches vielleicht nur noch jetzt möglich war. Bei der Dynamik der KI werden wir sicher sektorspezifisch regulieren müssen, um die spezifischen Rechtsfragen zu adressieren und um eine Über- und Unterregulierung zu vermeiden.



Die Regulierung einer neuen Technologie ist grundsätzlich immer mit rechtlichen Herausforderungen verbunden. Die Risiken sind oft unbekannt, es braucht aber, wie bereits schon gesagt, einen Rechtsrahmen, der Rechtssicherheit bietet und Grundrechte schützt. Das Recht ist jedoch grundsätzlich starr, die Technologie, also der Regulierungsgegenstand, ist aber dynamisch. Die «Trägheit» des Rechts ist dem Umstand geschuldet, dass es das Ergebnis einer gesellschaftlichen und politischen Diskussion als Grundlage des demokratischen Prozesses ist. Deshalb dauert es so lange, bis es ein Gesetz gibt und es auf dynamische Veränderungen des Regulierungsgegenstandes eher langsam reagieren kann. Und bei der KI ist dieses Problem besonders gross, denn dieser Regulierungsgegenstand ist äusserst dynamisch. Dies kann zu der Schwierigkeit führen, dass ein Gesetz bereits dann schon überholt sein kann, wenn es in Kraft tritt. Das ist ein Grundproblem des Rechts bei der Regulierung neuer Technologien und wird bei der Regulierung der KI aufgrund der enormen Dynamik ganz besonders deutlich.

HE: Ich würde gerne Thomas fragen, wie er das sieht in Hinblick auf die Liechtensteiner Implementierung dieses Gesetzes oder auch allgemein.

TM: Ich sehe zunächst neben der gesetzlichen Ebene die Anwendungsebene und wie sich diese Anwendungen in der Politik auswirken werden. Es lässt sich rechtlich nicht immer sehr exakt regeln, wie die Politik sich ausgestaltet; das Recht hinkt hier der Politik etwas hinterher. In diesem Zusammenhang ist es auch eine offene Frage, wie wir in Zukunft damit umgehen, dass KI-gesteuerte Technologie, ich nenne mal als Beispiel, Wahlen manipulieren könnte. Wir erinnern uns an ähnlich gelagerte Vorwürfe bei den Präsidentschaftswahlen der USA 2016. Der Vorwurf war, dass Meinungen wahlbeeinflussend gesteuert wurden. Solche Vorgehensweisen sind eine potenzielle Gefahr für uns alle und werden uns auch in Zukunft weiter beschäftigen. Bald sind wieder Wahlen in den USA (Zeitpunkt des Interviews: Sommer 2024), nächstes Jahr werden auch die Landtagswahlen in Liechtenstein stattfinden. Werden wir Opfer einer KI-gesteuerten Wahl? Ausschliessen kann man es nicht. Derzeit habe ich für unser Land diesbezüglich aber weniger Sorgen, einfach aufgrund der Bedeutungsgrösse Liechtensteins, welche nicht vergleichbar ist mit der der USA.

Wir werden aber in Zukunft noch viel reden und entscheiden müssen, wie wir mit solchen Wahlergebnissen umgehen wollen. Der Gedankengang lässt sich auch erweitern: Auch bei politischen Entscheiden, bei KI-gesteuerter Werbung, durch be-

einflussende E-Mails, Computerhacks, kann eine Beeinflussung von Menschen stattfinden. Ich finde, hier ist auf alle Fälle der Punkt erreicht, wo sich wichtige rechtliche Fragen stellen.

JS: Ich möchte auch noch ergänzen zum Rechtsthema: Was ich meine, wenn KI kommt, muss man die Grundrechte gewährleisten, es wird keiner sagen, dass man die KI nicht regulieren muss. Die Diskussion wird zum Teil falsch geführt, vielleicht fehlt es zum Teil auch am Verständnis. Wie etwa beim Datenschutz GDPR (General Data Protection Regulation) muss man sich vor Augen halten, konkret herunterbrechen, was es für den Einzelnen heissen kann. Ich denke beispielsweise an das Thema Medizin: Man kann ohne viel Aufwand eine Million MRI-Scans haben, in ein System integrieren, oder aber man bekommt nur 10 000, weil es schwierig ist, an die Daten zu kommen. Mit einer Million Scans erhält man eine deutlich bessere KI mit viel weniger Fehldiagnosen. Und wenn ich jetzt sage: «Ihre Mutter ist schwer krank, sie kann überleben dank eines sehr guten KI-Systems trainiert auf vielen Daten», dann werden Sie sagen: «Ich will das, da wird nicht diskutiert über Datenschutz.» In einem anderen Fall können Sie auch sagen: «In China, in einem Überwachungsstaat oder in einem autoritären System, ist die Chance oder besser Gefahr, dass ich meine Freiheit verliere, sehr gross, das möchte ich nicht. Ich möchte Datenschutz.»

Das heisst, man hat gewisse Risiken, die man abwägen muss. Und ich finde auch, man muss die Diskussion illustrativer führen als auf der heutigen oft sehr nebulösen Flughöhe. Hier wird oft von Leuten, die nur bedingt viel Ahnung haben, abstrakt diskutiert. Hier ist die Bevölkerung auch in gewissem Masse gefordert, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen, sich eine Meinung zu bilden und diese sollte dann auch in die Gesetze einfließen.

Und ich denke, da haben Länder wie die Schweiz und auch Liechtenstein gewisse Chancen, so wie es in Gesetzen im Bereich Blockchain der Fall ist, auch hier neue, alternative Wege zu gehen, um sich auf gesetzlicher Basis Vorteile zu schaffen.

CS: Zu Fragen demokratischer Prozesse, wie die Unabhängigkeit von Wahlen und die Nichtmanipulation der Wähler, möchte ich hinzufügen, dass es genau aus diesem Grund und zum Schutz der Demokratie vor Einflussnahme durch die KI auch Regulierungen der KI braucht, um unsere demokratischen Prozesse zu schützen und zu wahren. Im Zusammenhang mit der Nutzung vorhandener Daten möchte ich betonen, dass es hier verschiedene Problembereiche gibt, die von technischer Nutzbarkeit der Daten aufgrund fehlender Kompatibilität bis hin zum Datenschutz reichen. Personenbezogene Daten dürfen aus Gründen des Datenschutzes nicht einfach so weitergegeben werden. Im Bereich der Gesundheitsdaten wird derzeit zudem stark die Erst- und Zweitnutzung von Gesundheitsdaten diskutiert. In der EU wird dies im Rahmen des Europäischen Gesundheitsdatenraums diskutiert und geregelt, um diese Gesundheitsdaten unter Beachtung des Datenschutzrechts nutzen zu können.

HE: Im medizinischen Bereich ist es inzwischen durchaus ein Thema, Chatbots zu verwenden, wenn jemand ein medizinisches Problem hat. Den ersten Kontakt hat man dann mit einem intelligenten System, das die genaue Fragestellung abklärt. Es scheint, dass Leute teilweise besser mit einem Chatbot kommunizieren als mit einem Menschen, weil sie sich vielleicht weniger schämen oder das Gefühl haben, das ist neutraler und sie entblößen sich nicht so.

CS: Der Einsatz der KI, da gebe ich dir durchaus recht, kann zu Vorteilen führen. Was ich jedoch angesprochen habe, ist, dass personenbezogene Daten, die beispielsweise im Behandlungsverhältnis gewonnen worden sind, nach geltendem Datenschutzrecht nur dann weitergegeben werden dürfen, sofern die Patienten dem zugestimmt haben oder aber die Daten in anonymisierter Form vorliegen und damit keinen Personenbezug aufweisen. Das ist ein anderer Bereich.

HE: Doch gerade im medizinischen Bereich muss man Patientendaten verwenden, viele Daten, um die KI überhaupt einsetzen zu können. Lassen sich diese anonymisiert verwenden, denn über die Masse der Daten sollte sich das Datenschutzproblem wieder lösen, oder?

JS: Anonymisieren ist ein schwieriges Thema, man stellt sich vor, man löscht den Namen und die Adresse und das Problem ist gelöst. Das ist vielleicht auf den ersten Blick so, aber je nachdem, welche Informationen man über die Person hat, beispielsweise, was die Person isst, welche Hobbies sie hat, kann man das mitunter verlinken, und zwar im grossen Stil, wenn man etwa Facebook-Profilen hat und dadurch die Identität herausfinden – im Grossen und Ganzen ist es ein schwieriges The-

ma, eine 100%-Anonymisierung hinzubekommen. Klar, die EU hat auch erkannt, dass man den medizinischen Bereich nicht so stark regulieren sollte, wie man es ursprünglich mal angedacht hat, aber man reguliert sehr stark. Das wird Konsequenzen für viele Anwendungen haben, etwa mehr Fehler bei medizinischen Diagnosen. Alles hat so seine Licht- und Schattenseiten. Jeder muss für sich wissen, wie wichtig

«Das Thema Arbeitsverdrängung durch KI beschäftigt viele. Da gibt es Grundängste.»

ist ihm Privatsphäre, was sind die Möglichkeiten bei weniger Privatsphäre. Diesen Diskurs muss eine Universität mit generiertem Wissen unterstützen. Dass der Bürger sich auf Informationen verlassen kann und diese auch fundiert sind. Und nicht auf Fake News beruhen, die herum-

schwirren, das ist auch ein wichtiger Auftrag an uns.

Ich möchte auch noch auf die Frage bezüglich Chatbot eingehen, das ist ein spannendes Thema. Die Stadt Feldkirch etwa hat einen Chatbot im Einsatz, man kann dort auf die Homepage gehen, diese ist noch in der Testphase, dort kann man Fragen stellen, das ist mitunter für den Bürger ganz angenehm. Weil er Informationen schneller bekommt und das System ist auch für die Stadt lukrativ, weil sie Kosten einsparen kann. Da hat man eine Situation, in der der Bürger profitieren kann, aber auch die Stadt.

Dann kommen natürlich auch die Schattenseiten, die vielfach diskutiert werden: «Was mache ich dann? Da bin ich in der Stadt Feldkirch angestellt, bald gibt es das auch in Vaduz, Zürich und Basel ... solche Chatbots sind nicht nur für die Stadt Feldkirch ein Thema. Das war bisher mein Job, jetzt macht die KI das.» Das ist eine Frage, die stellen sich viele Leute heute. Und nicht nur Leute mit einer nicht so guten Ausbildung, denn um diese Fragestellung geht es auch im medizinischen Bereich, im Rechtsbereich, wo ein Studium erforderlich ist. Es ist kein Bereich wirklich sicher, der im digitalen Kontext unterwegs ist. Das Thema Arbeitsverdrängung durch KI beschäftigt viele. Da gibt es Grundängste. Wie bei anderen Technologien auch, werden sich manche anpassen müssen. Man kann nicht sagen, durch KI gibt es keine Arbeit mehr, ich sehe es eher ein bisschen positiv, es werden Ressourcen frei, die man anderswo nutzen kann. Wir haben in vielen Bereichen Leute, die fehlen, in der Pflege beispielsweise, es kann aber auch heissen, dass man etwas weniger arbeiten muss, weil mehr Wohlstand da ist und weil die KI uns Arbeit abnimmt. Es gibt da sehr viele positive Szenarien, aber man muss auch sehen, dass es während der Umstellung für einige unangenehm ist, weil man sich verändern muss.

TM: Eine grosse und wichtige Frage bei jungen Menschen lautet: Was wird aus mir, was mache ich eigentlich beruflich in den nächsten 40 Jahren? Wo ende ich und wofür kann ich mich entscheiden, ein ganzes Berufsleben durchzustehen, und was möchte ich in Zukunft überhaupt machen? Solche Fragen und Unsicherheiten hört man öfter von Jugendlichen und wir erinnern uns daran, denn vielen von uns ist es ähnlich ergangen. Ich glaube, diese Problematik wird heute zusätzlich dadurch verstärkt, dass KI viele Arbeiten auf Dauer übernehmen wird und sie sozusagen als Konkurrent im zukünftigen Berufsleben auftritt.

HE: Was bleibt noch übrig?

TM: Werden wir als Menschen nur noch die Pflege von anderen Menschen machen oder konzentrieren wir uns vielleicht wieder vermehrt auf handwerkliche Berufe? Wie können wir in Zukunft diese zutiefst menschlichen, aber wichtigen Aufgaben regeln? Da gibt es noch viel nachzudenken und zu entscheiden: Die Antworten werden sich aus der Entwicklung selbst ergeben.

HE: Wenn man Thomas' Aussage vom Beginn dieses Gesprächs aufgreift, mit der Zukunftsaussicht in 30 oder 50 Jahren, wenn sich die KI entsprechend weiterentwickelt hat, dann stellt sich schon die Frage, ob nur noch ausführende Tätigkeiten für die Menschen übrig bleiben und nicht die spannenden, intelligenten Jobs.

TM: Das ist so.

JS: KI ist für gewisse Aufgaben sehr gut geeignet, für andere weniger. KI spielt sich vor allem dort ab, wo es Trainingsdaten gibt, sie kann kombinieren und in gewissem Masse Neues erschaffen. Aber so ganz grundsätzlich Neues ausserhalb von dem Rahmen der ihr bekannten Daten, was beispielsweise Albert Einstein gemacht hat, ist heute noch nicht denkbar. Oder aus Trainingsdaten zu extrapolieren, das geht

noch nicht und es ist auch nicht klar, wie schnell man dorthin kommt. In Bezug auf Allgemeine KI, die der menschlichen Intelligenz in allen Aufgaben nahe ist, streiten auch die Experten, ob man das jemals erreicht. Man ist einfach mit dem heutigen System schon viel näher.

KI übernimmt heute vielfach eine unterstützende Rolle, die eines Assistenten. Auch in Bereichen im Beruf, die langweilig sind, weil sie repetitiv sind, ist die KI besser, das heisst, sie kann ein Berufsbild auch verbessern. Ich denke an das Beispiel eines Callcenters, bei dem einfache Anfragen leicht automatisch behandelt werden können, während schwierige Fragen beim Menschen landen, der dann auch mehr Zeit dafür hat. Eine Standardgrippe ist für die KI mitunter ein klarer Fall und es braucht keinen Arzt, bei schwierigen Krankheitsbildern braucht es eine Experten-Gruppe. Durch den Einsatz von KI kann mit mehr Ressourcen an schwierige Problemstellungen herangegangen werden, man hat mehr Ressourcen für Forschung, um etwa heute ungelöste Probleme in der Krebsforschung zu behandeln. Ich sehe das durchaus nicht nur als negativ an, diese Entwicklung hat auch viele Chancen für uns.

CS: Ich kann mich da nur anschliessen, ich sehe das auch so differenziert.

TM: An der Stelle wäre es bestimmt angebracht, auch noch kurz einmal kritisch über die Entwicklungen der KI nachzudenken. Es ist sicher unbestritten, dass KI vor allem in solchen Bereichen stark ist und sich auch entsprechend durchsetzt, bei denen möglichst hohe Datenmengen und Erfahrungswerte zur Verfügung stehen. Je mehr Daten, umso besser: Sie sind das perfekte «Futter» für KI. Umgekehrt ist es so, dass das menschliche Hirn genau an dieser Stelle einknickt und ab einer gewissen Menge an Informationen kaum mehr besser wird, eher sogar verwirrter. Genau an dieser Stelle wird KI dem Menschen immer überlegen sein.

Wie sieht es aber aus, wenn es darum geht, Probleme, bei denen nur wenig Daten als Grundinformation zur Verfügung stehen, mit hochkreativen Ansätzen zu lösen? Hier liegt eine fundamentale Stärke des menschlichen Hirns. Als Beispiel denke ich hier an die im höchsten Mass kreative, kognitive Einzelleistung von Albert Einstein, dem Begründer der Relativitätstheorie. Selbst die besten Physikexperten der damaligen Zeit konnten eine solche Entwicklung nicht absehen oder gar voraussagen. Kann KI in Zukunft so etwas leisten? Kann KI solche Lösungsvorschläge für



eine weitere Revolution in der Physik oder vielleicht in der Medizin anbieten? Die verfügbaren Daten und Messreihen wären dazu möglicherweise bereits vorhanden. Wir wissen es aber nicht.

Ich bezweifle heute, dass KI zu solchen unerreichten «Gedächtnisleistungen» in absehbarer Zeit fähig ist. Und falls doch: umso besser! Probleme gibt es genug und wir brauchen derzeit dringend neue, bisher noch nicht gedachte Ideen, beispielsweise zur Lösung des hochkomplexen Problems der Klimaerwärmung. Meines Erachtens sind solche oder ähnliche Herausforderungen derzeit für eine KI noch nicht fassbar.

JS: Genau. Sehr gut formuliert, man sollte die KI auch nicht überschätzen. Einerseits hat man den Jetzt-Zustand, bei dem man noch viele Schwächen sieht, vielleicht kann man auch ein bisschen extrapolieren in die nächsten 10 bis 20 Jahre, dort streiten sich dann auch die Experten. Ich würde mich weit aus dem Fenster lehnen, aus der heutigen Sicht, von den letzten 30 Jahren Forschung zu extrapolieren auf die nächsten 30 Jahre. Es ist nicht absehbar, aber es ist eher unwahrscheinlich, dass die KI uns komplett ersetzen wird. Das Klima ist ein gutes Beispiel, das basiert auf Modellberechnungen, das kann die KI heute nicht. Die KI, überspitzt formuliert, basiert auf einem grossen Datenpool, und kombiniert Informationen aus diesem Datenpool auf einem Level, das noch zumeist unter dem von Experten ist, teils sogar auch unter dem von Kindern.

«Es ist nicht absehbar, aber es ist eher unwahrscheinlich, dass die KI uns komplett ersetzen wird.»

Das hört sich so trivial an: «Ich habe eine Frage, such mir in der Datenbank die ähnlichste Antwort.» Heute ist es nicht mehr ganz so, aber überspitzt ist es immer noch ein bisschen so, die KI ist immer noch sehr stark an die Trainingsdaten gebunden.

CS: Hier würde ich gerne einen Punkt anschliessen an das, was eben gesagt wurde: «Die KI kann nicht kreativ denken.» Auf eine Art kann sie in gewissem Mass kreative Aufgaben übernehmen, wenn sie durch Training und Kombination Kunstwerke und Musikstücke entwirft oder weiterentwickelt. Ich stimme aber dem, was gesagt wurde, zu: Sie basiert auf vorgegebenen Daten und kann nichts Neues denken, was es nicht schon gibt, da ihr das bewusste kreative Denken fehlt. Was die KI zudem nicht kann, ist, moralische oder ethische Wertentscheidungen zu treffen. KI-Systeme haben kein Bewusstsein und verstehen moralische oder ethische Prinzipien nicht. Und da die KI keine autonomen moralischen oder ethischen Entscheidungen treffen kann, ist es wichtig, dass der Mensch involviert bleibt, und letztendlich die Entscheidung trifft.

Jede Entscheidung, die von einer KI getroffen wird, ist das Resultat menschlicher Programmierung, und es ist wichtig, dass Menschen die Verantwortung für die Handlungen von KI-Systemen tragen. Dies lässt sich gut am sogenannten Trolley-Problem aufzeigen, einem ethischen Gedankenexperiment, bei dem ein selbstfahrendes Auto entscheiden muss, ob es einen einzelnen Menschen oder mehrere Menschen überfährt: Ein selbstfahrendes Auto (trolley) fährt die Strasse entlang, da ist ein Steinblock auf der Strasse, es kann nach links oder rechts ausweichen, auf der linken Seite steht ein Mensch, auf der rechten Seite stehen drei Menschen.

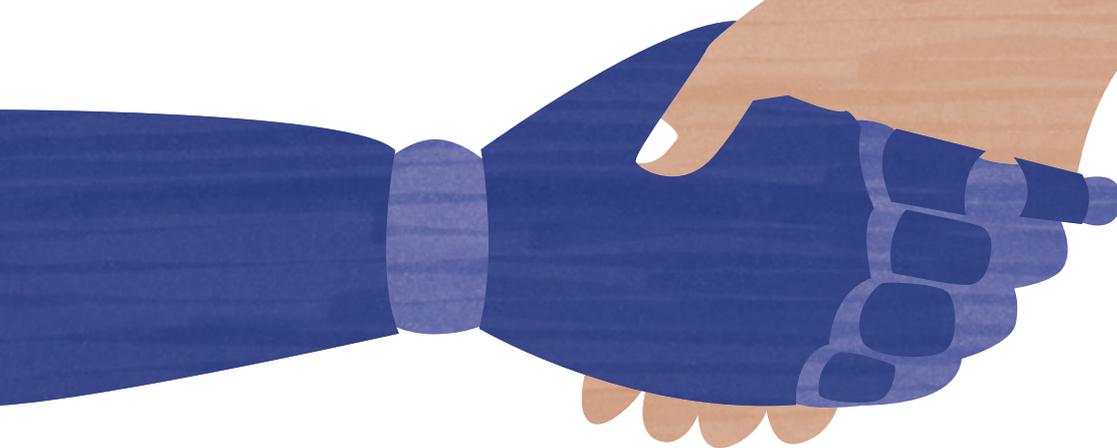
Die KI wird vielleicht nach der Effizienz vorgehen und fährt dann den einen Menschen um, um die anderen drei Menschen zu schützen. Die Frage, die sich hier stellt, ist, ob dies ethisch und moralisch vertretbar ist, weil Leben grundsätzlich nicht gegen Leben abgewogen werden kann. Ein menschlicher Fahrer steht auch vor dem Problem, ob er den Einzelnen oder die Gruppe überfährt – aber es ist immer noch seine eigene ethische Entscheidung.

«KI-Systeme haben kein Bewusstsein und verstehen moralische oder ethische Prinzipien nicht.»

JS/CS/TM (übereinstimmend): Und solche Fragen sollte man nicht der KI überlassen.

KI UND COMPLIANCE: Innovation trifft Regeltreue

Für Liechtenstein, als international anerkannten Finanzplatz, ist Compliance von entscheidender Bedeutung. Compliance bezieht sich auf die Regelkonformität des Verhaltens eines Unternehmens, und KI entfaltet in diesem Bereich eine transformative Wirkung. KI-basierte Lösungen können die Effizienz und Genauigkeit von Compliance-Prozessen erhöhen, Risiken proaktiv identifizieren sowie regulatorische Anforderungen erfüllen. Dabei müssen sowohl die Chancen als auch die Herausforderungen der Integration von KI in Compliance-Systeme, insbesondere ethische Aspekte, berücksichtigt werden.



In der heutigen globalisierten Welt steht der Finanzplatz Liechtenstein vor zahlreichen Herausforderungen, die von steigenden regulatorischen Anforderungen bis hin zu den wachsenden Erwartungen an ethische Geschäftspraktiken reichen. Compliance, also die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und interner Richtlinien, ist daher von zentraler Bedeutung für den Erhalt der Integrität und des Vertrauens in den Finanzsektor des Landes. In diesem Kontext spielt die Künstliche Intelligenz eine zunehmend wichtige Rolle, da sie das Potenzial hat, die Effizienz und Genauigkeit von Compliance-Prozessen erheblich zu verbessern.

KI ALS CHANCE FÜR DEN COMPLIANCE-BEREICH

Künstliche Intelligenz hat das Potenzial, den Bereich der Compliance grundlegend zu transformieren. KI-basierte Lösungen können grosse Mengen an Daten analysieren und so Risiken proaktiv identifizieren, die für den Menschen schwer erkennbar wären. Durch den Einsatz von «Machine Learning» und anderen KI-Technologien können Complian-

ce-Prozesse automatisiert und damit effizienter gestaltet werden. Dies ermöglicht es Unternehmen, schneller auf regulatorische Veränderungen zu reagieren und sicherzustellen, dass sie stets den aktuellen Vorschriften entsprechen.

Ein Beispiel für den Einsatz von KI in der Compliance ist die automatisierte Überwachung von Transaktionen, um verdächtige Aktivitäten wie Geldwäscherei zu erkennen. Solche Systeme können Muster in Daten identifizieren, die auf illegale Aktivitäten hindeuten, und so potenzielle Verstösse in Echtzeit melden. Dies erhöht nicht nur die Effizienz, sondern auch die Genauigkeit der Überwachung. Darüber hinaus können KI-basierte Systeme auch die Kosten für Compliance erheblich senken. Durch die Automatisierung routinemässiger Aufgaben werden Ressourcen frei, die für strategischere Aufgaben genutzt werden können. Zudem kann KI dabei helfen, menschliche Fehler zu minimieren, die oft eine Hauptursache für Compliance-Verstösse sind.

Die Nutzung von KI kann Finanzinstituten ferner dabei helfen, die Anforderungen der hochaktuellen DORA (Ver-

ordnung (EU) 2022/2554 vom 14. Dezember 2022 über die digitale operationale Resilienz im Finanzsektor) effizienter und effektiver zu erfüllen. In Betracht kommen etwa:

- **KI-basierte Risikobewertungstools:** Diese Tools können verwendet werden, um die IKT-Risiken (Informations- und Kommunikationstechnologie-Risiken) eines Finanzinstituts zu identifizieren und zu bewerten. Sie analysieren grosse Datenmengen, um Muster und Anomalien zu erkennen, die auf potenzielle Risiken hindeuten könnten.
- **KI-basierte Penetrationstests:** Diese Tests simulieren Cyberangriffe, um Schwachstellen in der IT-Infrastruktur eines Finanzinstituts zu finden. Die Ergebnisse der Tests können dann verwendet werden, um die Sicherheitsmassnahmen des Instituts zu verbessern.

DIE HERAUSFORDERUNGEN DER KI

Die Implementierung von KI-basierten Compliance-Lösungen bringt jedoch auch Herausforderungen mit sich. Eine der grössten Herausforderungen ist die Gewährleistung der ethischen Nutzung von KI. Da KI-Systeme auf Daten angewiesen sind, besteht das Risiko, dass sie unbewusste Vorurteile oder Diskriminierungen verstärken. Ohne ein fundiertes Verständnis ethischer Prinzipien können KI-Anwendungen zu verzerrten Ergebnissen und unfairen Praktiken führen. Unternehmen müssen deshalb sicherstellen, dass die von KI-Systemen getroffenen Entscheidungen transparent und nachvollziehbar sind – besonders in einem Bereich wie der Compliance, wo Fehlentscheidungen weitreichende Konsequenzen nach sich ziehen können.

Eine weitere Herausforderung betrifft die Verantwortlichkeit im gesamten Lebenszyklus von KI-Systemen. Fehlt es diesen Systemen an Transparenz und klarer Verantwortlichkeit, kann dies zu Bussgeldern und negativer öffentlicher Aufmerksamkeit führen, was das Vertrauen der Verbraucher erheblich beeinträchtigen könnte. Durch präzise Mechanismen zur Festlegung von Verantwortlichkeiten lassen sich Entscheidungsprozesse besser nachvollziehen und Fehler oder Verzerrungen in KI-Algorithmen korrigieren. Zudem kann sich aus strafrechtlicher Sicht weiterhin nur der Mensch strafbar machen, nicht jedoch ein KI-System.

Unzureichende Verfahren bei der Datensteuerung können zudem zu Datenschutzverstössen, Strafzahlungen und Rufschädigung führen. Ohne robuste Mechanismen für den Datenschutz und die Einhaltung von Datenschutzvorschriften besteht die Gefahr, dass Grundrechte verletzt werden und das Vertrauen in KI-Technologien erheblich untergraben wird.

DIE KI-VERORDNUNG

Im Kontext der Integration von KI in Compliance-Systeme ist die europäische KI-VO (Verordnung (EU) 2024/1689 vom 13. Juni 2024 zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz) von grosser Relevanz. Es handelt sich dabei um den ersten Rechtsrahmen für KI, der sich mit ihren Risiken befasst und Europa in die Lage versetzt, weltweit eine führende Rolle einzunehmen. Im Fürstentum Liechtenstein wird die KI-VO nach Übernahme in das EWR-Abkommen unmittelbar anwendbar sein. Wie im Rahmen eines gemeinsamen Workshops von digital-liechtenstein.li und der Stabsstelle für Finanzplatzinnovation und Digitalisierung am 27. Juni 2024 skizziert, sehen die voraussichtlichen Verfahrensschritte wie folgt aus: Geplant ist, dass 2025 die Beschlussfassung im Gemeinsamen EWR-Ausschuss erfolgt, 2025/2026 die Genehmigung durch die nationalen Parlamente und 2026 das Inkrafttreten in Norwegen, Island und

Liechtenstein. Die KI-VO bietet Personen, die KI entwickeln und betreiben, klare Anforderungen und Verpflichtungen in Bezug auf spezifische Anwendungen von KI. Gleichzeitig zielt die Verordnung darauf ab, den administrativen und finanziellen Aufwand für Unternehmen, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU), zu verringern.

Nach der Begriffsbestimmung in Art. 3 Z. 1 der KI-VO handelt es sich bei einem «KI-System» um «ein maschinen-gestütztes System, das für einen in unterschiedlichem Grade autonomen Betrieb ausgelegt ist und das nach seiner Betriebsaufnahme anpassungsfähig sein kann und das aus den erhaltenen Eingaben für explizite oder implizite Ziele ableitet, wie Ausgaben wie etwa Vorhersagen, Inhalte, Empfehlungen oder Entscheidungen erstellt werden, die physische oder virtuelle Umgebungen beeinflussen können.» Der weite Adressatenkreis erfasst nach Art. 2 Abs. 1 KI-VO beispielsweise Anbietende, die in der EU KI-Systeme in Verkehr bringen oder in Betrieb nehmen, oder KI-Modelle mit allgemeinem Verwendungszweck in Verkehr bringen, unabhängig davon, ob diese Anbietenden in der EU oder in einem Drittland niedergelassen sind (Bst. a). Ebenso umfasst werden Betreibende von KI-Systemen, die ihren Sitz in der EU haben oder sich in der EU befinden (Bst. b).

Die KI-VO verfolgt einen risikobasierten Ansatz, der KI-Systeme in vier Kategorien einteilt:

1. **Unannehmbares Risiko (Art. 5 KI-VO):** KI-Systeme, die als eindeutige Bedrohung für die Sicherheit, den Lebensunterhalt und die Rechte von Menschen angesehen werden, sind verboten. Dazu zählen Systeme, die das menschliche Verhalten manipulieren, um den freien Willen zu umgehen, Systeme, die Schwächen von Menschen ausnutzen, Social-Scoring-Systeme und Systeme für Predictive Policing. Ebenfalls verboten sind Systeme für ungezielte Gesichtserkennung und Emotionserkennung am Arbeitsplatz oder in Bildungseinrichtungen (ausser zu medizinischen oder sicherheitstechnischen Zwecken).
2. **Hochrisiko-Systeme:** KI-Systeme, die als hochrisikoreich eingestuft werden, umfassen unter anderem Anwendungen in kritischen Infrastrukturen (z.B. Verkehr), Sicherheitskomponenten von Produkten, wesentlichen Dienstleistungen, im Migrationsmanagement und in der Justizverwaltung. Diese Systeme unterliegen strengen Anforderungen wie einer angemessenen Risikobewertung, Protokollierung, umfassender Dokumentation und menschlicher Aufsicht.
3. **Begrenztes Risiko:** Systeme mit begrenztem Risiko betreffen vor allem Transparenzanforderungen. Menschen müssen darauf hingewiesen werden, wenn sie mit einer Maschine interagieren, wie etwa bei Chatbots. KI-generierte Inhalte müssen eindeutig als solche gekennzeichnet sein, um Täuschungen zu vermeiden. Besonders relevant ist dies betreffend sog. Deep Fakes.
4. **Minimales oder kein Risiko:** Die Verordnung gestattet die uneingeschränkte Verwendung von KI-Anwendungen mit minimalem oder keinem Risiko, beispielsweise in Bereichen wie Videospiele oder Spamfiltern. Viele der aktuell in der EU eingesetzten KI-Systeme gehören zu dieser Kategorie.

Die KI-VO ist am 1. August 2024 in Kraft getreten, jedoch ist die tatsächliche Anwendbarkeit der Vorgaben zeitlich gestaffelt. Während die Verbote für KI-Systeme mit unannehmbarem Risiko bereits sechs Monate nach Inkrafttreten gelten, werden die meisten Regelungen erst in zwei Jahren wirksam. Die Frist für die Vorgaben zu Hochrisiko-

KI-Systemen beträgt dagegen drei Jahre. Unternehmen müssen sich frühzeitig mit den rechtlichen Rahmenbedingungen vertraut machen, um sicherzustellen, dass ihre KI-Systeme rechtskonform sind. Auch die Umsetzung der KI-VO dürfte vielfältige Anforderungen an Unternehmen stellen, wie z.B. die strategische Entscheidung darüber, wer im Unternehmen für die Einhaltung der KI-Governance verantwortlich sein soll.

FAZIT

Die Integration von KI in Compliance-Prozesse bietet für den Finanzplatz Liechtenstein erhebliche Vorteile, insbesondere in Bezug auf Effizienz und Genauigkeit. Gleichzeitig müssen jedoch die ethischen Herausforderungen und die regulatorischen Anforderungen, wie sie in der KI-VO festgelegt sind, berücksichtigt werden. Nur durch eine verantwortungsvolle und transparente Nutzung von KI kann Liechtenstein seine Position als vertrauenswürdiger und regelkonformer Finanzplatz in einer zunehmend digitalisierten Welt weiter stärken.

Die KI-VO schreibt wichtige Standards für die Entwicklung, Anwendung und Nutzung von KI-Systemen vor. Um die Einhaltung dieser Anforderungen zu gewährleisten, müssen

Unternehmen umfassende und gut dokumentierte Richtlinien für die KI-Steuerung entwickeln, die sich an den in der KI-VO aufgestellten Grundsätzen orientieren. Ferner bedarf es eines klaren Rahmens für die KI-Steuerung, in den Compliance-Prozesse, Strategien für das Risikomanagement und Überwachungsmechanismen integriert sind. Dieser Rahmen sollte Transparenz, Verantwortlichkeit und eine ethische Entscheidungsfindung über den gesamten KI-Lebenszyklus hinweg ermöglichen und so das Vertrauen in eine verantwortungsvolle Weiterentwicklung der KI fördern. Unvermeidlich ist schliesslich die Schulung aller relevanten Interessensvertretungen über die Bestimmungen und Auswirkungen der Verordnung, einschliesslich der Bedeutung einer ethischen Entwicklung und Nutzung von KI sowie der Konsequenzen bei Nichteinhaltung.



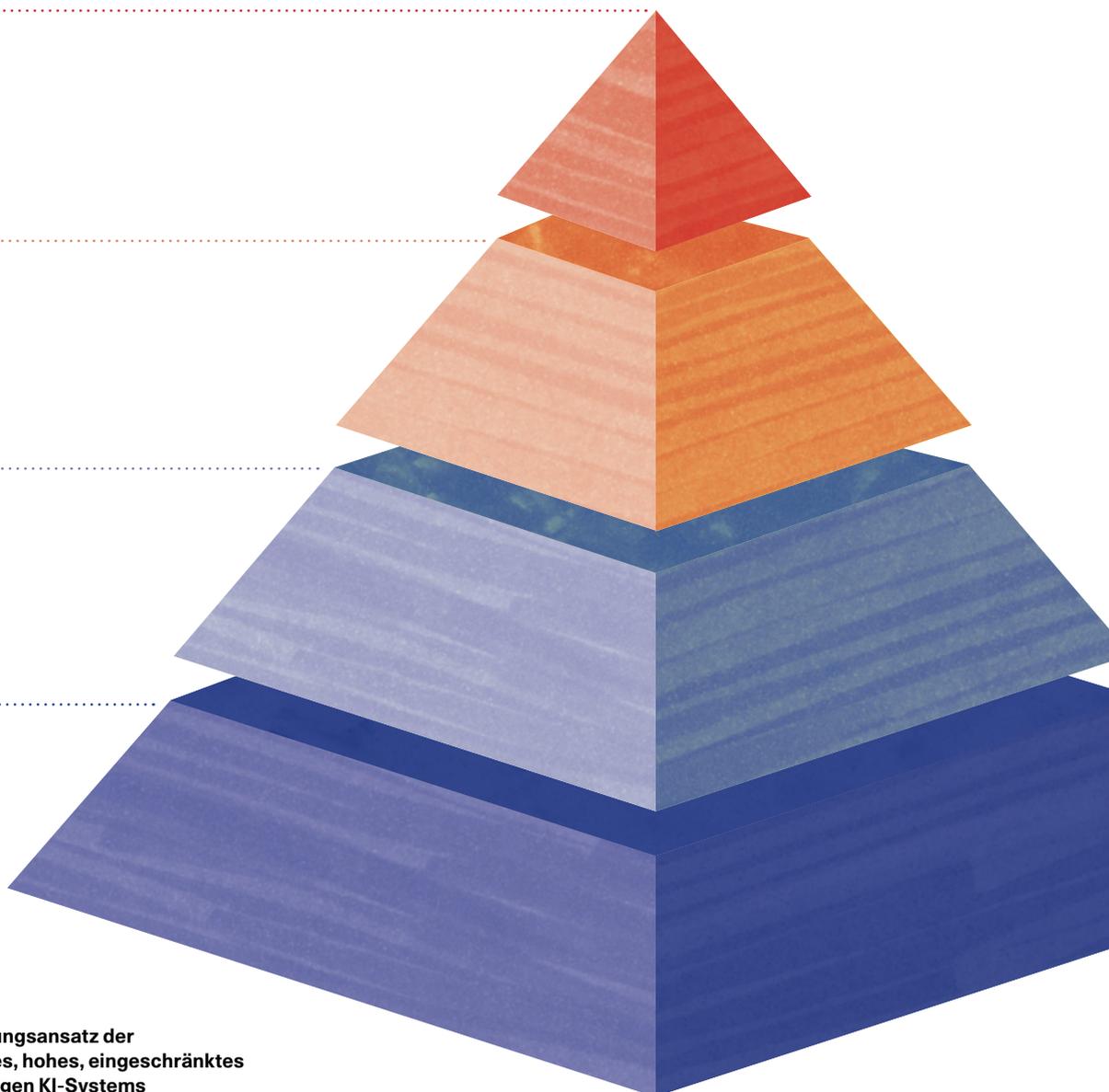
—
*Prof. Dr. Konstantina Papathanasiou, LL.M.
Professur für Wirtschaftsstrafrecht,
Compliance und Digitalisierung,
Liechtenstein Business Law School*

Unannehmbares Risiko

Hohes Risiko

Begrenztes Risiko

Minimales Risiko



Der risikobasierte Reglementierungsansatz der KI-Verordnung der EU: Verbotenes, hohes, eingeschränktes oder minimales Risiko des jeweiligen KI-Systems

ZUR KI-VERORDNUNG DER EU – Ein neuer «Golden Standard» oder ein «rechtliches Ungetüm»? Oder beides?

Die KI-Verordnung der EU, die im März 2024 vom Europäischen Parlament verabschiedet wurde, wird auch auf den EWR/EFTA-Staat Liechtenstein erhebliche Auswirkungen haben.

Wenn man den Einschätzungen aus aktuellen Berichten von Amnesty International Glauben schenken will, setzen zahlreiche Staaten weltweit bereits unregulierte KI-Systeme ein, um Ansprüche auf Sozialleistungen zu bewerten, öffentliche Räume zu überwachen und die Wahrscheinlichkeit zu ermitteln, dass jemand ein Verbrechen begeht. Diese technischen Systeme entscheiden dann gleichzeitig, ob Personen eine Wohnung, Sozialleistungen, Gesundheitsvorsorge und Bildung erhalten (oder nicht), oder sogar wegen einer Straftat angeklagt werden. 2021 dokumentierte Amnesty International etwa, wie ein von der niederländischen Steuerbehörde verwendetes KI-System rassistische Profile von Empfänger:innen von Kinderbetreuungsleistungen erstellte. Das KI-System, das betrügerische Leistungsanträge aufspüren sollte, bestrafte zu Unrecht Tausende von Eltern mit niedrigem Einkommen und Migrationshintergrund und stürzte sie in Schulden. Der niederländische Skandal muss dem EU-Gesetzgeber als Warnung dienen: Der Einsatz von KI-Systemen zum Zuspruch von grundlegenden Leistungen kann zu verheerenden Folgen für marginalisierte Gemeinschaften führen.

Doch wie steht es um die am 12. Juli 2024 im EU-Amtsblatt kundgemachte KI-Verordnung, die den Anspruch erhebt, die in der EU-Grundrechtecharta verankerten Rechte zu schützen und durch einen risikobasierten Ansatz den Ursachen für Risiken entgegenzuwirken? Ist die neue KI-Verordnung, die als «Text von Bedeutung für den EWR» auch für Liechtenstein Geltung erlangen soll, ein neuer «Golden Standard» oder ein «rechtliches Ungetüm»? Welche grundlegenden Vorschriften enthält die Verordnung? Welche Sanktionen sieht sie vor? Und wieso enthält die Verordnung keine Haftungsbestimmungen? Bevor sich dieser Artikel diesen Fragen widmet, sollen zunächst in aller Kürze einige Fakten zur Entstehungsgeschichte der KI-Verordnung genannt werden.

ENTSTEHUNGSGESCHICHTE

In ihrer Grundkonstruktion basiert die KI-Verordnung auf dem Kommissionsentwurf vom 21. April 2021, der im Rahmen des Gesetzgebungsprozesses der EU eine Reihe von Änderungen bzw. Einschränkungen erfuhr. Im Dezember 2023 wurde im Trilog-Verfahren zwischen den EU-Institutionen eine politische Einigung über die KI-Verordnung erreicht. Das Europäische Parlament nahm den überarbeiteten Entwurf am 13. März 2024 mit überwältigender Mehrheit an (mit 523 zu 46 Stimmen bei 49 Enthaltungen). Am 21. Mai 2024 erteilte auch der Rat der Europäischen Union der Verordnung seine Zustimmung. Nach dem Dafürhalten der EU stellt die Verordnung den «weltweit ersten umfassenden Rechtsrahmen für KI» dar. Die Verordnung wurde von den EU-Institutionen mit einigem Stolz präsentiert.

ERSTE REAKTIONEN

Ausserhalb Brüssels war das Echo verhaltener. So kritisierte die «Neue Zürcher Zeitung» den Verordnungsentwurf am 17. Dezember 2023 als «Regulierungsmonster». Tatsächlich umfasst die Verordnung in der amtlichen deutschen Fassung über 140 (kleingedruckte) Seiten. Die 113 Artikel der Verordnung mit ihren zahlreichen Verweisen auf andere Verordnungen sowie ihren 13 Anhängen wurden vom Berliner Rechtsprofessor Jürgen Ensthaler gar als «rechtliches Ungetüm» bezeichnet. Allein schon die 180 Erwägungsgründe der Verordnung haben Kommentarcharakter. Die KI-Verordnung erschliesst sich dem interessierten Laien alles andere als einfach. Wie die «Neue Zürcher Zeitung» richtig bemerkte, wird der absehbare Bürokratieschub vor allem der Compliance-Branche zugutekommen. Für die Unternehmen dürfte der Aufwand, um die Erfordernisse der neuen Verordnung zu erfüllen, mindestens so gross wie bei der Implementierung der EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) von 2016 sein.

REGELUNGSINSTRUMENT UND KOMPETENZ-GRUNDLAGE

Die KI-Verordnung stützt sich kompetenzrechtlich auf Art. 114 AEUV (Rechtsangleichung im Binnenmarkt) und Art. 16 AEUV (Datenschutz). Wie schon dem Kommissionsentwurf vom April 2021 zu entnehmen ist, soll durch die Festlegung harmonisierter Rechtsvorschriften, insbesondere bezüglich der Entwicklung, des Inverkehrbringens und des Einsatzes einschlägiger Produkte und Dienste, für ein reibungsloses Funktionieren des Binnenmarktes gesorgt werden. Es wurde das Rechtsinstrument einer Verordnung (und nicht einer Richtlinie) gewählt, um eine einheitliche Anwendung der neuen Rechtsvorschriften zu gewährleisten.

Dies gilt vor allem im Hinblick auf die Begriffsbestimmung für die KI, das Verbot bestimmter schädlicher Praktiken und die Einstufung der KI-Systeme. Die unmittelbare Anwendbarkeit einer Verordnung gemäss Art. 288 AEUV verringere die Gefahr einer Rechtsfragmentierung und erleichtere die Entwicklung eines Binnenmarktes für rechtmässige, sichere und vertrauenswürdige KI-Systeme – so die EU-Kommission. Im Wesentlichen geht es darum, dass nur sichere KI-Produkte auf den europäischen Markt gelangen. Deshalb handelt es sich bei der KI-Verordnung im Grunde um Produktsicherheitsrecht. Tatsächlich geht es aber nicht um ein Produkt an sich, sondern um ein Verbot von bestimmten Handlungen im Zusammenhang mit einem Produkt.



ANWENDUNGSBEREICH

Die Anwendbarkeit der KI-Verordnung setzt zum einen voraus, dass ein KI-System nach der Verordnung vorliegt, zum anderen, dass ein gewisser Unionsbezug besteht. Nach David Rosenthal ist der Geltungsbereich der KI-Verordnung aber in verschiedener Hinsicht alles andere als klar und er ist überaus breit definiert. Das zeigt sich insbesondere an der Begriffsbestimmung des «KI-Systems» in Art. 3 der KI-Verordnung. Demnach sind KI-Systeme teilautonome Systeme, die basierend auf maschinell und/oder menschlich bereitgestellten Daten und Eingaben darauf schliessen, wie man vorgegebene Ziele erreichen kann, um systemgenerierte Ergebnisse zu erstellen, wie etwa konkrete Empfehlungen, Entscheidungen oder Vorhersagen. Weiters müssen solche KI-Systeme Machine learning und/oder logik- und wissensbasierte Ansätze verwenden sowie die Umgebung beeinflussen, mit der sie interagieren. Somit sind selbst so banale Anwendungen wie eine Zeichenerkennung (OCR) in einem Leseprogramm oder der Einsatz eines Fingerabdrucksensors an einem Mobiltelefon KI-Systeme im Sinne der KI-Verordnung.

RISIKOBASIERTE EINSTUFUNG DER KI-SYSTEME

Den Kern der KI-Verordnung bildet die Einstufung der KI-Systeme nach ihrem Risiko (siehe die Abbildung auf Seite 18). KI-Systeme mit einem besonders hohen, unannehmbaren Risiko sind komplett verboten. Verboten ist etwa der Einsatz von unterschweligen, manipulativen oder täuschenden Techniken, um das Verhalten zu verzerren und die bewusste Meinungsfindung zu beeinträchtigen. Unrechtmässig ist ferner das Ausnutzen von Schwachstellen im Zusammenhang mit Alter, Behinderung oder sozioökonomischen Verhältnissen oder das soziale Scoring, also die Bewertung oder die Klassifizierung von Personen oder Gruppen aufgrund ihres Sozialverhaltens oder ihrer persönlichen Eigenschaften. Grundsätzlich unzulässig ist auch die Bewertung des Risikos, dass eine Person Straftaten begeht. Doch gibt es hier Ausnahmen. Ähnliches gilt für die biometrische Fernidentifizierung (RBI) in öffentlichen Räumen in Echtzeit für die Zwecke der Strafverfolgung. Ausnahmen sind hier vorgesehen bei der Suche nach vermissten Personen, Entführungsopfern und Opfern von Menschenhandel oder sexueller Ausbeutung, aber etwa auch zur Verhinderung eines vorhersehbaren terroristischen Angriffs. Eine weitere Ausnahme ist für die Identifizierung von Verdächtigen bei schweren Straftaten vorgesehen. Dazu werden z. B. Mord, Vergewaltigung, bewaffneter Raubüberfall, Drogen- und illegaler Wafhandel, organisierte oder Umweltkriminalität gezählt.

Zwar nicht verboten, aber stark reguliert sind die sogenannten Hochrisiko-KI-Systeme. Erfasst sind dabei Systeme, die ein hohes Risiko für die Gesundheit und die Sicherheit oder für die Grundrechte natürlicher Personen darstellen. Hochrisiko-KI-Systeme lassen sich in zwei Fallgruppen gliedern. Zum einen liegen Hochrisiko-KI-Systeme vor, wenn sie an sich schon ein hohes Risiko darstellen. Dazu gehören etwa KI-Systeme, die das Arbeitsverhältnis, grundlegende Versorgungsdienstleistungen, die Verwaltung und den Betrieb von kritischen Infrastrukturen, die Strafverfolgung oder das Migrations-, Asyl- und Grenzkontrollmanagement betreffen (Anhang III der Verordnung). Bei diesen Bereichen muss die Anwendung der KI in einer EU-Datenbank registriert werden. Die Kommission ist unter bestimmten Voraussetzungen befugt, die Liste in Anhang III zur Verordnung per Rechtsakt zu ergänzen bzw. anzupassen. In die zweite Fallgruppe gehören besonders sicherheitsrelevante Gebiete wie Kinderspielzeug, Luftfahrt, Fahrzeuge, medizinische Geräte oder Aufzüge. Hochrisiko-KI-Systeme müssen über ein Ri-

sikomanagementsystem, qualitativ hochwertige Daten, eine technische Dokumentation sowie über Genauigkeit, Robustheit und Cybersicherheit verfügen. Weiter gibt es Aufzeichnungs-, Transparenz- und Informationspflichten sowie die Pflicht, die Entwicklung von KI-Systemen durch Menschen zu überwachen. Für gewisse KI-Systeme besteht eine Registrierungspflicht in einer EU-Datenbank. Weitere Regelungen existieren für generative KI wie ChatGPT. Sie werden zwar nicht als risikoreich eingestuft, aber es muss offengelegt werden, dass die Ergebnisse durch KI geschaffen wurden. Auch muss das Urheberrecht eingehalten werden.

Dann regelt die KI-Verordnung Allzweck-KI-Systeme. Das sind Systeme, die nicht für einen bestimmten Zweck trainiert werden, sondern variabel genutzt werden können. Diese Systeme müssen ähnlichen Voraussetzungen wie Hochrisiko-KI-Systemen entsprechen, wenn sie potenziell hochrisikant sind. Ein typisches Beispiel für ein Allzweck-KI-System sind grosse generative KI-Modelle, die eine flexible Generierung von Inhalten ermöglichen, etwa in Gestalt von Text-, Audio-, Bild- oder Videoinhalten.

Die Basis der «Risiko-Pyramide» bilden schliesslich KI-Systeme, von denen nur ein minimales Risiko ausgeht und für die aufgrund dessen keine verpflichtenden Vorgaben gemacht werden. Beispiele hierfür bilden KI-gestützte Videospiele und (grundsätzlich) Spam-Filter.

PFLICHTEN AUS DER KI-VERORDNUNG

Die meisten Verpflichtungen treffen die Anbieter (Entwickler) von risikoreichen KI-Systemen. Erfasst sind alle, die beabsichtigen, solche Systeme in der EU in Verkehr zu bringen oder in Betrieb zu nehmen, unabhängig davon, ob sie in der EU oder in einem Drittstaat ansässig sind. Ebenso erfasst sind Anbieter aus Drittstaaten, bei denen der Output des Hochrisiko-KI-Systems in der EU verwendet wird. Durch diesen weit gefassten territorialen Anwendungsbereich wird die KI-Verordnung weltweit nur sehr schwer zu ignorieren sein. Kritisch wurde aber in diesem Zusammenhang vermerkt, dass diese Regelungen international nicht abgestimmt wurden.

Für Nutzer, Importeure, Händler etc. sieht die KI-Verordnung verringerte Pflichten vor. Sie bestehen im Wesentlichen aus Kontroll- und Überwachungspflichten.

ZIVILRECHTLICHE HAFTUNG FÜR VERSTÖSSE

Die KI-Verordnung enthält keine Haftungsregeln. Ein verschuldensabhängiges Haftungsregime für KI-Systeme enthält indessen der Entwurf einer EU-Richtlinie für KI-Haftung, welche auf die Pflichten und Definitionen der KI-Verordnung verweist. Als Besonderheiten enthält der Richtlinienentwurf über die KI-Haftung eine unwiderlegbare Kausalitätsvermutung für Schäden, die durch die Sorgfaltswidrigkeit im Zusammenhang mit einem KI-System entstanden sind, sowie eine Offenlegungspflicht für bestimmte Beweismittel. Beides soll die praktische Durchsetzung von Verletzungen der KI-Verordnung erleichtern. Der Richtlinienentwurf über die KI-Haftung enthält eine weitere, allerdings widerlegbare Vermutung. Kommt der Beklagte einer gerichtlich angeordneten Offenlegungspflicht nicht nach, wird vermutet, dass er gegen seine Sorgfaltspflichten verstossen hat, was natürlich bei der Prüfung des Schadenersatzanspruches zu seinem Nachteil ausschlägt.

Verschuldensunabhängige Haftungsregeln finden sich teilweise im Entwurf für eine neue Produkthaftungsrichtlinie. So sind die EU-Regelungen zur Künstlichen Intelligenz auf verschiedene Rechtsakte verteilt.

SANKTIONEN NACH DER KI-VERORDNUNG

Von grosser praktischer Relevanz für Unternehmen sind die potenziell hohen Geldbussen der KI-Verordnung, die sich am weltweiten Jahresumsatz des letzten Geschäftsjahres orientieren. Das abgestufte Bussensystem reicht von 7,5 Mio. Euro oder 1,5% des Jahresumsatzes bei falschen, unvollständigen oder irreführenden Angaben gegenüber den notifizierten Stellen oder den zuständigen nationalen Behörden bis zu 35 Mio. Euro oder 7% des Jahresumsatzes bei Verstössen gegen die Verbote bestimmter KI-Praktiken. Kleine und mittlere Unternehmen werden dabei in jedem Fall weniger streng bestraft. Aufgrund von Verstössen nach der EU-Datenschutz-Grundverordnung sind im Übrigen parallel zu den Sanktionen nach der KI-Verordnung weitere drastische Geldstrafen möglich.

NEUE BEHÖRDEN ERFORDERLICH

Neben dem bereits eingerichteten KI-Amt der EU werden nationale Behörden für die Durchsetzung der Verordnung in den EU-Mitgliedstaaten zuständig sein. Die EU-Mitgliedstaaten sollen eine notifizierende Stelle und eine Marktüberwachungsbehörde (oder eine Behörde mit beiden Funktionen) einrichten. Die Marktüberwachungsbehörde ist für die Durchsetzung und Sanktionierung der Verordnung verantwortlich. Natürliche und juristische Personen haben das Recht, sich bei der jeweiligen Marktüberwachungsbehörde über Verstösse gegen die KI-Verordnung zu beschweren.

INKRAFTTRETEN IN DER EU

Die KI-Verordnung wird in der EU 24 Monate nach ihrem Inkrafttreten am 1. August 2024 vollumfänglich anwendbar sein. Einige Teile der Verordnung werden schon früher wirksam sein. Beispielsweise gilt das Verbot von KI-Systemen, die unannehmbare Risiken darstellen, bereits sechs Monate nach Inkrafttreten der Verordnung. Andererseits hat man sich dazu entschieden, die Übergangsfrist für Hochrisiko-KI-Systeme auf 36 Monate zu verlängern.

RELEVANZ DER KI-VERORDNUNG FÜR LIECHTENSTEIN UND DIE ANDEREN EWR/EFTA-STAATEN?

Gemäss Art. 102 des EWR-Abkommens sind EWR-relevante Rechtsakte der EU sobald wie möglich nach deren Erlassung in der EU vom Gemeinsamen EWR-Ausschuss in die Anhänge des Abkommens zu übernehmen. Durch eine rasche Übernahme in den EWR-Acquis soll die Rechtssicherheit und die Homogenität des europäischen Binnenmarktes gewährleistet werden (die Rechtssicherheit und die Homogenität bilden zugleich die Übernahmekriterien im Sinne des EWR-Abkommens). Die schnelle Übernahme steht für die EWR/EFTA-Staaten Island, Norwegen und Liechtenstein im Vordergrund. Allerdings sehen sich die EWR/EFTA-Staaten bei der Übernahme von EU-Rechtsakten manchmal mit rechtlichen oder praktischen Schwierigkeiten konfrontiert. So unterscheiden sich die rechtlichen Vorgaben in diesen drei Staaten im Hinblick darauf, ob und wann ein EWR-Übernahmebeschluss dem jeweiligen nationalen Parlament zur Zustimmung vorgelegt werden muss. Von besonderer Bedeutung ist, dass Bestimmungen, die strafrechtliche Sanktionen verlangen, nicht in den Anwendungsbereich des EWR-Abkommens fallen. Hingegen gelten verwaltungsrechtliche Sanktionsvorgaben, wie sie bei der KI-Verordnung der EU vorliegen, unbestritten genauso für die EWR/EFTA-Staaten, sodass diese in ihrem jeweiligen nationalen Recht entsprechende Sanktionen vorzusehen haben. Das bedeutet aber nicht, dass die EWR/EFTA-Staaten keine gerichtlichen Strafbestimmungen bei Verstössen gegen die jewei-

ligen Rechtsakte statuieren können. Es liegt aber in diesen Fällen grundsätzlich im Ermessen des nationalen Gesetzgebers, verwaltungs- oder kriminalstrafrechtliche Bestimmungen zu erlassen. Die KI-Verordnung der EU sieht im Übrigen selbst vor, dass die Vorschriften über die Geldbussen in Abhängigkeit vom Rechtssystem des Mitgliedstaates, von den zuständigen nationalen Gerichten (oder von sonstigen Stellen) verhängt werden können.

Im Übrigen wird erst die Zukunft weisen, inwieweit die KI-Verordnung der EU vom Gemeinsamen EWR-Ausschuss für die Zwecke des EWR-Abkommens angepasst werden wird. Für Liechtenstein dürfte davon auszugehen sein, dass – wie in diesen Fällen üblich – ein begleitendes nationales Gesetz zur Implementierung der adaptierten KI-Verordnung verabschiedet werden wird. Der sich für den liechtensteinischen Banken- und Industriesektor ergebende Aufwand dürfte jedenfalls erheblich sein.

Wünschenswert wäre jedenfalls, dass sich in Liechtenstein KI-basierte Vorfälle, wie der eingangs erwähnte Skandal um Kinderbetreuungsleistungen in den Niederlanden, nicht ereignen. Prinzipiell problemträchtig ist auch der KI-Einsatz bei den heimischen Banken, nicht zuletzt im Zusammenhang mit der Bonitätsprüfung bei der Kreditvergabe.



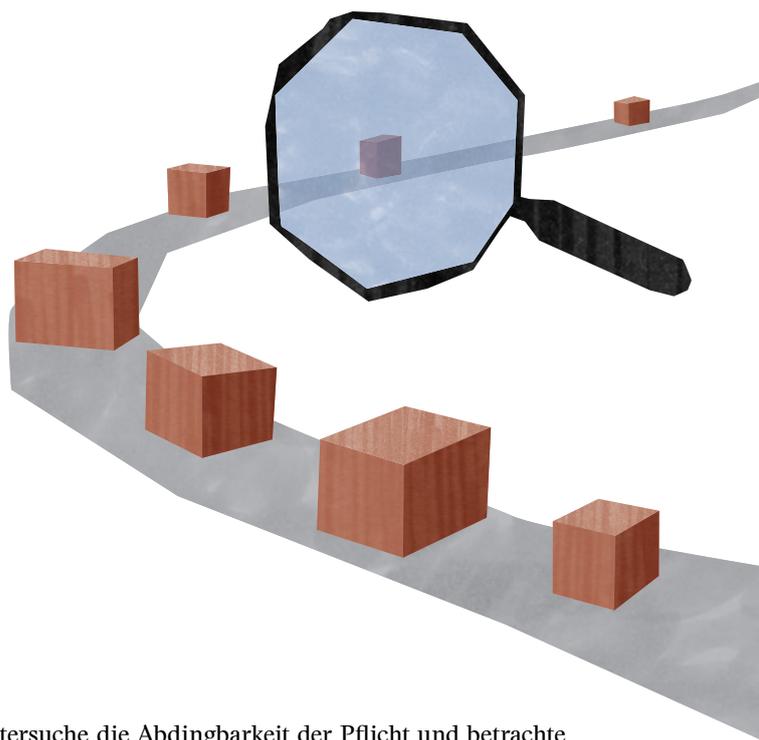
Mag. Lukas Ospelt,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter für Geschichte
und Recht am Liechtenstein-Institut

Literatur und Quellen (Stand: 23. August 2024)

- Ashkar Daniel, Schröder Christian, *Das Gesetz über künstliche Intelligenz der Europäischen Union (KI-Verordnung)*, in: *Betriebsberater* 15/2024, S. 771-779.
- Ensthaler Jürgen, *Künstliche Intelligenz – einige Gedanken zu den vorhandenen und geplanten Schutzmassnahmen*, in: *ITeR* 1/2024, S. 1-6.
- Herbst Fabian, *KI-Verordnung – die Regulierung Künstlicher Intelligenz*, in: *ecolex* 2023, S. 98-101.
- Neier Christina, Entner-Koch Andrea, *Herausforderungen im Rahmen des EWR-Übernahmeverfahrens*, in: *Andreas Th. Müller, Werner Schroeder (Hrsg.), 25 Jahre Europäischer Wirtschaftsraum. Ein Integrationszenarium auf dem Prüfstand (Europarecht Beiheft 1/2020)*, Baden-Baden 2020, S. 69-92.
- Palmstorfer Rainer, *Der AI Act: Europas Gesetz über Künstliche Intelligenz in den Startlöchern*, in: *jusIT* 1/2024, S. 1-5.
- Rosenthal David, *Der EU AI Act – Verordnung über künstliche Intelligenz*, in: *Jusletter* 5. August 2024.
- *Amtsblatt L 2024/1689 vom 12. Juli 2024*, S. 1.
- *Com (2021) 206 final*.
- *Com (2022) 495 final*.
- *Com (2022) 496 final*.
- *Offener Brief von Amnesty International und Algorithm Watch an die Bundesminister Marco Buschmann und Robert Habeck vom 28. September 2025*. <https://www.amnesty.de/sites/default/files/2025-09/Offener-Brief-Amnesty-Algorithm-Watch-Kuenstliche-Intelligenz-EU-Verordnung-Bundesminister-Buschmann-Habeck-September-2025.pdf>, abgerufen: 23. August 2024.
- <https://www.nzz.ch/wirtschaft/das-neue-ki-gesetz-der-eu-ist-ein-regulierungsmonster-ld.1770854>, abgerufen: 23. August 2024.
- <https://www.amnesty.at/news-events/eu-ki-verordnung-muss-gefahrliche-ki-gestuetzte-technologien-verbieten/>, abgerufen: 23. August 2024.
- <https://artificialintelligenceact.eu/de/high-level-summary/>, abgerufen: 23. August 2024.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND PRODUKTBEOBACHTUNGSPFLICHTEN AUS VERTRAG

Fragen der Verantwortung und Haftung für Systeme Künstlicher Intelligenz¹ sind Gegenstand einer intensiven rechtswissenschaftlichen Diskussion. KI kennt keinen «design freeze», sondern verändert sich aufgrund der Lernfähigkeit und Autonomie nach dem Inverkehrbringen. Der Pflicht zur Produktbeobachtung kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu.



Zech² verweist im Gutachten zum 73. Deutschen Juristentag auf die besondere Rolle der Produktbeobachtungspflicht. Diese resultiert aus den Merkmalen der KI wie Komplexität, Autonomie und Undurchsichtigkeit («Black-Box») und bei selbstlernenden Systemen daraus, dass sich das Verhalten der Vorhersehbarkeit entzieht. Die Produktbeobachtungspflicht fungiert so als Korrektiv.

Die Pflicht wird als Fallgruppe der den Hersteller treffenden deliktischen Produkt- oder Produzentenhaftung auf Grundlage von § 823 I BGB thematisiert. Es wird die These vertreten, dass eine Produktbeobachtungspflicht nur als deliktische zu begründen sei. Ziel der von Prof. Dr. Gruber (Universität Giessen) betreuten Dissertation ist es zu untersuchen, ob und mit welchen Inhalten sich Produktbeobachtungspflichten in Bezug auf KI aus Vertrag ergeben. Die Existenz einer solchen vertraglichen Pflicht ist für die Rechtsanwendung zentral.

Nach einer Erläuterung von Begriffen sowie technischen und wirtschaftlichen Zusammenhängen untersuche ich Produktbeobachtungspflichten aus Vertrag und einer quasivertraglichen Rechtsbeziehung, insbesondere aus einer Sonderverbindung «Vertrauen in komplexe Technik». Mit Bezug zur KI erörtere ich den Anwendungsbereich des Titels «Verträge über digitale Produkte» im BGB unter Herausarbeitung der Kollisionsnormen für relevante Vertragsbeziehungen und Vertragspartner (Unternehmer/Verbraucher).

Ich untersuche die Abdingbarkeit der Pflicht und betrachte Lieferketten. Im Ergebnis vertrete ich die Ansicht, dass eine Produktbeobachtungspflicht aus einer Aktualisierungs- und Erhaltungspflicht und der Rücksichtspflicht nach § 241 II BGB hergeleitet werden kann.

Im Folgenden werden Inhalt und Reichweite von gefahrerkennenden Produktbeobachtungspflichten und gefahrsteuernden Reaktionspflichten sowie deren Grenzen in rechtlicher und technischer Hinsicht bestimmt. Ein abschliessendes Kapitel behandelt Produktbeobachtungspflichten im europäischen Kontext im Hinblick auf die KI-VO und die EU-Produkthaftungsrichtlinie.



*Markus Kühnlein
Notar, Wirtschaftsjurist (Universität Bayreuth),
Doktorand an der Privaten Universität im
Fürstentum Liechtenstein (UFL)*

Fussnoten

- ¹ Russell S, Norvig P. *Künstliche Intelligenz. Ein moderner Ansatz*. 4. Auflage, München 2025.
- ² Zech H. *Entscheidungen digitaler autonomer Systeme: Empfehlen sich Regelungen zu Verantwortung und Haftung? Gutachten A zum 73. Deutschen Juristentag Hamburg 2020/Bonn 2022*. München 2020.

WICHTIG, ABER GEFÄHRDET: Medienvielfalt und Qualität im Journalismus

Mit Sachkenntnis geführte Interviews, Reportagen über interessante Persönlichkeiten, Hintergrundberichte über wirtschaftliche Entwicklungen oder Konflikte, verständlich erklärte neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft – all dies und noch viel mehr bereichert den Alltag von Zeitungslesern und kann Fernsehzuschauerinnen auf neue Ideen bringen. Guter Journalismus ermöglicht zudem die politische Diskussion und schaut Mächtigen auf die Finger.

Im Folgenden wird ausgeführt, welche Veränderungen die digitale Revolution für die Medien darstellt. Den liechtensteinischen Medienschaffenden stehen zusätzlichen Herausforderungen gegenüber. Diese sollen hier erörtert werden. Anschliessend werden verschiedene Vorschläge zur Bewahrung der Medienvielfalt und der Qualität des Journalismus dargestellt.

HERAUSFORDERUNGEN FÜR ALLE MEDIEN

Viele aktuelle Herausforderungen für die Medien sind auf diejenigen Entwicklungen zurückzuführen, die mit dem Stichwort «digitale Revolution» zusammengefasst werden. Vereinfacht gesagt, ist damit gemeint, dass jeder Inhalt über jeden Kanal verbreitet werden kann, also gedruckt, gesprochen oder mit bewegtem Bild. Gattungen und Formate lösen sich dabei auf. Der Konsum erfolgt orts- und zeitunabhängig und immer individualisierter. Zu den Folgen dieser Veränderungen gehört, dass Werbung auf ausländische Plattformen wie Google oder YouTube abwandert und – nicht nur jüngere – Nutzerinnen und Nutzer Informationen und Unterhaltung oft nur noch in den sozialen Medien suchen.

Gut aufbereitete Beiträge können selbstverständlich auch auf einer solchen Plattform auf Interesse stossen. Allerdings besteht für das Medienunternehmen, das die Inhalte recherchiert und attraktiv gestaltet hat, kaum eine Möglichkeit, von den Klicks zu profitieren. Klicks zählen nur dann als Währung, wenn mit ihnen Beiträge von der Website oder einer App des Medienunternehmens abgerufen werden. Nur in diesem Fall wird der Online-Auftritt des Mediums für Werbung attraktiv. Selbst wenn Nutzer von TikTok, Instagram etc. bei einem Video, das ihnen von Kolleginnen weitergeleitet worden ist, realisieren, von welchem Medium es hergestellt wurde, profitiert das Medienunternehmen finanziell nicht davon, weil sich die Filmchen losgelöst von der Präsentation auf der Website des Medienunternehmens verbreitet haben, auf der Inserate präsentiert werden könnten. Dies ist gemeint mit dem in Abbildung 1 verwendeten Begriff «Entbündelung der Inhalte von der Originalumgebung». Dazu kommt, dass bei vielen Menschen wegen der gratis zur Verfügung stehenden digitalen Angebote die Bereitschaft sinkt, für ein Zeitungsabonnement oder für online verbreitete Informationen zu bezahlen.



Medienverantwortliche und Fachleute machen sich schon seit Längerem Gedanken, wie Medienvielfalt und die Qualität des Journalismus trotz dieser Entwicklungen gewährleistet werden können (siehe für die Schweiz vor allem Bundesrat, Strategie, und EMEK, Zukunft). Die Möglichkeiten, die Medienvielfalt in Liechtenstein zu bewahren, wurden 2019 von Manuel Puppis und Etienne Bürdel analysiert. Die beiden Medienwissenschaftler empfahlen, das duale System beizubehalten, also am liechtensteinischen Rundfunk LRF als öffentliches Unternehmen festzuhalten und weiterhin gleichzeitig private Medien zu unterstützen. Da die vom Medienförderungsgesetz (MFG) gewährte Förderung bereits unabhängig von der technischen Verbreitungsform erfolgt, sprachen sich Puppis und Bürdel gegen grundsätzliche Änderungen am System aus. Anders sehen dies Arthur Gassner und Reinhard Walser in ihrer Stellungnahme vom September 2023 zur laufenden MFG-Revision. Ihr Vorschlag lautet, eine öffentlich-rechtliche Medienagentur mit einem abendfüllenden TV-Programm und einen Online-Kanal für Informationen verschiedenster Art zu schaffen. Zudem solle das Land mit dem Vaduzer Medienhaus AG eine Leistungsvereinbarung schliessen. In dieser würde sich das Medienhaus – so Gassner und Walser – verpflichten, das «Liechtensteiner Vaterland» zu einer Forumszeitung umzugestalten, die alle Meinungen aufgreifen müsste. Die Liechtensteiner Stimmberechtigten sprachen sich am 27. Oktober 2024 für die Aufhebung des Gesetzes über den Liechtensteiner Rundfunk (LRF) aus, ohne dass im Zeitpunkt des Urnengangs ein Konzept für die Auflösung des öffentlich-rechtlich organisierten Radio Liechtenstein oder für eine Umwandlung des LRF in ein privates Unternehmen vorlag.

Wegen dieses Volksentscheids wird nun (Stand 28. Oktober 2024) überlegt, ob es sinnvoll ist, die im Herbst 2023 aufgegleiste Revision des MFG wie ursprünglich vorgesehen im Dezember 2024 dem Landtag zur zweiten Lesung vorzulegen. Diese Revision des MFG – die erste Lesung von BuA Nr. 46/2024 nahm der Landtag am 13. Juni 2024 vor – strebt nämlich weder eine tiefgreifende Neuausrichtung an noch war sie dazu gedacht, den Betrieb eines privatisierten Radiounternehmens zu ermöglichen. Vielmehr soll sie Justierungen vornehmen. Diese drängen sich vor allem deshalb auf, weil seit dem Verlust des «Liechtensteiner Volksblatts» nur noch eine Tageszeitung erscheint, das «Vaterland». Zur Wahrung der Medienvielfalt sollen gemäss BuA Nr. 46/2024 die Förderbedingungen für kleine Medienunternehmen verbessert werden. Zudem wird eine Anschubfinanzierung in Form eines zinslosen Darlehens vorgesehen. Finanzielle Hilfe für innovative Ideen und für die Entwicklung elektronischer Angebote kann sinnvoll sein. Wegen des schrumpfenden Werbekuchens und der sinkenden Anzahl Haushalte, die regelmässig für journalistische Leistungen bezahlen, werden diese Massnahmen längerfristig jedoch kaum ausreichen.

BESONDERE HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE LIECHTENSTEINISCHEN MEDIEN

Anders als die grossen ausländischen Medienhäuser sehen sich die Liechtensteiner Medien zusätzlichen Herausforderungen gegenüber, wie aus Abbildung 2 hervorgeht. In einem Kleinststaat können Journalistinnen und Journalisten für Informationen zum Land nicht auf Meldungen von Agenturen (wie Keystone-SDA in der Schweiz) zurückgreifen. Zudem stehen nicht zu jedem aus gesellschaftlicher, politischer



Abbildung 2: Besondere Herausforderungen für die Medien in Liechtenstein.

Grafik: P. Schiess

oder wirtschaftlicher Sicht relevanten Thema Expertinnen und Experten für Auskünfte zur Verfügung. Zu verschiedenen Themen gibt es noch keine Verbände, deren Ansichten abgefragt werden könnten. Zugleich ist das Themenspektrum sehr breit. Um die Entwicklungen in Liechtenstein verständlich darstellen und einordnen zu können, braucht es z.B. Kenntnisse über die Entwicklungen im EWR und in der EU, über die internationalen Verflechtungen des Finanzplatzes oder über Entwicklungen in den Absatzmärkten der heimischen Industrie. Selbstverständlich ist auch ein fundiertes Wissen über Liechtensteins Geschichte nützlich.

Gerade die Berichterstattung über undurchsichtige wirtschaftliche Beziehungen birgt für Medienschaffende Gefahren. Sie müssen sich mitunter wegen missbräuchlicher Klagen vor Gericht verantworten. Journalisten – und vor allem Journalistinnen – werden zudem nicht selten Opfer von Hass und Drohungen, insbesondere im Netz. In der Schweiz werden deshalb mit dem Nationalen Aktionsplan «Sicherheit von Medienschaffenden» Massnahmen zur besseren Unterstützung der Betroffenen angestossen (siehe BAKOM, Sicherheit). Wenn liechtensteinische Journalistinnen und Journalisten Beratung brauchen, benötigen sie Auskunft zum liechtensteinischen Recht. Für ihre Berufskollegen im Ausland zusammengetragene Informationen und ausländische Anlaufstellen helfen ihnen nur bedingt.

Neben diesen Gefahren, welche alle Medienschaffenden betreffen, sehen sich Liechtensteins Journalistinnen und Journalisten mit den Gegebenheiten konfrontiert, die den Lokaljournalismus überall herausfordern. Etwas salopp formuliert: «Alle kennen alle und wissen alles besser.» Sich in der Freizeit zurückziehen und Angehörige aus allfälligen Meinungsverschiedenheiten herauszuhalten, ist schwierig.

UNTERSTÜTZUNG DER JOURNALISTISCHEN ARBEIT

Aus den soeben genannten Gründen und auch wegen des mit Blick auf die Arbeitszeiten verhältnismässig tiefen Lohnes ist es nicht einfach, erfahrene Medienschaffende im Beruf zu halten. Verlassen sie ihre Stelle, geht der betreffenden Redaktion wertvolles Wissen verloren. Prüfwert scheinen deshalb die Vorschläge, welche eine Gruppe von aktiven und ehemaligen liechtensteinischen Journalisten in ihrer Stellungnahme vom September 2023 zur MFG-Revision unterbreitete. Sie regten an, bei der Unterstützung der Medienunternehmen nicht wie bisher von Durchschnittslöhnen auszugehen, sondern bei der Bemessung der Höhe der Abgeltung der Erfahrung der einzelnen Journalistinnen und Journalisten Rechnung zu tragen und dabei auch zu berücksichtigen, wenn diese über eine einschlägige Ausbildung verfügen und sich regelmässig weiterbilden.

Die Eidgenössische Medienkommission EMEK schlug die Bildung eines Recherchefonds vor. Er könnte kostspielige investigative Recherchen fördern sowie Reportagen zu Themen, die im öffentlichen Interesse liegen (EMEK, Zukunft, S. 10). Die konkrete Ausgestaltung müsste allerdings sorgfältig vorgenommen werden. Bei jeder Vergabe von Geldern durch staatliche Stellen ist darauf zu achten, dass diese keinen Einfluss auf die Inhalte nehmen können. Überdies müssten die Gesuche vertraulich behandelt werden.

In der Schweiz liegen viele innovative Vorschläge zur Unterstützung der journalistischen Arbeit auf dem Tisch. Es ist aber ungewiss, ob und falls ja, wann welche umgesetzt werden. Für Liechtenstein könnte es sich deshalb empfehlen, die Zusammenarbeit mit privaten Unterstützern zu suchen, wie z.B. mit dem von Stiftungen getragenen «Media Forward

Fund». Er widmet sich der Förderung von Medienvielfalt in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

WAHRUNG DER MEDIENVIELFALT

Mit dem MFG soll nicht nur die Qualität der Medien gefördert werden, sondern auch Vielfalt erhalten bleiben. Diese Ziele verfolgten auch die Regierung und der Landtag, indem sie sich für das Fortbestehen des liechtensteinischen Rundfunks LRF einsetzten. Radio Liechtenstein war per Gesetz zu qualitativ guten Leistungen verpflichtet. In der Volksabstimmung wurde nun aber – wie bereits gesagt – dieses Gesetz (das LRFG) auf den 31. Dezember 2025 aufgehoben.

Das MFG steht im Dienste des externen Pluralismus: Die gestützt auf das MFG ausgeschütteten Beträge sollen dazu beitragen, dass es mehrere private Medienunternehmen mit unterschiedlicher Ausrichtung gibt. Sie sollen über das Geschehen im Land berichten und das Gebaren von Politik, Wirtschaft und weiteren mächtigen Akteuren kritisch verfolgen. Demgegenüber wurde von Radio Liechtenstein Binnenpluralismus eingefordert: Das Radio wurde im Programmauftrag verpflichtet, objektiv und umfassend zu informieren und die Vielfalt der angetroffenen Meinungen wiederzugeben. Solche unterschiedlich weit gehenden Aufträge an private Medien und öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalten finden sich überall in Europa.

Dass sich viele Menschen gleichzeitig mit denselben Themen und Meinungen auseinandersetzen, ist gemäss dem Kommunikationswissenschaftler Christoph Neuberger eine Voraussetzung dafür, dass Öffentlichkeit entsteht und Diskussionen geführt werden. Kann sich die Bevölkerung hierzu aus unterschiedlichen Quellen informieren, bereichert dies den Dialog. Aufgabe der Journalistinnen und Journalisten ist es deshalb, relevante Themen zu erkennen und so zu verbreiten, dass sie von einem breiteren Kreis öffentlich erörtert werden können. Dies ist bedeutend schwieriger geworden, seit nicht mehr in jedem Briefkasten eine Tageszeitung liegt und viele Menschen weder die Mittagsnachrichten hören noch am Abend vor dem Fernseher sitzen.



Prof. Dr. iur. Patricia M. Schiess Rütimann,
Forschungsbeauftragte Recht
am Liechtenstein-Institut

Quellen

- BuA Nr. 46/2024: Bericht und Antrag betreffend die Abänderung des Medienförderungsgesetzes (MFG)
- Die externen Stellungnahmen von Gassner/Walser und der Gruppe liechtensteinischer Journalisten zur MFG-Revision sind abrufbar unter: <https://www.llv.li/de/landesverwaltung/stabsstelle-regierungskanzlei/externestellungnahmen-zu-vernehmlassungen>
- BAKOM (Bundesamt für Kommunikation), Sicherheit von Medienschaffenden in der Schweiz, Nationaler Aktionsplan 2023–2027, 3. Mai 2023
- Bericht des Bundesrats vom 21. Februar 2024 in Erfüllung des Postulats Christ 21.5781 «Strategie für eine zukunftsgerichtete Medienförderung jetzt aufgleisen»
- EMEK (Eidgenössische Medienkommission), Zukunft der Schweizer Medienförderung. Impulse für eine technologieneutrale Unterstützung privater journalistischer Angebote, 10. Januar 2023
- Neuberger, Christoph, Mehr als eine Verlegenheits- und Verteidigungsformel: Medienvielfalt und ihre Grenzen, MedienWirtschaft, Perspektiven der digitalen Transformation 1/2023, S. 7–11
- Puppis, Manuel/Bürdel, Etienne, Ansätze zur künftigen Ausgestaltung der Medienförderung in Liechtenstein. Bericht zuhanden der Regierung des Fürstentums Liechtenstein, April 2019, veröffentlicht als Anhang zu BuA Nr. 66/2019

NEUARTIGE ANSÄTZE ZUR FRÜHERKENNUNG VON (PRÄ-)DIABETES: Ein Liechtensteiner Forschungsprojekt

Aktuelle Statistiken der International Diabetes Foundation zeigen, dass weltweit 537 Millionen Menschen im Alter zwischen 20 und 70 Jahren an Diabetes leiden. Prognosen folgend ist bis 2045 jede:r achte Erwachsene an Diabetes erkrankt (Anstieg von 46%). Über ein Drittel (36%) der Menschen mit Diabetes im Alter von 20 bis 79 Jahren ist unentdeckt, was diese Menschen einem höheren Risiko für schwerwiegende Komplikationen aussetzt.

Diabetes mellitus (kurz: Diabetes) ist eine Stoffwechselerkrankung und gehört zu den häufigsten nicht-übertragbaren Krankheiten weltweit. Zucker wird aus der Nahrung im Darm aufgenommen, gelangt ins Blut und wird mithilfe von Insulin in die Zellen transportiert, wo er als Energiequelle dient. Insulin, das in der Bauchspeicheldrüse produziert wird, reguliert den Blutzuckerspiegel. Bei Diabetes kann entweder die Insulinproduktion gestört sein oder die Zellen entwickeln eine Resistenz gegenüber dem Insulin und dessen Wirkung, was zu überhöhtem Blutzucker führt und unbehandelt Folgeerkrankungen verursachen kann. Es gibt unterschiedliche Arten von Diabetes. Während Typ 1 eine Autoimmunerkrankung ist, wird Typ 2 auf verschiedene Faktoren wie Lebensstil und genetische Disposition zurückgeführt. Bevor es zur Ausprägung eines Typ-2-Diabetes kommt, entwickelt sich zunächst ein Vorstadium, der sogenannte Prädiabetes. Durch entsprechende Lebensstiländerungen (z.B. Ernährungsumstellung, Bewegungserhöhung etc.) kann die Entwicklung eines Typ-2-Diabetes verhindert oder verlangsamt werden. Lebensstilanpassungen stellen somit einen wichtigen Pfeiler der Diabetestherapie dar.

Heutzutage erfolgt die Diagnose von (Prä-)Diabetes meist durch die Bestimmung des HbA1c-Wertes (auch Glykohämoglobin), der ein Mass dafür ist, wieviel Glukose an das Hämoglobin in den roten Blutkörperchen gebunden ist und der den durchschnittlichen Blutzuckerspiegel der letzten drei Monate widerspiegelt. Ein HbA1c-Wert zwischen 5,7 und 6,4% weist auf Prädiabetes hin, während ein Wert von 6,5% oder höher auf Diabetes hindeutet. Diese Diagnose erfordert einen Bluttest und bislang gibt es keine nicht-invasive Methode zur Diagnose von Prädiabetes.

In der Schweiz leben rund eine halbe Million Menschen mit einer Diabeteserkrankung. Die Prävalenz von Prädiabetes wird auf über 30% geschätzt und die Mehrheit dieser Menschen wird im Laufe ihres Lebens voraussichtlich an Typ-2-Diabetes erkranken.

Die Prävalenz von Prädiabetes in Liechtenstein wurde in der GAPP-Kohorte untersucht. Die GAPP-Studie (Genetic and Phenotypic Determinants of Blood Pressure and other Cardiovascular Risk Factors) rekrutierte 2'200 Liech-

tensteiner:innen im Alter zwischen 21 und 45 (2010–2013). Nach Ausschluss von Personen mit einer bekannten Diabetesdiagnose betrug die Prävalenz von Prädiabetes (basierend auf einer HbA1c-Messung) 30.9% (Männer: 36.8%; Frauen: 25.8%).

WEARABLE DEVICES: EIN POTENZIAL FÜR DIE DIABETES-FRÜHERKENNUNG

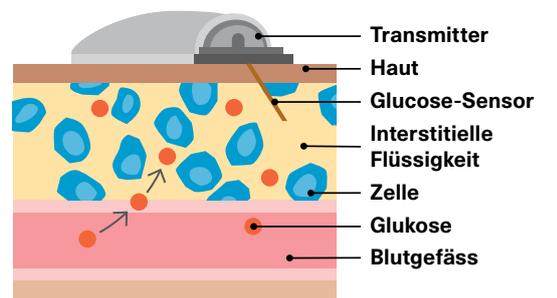
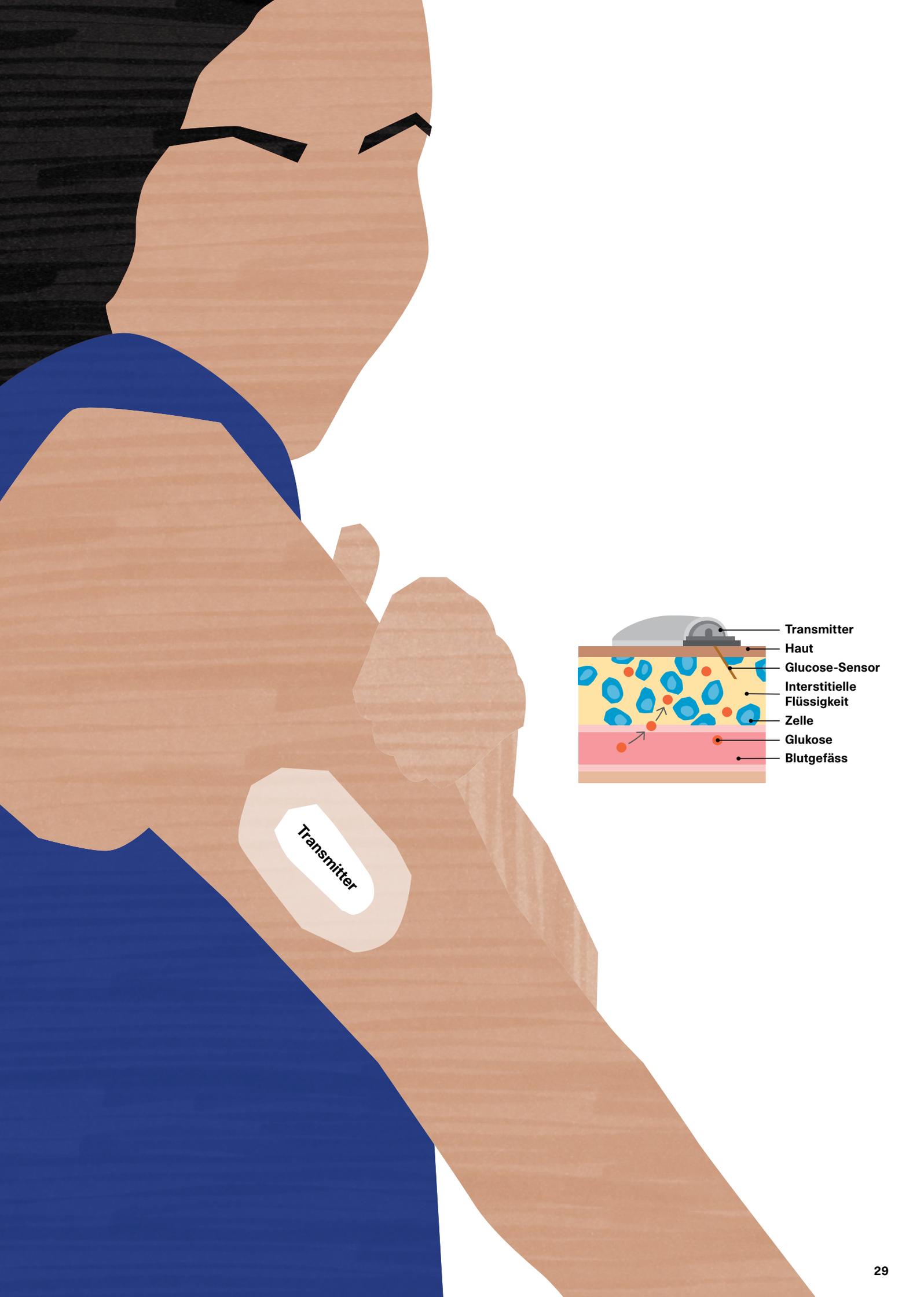
Der Einsatz von Wearables, also tragbaren Geräten, die Veränderungen in körperlichen Parametern erkennen können, nimmt laufend zu. Die Covid-19-Pandemie hat gezeigt, dass Wearables in Kombination mit Künstlicher Intelligenz vielversprechende Methoden zur Früherkennung von Krankheiten bieten. Diese Methode könnte auch für eine frühzeitige (Prä-)Diabetes-Erkennung eingesetzt werden. Das Hauptziel dieses Projekts ist es, Muster physiologischer Parameter zu identifizieren, die Menschen mit Prädiabetes von gesunden Personen unterscheiden.

STUDIENKONZEPT

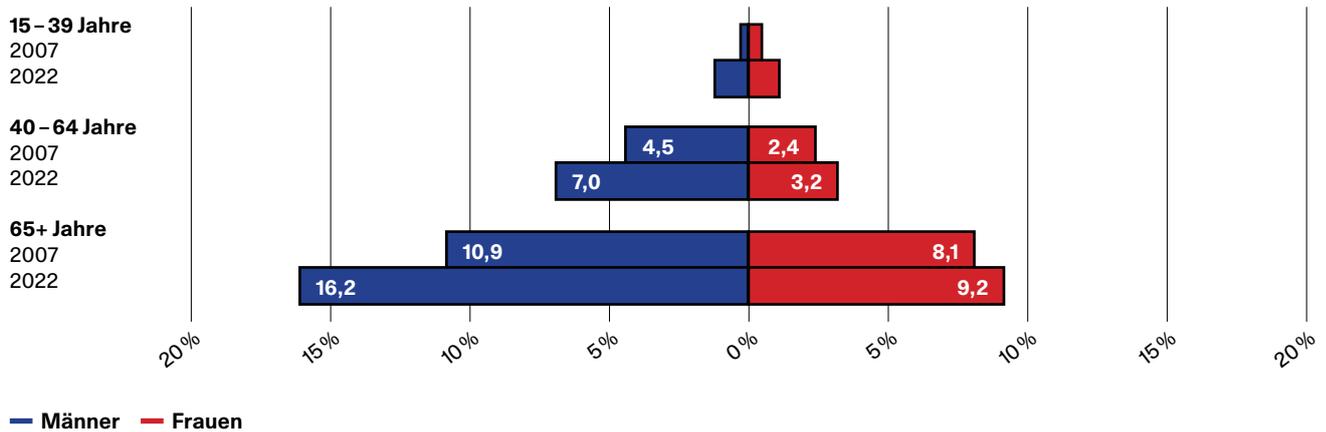
Die Studie wird im Rahmen der bestehenden GAPP-Studie durchgeführt. Die Teilnehmer:innen müssen bestimmte Kriterien erfüllen, um mitmachen zu können. Die Rekrutierung erfolgt während des regulären Studienbetrugs. Biomarker der glykämischen Kontrolle, wie HbA1c und Nüchternblutzucker, werden am ersten Tag der Beobachtungsperiode gesammelt und analysiert. Die Teilnehmer:innen tragen ein kommerzielles Wearable (Oura-Ring) zur Erfassung verschiedenster physiologischer Parameter sowie ein kontinuierliches Glukoseüberwachungssystem (Dexcom G7) über den 20-tägigen Studienzeitraum.

DIABETES-FRÜHERKENNUNG REVOLUTIONIEREN

Neue Biomarker zu finden und nicht-invasive Screening-Methoden zu entwickeln, könnte die Diagnose und Behandlung von Prädiabetes verändern. Durch die Kombination der Daten aus Wearables und Glukoseüberwachungssystemen hoffen wir, Zusammenhänge zwischen bestimmten Körperdaten und Blutzuckerschwankungen zu finden. Dadurch könnten Menschen mit Prädiabetes früher und genauer er-



BEVÖLKERUNG AB 15 JAHREN IN PRIVATHAUSHALTEN



Quelle: BFS – Schweizerische Gesundheitsbefragung (SGB)

kannt und behandelt werden, was ihr Risiko, im Verlauf an einem Typ-2-Diabetes zu erkranken, deutlich senken würde.

Diese Forschung könnte wegweisend sein und die Rolle von Wearables in der personalisierten Gesundheitsüberwachung und Krankheitsprävention weiter stärken.

Dieses Forschungsprojekt entstand durch eine Zusammenarbeit zwischen GAPP und dem Diabetes Center Berne. Das Diabetes Center Berne ist eine private, unabhängige Schweizer Stiftung, die 2017 von Willy Michel mit dem Ziel gegründet wurde, das Leben mit Diabetes zu erleichtern. www.dcberne.com/de/

Das Forschungsprojekt wird durch die Fondation Sana unterstützt.



*Dr. sc. med. Kirsten Grossmann
Mitarbeiterin Institutsleitung am Institut für Labormedizin der Privaten Universität im Fürstentum Liechtenstein (UFL), Studienkoordinatorin GAPP-Studie, Labor Dr. Risch*



*Stefanie Hossmann
Clinical Research Scientist am Diabetes Center Berne, Bern, Schweiz*



*Dr. sc. nat. Martina Rothenbühler
Scientific Program Manager am Diabetes Center Berne, Bern, Schweiz*



*PD Dr. med. Thomas Züger
Chefarzt Endokrinologie und Diabetologie, Kantonsspital Olten, Schweiz*



*Prof. Dr. Lorenz Risch
Institutsleitung am Institut für Labormedizin der Privaten Universität im Fürstentum Liechtenstein (UFL)*

Referenzen

- International Diabetes Federation. *Facts & Figures, International Diabetes Federation* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jul 2]. Available from: <https://idf.org/about-diabetes/diabetes-facts-figures/>
- Fürst T, Probst-Hensch N. *Diabetes Mellitus Krankheitslast und Versorgung in der Schweiz* [Internet]. Schweizerisches Gesundheitsobservatorium (OBSAN). 2020. 1–125 p. Available from: https://www.obsan.admin.ch/sites/default/files/publications/2020/obsan_10_2020_bericht.pdf
- J. Blum, S. Aeschbacher, T. Schoen, K. Pumpol, M. Risch, L. Risch DC. *Prevalence of prediabetes in healthy adults using hemoglobin A1c versus fasting plasma glucose - The GAPP study.* *Eur Heart J* [Internet]. Volume 34(Issue suppl_1, 1):P4290,. Available from: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehf509.P4290>

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ FÜR DEN WIEDER- AUFBAU VON KULTURGÜTERN am Beispiel der Rekonstruktionsfrage von Schloss Vaduz

Das Interesse an der Frage, wie bauliche Überreste und Ruinen in ihrem Originalzustand ausgesehen haben mögen, ist vermutlich so alt wie die Architektur selbst.

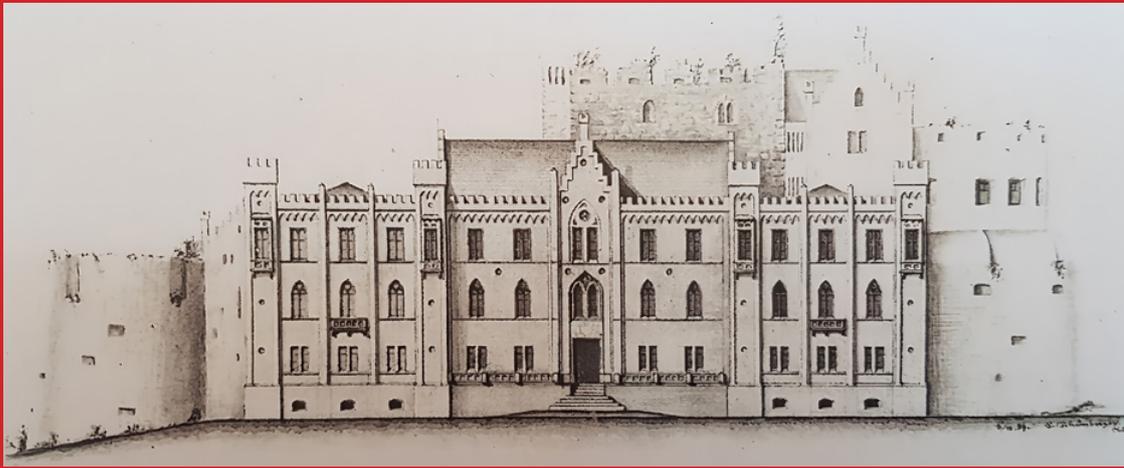


(Abb. 1) Egon Rheinberger als Ideengeber. Entwurfszeichnung der Südfassade von 1905, die bereits viele Merkmale des gebauten Schlosses vorwegnimmt. Volker Rheinberger Sammlung, Vaduz

Bei der Untersuchung, ob Künstliche Intelligenz uns helfen kann, einen Originalzustand zu rekonstruieren, können wir wertvolle Erkenntnisse aus den historischen Rekonstruktionsbemühungen bedeutender kultureller Baudenkmäler ziehen. Denn die Rekonstruktionsmethode beispielsweise von Architektinnen und Architekten des Historismus und KI, so unsere ersten Schlüsse, sind in Aspekten einander sehr ähnlich, etwa bei der Detektierung und Sammlung von Motiven und Mustervorlagen und ihrer stilgetreuen Anwendung bei der (generischen) Ergänzung von fehlenden Daten.

DAS PRINZIP DES ENTWERFENS NACH REGELN: ZUR REKONSTRUKTION VON HISTORISCHEN BAUSTILEN

Schloss Vaduz steht beispielhaft für die Epoche der grossen Burgenrekonstruktionen im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert und war Inspiration für zahlreiche Rekonstruktionsideen. Die prominentesten und umfangreichsten Vorschläge kamen aus der Liechtensteiner Familie Rheinberger. So entwarf Peter Rheinberger (1831–1893), ein liechtensteinerischer Landestechner, der in München studiert hatte, im



(Abb. 2) Peter Rheinberger, Entwurf für den Wiederaufbau von Schloss Vaduz nach seinen Münchner Vorlagen, November 1859.



(Abb. 3) Eingabeaufforderung: «Bitte ersetzen Sie die bestehende Fassade durch eine Fassade im folgenden Architekturstil: Romanik»



(Abb. 4) Aufforderung: «Bitte ersetzen Sie die bestehende Fassade durch eine Fassade in folgendem Baustil: Neogotik»



(Abb. 5) Aufforderung: «Bitte ersetzen Sie die bestehende Fassade durch eine Fassade in folgendem Baustil: Modern»

Jahr 1859 ein Wiederaufbauprojekt für das teilweise zerstörte «Schloss Hohenliechtenstein» (Abb. 2), das heutige Schloss Vaduz und Sitz des Fürstenhauses von Liechtenstein. Eine Untersuchung von Rheinbergers Arbeit zeigt, dass sein historistischer Entwurf für die Hauptfassade im Wesentlichen eine Collage aus architektonischen Elementen war, die er von einigen Münchner Gebäuden entliehen hatte, so z. B. vom heute noch existierenden Hotel Vier Jahreszeiten.

Dieser historistische Entwurfsansatz im Zeitalter der wiederentdeckten Baustile – nämlich die Neuzusammensetzung entlehnter Motive und Muster – wirft die Frage auf, ob und inwiefern zerstörtes Kulturerbe durch eine musterbasierte, KI-unterstützte Methode «stilecht» rekonstruiert werden kann. Die Beispiele (Abb. 3–5) zeigen, wie das Rekonstruktionsprojekt des Schlosses Vaduz von Peter Rheinberger hätte aussehen können, wenn er sich bei seinem Entwurf von anderen Baustilen hätte inspirieren lassen. Welche Alternativen hätte es zur Achsensymmetrie, zur Dreiteilung der Seitenflügel und dem Öffnungsverhältnis der Hauptfassade – abgeleitet aus dem Hotel Vier Jahreszeiten – gegeben, wenn seine Prä- und Referenzen andere gewesen wären? Die schwierige Aufgabe wurde letztendlich von Peter Rheinbergers Sohn, Egon Rheinberger (1870–1936) gelöst. Ohne Grundlagendaten, wie historische Pläne und Fotos vom ursprünglichen Bau, entwarf er das heutige Schloss im Geiste der sogenannten Burgenrenaissance. Mit viel historischem Fachwissen und künstlerischem Talent entstand ein nachempfunderer Neubau, als stünde er bereits seit dem Mittelalter über Vaduz.

Das Entwerfen nach stilistischen Regeln und vorgegebenen Formmotiven war das Gestaltungsprinzip im Historismus. So schuf beispielsweise Ernst Gladbach (1812–1896) durch jahrzehntelanges Sammeln, Katalogisieren und Neukombinieren die Grundlagen für den Schweizerstil. Um das typisch Schweizerische aus den unterschiedlichen regionalen Baustilen herauszukristallisieren, um Entwürfe zu fertigen, die idealtypisch ländliche Architektur der Schweiz verkörperten, konzentrierte er sich auf wiederkehrende Muster und gut kombinierbare Motive. Künstliche Intelligenz kann heute ein Gebäude(-teil) erfassen, mit einer enormen Menge an Referenzen abgleichen und – wie Gladbach – einen vielschichtigen Rekonstruktionsansatz auf der Grundlage ähnlicher Datensätze vorschlagen.

DIE KI KANN HEUTE SCHNELL VIELE BEEINDRUCKENDE LÖSUNGEN VORSCHLAGEN, DIE JEDOCH OFT NICHT GENAU, MACHBAR ODER ERKLÄRBAR SIND.

Die neuesten Entwicklungen im Bereich der künstlichen Intelligenz sind generative Modelle, die in letzter Zeit in Designprozesse integriert werden. Sie bieten Möglichkeiten zur Erzeugung hochwertiger Bilder, Videos und 3D-Modelle, basierend auf Textbeschreibungen und nutzerbestimmten Bildern. Sie weisen weitere Vorteile auf, z. B. bei der Restaurierung zweidimensionaler Kunst, da sie mit Rauschen und Ausreißern umgehen können und den künstlerischen Stil beibehalten. Die Einführung von ChatGPT im Jahr 2022, das weltweit Interesse erregte, hat die Entwicklung und Veröffentlichung zahlreicher fortschrittlicher Tools indirekt vorangetrieben, darunter Midjourney, Gemini, DALL-E, Stable Diffusion, Make-A-Video, Runway ML und Jukebox, um nur einige zu nennen. Die Bilder solcher Modelle erzielen oft grosse Wirkung beim Betrachter und sind scheinbar von grossem Realismus im architektonischen Bereich, aber für ein fachkundiges Auge ist das Ergebnis oft unzureichend, da es an Kohärenz mangelt, sowohl strukturell als auch in Be-

zug auf die architektonische Sprache. Die Frage, die sich häufig stellt, ist die nach der Erklärbarkeit, sprich «Warum wurde dieses Bild generiert (und nicht ein anderes)?» als Gegenstück zur allgemein bekannten «Black Box» der Ergebnisse.

Die Bilder zeigen die Ergebnisse von Stable Diffusion für folgenden Textinput: «Wie würde eine Rekonstruktion der Fassade des Vaduzer Schlosses aussehen, wenn man verschiedene Architekturstile wie Romanik, Neugotik, Barock, Beaux-Arts oder Moderne als Referenz heranzieht? Bitte verwenden Sie dieses Originalbild (Abb. 1) des ursprünglichen Vaduzer Schlosses für das Endergebnis».

Im Ergebnis sehen wir mehrere Vorschläge (Abb. 3–5), die interessant aussehen, denen aber die oben erwähnte Erklärbarkeit (heute noch) fehlt, um das fachkundige Auge zu überzeugen.

FORSCHUNGSBEDARF AUF DEM GEBIET DER KI-GESTÜTZTEN REKONSTRUKTION

Die heutige Forschung zeigt, dass die künstliche Intelligenz im Bereich der (architektonischen) Rekonstruktion eine immer wichtigere Rolle spielt. Um jedoch bei wichtigen Rekonstruktionsvorhaben – z. B. beim Wiederaufbau identitätsstiftender Baudenkmäler infolge von Kriegszerstörung – qualitativ hochwertige und konsistente Ergebnisse zu erzielen, muss ihre KI-Integration noch weiter erforscht werden. Die vielseitige Einsetzbarkeit und Leistungsfähigkeit ist jedoch nur dann von Nutzen, wenn nicht nur KI-Modelle sich selbst mit menschlichen Eingaben optimieren, sondern auch wir, die Menschen, lernen, wie unsere Eingaben für eine bessere Interaktion mit dem KI-Modell optimiert werden können. Auf diese Weise wird es künftig immer besser möglich, eine Technologie für Rekonstruktionen zu nutzen, die ihrem historischen Kontext nahe kommen.

Im Falle des Vaduzer Schlosses stand der Rekonstruktionsvorschlag von Peter Rheinberger in historischer Verbindung zu seinem Sohn Egon Rheinberger, der den ursprünglichen Stil der mittelalterlichen Burg im Rheintal entwarf. Das deutsche Rheinland war im 19. Jahrhundert das Zentrum des Burgenbaus und die endgültige Gestaltung der Burg war in diese ausgehende Kulturepoche eingebettet. Das bedeutet, dass die heutige Rekonstruktion von Schloss Vaduz mit verschiedenen komplexen Bezügen und historischen Milieus verknüpft ist (Abb. 1), die ein tieferes Verständnis dafür ermöglichen, warum und wie die Rekonstruktion auf eine bestimmte Weise erfolgte. Mit anderen Worten: Die Rekonstruktion des kulturellen Erbes ist an komplexe Quellen gebunden, die nur durch ein tiefes Verständnis der gestalterischen Einflüsse, die tief in lebendigen Kulturepochen verwurzelt sind, vollständig erfasst werden können.



*Dr. Andrea González,
Projektmitarbeiterin, Data Science &
Artificial Intelligence,
Liechtenstein Business School*



*Prof. Dr. Daniel Stockhammer,
Built Heritage & Upcycling,
Liechtenstein School of Architecture*



*Assoz. Prof. Dr. Johannes Schneider,
Data Science & Artificial Intelligence,
Liechtenstein Business School*

BIOINFORMATISCHE TOOLS BEI DER ERFORSCHUNG DES BLUTGRUPPENSYSTEMS LEWIS

Das Lewis-Blutgruppensystem ist weniger bekannt, spielt jedoch eine wichtige Rolle in der Transfusionsmedizin und bei Magen-Darm-Erkrankungen. Das Institut für Translationale Medizin (ITM) der UFL erforscht dessen genetische Grundlagen, um neue Ansätze für die Diagnose und Behandlung dieser Krankheiten zu entwickeln.

Ein Forschungsschwerpunkt unseres Instituts beschäftigt sich mit der Erforschung der menschlichen Blutgruppensysteme. Eines der gegenwärtig 47 offiziell von der International Society for Blood Transfusion (ISBT) anerkannten Blutgruppensysteme ist das System Lewis (Le). Hier stellen wir dieses eher unbekanntes Blutgruppensystem vor, erläutern unsere aktuellen Forschungsprojekte hierzu und skizzieren dessen Bedeutung für die Entstehung verschiedener Erkrankungen.

I. DAS LEWIS-BLUTGRUPPENSYSTEM UND SEINE ANTIGENE

Das Lewis-Blutgruppensystem unterscheidet sich von den meisten anderen Blutgruppensystemen durch die spezielle Art seiner Antigene. Diese werden nicht in den roten Blutkörperchen (Erythrozyten) selbst gebildet, sondern bestehen aus Glykanen (aneinanderhängenden Zuckerresten), welche aus dem Plasma an die Erythrozytenmembran adsorbiert werden.

Die Biosynthese der Lewis-Blutgruppen-Antigene wird von zwei Genen, *FUT2*, das für das Enzym $\alpha(1,2)$ -Fucosyltransferase Secretor (Se, *FUT2*) kodiert und *FUT3*, das für die $\alpha(1,3/4)$ -Fucosyltransferase Lewis (Le, *FUT3*) kodiert, gesteuert. Die beiden Haupt-Antigene des Blutgruppensystems Lewis sind Lewis a (Lea) and Lewis b (Leb), deren Bildung vom *FUT2*- und *FUT3*-Aktivitätslevel abhängig ist (siehe Infobox 1) [1].

II. FORSCHUNGSPROJEKTE ZUM BLUTGRUPPENSYSTEM LEWIS AM INSTITUT FÜR TRANSLATIONALE MEDIZIN DER UFL

a. Zusammenführung und Auswertung von DNA-Sequenz-Rohdaten erster und dritter Generation

DNA-Sequenzierung ist eine Methode zur Bestimmung der Nukleotid-Abfolge in einem DNA-Molekül. Sie wird häufig in der Diagnose von mutationsbedingten Erkrankungen verwendet.

Moderne Sequenzierungsmethoden («erste» und «dritte» Generation) erlauben wesentlich umfangreichere und genauere Analysen als noch vor wenigen Jahren, produzieren aber gleichzeitig verschiedene Datenformate und enorme Datenvolumina. Trotzdem, so die Prognose, führt die Kombination von Daten der ersten (Genauigkeit kurzer Bereiche) und dritten Sequenzierungs-Generation (Genauigkeit über lange Bereiche) zum besten Ergebnis.

So bietet die Erst-Generation-Sequenzierung der Firma Illumina hohe Genauigkeiten, während die etwas neuere Dritt-Generation-Technologie Oxford Nanopore Technologies (ONT) (Infobox 2) enorme Leseweiten von bis zu 4 Megabasen (4 Mio. Basenpaare) erlaubt, jedoch mit höheren Fehlerraten. Entsprechend wäre das Zusammenführen der beiden Datensätze attraktiv. Allerdings existierte bisher keine etablierte Software-Pipeline für eine gemeinsame Verarbeitung und Analyse der beiden Sequenzierungs-Rohdatensätze.

Ziel des Projekts war daher die

Entwicklung einer Datenanalyse-Pipeline, die eine Zusammenführung der Rohdaten beider Technologien erlaubt. Selbstverständlich sollte dies automatisiert geschehen, Zeit sparen und sich insgesamt als einfach nutzbar darstellen. Langer Rede kurzer Sinn: Der Ansatz funktioniert! Erste Resultate wurden

2023 am 33. ISBT Kongress vorgestellt [3] und vor Kurzem wurde ein entsprechendes Manuskript bei einem wissenschaftlichen Journal eingereicht und befindet sich aktuell im Review-Prozess.

Antigen		Genotyp			Häufigkeit		
Anti-Le ^a	Anti-Le ^b	Phänotyp	Lewis	Secretor	Europäer	Afrikaner	Asiaten
+	-	Le(a+b-)	Le	sese	22%	19–23%	<1%
-	+	Le(a-b+)	Le	SE	72%	52–55%	62%
-	-	Le(a-b-)	lele	sese	6%	22–29%	11%
+	+	Le(a+b+)	Le	Sew	<1%	<1%	27%

Tabelle 1: Genotyp/Phänotyp-Übersicht der unterschiedlichen Lewis-Antigene und deren Häufigkeit in unterschiedlichen Populationen

INFOBOX 1: DETAILIERTE LEWIS-SYNTHESE

Lea wird gebildet, wenn nur FUT3, aber nicht FUT2 aktiv ist. Im Gegenzug dazu sind für die Synthese von Leb beide Enzyme notwendig. In selteneren Fällen (wenige Menschen) kann es auch zu einem Vorkommen (Le a+b+) oder Fehlen (Le a-b-) beider Antigene kommen (Abb. 1 und Tab. 1). Diese vier Lewis-Phänotypen werden durch verschiedene genetische Varianten der Lewis-Gene *FUT2* und *FUT3*, sg. Allele, verursacht. Beide Gene weisen Varianten auf, die für voll aktive, abgeschwächte oder inaktive FUT2- und FUT3-Enzyme kodieren [1].

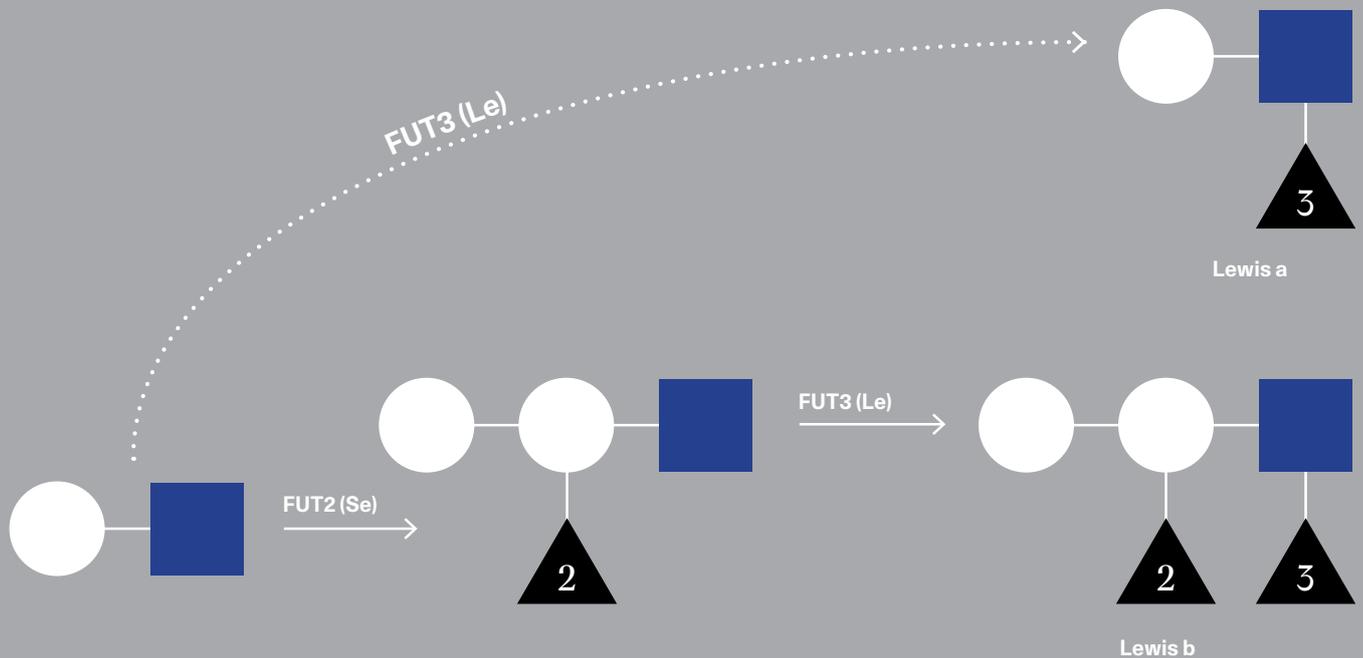


Abbildung 1: Synthese der Lewis a und b Antigene durch FUT2 und FUT3

b. IT-basierte Vorhersage des Wegs vom Gen zum Enzym – bioinformatische Transkriptions-Prognose

Die Regulierung der Genexpression – «Transkription» – ist für Zellen von wesentlicher Bedeutung, um auf intra- und extrazelluläre Signale reagieren zu können, sich während der Entwicklung zu differenzieren und die Zellaktivität zu vermitteln. Die Regulierung der Transkription kann in verschiedenen Phasen des Prozesses erfolgen, beginnend mit dem Umbau des Chromatins, dem Aufbau-Protein der Chromosomen, bis hin zu Interaktionen von Transkriptionsfaktoren (TF) (Ein- und Ausschalter der DNA), Mikro-RNAs (miRNAs) oder RNA-bindenden Proteinen (RBP).

Durch den Einsatz moderner Software (Promo (<https://algen.lsi.upc.es>)) konnten wir z.B. die Interaktion von spezifischen Transkriptionsfaktoren für *FUT2* und *FUT3* vorhersagen. Dieses bessere Verständnis der Regulation erklärt und beschreibt ganz allgemein Situationen in gesunden Menschen. Es kann aber auch dazu dienen, die Anfälligkeit für Krankheiten wie Virusinfektionen oder Krebs vorherzusagen, die mit einer veränderten Expression von *FUT2* und *FUT3* zusammenhängen. In weiterer Folge können solche Vorhersagen also schlussendlich sogar zur Entwicklung von neuartigen Therapieansätzen beitragen. Unsere Beobachtungen wurden vor Kurzem im Journal «Transfusion Medicine and Hemotherapy» veröffentlicht [4].

III. RELEVANZ

Grundsätzlich geben die verschiedenen Arten der Lewis-Blutgruppeneigenschaften (Phänotypen) alleine keinen Hinweis auf das Entstehen bestimmter (erblich mitbedingter) Krankheiten in durchschnittlich gesunden Menschen. Um-

gekehrt aber beobachtet man bei bestimmten (erblich mitbedingten) Krankheiten eine Häufung bestimmter Lewis-Phänotypen. Lewis-Gene haben also gemeinsam mit anderen Genen eine Mitbedeutung bei der Entstehung und beim Ausbruch teilweise schwerwiegender Erkrankungen, vor allem im Magen-Darm-Trakt. In so einem Fall spricht man von polygenen Erbkrankheiten. Es hat sich gezeigt, dass die kohlenhydratbasierten Lewis-Antigene mit dem Darmmikrobiom korrelieren, und es wird davon ausgegangen, dass dieses dann, quasi über einen Umweg, einen Einfluss auf die Entwicklung von entzündlichen Darmerkrankungen (inflammatory bowel disease, IBD) hat. Unter den IBDs wurden Morbus Crohn (Crohn Disease, CD) und Colitis ulcerosa (UC), die beide durch einen chronischen Entzündungszustand im Magen gekennzeichnet sind, mit inaktiven Loss-of-Function-Mutationen in *FUT2*- und *FUT3*-Genen in Verbindung gebracht [5,6].

Eine weitere Darmerkrankung, die bei der *FUT2* eine Rolle spielt, ist die Zöliakie. Dabei führt das Klebereiweiß aus Getreide – auch Gluten genannt – zu einer Entzündung und Schädigung der Dünndarmschleimhaut der Betroffenen, wodurch es teilweise zu Verdauungsbeschwerden im Magen-Darm-Trakt, gefolgt von einer Unterversorgung an bestimmten Nährstoffen, Vitaminen und Mineralstoffen, kommt. In einer Studie wurde gezeigt, dass eine inaktivierende Mutation im *FUT2*-Gen die Anfälligkeit für Zöliakie erhöht [7].

Neben IBD wurden *FUT2*-Polymorphismen, die den Sekretor-/Nicht-Sekretor-Phänotyp definieren, mit der Anfälligkeit bzw. Resistenz gegenüber Gastroenteritis verursachenden Noroviren und Rotaviren in Verbindung gebracht. Die Viren nutzen die Lewis-Antigene, um sich an Wirtszellen anzuhängen und diese zu infizieren [8].

INFOBOX 2: OXFORD NANOPORE SEQUENCING
 Die Dritt-Generation-Oxford-Nanopore-Sequenzierung stellt eine Weiterentwicklung der Technologie des ursprünglichen Next Generation Sequencing (NGS), auch Erst-Generation-NGS dar. Die DNA wird durch eine Pore in Nanometergröße (daher die Bezeichnung Nanopore) transportiert. Beim Durchtritt jedes Nukleotids durch diese Pore kommt es zur Veränderung der Spannung, die gemessen wird. Die Veränderung dieser Spannung ist spezifisch für jedes der vier Nukleotide, G, A, T und C, wodurch die gesamte Sequenz lesbar wird [2].

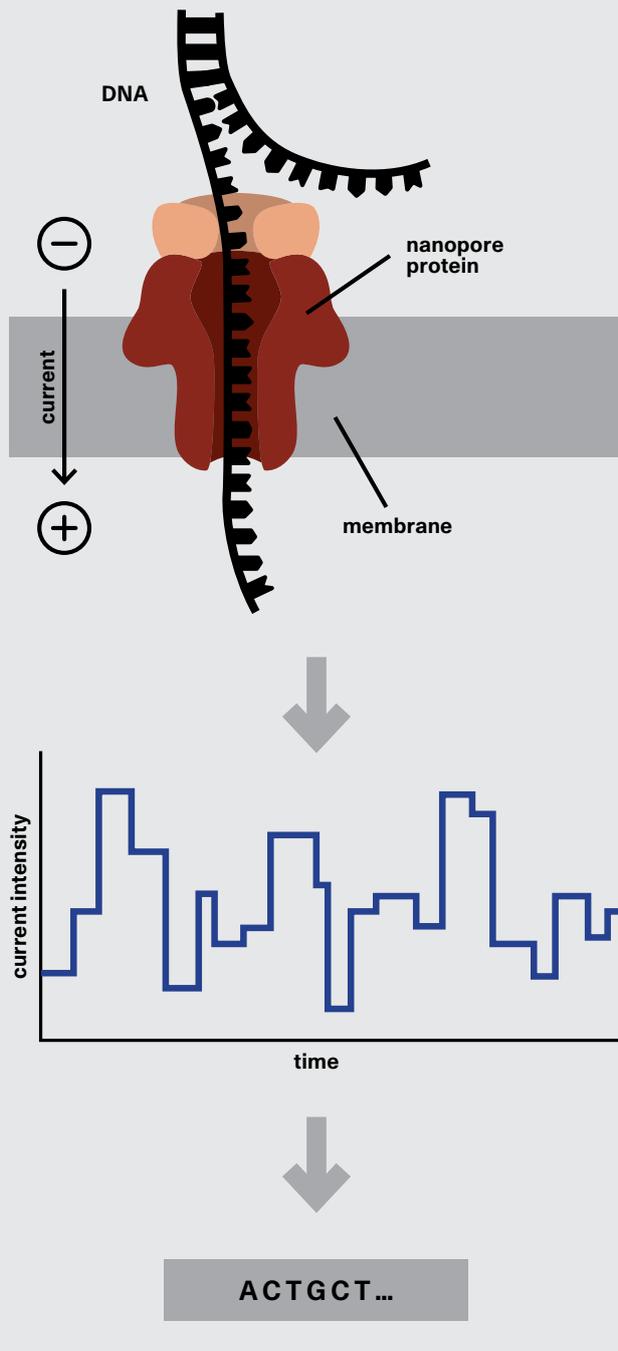


Abbildung 2: Schematische Darstellung der ONT Sequenzierung (<https://www.yourgenome.org/theme/what-is-oxford-nanopore-technology-ont-sequencing/>)

IV. FAZIT

Ganz am Anfang waren es «nur» die Transfusionsmedizin und ihre Mission, bedürftigen Patienten passendes Blut zu transfundieren, die der Blutgruppe Lewis ihre Entdeckung, Bedeutung (und ihren Namen) beschieden. Vergleichbar zu anderen Blutgruppen jedoch lieferte die weitere Erforschung der enzymatischen und genetischen Hintergründe dieses hier vorgestellten Systems überraschenderweise wichtige zusätzliche Informationen. Informationen, die heute bestimmte Krankheiten verständlicher und daher mitunter behandelbarer machen. Zu guter Letzt und für jeden verständlich ist das Blutgruppensystem Lewis ein Beleg und ein weiterer Mosaikstein für die menschliche Individualität, sprich Einzigartigkeit.



Dr. Martin Wipplinger
 Postdoc am Institut für Translationale Medizin an der Privaten Universität im Fürstentum Liechtenstein (UFL)



Prof. Dr. Christoph Gassner
 Leiter des Instituts für Translationale Medizin der Privaten Universität im Fürstentum Liechtenstein (UFL)

Referenzen

1. Reid, M. E., Lomas-Francis, C., & Olsson, M. L. (2012). *The Blood Group Antigen FactsBook*. (3rd ed.) Elsevier.
2. Wang, Y., Zhao, Y., Bollas, A. et al. Nanopore sequencing technology, bioinformatics and applications. *Nat Biotechnol* 39, 1548–1565 (2021).
3. Mink S, Attenberger C, Busch Y, Kiefer J, Peter W, Gassner C. Automated data analysis framework for next generation sequencing blood group testing.: Abstract. 35rd Regional Congress of the ISBT, Göteborg (S), 17.–21.06.2025, PA11-LO5 [1]. *Vox Sang* 2025; 118(S1):6–118.
4. Wipplinger M, Mink S, Bublitz M, Gassner C; Regulation of the Lewis Blood Group Antigen Expression: A Literature Review Supplemented with Computational Analysis. *Transfus Med Hemother* 2024;
5. M. Hu, X. Zhang, J. Li, L. Chen, X. He, T. Sui, Fucosyltransferase 2: A Genetic Risk Factor for Intestinal Diseases, *Frontiers in microbiology* 13 (2022) 940196.
6. J. Zheng, T. Zhu, Polymorphism of fucosyltransferase 5 gene is associated with inflammatory bowel disease: a systematic review, *Asian biomedicine research, reviews and news* 17 (2025) 45–54.
7. Parmar AS, Alakulppi N, Paavola-Sakki P, Kurppa K, Halme L, Färkkilä M, Turunen U, Lappalainen M, Kontula K, Kaukinen K, Mäki M, Lindfors K, Partanen J, Sistonen P, Mäntö J, Wacklin P, Saavalainen P, Einarsdotir E. Association study of FUT2 (rs601538) with celiac disease and inflammatory bowel disease in the Finnish population. *Tissue Antigens*. 2012 Dec;80(6):488–95.
8. Tarris G, de Rougemont A, Charkaoui M, Michiels C, Martin L, Belliot G. Enteric Viruses and Inflammatory Bowel Disease. *Viruses*. 2021 Jan 13;13(1):104.

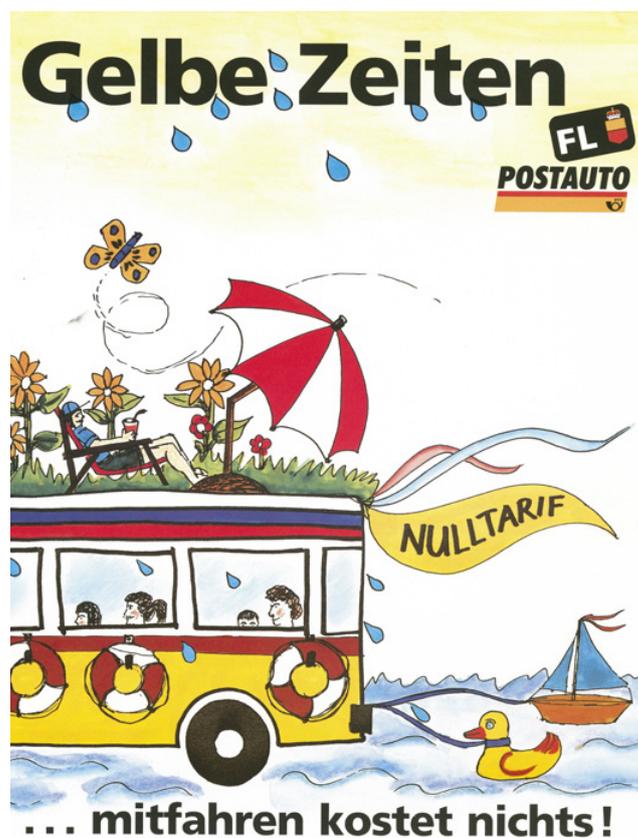
AUSWIRKUNGEN VON KOSTENLOSEM ÖFFENTLICHEM VERKEHR AUF DAS MOBILITÄTSVERHALTEN DER BEVÖLKERUNG

Am Liechtenstein-Institut wird gegenwärtig untersucht, wie sich kostenlose öffentliche Verkehrsmittel auf das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung auswirken. Auch das Mobilitätskonzept 2030 des Fürstentums Liechtenstein befasst sich mit dem Thema kostenloser öffentlicher Verkehr (ÖV).

Die Vereinten Nationen betonen in ihren Zielen für nachhaltige Entwicklung (UN Sustainable Development Goals) die Bedeutung des Klimaschutzes und nennen dabei unter anderem die Dekarbonisierung des Verkehrssektors als wichtigen Schritt. Der Transportsektor verursacht weltweit etwa ein Fünftel aller Kohlendioxidemissionen. Eine wichtige Massnahme zur Reduzierung der Emissionen des Verkehrssektors besteht darin, die Verkehrsmittelwahl von individuellem Verkehr (wie z.B. Autos) auf den öffentlichen Verkehr (wie z.B. Schiene) umzustellen.

Eine Reihe von Ländern diskutiert die Einführung von kostenlosem ÖV, um sowohl das hohe Verkehrsaufkommen zu bekämpfen als auch gleichzeitig ambitionierte Klimaziele zu erreichen. Auch Liechtenstein hat in seinem «Mobilitätskonzept 2030» die Idee eines kostenlosen ÖV-Tickets für Liechtenstein skizziert. So manchen Liechtensteiner:innen wird das Ansinnen nicht neu vorkommen. So gab es bereits 1988 Gratis-ÖV für ein Jahr im Land. Aufgrund der inzwischen veränderten Infrastruktur und einer damals nur sehr beschränkten wissenschaftlichen Datenlage stellt das Pilotprojekt von 1988 jedoch keine geeignete Blaupause dar, um die Auswirkungen eines Gratis-ÖVs heutzutage für Liechtenstein abschätzen zu können.

Um besser beurteilen zu können, wie sehr ein Gratis-ÖV-Ticket Menschen zum Umstieg von Auto auf Bahn bewegt, greift ein am Liechtenstein-Institut bearbeitetes Projekt deshalb auf aktuelle Erfahrungen mit kostenlosem öffentlichem Verkehr aus anderen Ländern zurück. Ein sehr gut geeignetes (fast) Gratis-ÖV-Experiment fand 2022 in Deutschland statt: Für nur 9 Euro im Monat konnte man vom 1. Juni bis zum 1. September 2022 den gesamten öffentlichen Nah- und Regionalverkehr im Land nutzen. Ausgenommen davon wa-



1988 hatte Liechtensteins Bevölkerung die Möglichkeit, ein Jahr lang gratis Bus zu fahren. Quelle: Plakat. Liechtensteinisches Landesarchiv, BS 061/010

ren lediglich Fernzüge wie ICE und EC. Dieses Politik-Experiment wird genutzt, um mehr über die Veränderung im Mobilitätsverhalten der Bevölkerung im Zuge eines «quasi Gratis-ÖVs» zu lernen. Eine Subanalyse der Liechtenstein strukturell am ähnlichsten erscheinenden deutschen Landkreise soll eine Schätzung darüber liefern, welche Auswirkungen kostenloser öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) in Liechtenstein hätte. Es kommen dabei hochwertige Daten zum Verkehrsaufkommen aus allen automatischen Verkehrszählstationen Deutschlands zur Anwendung. Diese messen ca. 60 Mio. einzelne Fahrzeugbewegungen pro Tag. Diese Daten werden mit (anonymisierten) Mobilfunkdaten

ABB. 1: RELATIVE VERÄNDERUNG DER WÖCHENTLICHEN ZUGFAHRTEN IN DEUTSCHLAND IM JAHR 2022 VERGlichen MIT 2019

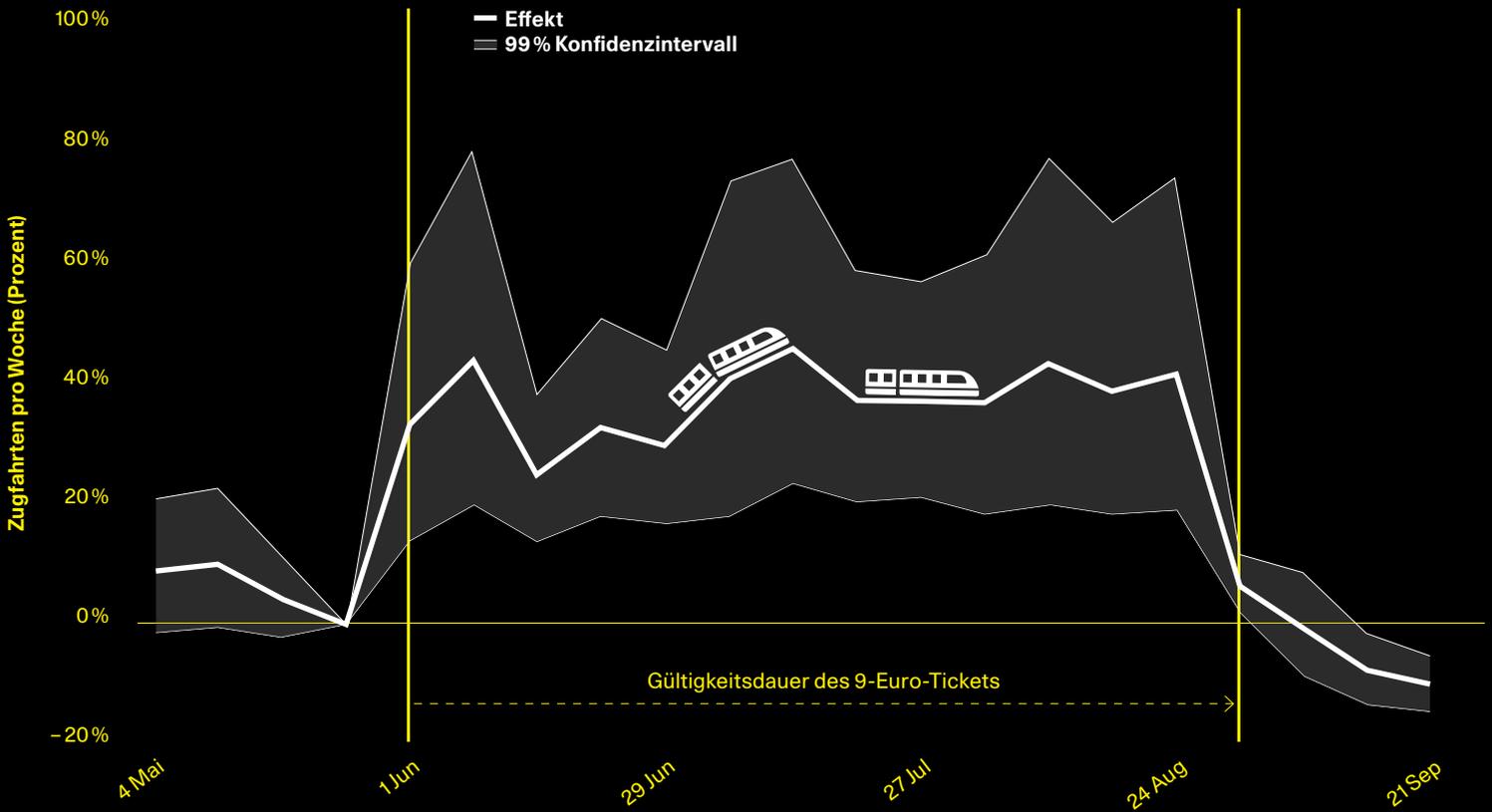
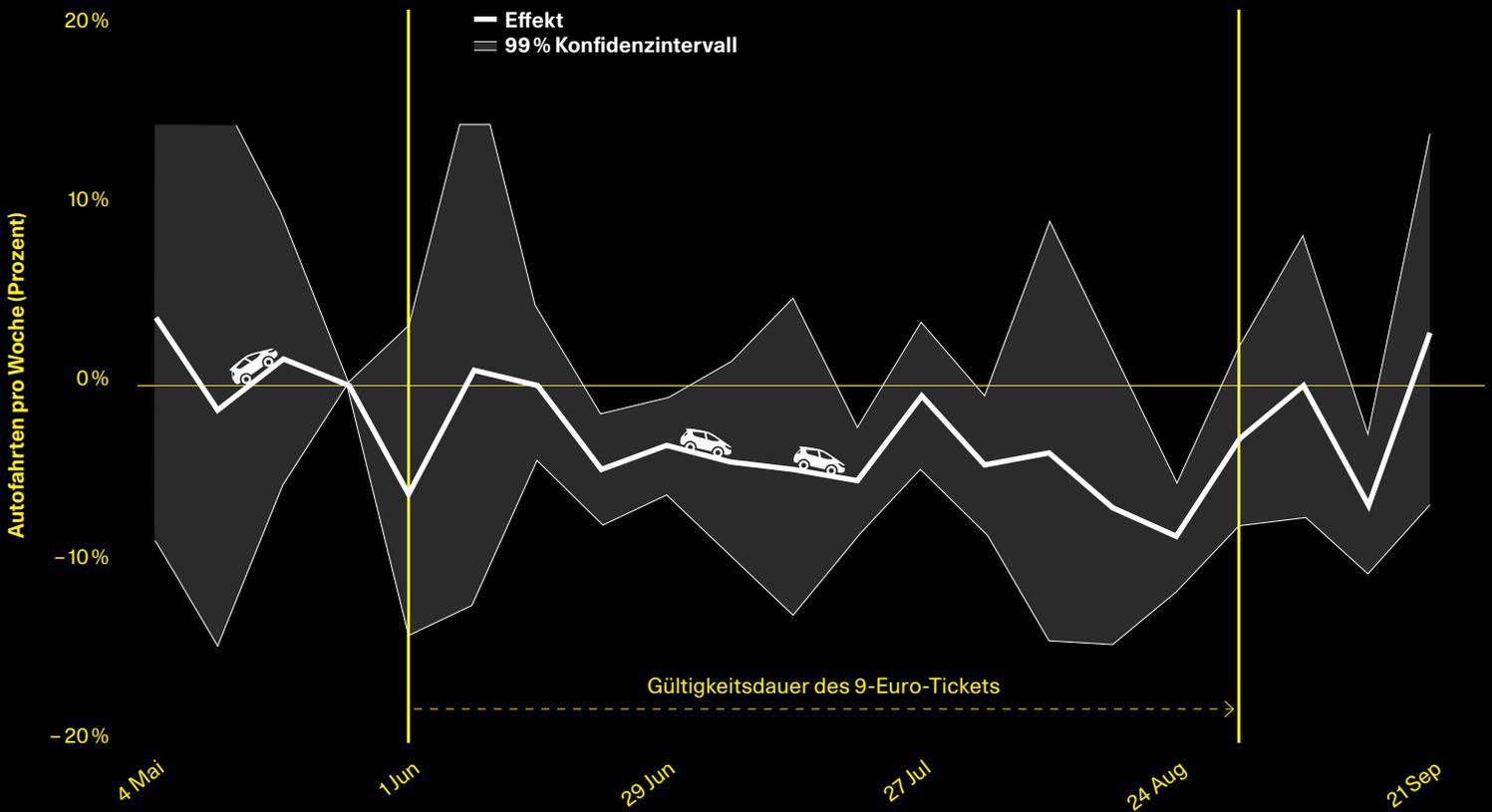


ABB. 2: RELATIVE VERÄNDERUNG DER WÖCHENTLICHEN AUTOFAHRTEN IN DEUTSCHLAND IM JAHR 2022 VERGlichen MIT 2019



komplementiert, welche die Mobilitätsprofile von ca. 30% aller deutschen Mobilfunknutzer:innen erfasst. Die Mobilfunkdaten erlauben die Bestimmung des benutzten Verkehrsmittels (Auto- oder Zugfahrt) ab einer Strecke von 30 Kilometern. Kürzere Fahrten sind daher in den Mobilfunkdaten nicht enthalten, werden aber in den Daten über das Verkehrsaufkommen erfasst. Des Weiteren werden Informationen der Deutschen Bahn herangezogen, um negative Folgen des 9-Euro-Tickets auf Zugverspätungen zu messen. Im Folgenden sollen die Hauptergebnisse der Studie vorgestellt und beschrieben werden.

WAS BRACHTE DAS 9-EURO-TICKET?

Auf den ersten Blick betrachtet, galt das 9-Euro-Ticket als Erfolg und Verkaufsschlager. So wurden über den gesamten 3-Monats-Zeitraum des Billetts ca. 52 Mio. 9-Euro-Tickets verkauft, was etwa 62% der Bevölkerung in Deutschland entspricht. Diese Verkaufszahlen gingen zum Teil zulasten eines geringeren Absatzes von anderen regulären Bahntickets, sodass der deutsche Staat ca. 2,5 Mia. Euro Ausgleichszahlungen an die Deutsche Bahn leisten musste. Die erste Frage, die mit den oben beschriebenen Daten untersucht werden soll, ist, wie viele zusätzliche Zugfahrten bzw. Zugreisen durch das 9-Euro-Ticket tatsächlich unternommen wurden. Dazu wird die Entwicklung der wöchentlichen Zugfahrten im Jahr 2022 relativ zum letzten Jahr vor der Coronapandemie (2019) analysiert. Als Basis, zu welcher die wöchentlichen Abweichungen 2022 relativ gemessen werden, gilt die Differenz zwischen der letzten Maiwoche 2022 vs. der letzten Maiwoche 2019. Dies kontrolliert für mögliche Niveauunterschiede bezüglich der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel zwischen 2022 und 2019. Des Weiteren wird auf die Durchschnittstemperatur, den Durchschnittsniederschlag und die Anzahl der Feier- und Schulfertage in der jeweiligen Woche kontrolliert. Abbildung 1 zeigt somit die bereinigte Entwicklung der wöchentlichen Zugfahrten 2022 relativ zu 2019. Die linke vertikale Linie markiert die Woche der Einführung des 9-Euro-Tickets (1. Juni), die rechte vertikale Linie die Woche des Auslaufens (1. September). In Bezug auf die Anzahl der Zugfahrten beobachteten wir einen starken Anstieg während des gesamten Gültigkeitszeitraums des 9-Euro-Tickets. Die Zahl der Zugfahrten war im Schnitt um ca. 35% höher, als es normalerweise in den Monaten Juni bis August zu erwarten gewesen wäre. Nach Auslaufen des Tickets im September sank die Zahl der Zugfahrten wieder auf das normale Ausgangsniveau ab. Eine Detailanalyse nach einzelnen Wochentagen zeigt zudem, dass Zugfahrten verstärkt an Wochenenden zunahmen. Auch war der Anstieg in ländlichen Urlaubsregionen stärker ausgeprägt. Darüber hinaus konnte ein signifikanter Anstieg der Zugverspätungen nach Einführung des 9-Euro-Tickets beobachtet werden (nicht abgebildet).

ANZAHL UNTERNOMMENER AUTOFAHRTEN

Abbildung 2 zeigt die gleiche Analyse, stellt aber diesmal die Entwicklung der Anzahl der unternommenen Autofahrten dar. Im Gegensatz zu den Zugfahrten findet hier nur eine kleine Veränderung statt. Der Rückgang der Autofahrten über den gesamten Gültigkeitszeitraum des 9-Euro-Tickets beträgt lediglich um die 4 bis 5%. Ein ähnliches Ergebnis liefert die Analyse des Verkehrsaufkommens mittels der Verkehrszählstationen. Eine Analyse nach Wochentagen und Tageszeit zeigt, dass die Rückgänge besonders klein während der klassischen Pendelzeiten ausfielen (Mo-Do 6-9 Uhr und 16-18 Uhr). In Summe deuten die Ergebnisse von Abbildung 1 und 2 darauf hin, dass das 9-Euro-Ticket nur wenige Menschen dazu ermutigt hat, Autofahrten durch Fahrten

mit Bus und Bahn zu ersetzen. Pendler:innen scheinen besonders wenig auf ein solches (de facto) Gratis-ÖV-Ticket zu reagieren. Darüber hinaus legen die Ergebnisse nahe, dass eine beträchtliche Anzahl von Personen das 9-Euro-Ticket für zusätzliche, freizeitinduzierte Zugreisen nutzte, welche sie sonst nicht unternommen hätten.

ÄHNLICHKEITEN MIT LIECHTENSTEIN

Abschliessend soll eine Subanalyse für deutsche Landkreise erfolgen, die Liechtenstein besonders «ähnlich» erscheinen. Ähnlichkeit zu Liechtenstein wird dabei anhand von 15 Variablen wie Bevölkerungsdichte, Durchschnittseinkommen, Pkw-Dichte, Einpendlerquote etc. definiert. Dieses «synthetische Liechtenstein» umfasst 25 deutsche Landkreise (davon 75% aus dem süddeutschen Raum, unter anderem den Bodenseekreis, das Unterallgäu und Starnberg) und soll eine Abschätzung darüber erlauben, wie ein kostenloser ÖPNV möglicherweise das Mobilitätsverhalten der Liechtensteiner Bevölkerung verändern könnte.

Die Ergebnisse für das synthetische Liechtenstein ähneln im Grossen und Ganzen den oben beschriebenen Ergebnissen: Die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel nahm in diesen Regionen sehr stark zu (+55%), Autofahrten gingen hingegen nur leicht zurück (-5,2%).

Insgesamt kann man festhalten, dass das 9-Euro-Ticket zu einer substanziellen Zunahme an Zugreisen führte. Die bestehende Infrastruktur der Deutschen Bahn war für diesen Ansturm kaum gerüstet, was an einem signifikanten Anstieg der Zugverspätungen erkennbar war. Nur vergleichsweise wenige Menschen hat das Ticket jedoch dazu bewegt, Autofahrten durch Bus- und Zugfahrten zu ersetzen. Offensichtlich hat das 9-Euro-Ticket mehr Menschen dazu ermuntert, häufiger zu reisen, als dass es Menschen dazu veranlasst hätte, ihre Verkehrsmittelwahl zu verändern. Aufgrund der hohen Kosten und der nur geringen Reduktion im Autoverkehr scheint ein Gratis-ÖV-Billett wie das 9-Euro-Ticket eine eher teure Klimaschutzmassnahme zu sein (Andor et al. 2023).



Dr. Jörg Paetzold,
Forschungsbeauftragter Volkswirtschaft
am Liechtenstein-Institut

Das Projekt wird gemeinsam mit Sarah Necker, Mario Liebensteiner (beide Universität Erlangen-Nürnberg), Jakob Losert (Universität Salzburg), Florian Neumeier und Sebastian Wichert (beide ifo Institut München) umgesetzt.

Literatur

- Andor, M. A., Dehos, F., Gillingham, K., Hansteen, S., Tomberg, L. (2023): *Public transport pricing: An evaluation of the 9-Euro Ticket and an alternative policy proposal*, Ruhr Economic Papers, No. 1045, RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen, <https://doi.org/10.4419/96973214>.
- Bundesregierung: *9-Euro-Ticket 52 Millionen Mal verkauft*, 1. Februar 2024, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/tipps-fuer-verbraucher/faq-9-euro-ticket-2028756>.
- Regierung des Fürstentums Liechtenstein (2020): *Mobilitätskonzept 2030*, <https://www.mobilitaet2030.li/Mobilitaetskonzept2030>.

KI IM KLASSENZIMMER

Künstliche Intelligenz ist omnipräsent und scheint auch im Bildungsbereich das Schlagwort der Stunde zu sein. Insbesondere die Entwicklung von Generativen KI-Systemen wird derzeit kontrovers diskutiert. Sicher ist, dass sie zu einem grossen Umbruch im Bildungswesen geführt haben und die Schule vor vielfältige und neue Herausforderungen stellen. So auch in Liechtenstein.



Wie Künstliche Intelligenz bereits verschiedenste Lebens- und Arbeitsbereiche erfasst hat, ist sie längst auch Teil des Bildungs- und Schulalltags geworden. Bahnbrechende Veränderungen ergaben sich in den letzten Jahren vor allem durch die rasante Entwicklung der Generativen KI-Systeme, die auf Basis vorhandener Daten neue Inhalte wie Texte, Bilder oder Videos erstellen, die sich kaum von menschlichen Fertigkeiten unterscheiden oder diese gar übertreffen. Einerseits eröffnen sich durch KI neue Zugänge und Formen des personalisierten Lernens, andererseits bietet KI aber auch Raum für Intransparenz, Abhängigkeit von Technologie oder kann Chancenungleichheit verstärken. Klar ist, dass sie Schülerinnen und Schülern viele Möglichkeiten bietet, ihren Aufwand bei der Prüfungsvorbereitung und bei schriftlichen Arbeiten radikal zu verkleinern. So erledigt ChatGPT, der wohl bekannteste Vertreter der Generativen KI, auf Knopfdruck umfassende Textarbeiten, liefert ganze Aufsätze, Zusammenfassungen und vereinfacht in Sekundenschnelle komplizierte Texte zu einem gewünschten Thema. Der Bot kann gar die Rolle einer historischen oder literarischen Figur einnehmen, mit der man sich unterhalten kann. Voraussetzung diesbezüglich ist gutes Quellenmaterial respektive das Vorhandensein des betreffenden literarischen Werks im Internet. Wie gut die Texte, wie hoch das Niveau des Gesprächs mit der fiktiven Figur und wie realistisch die Antworten des Bots dann sind, hängt in erster Linie von der Qualität des zugrunde liegenden Datensatzes und schliesslich von der Fähigkeit der Nutzerinnen und Nutzer ab, das Ergebnis kritisch zu prüfen.

UMGANG MIT KI AM LIECHTENSTEINISCHEN GYMNASIUM

Kritisch prüfen ist auch das Stichwort am Liechtensteinischen Gymnasium, wenn es um die Anwendung von KI geht: «Wir wollen und können den Schülerinnen und Schülern keineswegs verbieten, KI zu nutzen. Vielmehr ist es unser Ziel, die jungen Menschen für einen verantwortungsvollen Umgang mit Künstlicher Intelligenz zu sensibilisieren und sie in diesem Prozess zu begleiten», sagt Rektor Eugen Nägele. Der Umgang mit KI sei Teil des Bildungsauftrags. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, die neuen Möglichkeiten der Künstlichen Intelligenz konstruktiv zu nutzen. Lernen, Quellen zu hinterfragen und auf ihre Richtigkeit zu prüfen. KI werde als Hilfsmittel und Werkzeug gesehen. Oberstes Ziel bleibe die Förderung des eigenständigen Denkens, so Nägele.

HALTUNG DES DACHVERBANDS LEHRERINNEN UND LEHRER SCHWEIZ (LCH)

In der kritischen Auseinandersetzung sowie der massvollen und reflektierten Integration unter pädagogischer Verantwortung sieht ebenso der Dachverband Lehrerinnen und Lehrer Schweiz (LCH) den Schlüsselweg zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz. In seinem im April 2024 verfassten Positionspapier zu Chancen und Risiken von KI leitet er Forderungen für einen lernwirksamen, sicheren und ethisch korrekten Umgang mit den neuen technologischen Möglichkeiten ab. Auf die Nutzung komme es an. Ziel sei es, die Schülerinnen und Schüler zu einem mündigen und kompetenten Umgang mit KI zu befähigen. Wichtig sei, dass KI-Systeme eine unterstützende Funktion einnehmen, im Zentrum jedoch nach wie vor die zwischenmenschliche Interaktion sowie die pädagogisch-didaktischen Kompetenzen der Lehrperson stehe.

DERZEIT NOCH KEINE ALLGEMEIN GÜLTIGEN LEITPLANKEN ZU KI IM BILDUNGSWESEN

Allgemein gültige Leitplanken oder gesetzliche Verankerungen zu KI im Bildungswesen gibt es derzeit noch keine, jedoch verschiedenste Handlungsempfehlungen. 2022 hat die Europäische Kommission bereits die *Ethischen Leitlinien für Lehrkräfte über die Nutzung von KI und Daten für Lehr- und Lernzwecke* herausgegeben. Darin werden anhand von Fallbeispielen ethische Aspekte und Ansprüche und neue Kompetenzen sowie ebenso zentrale Unterrichtsbegriffe und -methoden beleuchtet. Generell befinden sich wohl die meisten Bildungsinstitutionen noch in der Testphase oder versuchen vielmehr, mit der rasanten Entwicklung Schritt zu halten. Das Liechtensteinische Gymnasium hat seinen Leitfaden zum Verfassen einer Facharbeit um die Thematik ChatGPT ergänzt. Daneben gibt es jedoch noch keine Reglemente oder Richtlinien zu KI am Gymnasium. «Wir prüfen verschiedene Umgangsweisen und holen uns regelmässig Fachwissen über Vorträge und verschiedene Weiterbildungen an die Schule. Es ist uns wichtig, offen und sensibel mit der Thematik umzugehen, aber aufgrund der rasanten Entwicklung keine vorläufigen Schlüsse möglicherweise zulasten von Schülerinnen und Schülern zu ziehen», sagt Rektor Eugen Nägele.

ERSTES GESETZ ZU KI VERABSCHIEDET

Am 13. März 2024 wurde vom EU-Parlament das erste Gesetz verabschiedet, das Künstliche Intelligenz reglementiert. Es soll insbesondere den Missbrauch von KI verhindern und die Rechte der Nutzerinnen und Nutzer schützen. Vollständige Anwendung wird das Gesetz 24 Monate nach Beschluss finden. Welche Auswirkungen dieses auf den Bildungsbereich haben wird oder ob es bis zu dessen Anwendung auch spezifische Reglementierungen im Bildungsbereich geben wird, wird sich zeigen. Sicher ist, dass KI uns weiterhin intensiv beschäftigen wird und der Umgang mit der digitalen Welt noch anspruchsvoller wird. In diesem Zusammenhang sollte auch zunehmend diskutiert werden, wie digitale Pausen geplant und effektiv umgesetzt werden können.



Barbara Schneider M.Sc.,
Wissenschaftliche Mitarbeiterin Eurydice
am Liechtenstein-Institut



Eugen Nägele, Rektor des Liechtensteinischen Gymnasiums.
Foto: Nils Vollmar

«Wir wollen junge Menschen für einen verantwortungsvollen Umgang mit KI sensibilisieren und sie in diesem Prozess begleiten.»

Literatur

- Dachverband Lehrerinnen und Lehrer Schweiz (Hg.): *Positionspapier Künstliche Intelligenz in der Schule. Chancen nutzen, Herausforderungen meistern*. Zürich, 2024.
- Europäische Union (Hg.): *Ethische Leitlinien für Lehrkräfte über die Nutzung von KI und Daten für Lehr- und Lernzwecke*. Luxemburg, 2022.
- Florian Nuxoll: *KI in der Schule*, in: *Aus Politik und Zeitgeschichte: Künstliche Intelligenz*, 75. Jahrgang, 42/2023.
- Schulamt Fürstentum Liechtenstein: *schuleheute 02/23*, Vaduz 2023.
- Europäische Kommission: *Gestaltung der digitalen Zukunft Europas: KI-Gesetz*, URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/regulatory-framework-ai>, aufgerufen am 4.8.2024.

IM SPANNUNGSFELD ZWISCHEN INNOVATION UND RISIKO: KI-Regulierung am Beispiel der Kreditwürdigkeitsprüfung

Künstliche Intelligenz bietet in vielen Bereichen grosses Innovationspotenzial. Sie bringt aber auch Herausforderungen mit sich, die Politik und Gesetzgeber adressieren müssen. Am Beispiel der Kreditwürdigkeitsprüfung lassen sich Risiken und mögliche Lösungsansätze besonders gut verdeutlichen.



Dem Einsatz der Künstlichen Intelligenz wird quer durch alle Branchen enormes Innovationspotenzial zugesprochen. Mit neuen Möglichkeiten kommen aber bekanntlich auch neue Risiken, die Politik und Gesetzgeber auf den Plan rufen.

Wird der Gesetzgeber tätig, braucht er das richtige Augenmass: Er muss Risiken adressieren, will aber Innovationen nicht behindern.

Ein typisches Risiko beim Einsatz Künstlicher Intelligenz ist die Gefahr diskriminierender Entscheidungen. Selbst die besten KI-Systeme können die Zukunft nicht vorhersagen. Sie sind «nur» besonders gut darin, aus grossen Datenmengen zu lernen und genaue Prognosen zu treffen. Da KI-Modelle auf historische Daten angewiesen sind, gibt es allerdings das Risiko, auch unerwünschte Unterschiede fortzuschreiben. Diese Gefahr besteht gerade dort, wo erst aufgeholt wird: Etwa bei den Karriereperspektiven von Frauen und Männern oder den Chancen jüngerer und älterer Personen am Arbeitsmarkt.

Ein zweites Risiko betrifft die Art, wie intelligente Systeme Daten auswerten. Moderne KI-Systeme zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie mehr oder weniger «autonom», also selbstlernend sind. Sie verbessern ihre Algorithmen laufend anhand der bisher gemachten «Erfahrungen». Intelligente Systeme folgen dabei aber nicht unbedingt denselben Denkmustern wie Menschen, weshalb die Ergebnisse nicht immer nachvollziehbar sind.

Welche Auswirkungen das haben kann, lässt sich besonders gut am Beispiel der automatisierten Kreditwürdigkeitsprüfung zeigen: Im Gegensatz zu Herrn Liechtensteiner erhält Frau Liechtensteiner bei gleicher Einkommens- und Lebenssituation vielleicht gar keinen Kredit oder nur einen Kredit zu schlechteren Bedingungen – und niemand kann ihr erklären, warum.

RECHTSRAHMEN BEI AUTOMATISierter KREDITWÜRDIGKEITSPRÜFUNG

Im Fokus der rechtlichen Vorgaben für das Kreditgeschäft mit Konsumentinnen und Konsumenten stand bisher die «verantwortliche Kreditvergabe». Banken sind nicht nur berechtigt, sondern – zum Schutz vor finanzieller Überforderung der Kreditnehmenden – auch verpflichtet, eine genaue Kreditwürdigkeitsprüfung durchzuführen. Wird der Kredit wegen einer automatisierten Bonitätsbewertung abgelehnt oder verschlechtern sich deshalb die Konditionen, helfen diese Regelungen allerdings nicht.

Schlagkräftiger sind in diesem Zusammenhang die Diskriminierungsverbote des (europäischen) Gleichbehandlungsrechts. Sie gelten aber nach derzeitigem Stand jedenfalls nicht für alle Kreditverträge. Ausserdem bringt selbst das strengste Verbot nichts, wenn die Betroffenen keine ausreichenden Informationen über die Entscheidungsgrundlagen erhalten.

An dieser Stelle kommen nun zwei Regelungen der europäischen «Datenschutz-Grundverordnung» ins Spiel: Einerseits muss sich niemand eine (vollständig) automatisierte Entscheidung «einfach so» gefallen lassen, wenn sie rechtliche Wirkung entfaltet oder die betroffene Person in ähnlicher Weise beeinträchtigt. Jeder kann zumindest verlangen, dass ein Mensch einschreitet, sich den persönlichen Standpunkt anhört und die Letztentscheidung trifft. Andererseits hat die betroffene Person das Recht, zumindest grundsätzliche Informationen über die automatisierte Entscheidungsfindung zu erhalten. In der vielbeachteten «SCHUFA-Entscheidung» (EuGH C-634/21) hat der Europäische Gerichtshof ausserdem festgehalten, dass die Regelungen auch für Dienstleister gelten, die Bonitätsbewertungen automatisiert erstellen,

selbst aber nicht über die Kreditvergabe entscheiden. In der Praxis kommt es nämlich häufig vor, dass Kreditgeber Anträge ohne Weiteres ablehnen, wenn sie eine negative Bonitätsauskunft von einem externen Dienstleister – etwa dem Betreiber einer Bonitätsdatenbank – erhalten.

Mit der dritten Verbraucherkredit-Richtlinie (RL [EU] 2023/2225), die in der EU bis Ende 2025 umzusetzen ist, hat der europäische Gesetzgeber nun beide Konzepte speziell für das Kreditgeschäft übernommen und im Sinne der Konsumentinnen und Konsumenten weiter verfeinert. Die Richtlinie enthält ein Diskriminierungsverbot und bildet die Regelungen aus dem Datenschutzrecht nach, bestehende Lücken werden weitgehend geschlossen. Umgekehrt bedeutet das nun festgeschriebene «Recht auf menschliche Letztentscheidung» für Banken und Dienstleister natürlich einen gewissen administrativen Mehraufwand, der sich letztlich wiederum in höheren Kosten für Kreditnehmende niederschlagen kann.

DIE NEUE KI-VERORDNUNG DER EU

Einen anderen Weg schlägt die kürzlich verabschiedete «KI-Verordnung» (VO [EU] 2024/1689) ein, die bis 2027 stufenweise in Kraft tritt. Sie verfolgt ein präventives Konzept und einen risikobasierten Ansatz: Je grösser das Risiko für Rechtsgüter wie Grundrechte, Sicherheit oder Gesundheit, desto dichter und strenger die Pflichten:

Für KI-Systeme mit minimalem Risiko gelten lediglich freiwillige Verhaltensempfehlungen. Bestimmte Praktiken, die ein inakzeptables Risiko bergen (z.B. das aus China bekannte «Social Scoring»), sind dagegen überhaupt verboten.

KI-Systeme, die zur Bewertung der Kreditwürdigkeit natürlicher Personen eingesetzt werden, zählen zu den «Hochrisiko-KI-Systemen», für deren Entwicklung und Einsatz umfassende Pflichten gelten. Der Anbieter muss etwa bereits beim Training der Modelle darauf achten, Vorurteile in den Daten zu vermeiden. Der Betrieb ist nur unter Aufsicht natürlicher Personen zulässig, die das richtige Know-how haben und nötigenfalls eingreifen können.

AUSBLICK

Obwohl der rasante Aufstieg von KI-Systemen vor allem in den letzten beiden Jahren erfolgt ist, kennt die Rechtsordnung Instrumente, mit denen bestimmten Risiken begegnet werden kann. Hier und dort muss der Gesetzgeber allerdings nachjustieren, manchmal auch neue Wege gehen. Stets muss er dabei das richtige Augenmass behalten, um Innovationen nicht zu behindern, aber gleichzeitig unerwünschte Praktiken zu unterbinden. Welche Regelungen sich am besten bewähren, wird die Zukunft noch zeigen.



Florian Ebner, LL.M. (WU)
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Professur für Bank- und Finanzmarktrecht,
Liechtenstein Business Law School

HISTORISCHE KLEINSTAATENFORSCHUNG: Ein Plädoyer

Die Kleinstaatenforschung fristet nach wie vor ein wissenschaftliches Nischendasein. Dabei bietet sie erhebliche Erkenntnispotenziale von einer Relevanz, die weit über das Forschungsfeld selbst hinausreicht. Gerade auch die Geschichtswissenschaft kann einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, das Feld voranzubringen und von den Rändern der wissenschaftlichen Aufmerksamkeit wegzubewegen.

Wer Kleinstaatenforschung betreibt, bewegt sich in einem wissenschaftlichen Randgebiet. Von dort aus ist indes immer wieder die Relevanz dieser Forschung geltend gemacht worden (z. B. Kirt/Waschkuhn, 2001). In der jüngsten Vergangenheit, so hat man den Eindruck, haben sich die Voten verdichtet, die das Potenzial der Forschung zu kleinen Staaten unterstreichen. Dabei wird verschieden argumentiert. So ist – am Beispiel der Politikwissenschaft – dargelegt worden, dass der weitgehende Ausschluss von Kleinstaaten aus den allgemeinen, nicht auf diese Staatengruppe fokussierten Forschungsperspektiven methodologisch kaum haltbar ist und was dadurch an Antworten auf umfassendere Fragen verloren geht (Veenendaal/Corbett, 2015). Mit Blick auf das spezialisierte Feld der Kleinstaatenforschung selbst sind diesem «challenging and exciting times» in Aussicht gestellt worden: Noch nie sei die Beschäftigung mit kleinen Staaten derart relevant gewesen – einerseits aufgrund neuer Forschungsansätze auf dem Gebiet, andererseits angesichts des Umstandes, dass Kleinstaaten nicht weniger, sondern mehr werden und für viele Menschen anhaltend eine attraktive Form der politischen Organisation des Gemeinwesens darstellen (Thorhallson, 2018). Schliesslich ist die politische Bedeutung der Kleinstaaten in der Gegenwart auch unter einem qualitativen Gesichtspunkt hervorgehoben worden: In einer Zeit, in der eine massgeblich vom technologischen Wandel getriebene Globalisierung die Macht grosser Staaten zunehmend erodieren lasse, könnten gerade Kleinstaaten aufgrund ihrer erworbenen Fähigkeiten in Wirtschaft, Technologie und internationaler Politik einen wesentlichen Beitrag zu Sicherheit, Stabilität und Wohlstand auf der Welt leisten (Sarkissian, 2023).

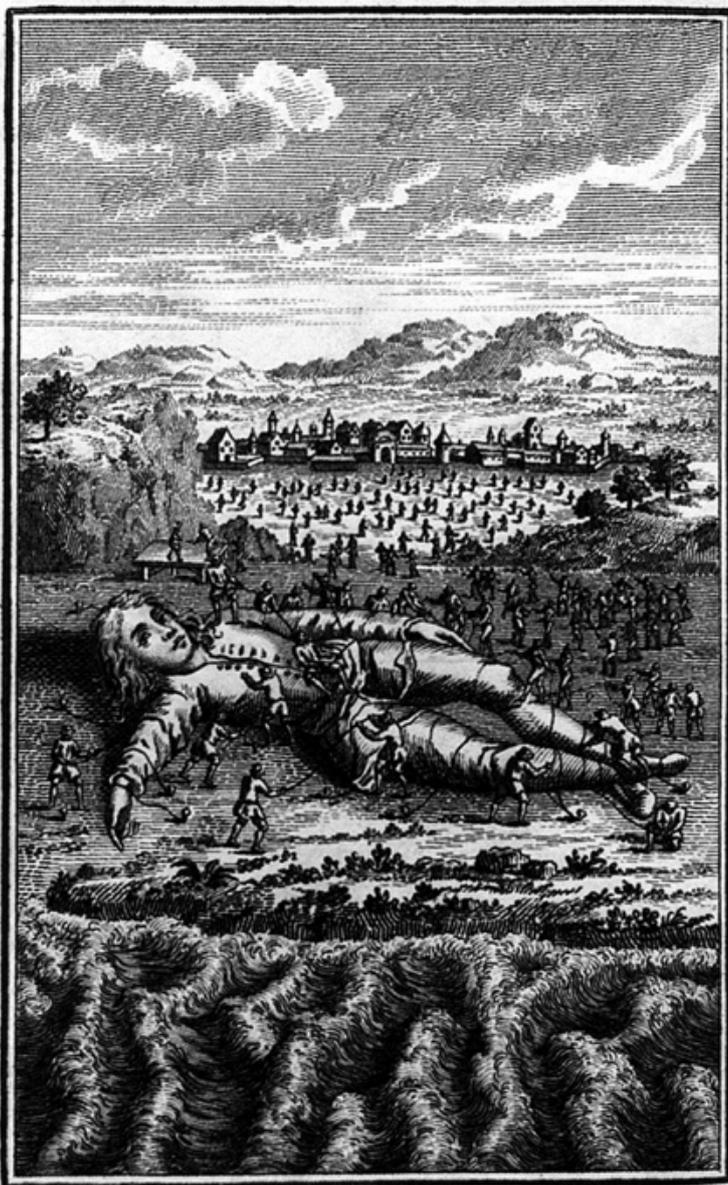
ZUR GESCHICHTE DER SMALL STATES STUDIES

Die Kleinstaatenforschung (*small states studies*) kam in den späten 1950er- und den 1960er-Jahren auf. Sie war eine Reaktion auf die Entwicklung, dass die dritte Dekolonisations-

welle nach dem Zweiten Weltkrieg eine Reihe neuer kleiner Staaten hervorgebracht hatte und der Kalte Krieg die Frage aufkommen liess, wie solche Staaten in der internationalen Ordnung überleben konnten. Das Erkenntnisinteresse galt entsprechend vorab den Existenzmöglichkeiten kleiner Staaten. Ab den 1980er-Jahren gesellten sich mit der zunehmenden politischen und wissenschaftlichen Bedeutung des Konzepts der Globalisierung und mit dem Ende des Kalten Krieges neue Fragestellungen hinzu. Diese gingen weniger von Defizitdiagnosen aus und stellten stattdessen gerade auch Erklärungsversuche für den relativen Erfolg – etwa im Bereich der demokratischen Entwicklung – vieler Kleinstaaten in den Mittelpunkt. Andere neue Fragestellungen – wie die nach der Rolle von Kleinstaaten in internationalen Organisationen – verwiesen allerdings darauf, dass das Kerninteresse, das die Forschung im Feld leitete, im Wesentlichen dasselbe geblieben war: das Thema der Vulnerabilität von Kleinstaaten in der internationalen Ordnung. Trotz der Diversifizierung der Fragestellungen und Ansätze in den letzten Jahren und Jahrzehnten prägt diese Kontinuität die Kleinstaatenforschung bis in die Gegenwart (vgl. z. B. Maass, 2017).

DIE KLEINSTAATENFORSCHUNG IN DER GESCHICHTSWISSENSCHAFT

Diese Kontinuität besitzt eine wesentliche Ursache im Umstand, dass die Kleinstaatenforschung stark politikwissenschaftlich geprägt geblieben ist. Das Forschungsfeld hat indes ein interdisziplinäres zu sein: Wenn sich Politikwissenschaftler und Politikwissenschaftlerinnen der Frage des Überlebens von kleinen Staaten annehmen, müssen sie sich historische Perspektiven zu eigen machen. Wenn sie verstehen wollen, weshalb gerade sehr viele sehr kleine Staaten – gemessen am Bruttonationaleinkommen pro Kopf – zu den wohlhabendsten Ländern der Welt gehören, müssen sie auf wirtschaftswissenschaftliche Erklärungen zurückgreifen. Interdisziplinäre Forschung hat allerdings methodologisch konsolidierte



Gulliver erwacht auf den Boden gefesselt auf der Insel Liliput.

Arbeit innerhalb der verschiedenen Disziplinen zur Voraussetzung. Und dabei hat nicht zuletzt die Geschichtswissenschaft deutlich mehr zu bieten und zu leisten, als dies bisher der Fall gewesen ist.

Auch in der Geschichtswissenschaft sind Beiträge zur Kleinstaaten thematik entstanden (auch unter Beteiligung des Liechtenstein-Instituts: Langewiesche, 2007). Am namhaftesten hat die Beschäftigung mit dem Thema dabei im Bereich der Forschung zu Frühen Neuzeit stattgefunden, auch wenn sie hier ebenfalls marginal geblieben ist (vgl. Schnettger, 2008). Dabei haben sich die notorischen Abgrenzungsprobleme des Forschungsgegenstandes noch potenziert. Die Forschung hat sich nicht nur der Frage anzunehmen, was unter einem «Kleinstaat» zu verstehen ist. Sie steht auch vor der Herausforderung zu bestimmen, was Staatlichkeit in der Frühen Neuzeit bedeutete. Neben solchen Partikularitäten machen aber die Gemeinsamkeiten in den zentralen Fragestellungen in der Forschung zur Vormoderne und zur Moderne – auf die noch zurückzukommen sein wird – gerade auch eine historische Betrachtung der Kleinstaatlichkeit in der *longue durée* über die Epochengrenze hinweg möglich und sinnvoll. Und diese verspricht erhebliche Erkenntnisgewinne, auch weil die sogenannte «Sattelzeit» zwischen den Epochen im späten 18. und beginnenden 19. Jahrhundert die Zeit war, in der die

Zahl der organisierten Gemeinwesen, die sich als Kleinstaaten bezeichnen lassen, erheblich zurückging, ja regelrecht einbrach. Dieser Phase kam in der längeren Geschichte der Kleinstaaten eine wesentliche Bedeutung zu, bevor deren Anzahl dann vor allem in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wieder deutlich anstieg. Gewisse Schätzungen gehen von einer Verdreifachung von 1945 bis in die Gegenwart aus, andere gar von einer Verseibenfachung (Maass, 2017; Sarkissian, 2023).

Auch in der Geschichtswissenschaft ist Relevanz vielfach mit Grösse gleichgesetzt worden. Wer sich mit der Geschichte des britischen Empire, Deutschlands oder der USA befasst, steht um einiges weniger unter Begründungszwang, als wer dies mit der Geschichte Luxemburgs, Liechtensteins oder Belizes tut. Während historische Forschung zu grösseren Kleinstaaten, wie der Schweiz oder Österreich, zunehmend auch über das jeweilige Land hinaus rezipiert wird, wird die Geschichte sehr kleiner Staaten ausserhalb ihres nationalen Kontextes fast nicht wahrgenommen. Fraglos sind Grossbritannien, Deutschland oder die USA für europäische und globale Entwicklungen in den letzten zweieinhalb Jahrhunderten von ungleich grösserer Bedeutung gewesen als Luxemburg, Liechtenstein oder Belize. Indessen ist auch deren Geschichte keineswegs bedeutungslos für eine allgemeine Geschichtsschreibung jenseits spezifisch nationalhistorischer Interessen.

DAS KLEINE UND DAS GROSSE

Die Einsicht, dass auch das Kleine eine wesentliche Bedeutung für das Verstehen und Erklären grösserer historischer Zusammenhänge hat, ist keineswegs neu. Verschiedene Zugänge lassen sich dabei unterscheiden. So hat die sogenannte Mikrogeschichte – die die Innovationskraft der Suche des Grossen im Kleinen prominent unter Beweis gestellt hat – weniger kleine

Untersuchungsgegenstände in den Blick genommen als den Betrachtungsmassstab reduziert. Mit einer solchen Skalierung nach unten lassen sich in Kleinstaaten komplexe historische Phänomene in der Vielzahl ihrer Zusammenhänge in einem gesamtstaatlichen Rahmen auch über längere Zeiträume untersuchen, was in einem grösseren Staat aus forschungspraktischen Gründen nicht möglich wäre. Unter einem solchen Ansatz unternimmt zurzeit ein Forschungsprojekt eine «Gesamtschau» auf die Geschichte der Fürsorge in Liechtenstein (Scheuzger, 2025).

Kleinstaaten sind indes nicht nur Miniaturversionen grösserer Staaten, sondern weisen auch ihre Besonderheiten auf. In dem Sinn lässt sich auch auf etwas sehr Kleines in der Geschichte blicken, um etwas sehr Grosses besser zu verstehen. So hat eine historische Studie am Beispiel des ehemaligen Königreichs Niumi an der Mündung des Gambia, dessen Territorium etwa ein Drittel desjenigen von Luxemburg umfasste, wesentliche Entwicklungen der Globalisierung in einer sehr verdichteten Form aufzuzeigen vermocht (Wright, 2018). Dem eingangs genannten Argument für die Relevanz der Kleinstaatenforschung jenseits des Feldes ist auch aus geschichtswissenschaftlicher Warte zuzustimmen: Die Betrachtung von Kleinstaaten bietet wichtige Einsichten zu Fragestellungen, die weit über diese Kleinstaaten hinausgehen.

Kleine Staaten im deutschen Bund in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Platt's grosser Atlas der Erde, Magdeburg [1848].

Wikimedia Commons.

Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Deutsche_Bundesstaaten_Platt_1848.pdf)

Datei:Deutsche_Bundesstaaten_Platt_1848.pdf



Kleine Reiche entlang des Gambia im späten 19. Jahrhundert – Niimi an der Flussmündung wurde hier mit dem portugiesischen Namen «Bar» bezeichnet. Andreas Allgemeiner Handatlas, Leipzig 1881. Wikimedia Commons.

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Niimi>



Dass Kleinstaaten – nicht selten aus diesen selbst heraus – regelmässig eine Modellhaftigkeit für gute staatliche Organisation und Politik zugeschrieben worden ist, braucht dabei nicht einmal als Argument bemüht zu werden.

DIE QUANTITATIVE UND DIE QUALITATIVE BEDEUTUNG VON KLEINSTAATEN

Auch das quantitative Argument für die Kleinstaatenforschung ist aus geschichtswissenschaftlicher Sicht zu stützen. Selbst wenn eine entsprechende Schätzung nur um den Preis einer Definition des Kleinstaates möglich ist, die ohne eine erhebliche Restwillkür nicht zu leisten ist: Historisch hat eine beträchtliche Anzahl von Menschen in Kleinstaaten gelebt. Die Welt ausserhalb der grossen und mittleren Staaten ist grösser als auch vielen Geisteswissenschaftlerinnen und Sozialwissenschaftlern bewusst sein dürfte. Um das Bild des US-amerikanischen Politikwissenschaftlers Robert Keohane zu verwenden: Wenn die Liliputaner Gulliver überwinden oder ihn für sich arbeiten lassen können, müssen sie ebenso untersucht werden wie der Riese (Keohane, 1969).

Das Bild veranschaulicht auch, weshalb sich eine verstärkte Kleinstaatenforschung ebenfalls mit dem eingangs als drittem angeführten Argument bezüglich der qualitativen politischen Bedeutung dieser Staaten begründen lässt. Das heisst auch, dass über die Bedeutung von Kleinstaaten in europäischen und globalen Zusammenhängen nicht nur unter dem Aspekt deren Existenzsicherung und Entwicklung, sondern auch hinsichtlich der Mitgestaltung der politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Verhältnisse auf der Welt historisch zu forschen und gegenwartsbezogen zu reflektieren ist.

POTENZIALE

Geschichtswissenschaftliche Perspektiven vermögen zum einen die Erkenntnisse im herkömmlichen Themenbereich der Kleinstaatenforschung wesentlich zu verbreitern und zu vertiefen. Die Untersuchung der grenzüberschreitenden Verflechtungen kleiner Staaten in ihrer historischen Dimension, durchaus auch über das Spannungsfeld von Souveränität und internationaler Integration hinaus, fällt in ihren Kompetenzbereich. Zum zweiten ist eine geschichtswissenschaftliche Betrachtung in der Lage, die für die Kleinstaatenforschung essenzielle, bisweilen auch lähmende, aufgrund der Relativität des Konzepts aber nicht abschliessend zu lösende Frage der Definition des «Kleinstaates» in eine produktive Richtung zu lenken. Die systematische Rekonstruktion und Analyse dessen, was in verschiedenen zeit-räumlichen Kontexten unter einem «Kleinstaat» verstanden worden ist, vermögen das Forschungsfeld wesentlich voranzubringen. Als ein drittes zentrales Themenfeld für eine historische Kleinstaatenforschung lässt sich schliesslich die Intensivierung der Beschäftigung mit der Frage benennen, was es für Menschen bedeutet hat, in einem kleinen Land zu leben. Wie breit die Auseinandersetzung damit sein kann, was die Kleinheit eines Landes mit den Menschen und der Gesellschaft macht und was diese mit der Kleinheit ihres Gemeinwesens machen, hat vor wenigen Jahren ein Sammelband aus der Anthropologie erst einmal angedeutet (Gingrich/Hannerz, 2017).

Auch für die Geschichtswissenschaft stellt die Kleinstaatenforschung Innovation in Aussicht – nicht nur aufgrund der im Fach bisher noch wenig beachteten Thematik und der Ansätze, mit denen diese untersucht werden kann. Sie fügt sich auch in ein Anliegen ein, das von zahlreichen Historikern und Historikerinnen seit einiger Zeit als wesentlich erkannt wird: die Dezentrierung etablierter geschichtswissenschaftlicher Perspektiven und die Vervielfältigung der Standpunkte, von denen aus auf die Geschichte geblickt

wird. Indem sie historische Akteure und Akteurinnen in den Blick nimmt, die vom geschichtswissenschaftlichen *mainstream* bisher weitgehend marginalisiert worden sind, eröffnet die historische Kleinstaatenforschung relevante neue Sichtweisen auf die Vergangenheit.

Historische Kleinstaatenforschung betrachtet kleine Staaten und ihre Gesellschaften als Teil einer Gruppe, die durch die Eigenschaft der Kleinheit konstituiert wird. Gleichwohl geht es ihr nicht um eine abstrakte Entität Kleinstaat, um einen Idealtypus oder um Theorien der Kleinstaatlichkeit. Es geht ihr um Einsichten, die aus der Betrachtung historischer konkreter Einzelfälle gewonnen werden, aus deren Untersuchung sich dann über Vergleiche allenfalls auch allgemeinere Erkenntnisse formulieren lassen. Damit ergänzt eine historische Kleinstaatenforschung andere disziplinäre Zugänge im Feld auf eine entscheidende Art und Weise. Mit anderen Disziplinen teilt sie das Bestreben, zu einem besseren Verständnis von Staaten und Gesellschaften beizutragen, über die die Wissenschaft vielfach wenig weiss, weil sie zu lange als unbedeutend betrachtet worden sind – ein besseres Verständnis, das für die «Kleinen» und für die «Grossen» wichtig ist.



PD Dr. Stephan Scheuzger,
Forschungsbeauftragter Geschichte
am Liechtenstein-Institut

Literatur

- Gingrich, André/Hannerz, Ulf (Hg.): *Small Countries. Structures and Sensibilities*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2017.
- Keohane, Robert O.: *Lilliputians' Dilemmas: Small States in International Politics*, in: *International Organization*, 23/2, 1969, S. 291–510.
- Kirt, Romain / Waschkuhn, Arno: *Was ist und zu welchem Zwecke betreibt man Kleinstaaten-Forschung? Ein Plädoyer für die wissenschaftliche Beschäftigung mit kleinen Nationen*, in: dies. (Hg.): *Kleinstaaten-Kontinent Europa. Probleme und Perspektiven*. Baden-Baden: Nomos, 2001, S. 25–46.
- Langewiesche, Dieter (Hg.): *Kleinstaaten in Europa*. Vaduz: Verlag der Liechtensteinischen Akademischen Gesellschaft, 2007.
- Maass, Matthias: *Small States in World Politics. The Story of Small State Survival, 1648–2016*. Manchester: Manchester University Press, 2017.
- Sarkissian, Armen: *The Small States Club. How Small Smart States Can Save the World*. London: Hurst, 2023.
- Scheuzger, Stephan: *Die Welt der Sozialpolitik in einem sehr kleinen Staat: Die Politik und Praxis der Fürsorge in Liechtenstein vom 19. bis ins 21. Jahrhundert*, Bd. 1: 1840er–1920er Jahre. Baden-Baden: Nomos, 2025.
- Schmetzger, Matthias: *Kleinstaaten in der Frühen Neuzeit. Konturen eines Forschungsfeldes*, in: *Historische Zeitschrift*, 286, 2008, S. 605–640.
- Thorhallsson, Baldur: *Studying Small States: A Review*, in: *Small States & Territories*, 1/1, 2018, S. 17–54.
- Veenendaal, Wouter/Corbett, Jack: *Why Small States Offer Important Answers to Large Questions*, in: *Comparative Political Studies*, 48/4, 2015, S. 527–549.
- Wright, Donald R.: *The World and a Very Small Place in Africa. A History of Globalization in Niimi, The Gambia*. 4., überarb. Aufl. New York: Routledge, 2018.

«DEEP MIND IM DIENSTE DER DIAGNOSTIK»: Strukturvorhersage von Blutgruppen-Antigenen

Zwei der drei Preisträger des Nobelpreises für Chemie 2024 sind die Entwickler von AlphaFold 2, einem KI-Modell zur Vorhersage von Proteinstrukturen. Am Institut für Translationale Medizin der UFL wird AlphaFold 2 zur molekularen Blutgruppenforschung genutzt.

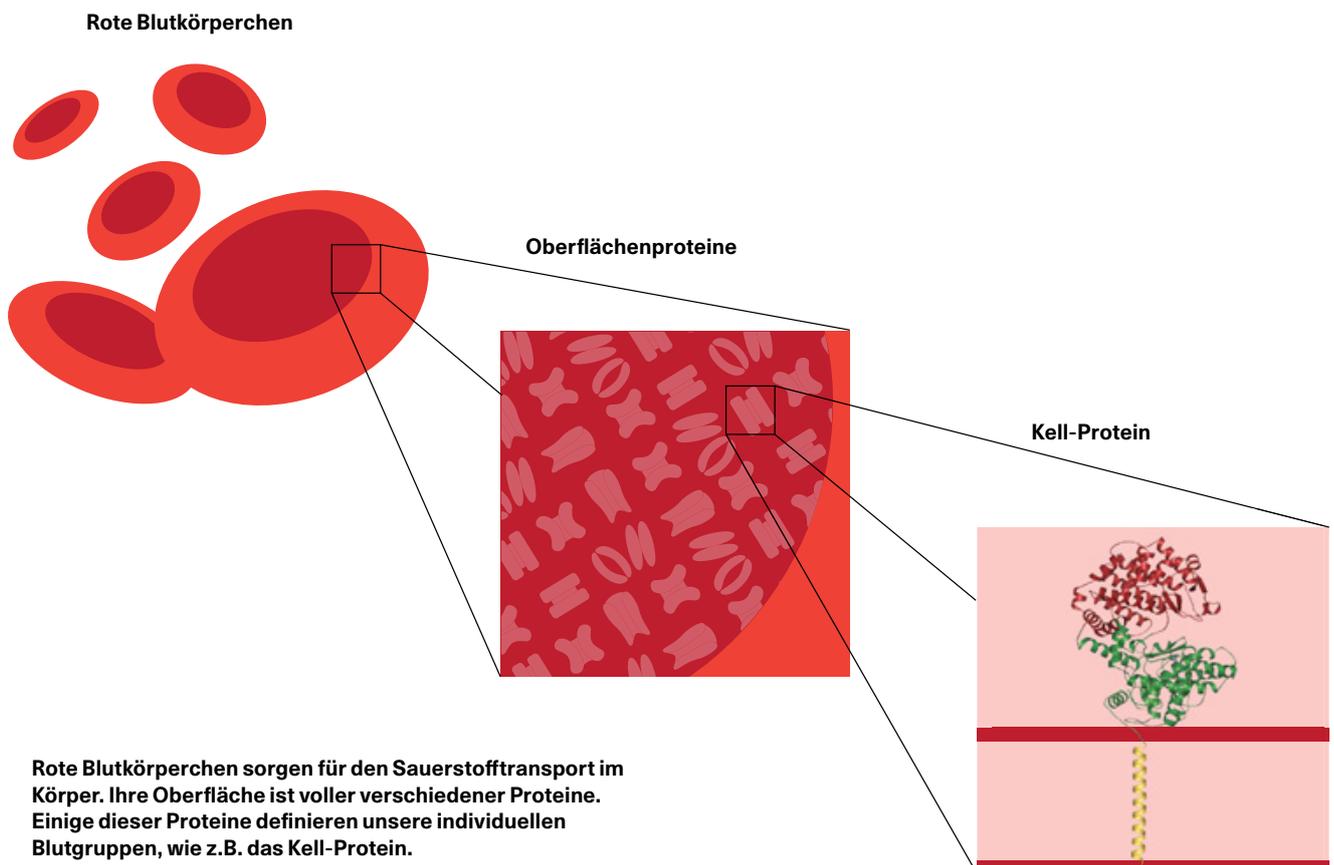
BLUTGRUPPEN UND ANTIGENE

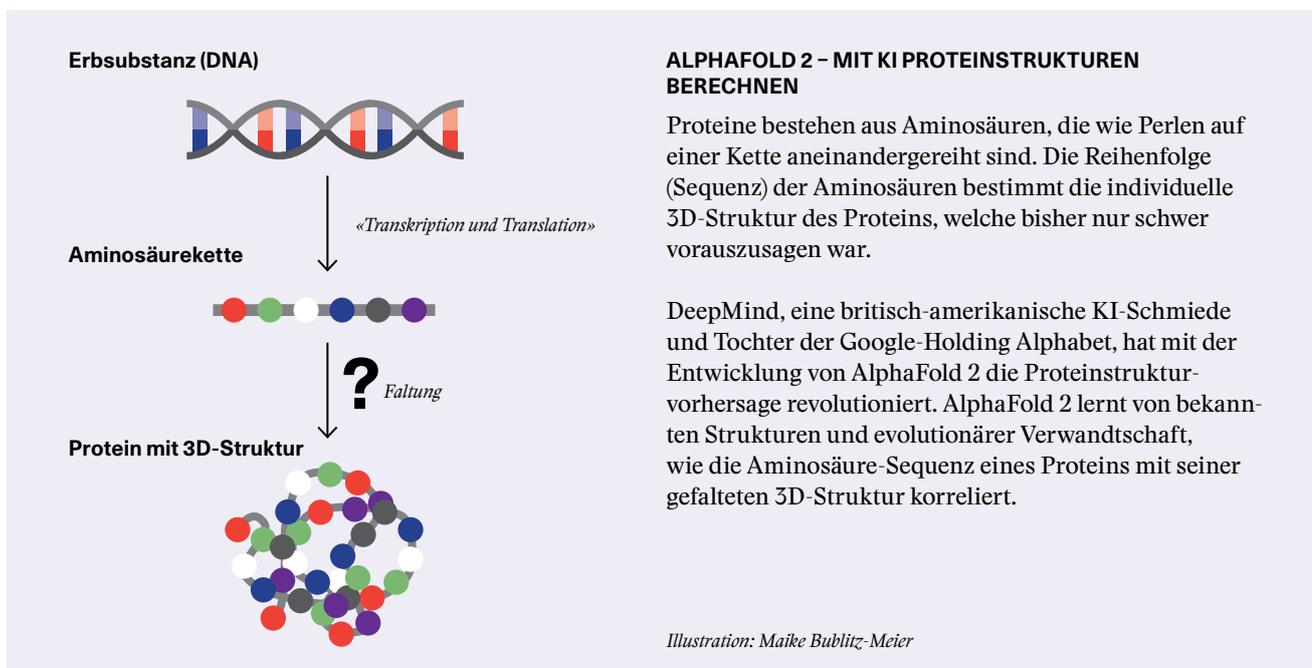
In Triesen wird das weltweit zentrale Register der International Society of Blood Transfusion (ISBT) für alle bekannten Blutgruppen geführt. Es gibt – über die weitläufig bekannten Gruppen A, B und 0 hinaus – über 40 verschiedene Blutgruppen-Systeme, von denen jedes einzelne bestimmte medizinische Charakteristika aufweist. Aber was sind Blutgruppen eigentlich genau?

Unser Blut setzt sich zu etwa gleichen Teilen aus Blutzellen und Plasma zusammen; seine Farbe hat es von den roten Blutkörperchen (Erythrozyten). Deren Oberfläche ist gespickt mit Tausenden von Proteinmolekülen, welche die äussere Beschaffenheit unserer Erythrozyten bestimmen.

Hierin liegt auch das Geheimnis der Blutgruppen: Einige der Oberflächenproteine unterscheiden sich zwischen verschiedenen Menschen, was bei einer Transfusion mit fremdem Blut eine Immunreaktion bei der empfangenden Person auslösen kann. Solche Proteine nennt man Blutgruppen-Antigene, von *Anti*(körper) und *generieren*. Ein bekanntes Beispiel ist das Rh-Protein (früher auch Rhesus-Faktor genannt), welches bei schwangeren Rh-negativen Frauen eine Immunreaktion gegen einen Rh-positiven Fötus auslösen kann.

Unsere Blutgruppen-Antigene sind genetisch festgelegt, d.h. jeder Mensch erbt die Blutgruppe(n) seiner Eltern. Mit einem Gentest kann man also die Blutgruppe einer Person genau bestimmen. Was man aber bisher nur schwer bestimmen





ALPHAFOLD 2 – MIT KI PROTEINSTRUKTUREN BERECHNEN

Proteine bestehen aus Aminosäuren, die wie Perlen auf einer Kette aneinandergereiht sind. Die Reihenfolge (Sequenz) der Aminosäuren bestimmt die individuelle 3D-Struktur des Proteins, welche bisher nur schwer vorauszusagen war.

DeepMind, eine britisch-amerikanische KI-Schmiede und Tochter der Google-Holding Alphabet, hat mit der Entwicklung von AlphaFold 2 die Proteinstrukturvorhersage revolutioniert. AlphaFold 2 lernt von bekannten Strukturen und evolutionärer Verwandtschaft, wie die Aminosäure-Sequenz eines Proteins mit seiner gefalteten 3D-Struktur korreliert.

Illustration: Maike Bublitz-Meier

konnte, ist das genaue Aussehen der Blutgruppen-Antigene und die z.T. kleinen, aber wichtigen Unterschiede zwischen ihren Varianten. Diese Wissenslücke wird nun durch ein neues Projekt am Institut für Translationale Medizin (ITM) der UFL geschlossen.

KI-GESTÜTZTE STRUKTURVORHERSAGE: ALPHAFOLD

Die 3D-Struktur vieler Blutgruppen-Antigene ist bisher noch unbekannt, da deren experimentelle Bestimmung sehr aufwendig ist. Hier kommt die Künstliche Intelligenz ins Spiel: Eine neue computergestützte Methode namens AlphaFold 2 kann Proteinstrukturen allein auf Basis ihres genetischen Bauplans mit hoher Genauigkeit vorhersagen. Während bisherige Algorithmen eher ungenaue Strukturen lieferten und an vielen Proteinen komplett scheiterten, kann AlphaFold 2 in vielen Fällen die Position jedes einzelnen Atoms im Protein mit einer Präzision von bis zu 0.0000001 Millimeter voraussagen. Dies hat die Proteinforschung revolutioniert und wurde mit dem Chemie-Nobelpreis 2024 an zwei AlphaFold 2-Entwickler gewürdigt.

DIE ANTIGEN-DATENBANK DES ITM

Mithilfe von AlphaFold 2 wird nun am ITM eine Datenbank von Blutgruppen-Antigenen erstellt. Zusätzlich zu den Strukturen aller Proteine werden Informationen zu ihrer Funktion sowie allen bekannten Varianten gesammelt. Eine weitere computerbasierte Methode, die sogenannte «Molekulardynamik-Simulation», liefert zusätzliche Informationen darüber, wie sich die Proteine in der Blutzell-Membran verhalten. Die Datenbank soll als freie Ressource für Forschende, Mediziner:innen und interessierte Laien dienen.

DAS BEISPIEL DER BLUTGRUPPE «KELL»

Mit exakten Strukturvorhersagen können die Forschenden am ITM nun auch bestimmte Antigene genauer erforschen. Ein Beispiel hierfür ist die Blutgruppe KELL, deren Antigene alle auf dem Kell-Protein liegen, von dem mindestens 76 medizinisch relevante Varianten bekannt sind. In einer Kollaboration mit der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel verglich man alle Varianten und fand heraus, dass Veränderungen am Kell-Protein an bestimmten Positionen gruppiert auftreten. So befinden sich Mutationen, die ein

Verschwinden des Proteins von den Erythrozyten bewirken, fast ausschliesslich tief im Inneren der gefalteten Struktur. Mutationen hingegen, die die Oberfläche des Kell-Proteins verändern, sind eher für die Bildung der Antigene verantwortlich: dafür also, dass bei einer Transfusion Probleme auftreten könnten.

FAZIT

Es wird kein Speziallabor mehr benötigt, um Strukturen von klinisch wichtigen Proteinen zu untersuchen. Dies ist insbesondere für kleinere Forschungsstandorte ein grosser Gewinn. Auch wenn KI-basierte Erkenntnisse letztlich immer experimentell bestätigt werden müssen, liefert die Strukturvorhersage wertvolle und neuartige Resultate. Das kürzlich erschienene AlphaFold 3 kann sogar Wechselwirkungen zwischen Proteinen vorhersagen und erreicht damit eine weitere Stufe der Komplexität. Im Hinblick auf die KI-gestützte Blutgruppenforschung blickt das ITM in eine spannende Zukunft.



Dr. Maike Bublitz-Meier
Gruppenleiterin, Institut für Translationale Medizin der Privaten Universität im Fürstentum Liechtenstein (UFL)



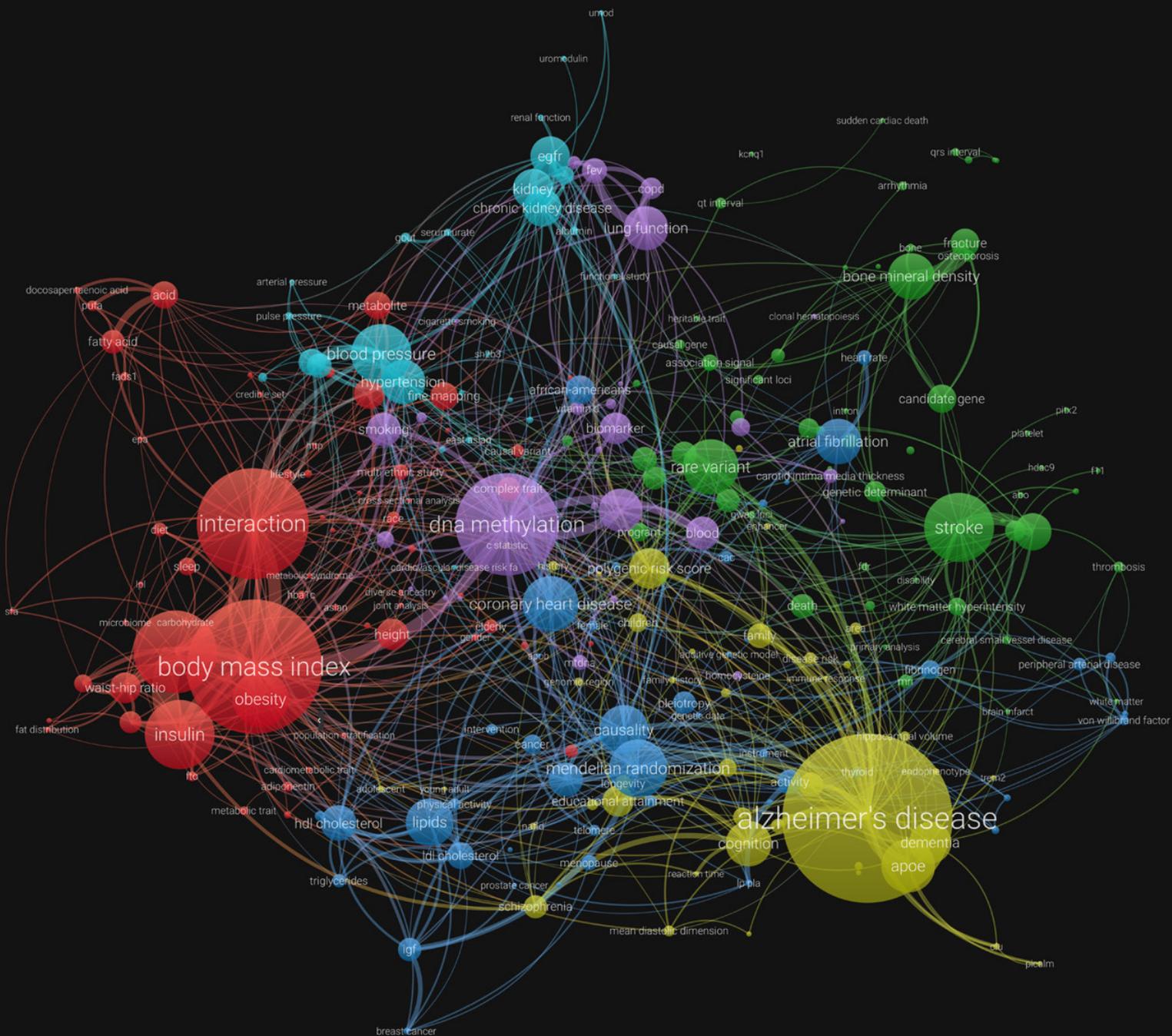
Prof. Dr. Christoph Gassner
Leiter des Instituts für Translationale Medizin der Privaten Universität im Fürstentum Liechtenstein (UFL)

Referenzen

- Mayr G, Bublitz M, Steiert TA, Loescher BS, ElAbd H, Wittig M, Gassner C, Franke A. A Structure-Based in silico Analysis of the Kell Blood Group System. Submitted for publication
- Jumper J, Evans R, Pritzel A, Green T, Figurnov M et al. Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. Nature 2021; 596(7875):583-589. doi: 10.1038/s41586-021-05819-2.
- Abramson J, Adler J, Dunger J, Evans R, Green T et al. Accurate structure prediction of biomolecular interactions with AlphaFold 3. Nature 2024; 650(8016):493-500. doi: 10.1038/s41586-024-07487-w.

DAS CHARGE KONSORTIUM: Ein Meilenstein in der Epidemiologie für Herz- und Altersforschung

Um Krankheiten und deren Entstehung besser zu verstehen, sind oft Forschungszusammenarbeiten notwendig. Damit kann bei epidemiologischen Fragestellungen erreicht werden, dass genügend grosse Fallzahlen zur eingehenden Analyse zur Verfügung stehen. Damit konnten bei Herz-Kreislaufferkrankungen wesentliche Fortschritte erzielt werden.



Das CHARGE Konsortium (Cohorts for Heart and Aging Research in Genomic Epidemiology) spielt eine zentrale Rolle bei der Erforschung der Zusammenhänge zwischen gewissen genetischen Merkmalen und Herz-Kreislauf- und Alterskrankheiten. Das Konsortium wurde gegründet, um Meta-Analysen von genomweiten Assoziationsstudien (GWAS) zu erleichtern und Replikationsmöglichkeiten zwischen grossen, gut charakterisierten Längsschnittkohorten zu ermöglichen.

Integriert wurden bevölkerungsbasierte Kohortenstudien mit umfassenden genomischen Daten sowie wiederholten Messungen von Risikofaktoren, subklinischen Erkrankungen und kardiovaskulären Ereignissen. Mit über 50'000 multiethnischen Teilnehmenden wird eine solide Grundlage zur Schätzung der Krankheitsinzidenz und zur Untersuchung vererbbarer Einflüsse geboten.

Die GAPP-Studie (Genetic and Phenotypic Determinants of Blood Pressure and Other Cardiovascular Risk Factors) aus Liechtenstein ist ein herausragendes Beispiel für die Bedeutung internationaler Zusammenarbeit innerhalb des Konsortiums. Die Beteiligung der GAPP-Studie an Meta-Analysen zu Blutdruckregulierung und Vorhofflimmern unterstreicht die wissenschaftliche Bedeutung solcher Kooperationen. Damit wurde es möglich, Mechanismen der Krankheitsentstehung in diesen Themen besser zu verstehen.

DIE BEDEUTUNG VON GWAS

Traditionelle Methoden zur Identifizierung von Varianten, die unter anderem das Risiko für chronische Krankheiten beeinflussen, litten unter geringer statistischer Power und mangelnder Replikation. GWAS haben diese Herausforderungen überwunden, indem sie mit grossen Stichproben neue genetische Varianten identifizieren, die mit Risikofaktoren, subklinischen Erkrankungen oder klinischen Ereignissen assoziiert sind. Die GAPP-Studie, als Studie mit vornehmlich jungen und gesunden Personen, konnte dabei jeweils als gesunde Kontrollfälle eine wichtige Rolle in diesen kollaborativen Analyseansätzen einnehmen.

STRUKTUR UND ARBEITSWEISE DES CHARGE KONSORTIUMS

Das CHARGE Konsortium umfasst weltweit bedeutende, grosse prospektive Kohortenstudien. Mit heterogenen Kohorten und einer Vielzahl gesundheitsbezogener Phänotypen bietet diese enorme Stichprobengrösse eine ideale Grundlage für die Identifizierung neuer Varianten.

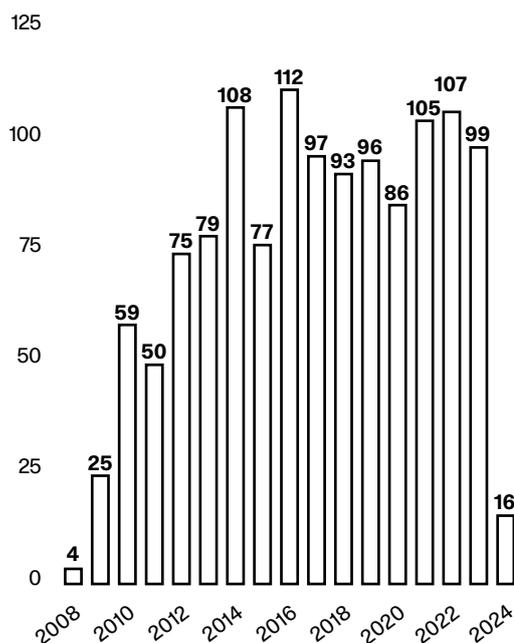
NEUE ERKENNTNISSE ZU VORHOFFLIMMERN UND BLUTDRUCKREGULATION

Ein bemerkenswertes Beispiel für die Arbeit des CHARGE Konsortiums ist die Untersuchung von Vorhofflimmern (Englisch: atrial fibrillation, AF). Diese Krankheit betrifft weltweit mehr als 33 Millionen Menschen und erhöht das Risiko für Schlaganfall, Herzinsuffizienz und Tod. In der bisher grössten Meta-Analyse von GWAS wurden eine halbe Million Personen eingeschlossen, darunter 65'446 mit AF. Die Studien identifizierten 97 Varianten, die signifikant mit AF assoziiert sind sowie 71 neue Varianten, die in den Bereichen Herzentwicklung, Reizleitung, Kontraktion und Struktur des Herzens eine Rolle spielen. (1)

Bei der bislang grössten Assoziationsstudie zu Blutdruckmerkmalen bei über 1 Million Menschen identifizierte man 535 neue Blutdruck-Varianten. Diese Entdeckungen bieten neue Einblicke in die Blutdruckregulierung und die gemeinsame genetische Architektur von Blutdruck und Lebensstil, was zukünftig eine verbesserte Prävention von

CHARGE PUBLICATIONS

Anzahl Publikationen aus dem CHARGE Konsortium von 2008–2024.



Herz-Kreislauf-Erkrankungen und die Identifikation von viel versprechender therapeutischen Ansatzpunkte ermöglichen könnte. (2)

Das CHARGE Konsortium ist in verschiedene Komitees und Arbeitsgruppen strukturiert, die Phänotypen standardisieren, Analysepläne entwickeln und die Veröffentlichung und gemeinsame Nutzung der Ergebnisse koordinieren. (3) Die Ergebnisse der CHARGE-Analysen bieten eine solide Basis für weiterführende Studien zum noch feineren Verständnis von Krankheitsentstehung. Studien- und Konsortiums-Kollaborationen erweitern diese Forschung und ermöglichen zusätzliche Replikations- und Validierungsmöglichkeiten.

Das CHARGE Konsortium ist ein innovatives, wegweisendes Modell für kollaborative Forschung, das unser Verständnis der vererbaren Grundlagen von Herz-Kreislauf- und altersbedingten Erkrankungen vertieft. Es eröffnet neue Perspektiven für die Entwicklung therapeutischer Ansätze.



Prof. Dr. Lorenz Risch
Institutsleitung am Institut für Labormedizin
der Privaten Universität im Fürstentum
Liechtenstein (UFL)



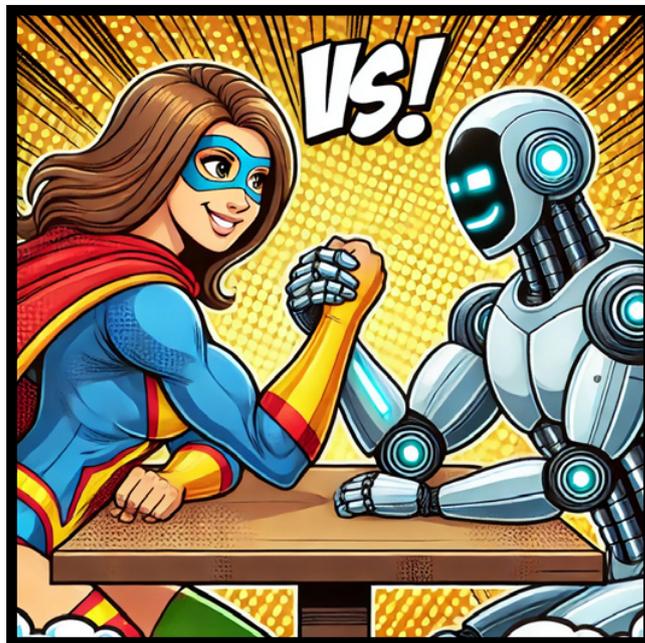
Dr. scient. med. Kirsten Grossmann
Mitarbeiterin Institutsleitung am Institut für
Labormedizin der Privaten Universität im
Fürstentum Liechtenstein (UFL), Studien-
koordinatorin GAPP-Studie, Labor Dr. Risch

Referenzen

- Roselli C, Chaffin MD, Weng LC, Aeschbacher S, Ahlberg G, Albert CM, et al. Multi-ethnic genome-wide association study for atrial fibrillation. *Nat Genet [Internet]*. 2018;50(9):1225–35.
- Evangelou E, Warren HR, Mosen-Ansorena D, Mifsud B, Pazoki R, Gao H, et al. Genetic analysis of over 1 million people identifies 535 new loci associated with blood pressure traits. *Nat Genet*. 2018;50(10):1412–25.
- CHARGE consortium [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 22]. Available from: <https://web.chargeconsortium.com>

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ – Effektive Gestaltung von Mensch-KI-Systemen

Die Nutzung von Systemen mit Künstlicher Intelligenz hat im privaten Alltag und im professionellen Umfeld in den letzten Jahren stetig zugenommen. Allerdings bringt die Integration von KI auch viele neue Herausforderungen in der Gestaltung von innovativen Systemen mit sich. Die Grenzen zwischen menschlicher und maschineller Arbeit verschwimmen immer mehr. Im Rahmen aktueller Forschung an der Liechtenstein Business School wird – gemeinsam mit internationalen Partnern – die Gestaltung von Mensch-KI-Systemen und deren Nutzung erforscht.



Alexa oder Siri sind Sprachassistenten, die wohl kaum mehr aus den Wohnzimmern wegzudenken sind. Künstliche Intelligenz ist mittlerweile ein fixer Bestandteil des Lebens. Sei es beim Bestellen von Produkten, bei der Abfrage nach dem Wetter oder beim Entsperren des eigenen Smartphones mittels Fingerprints oder Gesichtserkennung. Auch in der modernen Geschäftswelt ist der Einsatz von KI unumgänglich, da auch dort, angetrieben durch neue Erkenntnisse aus der Forschung und Praxis, der Fortschritt von KI-Technologien aufgrund wachsender Datenmengen und leistungsstärkerer Rechner intensiviert wird.

WIE MÜSSEN ZUKÜNFTIGE INFORMATIONSSYSTEME GESTALTET WERDEN?

Allerdings bringt das auch neue Herausforderungen und Anforderung mit sich mit, da die Grenzen zwischen menschlicher und maschineller Arbeit immer mehr verschwimmen. Die Frage, welche Aufgabe erledigt der Mensch und welche die Maschine, ist dabei nicht mehr eindeutig voneinander zu beantworten¹. Auch die Frage der Kompetenzen verschimmt bei der Gestaltung von innovativen Systemen immer mehr. Ein aktuelles Beispiel sind generative Sprachmodelle, auch als Large Language Modelle (LLM) bezeichnet, wie sie beispielsweise ChatGPT zugrunde liegen. Aktuelle generative Sprachmodelle sind teilweise in der Lage, kreative Tätigkeiten zu verrichten, wie zum Beispiel ein Gedicht zu schreiben².

WIE MÜSSEN GENERATIVE SPRACHMODELLE GESTALTET WERDEN?

Diese neuen Möglichkeiten, getrieben durch KI-Systeme, beschäftigen auch uns gestaltungsorientierte Forschende an der Liechtenstein Business School im Departement für Wirtschaftsinformatik und Computer Science. In einem aktuellen Forschungsprojekt untersuchen wir gemeinsam mit internationalen Partnern, wie zukünftige Systeme gestaltet werden müssen, damit die Nutzung von KI im Alltag oder in Geschäftsprozessen auch Nutzen stiften. Eine konkrete Fragestellung dabei ist, wie man generative Sprachmodelle nutzen kann, um den Zugriff auf verteiltes und unstrukturiertes Expertenwissen zu vereinfachen. Um diese Frage zu beantworten, wurde prototypisch ein Mensch-KI-System gestaltet und implementiert, das es ermöglicht, Expertenwissen zu suchen und direkt mit den vorgeschlagenen Ergebnissen in einem Dialogsystem in natürlicher Sprache zu interagieren.

Eines der Ziele war es, Anwendende bei der Suche und beim Verstehen bzw. Interpretieren von spezifischem Wissen zu unterstützen³. Das System wurde getestet, indem 1193 wissenschaftliche Papiere zu einem spezifischen Thema gesammelt und in einer Datenbank abgelegt wurden. Um die Textdokumente zu strukturieren, haben wir mittels LLMs den Inhalt der identifizierten Papiere analysiert und die vom Sprachmodell identifizierten Konzepte zusätzlich in einer Datenbank erfasst. Die Interaktion mit den Anwenderinnen und Anwendern wurde ebenfalls mit einem generativen Sprachmodell realisiert. Dies ermöglichte es, basierend auf natürlicher Spracheingabe, spezifische Fragen an das System zu stellen. Die Antworten werden dabei aus den in der Datenbank gefundenen Papieren und Konzepten zusammengefasst und visualisiert. Zusätzlich können die Anwendenden ein aus der Suche identifiziertes Papier auswählen und spezifische Fragen zu dessen Inhalt stellen.

EIN ONLINE-EXPERIMENT UND ERSTE ERGEBNISSE

In einem ersten Online-Experiment wurde das System evaluiert, indem die Teilnehmenden aufgefordert wurden, spezifisches Wissen aus der Datenbank zu suchen und zu interpretieren. Der implementierte Prototyp ermöglichte die Erforschung der Interaktion der Nutzenden und deren Nutzung der KI-Funktionen. Die ersten Ergebnisse des Experiments zeigten, dass die Nutzenden in der Lage waren, Wissen aus verteilten und unstrukturierten Informationen mittels KI und unter Anwendung von natürlicher Sprache effizienter und akkurater, gegenüber konventionellen Suchmaschinen, zu extrahieren.

In diesem Forschungsprojekt konnten erste Erkenntnisse gewonnen werden, wie Mensch-KI-Systeme im Bereich des Wissensmanagements gestaltet werden müssen, um eine effektive Nutzung solcher Systeme für die Anwendenden zu gewährleisten. Zukünftige KI-Systeme werden vermutlich in der Lage sein, immer komplexere Aufgaben selbstständig auszuführen und sich weiter in die täglichen Prozesse zu integrieren. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass die Gestaltung und das Zusammenspiel zwischen menschlichen Kompetenzen und technischen Fähigkeiten weiter erforscht werden müssen, um die Vorteile von Mensch-KI-Systemen und ihrer Nutzung zu gewährleisten.



Dr. Michael Gau,
Postdoktorand, Information Systems &
Business Process Management,
Liechtenstein Business School

Referenzen

1. Hevner, A. & Storey, V. Research Challenges for the Design of Human-Artificial Intelligence Systems (HAIS). *ACM Trans. Manage. Inf. Syst.* 14, 10:1-10:18 (2025).
2. Memmert, L., Cvetkovic, I. & Bittner, E. Human-AI Collaboration in Conceptualizing Design Science Research Studies: Perceived Helpfulness of Generative Language Model's Suggestions. in *ECIS 2025 Research Papers* (2025).
3. Gau, M., Maedche, A. & vom Brocke, J. Accessing the Design Science Knowledge Base - A Search Engine for the Accumulation of Knowledge Across Decentrally Organized Publications. in 266-278 (2025). doi:10.1007/978-3-031-32808-4_17.

DIE VERSPRECHEN DER KI AN EINE NACHHALTIGE UND ÖKONOMISCH FUNKTIONALE ZUKUNFT

Die globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts erfordern ein tiefgreifendes Umdenken in der Beziehung zwischen Wohlstand, globalem Konsum und den begrenzten natürlichen Ressourcen. So wie bisher kann im Angesicht des fortschreitenden Klimawandels eine nachhaltige Zukunft der Menschheit nicht funktionieren.

Hoffnung bieten neue technologische Entwicklungen, insbesondere im Bereich der Künstlichen Intelligenz, um den Wohlstand der Gesellschaft zu sichern, ohne die ökologischen Grenzen unseres Planeten zu überschreiten. Mit diesen Technologien könnte nachhaltiges Wachstum bei geringerem Ressourcenverbrauch gestaltet werden, was sowohl für entwickelte Nationen als auch für aufstrebende Volkswirtschaften mit einer wachsenden Mittelschicht von Bedeutung ist.

DIE ZENTRALE FRAGE

Wie kann, ohne weitere Schädigung der Umwelt, wirtschaftlicher Wohlstand gesichert und globaler Konsum gesteigert werden? Das traditionelle Dilemma dabei: Wohlstand erfordert Wachstum und steigenden Konsum, dies führt jedoch zur Übernutzung von Ressourcen und verschärft ökologische Probleme. Technologische Innovationen wie KI könnten dabei helfen, den Ressourcenverbrauch vom Wachstum zu entkoppeln und die Effizienz in verschiedenen Sektoren zu steigern und somit zur Lösung dieser globalen Herausforderung beizutragen.

Verzicht ist ein häufig propagierter Lösungsansatz für eine nachhaltige funktionierende Zukunft: Würde die Menschheit weniger konsumieren, wäre die Zukunft einfach zu retten. Die Spieltheorie beschreibt aber erhebliche Schwierigkeiten dabei, diesem Nash-Gleichgewicht zu entkommen: Niemand möchte verzichten, wenn er andere dabei besser stellt.

Im Folgenden soll daher zuerst auf die spieltheoretische Fragestellung eingegangen werden, bevor Lösungsmöglichkeiten im Zusammenhang mit neuen Technologien wie KI erläutert werden.

DAS DILEMMA EINES NASH-GLEICHGEWICHTS

Die Spieltheorie erklärt, wie individuell optimierte Entscheidungen zur Maximierung des eigenen Nutzens zu kollektiv suboptimalen Ergebnissen führen können. Im Nash-Gleichgewicht handelt jeder Akteur (i.e. Individuum, Unternehmen oder Staat) rational zur Maximierung des eigenen Wohlstands, ohne Berücksichtigung von Externalitäten, wie die Auswirkungen des verursachten Klimawandels auf

andere. Dies führt zu einem kollektiven Ergebnis mit geringerem gesellschaftlichem Gesamtnutzen als im Falle gegenseitiger Kooperation. Ein Beispiel hierfür ist die steigende Anzahl von Flugreisen trotz des allgemeinen Bewusstseins über deren Umweltbelastung. Es wird, unter der Prämisse, das andere stattdessen und gegebenenfalls sogar günstiger reisen, trotzdem geflogen.

In diesem Falle ist das beschriebene Nash-Gleichgewicht nicht Pareto-optimal, weil es die Kosten für die Gesellschaft nicht berücksichtigt. Diese Diskrepanz ist in der Ökonomie auch als «Tragedy of the Commons» bekannt. Pareto-Optimalität bedeutet, dass es, unter der Berücksichtigung aller Kosten, nicht möglich ist, den eigenen Nutzen zu steigern, ohne andere dabei schlechter zu stellen. In der Menge der möglichen Pareto-Optima gibt es nun auch solche, die ökologisch und ökonomisch optimal sind und damit das übergeordnete Ziel gesellschaftlicher Anstrengungen sein sollten. Neben einer Internalisierung der externen Kosten durch (i) Besteuerung von Umweltbelastung, (ii) handelbaren Verschmutzungsrechten und (iii) gesellschaftlichen Verträgen wie dem Pariser Klimaabkommen, ist ein Umdenken auf individueller und kollektiver Ebene dafür erforderlich. Folgende Konzepte spielen dabei eine zentrale Rolle:

- **Kooperation und Eigenverantwortung:** Die Erkenntnis, dass kollektives Handeln und nachhaltigere Entscheidungen zu einem grösseren Nutzen für alle führen, kann bei entsprechend grosser gesellschaftlicher Beteiligung dazu führen, auch Uneinsichtige zu einem Umdenken, zum Beispiel beim Konsum von Fleisch oder Flugreisen, zu bewegen.
- **Anreizsysteme für individuelle Entscheidungen:** Es könnten politische und wirtschaftliche Anreize für umweltfreundliches Verhalten geschaffen werden. Dies beinhaltet Steuervorteile bei Elektroautos oder eine Vergünstigung von Bahnreisen, mit der Individuen zu motiviert werden können, ihren eigenen Nutzen in Einklang mit dem gesellschaftlichen Nutzen zu bringen. KI kann dabei unterstützen, datengetrieben die effektivsten Anreize und Modelle zu identifizieren, um nachhaltiges Verhalten zu fördern.

- **Wiederholte Interaktionen und soziale Normen:** Menschen sind eher bereit, nachhaltiger zu handeln, wenn sie sehen, dass dies auch andere tun. Langfristige positive Rückkopplungen – etwa durch Gemeinschaften, die nachhaltige Praktiken belohnen – können dazu führen, dass umweltfreundliches Verhalten zur Norm wird. Dies könnte durch soziale Anerkennung für umweltbewusstes Handeln geschehen, wie etwa durch Labels oder Auszeichnungen. KI könnte auch hier unterstützend wirken, indem sie Muster in sozialen Interaktionen erkennt und positive Verhaltensweisen verstärkt.

Das «Tragedy of the Commons»-Dilemma zeigt, wie individuelle Maximierung zu kollektiven negativen Ergebnissen führen kann. Einen Hauptanteil daran hat die empfundene Ohnmacht des Einzelnen im Hinblick auf das kollektive Ergebnis, welche nur durch gezielte Aufklärung und Bewusstseinsbildung aufgelöst werden kann. Wenn Individuen ihre Rolle im «grossen Ganzen» verstehen, dann kann, in Verbindung mit den richtigen Anreizen und der Unterstützung von technologischen Innovationen wie KI, das Nash-Gleichgewicht zugunsten eines ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Pareto-Optimums überwunden werden.

TECHNOLOGISCHER FORTSCHRITT ALS LÖSUNG DES NACHHALTIGKEITSDILEMMAS

Neben einem Umdenken auf individueller Ebene ist technologischer Fortschritt ein entscheidender Faktor für das Ziel einer nachhaltigen und wirtschaftlich funktionalen Zukunft. Erreicht man durch Innovation ein sogenanntes «Decoupling», also eine Entkopplung von Ressourcenverbrauch und Wirtschaftswachstum, so könnte man eine individuelle Nutzenmaximierung ohne negative Externalitäten zulasten der Umwelt im Sinne verbrauchter Energie und Ressourcen erreichen. Jedoch ist zu beachten, dass auch KI-Systeme einen beträchtlichen Stromverbrauch aufweisen können, insbesondere bei intensiven Rechenoperationen, die zum Training von maschinellen Lernmodellen benötigt werden. Diese Energiebilanz ist eine Herausforderung, denn sie kann die durch Effizienzsteigerungen erzielten Umweltvorteile teilweise teilweise zunichtemachen.

Technologische Innovationen wie KI optimieren Produktionsprozesse, minimieren Energieverluste und reduzieren Abfälle. Digitalisierung und KI ermöglichen präzisere Steuerungen, wodurch der Materialeinsatz optimiert und Produktionskosten gesenkt werden. KI analysiert grosse Datenmengen, um ineffiziente Muster zu erkennen und Prozesse effizienter zu gestalten. Beispielsweise kann prädiktive Wartung, die durch KI gesteuert wird, den Energieverbrauch senken und die Lebensdauer von Maschinen verlängern.

Erneuerbare Energien wie Solar- und Windkraft sind zentral für die Reduktion fossiler Brennstoffe, benötigen allerdings Fortschritte in der Speichertechnologie. Hier kann KI durch intelligente Netze, sogenannte «Smart Grids», helfen, die Energieverteilung und -speicherung in Echtzeit zu optimieren und dabei eine kontinuierliche Versorgung bei minimaler Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu ermöglichen.

Digitalisierung, unterstützt durch das Internet der Dinge (IoT), Big Data und KI, steigert die Ressourceneffizienz erheblich. So ermöglicht zum Beispiel KI in einer «Smart Factory» Systemen selbstständig Entscheidungen zu treffen, um den Energieverbrauch zu minimieren, den Materialeinsatz zu optimieren und Abfälle zu reduzieren.

Flugreisen und Fleischkonsum sind zwei der grössten Herausforderungen im Hinblick auf Nachhaltigkeit. In bei-

den Fällen kann KI dabei helfen, den ökologischen Fussabdruck zu verringern, zum Beispiel durch die Berechnung effizienterer Flugrouten, den optimalen Einsatz nachhaltiger Treibstoffe oder auch bei der Forschung und Entwicklung von kultiviertem Fleisch und pflanzlicher Alternativen.

Technologischer Fortschritt, im Sinne von Digitalisierung und KI, ist unverzichtbar, um das Nachhaltigkeitsdilemma zu lösen und Wachstum von Ressourcenverbrauch zu entkoppeln, um das Ziel einer nachhaltigen Zukunft zu erreichen. Die Herausforderung besteht darin, die Entwicklung dieser Technologien effektiv zu finanzieren und einzusetzen.

WIRTSCHAFTLICHE UND POLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

Die zentrale Herausforderung eines nachhaltigen Wandels ist dessen Finanzierung, da er erhebliche Investitionen in technologische Innovationen erfordert. Diese Finanzierung könnte durch staatlichen Subventionen, CO₂-Bepreisung oder private Investitionen gedeckt werden, aber auch diese müssen eine stabile Gegenfinanzierung erhalten. Dies benötigt eine gesicherte gesellschaftliche Akzeptanz, was eine nicht unerhebliche Herausforderung in Zeiten alternativer Informationsquellen darstellt. Werden die Kosten des Wandels zu stark auf die Bevölkerung abgewälzt, so führt das zu sozialem Unmut und der Wahl populistischer Regierungen, die einfache Lösungen versprechen oder den Klimawandel gleich gänzlich leugnen. Es ist daher entscheidend, die Kosten und Nutzen des Wandels gerecht zu verteilen und die Bevölkerung aktiv in den Prozess einzubeziehen. Dies beinhaltet auch eine nachhaltig funktionale Kommunikationsstrategie zur Förderung von Verständnis und Unterstützung der Bevölkerung.

Auch globale Zusammenarbeit ist unerlässlich, um den Klimawandel effektiv zu bekämpfen. Internationale Initiativen wie das Pariser Abkommen zeigen, wie koordinierte Anstrengungen auf globaler Ebene eine gemeinsame Zielerreichung fördern.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der Übergang vom Nash-Gleichgewicht zu einem ökonomisch und ökologisch optimalen Pareto-Optimum bedarf der Unterstützung der Bevölkerung weltweit. Dies bedeutet weiter steigenden Konsum, da ein nachhaltiger Wandel ohne soziale Verwerfungen (zum Beispiel durch erzwungenen Konsumverzicht) nicht möglich sein wird. Die Zukunft der Menschheit basiert daher eher auf der Entwicklung neuer Technologien, um eine Entkopplung des Konsums vom Ressourcenverbrauch zu ermöglichen. KI kann dabei helfen, fortschrittliche Technologien und saubere Energiequellen schneller zu entwickeln, effizienter einzusetzen und gleichzeitig die damit verbundenen Kosten zu senken. Dies erfordert gewaltige Investitionen.

Der Übergang zu einer nachhaltigen Zukunft wird nur dann erfolgreich sein, wenn technologische Innovationen, spieltheoretische Anreize, politische Entschlossenheit und gesellschaftliches Engagement Hand in Hand gehen, um die notwendigen Veränderungen rechtzeitig und umfassend zu realisieren.



*Ass.-Prof. Dr. Sebastian Stöckl,
Professur Financial Economics,
Liechtenstein Business School*

ZWEI IN EINEM: Blut verrät Geheimnisse des menschlichen Chimärismus und Mosaizismus

Seltene Mischfeldreaktionen bei der Blutgruppentypisierung können auf faszinierende biologische Phänomene wie Chimärismus und Mosaizismus hinweisen. Diese Entdeckungen werfen spannende Fragen zur genetischen Vielfalt und möglichen Auswirkungen auf Autoimmunerkrankungen auf.

Das Institut für Translationale Medizin (ITM) der UFL forscht intensiv zu diesen aussergewöhnlichen Phänomenen und liefert neue Erkenntnisse zur Verbreitung von Chimärismus im menschlichen Körper.

Die Chimäre aus der griechischen Mythologie ist ein Ungeheuer mit dem Kopf einer Ziege und eines Löwen und einer Schlange anstelle des Schwanzes. Die Chimäre von Arezzo, c. 400 v. C., Museo Archeologico Nazionale, Florenz, Italien.

Quelle: Science History Images/Alamy



Bei der routinemässigen ABO- und RhD-Blutgruppentypisierung scheinbar gesunder Personen werden mitunter ungeklärte, sogenannte «Mischfeldreaktionen» beobachtet. Mischfeldreaktionen weisen darauf hin, dass sich im Blut einer Person zwei verschiedene Sorten roter Blutkörperchen (Erythrozyten) befinden. Bei Patienten, die transfundiert wurden, sieht man das öfter. Bei gesunden, nicht transfundierten Personen ist eine solche Beobachtung jedoch sehr selten und äusserst ungewöhnlich. Die zwei beobachteten Zellarten in einem Menschen können das Ergebnis eines Chimärismus oder Mosaizismus sein.

Der Begriff Chimäre stammt aus der griechischen Mythologie. Er erinnert an ein Ungeheuer mit dem Kopf einer Ziege und eines Löwen und einer Schlange anstelle des Schwanzes. In der Humanmedizin hingegen versteht man unter einer «Chimäre» eine Person, die scheinbar Zellen von zwei verschiedenen Menschen hat. Wie kann das sein?

Chimärismus beim Menschen kann auftreten, wenn eine Mutter mit zweieiigen Zwillingen schwanger ist. Während einer solchen Schwangerschaft kann ein Embryo Zellen des anderen Embryos aufnehmen. Die betroffenen Gewebe, z.B. Haut, Herz usw., sind von Fall zu Fall sehr unterschiedlich. Häufiger als Organe sind Blutzellen von einem Chimärismus betroffen.

Ein (genetischer) Mosaizismus hingegen hat ganz andere Ursachen. Mosaizismus kann zwar auch zu Mischfeldreaktionen im Blut führen, ist aber das Resultat einer genetischen Mutation in einer einzelnen, bereits im Körper existierenden Zelle. Es entsteht dadurch eine neue, scheinbar andere Zelle, die eine zweite Zelllinie und dann Teile von z.B. Organen, oder eben vom Blut, begründet. Zwillingsschwangerschaften spielen bei diesem Geschehen keine Rolle.

Der Leiter des Instituts für Translationale Medizin befasst sich seit vielen Jahren mit den beiden aussergewöhnlichen biologischen Phänomenen. Gemeinsam mit anderen veröffentlichte er schon im Jahr 2007 folgende Resultate (Körmöczi GF et al., 2007): Bei neun nicht transfundierten Patienten, die über viele Jahre in Innsbruck und Wien aufhielten, ergab die routinemässige RhD-Typisierung eine Mischung aus D-positiven und D-negativen Erythrozyten, also eine Mischfeldreaktion für RhD. Die Genotypisierung von RHD einzelner blutbildender Zellen, forensische Analysen der Betroffenen und deren Geweben und die Analyse sortierter Blutzellen zeigten einen auf die myeloische (blutbildende) Zelllinie beschränkten Verlust eines Teils von einem der beiden elterlichen Chromosomen 1, am Ort des RhD-Gens. In den betroffenen Personen trat also im Laufe ihres Lebens eine Mutation in einer Stammzelle im Knochenmark auf, die in Folge zu einem Mosaizismus führte.

In konsequenter Ergänzung zu den Beobachtungen aus dem Jahr 2007 wurden im Juli 2024 neue Daten, dieses Mal unter Mitwirkung des Instituts für Translationale Medizin der UFL, veröffentlicht (Dauber EM et al., 2024). Von neun Personen mit Mischfeldreaktionen in der Blutgruppe ABO (Abbildung 2, fakultativ) ergaben Genotyp-Analysen, dass sieben (> 75%) echte Chimären waren. Nur zwei von neun (< 25%) wiesen Mosaik auf. Erbsubstanz-Analysen der Wangenschleimhaut und von Haarwurzeln und Fingernägeln deuteten in allen chimären Fällen auf eine körperweite Verteilung des Chimärismus.

Man darf sich fragen, erstens, warum sich die Beobachtungen zwischen RhD (auf Chromosom 1), das nur Mosaik, aber keine Chimären aufweist, und ABO (auf Chromosom 9), das offenbar hauptsächlich Chimärismus aufweist, so deutlich voneinander unterscheiden. Und zweitens, sind Chimärismus und vielleicht auch Mosaizismus «nur» biologische Phänomene oder haben sie auch krankheitsverursachende Konsequenzen? Obwohl Hinweise existieren, die Chimärismus speziell für das Entstehen von Autoimmunerkrankungen, z.B. Multiple Sklerose (mit-)verantwortlich machen, fehlen endgültige Beweise. Keine der beiden gestellten Fragen lässt sich heute abschliessend beantworten.

Eines aber ist sicher: Einmal mehr stellt die Transfusionsmedizin aufgrund ihrer enormen Fallzahlen, also der grossen Anzahl von Blutspendern und Empfängern, die pro Jahr untersucht werden, einen Schauplatz für die Erforschung aussergewöhnlicher biologischer Phänomene dar.



Prof. Dr. Christoph Gassner
Leiter des Instituts für Translationale
Medizin der Privaten Universität
im Fürstentum Liechtenstein (UFL)

Referenzen

- Körmöczi GF, Dauber EM, Haas OA, Legler TJ, Clausen FB, Frisch G, Raderer M, Buchta C, Petzer AL, Schömitzer D, Mayr WR, Gassner C. Mosaicism due to myeloid lineage restricted loss of heterozygosity as cause of spontaneous Rh phenotype splitting. *Blood*. 2007 Sep 15;110(6):2148-57. doi: 10.1182/blood-2007-01-068106.
- Dauber EM, Haas OA, Nebral K, Gassner C, Haslinger S, Geyerregger R, Hustinx H, Lejon Crottet S, Scharberg EA, Müller-Steinhardt M, Schönbacher M, Mayr WR, Körmöczi GF. Body-wide chimerism and mosaicism are predominant causes of naturally occurring ABO discrepancies. *Br J Haematol*. 2024 Jul 7. doi: 10.1111/bjh.19618. Online ahead of print.

DIE ARBEITSWELT IM ZEITALTER DER KI: Strategien für Unternehmen, Führungskräfte und Angestellte

Die rasante Entwicklung der Künstlichen Intelligenz verändert die globale Arbeitswelt tiefgreifend, und auch Liechtenstein bleibt davon nicht unberührt. Für Unternehmen und Angestellte im Fürstentum eröffnen sich dadurch Chancen und Herausforderungen, die es aktiv zu gestalten gilt.



KI ist eine transformative Technologie, die die Arbeitsweise, Denkprozesse und Geschäftspraktiken neu definiert. Zahlreiche Unternehmen nutzen bereits KI, um repetitive Aufgaben zu automatisieren und komplexe Entscheidungsprozesse zu unterstützen. Diese Technologie kann die Effizienz steigern und Innovationen in Unternehmen jeder Grösse vorantreiben. So können sich Mitarbeitende auf das konzentrieren, was sie am besten können: kreativ denken, Probleme lösen und zwischenmenschliche Beziehungen pflegen. KI wird die menschliche Arbeit nicht ersetzen, sondern ergänzen und verändern. Daher ist es entscheidend, sich darauf einzustellen, wie sich Jobprofile und die erforderlichen Kompetenzen künftig verändern werden.

WIE KI DIE EFFIZIENZ UND INNOVATION VORANTREIBT

Für Liechtensteins Wirtschaft bietet die KI-Technologie ein breites Spektrum an Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung und Innovation. Durch die Integration intelligenter Technologien können Unternehmen Prozesse optimieren, Kosten senken und neue Geschäftsfelder erschliessen.

Unternehmen sollten daher eine umfassende KI-Strategie entwickeln, die sowohl die Automatisierung zeitintensiver Routineaufgaben als auch den Einsatz von KI-gestützten Analysewerkzeugen zur präziseren Entscheidungsfindung beinhaltet. Ein anschauliches Beispiel ist die Implementierung von Natural Language Processing (NLP) zur sprachlichen Aufbereitung komplexer Datentabellen und deren präzise Abstimmung auf nuancierte Kundenbedürfnisse, was zu einer signifikanten Verbesserung des Kundenservices führen kann.

Darüber hinaus ist die Investition in die Mitarbeitendenentwicklung unerlässlich. Ein robustes Weiterbildungsprogramm, das Schulungen in Datenkompetenz, KI-Grundlagen und ethische KI-Nutzung umfasst, bereitet die Belegschaft auf die Zusammenarbeit mit KI vor. Die erfolgreiche Integration von KI erfordert nicht nur technologisches Know-how, sondern auch eine Unternehmenskultur, die kontinuierliches Lernen und lebenslange Weiterbildung fördert.

TECHNOLOGISCHE KOMPETENZ TRIFFT AUF EMOTIONALE INTELLIGENZ

Führungskräfte stehen vor der Herausforderung, technologische Kompetenz mit emotionaler Intelligenz zu verbinden. Die Förderung einer offenen Kommunikationskultur und die aktive Einbindung der Mitarbeitenden in den Transformationsprozess sind hierbei entscheidend.

Führungskräfte sollten sich aktiv mit KI-Technologien und deren Auswirkungen auf ihr Geschäftsfeld auseinandersetzen. Dies kann durch die Teilnahme an KI-Workshops oder die Zusammenarbeit mit KI-Experten geschehen. Gleichzeitig gewinnen menschliche Fähigkeiten wie Empathie, Kreativität und komplexes Problemlösen weiter an Bedeutung. Führungskräfte sollten diese Fähigkeiten bei sich selbst und in ihren Teams gezielt fördern.

Agile Changemanagement-Strategien ermöglichen es Führungskräften, ihre Teams effektiv durch den KI-induzierten Wandel zu führen. Transparente Kommunikation über KI-bezogene Entwicklungen und deren Auswirkungen auf die Arbeit ist essenziell, um Vertrauen zu schaffen und Innovation zu fördern.

SO ENTWICKELT MAN KI-KOMPETENZEN

In einer Arbeitswelt, die zunehmend von KI geprägt ist, ist die kontinuierliche Weiterentwicklung der eigenen Fähigkeiten unerlässlich. Daher sollte man Online-Kurse, Webinare oder Zertifizierungsprogramme nutzen, um die eigene KI-Kompetenzen kontinuierlich auszubauen. Man sollte sich sowohl auf Kompetenzen, die den Umgang mit KI erleichtern, wie programmatisches und analytisches Denken fokussieren, andererseits auch solche Kompetenzen, die KI nicht leicht ersetzen kann, wie zwischenmenschliche Fähigkeiten, Kreativität und emotionale Intelligenz schulen.

Es ist ratsam, aktiv nach Möglichkeiten zur bereichsübergreifenden Zusammenarbeit zu suchen. Dies fördert die Anpassungsfähigkeit und erweitert das Skillset. Es lohnt sich zudem, proaktiv zu handeln, indem man Bereiche im Arbeitsumfeld identifiziert, in denen KI einen Mehrwert schaffen könnte, und entsprechende Projekte vorschlägt.

DIE ZUKUNFT BEGINNT JETZT

Als agiler Wirtschaftsstandort hat Liechtenstein die Möglichkeit, eine Vorreiterrolle in der KI-Integration einzunehmen. Die flexible Wirtschaftsstruktur Liechtensteins begünstigt die rasche Implementierung und Erprobung neuer Technologien. Die Integration von KI in die liechtensteinische Arbeitswelt ist unausweichlich und birgt enormes Potenzial. Um dieses Potenzial auszuschöpfen, müssen Unternehmen, Führungskräfte und Arbeitnehmende proaktiv handeln und sich kontinuierlich weiterentwickeln.

Die Zukunft der Arbeit in Liechtenstein wird massgeblich davon abhängen, welche Entscheidungen heute getroffen werden. Alle sollten sich fragen: «Wie kann ich dazu beitragen, die KI-Entwicklung in Liechtenstein positiv zu gestalten? Welche Schritte kann ich heute unternehmen, um mich und mein Unternehmen auf die Arbeitswelt von morgen vorzubereiten?» Es liegt an jedem und jeder Einzelnen, einen Beitrag zur positiven Gestaltung dieser KI-getriebenen Zukunft zu leisten. Die Zeit zum Handeln ist jetzt.



*Dr. rer. oec. Sebastian Moder,
Postdoktorand, Entrepreneurship & Leadership,
Liechtenstein Business School*

DER SCHUTZ DER GRUNDRECHTE IM ZEITALTER DER KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ

Die Möglichkeiten der Künstlichen Intelligenz sind mit keiner vorhandenen Technologie vergleichbar und weisen ein Potenzial mit weitreichenden Folgen auf, welche sich derzeit nicht überblicken lassen. Der Einsatz der KI in zahlreichen Lebensbereichen stellt das Recht vor neue Herausforderungen. Neben der Risikoregulierung und der Haftung für KI-Systeme ergeben sich insbesondere Rechtsfragen zum Schutz der Grundrechte. Vor diesem Hintergrund bedarf es eines Rechtsrahmens zur Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen.

POTENZIAL DER KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ

Die Möglichkeiten und Risiken der KI sind derzeit noch nicht absehbar. Während KI-Anwendungen bereits jetzt einen sehr grossen Einfluss auf ganz verschiedene Bereiche des Lebens und der Gesellschaft haben, werden KI-Technologien künftig einen Einfluss auf sämtliche Lebensbereiche aufweisen. Bereits im Jahr 2022 wies das Europäische Parlament darauf hin, dass die Welt kurz vor der vierten industriellen Revolution stehe, und verglich die KI mit vorangegangenen grossen Umbrüchen, die durch die Einführung von Dampf, Elektrizität und Computern ausgelöst wurden. Ermöglicht und beschleunigt wird diese Entwicklung durch die Digitalisierung und der daraus entstehenden grossen Mengen von Daten in Verbindung mit leistungsstarken Rechenkapazitäten, um komplexe Berechnungen und Analysen auf der Grundlage von Algorithmen durchführen zu können.

ANWENDUNGSBEREICHE DER KI UND GRUNDRECHTSFRAGEN

Recht auf Privatsphäre und informationelle Selbstbestimmung

KI-Systeme können zunächst das Recht auf Privatsphäre und informationelle Selbstbestimmung sowie den Datenschutz tangieren. Aufgrund ihrer Fähigkeit, grosse Datenmengen zu verarbeiten und dadurch Muster zu erkennen, können sie nicht nur wertvolle Erkenntnisse liefern, sondern bergen auch die Gefahr von Datenmissbrauch, Überwachung und diskriminierenden Entscheidungen. Eine der grundlegendsten Fragen im Hinblick auf das Recht auf Privatsphäre und informationelle Selbstbestimmung betrifft die Erhebung und Verarbeitung personenbezogener Daten durch KI-Systeme und die Gewährleistung des Datenschutzes. Personenbezogene Daten müssen rechtmässig, fair und transparent verarbeitet werden und es bedarf einer Einwilligung der betroffenen Personen in die Datenverarbeitung. Diese Einwilligung muss spezifisch, informiert und freiwillig erteilt werden.

Recht auf Meinungs- und Informationsfreiheit

Der zunehmende Einsatz von KI-Systemen in traditionellen Medien, Social Media und Online-Plattformen führt zu einer sich verändernden Kommunikation mit beträchtlichen Auswirkungen auf die Meinungs- und Informationsfreiheit. KI-Systeme beschleunigen die Informationsverbreitung nicht nur, sie können auch Risiken, wie etwa algorithmische Verzerrungen, Zensur und Desinformation, ermöglichen. Dadurch können Inhalte durch KI-Systeme verändert werden, indem Algorithmen korrekte Informationen fälschlicherweise als inkorrekt oder unangemessen einstufen und als Ergebnis daraufhin entfernen. Aufgrund mangelnder Transparenz und derzeit noch fehlender Rechenschaftspflicht bei der Informationsverarbeitung durch Algorithmen ist die Zensur von Informationen zudem nicht erkennbar. Dadurch können KI-Systeme das Recht auf Meinungs- und Informationsfreiheit einschränken, indem sie gezielt zu Desinformation und Datenmanipulation eingesetzt werden, wie dies durch sog. Fake News und Deepfakes bereits heute schon geschieht. Neben dem Einsatz von KI-Systemen zur Desinformation und Datenmanipulation können sie auch eingesetzt werden, um KI-gesteuerte Personalisierungen, sog. Filterblasen, vorzunehmen. Durch entsprechende Algorithmen, welche Inhalte personalisieren, können Nutzer folglich nur noch gefilterte Informationen sehen, die ihre bereits bestehenden Ansichten bestätigen.

Recht auf ein faires und transparentes Verfahren

Sowohl Algorithmen als auch (Trainings-)Daten können für sich oder in Kombination zu intransparenten Ergebnissen führen, die durch den Menschen nicht (mehr) nachvollzogen werden können. Zwar kann ein KI-System als Instrument Effizienz und Genauigkeit von Entscheidungsprozessen fördern. Da KI-Systeme aufgrund ihrer Fähigkeit, grosse Datenmengen zu analysieren, das Potenzial haben, eine auf Daten basierte, effiziente Entscheidung zu ermöglichen, setzt dies wiederum die Korrektheit des Algorithmus und der



(Trainings-)Daten voraus. Im Fall inkorrektur Algorithmen sowie unausgewogener Datensätze besteht die Gefahr intransparenter und voreingenommener Entscheidungen. Entsprechend den potentiellen Anwendungsmöglichkeiten von KI-Systemen, beispielsweise in der Aufdeckung von Sozialleistungsbetrug oder der Vorhersage des Rückfallrisikos im Rahmen von Strafverfahren, können verschiedene Grundrechte tangiert sein, wie etwa das Recht auf ein faires und transparentes Verfahren sowie das Recht auf Zugang zur Justiz. Zudem können KI-Systeme auch demokratische Grundprinzipien verletzen.

Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit

KI-Anwendungen in kritischen Bereichen wie der Medizin, aber auch bei autonomen Fahrzeugen sowie militärischen Anwendungen können das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit tangieren. Fehlerhafte Entscheidungen oder unvorhergesehene Fehlfunktionen von KI-Systemen können schwerwiegende Konsequenzen für das Leben und die Gesundheit von Menschen haben. Gleichwohl kann KI diagnostische Prozesse und Behandlungsentscheidungen unterstützen oder sogar autonom treffen und zu genaueren Ergebnissen führen, als dies für Menschen möglich ist. Hierfür ist jedoch entscheidend, dass sowohl die Algorithmen, aber auch die Daten fehlerfrei, zuverlässig und evidenzbasiert sind, um Fehldiagnosen und falsche Behandlungen zu vermeiden.

Recht auf Nichtdiskriminierung

KI-Systeme können in vielfältiger Art als Instrument zur Entscheidungsfindung eingesetzt werden, so beispielsweise im Rahmen der Kreditvergabe oder bei der Personalrekrutierung. Aufgrund verzerrender Algorithmen sowie fehlerhafter oder unausgewogener Datensätze besteht das Risiko, dass bestehende Diskriminierungen verstärkt oder neue Formen der Diskriminierung geschaffen werden. So können durch den Einsatz von KI-Systemen direkte Diskriminierungen im Hinblick auf sog. geschützte Merkmale wie beispielsweise Geschlecht, Rasse oder Religion erfolgen. Daneben können auch indirekte Diskriminierungen entstehen, wenn KI-Systeme neutrale Kriterien verwenden, die jedoch benachteiligende Auswirkungen auf bestimmte Gruppen haben. Vor diesem Hintergrund ist die Qualität der Datensätze entscheidend, um sog. Biased Decisions, also unausgewogene Entscheidungen, von KI-Systemen auszuschließen oder zumindest zu minimieren. Vor dem Hintergrund der Nachvollziehbarkeit und Transparenz von KI-Entscheidungen ist zudem die Beweislast bei der Identifizierung und dem Nachweis von trainingsdatenbasierter oder algorithmischer Diskriminierung schwierig, da Betroffene grundsätzlich Zugang zu relevanten Informationen und verwendeten Daten erhalten müssten, um Diskriminierungsansprüche geltend zu machen.

RECHTSRAHMEN ZUR REGULIERUNG DER KI

Um Rechtssicherheit bei der Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen zu schaffen, hat die Europäische Union die Verordnung (EU) 2024/1689 zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für Künstliche Intelligenz erlassen, welche am 12. Juli 2024 in Kraft getreten ist. Aufgrund der direkten und unmittelbaren Wirkung der Verordnung in allen EU-Mitgliedstaaten wird diese Verordnung auch als KI-Gesetz bezeichnet. Das KI-Gesetz ist «horizontal» ausgestaltet

und umfasst damit grundsätzlich sämtliche KI-Systeme, die entsprechend ihrem Risiko für die Sicherheit, Gesundheit und Grundrechte von Menschen bewertet und kategorisiert werden. Nach dieser Ausrichtung differenziert das KI-Gesetz zwischen vier Risikostufen – inakzeptables, hohes, begrenztes und minimales Risiko –, an die unterschiedliche Anforderungen und Rechtsfolgen gestellt werden.

Fast zeitgleich hat das Ministerkomitee des Europarats am 17. Mai 2024 die Konvention zum Schutz der Menschenrechte beim Umgang mit Künstlicher Intelligenz (KI-Konvention), die «Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law», verabschiedet. Die KI-Konvention ist ebenfalls horizontal und damit sektorübergreifend ausgestaltet und soll einen gemeinsamen und rechtsverbindlichen Rahmen für KI-Systeme in Europa schaffen und gewährleisten, dass der Einsatz von KI unter Achtung der Menschenrechte, der Rechtsstaatlichkeit und demokratischer Rechtsstandards bei der Entwicklung und Nutzung von KI-Systemen erfolgt. Zu den Zielen zählen Transparenz, Zugänglichkeit und Nachvollziehbarkeit, Gerechtigkeit und Fairness, Nichtdiskriminierung, menschliche Verantwortung für Entscheidungen, Haftung und Verfügbarkeit von Rechtsmitteln, Sicherheit und Schutz sowie Privatsphäre und Datenschutz. Die KI-Konvention steht nicht nur den Europaratsstaaten zur Unterzeichnung offen, sondern kann auch von Staaten ausserhalb Europas unterzeichnet werden. Der territoriale Bereich der KI-Konvention geht daher nicht nur aufgrund der Unterzeichnungsmöglichkeit durch die Europaratsstaaten, sondern auch der Möglichkeit der Unterzeichnung von Drittstaaten deutlich über das KI-Gesetz hinaus. So haben beispielsweise auch die USA, Kanada, Japan und Australien an den Arbeiten zur KI-Konvention mitgewirkt.

FAZIT UND AUSBLICK

Das KI-Gesetz der EU ist weltweit das erste Gesetz zur Regulierung der KI. Es weist einen horizontalen und sektorübergreifenden Ansatz auf und beschränkt sich nicht nur auf die Regulierung einzelner vertikaler Bereiche. Trotz vielfacher Kritik, wonach das KI-Gesetz zu unbestimmt sei oder die Grundrechte nicht angemessen schütze, ist die Regulierung der KI notwendig, um Rechtssicherheit für die Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen zu schaffen, aber auch um mögliche Risiken zu unterbinden oder sie zu regulieren und den Schutz der Grundrechte bei dem Einsatz von KI-Systemen zu gewährleisten. Für einen horizontalen Ansatz der Regulierung mit einem Rechtsrahmen für sämtliche KI-Systeme, wie ihn sowohl das KI-Gesetz als auch die KI-Konvention verfolgen, war angesichts der enormen Dynamik der KI möglicherweise jetzt der letztmögliche Zeitpunkt. Bei einer so dynamischen Technologie mit Auswirkungen in sämtliche gesellschaftliche Bereiche wird eine allgemeine und gesamthafte Regulierung immer schwieriger. Die Dynamik ist dem Regulierungsgegenstand – der KI – selbst geschuldet, bei der bereits die Begriffsbestimmung zu Schwierigkeiten und Kritik führte. Die Schwierigkeiten der Regulierung sind, wie dies auch bei vielen anderen neuen Technologien mit transformativem Potenzial der Fall ist, der ausserordentlichen Dynamik des Regulierungsgegenstandes geschuldet, an die sich das eher statische Recht anpassen muss. Die Regulierung der KI unterscheidet sich jedoch grundlegend von der Regulierung vieler anderer neuer Technologien, die sich auf bestimmte Bereiche beschränken. Die KI ist aufgrund ihres transformativsten Potenzials, welches bereits jetzt schon zahlreiche und höchst unterschiedliche Anwendungen und Einsatzmöglichkeiten umfasst und künftig sämtliche Le-

bensbereiche beeinflussen wird, anders, komplexer und vielschichtiger. Die KI-Technologie ist zudem umfassender und weist eine besondere grundrechtliche Relevanz auf. Die nun vorliegenden Regelwerke der EU und des Europarats sind vor dem Hintergrund der noch nicht absehbaren Entwicklung der KI erst der Anfang. Weitere Regulierungen werden alsbald erforderlich werden, um die Sicherheit der Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen zu gewährleisten, Risiken auszuschliessen oder zumindest zu minimieren und insbesondere den Schutz der Grundrechte zu gewährleisten.



—
Prof. Dr. iur. Claudia Seitz, M.A.
(King's College London),
Exec. Master Law and AI (BSC Brüssel)
Professorin für Öffentliches Recht, Europarecht,
Völkerrecht und Life Sciences Recht an der
Rechtswissenschaftlichen Fakultät der Privaten
Universität im Fürstentum Liechtenstein
(UFL), Gastprofessorin an der Universität
Gent, Lehrbeauftragte an den Universitäten
Basel und Bonn

Quellen

- Claudia Seitz, *Grundrechtsschutz und Künstliche Intelligenz: Das KI-Gesetz der EU und die KI-Konvention des Europarats*, *Europäische Zeitschrift für Wirtschaftsrecht (EuZW)* 2024, 836–846
- *Verordnung (EU) 2024/1689 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Juni 2024 zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz (Verordnung über künstliche Intelligenz, ABl. L 2024, v. 12.7.2024, 1 ff. (KI-Gesetz))*
- *Europarat, Ausschuss für Künstliche Intelligenz, Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law, 135rd Session of the Committee of Ministers, Strasbourg, 17.05.2024, https://search.coe.int/cm#_Toc161675550 (KI-Konvention)*
- *Entschliessung des Europäischen Parlaments vom 5. Mai 2022 zur künstlichen Intelligenz im digitalen Zeitalter, 05.05.2024, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0140_DE.pdf*

DIE JAGD NACH KI-SKILLS IST ERÖFFNET

Welche KI-bezogenen Technologiefähigkeiten suchen Unternehmen in der Region aktuell? Was bedeutet das für den Wirtschaftsstandort Liechtenstein? Diese Fragen wurden an der Professur für Technologie und Innovation der Liechtenstein Business School in einem aktuellen Forschungsprojekt untersucht.



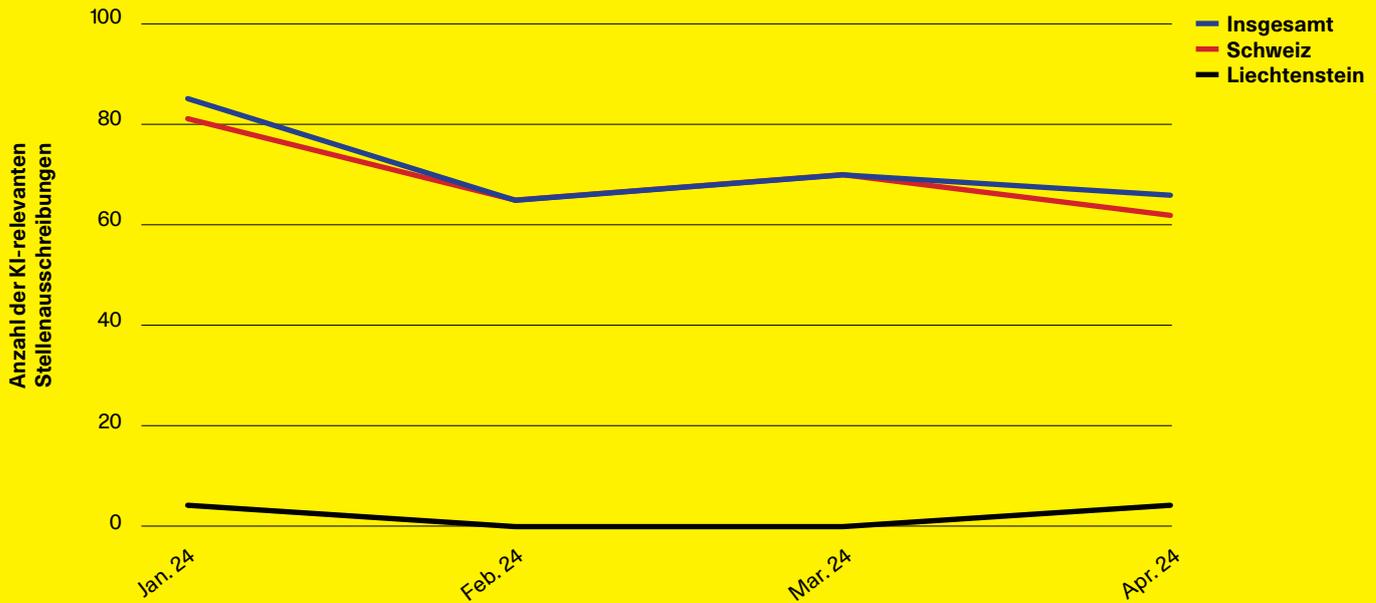
«Risikojob Akademiker? Welche Berufe am meisten durch KI bedroht sind» titelt die NZZ im Frühsommer. Bei der FAZ heisst es nur wenige Tage später «Künstliche Intelligenz als Gamechanger für die Arbeitswelt». Aber auch in der Forschung wird die Künstliche Intelligenz als vielversprechende Kandidatin für die nächste General-Purpose-Technologie (dt. Allzwecktechnologie) gehandelt, wie es einst die Dampfmaschine oder die Elektrizität waren. Dass die Künstliche Intelligenz mitsamt ihren benutzerfreundlichen Anwendungen die Arbeitswelt, wie wir sie heute kennen, transformieren und viele Berufsgruppen beeinflussen wird, ist bereits in aller Munde und steht ausser Frage. Doch wie genau das vonstatteht, welche Berufe sich wie verändern und welche aktuellen Dynamiken bereits vorherrschen, bleibt oft im Unklaren – beziehungsweise ist schwer greif- oder quantifizierbar.

Im Rahmen eines laufenden Forschungsprojekts an der Professur für Technologie und Innovation der Liechtenstein Business School rund um das Thema Data-Driven Foresight und datengetriebene Trendstudien im Analysekontext der KI-Technologie untersuchen wir anhand einer einfachen

Keyword-Analyse Online-Stellenausschreibungen in Liechtenstein und in der Schweiz im Hinblick auf das Einstellungsverhalten von bestimmten KI-Technologiefähigkeiten. Dabei zeigt sich, welche KI-Fähigkeiten besonders gefragt sind, welche Unternehmen führend an der Einstellungsfront sind und von welchen Berufsgruppen die entsprechenden Fähigkeiten erwartet werden.

Für die Analyse haben wir einen grossen Stellenausschreibungsdatensatz des kommerziellen Datenanbieters LinkUp verwendet, der täglich durch neue Einträge von Unternehmenskarrierewebsites weltweit aktualisiert wird. Seit 2007 kamen so Hunderte Millionen Stellenausschreibungen von über 60 000 Unternehmen in 195 Ländern zusammen (LinkUp, 2024), unter anderem auch aus Liechtenstein und der Schweiz. Das Forschungsprojekt konzentriert sich jedoch nur auf Online-Stellenausschreibungen des ersten Quartals 2024, die in diesem Zeitraum in den beiden Ländern von nationalen und internationalen Unternehmen ausgeschrieben wurden. Konkret werden bei der Analyse die Stellenbeschreibungen der einzelnen Jobangebote automati-

ANZAHL DER KI-RELEVANTEN STELLENAUSSCHREIBUNGEN VON UNTERNEHMEN
IN DER SCHWEIZ UND LIECHTENSTEIN



UNTERNEHMEN MIT DEN MEISTEN KI-RELEVANTEN STELLENAUSSCHREIBUNGEN
IN CH UND FL INKL. TREFFERANZAHLN DER KEYWORD-ANALYSE



siert auf das Vorkommen von KI-bezogenen Stichwörtern untersucht. Als Basis dafür dient die wissenschaftlich fundierte KI-Stichwortliste der OECD. Diese Liste beinhaltet über 200 Stichwörter und wurde basierend auf wissenschaftlichen Publikationen mittels bibliometrischer Analysen, Text-Mining-Techniken und Expertenvalidierungen erstellt. Zusammengefasst decken die Stichwörter folgende Teilbereiche der KI-Technologie ab und lassen sich, mitunter durch Zuhilfenahme von ChatGPT, diesen Disziplinen zuordnen:

- Machine Learning Algorithms
- Computer Vision
- Natural Language Processing
- Robotics & Automation
- Data Mining
- Human-Computer Interaction
- Optimization & Metaheuristic Algorithms
- Cyber-Physical Systems & IoT

Untersucht man die Online-Stellenausschreibungen des ersten Quartals 2024 in Liechtenstein und in der Schweiz auf das Vorkommen der 200 KI-Stichwörter, ergeben sich insgesamt 286 Treffer, die von 72 unterschiedlichen Unternehmen generiert wurden. Darunter ABB, Hilti, Swatch und Nestlé, um nur ein paar der nationalen Unternehmen zu nennen, aber auch Apple, Google und Nvidia auf der Seite der internationalen Unternehmen. Mit einem Blick auf die Trefferzahlen von Januar bis April in der Grafik fällt auf, dass sich die Unternehmen im untersuchten Datensatz vor allem Anfang des Jahres auf die Jagd nach KI-Skills gemacht haben.

Diejenigen Unternehmen aus dem Datensatz, die von Januar bis März 2024 fünf oder mehr Treffer bei der Stichwortanalyse generiert haben, sind in der unteren Grafik aufgelistet. Wie bereits erwähnt, haben wir sowohl Unternehmen mit Hauptsitz in der Schweiz oder in Liechtenstein als auch Unternehmen mit ausländischen Hauptsitzen in unser Forschungsprojekt einbezogen. Entscheidend ist nur, dass die Unternehmen entsprechende Jobangebote in den beiden Analyseländern ausgeschrieben hatten.

Auffällig, aber wenig überraschend ist, dass die grossen internationalen Technologiekonzerne wie Google, Meta oder Microsoft hier als führend erscheinen. Dass die ETH Zürich im selben Zeitraum gleich viele Treffer generiert wie Google, deutet jedoch auch auf die wissenschaftliche Relevanz, beziehungsweise den nach wie vor anhaltenden Forschungsbedarf im Bereich der KI-Technologie hin und sollte die anfangs erwähnte Frage der NZZ «Risikojob Akademiker?» zumindest teilweise verneinen. Als ebenfalls interessant erweist sich die starke Präsenz der Medizintechnik- und Pharmaindustrie mit Novartis, Roche und Varian. Auch wenn sie es in der Analyse knapp nicht in die Spitzengruppe geschafft haben, zeigen die Daten durchaus, dass auch Lokalmatadoren wie ELCA, die Groupe Mutuel oder Julius Baer zunehmend KI-Kompetenzen aufbauen.

Unabhängig von den einzelnen Unternehmen zeigt die Verteilung der absoluten Trefferanzahlen über die acht KI-Teilbereiche hinweg, dass Technologiefähigkeiten im Bereich der «Machine Learning Algorithmen» im Analysezeitraum in der Schweiz und in Liechtenstein auf dem Arbeitsmarkt am gefragtesten waren. Gefolgt von Fähigkeiten der Disziplinen «Computer Vision» und «Natural Language Processing». Da sich für den Teilbereich «Cyber-Physical Systems & IoT» in der zeitlich limitierten Analyse keine Treffer ergaben, wird diese Disziplin hier weitestgehend ausser Acht gelassen.

Ein Blick auf die Berufsgruppen, von welchen die jeweiligen KI-Fähigkeiten pro Technologieteilbereich erwar-

tet werden, lässt darauf schliessen, dass die Berufsgruppe «Computer & Maths» am häufigsten mit den treffergenerierenden Stellenausschreibungen assoziiert ist. Dieses Bild zeichnet sich nicht nur im Hinblick auf die Teildisziplinen ab, sondern bestätigt sich auch für die Gesamtheit der KI-bezogenen Stellenausschreibungen und dürfte wenig überraschend sein. Am zweithäufigsten stehen die KI-Skills im Datensatz mit der Berufsgruppe «Business & Financial Operations» in Verbindung, wobei aus jedem KI-Teilbereich abgesehen von «Optimization & Metaheuristic Algorithms» mindestens eine Zuordnung dazu erfolgte. Jene KI-Teildisziplin, welche die meisten Berufsgruppen umfasst, ist die der «Machine Learning Algorithmen». Aus praktischer Sicht zeigen diese Ergebnisse, für welche KI-Disziplinen Unternehmen einen erhöhten Einstellungswettkampf erwarten können, beziehungsweise mit welchen KI-Skills Arbeitnehmende punkten können und welche Berufsgruppen eine vordergründige Rolle spielen.

Die hier präsentierten Ergebnisse zeigen selbstverständlich nur eine kurze Momentaufnahme, beziehungsweise einen kleinen Auszug aus der laufenden Forschung und können die vorherrschenden Unsicherheiten in Bezug auf die Künstliche Intelligenz in der Berufswelt nicht allumfänglich aufklären. Nichtsdestotrotz ermöglicht es der datengetriebene Ansatz, valide und quantifizierbare Einblicke in das tatsächliche Einstellungsverhalten von Unternehmen zu unterschiedlichen Technologiethemen zu gewähren und je nach Analysezeitraum potenzielle Trends abzuleiten.



Marie Scheuffele,
Doktorandin, Technology & Innovation,
Liechtenstein Business School



Prof. Dr. Leo Brecht,
Professur Technology & Innovation,
Liechtenstein Business School

Literaturverzeichnis

- Baruffaldi, S., van Beuzekom, B., Dernis, H., Harhoff, D., Rao, N., Rosenfeld, D., & Squicciarini, M. (2020). *Identifying and measuring developments in artificial intelligence: Making the impossible possible* (OECD Science, Technology and Industry Working Papers). OECD. <https://doi.org/10.1787/5f65ff7e-en>
- Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2017). *Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics*. National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w24001>
- Goldfarb, A., Taska, B., & Teodoridis, F. (2023). *Could machine learning be a general purpose technology? A comparison of emerging technologies using data from online job postings*. *Research Policy*, 52(1), 104655. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104655>
- Keusch, N., & Schätti, G. (2024, May 4). *Risikojob Akademiker? Welche Berufe am meisten durch KI bedroht sind*. *Neue Zürcher Zeitung*, 2024. <https://www.nzz.ch/wirtschaft/risikojob-buerangestellter-welche-berufe-am-meisten-durch-ki-bedroht-sind-ld.1828929>
- LinkUp. (2024). *Global job market data from hundreds of millions of job listings and counting*. JobDig, Inc. <https://www.linkup.com/>
- National Center for O*NET Development. (2024). *O*NET OnLine*. U.S. Department of Labour, Employment and Training Administration. <https://www.onetonline.org/>
- Schmidt, H. (2024, May 15). *Künstliche Intelligenz als Gamechanger für die Arbeitswelt*. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 2024. <https://www.faz.net/pro/d-economy/kuenstliche-intelligenz/kuenstliche-intelligenz-als-gamechanger-fuer-die-arbeitswelt-19715498.html>

DER HAI, DAS TOR ZUR WELT UND NACH LIECHTENSTEIN

«Was macht eine Hai-Forscherin in Liechtenstein, in einem doppelten Binnenland? Hat sie sich im Land geirrt? Wann geht sie wieder zurück auf ihre Inseln, um mit Haien zu arbeiten?» Fragen solcher Art werden Ornella Weideli immer wieder gestellt. Im folgenden Artikel erläutert die Postdoktorandin am Institut für Labormedizin (ILM), dass Veränderungen zum Leben gehören und dass erlernte Fähigkeiten in unterschiedlichen Arbeitsfeldern angewendet werden können.

Seit meiner Kindheit war ich sehr vom Meer und seinen Bewohnern fasziniert. Daher war es nicht erstaunlich, dass ich nach Abschluss meines Bachelors in Zellbiologie an der Universität Bern (2009) ein Praktikum an einer Hai-Forschungsstation auf den Bahamas antrat. Das Tier, welches ich dort kennenlernte, sollte mich ab diesem Zeitpunkt nie mehr loslassen...

Nach meinem bestandenen Masterstudiengang – den ich ebenfalls auf den Bahamas mit Haien absolvierte – habe ich ein PhD-Projekt gestartet, welches mich während fünf Jahren um die ganze Welt führen sollte: Forschungsarbeit mit Haien auf den Seychellen und in Französisch-Polynesien, akademische Arbeit in Süd-Frankreich und Laboranalysen in Florida, USA. Eine verrückte Kombination, welche genau meinem Geschmack entsprach. Als junge Studentin hatte ich auch die Möglichkeit, meine Arbeiten an Konferenzen zu präsentieren, habe Publikationen für internationale wissenschaftliche Journale geschrieben und internationale Kollaborationen mitgestaltet. Ich war auf dem Höhepunkt meiner Karriere, als plötzlich die Corona-Pandemie ausbrach: Meine PhD-Verteidigung, welche an meiner Universität vor Publikum geplant war, wurde in mein Homeoffice in Zürich verlegt und meine Pläne, weiterhin in der weiten Welt Haie zu erforschen, wurden auf einen Schlag zerstört.

Ja, die Welt hat sich innert kürzester Zeit verändert und alle mussten sich anpassen. Dies galt auch für die GAPP-Studie, eine Langzeit-Studie im Fürstentum Liechtenstein, welche seit 2010 kardiovaskuläre Risikofaktoren in einer Kohorte untersuchte. Das Studienteam hatte durch die Pandemie die einmalige Chance, mit der Studienkohorte als Pilot für ein internationales Covid-Projekt zu dienen. Die Umstellung von den regulären GAPP-Untersuchungen zu den COVI-GAPP-Untersuchungen stellte das Studienteam jedoch vor grosse Herausforderungen. Als ich, noch in Feierlaune von meinem PhD-Abschluss, von dieser Umstellung hörte, habe ich nicht lange gezögert und eine Anstellung als Wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der GAPP-Studie angenommen. Auch wenn das Umfeld ein komplett neues war, konnte ich meine wissenschaftlichen Erfahrungen und meine durch verschiedene Kulturen beeinflusste Arbeitsweise in Liechtenstein rasch anwenden. Vom Versand von Studienmaterialien, der Kommunikation mit Studienteilnehmern und -teilnehmerinnen bis hin zum Auswerten von Studienresultaten, über-

all konnte ich mitarbeiten. Und so sind die Jahre vergangen. Unsere Studienresultate wurden in wissenschaftlichen Journalen publiziert, neue Projekte und Kollaborationen wurden gestartet, andere erfolgreich abgeschlossen, und die GAPP-Studie startete Ende 2023 in die vierte Durchführungsrunde. Wie war es möglich, dass ich dies alles mitgestalten durfte, ohne dabei meine Leidenschaft für Haie aufzugeben?

Dies alles war möglich, da meine Anstellung (zuerst bei Dr. Risch und nun nach dem Transfer der GAPP Studie an die UFL) von jeher Teilzeit war. Lange Zeit habe ich mir eingeredet, dass diese Kombination eine Zwischenlösung sei, bis ich zu realisieren begann, dass dies auch eine Karriere sein könnte. Diesen Frühsommer, als ich als Panellist an einer Podiumsdiskussion zum Thema «Path beyond a PhD» des Global SNSF Fellows Network teilnahm, habe ich zum ersten Mal den Ausdruck «Hybrid Careers» gehört. Hybrid-Karrieren zeichnen sich dadurch aus, dass unterschiedliche Berufe in verschiedenen Bereichen kombiniert werden können, um eine vielfältige berufliche Identität zu entwickeln. In meinem Fall heisst dies, dass ich meiner Teilzeitanstellung als Postdoktorandin und Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der UFL nachgehe, während ich mich freiberuflich in den Bereichen Wissenschaftskommunikation und Tauch-Expeditionen weiterentwickeln kann. Eine Kombination von Aufgaben, die mir sehr entspricht, mich täglich herausfordert und mich äusserst dankbar stimmt.

Die vergangenen fünfzehn Jahre haben mir gezeigt, dass in einer Welt, welche sich immer schneller zu wandeln scheint, Anpassungsfähigkeit und Zielstrebigkeit zwei äusserst wichtige Charaktereigenschaften sind. Wir wissen nie, was als Nächstes auf uns zu kommt. Wenn wir aber adaptierbar bleiben und unseren Instinkten folgen (wie dies Haie übrigens seit mehr als 450 Mio. Jahre machen!), dann sind wir bereit, mit Veränderungen jeglicher Art umzugehen und diesen nicht mit Angst zu begegnen, sondern sie als Chance zu sehen.



—
*Dr. Ornella Weideli
Postdoktorandin und Wissenschaftliche
Mitarbeiterin im Institut für Labormedizin
(ILM) der Privaten Universität
im Fürstentum Liechtenstein (UFL)*



Oben: Ornella bei der Feldarbeit mit einem jungen Schwarzspitzen-Riffhai im St. Joseph Atoll, Seychellen.
Foto: Clare Keating | Save Our Seas Foundation.



Rechts: Ornella beim Analysieren.
Foto: Ornella Weideli

LASSEN SICH BANKENKRISEN MIT KÜNSTLICHER INTELLIGENZ VORHERSAGEN?

KI-Methoden bieten gegenüber traditionellen Verfahren Vorteile bei der Identifizierung und Prognose von Bankenkrisen. Auf maschinellem Lernen basierende Modelle stellen wertvolle Werkzeuge für politische Entscheidungsträger und Investoren bereit, um Krisen besser zu bewältigen und die Märkte zu stabilisieren. Durch ihre besseren Prognosefähigkeiten werden solche Modelle eine zunehmend bedeutende Rolle einnehmen, was letztlich zu einer robusteren und widerstandsfähigeren globalen Finanzinfrastruktur führt.

DAS INTERESSE AN DER VORHERSAGE VON BANKENKRISEN

Finanzkrisen haben tiefgreifende Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft. Besonders Bankenkrisen sind häufig der Ausgangspunkt weitreichender wirtschaftlicher Verwerfungen. Bankenkrisen ziehen oft eine massive Vertrauenskrise im Finanzsektor nach sich, was zu einem starken Rückgang der Kreditvergabe und einer erhöhten Zurückhaltung bei Investitionen führt. Dies hat wiederum weitreichende Auswirkungen auf die gesamte Wirtschaft, da Unternehmen Schwierigkeiten haben, Kapital zu beschaffen und Konsumenten ihre Ausgaben reduzieren. Ein drastischer Rückgang des Konsumentenvertrauens und der Geschäftstätigkeit kann zu einer Rezession führen, die durch hohe Arbeitslosigkeit und niedriges Wirtschaftswachstum gekennzeichnet ist. Zudem belasten Bankenkrisen häufig die öffentlichen Finanzen, da staatliche Rettungsmassnahmen notwendig werden, um den Zusammenbruch relevanter Banken zu verhindern und das Vertrauen in das Finanzsystem wiederherzustellen.

Weiters führen Krisen zu einem Rückgang des Lebensstandards der Bevölkerung. Bankenkrisen können Zahlungssysteme stören und den Zugang zu Finanzmitteln für Unternehmen und Haushalte einschränken. Darüber hinaus führen sie häufig zu Arbeitsplatzverlusten und Kostensenkungen im Finanzsektor. Negative Vermögenseffekte treten durch den Verlust von Finanzanlagen und den Abwärtsdruck auf Vermögenspreise auf. Ein Rückgang der Kreditvergabe kann sich auf Vermögenspreise, Investitionen und die Verschuldung auswirken, was die wirtschaftlichen Probleme weiter verschärft.

Das Interesse von politischen Entscheidungsträgern und Investoren an der Vorhersage solcher Krisen ist daher gross. Historisch gesehen hatten viele Finanzkrisen ihren Ursprung im Bankensektor. Bekannte Beispiele sind die Savings and Loan Krise in den USA in den 1980er- und 1990er-Jahren, die globale Finanzkrise 2007/08 sowie die regionale Bankenkrise 2023 in den USA.

METHODEN ZUR KRISENIDENTIFIKATION UND -VORHERSAGE

In der Finanzforschung gibt es verschiedene Definitionen von Bankenkrisen. So werden Bankenkrisen etwa über erhebliche Anzeichen von finanziellen Schwierigkeiten im Bankensystem und signifikante politische Interventionen als Reaktion auf diese Schwierigkeiten oder über den Verlust von Bankkapital definiert. Andere Definitionen unterscheiden zwischen Bank Runs, die zur Schliessung, Fusion oder Übernahme durch den öffentlichen Sektor führen, und grösseren staatlichen Hilfsmassnahmen für Finanzinstitute, die den Beginn einer Reihe ähnlicher Ergebnisse für andere Finanzinstitute markieren.

Traditionelle Methoden zur Vorhersage von Finanzkrisen basieren oft auf subjektiven Einschätzungen und narrativen Ansätzen. Im Gegensatz dazu bietet der Einsatz von Künstlicher Intelligenz die Möglichkeit, Krisen anhand objektiver, datengetriebener Methoden vorherzusagen. In unserer aktuellen Studie wurden Methoden wie Clustering, Ridge Regression und sequenzielle Selektion verwendet, um regionale Bankenkrisen in den USA zu identifizieren und vorherzusagen. Diese Ansätze ermöglichen es, multivariate und dynamische Beziehungen zwischen Indikatoren und Krisen zu modellieren und die Relevanz dieser Indikatoren zu bestimmen.

Ein wesentlicher Bestandteil der Vorhersagemodelle ist die Entwicklung eines objektiven, kontinuierlichen Krisenindex, der auf Aktienrenditen basiert. Anstelle einer dichotomen Unterscheidung zwischen Krise und Nicht-Krise ermöglicht dieser Index, verschiedene Schweregrade von Krisen zu erfassen. Dies erlaubt eine feinere Unterscheidung und eine schnellere Erkennung von Krisen im Vergleich zu traditionellen Ansätzen.

EMPIRISCHE ANWENDUNG: DIE US-BANKEN-KRISE 2023

Die regionale Bankenkrise 2023 in den USA begann mit dem Zusammenbruch von Silvergate Capital Corporation, einer Bank, die sich auf Kryptowährungen konzentrierte.

Dies führte zu einem Dominoeffekt, bei dem die Unsicherheit im Finanzsektor zunahm und das Vertrauen der Investoren in die Stabilität regionaler Banken erschüttert wurde. Die Schliessung der Silicon Valley Bank, einer wichtigen Kreditgeberin für Technologie-Start-ups, und die anschliessende Schliessung der Signature Bank durch New Yorker Aufsichtsbehörden verdeutlichten die Schwere der Krise und ihre weitreichenden Auswirkungen.

Die Krise im Jahr 2023 dient als Fallstudie zur Illustration der vorgeschlagenen Vorgangsweise zur Identifikation und Prognose von Bankenkrisen. Durch die Anwendung von Künstlicher Intelligenz können Muster und Anomalien in den Finanzdaten identifiziert werden, die auf bevorstehende Krisen hinweisen. Die von den Forschenden gewählten Modelle nutzen historische Daten, um die Wahrscheinlichkeit einer Bankenkrise vorherzusagen. Dies umfasst die Analyse von Aktienrenditen, Zinssätzen und anderen ökonomischen Variablen. Die empirischen Ergebnisse zeigen, dass die KI-basierten Modelle in der Lage sind, frühzeitige Warnsignale für die bevorstehende Krise zu liefern, was eine proaktive Risikomanagementstrategie ermöglicht.

Die Anwendung dieses Ansatzes auf die US-Regionalbankenkrise 2023 unterstreicht die Bedeutung datengetriebener Ansätze zur Krisenidentifikation und -vorhersage. Er bietet politischen Entscheidungsträgern und Investoren ein Werkzeug, um besser auf drohende Krisen zu reagieren und deren negative Auswirkungen zu mildern. Die Fallstudie verdeutlicht das Potenzial moderner Technologien für Finanzinstitute und Regulierungsbehörden, um die Stabilität des Finanzsystems zu gewährleisten und zukünftigen Krisen vorzubeugen.

ERWEITERUNG DER METHODIK DURCH KI

Den Kern des KI-Ansatzes zur Klassifizierung des Schweregrades von Finanzkrisen bildet ein «unüberwachtes-Lernen»-basiertes K-means++ Clustering. Das Clustering wird eingesetzt, um historische Ausprägungen des analysierten Index in verschiedene typische Entwicklungen einzuteilen. Diese Perioden lassen sich zum Beispiel als Hochphasen, Seitwärtsphasen und insbesondere Krisenphasen interpretieren. Neue Beobachtungen lassen sich anschliessend anhand ihrer Zugehörigkeitswahrscheinlichkeit zu den gelernten Perioden kategorisieren. Anders als vorherige Ansätze lernt die KI auf Basis der durch die KI bestimmten Phasen, und der dadurch resultierende Index lässt sich auf einer kontinuierlichen Skala messen. Dies hebt den Index deutlich von vorherigen Ansätzen ab, die Krisen lediglich binär als «Krise» oder «Nicht-Krise» messen.

Die Anwendung von KI zur Vorhersage der durch den Index definierten Bankenkrisen basiert auf der Analyse von Markt- sowie ökonomischen Variablen. Zu den analysierten Marktvariablen gehören unter anderem Zinssätze, Aktienvolatilität und Risikoappetit. Ökonomische Variablen umfassen beispielsweise den Policy Uncertainty Index und Kreditimpuls.

Die Integration von Clustering, Ridge Regression und sequenzieller Selektion, allesamt Methoden des maschinellen Lernens, erhöht die Vorhersagegenauigkeit und Robustheit des Modells. Die Auswahl der besten Variablen für das Modell erfolgt durch eine sequenzielle Selektion, die sicherstellt, dass die ausgewählten Variablen die besten Generalisierungseigenschaften haben, was für die Prognose bedeutsam ist.

Das Modell verwendet eine zeitliche Aufteilung der Daten in Trainings-, Validierungs- und Testsätze, um seine Robustheit zu gewährleisten. Verschiedene Metriken wie Tref-

ferquote, Alarmrate und Präzision werden verwendet, um die Leistungsfähigkeit des Modells zu bewerten.

DATEN UND VARIABLEN

Zur Messung der wirtschaftlichen Verfassung der US-Regionalbanken wird ein Regionalbankenindex verwendet. Die Analyse umfasst eine Reihe von Variablen, die aus Finanzmarktdaten und ökonomischen Indikatoren abgeleitet sind. Ein Schwerpunkt liegt auf der Nutzung von Echtzeitdaten, um zeitnahe und damit relevante Prognosen zu gewährleisten.

ERGEBNISSE UND BEWERTUNG

Die Prognosefähigkeiten des KI-basierten Ansatzes der Autoren zur Vorhersage von Bankenkrisen ermöglichen es, Risiken bewusst zu reduzieren, wenn eine erhöhte Krisenwahrscheinlichkeit vorhergesagt wird. Die Anwendung von KI zur Vorhersage von Bankenkrisen bietet dabei erhebliche Vorteile gegenüber traditionellen Methoden. Durch die Nutzung objektiver, datengetriebener Ansätze können Krisen früher und genauer erkannt werden. Dies ermöglicht es auch politischen Entscheidungsträgern, besser auf drohende Krisen zu reagieren und deren negative Auswirkungen zu mildern.

Die empirischen Ergebnisse zeigen, dass Anlagestrategien, die auf den Vorhersagen der KI-Modelle basieren, eine höhere risikobereinigte Rendite erzielen als traditionelle Buy-and-Hold-Ansätze. Die kontinuierliche Verbesserung und Validierung dieser Modelle durch Fallstudien wie die US-Bankenkrise 2023 unterstreicht die Bedeutung datengetriebener Ansätze in der modernen Finanzmarktanalyse.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die kontinuierliche Entwicklung und Verfeinerung von KI-Methoden zur Vorhersage von Bankenkrisen verspricht eine zunehmende Genauigkeit und Frühwarnfähigkeit. Dies bietet Investoren, Banken und Regulierungsbehörden wertvolle Werkzeuge zur besseren Bewältigung von finanziellen Unsicherheiten und zur Stabilisierung der Märkte. Künstliche Intelligenz wird eine immer grössere Rolle bei der Überwachung und Analyse von Finanzmärkten spielen, was letztlich zu einer robusteren und widerstandsfähigeren globalen Finanzinfrastruktur führen wird.



Merlin Bartel (Doktorand an der Professur für Finance),
Liechtenstein Business School

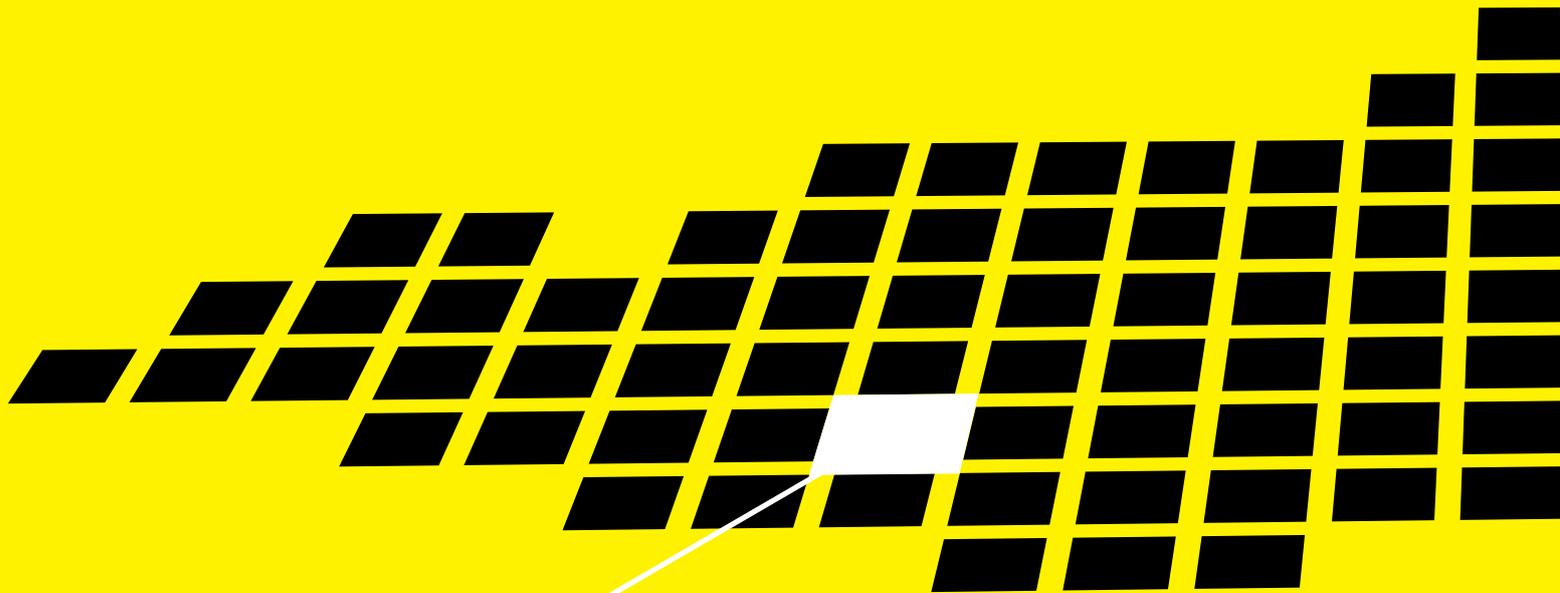


Prof. Dr. Michael Hanke,
Professur für Finance,
Liechtenstein Business School



Sebastian Petric (Doktorand an der Professur für Finance),
Liechtenstein Business School

FORSCHUNG UND LEHRE AUF 160 QUADRAT- KILOMETERN



Liechtenstein-Institut

Das Liechtenstein-Institut ist ein privates, unabhängiges wissenschaftliches Forschungsinstitut. Es bearbeitet liechtensteinrelevante Forschungsthemen in den Fachbereichen Geschichte, Politik, Recht und Volkswirtschaft. Ziel ist es, wissenschaftlich fundierte Antworten auf zentrale Fragen zur Geschichte, Gegenwart und Zukunft Liechtensteins, zur Region und zu Kleinstaaten allgemein zu liefern.

Sitz	Gamprin-Bendern
Gründung	1986
Mitarbeitende	22
Website	www.liechtenstein-institut.li



Universität Liechtenstein

Die Universität Liechtenstein ist eine führende Hochschule der internationalen Bodenseeregion. In den Bereichen Architektur und Raumentwicklung, Entrepreneurship, Finance, Wirtschaftsrecht und Wirtschaftsinformatik wirkt sie als ein Ort kritischen und kreativen Denkens und als Innovationsstätte für Zukunftsgestaltung. Mit ihrer Forschung auf internationalem Topniveau gibt sie in zahlreichen Projekten und Programmen Impulse für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Seit über 60 Jahren werden gefragte Fachkräfte aus- und weitergebildet. Die forschungsgeleitete Lehre findet in einem sehr persönlichen Umfeld statt, das sich durch eine enge fachliche Betreuung der Studierenden durch die Dozierenden auszeichnet.

Sitz	Vaduz
Gründung	Universität 2011 (die Vorläufer Abendtechnikum 1961 und Fachhochschule 1993)
Mitarbeitende	205
Studierende	ca. 800
Website	www.uni.li



Private Universität im Fürstentum Liechtenstein (UFL)

Die Private Universität im Fürstentum Liechtenstein (UFL) ist eine staatlich bewilligte und nach europäischen Qualitätsstandards akkreditierte private Universität. Sie bietet seit über 20 Jahren Doktoratsstudiengänge in den Rechtswissenschaften und der Medizinischen Wissenschaft sowie akademische Weiterbildungsstudiengänge und Fortbildungskurse an.

Sitz	Triesen
Gründung	2000
Mitarbeitende	36
Studierende	176
Website	www.ufl.li



160^a – DEZEMBER 2024

Ein gemeinsames Magazin von

LIECHTENSTEIN-INSTITUT
PRIVATE UNIVERSITÄT IM FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN (UFL)
UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Herausgeber

Liechtenstein-Institut
St. Luziweg 2, 9487 Gamprin-Bendern
www.liechtenstein-institut.li

Private Universität im Fürstentum Liechtenstein (UFL)
Dorfstrasse 24, 9495 Triesen
www.ufl.li

Universität Liechtenstein
Fürst-Franz-Josef-Strasse, 9490 Vaduz
www.uni.li

Redaktion

Thomas Meier, Ruth Allgäuer (Liechtenstein-Institut);
Jens Eisfeld, Bernhard Güntert (Private Universität
im Fürstentum Liechtenstein);
Heike Esser (Universität Liechtenstein)

Auflage

21 750 Exemplare

Visuelles Konzept und Gestaltung
Screenlounge Grafik Studio

Druck

BVD Schaan

100% Recyclingpapier

