



READER

SOMMERAKADEMIE 2026

TRANSFORMATION

PRO **SCIENTIA**
STUDIENSTIFTUNG



Impressum

Studienstiftung PRO SCIENTIA
Lisa Simmel, Geschäftsführerin

Otto Mauer Zentrum
Währinger Str. 2-4/22, 1090 Wien
office@proscientia.at

ISSN: 3061-094X (Print), 3061-0958 (Online)
<https://www.proscientia.at/publikationen/>

Die Verantwortung für den Inhalt der Beiträge
liegt bei der Verfasserin/dem Verfasser.

Radaktion: Christian Jostmann
Satz: Leonie Licht

Cover: Francesca-Maria Raffler, Wien
Druck: Facultas, Stolberggasse 26, 1050 Wien

Zum Cover

Ein Schmetterling als Sinnbild für Metamorphose und Transformation: Auf seinen Flügeln trägt er symbolische Ausschnitte der vielfältigen wissenschaftlichen und künstlerischen Disziplinen, die PRO SCIENTIA ausmachen und die sich in einem stetigen Wandel befinden. Die mechanische Gestaltung des Schmetterlings greift diese Dynamik auf und verweist auf die gegenwärtigen Transformationsprozesse in Wissenschaft, Kunst und Gesellschaft. Dem Entwurf liegt eine handgemachte Collage mit Bleistiftzeichnung zugrunde, als Zeichen menschlichen, künstlerischen Schaffens im Kontrast zur immer mehr dominierenden Verwendung von "KI".

Francesca-Maria Raffler, Wien

READER

PRO SCIENTIA Sommerakademie 2026

TRANSFORMATION

PRO SCIENTIA dankt

allen Privatspendern und Spenderinnen, Mitgliedern sowie den Sponsoren
und Förderern, die unsere laufende Bildungsarbeit und
die Sommerakademie ermöglichen!



Die **INNOVATION**sstiftung
für **BILDUNG**



benediktiner.at
österreichische benediktinerkongregation

Österreichische
Bischofskonferenz

ERS
EURO-FINANZ-SERVICE AG

Otto Mauer Fonds



EVN



WISSENSCHAFT · FORSCHUNG
NIEDERÖSTERREICH



LAND
OBERÖSTERREICH



Katholische
Kirche
Vorarlberg



Katholische Kirche
in Oberösterreich



DIÖZESE
GRAZ-SECKAU

Inhalt

Maximilian P. P. Kovar Künstliche Intelligenz in der Chemie	8
Sophie Hollwöger "Zeigt, daß in euch der Teufel sey" Zur Umdeutung von Teufelspakt und Höllenfahrt im aufklärerisch-parodistischen Singspiel <i>Faust im 18. Jahrhundert</i>	15
Fabian Andre Samuel de Cassini Ein streitbarer Theologe in Zeiten der Transformation	22
Constantin Richard Feitl und Dato Tsomaia Transformationen des Weltbildes Naturwissenschaftliche Umbrüche zwischen Erkenntnis, Technik und Verantwortung	28
Charlotte Schneider Der entscheidende Impuls Wie nicht-invasive Hirnstimulation Leben transformieren und das Gehirn besser verständlich machen kann	35
Kristoffer Sturm Liminality in the Brain Neuroplasticity and Transformation	42
Nadja Webel Das Sterben und der Tod Über die Schwellenzustände des Lebens	49
Kerstin Messerer Zwischen Innovation und Verfall 'Jugendsprache' als Katalysator sprachlicher Transformation	56
Florentina Lechner Transformation von Sprache, Identität und Gruppenstruktur Deutschsprachige jüdische Gemeinschaften in Lateinamerika	61
Sarah Mayrhofer Transformation durch kollaborative Wissensproduktion Regionale Unterschiede und globale Muster in internationalen Fallstudien im Kontext von <i>Society 5.0</i>	68
Laura Pattiss Vom Labor in den Ausstellungsraum Zur Transformation wissenschaftlicher Praktiken in der BioArt	75

Editorial

Von *haute vulgarisation* spricht man, um Publikationen zu bezeichnen, die wissenschaftliche Inhalte auf hohem Niveau, aber doch so darstellen, dass ein allgemein gebildetes Publikum sie verstehen kann. Im Idealfall vermitteln solche Veröffentlichungen – sei es gedruckt oder online – nicht nur Wissen, sondern wecken auch Neugier auf ihren Gegenstand: Man liest sie mit Gewinn und Vergnügen. Ebendies streben wir auch mit dem jährlich erscheinenden Reader zur Sommerakademie der Studienstiftung PRO SCIENTIA an.

Die elf Autor:innen dieses Heftes, alle Stipendiat:innen von PRO SCIENTIA, haben sich der anspruchsvollen Aufgabe gestellt, ihren Kolleg:innen aus anderen Fachbereichen von Themen zu erzählen, mit denen sie sich im Rahmen ihres Studiums oder eigener Forschungen auseinandersetzen. Die Wahl der Themen stand ihnen frei, abgesehen von der Vorgabe, dass die Beiträge sich auf das diesjährige Jahresthema der Studienstiftung PRO SCIENTIA beziehen sollten: Transformation.

Dieser Begriff, der seit einigen Jahren den öffentlichen Diskurs prägt und dabei unterschiedliche, mitunter auch normative Bedeutungen angenommen hat, bietet auch in den Wissenschaften vielfache Anknüpfungspunkte. Davon zeugen die folgenden elf Texte, die damit zugleich die Vielfalt der Interessen und Begabungen unserer Stipendiat:innen illustrieren. Darüber hinaus demonstrieren die Beiträge für diesen Reader – wie wir dankbar feststellen – eines der Kernanliegen von PRO SCIENTIA: die Bereitschaft und die Kompetenz, wissenschaftliche Diskurse des eigenen Faches in die akademische und gesellschaftliche Öffentlichkeit zu tragen.

Den Anfang macht Maximilian Kovar mit der Diskussion, was Technologien maschinellen Lernens, besser bekannt als "KI", in der Wissenschaft allgemein und insbesondere in seinem Fach Chemie leisten können. Besonders lesenswert sind auch für Nicht-Naturwissenschaftler:innen seine Erläuterungen zu den mathematischen Grundlagen dieser Technologien. Eine ganz andere Art von Umformung schildert Sophie Hollwöger, nämlich die Adaption des literarischen Faust-Stoffes an die Bedürfnisse der Aufklärung, die Sophie anhand eines weitgehend unbekannten, aber offenbar sehr unterhaltsamen Singspiels aus dem Wien der 1780er Jahre veranschaulicht. Fabian Andre zeigt am Beispiel des um 1500 wirkenden Theologen Samuel Cassini, wie in der Renaissance – einer geradezu paradigmatischen Zeit der Transformation – aus dem Mittelalter überkommene und innovative Vorstellungen Hand in Hand gingen. Constantin Feitl und Dato Tsomaia schildern, wie die Entdeckungen der Radioaktivität, der Quantenmechanik und der großtechnischen Stickstoffsynthese Weltbilder und Handlungshorizonte transformierten. Ähnliches leisten im Bereich der Neurowissenschaften Verfahren nicht-invasiver Hirnstimulation (NIBS), die Charlotte Schneider vorstellt. Um Hirnforschung und Anthropologie bzw. Ethnologie geht es im Beitrag von Kristoffer Sturm, der das Konzept der Neuroplastizität mit Victor Turners Begriff der Liminalität verknüpft. Gleichfalls unter Rückgriff auf Turner, aber auch auf andere kulturwissenschaftliche Forschung denkt Nadja Webel in ihrem Essay über den Tod nach – die Schwelle schlechthin für uns Menschen, auch wenn er jungen Menschen oft fern erscheint und für sie daher kein typischen Gesprächsthema sein dürfte. Wie junge Menschen sprechen und dadurch Sprache insgesamt verändern, zeigt Kerstin Messerers Beitrag, während Florentina Lechner davon erzählt, wie sich das Deutsch jüdischer Menschen, die vor dem Nationalsozialismus nach Lateinamerika flüchteten, im Kontakt mit den Aufnahmegesellschaften umformte. Sarah Mayrhofer berichtet von ihren Erfahrungen beim 6th Asia-Europe Foundation (ASEF) Young Leaders Summit (Osaka, 2025), wo sie in einem internationalen Team Strategien zur sozial-inklusiven Transformation technologischer Bildung entwickeln durfte. Den Abschluss bildet Laura Pattiss mit einem Beitrag über Praktiken der BioArt, die bio(techno)logische Materialien und Methoden künstlerisch transformieren.

Wir danken allen Autor:innen und wünschen eine anregende Lektüre!

Christian Jostmann
Programmkoordinator

Stefan Michael Newerkla
Leiter der Sommerakademie

Wien, im August 2026

Künstliche Intelligenz in der Chemie

MAXIMILIAN PETER-PAUL KOVAR

Wien

Während Large Language Models (LLMs) die öffentliche Diskussion über maschinelles Lernen (ML) dominieren, revolutionieren in den Naturwissenschaften andere ML-Modelle unsere Welt. Dieser Text schildert, wieso dem so ist, erklärt dabei grundlegende Konzepte des noch jungen Wissenschaftsfeldes und geht weiters auf die Chancen, die sich, insbesondere in der Chemie, daraus ergeben, ein. Ein besonderer Fokus des Textes liegt hierbei auf der Vorhersage chemischer Reaktionseigenschaften.

Spätestens nach dem Erscheinen von OpenAIs Sprachmodell 'ChatGPT' ist eines klar: Keine Disziplin der Natur-, Geistes- oder Sozialwissenschaften wird von der Technologie des maschinellen Lernens – umgangssprachlich oft mit 'künstlicher Intelligenz' (KI) gleichgesetzt – gänzlich unberührt bleiben. Vor allem Sprachmodelle (*large language models*, LLMs) haben jetzt schon Folgen, die in allen wissenschaftlichen Disziplinen spürbar sind: Sie verändern unsere Recherchepraxis, die Art, wie Texte entstehen, und stellen Lehre und Prüfungskultur infrage. In allen Fächern wird es also ein 'vor der KI' geben, so wie es ein 'vor dem Internet' und ein 'vor dem Computer' gab. In vielen Disziplinen sind es aber nicht nur LLMs, die bleibende Spuren hinterlassen werden. In manchen werden sie sogar nur eine Fußnote des Fortschrittes bedeuten, den maschinelles Lernen ermöglicht.

Dieser Artikel erklärt zunächst, welche einfache Mathematik sich hinter vielen Verfahren des maschinellen Lernens verbirgt. Darauf aufbauend wird erläutert, was von LLMs erwartet werden darf bzw. muss und was nicht. Anschließend wird begründet, warum diese Modelle in Disziplinen wie der Chemie nur eine untergeordnete Rolle spielen, wobei es notwendig sein wird, die ungefähre Vorgehensweise chemischer Forschung und insbesondere die Rolle der chemischen Intuition zu beleuchten. Schließlich wird sich der Text eigenen Erfahrungen und Forschungsfragen widmen, bevor er mit einer allgemeinen Einschätzung schließt, die Hoffnung

macht, zukünftig weniger Sackgassen in der Forschung betreten zu müssen.

Wie mathematische Neuronen lernen

Im Kern handelt es sich bei maschinellem Lernen um eine vergleichsweise simple Familie statistischer Verfahren, die als Regressions- (oder Klassifikations-) analyse bezeichnet werden. Eine der wichtigsten Annahmen hinsichtlich eines zu lösenden Problems ist demnach zuallererst jene, dass es durch eine mathematische Funktion, die ein Ergebnis (*Output*) auf Basis von Variablen (*Input*) berechnet, beschreibbar ist.

$$f: (\text{Variablen}) \mapsto \text{Ergebnis}$$

Dies kann zum Beispiel die Frage nach einer chemischen Reaktionseigenschaft sein, welche von den Molekülen abhängt, die reagieren; oder ein Buchstabe in ebendiesem Satz, der von all den Buchstaben abhängt, die vor ihm kamen.

$$f: (\text{Moleküle}) \mapsto \text{Reaktionseigenschaft}$$

$$f: (\text{Buchstaben}) \mapsto \text{Buchstabe}$$

Beide hier genannten Beispiele haben eines gemeinsam: Diese Funktionen müssen eine große Menge an Variablen beinhalten, die nicht auf simple Weise (zum Beispiel linear) miteinander oder mit dem Ergebnis verknüpft sind. Man kann also nicht, wie in einer linearen oder polynomiellen Regressionsanalyse, von einer bestimmten Form (linear, polynomiell, ...) der Funktion ausgehen. Daher wählt man eine Klasse sehr flexibler Funktionen mit vielen einstellbaren Parametern: *Neuronale Netze*. Diese sind nämlich *universelle Funktionsapproximatoren*. Das bedeutet, sie können prinzipiell jede beliebige kontinuierliche Funktion nachbilden, ohne dass deren genaue Form im Voraus bekannt sein muss. Möglich ist dies durch eine große Zahl an *Neuronen*, die – für sich genommen – allerdings simple mathematische

Objekte sind. Jedes von ihnen berechnet eine gewichtete Summe seiner *Inputs*, addiert einen Wert und transformiert das Ergebnis mittels einer sogenannten Aktivierungsfunktion (deren genaue Form für diesen Beitrag nicht relevant ist). Viele solcher Neuronen, in Schichten (*layers*) angeordnet, bilden zusammen das Netz, das in seiner Gesamtheit immer noch eine Funktion darstellt. Die Gewichte (*weights*) und addierten Werte (*biases*) werden zusammen als *Parameter* bezeichnet und sind die eigentliche Information, über welche das Neuronale Netz verfügt. Die Form der gesamten Funktion wird einfach nach und nach durch das iterative Verändern der Parameter angepasst, was als *training*, umgangssprachlich als 'Lernen' bezeichnet wird und den Unterschied zu anderen Formen der Regressionsanalyse darstellt. Die Basis dafür bildet eine meist sehr große Menge beobachteter *Input-Output*-Paare, die möglichst gut reproduziert werden sollen. Dazu definiert man eine *loss function*, die quantifiziert, wie weit die Vorhersage des Modells vom tatsächlichen Ergebnis abweicht. Zunächst wird das Modell mehr oder weniger zufällige Vorhersagen treffen, die *loss function* wird also manchmal groß, manchmal klein sein. Der Schlüssel zum Lernen liegt allerdings nicht im Wert, den sie für bestimmte Inputs annimmt, sondern in ihrer Änderung bezüglich der einzelnen Parameter des Neuronalen Netzes, die angepasst werden sollen. Mathematisch gesehen geht es also um ein Differenzial – genauer gesagt den Gradienten bzw. das totale Differenzial – dessen Bildung in solch einem Fall immer möglich ist, da es sich um eine Kombination von wiederum ableitbaren Funktionen (jenen der Neuronen) handelt. Im Englischen spricht man hier von *back-propagation*. Auf Basis dessen werden alle Parameter geringfügig korrigiert: jene die den Fehler stark vergrößern, mehr; solche, die geringen Einfluss auf ihn haben, weniger. Durch wiederholtes Durchlaufen der Trainingsdaten und schrittweises Nachjustieren der Parameter 'lernt' das Modell, die *Input-Output*-Paare immer besser zu reproduzieren.

Bis hierher funktioniert das beschriebene Prinzip für beide genannten Beispiele gleichermaßen. Ob Buchstaben oder Moleküle: Der Lernalgorithmus ist im Grunde derselbe. Der entscheidende Unterschied liegt in der Natur der Daten und darin, was als 'korrekte Vorhersage' gilt. Bei der Vorhersage von Reaktionsenergien ist das Ergebnis eine messbare, physikalisch definierte Größe. Bei einer Buchstabenvorhersage hingegen geht

es um bedingte Wahrscheinlichkeiten: Will man den nächsten Buchstaben ohne jeglichen Kontext vorhersagen, genügt eine Verteilung über das Alphabet (26 Möglichkeiten unter Ausschluss von Majuskeln und sonstigen Zeichen). Kennt man den vorhergehenden Buchstaben, wird daraus eine bedingte Wahrscheinlichkeit – aus 26 Werten werden 26×26 Kombinationen. Bei Berücksichtigung von zwei vorhergehenden Buchstaben (als sogenannter 'Kontext') sind es bereits $26^2 \times 26$, und so weiter. Alle Wahrscheinlichkeiten vorab zu berechnen und im Speicher des Computers zu behalten um daraus iterativ einen nächsten Buchstaben zu 'erwürfeln' ist nicht praktikabel, wenn die generierte Sprache über ganze Wörter und Sätze konsistent wirken soll. Damit Sprachmodelle keine gigantischen Speicher für Wertetabellen benötigen, müssen sie also eine Funktion lernen. Diese muss aber von immer längeren Kontexten abhängen.

Computer lernen Sprache

Bevor wir uns in diesem Text aber Gedanken über immer längere Kontexte machen können, stoßen wir aber zunächst auf das fundamentale Problem der Repräsentation. Computer arbeiten nicht mit Sprache im menschlichen Sinne, sondern mit Zahlen. Dieser Text, den ich gerade tippe, ist für den Computer eine lange Sequenz von Zahlen. Weiters trägt die alphabetische Reihenfolge der Buchstaben im Alphabet keine semantische Bedeutung. Buchstaben – wie im Beispiel zuvor – also nur als eine Zahl des Alphabets wiederzugeben, ermöglicht es einem Computer nicht, die größere Ähnlichkeit von "a" zu "o" im Vergleich zu "a" zu "q" zu sehen. Lässt man dem Modell jedoch die Freiheit, diese Zahlenreihen selbstständig zu interpretieren und als Vektoren abzubilden – eine Technik, die man als *embedding* bezeichnet –, offenbart sich ein tieferes Muster: Buchstaben mit ähnlicher Rolle oder phonetischer Ähnlichkeit weisen in einem solchen Vektorraum auch räumlich ähnliche Positionen auf.

Um nun aber immer größere Kontexte für die jeweils nächste Vorhersage in Betracht ziehen zu können, ist es sinnvoll, die Idee der einzelnen Buchstaben ganz hinter sich zu lassen. Dies geschieht durch sogenannte *Tokenisierung*. Sprache wird hierbei in kleine Einheiten zerlegt, sogenannte Tokens. Zu einem Token fasst man jene Buchstabenfolgen zusammen, die besonders häufig im

gesamten Trainingscorpus vorkommen und gibt ihnen eine eigene Zahl, mit der der Computer diesen Token repräsentiert. Das Wort "Strawberry" ist für das LLM *gpt-4o* also nicht "19-20-18-1-23-2-5-18-18-25" (S-T-R-A-W-B-E-R-R-Y), sondern "3504-1134-19772" (S-T-R-A-W-B-E-R-R-Y), weswegen es nur aus 3 Zahlen besteht. Dies ermöglicht es, mehr Kontext für die Voraussage des nächsten Tokens zu berücksichtigen, führt aber auch zu unerwünschten Nebenwirkungen. Fragt man nun nämlich das LLM "How many 'R's are there in 'Strawberry'?" (in Tokens: "5299-1991-461-49-885-553-1354-306-461-3504-1134-19772-127222"), ist "three" (Token: "47660") nur zufällig die richtige Antwort (wenn überhaupt). Obwohl Sprachmodelle heutzutage in der Regel sogenannte *transformer* sind, deren Architektur dem neuronalen Netz ermöglicht zu lernen, welche Tokens des Kontexts für den nächsten relevant sind, führt dies lediglich zu Ergebnissen, die zwar im besten Fall von menschlicher Sprache ununterscheidbar sind – nicht aber zu tatsächlichem Verständnis (Bender et al. 2021).

Hier liegt eine der Grenzen des maschinellen Lernens im Sprachkontext. LLMs sind hochkomplexe statistische Modelle, aber sie besitzen kein Verständnis von Semantik oder Logik. Sie wissen nicht, was eine "Strawberry" ist, sie kennen nur die statistische Wahrscheinlichkeit, welche Tokens in welcher Reihenfolge aufeinander folgen. Auf Basis von Milliarden von Texten ist es wahrscheinlich (oder auch nicht), dass es zu einer richtigen Antwort kommt. Kein deterministischer, sondern ein stochastischer Algorithmus führt dabei zum Ergebnis.

Daraus folgt eine fatale Konsequenz für ihren Einsatz in der wissenschaftlichen Arbeit: Man kann ein LLM nicht einfach umprogrammieren. Man kann die zugrunde liegende Wahrscheinlichkeitsverteilung nicht direkt beeinflussen, ohne das gesamte Modell neu zu trainieren. 100%-ige Korrektheit ist daher nie garantierbar. LLMs werden immer halluzinieren – also Dinge behaupten, die statistisch plausibel klingen, aber faktisch falsch sind. Man könnte auch sagen, sie halluzinieren und haben lediglich meistens Glück, dass ihre Aneinanderreihungen von Tokens oft wahr sind.

Während LLMs mithin die Welt in allen Bereichen verändern und nur Menschen letztlich dafür die Verantwortung tragen können, ob dies eine Veränderung zum Guten sein wird, gibt es in vielen Disziplinen, so auch in

meiner, der Chemie, noch weit mehr Anwendungen maschinellen Lernens, die von Grund auf anders funktionieren.

Die Sprache der Natur

Menschliche Sprache ist allerdings – selbst im akademischen Kontext – oft uneindeutig oder ungenau und somit als Repräsentation der Realität für Vorhersagen in den Naturwissenschaften suboptimal. Ein und dasselbe Molekül kann Dutzende Namen haben. Aber wie bei der Tokenisierung des Wortes "Strawberry" sieht ein LLM "Eisessig", "Ethansäure" und "O=C(O)C" als völlig verschieden, wobei es sich aber jeweils nur um den Trivialnamen, den Systematischen Namen und den SMILES-String von Essigsäure handelt, deren Eigenschaften stets die gleichen bleiben. Umgekehrt können ähnliche Namen unterschiedliche Strukturen bezeichnen: Sulfat und Sulfit unterscheiden sich nur durch einen Buchstaben, beschreiben aber gänzlich verschiedene Verbindungen.

Diese Schwachstelle bei der Verwendung von LLMs in der Chemie zeigt sich noch prononcierter, wenn es um die exakte räumliche Anordnung von Atomen – die Stereochemie – geht, entscheidet sie doch oft über Wirkung oder Unwirksamkeit, über Heilung oder Toxizität, wie spätestens seit der Contergan-Katastrophe bekannt sein dürfte. Ein Sprachmodell, das nur Text verarbeitet, kann diese Information nicht erfassen, es sei denn, sie wird explizit beschrieben. Doch selbst dann bleibt fraglich, ob die Beschreibung dem Problem gerecht wird. Gewiss verändern auch in der Chemie LLMs die Art und Weise, wie geforscht wird. Aber die eigentliche Revolution liegt nicht in jenen Modellen, die Sprache generieren, die Moleküle beschreiben, sondern in solchen, die direkt lernen, wie Moleküle agieren und reagieren. Im Folgenden geht es daher nicht um LLMs, sondern um eine andere Form von maschinellen Lernen: Werkzeuge zur Vorhersage chemischer Eigenschaften und chemischer Reaktivität.

Dass die in diesem Feld bereits eine Transformation begonnen hat, zeigt die Vergabe einer Hälfte des Nobelpreises 2024 an Demis Hassabis und John M. Jumper "für die Vorhersage von Proteinstrukturen". Dieser Würdigung liegt das Programm "AlphaFold" (Jumper et al. 2021) zugrunde, das 2018 und 2020 veröffentlicht wur-

de – also nur sechs beziehungsweise vier Jahre vor der Preisvergabe. In der Welt der Nobelpreise, in der Auszeichnungen oft Jahrzehnte nach den zugrunde liegenden Arbeiten verliehen werden, ist das außergewöhnlich.

Was AlphaFold leistet, lässt sich so erklären: Aus der linearen Abfolge der Aminosäuren eines Proteins sagt das Modell mit hoher Genauigkeit dessen drei-dimensionale Struktur voraus – also jene Form, in der das Protein tatsächlich im Körper wirkt. Damit wurde eine Aufgabe, die zuvor Jahre an Experimenten erfordern konnte, zu einem Rechenproblem, das sich mit Supercomputern in Stunden lösen lässt. AlphaFold steht prototypisch für das, was maschinelles Lernen in der Chemie leisten kann: Sie ersetzt keine Theorie und kein Experiment, eröffnet aber Wege, die zuvor praktisch unzugänglich waren.

AlphaFold ist kein Einzelfall: Löslichkeiten, Toxizitäten, Bindungsaffinitäten und viele andere Moleküleigenschaften werden bereits heute routinemäßig mit maschinell gelernten Modellen abgeschätzt, um zum Beispiel in der Pharmabranche aus Millionen denkbarer Strukturen einige wenige vielversprechende Kandidaten zu wählen, die dann tatsächlich synthetisiert und experimentell geprüft werden. So kommt man schneller und kostengünstiger als noch vor ein paar Jahren zu neuen Arzneimitteln.

Doch Proteinstrukturen sind nur der Anfang. Die eigentliche Herausforderung der Chemie liegt in der Vorhersage chemischer Reaktionen (Meuwly 2021). Jeder elementare Reaktionsschritt wird im Wesentlichen durch zwei Kenngrößen bestimmt: die Reaktionsenergie (ΔG_r) und die Aktivierungsenergie ($\Delta G^\ddagger$). Die Reaktionsenergie sagt aus, ob eine Reaktion thermodynamisch überhaupt möglich ist – also ob die Produkte stabiler sind als die Edukte, aus denen erstere hervorgegangen sind. Die Aktivierungsenergie bestimmt, vereinfacht gesagt, wie schnell die Reaktion abläuft – also ob sie in praktikabler Zeit stattfindet oder Jahrmillionen braucht.

Kennt man diese beiden Größen, kann man vorhersagen, ob eine Syntheseroute überhaupt funktionieren kann, bevor auch nur ein Reagenzglas gefüllt wird. Genau hier liegt das Potenzial maschinellen Lernens: Würde ein Modell diese Kenngrößen in Sekundenbruchteilen mit hinreichender Genauigkeit vorhersagen – ähnlich wie ein LLM den nächsten Token – könnten meine

Kolleg:innen im Labor unmögliche Routen sofort ausschließen. Statt monatelang Sackgassen zu verfolgen, wüssten sie vorab, welche Wege vielversprechend sind. Das Ziel ist nicht, Experimentator:innen zu ersetzen, sondern ihnen eine:n Assistent:in an die Seite zu stellen (Szymkuć et al. 2016; Back et al. 2024), so wie ihnen LLMs beim Verfassen von Texten helfen können – nur mit dem entscheidenden Unterschied, dass hier physikalisch fundierte Größen vorhergesagt werden, nicht statistisch plausible Wortfolgen.

Dass Sprache weit entfernt von einer idealen Repräsentation der (chemischen) Wirklichkeit ist, wurde bereits erläutert. Doch was wäre die ideale Repräsentation? Kurz gesagt: Es gibt sie nicht. In den Wissenschaften gilt seit jeher: Man verwende das einfachste Modell, das die Forschungsfrage hinreichend beantwortet, nicht das fundamentalste. Jede chemische Reaktion lässt sich – genauso wie die Funktion einer Zelle oder das morgige Wetter – in der Theorie auf wenige physikalische Prinzipien zurückführen: die Quantenmechanik. Warum also nicht alle Naturwissenschaft (und in weiterer Folge vielleicht auch Sozial- und Wirtschaftswissenschaft) den Quantenphysiker:innen überlassen? Praktisch braucht es dennoch Chemiker:innen, Biolog:innen und Meteorolog:innen (und auch noch einige Wissenschaften mehr). Nicht, weil die Prinzipien der Physik falsch wären, sondern weil die direkte Berechnung aus ersten Prinzipien für komplexe Systeme oft unpraktikabel, aber öfter noch gar nicht nötig ist. Die Wellenfunktion eines Proteins exakt zu berechnen, übersteigt selbst die Kapazitäten modernster Supercomputer. Doch wie AlphaFold zeigt, muss man die Wellenfunktion nicht kennen, um die Struktur vorherzusagen. Ein Modell muss hinreichend gut sein, nicht vollumfänglich.

Bereits vor AlphaFold erlaubte es Molekulardynamik – ein Teilbereich der Chemie, der mit klassischen (also nicht quantenmechanischen) Näherungen arbeitet – Struktur und Funktion von Proteinen vorherzusagen, ohne dass ihre Wellenfunktion berücksichtigt wurde. Auch chemische Reaktionen können oft ohne jegliche Kenntnis einer errechneten Wellenfunktion vorhergesagt werden. Genau hier kommt die sogenannte ‚chemische Intuition‘ ins Spiel, deren Ausbildung bis heute ein zentraler Bestandteil aller Curricula ist. Doch was verbirgt sich eigentlich hinter diesem esoterisch klingenden Begriff?

Künstliche Intuition

Chemische Intuition ist kein Bauchgefühl, sondern eine wissenschaftlich valide Form des Mustererkennens. Sie wird über Jahre des Studiums und der Forschungspraxis antrainiert – durch das Lösen tausender Synthesaufgaben, das Lesen hunderter Publikationen und das eigene Experimentieren im Labor. Eine erfahrene Chemikerin kann abschätzen, ob eine Reaktion funktionieren wird, welche Nebenprodukte entstehen könnten und welches Lösungsmittel geeignet ist. Sie tut dies, ohne jede Möglichkeit einzeln exakt zu berechnen.

Was geschieht kognitiv, wenn eine Chemikerin eine solche Einschätzung trifft? Sie betrachtet die Molekülstrukturen von Reaktanten und Produkten, erkennt funktionelle Gruppen, bewertet elektronische Effekte, berücksichtigt sterische Hinderung, denkt an ähnliche Reaktionen aus der Literatur und gewichtet all diese Faktoren gegeneinander. Sie denkt dabei in Kategorien wie 'sauer' und 'basisch', 'nukleo-' und 'elektrophil', sterisch 'zugänglich' und 'gehindert', chemisch 'hart' und 'weich', 'elektronenarm' und '-reich'. Mathematisch gesprochen verarbeitet sie eine hochdimensionale Eingabe (die Strukturmerkmale der Edukte und möglicher Produkte) durch eine komplexe, nichtlineare Funktion und erhält eine Ausgabe (die Einschätzung der Reaktionswahrscheinlichkeit).

$f: (\text{Basizität, Nukleophilie, Sterik, ...}) \mapsto \text{Reaktionseigenschaft}$

Die einzelnen Variablen – Elektronegativität, Sterik, Basizität, Nukleophilie, chemische Härte – sind dabei zahlreich und untereinander keineswegs unabhängig. Eine erhöhte Elektronendichte an einem Stickstoffatom macht dieses nicht nur nukleophiler, sondern auch basischer. Diese Korrelationen sind nicht linear und oft kontextabhängig. Genau diese Art von Problem – viele nicht-orthogonale Parameter, zu komplex für eine geschlossene Gleichung, aber mit systematischen Trends – ist die Domäne maschineller Lernverfahren.

Chemische Intuition wirkt also bei genauerer Betrachtung wie ein hervorragendes maschinelles Lernproblem, das lediglich mangels technischer Rahmenbedingungen bisher in menschlichen Gehirnen gelöst wurde. Die Frage ist nicht, ob Maschinen das lernen können, sondern wie wir sie trainieren müssen, um es ebenso gut oder besser (zum Beispiel durch das Beziffern der Energieunterschiede) zu tun.

Hier liegt jedoch das eigentliche Dilemma. Ein mensch-

liches Gehirn lernt chemische Intuition durch sorgfältig kuratierte Erfahrungen: Lehrbuchbeispiele, Laborpraktika, betreute Forschung. Die Daten sind qualitativ hochwertig, mechanistisch erklärt und didaktisch aufbereitet. Maschinelle Modelle hingegen werden aktuell oft mit großen, unüberprüften Datensätzen trainiert. Diese basieren meist auf häufig in der Literatur oder in Datenbanken vorkommenden Reaktionen oder werden aus Molekülen, deren Bindungen dann systematisch abgeändert werden, generiert (De Landsheere et al. 2026). Dadurch sind bereits bekannte, erfolgreiche Reaktionen überrepräsentiert, Fehlschläge fehlen aber gänzlich; komplexere Überlagerungen von Mustern sind enthalten, einzelne Lehrbuchbeispiele aber nicht.

Meine eigene Forschung setzt genau an diesem Punkt an. Denn anders als bei Sprache bewegen wir uns in der Chemie in einem sogenannten *low-data regime*, haben also nur einen winzigen Teil aller möglichen Datenpunkte zur Verfügung. Quantenmechanische Berechnungen sind rechenintensiv (ganze Tage pro Reaktion auf Supercomputern), Experimente im Labor meist noch ressourcenaufwändiger. Die Auswahl der Daten und die Reihenfolge, in der sie zum Training herangezogen werden, haben daher höchstwahrscheinlich einen großen Einfluss auf die Vorhersageleistung. Wenn chemische Reaktionen systematischen Trends folgen, sollte ein Modell diese effizient lernen können, sofern die Trainingsdaten sorgfältig gestaltet sind (Strieth-Kalthoff et al. 2024).

Das führt zu mehreren konkreten Forschungsfragen: Kann ein Modell, das mit chemisch kuratierten, mechanistisch validen Daten trainiert wurde, größere, aber weniger aussagekräftige Datensätze übertreffen? Lässt sich durch *curriculum learning* (Bengio et al. 2009) – eine didaktisch sinnvolle Reihenfolge der Trainingsbeispiele – die Anzahl der benötigten Beispiele reduzieren? Und kann *active learning* identifizieren, welche Reaktionen als nächstes berechnet oder experimentiert werden sollen? Dabei wird die Nützlichkeit jedes Datenpunktes anhand der bereits bekannten und der Vorhersageunsicherheit verschieden trainierter Modelle abgeschätzt (Smith et al. 2018; Heid et al. 2023). So lassen sich die teuersten Berechnungen und Experimente auf das unvermeidbare Minimum reduzieren. Allerdings müssen wir Forschenden dabei sicherstellen, dass diese Werkzeuge mit chemischem Verständnis entwickelt werden, nicht trotz ihm.

Was sich ändern wird

Die eigentliche Revolution des maschinellen Lernens in der Chemie liegt also nicht darin, menschliche Intuition zu ersetzen, sondern sie zu systematisieren und zu skalieren. Ein gelerntes Modell in unserem Feld ist keine Black Box, der wir blind vertrauen müssen. Es ist ein Werkzeug, dessen Training wir mit chemischem Verständnis gestalten können und sollten.

Ein solches Modell, das Reaktions- und Aktivierungsenergien in Sekunden vorhersagt, ist das Werkzeug, das es Experimentator:innen erlaubt, Syntheserouten am Computer zu screenen, bevor Ressourcen in Laborversuche fließen. Das spart nicht nur Zeit und Geld – es ermöglicht Forschenden, ihre Intuition für die wirklich interessanten Fragen zu nutzen, statt sie in *trial-and-error* zu verschwenden. Es ist kein Ersatz für menschliche Expertise, sondern hilft lediglich Sackgassen als solche zu erkennen, noch bevor sie beschriftet werden.

Doch maschinelles Lernen verändert nicht nur, wie wir forschen. Es verändert auch, was wir als gute Erklärung akzeptieren. Ein Modell, das korrekte Vorhersagen trifft, ohne dass wir jeden Schritt nachvollziehen können, fordert unser Verständnis von wissenschaftlicher Erkenntnis heraus. Die künftige Chemie wird nicht weniger experimentell sein. Aber sie wird experimenteller über sich selbst nachdenken müssen: Darüber, welche Daten wir sammeln, wie wir sie kuratieren und wie wir sie mit theoretischem Wissen verbinden.

Darüber hinaus haben LLMs gezeigt, dass Sprache automatisiert werden kann. Auch das beeinflusst die Wissenschaft. Sie eröffnen die Chance, sich besser auf das Wesentliche zu konzentrieren. Allerdings bringen sie die Verantwortung mit sich, das Wesentliche auch als solches zu erkennen und das Modell als das zu begreifen, was es ist: eine statistische Vorhersage erwartbarer Sprache.

Am Ende wird die KI weder das Periodensystem noch das Reagenzglas ersetzen. Aber sie wird verändern, wie wir beides verwenden. Und vielleicht – so meine Hoffnung – werden meine Kolleg:innen dank maschineller Lernverfahren seltener frustrierende Sackgassen beschreiten müssen, um sie als solche zu erkennen. Stattdessen können wir bewusst riskantere Experimente wählen, weil wir die aussichtslosen Wege bereits am Computer ausgeschlossen haben.

Die chemische Forschung wird also nicht leichter werden, nur spannender ...

Maximilian P.-P. Kovar forscht an der Schnittstelle von theoretischer und physikalischer Chemie sowie chemischer künstlicher Intelligenz. Im Rahmen seines DOC-Fellowships der ÖAW untersucht er als Doktorand an der TU Wien die Vorhersagbarkeit chemischer Reaktionen anhand möglichst weniger Stellvertreterreaktionen, die er mittels quantenchemischer Workflows errechnet, um bessere Machine-Learning-Modelle zur Vorhersage chemischer Reaktionen entwickeln zu können. Er studierte Chemie an der Universität Wien sowie Chemie und Technologie der Materialien an der TU Wien und absolvierte einen Forschungsaufenthalt an der Universidade de Santiago de Compostela. In seinen Abschlussarbeiten befasste er sich mit reaktionsbedingtem Ladungstransport, Reaktionsdatensätzen und Protonierungsprozessen sowie in porösen Materialien eingeschlossenen Flüssigkeiten. All diese Themen verbindet der Blick auf chemische Transformationen in Bereichen, die meist statische Molekül- und Materialeigenschaften betrachten. Darüber hinaus engagiert er sich in der Lehre, in universitären Gremien und besonders für den interdisziplinären Austausch zwischen Chemie, Physik, Informatik, Data Science und Mathematik. Maximilian ist seit 2025 PRO SCIENTIA Stipendiat.

Literatur

- Back, Seoin, Alán Aspuru-Guzik, Michele Ceriotti, et al. 2024. "Accelerated Chemical Science with AI." *Digital Discovery* 3 (1): 23–33. <https://doi.org/10.1039/D3DD00213F>.
- Bender, Emily M., Timnit Gebru, Angelina McMillan-Major, and Shmargaret Shmitchell. 2021. "On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? 🦜." *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, March 3, 610–23. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>.
- Bengio, Yoshua, Jérôme Louradour, Ronan Collobert, and Jason Weston. 2009. "Curriculum Learning." *Proceedings of the 26th Annual International Conference on Machine Learning*, June 14, 41–48. <https://doi.org/10.1145/1553374.1553380>.
- De Landsheere, Jasper, Maximilian P. P. Kovar, Konstantin Mark, et al. 2026. "Toward On-the-Fly Prediction of Reaction Energetics for High-Throughput Screening." Preprint, January 9. <https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2026-np10c>.
- Heid, Esther, Charles J. McGill, Florence H. Vermeire, and William H. Green. 2023. "Characterizing Uncertainty in Machine Learning for Chemistry." *Journal of Chemical Information and Modeling* 63 (13): 4012–29. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.3c00373>.
- Jumper, John, Richard Evans, Alexander Pritzel, et al. 2021. "Highly Accurate Protein Structure Prediction with AlphaFold." *Nature* 596 (7873): 583–89. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03819-2>.
- Meuwly, Markus. 2021. "Machine Learning for Chemical Reactions." *Chemical Reviews* 121 (16): 10218–39. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00033>.
- Smith, Justin S., Ben Nebgen, Nicholas Lubbers, Olexandr Isayev, and Adrian E. Roitberg. 2018. "Less Is More: Sampling Chemical Space with Active Learning." *The Journal of Chemical Physics* 148 (24): 241733. <https://doi.org/10.1063/1.5023802>.
- Strieth-Kalthoff, Felix, Sara Szymkuć, Karol Molga, Alán Aspuru-Guzik, Frank Glorius, and Bartosz A. Grzybowski. 2024. "Artificial Intelligence for Retrosynthetic Planning Needs Both Data and Expert Knowledge." *Journal of the American Chemical Society*, ahead of print, April 10. <https://doi.org/10.1021/jacs.4c00338>.
- Szymkuć, Sara, Ewa P. Gajewska, Tomasz Klucznik, et al. 2016. "Computer-Assisted Synthetic Planning: The End of the Beginning." *Angewandte Chemie International Edition* 55 (20): 5904–37. <https://doi.org/10.1002/anie.201506101>.

"Zeigt, daß in euch der Teufel sey"

Zur Umdeutung von Teufelspakt und Höllenfahrt im aufklärerisch-parodistischen Singspiel *Faust im 18. Jahrhundert*

SOPHIE HOLLWÖGER

Graz

Aus einer Vielzahl von Faust-Stücken auf den Wiener Bühnen in prä-Goethe'scher Zeit sticht das programmatisch betitelte Singspiel *Faust im 18. Jahrhundert* hervor: im Zentrum kein suchender und irrender Gelehrter, sondern ein Bonvivant, der seine Geldprobleme mit Teufels Hilfe lösen will, aber durch eine Intrige zur Vernunft gebracht wird. Mit dieser satirisch-rationalisierenden Transformation kann das Libretto der altbekannten Faust-Handlung eine neue, dem Zeitalter der Aufklärung gemäße Seite abgewinnen.

Schon lange bevor sie durch Goethes berühmteste Tragödie unsterblich wurde, hatte die Legende rund um Doktor Faust und seinen Pakt mit dem Teufel im deutschsprachigen Theater Hochkonjunktur. Gerade auf den überaus produktiven Wiener Bühnen des späten 18. und frühen 19. Jahrhunderts erfreuten sich theatrale Bearbeitungen der Faust-Handlung, die direkt oder indirekt auf Christopher Marlowes *The Tragical History of Doctor Faustus* (um 1594) zurückgehen, großer Beliebtheit. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts hatte der Faust-Stoff auch im Musiktheater Fuß gefasst (vgl. Immer 2018, S. 156), und vor allem nach 1775 verzeichnet die Anzahl der Faust-Dramatisierungen im deutschen Sprachraum generell einen starken Anstieg (vgl. *ibid.*, S. 158). Aus der Vielzahl von Um- und Fortschreibungen des Stoffes sticht ein anonym überliefertes Singspiel in drei Akten mit dem schlichten, aber programmatischen Titel *Faust im 18. Jahrhundert* hervor. Diese satirische Neuerzählung fügt sich ein in eine noch länger erfolgreiche Tradition von Faust-Possen am Wiener Theater (für eine Übersicht s. Meier 1990, S. 66–88), die das komische Potential des eigentlich tragischen Teufelspakt- und Höllenfahrtmotivs ausloten. Zwei populäre Genres der Zeit, Posse und Singspiel, finden sich also in diesem Stück vereint.

Im Folgenden soll nach einer Vorstellung und Kontextualisierung des Stückes der Frage nachgegangen werden, wie, zu welchem Zweck und mit welchem Effekt *Faust im 18. Jahrhundert* den altbekannten Faust-Stoff satirisch transformiert. Im Zusammenspiel mit und vor dem

Hintergrund von typischen Elementen des österreichischen Volksstücks zeigt sich deutlich der Anspruch an das Theater der Aufklärungszeit, das Publikum durch das auf der Bühne Gezeigte moralisch zu erziehen, indem menschliche Schwächen bloßgestellt, tugendhafte Verhaltensweisen belohnt und Werte oder deren Gegenteil illustriert, personifiziert und überzeichnet werden. So kann die parodistisch-didaktische Funktionalisierung des Faust-Stoffes im vorliegenden Stück der vielseitigen literarischen Rezeption von Teufelspakt und Höllenfahrt neue Facetten hinzufügen.

Das Stück

Das Singspiel, dessen Text – eine Kombination aus gesprochenen und (solistisch oder chorisches) gesungenen Passagen – in der Handschrift Cod. 13094 der Österreichischen Nationalbibliothek vorliegt, wirft zahlreiche Fragen auf. Über den Verfasser bzw. die Verfasserin (?) ist nichts bekannt, auch fehlt bislang von der Musik jede Spur; offenbar blieb das Stück unaufgeführt. Eine mit dem Libretto erhaltene, aber durchgestrichene Besetzungsliste lässt immerhin darauf schließen, dass es für die Theatersaison 1786/87 am Wiener Theater am Kärntnertor vorgesehen gewesen sein muss (vgl. Brukner/Hadamowsky 1932, S. 33 f.). Möglicherweise fiel die geplante Aufführung den finanziellen Schwierigkeiten des Kärntnertortheaters in der zweiten Hälfte der 1780er Jahre zum Opfer: Nachdem das Haus 1785 im Auftrag Kaiser Josephs II. renoviert und als Hoftheater wiedereröffnet worden war (vgl. Hadamowsky 1988, S. 275), unternahm man den Versuch, "dem deutschen Singspiel in Wien Heimatrecht zu verschaffen und der herrschenden italienischen Oper wenigstens ein Gegengewicht zu bieten" (*ibid.*, S. 276). Dieser Vorsatz, auf einer der wichtigsten Wiener Bühnen eine neue "Periode des deutschen Singspiels" (*ibid.*, S. 299) einzuläuten und einen entsprechenden Spielplan aufzubauen

en, ließ sich jedoch nicht umsetzen – schon im Februar 1787 gab man wieder Sprechtheater sowie italienische Opern, und ein Jahr später, nach nur zweieinhalb Spielzeiten, wurde das Kärntnertortheater abermals für mehrere Jahre geschlossen und erst unter Leopold II. wiedereröffnet (vgl. *ibid.*, S. 276; 299).

Ob einer der produktivsten Komponisten für deutsche Singspiele dieser Phase 1785–1788 – Ignaz Umlauf, Carl Ditters von Dittersdorf, Martin Ruprecht oder Paul Ignaz Würtzinger (vgl. *ibid.*, S. 299) – für die Musik zu *Faust im 18. Jahrhundert* verantwortlich war, wird sich vielleicht noch eruieren lassen. Auch die Frage, ob die Aufführung aus rein wirtschaftlichen Gründen anderen, zugkräftigeren Genres weichen musste oder ob sie womöglich wegen verschärfter Zensurbestimmungen, in denen sich bereits das Ende des josephinischen Tauwetters ankündigte, nicht zustande kam, ist bislang nicht beantwortet. Jedenfalls handelt es sich um die erste in einer Reihe von Faust-Parodien am Kärntnertortheater, die sich – dann erfolgreicher – bis weit ins 19. Jahrhundert fortsetzen sollte (vgl. Brukner/Hadamowsky 1932, S. 32).

Inhalt

Die Exposition stellt Faust – in dieser Version ein Baron – als leichtsinnigen Verschwender und Frauenhelden vor. Er ist mit Sidonia verlobt, deren Vermögen, so hofft er, in Zukunft seinen ausschweifenden Lebensstil finanzieren soll und die ihm bereits mehrfach aus Geldnöten geholfen hat. Vor der Hochzeit aber will er sich ein letztes Mal ausleben und sich mit der Schauspielerin Lydia vergnügen, einer stadtbekannten Kokotte, um deren Gunst Faust sich eher aus Ehrgeiz denn aus Zuneigung bemüht. Deren Gatte Poltermann stellt Faust wutentbrannt zur Rede, lässt sich aber, von dessen pragmatischer Herangehensweise beeindruckt, rasch auf ein geschäftliches Arrangement ein. Da Faust aus diesem und anderen Gründen in akuten finanziellen Schwierigkeiten steckt, die er vor seiner Braut nicht offenlegen kann, sucht er beim jüdischen Geldverleiher Nathan um einen Kredit an. Dieser bietet ihm stattdessen ein angebliches Zauberbuch zum Kauf an, mit dessen Hilfe man mit der Geisterwelt in Kontakt treten könne. Trotz der Warnungen seines Dieners Franz will Faust diese Chance nicht ungenutzt lassen, sich seinen persönlichen übernatürlichen Helfer heraufzubeschwören, der ihm

wieder zu Geld verhelfen soll. Dass die Gegenleistung dafür seine unsterbliche Seele ist, bereitet ihm keine Sorgen: Ein renommierter Exorzist soll den Teufel oder bösen Geist nach getaner Arbeit bannen und so den geschlossenen Pakt null und nichtig machen.

Unterdessen erfährt Sidonias Kammerzofe Pulcheria, die ihrerseits mit Franz verlobt ist, durch Nathan von Fausts Plänen und trägt diese ihrer Herrin zu. Anders als die Männer glauben die beiden Frauen nicht an Teufelspakte und beschließen, den von seinem eigenen Opportunismus geblendeten Faust zu überlisten: Als dieser die Anweisungen aus Nathans Manuskript befolgt, um einen Geist zu beschwören, erscheint Sidonia "in einer Teufels Maske" (II/2) als Geist Allegro, erläutert Faust ihre Zauberkünste und legt ihm einen Vertrag vor, mit dem er ihr seine Seele überschreiben soll. Bevor aber der Handel perfekt ist, steigt Pulcheria in der Rolle des guten Geistes Piano "aus den Wolken" (II/3) herab, der Faust vor den Versuchungen der Hölle warnt. Es folgt ein langes Streitgespräch zwischen den beiden Frauen, die dank Schleier und Verkleidung von Faust nicht erkannt werden; doch als Franz mit einer dringenden Mahnung von Fausts Gläubigern die teuflischen Verhandlungen unterbricht, gerät Faust in Panik und unterzeichnet Sidonias "Verschreibung" (II/4). Er erhält daraufhin prompt einen Beutel Geld und beschließt zufrieden, den vermeintlichen Teufel als "Wirthschafterinn" (II/4) im Hause zu behalten.

Während Franz nach dem Eremiten und Exorzisten Frater Jodokus Kauz geschickt wird, trifft ein Brief ein, in dem Sidonia vorgibt, aus Kummer über Fausts Untreue und Teufelsbündelerei ins Kloster gegangen zu sein. Wie erhofft sieht Faust nun seinen Verlust ein und fleht Allegro an, ihm seine Verlobte wiederzubeschaffen – Allegro verlangt für diesen Dienst eine weitere Seele, die der treue Franz seinem Herrn zuliebe zu überschreiben bereit ist. Der wenig später eintreffende Jodokus Kauz versucht vergeblich, Sidonia-Allegro mit allerlei verballhornten Zaubersprüchen ("hoccus poccus kikerifix fermati male spiritus!", III/2) unschädlich zu machen; der Teufel aber gibt sich als attraktive junge Frau zu erkennen, die den Frater ohne Mühe verführt und ebenfalls ein Formular unterschreiben lässt. Noch in Verzückung über diesen Pakt, lässt sich Jodokus von Sidonia überumpeln und wird gemeinsam mit Faust und Franz von als Teufel verkleideten Dienern abgeführt. Ihre Höllenfahrt wird für Mitternacht angekündigt.

Die letzte Szene zeigt einen Höllenschlund mit Flammen, Donnergrollen und einem Chor der ‚Teufel‘. Während die drei Männer ängstlich ihres Endes harren, erscheint Pulcheria erneut als guter Geist und ‚rettet‘ zunächst Franz, der seine Seele aus uneigennütigen Motiven überschrieben habe und daher nicht der Macht des Teufels anheimgefallen sei. Erst dann entpuppt sich die Hölle als geschmückter Festsaal mit Hochzeitsgesellschaft, Sidonia und Pulcheria geben sich zu erkennen und klären den Schwindel auf. Der abtrünnige Mönch wird bloßgestellt und zurechtgewiesen, beide Paare können heiraten und versprechen einander die Freundschaft, und das Stück schließt mit einem Dankeschor aller Beteiligten, die die Macht der Liebe preisen.

Eine alte Geschichte – neu interpretiert

Wie schon der Titel *Faust im 18. Jahrhundert* andeutet, verpasst der unbekannte Librettist der Figur des Faust einen seiner Zeit gemäßen Anstrich (vgl. Brukner/Hadamowsky 1932, S. 32): Aus dem suchenden und irrenden Gelehrten wird ein überzeichnetes Produkt der Aufklärung, ein zügelloser Lebemann, der sich von einem missverstandenen modernen Individualismus dazu verleiten lässt, blind zu glauben, was auch immer ihm zum Vorteil gereicht, und der erst durch eine aufwendige List zur Einsicht geführt wird. Der Teufelspakt wird zur Komödienintrige, an deren Ende statt der Höllenfahrt Fausts Läuterung und Hochzeit stehen.

Diese Grundidee ist offenbar inspiriert durch Johann Friedrich Schinks "komisches Duodrama" *Doktor Faust*, das in der Geschichte der deutschsprachigen Faust-Bearbeitungen "den Übergang vom Kunstdrama zur Parodie" (Brukner/Hadamowsky 1932, S. 31) darstellt: Der deutsche Theaterdichter und -kritiker Schink schickte seinen ersten Versuch, den Faust-Stoff in eine Komödie zu übersetzen, an Heinrich August Ottokar Reichard in Gotha, der 1778 Auszüge aus dem Stück sowie das Begleitschreiben in seinem *Theater-Journal für Deutschland* publizierte (vgl. *ibid.*). Darin präsentiert sich Faust als "metaphysischer Grübler" (Schink 1778), der sich "so tief in die schwarze Kunst hineinstudirt [hat], daß Donkischott nicht mehr für sein Ritterlichen Abendtheuer gestritten haben kann, als Faust sich seiner Geister [...] annimmt" (*ibid.*). Trotz dieser Schwäche hat eine junge Frau sich in ihn verliebt und es sich in den Kopf gesetzt, ihn von seiner Besessenheit zu heilen und stattdessen

für sich zu gewinnen. So verkleidet sie sich als Teufel, lässt sich von Faust ‚beschwören‘ und sich seine Seele überschreiben und zwingt ihn dadurch gleichsam, sie zu heiraten. Unter dem Titel *Der neue Doktor Faust. Eine Plaisanterie mit Gesang, in zwei Aufzügen* erschien das vollständige, überarbeitete Stück wenige Jahre später in Graz (Schink 1782), wo Schink ab Frühling 1783 als Dramaturg tätig war (vgl. Fleischmann 1974, S. 111). Über das genaue Verhältnis des Verfassers des Singspiels zur Schink'schen Vorlage lässt sich nur spekulieren – für Letztere sind ebenfalls keine Aufführungen belegt (vgl. Immer 2018, S. 157) –, doch ist die Prämisse auffallend ähnlich, und Schink, der nach seinem Grazer Intermezzo bereits 1784 nach Wien zurückkehrte (vgl. Fleischmann 1974, S. 114), pflegte sicherlich auch dort Kontakte zur Theaterwelt. Sein *Faust* wurde in weiterer Folge "fruchtbares Vorbild für das beliebte Parodieverfahren in musiktheatralischer Form" (Meier 1990, S. 76), das die Entwicklung der Singspiel-Posse vorantrieb (vgl. Immer 2018, S. 157).

Mit dieser rationalisierenden Version der Teufelsbeschwörung gelingt Schink gewissermaßen die Überwindung des ‚Faust-Problems‘ – die zeitgemäße Umdeutung eines Motivs, das im ausgehenden 18. Jahrhundert, der Zeit des aufgeklärten Absolutismus in Österreich und Deutschland, schon sehr archaisch gewirkt haben muss. *Faust im 18. Jahrhundert* geht noch einen Schritt weiter, insofern als hier der irregeleitete Gelehrte bzw. ‚Don Quijote der Geisterwelt‘ mit dem leichtsinnigen, aber nicht böswilligen Bon vivant überschrieben wird, der den Teufelsbund als vermeintlichen Weg des geringsten Widerstandes wählt – ein schwacher, aber nicht unrettbarer Charakter, der mit ein wenig Hilfe zur Besserung bereit ist. Die wohlmeinende Intrige, die ihn wieder auf den rechten Weg führt und die mit reichlich Verkleidung, Verwirrung und Klamauk einhergeht, ist ein Grundmuster der Komödie und Impuls für die satirische Entfaltung der Handlung.

Faust als Posse

So zieht die hier vorliegende Bearbeitung des Faust-Stoffes alle Register der Singspiel-Komödie, die um 1800 beim Wiener Publikum Anklang fanden. Typische Elemente sind etwa die sprechenden Namen, die sich in *Faust im 18. Jahrhundert* in diversen Nebenrollen finden, etwa beim temperamentvollen Poltermann, aber

auch die schablonenhaften, kaum als individuelle Charaktere ausgestalteten Figuren: Insbesondere die antiklerikale Anlage des unfähigen und unkeuschen Exorzisten und die antisemitisch-stereotype Darstellung des jüdischen Geldverleihers, dessen Name wohl nicht zufällig an Lessings *Nathan* erinnert, sind hier zu nennen (vgl. Brukner/Hadamowsky 1932, S. 32 f.).

Zentrales Moment der Posse ist außerdem die Intrigen- und Verwechslungshandlung, die sich vor allem angesichts von Sidonias mehrschrittigen Verkleidungen und raschen Rollenwechseln durchaus komplex gestaltet, und schließlich die humorvolle Unterwanderung von Wertvorstellungen – etwa gleich zu Beginn in der skurrilen ‚Verhandlung‘ um die gemeinschaftliche ‚Nutzung‘ einer verheirateten Frau, die Faust mit deren Ehemann führt:

FAUST [*singt*]: Ein Weib ist eine Wunderspeise,
Die noch kein Fresser aufgezehrt;
Wann ungebettet ein Schmarozer
Zu Zeiten in die Schüssel fährt,
Und auch davon genießt:
Bleibt doch mehr übrig für den Mann,
Wenn er auch noch so hungrig ist,
Als er verzehren kann.

POLTERMANN: Und die Ehre?

FAUST: Das Wort lassen Sie ganz weg, zu unsrer Unterhandlung schikt sich's nicht. Wann Sie aber gar nicht davon abkommen können, so setze ich Ihnen dagegen tausend Gulden, die ich Ihrer Frau monatlich gebe und gleich ein ganzes Jahr voraus bezahle. (I/5)

Poltermann wird hier zur Parodie eines treusorgenden Ehemannes mit deutlich misogynen Untertönen, denen Lydias eigener Auftritt kurz vor Fausts angekündigter Höllenfahrt entgegensteht, wo sie sich als zielstrebige Frau präsentiert, die durchaus für sich selbst eintreten kann (III/7). Generell fällt die auf- und abgeklärte Haltung der weiblichen Figuren auf, die den selbstsüchtigen und gerade deshalb so leichtgläubigen Männern durchwegs intellektuell überlegen sind. So ist sich Sidonia von Anfang an über die Schwächen ihres Zukünftigen im Klaren und selbstbewusst entschlossen, ihn zu bessern. Von leeren Versprechungen und romantischen Klischees ist sie hingegen unbeeindruckt:

FAUST: Ja, unvergleichliches Mädchen, mein Leben wird zu kurz seyn diese himmlische Güte mit einer unverletzten Treue und ...

SIDONIA: Nur keine Gemeinsprüche. (I/10)

In Sidonias pragmatischer Kammerzofe Pulcheria, die die Dinge ebenso resolut beim Namen nennt, ist ihr eine kongeniale Helferin zur Seite gestellt. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass die Konstellation Pulcheria/Franz zwar, wie häufig zu beobachten, auf der Dienstbotenebene das Protagonisten-Paar spiegelt, das Stück aber ohne die sonst für das Wiener Volksstück typische komische Dienerfigur als ‚comic relief‘ auskommt. Vielmehr wird der Stoff auf der Ebene der Haupthandlung parodiert; die entscheidende Front verläuft zwischen den männlichen und den weiblichen Figuren, wobei die Frauen sowohl Moral als auch Vernunft klar auf ihrer Seite haben:

SIDONIA [*zu Pulcheria*]: Da sey du unbesorgt. Alles beschwören, Pakt machen, Teufel holen, ist elende Erfindung von Leuten, die sich in dummen Jahrhunderten, die Gewalt anmasten unsre Seelen zu verwalten. [...] Es wundert mich, daß der Baron noch so albernes Zeug glaubt, doch mir kommt seine Schwachheit jezt treflich zu statten. (I/9)

In ihrer Abwendung von übernatürlichen Mächten, die "sich [...] die Gewalt anmasten unsre Seelen zu verwalten", bringt Sidonia einen Grundgedanken der Aufklärung zum Ausdruck und wird damit mindestens ebenso sehr – wenn auch in anderem Sinne – zur Verkörperung des 18. Jahrhunderts wie der titelgebende Faust. Ihrem Vorsatz entsprechend wird im Folgenden der in Gier und Bequemlichkeit begründete Teufelsglaube aufs Korn genommen: Fausts Beschwörung beginnt mit den zu erwartenden okkulten Elementen wie einem auf den Boden gemalten Kreis "mit verschiedenen Charakteren" (II/1), Kräutern und Zaubersprüchen und steigert sich rasch zur Psychomachie, einem Kampf um die menschliche Seele zwischen dem guten und dem bösen Geist, die im dramatischen Wortgefecht ihre Überredungskünste zur Schau stellen. Dieser literarische Auftritt der miteinander ringenden Mächte von Gut und Böse ist zunächst sehr traditionell ausgestaltet (vgl. Brukner/Hadamowsky 1932, S. 33), wird aber rasch ironisch gebrochen. Anders als in der Schink'schen Vorlage ist der Faust des Singspiels nämlich gerade nicht an metaphysischen Fragen interessiert, sondern ausschließlich an seinen unmittelbaren irdischen Problemen, weshalb er den Wechselgesang der beiden vermeintlichen Geister brüsk unterbricht:

PULCHERIA [*als guter Geist*]: Nur ich kann deine Seele retten,
Zerbrich des schlaun Feindes Ketten,
Ich will dein Tröster seyn;
Ich rathe dir,
Ergib dich mir,
Ergib dich mir.
[...]
FAUST: Was soll der Lärm, das Schreyn!
"Ergib dich mir, ergib dich mir",
Mich laßt ihr hier
Wie einen Narren stehn,
Zu meiner Rettung ist noch nichts geschehn. (II/3)

Ebenso gnadenlos verfährt der Librettist im dritten Akt mit dem scheinheiligen Mönch und dessen faulem Zauber: In einer Aneinanderreihung von Stereotypen brüstet sich Jodokus Kauz mit seinen Fähigkeiten, erkundigt sich fachmännisch nach diversen Charakteristika des zu bannenden Teufels, bewirft diesen sodann mit beschriebenen Zetteln und beeindruckt Faust mit dem Kauderwelsch seiner Zaubersprüche, wofür er sich selbstredend bezahlen lässt. Auf die Spitze getrieben wird die Parodie in der anschließenden, eindeutig anzüglichen Szene, nachdem Faust den Frater mit Sidonia allein gelassen hat und diese ihm erfolgreich ein unmoralisches Angebot macht. Der Mönch entlarvt sich kurzerhand selbst als Hochstapler und Lüstling:

JODOKUS: Wann dich nun die Leute bey mir sehen? Bey
unser einem kommt alles auf den äußerlichen Schein an.
SIDONIA: Ich könnte ja des Tags als Katze und Nachts als –
(III/2)

Doch natürlich führen all diese Verfehlungen, dem Prinzip der Komödie gehorchend, im großen Finale nicht ins Verderben, sondern ins Happy End. Als alles lenkende Macht erweist sich weder Gott noch Teufel, sondern die Liebe, die einen unvollkommenen Charakter auf den rechten Weg zurückzuführen vermag:

GESANG. *Hinter der Scene*: Die Hölle weicht: kehr zu der Freude um.
Die Liebe ist dein Retter,
Sie macht aus Teufeln Liebes Götter
Und aus dem Abgrund ein Elysium. (III/10)

So sieht Faust schlussendlich ein, dass aller Umgang mit dem Übernatürlichen nur Gaukelspiel war – teils aus unlauteren Motiven, wie bei Nathan und Jodokus, teils altruistisch, weil Sidonia ihn mit ihrer "sanften Zauberey" von seiner Selbstsucht geheilt hat. Pulcherias Fazit, dass

die Frauen sich selbst als Teufel gerieren müssen, um ihr Glück zu machen, wirkt dabei unerwartet emanzipiert und erteilt zugleich dem Aberglauben eine letzte Absage:

FAUST: Ich dank es holde Liebe dir!
Das beste Mädchen gabst du mir:
Mit ihrer sanften Zauberey
Macht sie mich ewig treu.
[...]
PULCHERIA: Ihr Weiber lass't es mir gesteh'n,
Daß euch die Männer hintergeh'n,
Zeigt, daß in euch der Teufel sey
Sie werden fromm und treu.
[...]
[REFRAIN:] Es hat's ein weiser Mann gesagt,
Was man mit dir, o Liebe, wagt:
Wann Höll und Teufeln wiederstehn
Mus gut zu Ende geh'n. (III/10)

Parodistische Umdeutung und moraldidaktische Funktionalisierung

Durch diese Umdeutung des Teufelsbundes kann einerseits einem Natürlichkeitsanspruch Genüge getan werden, der im Zeitalter der Aufklärung unter anderem (besonders prominent) von Johann Christoph Gottsched in seinem *Versuch einer critischen Dichtkunst* (1730) vertreten wurde und der für die Darstellung übernatürlicher Phänomene in der Literatur keinen Platz sieht: Ausgehend vom aristotelischen Mimesis-Prinzip mit dem daran geknüpften Wahrscheinlichkeitsgebot, "daß man auch im Dichten eine Wahrscheinlichkeit beobachten muß, ohne welche eine Fabel, Beschreibung, oder was es sonst ist, nur ungereimt und lächerlich seyn würde" (Gottsched 1730, Kap. VI/§ 1), erklärt der Literaturtheoretiker "die Aehnlichkeit des Erdichteten, mit dem, was wirklich zu geschehen pflegt" (ibid.), zum Ideal in der Dichtung. Teufels- und Geisterglauben ebenso wie Exorzismen werden denn auch in dieser Version der Faust-Handlung als unvernünftig und wirkungslos dekurviert. Andererseits kann das Stück mit seinem Spott über jene, die an derart Über- und Widernatürliches glauben oder sich daran zu bereichern suchen, im selben Atemzug amüsieren und belehren; dank des aufwendigen Verwirrspiels Sidonias, die den drei Männern Teufelschor und Höllenfeuer vorgaukelt, wird nicht zuletzt auch die Schaulust des Publikums befriedigt. Geschickt werden also pädagogische Intention und die

dramatischsten und bühnenwirksamsten Elemente des Faust-Stoffes ineinander verwoben: Der Auftritt des guten und des bösen Geistes, die im Stile einer klassischen Psychomachie um die Seele des Sterblichen ringen, ist ein altbekanntes Element christlich-allegorischer Dichtung. Auch die Andeutung von Höllenschlund und Höllenfeuer in einem Bühnenbild, das sicherlich eindrucksvoll gestaltet worden wäre (so besagt die Regieanweisung für III/10: "Flammen und Donner; die Hölle öffnet sich: am Rand des Abgrunds sind einige drohende Teufeln, andre beschäftigen sich mit Unterhaltung des Feuers"), darf um der Spannung willen nicht fehlen, wenn auch das Publikum weiß, dass es sich nur um ein Spiel im Spiel handelt – ebenso wie die Rettung in letzter Sekunde.

Damit ist der Unterhaltungswert gesichert, der dem Publikum auch die zugrundeliegende Botschaft schmackhafter machen sollte. Die Hauptfigur mit ihren charakterlichen Fehlern wird lächerlich gemacht, ist dabei aber nicht gänzlich unsympathisch. Darin lässt sich eine Reaktion auf die Lessing'sche Damentheorie erkennen (vgl. Meier 1990, S. 76): Die Komödie soll den Sinn für Moral beim Publikum schulen, indem sie das Lächerliche an menschlichen Schwächen aufzeigt, den Menschen selbst aber nicht degradiert – sie "will durch Lachen bessern; aber nicht eben durch Verlachen; [...] Ihr wahrer allgemeiner Nutzen liegt in dem Lachen selbst; in der Übung unserer Fähigkeit, das Lächerliche zu bemerken" (Lessing 1767).

Der Kunstgriff von *Faust im 18. Jahrhundert* besteht nun darin, wie das nicht mehr zeitgemäße Motiv der Teufelsbeschwörung neu interpretiert wird, um einerseits nicht auf beliebte theatrale Effekte, Bühnenspektakel, Klamauk und Dramatik verzichten zu müssen, zugleich aber auch eine unmissverständlich aufklärerische Agenda zu verfolgen: Aberglaube wird als solcher bloßgestellt, bürgerliche Tugenden wie Treue, Ehrlichkeit und Selbstbestimmung führen zum Happy End. Mit einer solchen rationalisierenden Umdeutung und davon ausgehenden komischen Umgestaltung nimmt das Libretto eine satirische Transformation und eine didaktische Funktionalisierung der bekannten Faust-Handlung vor und kann ihr so eine neue Seite abgewinnen, die stellenweise – in der (Selbst-)Ermächtigung der Frauen und ihrer aktiven Rolle, die nicht als widernatürlich, sondern als tatsächliche Lösung des Problems dargestellt wird – sogar bemerkenswert modern erscheint.

Sophie Hollwöger studiert(e) Übersetzen (Englisch, Italienisch), Klassische Philologie (Schwerpunkt Griechisch) sowie Germanistik an der Karl-Franzens-Universität Graz. Nach Auslandsaufenthalten in Dublin und Bologna war sie an den Instituten für Germanistik, Antike und Alttestamentliche Bibelwissenschaften als studentische Mitarbeiterin tätig. Sie unterrichtet seit mehreren Jahren Altgriechischkurse an der Urania und lebt ihre Liebe zu Sprache und Text auch als Übersetzerin, Lektorin und Korrektorin aus. Ein Forschungsprojekt zu den Anfängen des deutschsprachigen Berufstheaters in Österreich ist derzeit in Planung. Sophie Hollwöger ist seit 2022 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

Edition

Fritz Brukner/Franz Hadamowsky (Hg.): Die Wiener Faust-Dichtungen von Stranitzky bis zu Goethes Tod. Zum hundertjährigen Todestag Goethes. Wien: Wiener Bibliophilengesellschaft 1932, S. 64–118.

Literatur

Brukner/Hadamowsky 1932 = Fritz Brukner/Franz Hadamowsky (Hg.): Die Wiener Faust-Dichtungen von Stranitzky bis zu Goethes Tod. Zum hundertjährigen Todestag Goethes. Wien: Wiener Bibliophilengesellschaft 1932.

Fleischmann 1974 = Krista Fleischmann: Das steirische Berufstheater im 18. Jahrhundert. Wien: Verlag der ÖAW 1974 (= Theatergeschichte Österreichs, Bd. V: Steiermark, H. 1).

Gottsched 1730 = Johann Christoph Gottsched: Versuch einer critischen Dichtkunst. <http://www.zeno.org/nid/20004874153> (Zugriff 5. 6. 2026). Ursprünglich erschienen: Leipzig: Breitkopf 1730.

Hadamowsky 1988 = Franz Hadamowsky: Wien. Theatergeschichte. Von den Anfängen bis zum Ende des Ersten Weltkriegs. Wien/München: J&V 1988 (= Geschichte der Stadt Wien, Bd. 3).

Immer 2018 = Nikolas Immer: Faust, das Genie – 1750 bis 1850. Gattungs- und Mediengeschichte. Theater. In: Faust-Handbuch. Konstellationen – Diskurse – Medien. Hg. v. Carsten Rohde, Thorsten Valk und Mathias Mayer. Stuttgart: Metzler 2018, S. 154–162.

Lessing 1767 = Gotthold Ephraim Lessing: Hamburgische Dramaturgie. Neunundzwanzigstes Stück. Den 7. August 1767. <https://projekt-gutenberg.org/authors/gotthold-ephrain-lessing/books/gotthold-ephrain-lessing-hamburgische-dramaturgie/chapter/31/> (Zugriff 5. 6. 2026). Ursprünglich erschienen: Stuttgart: Reclam 1995.

Meier 1990 = Andreas Meier: Faustlibretti. Geschichte des Fauststoffs auf der europäischen Musikkühne nebst einer lexikalischen Bibliographie der Faustvertonungen. Frankfurt a. M.: Lang 1990.

Schink 1778 = [Johann Friedrich] Schink: Doktor Faust. Ein komisches Duodrama. https://faustedition.net/testimony/tille_309 (Zugriff 5. 6. 2026). Ursprünglich erschienen in: Theater-Journal für Deutschland 6 (1778), S. 18–43.

Schink 1782 = Johann Friedrich Schink: Der neue Doktor Faust. Eine Plaisanterie mit Gesang, in zwei Aufzügen. <http://www.zeno.org/nid/2000561113X> (Zugriff 5. 6. 2026). Ursprünglich erschienen in: Zum Behuf des Teutschen Teaters 1 (1782), S. 303–337.

Samuel de Cassini

Ein streitbarer Theologe in Zeiten der Transformation

FABIAN ANDRE

Wien

Der Artikel stellt die Transformation von Mittelalter zur Neuzeit anhand der Schriften Samuel de Cassinis (und seiner Kontrahenten) dar. Es wird aufgezeigt, dass die Renaissance nicht allein durch ein neues Menschenbild und die Wiederentdeckung der Antike zu charakterisieren ist, sondern sich auch viele Spuren von mittelalterlichem Gedankengut finden lässt. Genau dieses Nebeneinander von alten und neuen Ideen wird anhand der Kontroversen, in die Samuel de Cassini involviert war, exemplarisch dargelegt.

Italien in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts gilt als Paradebeispiel eines Landes, dessen Kultur, Theologie und Philosophie den Geist der Renaissance angenommen und das Mittelalter hinter sich gelassen hat. Gebäude werden im Stil der Antike errichtet, mittelalterliche Frömmigkeitsvorstellungen als veraltet abgetan und griechische und römische Philosophen wiederentdeckt. Die Renaissance in Italien als eine Epoche, die das mittelalterliche Denken überwunden hat – so haben es Generationen von Schülerinnen und Schülern im Unterricht gelernt. Dieses Bild gilt in der modernen Geschichtswissenschaft allerdings als überwunden. Das zeigt sich besonders deutlich an der Figur des konfliktfreudigen Franziskaners Samuel de Cassini OFM und seiner Gegner. Sowohl Cassini als auch seine Kontrahenten rezipierten mittelalterliches Gedankengut, nahmen aber gleichzeitig auch Ideen der Renaissance auf und entwickelten sie weiter. Dies soll im Folgenden nun anhand einiger Einblicke in die sogenannten Kontroverschriften von Cassini erkenntlich werden.

Leben und Werk von Samuel de Cassini

Von Samuel de Cassini selbst ist nicht allzu viel bekannt. Mitte des 15. Jahrhunderts in der Region Monferrato (Piemont) geboren, trat er in den Konvent der Franziskanerobservanten in Genua ein. Nach einer gründlichen Ausbildung in Italien wechselte er für vertiefte theologi-

sche und philosophische Studien an die Universität Paris, damals das Zentrum scholastischer Gelehrsamkeit. Anschließend wirkte Cassini als Professor in Frankreich, wohl an der ordenseigenen Hochschule, bevor er nach Italien zurückkehrte. Er galt zu seiner Zeit als ausgewiesener Aristoteles-Experte, wovon auch sein Kommentar "Expositio Triplex librorum octo phisicorum Aristotelis" von 1510 zeugt. Sein Lehrbuch "Liber ysagogicus" (1494) erfuhr weite Verbreitung. Heute ist Cassini vor allem für sein Engagement gegen Savonarola und seine Anhänger bekannt, wie auch für seine Verteidigung der Unbefleckten Empfängnis Mariens und für eine Schrift gegen den Hexenflug. Leider sind uns über sein Leben und Wirken nach 1510 keine Informationen mehr erhalten (vgl. Ristori 1978, Sbaralea 1936, 82ff).

Cassini und die Kontroverse um Savonarola

Cassinis Angriff gegen Girolamo Savonarola und dessen Verteidiger Pico della Mirandola umfasst zwei Schriften, die in der Forschung bisher nur am Rande näher thematisiert wurden (vgl. Polizzotto 1994, 81f). Da man an dieser Kontroverse die Verschmelzung mittelalterlicher Mentalität und neuzeitlicher Ideen am besten darstellen kann, sollen sie im Mittelpunkt der folgenden Erörterungen stehen.

Girolamo Savonarola OP hatte von 1494 bis 1498, nach dem Sturz der Medici, die Regierungsgewalt in Florenz inne. Er kritisierte übermäßigen Reichtum, das vorherrschende Wertesystem und ein an der Antike orientiertes Bildungsideal. Nicht zuletzt anhand dieser Kritik lässt sich erkennen, dass der Stellenwert der Antike stark zugenommen hatte. Darüber hinaus setzte sich Savonarola für eine Erneuerung der Kirche ein und wettete gegen die Prunksucht des Klerus. Vor allem deswegen wurde er von Papst Alexander VI. exkommuniziert und nach

seinem Sturz 1498 hingerichtet. Savonarolas politischer Einfluss und sein rasanter Fall heben ihn von anderen Bußpredigern seiner Zeit ab. An sich waren seine Botschaften nicht neu, bediente er sich doch klassischer Themen der mittelalterlichen Bußpredigt und stand somit in einer langen Tradition (vgl. Segl 2000, 93ff; Henau 1994, 838f). Zu seiner Zeit war die Bußpredigt ein weit verbreitetes Genre, man kann sogar sagen, dass es "in dieser Zeit viele kleine Savonarolas an vielen Orten" gab (Reinhardt 2005, 84). Autorität für seine Predigten zog er einerseits aus der Bibel, andererseits stützte er sich auf angebliche Zukunftsvisionen, Privatoffenbarungen und Weissagungen; er sah sich als Prophet Gottes. Ein bekanntes Beispiel ist die Vision, die er in einer Predigt vom 13. Jänner 1495 erläuterte. Er behauptete, ein Schwert am Himmel gesehen zu haben, das den Zorn Gottes symbolisierte, verkörpert im französischen König Karl VIII. (vgl. Laager 2002, 191f).

In seiner ersten Schrift gegen Savonarola kritisierte Samuel de Cassini nicht so sehr die Inhalte von dessen Äußerungen – selbst die Indexkongregation konnte dem Bußprediger nach dessen Tod keine Abweichungen von der katholischen Lehre vorwerfen (vgl. Reinhardt 2005, 83) –, sondern seine Visionen und den Umgang damit. Bereits der Titel von Cassinis Streitschrift "De modo discernendi falsum prophetam a vero propheta..." (Über die Art und Weise, einen falschen von einem wahren Propheten zu unterscheiden) gibt Auskunft über seine Intention. Gleich im Vorwort wirft Cassini Savonarola vor, dass es nichts Unnötigeres gebe, als menschliche Ehre erwerben zu wollen (*Inanius enim nihil esse potest quam humanam gloriam quaerere*; Cassini 1497, fol. 2r). Um dies zu erreichen, würden Menschen wie Savonarola auch nicht davor zurückschrecken, neue Häresien und Lehrmeinungen zu erfinden (*hinc doctrinarum novitates excogitant*) (Cassini 1497, fol. 2r). Solche neuen Lehren seien im Werk Savonarolas zu finden ebenso wie eine neue Art zu prophezeien (*nouus modus prophetandi*; Cassini 1497, fol. 2v). Cassini warnt daher alle Christen davor, auf diese Lehren hereinzufallen (*fugite quaeso omnes Christicolae has pestes*; Cassini 1497, fol. 2v). Auch betont er mehrmals, dass die Kirche ihre Zustimmung zu den Prophezeiungen und Vorschlägen zur Kirchenreform geben müsse (*ab ecclesia reprobari*, Cassini 1497, fol. 2v) – für Cassini ein zentraler Punkt, auf den er immer wieder rekurriert.

Nachdem er zunächst im Proömium nur recht allgemeine Vorwürfe angeführt hat, vertieft Cassini im ersten Kapitel seine Argumentation und geht nun auf die Frage der Notwendigkeit von Prophezeiungen ein. Er schreibt, dass für zukünftige Angelegenheiten keine Prophezeiungen nötig sind, da die Heilige Schrift es bereits erlaubt, die Zukunft zu eröffnen. Der Heiligen Schrift, die bereits alles vollkommen umfasse, etwas hinzuzufügen, sei jedoch nicht nur unnötig, sondern in höchstem Maße problematisch (*Non intelligitur unde ista noua prophetia addita canonibus*; Cassini 1497, fol. 2v). Für Cassini ist klar: Nur ein Mensch, der auf Basis der Heiligen Schrift die Zukunft eröffnet, kann Prophet genannt werden. Ein richtiger Prophet bedarf keiner Visionen und Zeichenhandlungen, wie sie Savonarola gerne heranzog, um gegenwärtige und zukünftige Ereignisse zu deuten und vorauszusagen. Ein wahrer Prophet sei vielmehr ein Verkünder des Evangeliums, und nur einem solchen dürfe man Glauben schenken (*Non est audiendus iste propheta nouus in quantum propheta sed in quantum Annunciator scripturarum – si quando fideliter annunciat – tunc illi credendum est*; Cassini 1497, fol. 3r). Die Essenz dieses Kapitels von Cassinis Streitschrift besteht mithin in der Erinnerung und Einschärfung, dass die Heilige Schrift genügt und man sich nicht in neuen Visionen als Interpretament für die Bibel verlieren darf.

Erstaunlich ist, dass ausgerechnet Pico della Mirandola – viele sehen in ihm einen ersten Verfechter der Idee der Menschenwürde, steht doch seine "Oratio de hominis dignitate" wie kein anderes Werk für eine neuzeitliche Anthropologie – Partei für Savonarola ergriffen hat und gegen Cassini anschrieb. Dass der Antikenliebhaber Pico della Mirandola, der in seiner Rede über die Würde des Menschen den visionären Gedanken vertrat, der Mensch könne alles sein und erreichen, was er will, und sei nicht von Gott abhängig oder prädestiniert, trotz aller Differenzen Savonarola verteidigte, obwohl dieser für die Antikenschwärmerei seiner Zeit nichts übrig hatte und eine generelle Gleichheit der Menschen vertrat, zeigt bereits deutlich, dass man sich hier in einer Zeit des Übergangs befand (vgl. Buck 1990, VII–VIII). Überlieferte Ideen waren noch fest in den Köpfen der Menschen verankert, doch man findet auch bereits neuzeitliches Gedankengut. Die Parteinahme Picos ist wohl dadurch erklärbar, dass bei Savonarola Botschaft und Lebensführung Hand in Hand gingen und nicht ausein-

anderklafften wie bei anderen Zeitgenossen (vgl. Reinhardt 2005, 82).

Pico della Mirandola versuchte nun in seiner "Defensio Hieronymi Savonarole Ferrariensis ordinis predicatorum" die Argumente Cassinis zu entkräften, indem er sie Kapitel für Kapitel widerlegte. So schreibt Pico zum Vorwurf einer neuen Lehre, dass Savonarolas Lehre für niemanden neu sein könne, außer die gesamte Lehre Christi sei für diese Person neu, wie sie es zur Zeit Jesu für die Juden war (*nisi qui christi doctrinam nouam appelleret. Quod fecisse ludeos machus in euangelio testatur*; Della Mirandola 1497, fol. 3v). Auch der Vorwurf, dass Savonarola auf neue Art und Weise prophezeie und dadurch eine neue Lehre verkünde, wird von Pico entkräftet. Er meint dazu lediglich, dass die Botschaft Savonarolas nur für jemanden neu sei, der die biblischen Propheten nicht genau gelesen habe (*Asserit preterea nouam esse hanc hieronymi doctrinam. Nouum prophetandi modum: Qui nouus ideo fortasse sibi uidetur aut quod eas que in canone biblie sunt prophetias diligenter non pellegerit; aut ob peruersum affectum recentibus hisce comparando non intellexerit*; Della Mirandola 1497, fol. 3r). Sodann stellt er die ironische Frage, was in den Predigten Savonarolas denn zu kritisieren sei, da dieser doch für die Erneuerung der Kirche eintrete und die Gläubigen dabei auffordere, die Dichtungen heidnischer Autoren zu meiden und vor den Lügen des Teufels zu fliehen (*Quid in his predictionibus reprehendit? Ut suadeat christianis eas fugiendas tanquam conmenta, tanquam figmenta poetarum, tanquam pestem et mendacia diaboli*; Della Mirandola 1497, fol. 3v). Dabei belässt es Pico aber nicht, sondern er führt auch Propheten an, die nach der Zusammenstellung des Kanons aufgetreten und noch immer unvergesslich seien. Dazu zählen für ihn beispielsweise die mittelalterlichen Heiligen Franziskus oder Dominikus. Man sieht, dass Pico versucht, jedes Argument von Cassini zu widerlegen und zusätzlich auch eigene Gedanken vorzubringen, um seine Leserschaft von der Richtigkeit der Prophezeiungen Savonarolas zu überzeugen.

In seiner Widerlegung des ersten Kapitels geht Pico ebenso gewissenhaft vor wie oben beschrieben, auch wenn er die Aussagen Cassinis hier bereits deutet. Die Ermahnung Cassinis, dass die Bibel ausreiche und man sich nicht in zahlreichen prophetischen Deutungen verlieren dürfe, wird von Pico so gelesen, dass Savonarola nicht denselben prophetischen Geist haben könne wie

die Propheten der Heiligen Schrift. Diese Herangehensweise ist für Della Mirandola aber irrig (*An diuersus? Si diuersus, respondeat, aberrat*; Della Mirandola 1497, fol. 4v). Sowohl die Väter des Alten als auch des Neuen Testaments hätten ihre Offenbarungen und Visionen durch denselben Geist empfangen. Er begründet dies mit der Apokalypse im Buch Daniel und dem Buch der Offenbarung des Johannes, wonach sowohl Daniel als auch Johannes in verschiedenen Zeiten dasselbe verkündigt hätten aufgrund ein- und desselben Geistes. Um die verborgenen, zukünftigen Ereignisse aus der Heiligen Schrift herauslesen zu können, müsse man denselben Geist haben, oder zumindest könne etwas durch Vernunft und Kontemplation erschlossen werden. Dies könne Cassini aber nicht, und somit sei es ihm nicht möglich, die Vielfältigkeit der Bibel zu erkennen (*In hanc ergo falsitatis scrobem incidit Samuel, intelligere non ualens multiphariam de scripturis diuinis aliquid erui posse et id ipsum clarius reuelatione diuina cognosci*; Della Mirandola 1497, fol. 5r). Als Exempel für die vielfältige Deutungsweise zieht er Franz von Assisi heran, den Gründer von Cassinis Orden und somit von diesem nicht angreifbar. Der heilige Franz erkannte den Wert der Armut, der Keuschheit und des Gehorsams nicht zuletzt deshalb, weil es ihm von Gott eingegeben wurde (*Namque Fanciscus [...] dixerit hec iterum sibi dictata diuinitus*; Della Mirandola 1497, fol. 5r).

Dieser sehr kurze Einblick – leider kann hier auch nicht auf Cassinis Erwiderung "Reseruatio atque clarificatio falsarum solutionum ad argumenta Samuelis Cassinensis" eingegangen werden; diese soll aber laut eigenen Aussagen nicht viel neues enthalten (vgl. Cassini 1498, fol. 2r) – verdeutlicht uns gleichwohl wichtige Anliegen beider Autoren. So will Cassini die Falschheit von Savonarolas Prophezeiungen nachweisen, wohingegen Pico della Mirandola versucht zu zeigen, dass Savonarola nur die Bibel auslegen und für die Gegenwart fruchtbar machen wollte. Da der Wille Gottes in der Schrift nicht offensichtlich ist, braucht es zur Auslegung Menschen, die seinen Willen zu deuten vermögen. (vgl. Polizzotto 1994, 81).

Die vorstehend skizzierte Diskussion um prophetische Gaben bezeugt, dass die Männer, die sie führten, in einer Zeit der Transformation lebten. War es im Mittelalter noch ein Zeichen von echter Heiligkeit, empfänglich für Visionen bzw. Auditionen zu sein, wandelte sich dies spätestens im 15. Jahrhundert – nicht zuletzt wegen

der Savonarola-Affäre. Ein gewisser Gehorsam gegenüber dem Papst in Rom wurde nun zu einem wichtigen Kriterium für Heiligkeit (vgl. Dinzelbacher 2019, 154). Das V. Laterankonzil ordnete bald darauf an, dass man auf Basis von Visionen nicht predigen durfte, sondern diese zuerst durch den Papst zu prüfen hatte (vgl. Wohlmuth 2000, 637).

Aber nicht nur der Hintergrund der Personen oder die Thematik, sondern auch die Art und Weise der Argumentation ist typisch für das Spätmittelalter bzw. die frühe Neuzeit. Die Auseinandersetzung erinnert nämlich an eine Universitätsdisputation, wie sie zu jener Zeit üblich war. Dies verwundert nicht, da sowohl Cassini als auch Pico della Mirandola einen universitären Hintergrund hatten; Pico hatte auch zu einer großangelegten Disputation in Rom eingeladen, um dort sein Hauptwerk, eine umfangreiche Thesensammlung zu den verschiedensten Bereichen der Philosophie, zu diskutieren (vgl. Egel 2018, XIX–XXX). Sowohl Cassini als auch Mirandola stellten in ihren Schreiben pro Kapitel eine Lehrmeinung auf, die sie zu verteidigen suchten. Gestützt auf die Bibel, Heilige und Vernunftgründe versuchten sie ihre Aussagen zu begründen und gleichzeitig die gegnerischen Standpunkte zu widerlegen. Dies soll nun im Detail anhand von Cassinis Erörterung der Unbefleckten Empfängnis geschehen, liegt hier doch in gewisser Weise ein Paradebeispiel vor.

Cassini und die Unbefleckte Empfängnis

Die Diskussion zwischen Dominikanern und Franziskanern um die Unbefleckte Empfängnis Mariens begann bereits im Hochmittelalter, nahm aber im 15. Jahrhundert besonders heftige Formen an. Die Dominikaner vertraten die Lehre, dass Maria bei ihrer Empfängnis zumindest für kurze Zeit die Erbsünde besessen hätte, damit Christus sie davon befreien konnte, wohingegen die Franziskaner dies ausschlossen, da Christus es auch hätte verhindern können, dass Maria mit Erbsünde empfangen wurde (zur mittelalterlichen Diskussion vgl. Söll 1978, 165ff).

Eine inhaltliche Analyse der Argumente Cassinis für die Immaculata Conceptio würde an dieser Stelle zu weit führen, doch soll hier zumindest eine formale Untersuchung erfolgen. Cassini stellt in seinem Traktat elf – voneinander unabhängige – Thesen (*conclusiones*) auf, die er teilweise in Untersätzen (*corrularia*) näher

ausführt. Diese *conclusiones* erörtern die Frage, ob es angemessen sei, dass die Jungfrau Maria von der Erbsünde bewahrt worden ist (*Utrum virginem preservari a peccato originali fuerit conveniens*; Cassini 1507, fol. 1v). Cassini geht hier also sehr genau so vor, wie man es erwarten kann, hatten doch solche Disputationen oft eine ‚Forschungsfrage‘, die mit *utrum* eingeleitet und die dann in verschiedenen Thesen aufgegriffen und ausgeführt wurde. Am Ende kam man zu einem eindeutigen Schluss, der die Fragestellung beantwortete (vgl. Sparr 1998, 1178). Dies geschieht auch genauso bei Cassini, der die Fragestellung im neunten *corrularium* der elften *conclusio* erwartungsgemäß bejaht (*Titulus questionis affirmative tentus est verus...*; Cassini 1507, fol. 4r). Die Grundstruktur von Cassinis Argumentation ist noch dem Mittelalter verhaftet (Fragestellung – Erörterung – Antwort), doch sieht man schon deutliche Weiterentwicklungen. So sind die Thesen voneinander unabhängig und in sich nicht mehr so schlüssig strukturiert wie noch bei Thomas von Aquin, dem mittelalterlichen Theologen par excellence.

Auch der Modus der Argumentation ist ganz so, wie man es beim Übergang vom Spätmittelalter zur Neuzeit erwarten kann, argumentiert Cassini doch mit den üblichen Instanzen seiner Zeit. Für eine Disputation sind zu jener Zeit nämlich folgende Autoritäten gültig: 1. die Heilige Schrift. 2. Die Tradition der Kirchenväter und der Gesamtkirche, d.h. besonders die Lehre der ersten Jahrhunderte. 3. Aussagen des Papstes und der Konzilien. 4. Vernunftgründe und Erfahrungen (vgl. Leinsle 1995, 237). Genau mit diesen Instanzen argumentiert auch Cassini, wobei Schriftzitate nicht vorkommen, was sich aber damit erklären lässt, dass die Frage nach der Unbefleckten Empfängnis Mariens allein mit der Heiligen Schrift nicht zu beantworten ist. Eine wesentlich größere Rolle spielt bei Cassini daher die Lehre der Kirche (*Ne autem ego ipse et decreto sacre sancte romane ecclesie [...] videar dissentire...*; Cassini 1507, fol. 1v). Weiters orientiert er sich an den bedeutenden Theologen Johannes Duns Scotus und Anselm von Canterbury und versucht die Lehre darüber hinaus philosophisch-logisch mit der eigenen Vernunft zu begründen. Auffällig dabei ist, dass er seine Vorbilder nicht mehr namentlich nennt wie noch die Theologen im Hochmittelalter, sondern mit Begriffen und Wendungen nur mehr auf bestimmte Personen und ihre Lehren anspielt. So ist die Erwähnung eines *perfectissimus redemptor* (Cassini 1507, fol. 3r)

eine deutliche Anspielung auf Duns Scotus, ohne dessen Namen explizit zu erwähnen

Cassini und die Hexenverfolgung

Auch bei seiner Auseinandersetzung um den Hexenflug argumentiert Cassini mit conclusiones, was abermals an eine scholastische Argumentationsweise erinnert. Dennoch entfernt er sich von der scholastischen mittelalterlichen Haltung zum Hexenflug (vgl. Hansen 1963, 263). In seinem 1505 erschienen Werk "Question de le strie. Questio lamiarum fratris Samuelis de Cassinis" greift Cassini die frühmittelalterliche Lehre zum Hexenflug in der Form des "Canon Episcopi" wieder auf und verteidigt diese erstmals systematisch gegen die scholastische Lehre. Hat das Frühmittelalter (in der Form des "Canon Episcopi") gelehrt, dass es nicht mit der Allmacht Gottes vereinbar ist, dass der Teufel Menschen durch die Luft fliegen lassen kann, damit sie beim Hexensabbat mitwirken und vermeintliche Sichtung als Halluzinationen abgetan, hat hingegen die (spät)scholastische Lehre die Macht des Teufels betont und den Hexenflug mit der Allmacht Gottes als vereinbar angesehen (vgl. Rummel/Voltmer 2008, 19).

Dieser Argumentation schließt sich auch Cassini am Ende an, wenn er als erster Theologe seiner Zeit schreibt, dass der Hexenflug nicht mit der Allmacht Gottes vereinbar ist. Natürlich könne Gott zulassen, dass der Teufel Menschen durch die Luft fliegen lässt, wie es auch bei der Versuchung Christi der Fall war, aber nur dann, wenn dies einem guten Endzweck dienlich sei. Einen solchen habe es auch bei der Versuchung Christi gegeben, da dadurch die Größe Gottes offenbar geworden sei (vgl. Hansen 1983, 511). Dieser Lehre Cassinis sollte dann der Dominikaner Vincenz Dodo entgegengetreten, indem er die Intention des Teufels bei der Versuchung Christi als schlecht darzustellen versuchte. Der Teufel habe nämlich nicht die Absicht gehabt, die Größe Gottes zu zeigen, und darüber hinaus besäßen Dämonen im Allgemeinen die Kraft, Menschen durch die Lüfte fliegen zu lassen. Ein Hexenflug sei also kein von Gott bewirktes Wunder mit gutem Endzweck (Hansen 1983, 513).

Fazit

Wie am Wirken Samuel de Cassinis deutlich wird, kann man selbst in Italien um 1500 nicht von einer vollständigen Überwindung mittelalterlicher Theologie durch die Renaissance sprechen, sondern eher von einer Transformation des Mittelalters in die Neuzeit. Die scholastische Argumentationsweise wurde um 1500 durchaus fortgesetzt, doch finden sich gegenüber der Hochscholastik durchaus Änderungen. Gleichzeitig wurde frühmittelalterliches Gedankengut wieder aufgegriffen und gegen die herrschende Lehre ins Feld geführt. Manche mittelalterlichen Lehren wurden auch einfach an die Begebenheiten und Erfordernisse der Zeit angepasst, wie man bei Savonarola sehen kann.

Fabian Andre hat Latein und Katholische Theologie in Wien studiert und arbeitet gegenwärtig als Univ. Assistent praedoc am Fachbereich für Kirchengeschichte am Institut für Historische Theologie der Katholisch-Theologischen Fakultät. In seinen Forschungen konzentriert er sich besonders auf das 15. Jahrhundert. In der Master- als auch der Diplomarbeit hat er sich ausführlich mit der theologischen Kontroverse um die Unbefleckte Empfängnis Mariens um 1500 auseinandergesetzt. Für seine Dissertation wendet er sich nun dem Jesajaskommentar, dem theologischen Hauptwerk, von Thomas Ebendorfer (1388–1464) zu. Ebendorfer ist heute besonders für seine Geschichtswerke bekannt, hat aber darüber hinaus auch ein reiches theologisches Erbe hinterlassen, welches bisher nicht näher untersucht wurde. Fabian ist seit 2024 PRO SCIENTIA Stipendiat.

Literatur

- Buck 1990 = Pico della Mirandola: De hominis dignitate Über die Würde des Menschen übers. v. Norbert Baumgarten und hg. und eingel. v. August Buck, Hamburg: Felix Meiner 1990. (= Philosophische Bibliothek Bd. 427)
- Cassini 1497 = Samuel de Cassini: De modo discernendi falsum prophetam a vero propheta..., Mailand 1497. (= GW M39796)
- Cassini 1498 = Samuel de Cassini: Reservatio atque clarificatio falsarum solutionum ad argumenta Samuelis Cassinensis..., Mailand 1498. (= GW M39798)
- Cassini 1507 = Samuel de Cassini: Utrum virginem preservari a peccato originali fuerit conveniens, Mailand 1507. (= BSB, Clm. 30336)
- Della Mirandola 1497 = Pico della Mirandola: Defensio Hieronymi Savonarole Ferrariensis ordinis predicatorum..., Florenz 1497. (= GW M3332)
- Dinzelbacher 2019 = Peter Dinzelbacher: Vision und Magie Religiöses Erleben im Mittelalter, Paderborn: Ferdinand Schöningh 2019.
- Egel 2018 = Giovanni Pico della Mirandola Neunhundert Thesen übers. mit einer Einleitung und Anmerkungen hg. v. Nikolaus Egel, Hamburg: Felix Meiner 2018. (= Philosophische Bibliothek Bd. 708)
- Hansen 1963 = Joseph Hansen: Quellen und Untersuchungen zur Geschichte des Hexenwahns und der Hexenverfolgung im Mittelalter, Hildesheim: Georg Olms 1963.
- Hansen 1983 = Joseph Hansen: Zaubervahn, Inquisition und Hexenprozeß im Mittelalter und die Entstehung der großen Hexenverfolgung, München: Oldenbourg 1900 (ND 1983). (= Historische Bibliothek Bd. 12)
- Henau 1994 = Ernest Henau: Busspredigt in: LThK3 2 (1994), 838–839.
- Laager 2002 = Girolamo Savonarola: O Florenz! O Rom! O Italien! Predigten, Schrifte, Briefe Aus dem Lateinischen und Italienischen übers. und mit einem Nachwort v. Jacques Laager, Zürich: Manesse 2002. (= Manesse Bibliothek der Weltliteratur)
- Leinsle 1995 = Ulrich Leinsle: Einführung in die scholastische Theologie, Paderborn: Ferdinand Schöningh 1995.
- Polizzotto 1994 = Lorenzo Polizzotto: The Elect Nation The Savonarolan Movement in Florence 1494–1545, Oxford: Clarendon 1994. (= Oxford -Warburg Studies)
- Reinhardt 2005 = Volker Reinhardt: Gott und sein Prophet Wahrheit und Vermittlung bei Savonarola In: Die Kirchenkritik der mystiker Prophetie aus Gotteserfahrung Bd. 2: Frühe Neuzeit. Hg. v. Mariano Delgado und Gotthard Fuchs. Stuttgart: Kohlhammer 2005 (= Studien zur christlichen Religions- und Kulturgeschichte Bd. 3), 79–97.
- Ristori 1978 = Renzo Ristori: Cassini, Samuele. [https://www.treccani.it/enciclopedia/samuele-cassini_\(Dizionario-Biografico\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/samuele-cassini_(Dizionario-Biografico)) (Zugriff: 3. 6. 2026) Ursprünglich erschienen in: DBI 21 (1978).
- Rummel/Voltmer 2008 = Walter Rummel/Rita Voltmer: Hexen und Hexenverfolgung in der Frühen Neuzeit, Darmstadt: WBG 2008. (= Geschichte Kompakt)
- Sbaralea 1936 = Johannes Hyacinthus Sbaralea: Supplementum et castigatio ad scriptores trium ordinum S. Francisci Pars III, Rom 1936. (= Bibliotheca Historico-Bibliographica Bd. 4)
- Segl 2000 = Peter Segl: Savonarola in: LThK3 9 (2000), 92–96.
- Söll 1974 = Georg Söll: Mariologie, Basel – Wien: Herder 1974. (= Handbuch der Dogmengeschichte Bd. 3 Fasz. 4)
- Sparr 1998 = Walter Sparr: These II in: HWPh 10 (1998), 1175–1180.
- Wohlmuth 2000 = Josef Wohlmuth: Konzilien des Mittelalters Vom ersten Laterankonzil (1123) bis zum fünften Laterankonzil (1512–1517), Paderborn: Ferdinand Schöningh 2000. (= Dekrete der Ökumenischen Konzilien Bd.2)

Transformationen des Weltbildes

Naturwissenschaftliche Umbrüche zwischen Erkenntnis, Technik und Verantwortung

CONSTANTIN RICHARD FEITL UND DATO TSOMAIA

Wien

Der vorliegende Beitrag diskutiert die Auswirkungen der folgenden drei naturwissenschaftlichen Entdeckungen auf den Menschen: die Entdeckung der Radioaktivität, die Quantenmechanik und die großtechnische Stickstoffsynthese. Diese Umbrüche veränderten massiv das Bild von Materie, Determinismus und der Stellung des Menschen in der Natur. Entlang der Arbeiten von Curie, Planck, Bohr, Schrödinger sowie Haber und Bosch wird gezeigt, dass wissenschaftliche Erkenntnis niemals neutral wirkt: Sie erweitert den Handlungshorizont; ob aus ihr Nahrung oder Sprengstoff wird, entscheidet sich jedoch erst in einem vielschichtigen Zusammenspiel menschlichen Handelns.

Transformation bezeichnet einen fundamentalen Wandel von Strukturen, und kaum etwas hat unser Bild von der Welt und moderne Gesellschaften so tiefgreifend verändert wie der Aufstieg der modernen Naturwissenschaften. Neue Erkenntnisse verändern nicht nur unser Verständnis der Natur, sondern eröffnen oft zugleich neue technische Möglichkeiten, deren Folgen weit über das Labor hinausreichen. Wissenschaftliche Paradigmenwechsel bleiben deshalb selten auf ihre Disziplin beschränkt, sondern wirken in Theorie und Praxis über das jeweilige Fach hinaus und verändern zugleich Weltbilder und Vorstellungen von Verantwortung (vgl. Kuhn 1976). Besonders deutlich zeigt sich dies an drei Umbrüchen in der Chemie und Physik der vergangenen zwei Jahrhunderte: der Entdeckung der Radioaktivität, der Quantenmechanik und der großtechnischen Stickstoffsynthese. Sie haben grundlegende Annahmen über Materie, Determinismus sowie die Stellung des Menschen in der Natur erschüttert und dabei zugleich technologische und soziale Realitäten geschaffen, die das 20. und 21. Jahrhundert nachhaltig geprägt haben. Der vorliegende Beitrag fragt entlang der Arbeiten von Marie Curie, Max Planck, Niels Bohr, Erwin Schrödinger sowie Fritz Haber und Carl Bosch, wie naturwissenschaftliche Erkenntnis bestehende Denkweisen verändert und welche ethischen Konsequenzen daraus erwachsen. Leitend ist die These, dass wissenschaftlicher

Fortschritt nie neutral wirkt: Er erweitert den Handlungshorizont des Menschen, ohne vorzugeben, ob diese neue Macht zur Erhaltung oder zur Vernichtung von Leben gebraucht wird (vgl. Jonas 1979). Transformation erweist sich so als ein umfassender Prozess, in dem Erkenntnis, Weltbild und Verantwortung untrennbar miteinander verflochten sind.

Das klassische Weltbild vor der Quantenphysik

Als der Physiker William Thomson gegen Ende des 19. Jahrhunderts davon sprach, dass am Himmel der Physik nur noch zwei kleine Wolken stünden, nämlich das Problem des Äthers und die Schwarzkörperstrahlung, konnte noch niemand ahnen, dass hinter diesen unscheinbaren Wölkchen ein Sturm aufzog (vgl. Kelvin 1901). Dieser Sturm sollte nicht nur die Grundpfeiler der klassischen Physik erschüttern, sondern mit der Relativitätstheorie und der Quantenphysik auch den philosophischen Boden des menschlichen Weltverständnisses ins Wanken bringen.

Die Physik wirkte praktisch abgeschlossen, die Welt schien berechenbar. Wer Ort, Geschwindigkeit und wirkende Kräfte eines Systems kannte, so glaubte man, konnte mit genügend Rechenaufwand auch dessen Zukunft bestimmen. Materie galt im Wesentlichen als stabil, während Raum und Zeit als feste Bühne erschienen, auf der sich die Abläufe der Natur abspielten.

Röntgenstrahlung, Radioaktivität und die Transformation des Materiebegriffs

Im Jahr 1895 geschah eine wissenschaftliche Sensation: Wilhelm Conrad Röntgen entdeckte eine bis dahin unbekannte Form von Strahlung. Er experimentierte mit einer Glasröhre, durch die er elektrischen Strom leitete.

Obwohl Röntgen die Röhre mit schwarzem Karton abgedeckt hatte, begann ein beschichteter Schirm in der Nähe zu leuchten. Sichtbares Licht konnte dafür nicht verantwortlich sein. Röntgen schloss daher, dass aus der Röhre eine unsichtbare Strahlung austreten musste, die Materie durchdringen konnte.

Da ihre Natur zunächst unbekannt war, nannte er sie X-Strahlen. Besonders eindrucksvoll war, dass diese Strahlen durch weiches Gewebe besser hindurchgingen, von Knochen und Metall aber stärker aufgehalten wurden. Dadurch wurde es möglich, Teile des Inneren des menschlichen Körpers sichtbar zu machen, ohne ihn zu öffnen. Die berühmte Aufnahme der Hand seiner Frau, auf der Knochen und Ehering zu erkennen waren, machte diese neue Möglichkeit sofort verständlich (vgl. Röntgen 1895).

Nur ein Jahr später führte die neue Aufmerksamkeit für unsichtbare Strahlung zu einer weiteren Entdeckung. Der französische Physiker Henri Becquerel untersuchte phosphoreszierende Stoffe, die nach Lichteinwirkung noch eine Zeit lang weiterleuchten können. Becquerel wollte herausfinden, ob sie nach einer Anregung durch Sonnenlicht vielleicht ebenfalls unsichtbare Strahlen aussenden könnten, ähnlich den von Röntgen entdeckten X-Strahlen. Dazu legte er Uransalze auf eine fotografische Platte, die vor sichtbarem Licht geschützt war. Seine ursprüngliche Annahme war, dass das Sonnenlicht die Uran-Salze anregen würde, sodass diese anschließend eine unsichtbare Strahlung aussenden und die fotografische Platte schwärzen könnten. Doch schlechtes Wetter verhinderte den geplanten Versuch: Die Sonne blieb aus, und Becquerel legte die vorbereitete Platte zunächst in eine Schublade.

Als er sie später dennoch entwickelte, war sie überraschenderweise geschwärzt. Gerade darin lag die entscheidende Beobachtung. Wenn kein Sonnenlicht beteiligt gewesen war, konnte die Strahlung nicht durch äußere Belichtung entstanden sein. Sie musste aus dem Uran selbst hervorgehen. Becquerel hatte damit gezeigt, dass bestimmte Stoffe von sich aus eine durchdringende Strahlung aussenden können (vgl. Becquerel 1896).

An diese Beobachtung knüpfte Marie Curie systematisch an. Sie erkannte, dass es sich hier nicht bloß um eine Besonderheit des Urans handelte, sondern um eine allgemeinere Eigenschaft bestimmter Stoffe. Für dieses Phänomen prägte sie den Begriff der "Radioaktivität" (vgl. Curie/Curie 1898, S. 175).

Damit veränderte sich der Begriff von Materie grundlegend. Stoffe erschienen nicht länger als bloß ruhende, stabile und unveränderliche Bausteine der Natur. Sie konnten aus sich selbst heraus Strahlung aussenden, Energie freisetzen und sich in andere Stoffe umwandeln. Im Inneren der Materie verbarg sich also eine Dynamik, die der klassischen Vorstellung eines passiven und berechenbaren Stoffes widersprach.

Die Entdeckung der Radioaktivität war daher mehr als eine neue Beobachtung. Sie war ein Hinweis darauf, dass das Atom selbst keine letzte, unveränderliche Einheit sein konnte. Wenn Materie strahlen, zerfallen und sich umwandeln konnte, musste sie eine innere Struktur besitzen. Genau an diesem Punkt begann die klassische Vorstellung vom Atom zu bröckeln. Die Einsicht, dass Materie eine innere Struktur besitzen musste, ebnete den Weg für neue Atommodelle und schließlich für die Quantenphysik.

Zwischen Heilung, Risiko & Verantwortung

Mit der medizinischen Nutzbarkeit von Röntgenstrahlen und radioaktiven Stoffen traten jedoch bald auch neue Gefahren hervor. Was zunächst als beinahe wundersamer Blick in das Innere des Körpers erschien, erwies sich zugleich als Eingriff in empfindliche biologische Prozesse. Hautschäden, Verbrennungen, Haarausfall und später auch Krebserkrankungen machten deutlich, dass ionisierende Strahlung nicht nur sichtbar machen und heilen, sondern auch verletzen konnte.

Hier zeigt sich die Ambivalenz dieser wissenschaftlichen Transformation. Die Entdeckung der Radioaktivität erweiterte nicht nur das Verständnis von Materie, sondern auch die Handlungsmacht des Menschen über Körper, Krankheit und Energie. Zugleich machte sie deutlich, dass wissenschaftlicher Fortschritt nicht nur neue Möglichkeiten eröffnet, sondern dem Menschen stets auch neue Formen von Verantwortung auferlegt (vgl. Jonas 1979).

Max Planck und der Bruch mit der Kontinuität

Die klassische Physik war von der Vorstellung geprägt, dass die Natur keine Sprünge macht. Bewegungen, Veränderungen und Energieübertragungen schienen sich

stetig und kontinuierlich zu vollziehen, als ließe sich jeder Übergang beliebig fein unterteilen. Was sich verändert, so die intuitive Annahme, verändert sich nicht plötzlich, sondern Schritt für Schritt.

Gerade diese Selbstverständlichkeit wurde um 1900 erschüttert, als Max Planck ein Problem untersuchte, das zunächst unscheinbar wirkte: die sogenannte Schwarzkörperstrahlung. Aus der Frage, wie ein erhitzter Körper Licht und Wärme abstrahlt, entstand eine Idee, die die Physik grundlegend verändern sollte.

Ein Schwarzkörper bezeichnet in der Physik einen idealen, rein gedachten Körper, der einfallende Strahlung vollständig aufnimmt und nichts reflektiert. Dadurch wurde er zum Modellfall für die Frage, wie Materie allein aufgrund ihrer Temperatur Strahlung abgibt. Genau diese Verteilung wurde für die klassische Physik zum Problem. Ein heißer Körper sendet nicht alle Wellenlängen gleich stark aus, sondern besitzt bei jeder Temperatur ein charakteristisches Strahlungsspektrum, dessen Maximum sich mit steigender Temperatur zu kürzeren Wellenlängen verschiebt. Klassisch ließ sich dieses Verhalten jedoch nicht korrekt erklären: Die Theorie sagte voraus, dass die abgestrahlte Energie bei immer kürzeren Wellenlängen unbegrenzt anwachsen müsste, besonders im ultravioletten Bereich. Die Messungen zeigten aber etwas anderes: Die Strahlung erreicht ein Maximum und nimmt danach wieder ab. Damit wurde deutlich, dass nicht nur eine einzelne Rechnung versagte, sondern eine Grundannahme der klassischen Physik ins Wanken geriet.

Plancks Lösung bestand in einer Annahme, die zunächst wie ein mathematischer Kunstgriff wirkte, später aber das Fundament einer neuen Physik bilden sollte. Energie, so nahm er an, wird nicht beliebig kontinuierlich aufgenommen oder abgegeben, sondern nur in bestimmten kleinen Portionen. Diese Energieportionen wurden später als Quanten bezeichnet (vgl. Planck 1900, S. 237). Damit war die Idee geboren, dass Naturvorgänge auf kleinster Ebene nicht immer stetig und beliebig fein abgestuft verlaufen, sondern an bestimmte diskrete Einheiten gebunden sein können.

Niels Bohr und das quantisierte Atom

Diese Vorstellung blieb nicht auf die Strahlung erhitzter Körper beschränkt. Wenige Jahre später stellte sich auch beim Aufbau des Atoms heraus, dass die klassische

Physik an ihre Grenzen stieß. Einen wichtigen Schritt hatte Ernest Rutherford gemacht, als er 1911 zeigte, dass die positive Ladung und fast die gesamte Masse eines Atoms in einem winzigen Kern konzentriert sind (vgl. Rutherford 1911, S. 669f.). Das Atom erschien nun nicht mehr als kompakte Kugel, sondern als System aus einem schweren Kern und Elektronen in seiner Umgebung.

Dieses Bild war anschaulich, führte aber sofort zu einem schwerwiegenden Problem. Wenn Elektronen sich nach den Gesetzen der klassischen Physik um den Atomkern bewegen würden, müssten sie ständig Energie in Form von Strahlung abgeben. Dadurch würden sie Energie verlieren und schließlich in den positiv geladenen Kern stürzen. Stabile Atome, wie wir sie überall in der Natur beobachten, dürfte es nach dieser Vorstellung eigentlich nicht geben.

Genau hier setzte Niels Bohr an. Er griff Plancks Idee der Quantisierung auf und übertrug sie auf das Atom (vgl. Bohr 1913, S. 1f.). Bohrs Atommodell war ein Übergangsmodell: Es hielt noch an der anschaulichen Vorstellung von Elektronenbahnen fest, brach aber an einem entscheidenden Punkt mit der klassischen Physik. Elektronen konnten nicht beliebige Bahnen oder Energien besitzen, sondern nur bestimmte "erlaubte" Zustände – erlaubt in dem Sinne, dass allein sie mit den Gesetzen der neuen Physik vereinbar waren. Solange sich ein Elektron in einem solchen Zustand befand, strahlte es keine Energie ab. Erst beim Übergang von einem "erlaubten" Zustand in einen anderen wurde Licht mit genau bestimmter Energie ausgesandt oder aufgenommen (vgl. Pais 1991, S. 147f.).

Damit wurde das Atom selbst quantisiert. Die Natur erschien nun nicht mehr als durchgehend kontinuierliches Gefüge, sondern als Ordnung aus "erlaubten" und "nicht erlaubten" Zuständen. Bohrs Modell erklärte, warum Atome stabil sein können und warum sie Licht nicht beliebig, sondern in charakteristischen Linien ausstrahlen. Zugleich zeigte es, dass die klassische Vorstellung von Bewegung auf mikroskopischer Ebene nicht mehr ausreichte. Das Atom war nicht länger ein kleines Planetensystem, sondern ein Ort, an dem neue, der Alltagserfahrung widersprechende Regeln galten.

Auf diese Weise erhielt die Materie gewissermaßen einen lesbaren Fingerabdruck. Jedes Element sendet und absorbiert Licht in einem eigenen, charakteristischen Muster. Was zuvor nur als Farbe oder Leuchten

erschien, wurde nun zu einer Sprache, in der Materie etwas über ihren inneren Aufbau verrät. Dadurch ließen sich Stoffe nicht nur im Labor identifizieren; auch das Licht ferner Sterne konnte analysiert und auf seine chemische Zusammensetzung hin gelesen werden.

Aus der zunächst theoretischen Idee der Quantisierung entstand so eine neue Grundlage moderner Technologie. Ohne das Verständnis diskreter Energiezustände wären viele Errungenschaften des 20. und 21. Jahrhunderts kaum denkbar: Laser, Halbleiter, Computerchips, moderne Spektroskopie, medizinische Bildgebung und heutige Quantentechnologien beruhen auf Einsichten, die aus dieser neuen Physik hervorgingen (vgl. Kumar 2009, S. 354f.). Die Quantenphysik veränderte daher nicht nur das Bild vom Atom, sondern wurde zu einer stillen, aber tragenden Grundlage der modernen technischen Welt.

Erwin Schrödinger und die Quantenmechanik

In den 1920er-Jahren trat mit Erwin Schrödingers Wellenmechanik an die Stelle der festen Elektronenbahn eine neue, weit weniger anschauliche Beschreibung (vgl. Schrödinger 1926, S. 361f.). Das Elektron wurde nicht mehr einfach als kleines Kügelchen verstanden, das zu jedem Zeitpunkt einen bestimmten Weg nimmt. Stattdessen wurde sein Zustand durch eine Wellenfunktion beschrieben.

Anschaulich lässt sich der Gedanke mit einer schwingenden Saite vergleichen. Eine Gitarrensaite kann nicht in jeder beliebigen Weise schwingen; stabil sind nur bestimmte Schwingungsformen, die genau zur Länge der Saite passen. Ähnlich verhält es sich im Atom: Auch dort sind nicht beliebige Zustände möglich, sondern nur solche Wellenformen, die gewissermaßen zum Atom passen. Aus diesen "erlaubten" Wellenformen ergeben sich bestimmte Energien. Was bei Bohr noch als "erlaubte" Bahn erschien, wurde bei Schrödinger zu einem "erlaubten" Wellenzustand (vgl. Moore 2012, S. 178f.).

Damit veränderte sich die Frage, die man an die Natur stellte. Nicht mehr: "Auf welcher Bahn bewegt sich das Teilchen?", sondern: "Mit welcher Wahrscheinlichkeit finden wir es in einem bestimmten Bereich?" Denn die Wellenfunktion beschreibt keine sichtbare Bahn, sondern eine Wahrscheinlichkeitsdichte. Sie gibt an, wo ein

Elektron mit größerer oder geringerer Wahrscheinlichkeit gefunden werden kann (vgl. Born 1926, S. 863f.).

Die Physik wurde dadurch nicht ungenauer. Im Gegenteil: Die mathematischen Beschreibungen, die sie hervorbrachte, wurden außerordentlich präzise. Doch sie verlor einen Teil jener Anschaulichkeit, die das klassische Weltbild geprägt hatte. Die Natur ließ sich auf mikroskopischer Ebene berechnen, aber nicht mehr ohne Weiteres vorstellen.

Weltbild, Materiebegriff und Verantwortung

Gerade dieser Bruch mit dem klassischen Weltbild löste eine der berühmtesten Debatten der modernen Physik aus. Albert Einstein, der selbst wesentlich zur Entstehung der Quantenphysik beigetragen hatte, konnte sich mit einer grundsätzlich probabilistischen Deutung der Natur nicht abfinden. Sein berühmter Satz, Gott würfle nicht, brachte dieses Unbehagen auf den Punkt (vgl. Einstein/Born 1969, S. 129f.). Gemeint war damit weniger eine einfache theologische Aussage als vielmehr der Widerstand gegen die Vorstellung, dass die Natur auf ihrer tiefsten Ebene nicht in eindeutigen Bahnen, sondern in Wahrscheinlichkeiten spricht.

Für Philosophie und Theologie war diese Entwicklung bedeutsam, weil sie ein rein mechanistisches Weltbild erschütterte. Die Quantenphysik liefert keine einfachen Antworten auf Fragen nach Gott, Freiheit oder Sinn. Doch sie zeigte, dass Wirklichkeit wesentlich tiefer reicht als das, was sich in alltäglichen Bildern fassen lässt.

Auch der Begriff der Materie selbst veränderte sich. Im klassischen Denken erschien Materie lange als etwas Festes, Greifbares und Beständiges. Die moderne Physik löste dieses klassische Bild der Materie Schritt für Schritt auf: Radioaktivität zeigte, dass Atome zerfallen und sich in andere Stoffe umwandeln können; die Relativitätstheorie verband Masse und Energie; die Quantenmechanik beschrieb Materie schließlich nicht mehr nur als Ansammlung kleiner Teilchen, sondern durch Zustände, Wellenfunktionen und Wahrscheinlichkeiten. Materie blieb damit Grundlage physikalischer Wirklichkeit, erschien aber nicht mehr als starre Substanz, sondern als dynamische, strukturierte und nur begrenzt anschaulich fassbare Wirklichkeit.

Ihre politische und moralische Schärfe erhielt diese

neue Physik schließlich in der Kernspaltung. Als deutlich wurde, dass im Inneren des Atoms gewaltige Energiemengen verborgen liegen, eröffnete sich einerseits die Möglichkeit einer neuen Form der Energiegewinnung. Andererseits entstand aus derselben Erkenntnis die Grundlage für Kernwaffen. In Hiroshima und Nagasaki wurde wie nie zuvor sichtbar, dass naturwissenschaftlicher Fortschritt nicht nur Erkenntnis und technische Möglichkeiten hervorbringt, sondern auch eine neue Dimension menschlicher Verantwortung (vgl. Weizsäcker 1957, S. 19f.). Die moderne Physik veränderte daher nicht nur das Weltbild, sondern warf auch die Frage auf, wie der Mensch mit der Macht umgehen soll, die ihm seine Erkenntnisse in die Hand geben.

Materie als technisches Produkt: die großtechnische Stickstoffsynthese

Die Entdeckung der Radioaktivität zeigte, dass sich Materie aus sich selbst transformieren kann. Die großtechnische Stickstoffsynthese stellt gewissermaßen eine umgekehrte Wandlung von Materie dar: Die Transformation erfolgt hier nicht von selbst, sondern wird vom Menschen gesteuert. Stickstoff war über eine lange Zeit der Menschheitsgeschichte eine schwer zugängliche Ressource, obwohl er für Düngemittel eine zentrale Rolle spielt. Molekularer Stickstoff (N_2) ist eine der Hauptkomponenten von Luft und ein chemisch sehr reaktionsträges Molekül dank der stabilen Dreifachbindung ($N \equiv N$) (vgl. Riedel/Janiak 2022, S. 538f.). Da infolge der industriellen Revolutionen die Weltbevölkerung immer weiter zunahm, wurde eine Lösung des Stickstoffmangels immer dringlicher. Zahlreiche Chemiker forschten nach einem Weg, den Luftstickstoff chemisch zu binden und zugänglich für die Düngemittelproduktion zu machen (vgl. Smil 2000, S. 156).

Ammoniak aus Luft

Fritz Haber erkannte, dass die theoretisch mögliche Ausbeute unter Normaldruck und hohen Temperaturen deutlich geringer ist als mit technisch nutzbaren Methoden. Nach weiteren Forschungen stellte er schließlich fest, dass sich das chemische Gleichgewicht bei sehr hohem Druck auf die Seite des Ammoniaks verschieben ließ. Es gelang ihm die Synthese von Ammoniak unter damals unvorstellbaren Reaktionsbedingungen.

Haber schlug als Syntheseweg einen Druck von 200 bar, eine Temperatur zwischen 500°C – 600°C und einen Katalysator vor. Aus Stickstoff und Wasserstoff (H_2) stellte Haber im Labormaßstab kontrolliert Ammoniak (NH_3) her (vgl. Haber 1922, S. 1041f.).

Die großtechnische Transformation von Stickstoff zu Nahrungsmitteln erfolgte jedoch erst gemeinsam mit Carl Bosch. Habers Herstellungsweg erforderte Hochdruckreaktoren und industriell geeignete Katalysatoren. Bosch war für den industriellen Sprung verantwortlich, indem er beim Chemiekonzern BASF die Inbetriebnahme der ersten großtechnischen Anlage zur Ammoniaksynthese einleitete (vgl. Holdermann 1954, S. 65f.). Trotz seines großen Energiebedarfs ist das Haber-Bosch-Verfahren heute noch immer für einen wesentlichen Teil der globalen Ammoniakproduktion verantwortlich.

Stickstoff, eine zuvor nur aus natürlichen Vorkommen gewonnene Ressource, war damit industriell herstellbar. Materie wurde damit zu etwas technisch Erzeugbarem und nicht mehr nur zu etwas Vorgefundenem: Der Mensch war nun in der Lage, einen für alles Leben zentralen Baustein gezielt aus der Luft zu gewinnen, statt ihn allein in der Natur vorzufinden.

Von Nahrung zu Sprengstoff

Das Haber-Bosch-Verfahren ermöglichte die großtechnische Herstellung von Stickstoffdünger, wobei die Ernährung eines Großteils der Weltbevölkerung noch immer von synthetisch hergestelltem Stickstoff abhängt (vgl. Smil 2000, S. 156f.). Es zählt damit zu den lebenserhaltenden Errungenschaften der Menschheitsgeschichte. Gleichzeitig lieferte dasselbe Verfahren das Grundrezept für die Herstellung von Sprengstoffen: Der synthetisch erzeugte Stickstoff diente ebenso der Produktion von Explosivstoffen und Munition. Im Ersten Weltkrieg gelang es dem Deutschen Reich erst aufgrund dieser Entdeckung, seine Waffenproduktion über Jahre aufrechtzuerhalten (vgl. Szöllösi-Janze 1998, S. 270f.). Fritz Haber selbst spielte zudem eine zentrale Rolle beim Einsatz chemischer Kampfstoffe (vgl. Szöllösi-Janze 1998, S. 320f.). Dieselbe Errungenschaft, die einen Großteil der Menschheit ernähren half, verlängerte damit auch einen der verheerendsten Kriege ihrer Geschichte. Wie viel Entscheidungsspielraum dem Menschen dabei bleibt, lässt sich allerdings nicht so eindeutig beant-

worten, wie es zunächst scheint. Fest steht zunächst nur, dass mit dem technischen Fortschritt der Handlungshorizont wächst. Ob mit ihm auch die Freiheit und die Fähigkeit wachsen, über seine Nutzung verantwortlich zu entscheiden, ist damit noch nicht gesagt. Auf diese Frage kommt das Fazit zurück.

Fazit

Ob ein unsichtbarer Sprung im Atom zu Revolutionen in der Medizin oder zur Zerstörung ganzer Städte führt, ob ein strahlendes Stück Uran unsere Grundvorstellungen vom Determinismus erschüttert oder ob aus Luft und Wasserstoff sowohl Nahrung als auch Sprengstoff gewonnen wird: Naturwissenschaftliche Erkenntnis und technischer Fortschritt gehen stets Hand in Hand mit einer Transformation unseres philosophischen, moralischen und ethischen Weltbildes.

Mit der Entdeckung der Radioaktivität verlor die Materie ihren Charakter des Festen und Unveränderlichen, während sich Atome als dynamische Gebilde erwiesen, die zerfallen, strahlen und sich umwandeln können. Die Quantenphysik führte diesen Trend weiter und ersetzte das klar definierte Weltbild der klassischen Physik durch eine Wirklichkeit, die sich auf ihrer tiefsten uns bekannten Ebene nur noch in Wahrscheinlichkeiten beschreiben lässt. Das Haber-Bosch-Verfahren machte schließlich deutlich, dass der Mensch nicht mehr nur Beobachter, sondern Gestalter der Stoffe geworden ist, aus denen seine Welt besteht: Materie wurde technisch erzeugbar. Dass der Mensch dabei mit nachhaltigen Folgen in die Natur eingreift, ist freilich nicht neu. Hierfür denke man nur an die großflächige Rodung der Wälder seit der Antike. Die Reichweite des Einflusses des Menschen ist neu: Mit der industriellen Nutzung naturwissenschaftlicher Erkenntnis erreichte dieser Eingriff eine globale Dimension und führte ältere Entwicklungen zugleich fort und überstieg sie qualitativ.

Gerade in dieser Reichweite liegt jedoch die eigentliche Pointe wissenschaftlicher Transformation, denn was sie an Erkenntnis hervorbringt, öffnet stets auch Türen. Durch welche der Mensch geht, hängt wesentlich von moralischen Entscheidungen ab. So können Röntgenstrahlen heilen, aber auch verletzen. Kernspaltung kann Städte mit Energie versorgen oder sie zerstören. Synthetischer Stickstoff kann Milliarden Menschen ernähren oder zugleich als Sprengstoff Menschenleben

auslöschen. Ganz so einfach, wie diese Gegenüberstellungen nahelegen, liegt der Fall freilich nicht. Immer wieder haben Wissenschaftler:innen Gutes gewollt und dabei Schädliches geschaffen. Ein berühmtes Beispiel hierfür ist der Contergan-Skandal. Die Komplexität wissenschaftlich-technischer Möglichkeiten übersteigt schlicht oft die Fähigkeit des Menschen, ihre Folgen moralisch abzuwägen. Wissenschaftliche Erkenntnis ist in diesem Sinne nicht neutral, weil sie folgenlos wäre, sondern weil ihre Folgen erst durch menschliches Handeln ihre Richtung erhalten. Wie genau dieses Handeln jedoch verantwortet werden kann, bleibt eine offene und kontrovers diskutierte Frage.

Transformation ist deshalb viel mehr als ein technischer Wandel. Transformation ist ein Prozess, in dem naturwissenschaftliche Erkenntnis das Weltbild verändert und dabei neue Formen von Verantwortung hervorbringt. Die Arbeiten von Curie, Planck, Bohr, Schrödinger, Haber und Bosch stehen dabei nicht nur für nutzbringende Entdeckungen, sondern auch für die Einsicht, dass zusätzliches Wissen zugleich eine Erweiterung des Verantwortbaren ist. Ob aus diesem Wissen Nahrung oder Sprengstoff wird, entscheidet am Ende kein einzelner Mensch allein, sondern ein vielschichtiges Zusammenspiel aus Forschung, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Gerade weil sich diese Entscheidung keiner einzelnen Hand zuordnen lässt, bleibt ihre Verantwortung eine Aufgabe, die dem Menschen keine Erkenntnis abnimmt.

Constantin Richard Feitl ist ein gebürtiger Wiener und begeisterte sich bereits als Kind für die Naturwissenschaften. Er begann mit 15 Jahren parallel zur Schule Chemie zu studieren. Mit 18 Jahren schloss er den Bachelor in Chemie an der Universität Wien ab und mit 19 den Master in Chemie, beide mit Schwerpunkt auf theoretischer Chemie. Derzeit forscht er im Doktorat an der Universität Wien an der Entwicklung neuer theoretischer Methoden zur Beschreibung der ultraschnellen Dynamik in solvatisierten Elektronen, also in Lösungsmitteln eingebetteter Elektronen, nach deren Anregung durch Licht. Er ist seit 2026 PRO SCIENTIA Stipendiat.

Dato Tsomaia wurde in Georgien geboren und wuchs mit Georgisch, Russisch und Deutsch in einem mehrsprachigen Umfeld auf. Als Schüler war er mehrfach bei der Lateinolympiade erfolgreich. Derzeit studiert er Technische Physik im Master an der TU Wien und absolviert parallel die Ausbildung zum Medizinphysiker an der MedUni Wien. Wissenschaftliche Erfahrung sammelt er in der Nuklearmedizin und am MedAustron. Besonders wichtig sind ihm interdisziplinäres Arbeiten und die Verbindung von Physik, Medizin und gesellschaftlicher Verantwortung. Dato ist seit 2026 PRO SCIENTIA Stipendiat.

Literatur

- Becquerel 1896 = Henri Becquerel: Sur les radiations invisibles émises par les sels d'uranium. In: Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, Bd. 122, 1896, S. 1086–1088.
- Bohr 1913 = Niels Bohr: On the Constitution of Atoms and Molecules. In: Philosophical Magazine, Serie 6, Bd. 26, 1913, S. 1–25, 476–502, 857–875.
- Born 1926 = Max Born: Zur Quantenmechanik der Stoßvorgänge. In: Zeitschrift für Physik, Bd. 37, 1926, S. 863–867.
- Curie/Curie 1898 = Pierre Curie, Marie Curie: Sur une substance nouvelle radio-active, contenue dans la pechblende. In: Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, Bd. 127, 1898, S. 175–178.
- Einstein/Born 1969 = Albert Einstein, Max Born: Briefwechsel 1916–1955. Kommentiert von Max Born. München: Nymphenburger Verlagshandlung 1969.
- Haber 1922 = Fritz Haber: Über die Darstellung des Ammoniaks aus Stickstoff und Wasserstoff. In: Naturwissenschaften, Bd. 10, 1922, S. 1041–1049.
- Holdermann 1954 = Karl Holdermann: Im Banne der Chemie. Carl Bosch. Leben und Werk. Düsseldorf: Econ 1954.
- Jonas 1979 = Hans Jonas: Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Frankfurt am Main: Insel 1979.
- Kelvin 1901 = William Thomson (Lord Kelvin): Nineteenth Century Clouds over the Dynamical Theory of Heat and Light. In: The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, Serie 6, Bd. 2, 1901, S. 1–40.
- Kuhn 1976 = Thomas S. Kuhn: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. 2., revidierte Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1976.
- Kumar 2009 = Manjit Kumar: Quanten. Einstein, Bohr und die große Debatte über das Wesen der Wirklichkeit. Berlin: Berlin Verlag 2009.
- Moore 2012 = Walter Moore: Erwin Schrödinger. Eine Biographie. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2012.
- Pais 1991 = Abraham Pais: Niels Bohr's Times. In Physics, Philosophy, and Polity. Oxford: Clarendon Press 1991.
- Planck 1900 = Max Planck: Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspectrum. In: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Bd. 2, 1900, S. 237–245.
- Riedel/Janiak 2022 = Erwin Riedel, Christoph Janiak: Anorganische Chemie. 10. Aufl. Berlin/Boston: De Gruyter 2022.
- Röntgen 1895 = Wilhelm Conrad Röntgen: Über eine neue Art von Strahlen. Vorläufige Mittheilung. In: Sitzungsberichte der Würzburger Physikalisch-medicinischen Gesellschaft, 1895, S. 132–141.
- Rutherford 1911 = Ernest Rutherford: The Scattering of α and β Particles by Matter and the Structure of the Atom. In: Philosophical Magazine, Serie 6, Bd. 21, 1911, S. 669–688.
- Schrödinger 1926 = Erwin Schrödinger: Quantisierung als Eigenwertproblem (Erste Mitteilung). In: Annalen der Physik, Bd. 384, 1926, S. 361–376.
- Smil 2000 = Vaclav Smil: Enriching the Earth. Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production. Cambridge, MA: MIT Press 2000.
- Szöllösi-Janze 1998 = Margit Szöllösi-Janze: Fritz Haber 1868–1934. Eine Biographie. München: C. H. Beck 1998.
- Weizsäcker 1957 = Carl Friedrich von Weizsäcker: Die Verantwortung der Wissenschaft im Atomzeitalter. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1957.

Der entscheidende Impuls

Wie nicht-invasive Hirnstimulation Leben transformieren und das Gehirn besser verständlich machen kann

CHARLOTTE SCHNEIDER

Wien

Nicht-invasive Hirnstimulation entwickelt sich zu einem der dynamischsten Forschungsfelder der Neurowissenschaften. Der Beitrag stellt die transkranielle Magnetstimulation (TMS) und die transkranielle Pulsstimulation (TPS) vor und erläutert ihre Wirkmechanismen, klinischen Anwendungen sowie ihre Bedeutung für die neurowissenschaftliche Forschung. Anhand aktueller Studien wird gezeigt, wie beide Verfahren zur Behandlung neurologischer und psychiatrischer Erkrankungen beitragen und zugleich neue Einblicke in die Funktion neuronaler Netzwerke ermöglichen.

In der Neurowissenschaft wächst das Feld der nicht-invasiven Gehirnstimulation (NIBS) rasant. Im Gegensatz zu operativen Eingriffen, pharmakologischen Interventionen oder Gehirnstimulationsarten, die dauerhaft invasiv angebracht werden wie etwa Hirnschrittmacher bei der Parkinsonkrankheit, wird die nicht-invasive Hirnstimulation rein äußerlich angewandt. Grob kann man zwischen elektrischer, magnetischer und ultraschallbasierter Stimulation unterscheiden.

Gehirnstimulation wird heute bereits eingesetzt, um Depressionen zu behandeln, oder als *Add-on*-Therapie bei der Alzheimerdemenz angewandt. Einsetzbar ist sie dort, wo herkömmliche Therapien bisher keine Erfolge erzielten oder über die herkömmlichen Therapien hinaus Verbesserungen erreicht werden können; gleichzeitig können manche Arten der Gehirnstimulation transiente Änderungen der Hirnaktivierung hervorrufen, die die Erforschung bisher schwer zugänglicher Fragestellungen ermöglichen. Nicht-invasive Hirnstimulation hat daher gleich in mehreren Hinsichten das Potential, die Neurowissenschaften zu transformieren. Im Folgenden sollen zwei Verfahren, transkranielle Magnetstimulation (TMS) und transkranielle Pulsstimulation, näher beleuchtet werden.

Neuroplastizität

Das Gehirn kann sich ständig verändern; das nennt man Neuroplastizität. Zum Beispiel kann sich ändern, welche

Teile des Gehirns wann aktiv werden, wie das Gehirn sich strukturiert und organisiert. So restrukturiert sich unser Gehirn fortlaufend und passt sich an Umwelteinflüsse und Anforderungen an.

Das Prinzip "what fires together wires together" geht auf Donald Hebb zurück und beschreibt die Idee, dass gleichzeitig aktive Nervenzellen ihre Verbindungen verstärken (Hebb, 1949). Als einer der möglichen biologischen Mechanismen, durch die dies umgesetzt wird, gilt *Long-Term Potentiation* (LTP; Bliss & Lømo, 1973). So bilden sich komplexe Netzwerke, die beeinflussen, wie wir uns fühlen und verhalten. Die Aktivierung oder Fehlaktivierung dieser Netzwerke ist bei verschiedenen Krankheitsbildern zu beobachten, etwa bei Depressionen (Mayberg et al., 1999) sowie bei Erkrankungen aus dem Demenzspektrum (Seeley et al., 2009). Genau hier setzt die nicht-invasive Hirnstimulation an.

Ein prominentes Beispiel ist das SAINT-Protokoll zur Behandlung therapieresistenter Depressionen (Cole et al., 2022; Cole et al., 2020). Hierfür wird transkranielle Magnetstimulation eingesetzt. Transkraniell bedeutet, dass es außerhalb des Schädels angewandt wird, und Magnetstimulation bezieht sich darauf, dass eine Spule verwendet wird, um ein magnetisches Feld zu erzeugen. Durch einen Wechsel im magnetischen Feld können elektrische Impulse im Gehirn erzeugt und so Neuronen erregt werden, die in Bereichen nahe unter dem Schädel liegen (Hallett, 2000). Durch die wiederholte Aktivierung wird die Erregbarkeit von Nervenzellen verändert; unter geeigneten Bedingungen können Aktionspotentiale ausgelöst werden (Pascual-Leone, 2000; Rossini et al., 2015). Nun ist das Gehirn so aufgebaut, dass man, indem man an einer Stelle Neuronen erregt, ein ganzes Netzwerk aktivieren kann. Das ist gerade bei Krankheiten wie Depressionen sehr wertvoll.

Transkranielle Magnetstimulation

Beim SAINT-Protokoll wird der dorsolaterale präfrontale Cortex (DLPFC) – ein Areal das im vorderen Teil des Gehirns, direkt hinter der Stirn und knapp oberhalb der Schläfen liegt – angezielt. Bereits in den 90er-Jahren hat man festgestellt, dass bei Depressionen ein Netzwerk, bestehend aus dem tiefer gelegenen subgenualen anterioren cingulären Cortex (sgACC) und dem corticalen DLPFC, auffällig verändert ist; die Aktivität des sgACC war vergleichsweise hoch und die Aktivität des DLPFC niedriger. Depression ist mit erhöhter Aktivität im sgACC und verminderter Aktivität in präfrontalen Regionen assoziiert; klinische Besserung geht mit einer Normalisierung dieses Musters einher (Mayberg et al., 1999).

Mit TMS kann man die Aktivität von angezielten Gehirnregionen und ihre funktionellen Netzwerke erhöhen oder auch verringern. Erhöht man die Aktivität im DLPFC, der nahe der Hirnoberfläche liegt, können über die Verbindungen innerhalb des Netzwerks somit auch tiefer gelegene Hirnregionen beeinflusst werden. Auf diese Weise lässt sich indirekt auch der subgenuale anteriore cinguläre Cortex (sgACC) modulieren, der selbst mit TMS nicht direkt erreichbar ist (Fox et al., 2012). Die funktionellen Verbindungen zwischen DLPFC und sgACC können sich jedoch zwischen einzelnen Patient:innen unterscheiden. Durch eine Aufzeichnung der Hirnaktivität mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) lässt sich bestimmen, welche Bereiche innerhalb des DLPFC bei einem:einer Patient:in am stärksten mit dem sgACC antikorreliert sind. Die Stimulation solcher Bereiche wurde mit besseren Therapieergebnissen in Verbindung gebracht (Fox et al., 2012).

Beim SAINT-Protokoll wird eine solche Stelle identifiziert und dann stimuliert. Auch hier macht man sich das Prinzip "what fires together wires together" zunutze. Die Grundidee hinter solchen Protokollen ist, wiederholt Aktivitätsmuster zu erzeugen, die langfristige Veränderungen neuronaler Netzwerke begünstigen. In der SAINT-Studie erhielten Patient:innen mit behandlungsresistenter Depression fünf Tage lang täglich zehn zehnminütige Stimulationssitzungen. Die Teilnehmenden erreichten im Durchschnitt bereits nach zwei bis drei Tagen die Kriterien für eine Remission, ein weitestgehendes Verschwinden der depressiven Symptome. Insgesamt erreichten 86–90 % der Patient:innen eine

Remission (Cole et al., 2020). Da die Studie keine Kontrollgruppe enthielt, wurde die Wirksamkeit anschließend in einer placebokontrollierten Studie untersucht. Dabei erreichten 52,5 % der behandelten Patient:innen eine Remission, verglichen mit 11,1 % in der Placebogruppe (Cole et al., 2022). Obwohl diese Zahlen weniger eindrucksvoll klingen, sprechen sie dennoch für eine deutliche Wirksamkeit bei einer Patient:innengruppe, die auf etablierte Behandlungsverfahren zuvor nicht ausreichend angesprochen hatte.

Dieser Erfolg ist deswegen so interessant, weil hier auf mehreren Ebenen eine Transformation stattfindet: Zum einen werden krankheitsassoziierte Aktivitätsmuster in Hirnnetzwerken beeinflusst, zum anderen kann sich dadurch die Lebensrealität der Betroffenen grundlegend verändern.

Die Verbesserungen mit TMS sind im Vergleich zu anderen Methoden besonders schnell; Behandlungen mit Antidepressiva wie z. B. selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer (SSRIs) brauchen oft 6 bis 8 Wochen, bis sie ihre volle therapeutische Wirkung erreichen (Bauer et al., 2009). Hinzu kommt, dass medikamentöse Behandlungen mit einer Reihe von Nebenwirkungen verbunden sein können, wie etwa Übelkeit, Schlafstörungen, Gewichtszunahme oder sexuellen Funktionsstörungen (Bundesärztekammer et al., 2023).

Die Forschung zu TMS bei Depressionen ist trotz der bisherigen Erfolge noch lange nicht abgeschlossen. Derzeit konzentriert sie sich darauf zu identifizieren, welche Stimationsparameter die besten Behandlungsergebnisse erzielen. So können beispielsweise die Intensität der Stimulation, die Frequenz der Pulse oder die Pausen zwischen den Stimulationsblöcken angepasst werden. Darüber hinaus wurden in den letzten Jahren neue Protokolle entwickelt, die eine deutlich kürzere Behandlungsdauer ermöglichen. Während eine klassische TMS-Sitzung häufig 20 bis 40 Minuten dauert, kann eine Behandlung mit intermittierender Theta-Burst-Stimulation (iTBS) bereits in etwa drei Minuten durchgeführt werden (Blumberger et al., 2018).

Transkranielle Pulsstimulation

Neben der TMS gibt es seit neuerem auch eine ultraschallbasierte Art der nicht-invasiven Hirnstimulation: Die transkranielle Pulsstimulation (TPS) wurde maßgeb-

lich durch den Wiener Forscher Roland Beisteiner entwickelt. Wodurch die Effekte bei TPS entstehen, ist wie bei TMS noch nicht endgültig geklärt.

Ähnlich wie bei TMS wird bei TPS ein Gerät am Schädel aufgesetzt, um bestimmte Netzwerke anzuzielen (ABBX). Allerdings funktioniert die Stimulation nicht ausschließlich über ausgelöste elektrische Impulse. Anders als bei der TMS werden bei der TPS keine elektrischen Felder im Gehirn erzeugt, sondern mechanische Ultraschallpulse in das Gewebe eingebracht. Diese breiten sich als Kompressionswellen (compression waves) aus. Dabei wechseln sich Phasen positiven und negativen Drucks ab. Während der Kompressionsphase werden die Gewebestrukturen geringfügig zusammengedrückt, während sie sich in der anschließenden Rarefaktionsphase wieder ausdehnen. Die Teilchen im Gewebe bewegen sich dabei nur minimal von ihrer ursprünglichen Position weg und kehren anschließend weitgehend in ihre Ausgangslage zurück (Murphy et al., 2025). Ein Teil der Energie geht dabei auf dem Weg durch den Schädel verloren. Diese Abschwächung wird als Attenuation bezeichnet und entsteht durch Absorption, Streuung und Reflexion der Ultraschallwellen.

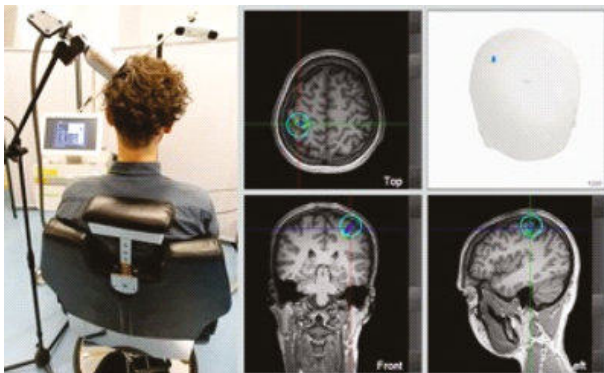


Abb. 1: TPS-Setup und Neuronavigation.

Obwohl diese Bewegungen mikroskopisch klein sind, reichen sie möglicherweise aus, um mechanische Kräfte auf Zellmembranen auszuüben und dadurch biologische Prozesse anzustoßen (Tyler, 2010). Man geht davon aus, dass die Ultraschallwellen zu einer geringfügigen Stauchung und Streckung von Zellmembranen führen. Dieser Prozess wird als Mechanotransduktion bezeichnet und beschreibt die Umwandlung mechanischer Reize in biologische Signale. Die Verformung der Membran öffnet möglicherweise mechanosensitive Ionenkanäle, was wiederum die Erregbarkeit von Nervenzellen verändern und neuronale Aktivität auslösen kann

(Kubaneck et al., 2016). Eine direkte Steigerung der Nervenzellaktivität durch Ultraschallpulse wurde bereits beschrieben (Weinreb & Moses, 2022). Hier könnten TMS und TPS im Ergebnis ähnliche Effekte produzieren.

Weiters wird diskutiert, ob eben diese mechanistische Wirkung über reine Aktivierung hinaus möglicherweise weitere Effekte wie Neurogenese oder Reparatur im Gehirn anregt (Kubaneck et al., 2016; Tyler, 2010). Dies könnte insbesondere bei neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer relevant sein, in deren Verlauf das Gehirn Nervenzellen verliert. Sollte es tatsächlich gelingen, die beschriebenen Prozesse therapeutisch nutzbar zu machen, würde dies einen grundlegend neuen Ansatz für die Behandlung solcher Erkrankungen darstellen.

Ein weiterer Vorteil der TPS besteht darin, dass im Gegensatz zur TMS auch tiefer gelegene Hirnregionen erreicht werden können, die mit TMS nur schwer oder gar nicht direkt fokal stimulierbar sind. Dazu zählt beispielsweise auch der Precuneus, der bei der Alzheimer-Krankheit bereits früh funktionelle Veränderungen zeigt und deshalb in der ersten Alzheimer-TPS-Studie als eine der Zielregionen gewählt wurde (Beisteiner et al., 2019). Ebenso wird der Hippocampus, der eine zentrale Rolle für Lernen und Gedächtnis spielt, als mögliche Zielstruktur für ultraschallbasierte Neuromodulation diskutiert. Aufgrund seiner Tiefe ist er mit TMS ebenfalls nur indirekt erreichbar, könnte jedoch prinzipiell durch fokussierten Ultraschall stimuliert werden (Tyler et al., 2018).

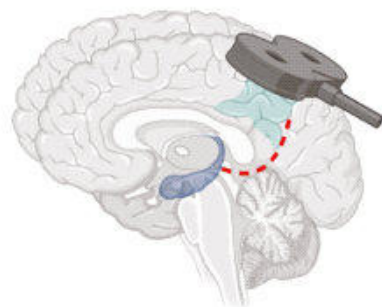


Abb. 2: Indirektes Anzielen des Hippocampus durch die Stimulation eines kortikalen Areals.

Neben den Kompressionswellen können auch sogenannte Scherwellen (shear waves) entstehen, die als sekundäre Wellen durch die Stauchung und Streckung des Gewebes ausgelöst werden (Murphy et al., 2025). Welche Rolle diese für die Neuromodulation spielen, ist bisher allerdings noch weitgehend unklar. Insbesondere

die Phase des negativen Drucks wird im Zusammenhang mit Kavitation diskutiert. Darunter versteht man die Bildung und das Zusammenfallen kleiner Gasblasen im Gewebe. Theoretisch kann der Unterdruck dazu führen, dass sich gelöste Gase zu kleinen Bläschen zusammenlagern oder sich bereits vorhandene Bläschen vergrößern. Kavitation kann in anderen medizinischen Anwendungen gezielt genutzt werden, um beispielsweise die Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke vorübergehend zu erhöhen und dadurch Medikamente besser in bestimmte Hirnregionen zu transportieren. Gleichzeitig gilt sie jedoch als potenzielles Sicherheitsrisiko, da ihr Auftreten schwer vorherzusagen ist und bei zu starker Ausprägung Gewebeschäden verursachen kann. Nach aktuellem Kenntnisstand sind für solche Effekte jedoch deutlich höhere Schalldrücke nötig, als üblicherweise bei der TPS eingesetzt werden. Allgemein geht man daher davon aus, dass Kavitation bei den derzeit verwendeten Stimulationsparametern keine wesentliche Rolle spielt (Fomenko et al., 2018; Plaksin et al., 2016; Tyler, 2010). Ähnlich wie bei der TMS könnten letztlich einer dieser Prozesse oder eine Kombination mehrerer Mechanismen zu Veränderungen neuronaler Netzwerke führen (Tyler et al., 2018).

Was das für Patient:innen konkret bedeuten könnte, untersuchte das Team um Roland Beisteiner in der ersten randomisierten kontrollierten Studie mit TPS (Matt, Mitterwallner, et al., 2025). Hierbei wurden Alzheimer-Patient:innen mit TPS behandelt. Anders als bei der oben vorgestellten TMS-Studie wurden mehrere Areale stimuliert. Die Behandlung fand über mehrere Wochen statt. Es gab 60 Teilnehmende, die in zwei Gruppen aufgeteilt wurden: Eine Gruppe erhielt zuerst eine Sham-Behandlung, also eine Behandlung ohne echte TPS; die andere Gruppe erhielt TPS. Danach wurden die Gruppen getauscht. Jede:r Patient:in erhielt 6 TPS- und 6 Sham-TPS-Sessions mit 6000 Pulsen innerhalb der zwei Blöcke, zwischen denen ca. vier Monate Pause lagen. Bei jedem Block wurde dokumentiert, wie sich verschiedene kognitive Domänen, wie z. B. das Gedächtnis, verbesserten und wie sich die Hirnaktivität veränderte.

Es zeigte sich, dass besonders die jüngeren Teilnehmenden von der Behandlung profitierten; sie schnitten besser in Gedächtnistests ab und zeigten eine erhöhte Aktivität beziehungsweise eine "Upregulation" von Gedächtnisnetzwerken im Vergleich zur Ausgangsunter-

suchung (Matt, Mitterwallner, et al., 2025). Zudem wurden deutliche antidepressive Effekte beobachtet. Eine weitere Studie aus demselben Team zeigte, dass sich bei individualisierter TPS-Therapie kognitive Scores signifikant verbessern können (Radjenovic et al., 2025). Bei beiden Studien fällt allerdings auf, dass die Ergebnisse sehr heterogen sind. Manche Patient:innen reagieren deutlich besser auf die Therapie als andere, wobei Matt et al. beobachteten, dass dies mit dem Alter assoziiert ist (Matt, Mitterwallner, et al., 2025). Gerade bei neurodegenerativen Erkrankungen gibt es viele Faktoren, die den Effekt beeinflussen könnten. Das Gehirn ändert sich mit dem Alter, verschiedene altersassoziierte Mechanismen könnten den beobachteten Effekt treiben. Ebenso könnte die Pathologie von neurodegenerativen Erkrankungen die Ergebnisse modifizieren, weil im Alter die Krankheit im Alter oft weiter fortgeschritten ist. Anders als bei der vorgestellten TMS-Studie wird TPS hier als Add-on-Therapie, also als ergänzende Therapie empfohlen und durchgeführt. Der größte Gewinn liegt in diesem Fall nicht darin, eine Alternative zur Behandlung mit Medikamenten zu bieten, sondern bei Betroffenen, die nach dem gegenwärtigen Stand der Medizin bereits optimal behandelt sind, die Lebensqualität zu erhöhen und ihnen mehr Eigenständigkeit zu ermöglichen. Dies käme zugleich den Angehörigen zugute. Im Bereich der neurodegenerativen Erkrankungen bestehen die therapeutischen Möglichkeiten vornehmlich in einer Verlangsamung des Verlaufs; eine Heilung ist mit nicht-invasiver Hirnstimulation grundsätzlich nicht möglich. Ähnliche Untersuchungen wurden inzwischen auch bei Parkinson-Patient:innen durchgeführt. Sie berichten von Verbesserungen der Feinmotorik sowie der grobmotorischen Symptome (Matt, Plischek, et al., 2025). Neben Alzheimer und Parkinson wird TPS derzeit auch bei anderen neurologischen Erkrankungen erprobt. Studien mit Long-Covid-Patient:innen sowie Menschen mit Multipler Sklerose sind derzeit in Planung oder werden bereits durchgeführt. Die Evidenzlage ist jedoch bislang deutlich geringer als bei Alzheimer, weshalb weitere kontrollierte Studien erforderlich sind.

Außerhalb des klinischen Settings

Lange Zeit baute die Neurowissenschaft auf Läsionsmodellen auf; demnach waren Rückschlüsse auf die Rolle bestimmter Hirnstrukturen nur dann möglich, wenn sie

nicht so funktionierten, wie sie sollten, etwa wegen einer Krankheit oder wegen eines invasiven Eingriffs. Das prominenteste Beispiel hierfür ist wahrscheinlich Patient H.M. (Scoville & Milner, 1957). Bei diesem wurden im Zuge einer bilateralen medialen Temporallappenresektion große Teile des Hippocampus entfernt, um eine starke Epilepsie zu behandeln. Danach konnte er sich an keine neuen Erlebnisse mehr erinnern und kaum mehr etwas Neues erlernen. Nicht zuletzt sein Fall trug dazu bei, die Rolle des Hippocampus als eines Hauptbestandteils von Gedächtnisnetzwerken zu verstehen. Wenn solche Entdeckungen erst dann gemacht werden, nachdem Eingriffe erfolgt oder die Patient:innen erkrankt sind, wird es allerdings schwer, genaue Schlüsse zu ziehen, da die Betroffenen oft nicht nur ein bestimmtes Defizit haben, sondern komplexe Pathologien aufweisen. Mit der nicht-invasiven Hirnstimulation kann hingegen die Aktivität einer bestimmten Hirnregion und der mit ihr verbundenen Netzwerke transient, also vorübergehend, verändert werden. Dadurch sind Rückschlüsse auf die Bedeutung des Netzwerks für verschiedene Prozesse wie Sprache, zur Entscheidungsfindung oder zu anderen Verhaltensweisen möglich. Für die Neurowissenschaft ergibt sich so die Möglichkeit, verstärkt kausale Fragestellungen zu untersuchen (Pascual-Leone, 2000). Durch die gezielte Modulation neuronaler Aktivität können Forschende prüfen, welche Hirnregionen und Netzwerke zu bestimmten Verhaltensweisen beitragen, welche Veränderungen in anderen Hirnarealen dadurch ausgelöst werden und welche Auswirkungen dies auf kognitive Leistungen oder klinische Symptome haben kann.

Die NIBS hat die Neurowissenschaften bereits transformiert und wird in vielfältigen Bereichen angewandt: klinisch, aber auch in Bereichen der Forschung wie Neurolinguistik oder Neuroökonomie, wo man zum Beispiel untersuchen kann, wie sich die Aktivität von Netzwerken auf das Verhalten oder die Sprache auswirkt (Pascual-Leone, 2000; Polanía et al., 2018). Hier wird vor allem TMS verwendet; in den letzten Jahren gewinnt jedoch auch der fokussierte Ultraschall zunehmend an Bedeutung. TPS wird neben der klinischen Anwendung zunehmend auch in präklinischen Studien und Tiermodellen eingesetzt, um biologische Mechanismen wie neuronale Aktivierung, Veränderungen funktioneller Netzwerke oder mögliche neuroplastische Effekte besser zu verstehen (Karakatsani et al., 2025). So tut sich abseits von

klinischen Beschreibungen von Einzelfällen hin zu kausaler Neuroscience ein zweiter Weg auf, um zu beschreiben, wie das Gehirn funktioniert, und um zu herauszufinden, wie man erkrankten Personen am besten helfen kann (Pascual-Leone, 2000).

Es bleiben noch viele offene Fragen. Eine Herausforderung besteht z.B. darin, TPS mit funktioneller Bildgebung zu kombinieren. Dadurch könnte man während der Stimulation beobachten, wie sich die Hirnaktivität verändert. Anders als bei TMS existieren jedoch noch keine etablierten Verfahren, mit denen TPS routinemäßig, während einer fMRT-Untersuchung angewendet werden kann. Weiters wissen wir nicht, warum genau manche Patient:innen besser auf TPS- und TMS-Therapien ansprechen als andere.

Die Setups sind komplex. Vor allem bei neurodegenerativen Erkrankungen ist es eine große Herausforderung, standardisierte Verfahren zu entwickeln, da der Krankheitsverlauf sich individuell stark unterscheidet und oft noch wenig über die Krankheiten bekannt ist.

Trotz dieser offenen Fragen gibt derzeit vor allem die hohe Geschwindigkeit, mit der sich das Forschungsgebiet entwickelt, Anlass zu Optimismus. Das auf dem SAINT-Protokoll basierende *Stanford Neuromodulation Therapy* (SNT)-Verfahren wurde inzwischen von der *Food and Drug Administration* (FDA) zur Behandlung therapieresistenter Depressionen zugelassen und hat bereits vielen Patient:innen eine deutliche Linderung ihrer Symptome ermöglicht. Zur Behandlung der Alzheimer-Demenz besteht für TPS eine CE-Zertifizierung in Europa; gleichzeitig wird die Methode weiterhin in internationalen klinischen Studien untersucht.

Charlotte Schneider forscht als Doktorandin an der Medizinischen Universität Wien und der Universität Zürich. Ihre Forschung konzentriert sich auf Gedächtnisprozesse, nicht-invasive Hirnstimulation und Neurobildgebung. Derzeit untersucht sie den Einsatz von transkranieller Pulsstimulation (TPS), TMS-fMRT und Eye-Tracking zur Erforschung neuronaler Mechanismen von Gedächtnis und kognitivem Abbau. Zuvor absolvierte sie Masterstudiengänge in Cognitive Science und Musikwissenschaft an der Universität Wien und war als Gastwissenschaftlerin an der University of Cambridge tätig. Ihr wissenschaftliches Ziel ist es, die neuronalen Grundlagen menschlicher Gedächtnisprozesse besser zu verstehen und zur Entwicklung neuer diagnostischer und therapeutischer Ansätze beizutragen. Charlotte ist seit 2026 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

Literatur

- Bauer, M. et al.: World Federation of Societies of Biological Psychiatry (WFSBP) Guidelines for Biological Treatment of Unipolar Depressive Disorders in Primary Care. *World Journal of Biological Psychiatry* 8 (2009), S. 67–104.
- Beisteiner, R. et al.: Transcranial Pulse Stimulation with Ultrasound in Alzheimer's Disease—A New Navigated Focal Brain Therapy. *Advanced Science* 7 (2019).
- Bliss, T. V. P.; Lømo, T.: Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path. *Journal of Physiology* 232 (1973), S. 331–356.
- Blumberger, D. M. et al.: Effectiveness of theta burst versus high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with depression (THREE-D): a randomised non-inferiority trial. *Lancet* 391 (2018), S. 1683–1692.
- Bundesärztekammer et al.: Nationale Versorgungsleitlinie Unipolare Depression. Version 3.0. 2023.
- Cole, E. J. et al.: Stanford Neuromodulation Therapy (SNT): A Double-Blind Randomized Controlled Trial. *American Journal of Psychiatry* 179 (2022), S. 132–141.
- Cole, E. J. et al.: Stanford Accelerated Intelligent Neuromodulation Therapy for Treatment-Resistant Depression. *American Journal of Psychiatry* 177 (2020), S. 716–726.
- Fomenko, A. et al.: Low-intensity ultrasound neuromodulation: An overview of mechanisms and emerging human applications. *Brain Stimulation* 11 (2018), S. 1209–1217.
- Fox, M. D. et al.: Efficacy of Transcranial Magnetic Stimulation Targets for Depression Is Related to Intrinsic Functional Connectivity with the Subgenual Cingulate. *Biological Psychiatry* 72 (2012), S. 595–603.
- Hallett, M.: Transcranial magnetic stimulation and the human brain. *Nature* 406 (2000), S. 147–150.
- Hebb, D. O.: *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. New York: Wiley 1949.
- Karakatsani, M. E. et al.: Transcranial pulse stimulation modulates neuronal activity and functional network dynamics. *Brain Stimulation* 18 (2025), S. 1834–1842.
- Kubaneck, J. et al.: Ultrasound modulates ion channel currents. *Scientific Reports* 6 (2016).
- Matt, E. et al.: Ultrasound Neuromodulation With Transcranial Pulse Stimulation in Alzheimer Disease. *JAMA Network Open* 8 (2025).
- Matt, E. et al.: Transcranial Pulse Stimulation Enhances Dexterity in Parkinson's Disease: A Randomized Sham-Controlled Clinical Trial. *medRxiv* (2025).
- Mayberg, H. S. et al.: Reciprocal Limbic-Cortical Function and Negative Mood: Converging PET Findings in Depression and Normal Sadness. *American Journal of Psychiatry* 156 (1999), S. 675–682.
- Murphy, K. R. et al.: A practical guide to transcranial ultrasonic stimulation from the IFCN-endorsed ITRUSST consortium. *Clinical Neurophysiology* 171 (2025), S. 192–226.
- Pascual-Leone, A.: Transcranial magnetic stimulation in cognitive neuroscience – virtual lesion, chronometry, and functional connectivity. *Current Opinion in Neurobiology* 10 (2000), S. 232–237.
- Plaksin, M.; Kimmel, E.; Shoham, S.: Cell-Type-Selective Effects of Intramembrane Cavitation as a Unifying Theoretical Framework for Ultrasonic Neuromodulation. *eNeuro* 3 (2016).
- Polanía, R.; Nitsche, M. A.; Ruff, C. C.: Studying and modifying brain function with non-invasive brain stimulation. *Nature Neuroscience* 21 (2018), S. 174–187.
- Radjenovic, S. et al.: A retrospective analysis of ultrasound neuromodulation therapy using transcranial pulse stimulation in 58 dementia patients. *Psychological Medicine* 55 (2025).
- Rossini, P. M. et al.: Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord, roots and peripheral nerves: Basic principles and procedures for routine clinical and research application. *Clinical Neurophysiology* 126 (2015), S. 1071–1107.
- Scoville, W. B.; Milner, B.: Loss of Recent Memory after Bilateral Hippocampal Lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 20 (1957), S. 11–21.

- Seeley, W. W. et al.: Neurodegenerative Diseases Target Large-Scale Human Brain Networks. *Neuron* 62 (2009), S. 42–52.
- Tyler, W. J.: Noninvasive Neuromodulation with Ultrasound? A Continuum Mechanics Hypothesis. *The Neuroscientist* 17 (2010), S. 25–36.
- Tyler, W. J.; Lani, S. W.; Hwang, G. M.: Ultrasonic modulation of neural circuit activity. *Current Opinion in Neurobiology* 50 (2018), S. 222–231.
- Weinreb, E.; Moses, E.: Mechanistic insights into ultrasonic neurostimulation of the brain. *Current Opinion in Biomedical Engineering* 22 (2022).

Abbildungen

- Abb. 1: Screenshot aus: Matt E., Kaindl L., Tenk S., et al. First evidence of long-term effects of transcranial pulse stimulation (TPS) on the human brain. *Journal of Translational Medicine*. 2022;20:26. CC BY 4.0.
- Abb. 2: Charlotte Schneider mit BioRender.com.

Liminality in the Brain

Neuroplasticity and Transformation

KRISTOFFER STURM

Wien

Der Beitrag verbindet neurowissenschaftliche Forschung zur Neuroplastizität mit dem anthropologischen Konzept der Liminalität. Er argumentiert, dass transformative Erfahrungen durch Phasen produktiver Destabilisierung entstehen, in denen stabile Selbst- und Weltmodelle vorübergehend aufgelockert werden. Auf der Grundlage von Konzepten des Rituals, Psychedelika, Kunst und Ehrfurcht wird die Hypothese entwickelt, dass solche liminalen Zustände erhöhte neuronale Flexibilität ermöglichen und so nachhaltige Veränderungsprozesse begünstigen können.

The brain does not have it easy. It needs to offer a stable neural foundation for reliable models of the self and the world around it, while at the same time staying adaptable and enabling meaningful transformation. This tension sits at the center of modern neuroscience. While this field of research is well able to describe how the brain reorganizes, the conditions under which transformation manifests neurally are not yet fully explored. To get a deeper understanding of this process and of the conditions under which transformation is enabled, this text proposes to synthesize two bodies of thought that address the problem of transformation from different perspectives: the network neuroscience of plasticity and the anthropological concept of liminality, as developed by Arnold van Gennep (1909/1960) and Victor Turner (1969). Both bodies of thought operate at different levels of description. Together, however, they suggest a framework for thinking about transformation as a phenomenon on multiple levels with identifiable neural signatures, phenomenological characteristics, and cultural forms. In order to show this, the following lines review findings from anthropology, psychology, and neuroscience to combine converging evidence on topics such as ritual, pharmacology, and art. When combined, these hint at an underlying phenomenon in which the organized self is temporarily expanded into a more destabilized network state that makes transformation possible. Importantly, the convergence proposed here is structurally suggestive rather than mechanistically established:

liminality and neural network science operate at vastly different levels, and how they relate to each other is not yet clear.

This attempt at integration fits into the emerging field of neuroanthropology, which has begun to address precisely this intersection, arguing that cultural practices shape neural architecture in ways that go beyond individual learning (R. Turner, 2015; R. Turner & Whitehead, 2008). Robert Turner's work is especially relevant. Drawing on neuroscience and the anthropology of his father Victor Turner, he argues that liminal states induced by ritual remove the cultural feedbacks that maintain prior social identity, thereby enabling modification of brain connectivity through synaptic plasticity and myelination (R. Turner, 2015, 2019). The following text builds on this idea to offer a generative hypothesis and to organize scientific findings along the question of how and when transformation takes place.

The brain's ability to change

The understanding of neuroplasticity begins with Hebb (1949). His principle, later summarized as "neurons that fire together wire together," became a fundamental idea of neuroscience. However, this formulation also constrained how plasticity was conceptualized: as fundamentally local and incrementally synaptic. Contemporary neuroscience has revised and broadened this picture. Plasticity is now conceptualized as a property of distributed neural systems across multiple spatial and temporal scales, including synaptic modulation (Malenka & Bear, 2004), white matter remodeling (Zatorre et al., 2012), and large-scale reconfiguration of functional connectivity patterns (Bassett & Sporns, 2017).

A fairly recent development applies network science to brain organization, modelling it as a dynamic graph of nodes (i.e., anatomical regions) and edges (i.e., functional or structural connections) that form modules and

networks. Research employing functional magnetic resonance imaging (fMRI), which uses the blood-oxygen-level-dependent signal to indirectly measure brain activity under different conditions and tasks, has identified particularly relevant large-scale networks: The default mode network (DMN), implicated in self-referential processing and autobiographical memory (Buckner et al., 2008), is anti-correlated under task conditions with the executive control network. The salience network mediates switching between these networks. Within these networks, experience-dependent reorganization occurs, positioning the brain at a dynamic balance between stability and flexibility (Deco et al., 2011). This text uses the term "neural flexibility" to refer to this ability of the brain to shift between functional network configurations, moving from segregated modular organization toward more globally integrated states and back again. This experience-dependent reorganization is itself well established, e.g., in adolescent development (Baker et al., 2025), adversity (Michael et al., 2025), and skill learning (Zatorre et al., 2012). The brain retains its capacity for reorganization, even during adulthood, but the given examples share a largely gradual, cumulative character, driven by sustained practice, maturation, or repair. The question motivating this text is different: not whether experience reshapes the brain, but whether certain acute conditions can open transient windows of heightened reorganization, and what constitutes "the right kind" of disruption to trigger this. This is where anthropological literature has something unexpected to offer.

Neither here nor there

Arnold van Gennep (1909/1960) proposed that rites of passage across many cultures share a common structure of three phases: separation, transition or liminality, and incorporation. Victor Turner (1969) explored the middle phase in his work and characterized the liminal subject as "neither here nor there; they are betwixt and between the positions assigned and arrayed by law, custom, convention, and ceremonial" (V. Turner, 1969, p. 95). This is not the absence of any structure, but has its own organization in the form of *communitas*, a mode of non-hierarchical boundary-dissolving sociality. The dissolution of prior identity is scaffolded and directed within a framework that manages instability and guides reintegration.

Evidence indicates that liminal states are induced through a consistent repertoire of practices: isolation from ordinary social life, altered food and sleep, rhythmic music, physical ordeal, and the suspension of normal social distinctions (Bell, 1997). All of them share the systematic alteration of the conditions that normally stabilize identity, such as social roles, routines, and interpretive frameworks through which a person maintains a coherent sense of self. Turner himself extended the concept beyond formal ritual, arguing that certain social movements, artistic practices, and periods of cultural transition share analogous structural characteristics (V. Turner, 1974). Nowadays, the term liminality has received widespread attention and is used in various manners: to describe a space or time, a short or long period, in psychotherapy, organizational theory and business consultation, societal and political crises, gender, and so on (Thomassen, 2009). This raises issues of overgeneralization and vagueness. Therefore, this text adopts a mechanistic definition of liminality as a temporary destabilization of stable self-organization followed by a directed reintegration process that offers procedural scaffolding to facilitate the emergence of a new stable organization.

The same shape at two scales?

It appears that liminality and neural flexibility describe similar phenomena on vastly different levels. Liminality, as inherently social and symbolic, constituted by cultural meaning and practice, might be supported on the level of the brain by the dynamics of neural flexibility, or liminal experiences might enable such dynamics within and between different brain networks, while the direction and nature of the relationship remain unclear. The following lines will explore possible explanations and examples of this structural resonance.

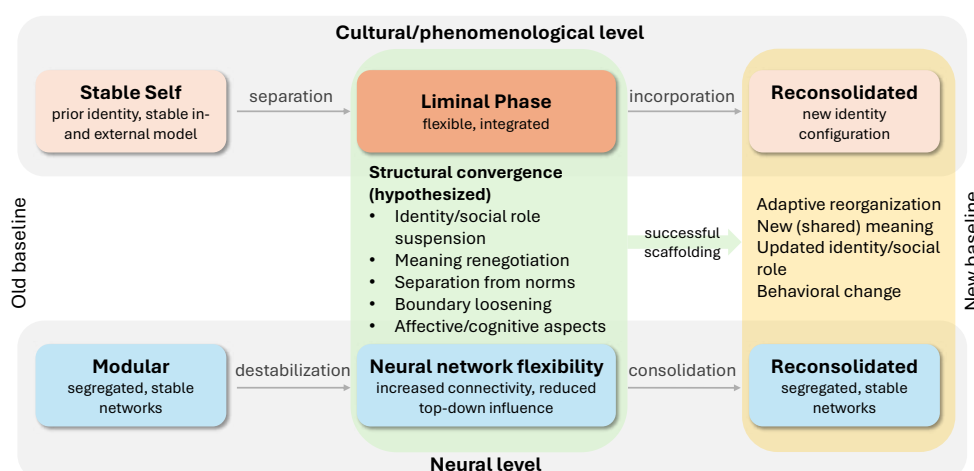
One framework that helps explain this convergence of liminality as neural flexibility comes from predictive processing accounts of brain organization (Friston, 2010; Clark, 2013). From this perspective, the brain operates as a hierarchical generative model, continuously generating predictions about incoming signals and updating itself on the basis of prediction errors. High-level predictions, including those constituting stable self- and world-models, are maintained with high confidence, exerting strong top-down influence on incoming sensory

input and remaining relatively resistant to revision. This prevents the self-model from being destabilized by every minor prediction error but also means that genuine reorganization requires conditions that temporarily reduce that top-down constraint. As mentioned, liminal conditions strip away top-down cultural and social feedback and thereby disrupt the stabilizing

frameworks normally maintaining identity in its current form to create windows in which the system becomes more receptive to reorganization.

On the network level, this corresponds to a shift in functional organization: a move away from segregated, modular network structure toward greater global integration (Cohen & D'Esposito, 2016). This means that the normally more segregated functional networks of the brain become more broadly interconnected. Metastability, understood as the delicate balance between local independence and global integration, captures this capacity for transition between configurations (Tognoli & Kelso, 2014). Recent research on psychedelics has provided an experimentally measurable model of this dynamic. Psychedelic conditions are associated with reduced functional modularity (Girn et al., 2023), increased global connectivity and reduced top-down influence (Carhart-Harris & Friston, 2019). Evidence of long-term changes in functional connectivity (Daws et al., 2022) is consistent with the view that temporary increases in neural flexibility can consolidate into lasting reorganization. Users of psychedelic substances describe ego dissolution and loosened self-boundaries (Nour et al., 2016), reflecting phenomenological similarities to the liminal condition. The psychedelic case differs from anthropological liminality in that it is missing cultural scaffolding and meaning-making, but its quantifiability makes it useful as a model system. Further, the therapeutic setting of clinical psychedelic use might function as substitute scaffolding that guides the liminal experience.

It is worth noting that Robert Turner (2015, 2019) comes to a similar conclusion through a different route. While



Schematic overview of structural parallels between liminality and neuroplasticity and their hypothesized convergence during liminal states.

he describes synaptic modification and myelination as the neural correlates of liminality, network neuroscience emphasizes large-scale changes in functional connectivity, modularity, and metastability. These approaches operate at different levels but come together on the same core claim that the liminal phase creates neurobiological conditions for transformation that ordinary experience does not.

The liminal in art and awe

Ritual and psychedelics are the most tractable cases, but also the most extreme. If the proposed convergence reflects something genuinely fundamental, some version of it should appear in more ordinary encounters with the world. Art and awe are candidates for this because they share liminality's defining feature as they may challenge existing self-models and, under some conditions, even motivate their revision. The framework becomes more speculative here, but also more generative.

Theoretical models (Pelowski et al., 2017) and a recent systematic literature review (Pizzolante et al., 2024) show that art encounters can indeed lead to what is called a "transformative experience". In their art perception model, Pelowski et al. (2017) describe the possibility of a transformative outcome occurring when felt discrepancy (i.e., how well one can integrate sensory input, meaning, emotion and embodied experience of the artwork with the existing self-model) and metacognitive self-awareness are high, motivating change in a schema relevant to the self. The evidence regarding neural correlates of this experience is still fragmentary,

but suggestive. Neuroimaging research has documented that peak aesthetic experiences not only recruit reward and attentional systems, but regions associated with self-referential processing, especially when the experience is felt as deeply moving rather than just beautiful (Vessel et al., 2012). More broadly, aesthetic experience systematically engages networks associated with self-referential and social cognition (Chatterjee & Vartanian, 2014). The most deeply moving encounters with art appear to activate the DMN and implicate the self-model directly. An aesthetic encounter that cannot be integrated without reorganization is, in this reading, a structurally related instance of the liminal dynamic.

One metacognitive and affective dimension often associated with transformative experiences, in art but also beyond, is awe. Awe has been shown to affect the self-concept (Shiota et al., 2007) and to diminish self-focused cognition, described by Piff et al. (2015) as a sense of the "small self." At the neural level, Guan et al. (2018) found that dispositional awe is negatively correlated with regional gray matter volume in areas associated with self-reflective cognitive control and self-regulation, which the authors interpret as the propensity to process self-relevant information more outward facing in relation to others. Similarly to aesthetic experience, the unsettling and expansive affective quality of awe may reflect what happens when incoming experience is too discrepant from existing self-models to be resolved by reinterpreting the input, requiring instead some revision of the model itself. In this sense, awe could be hypothesized as a signature of a self-model encountering something it cannot assimilate without changing. Indeed, awe has been documented as a correlate of transformative experience and changes in self-perception (Piff et al., 2015), consistent with the proposal that it produces temporary reductions in self-salience with downstream behavioral effects.

Insight and genuine conceptual learning might follow a related structural logic, albeit at a much smaller scale. The moment when an existing framework becomes inadequate, but a new one has not yet consolidated is phenomenologically uncomfortable: productive disorientation precedes understanding. While there is some evidence for neural markers of sudden insight (Kounios & Beeman, 2014), neuroscientific research in this domain has not yet focused on large-scale network dynamics. Conceptually, the "aha" moment may be understood as

the transition out of the liminal state, that is, the consolidation of a new configuration, though the timescales and neural magnitudes involved are substantially smaller than those operative in ritual or pharmacological contexts.

What the synthesis can and cannot claim

The examined cases share the structural pattern of a period of productive instability during which stable configurations are temporarily loosened, followed, when conditions are right, by the consolidation of new ones. While the scale and socio-cultural role of these cases vary enormously, the underlying pattern appears consistent. However, the evidence collected here comes mostly from separate lines of research and it has not yet comprehensively been shown that they reflect a single shared mechanism linked to liminality. Nonetheless, drawing on the presented literature, the extended understanding of liminality in social sciences, and the network properties of the brain, it is plausible to propose that transformation represents a multi-level process linking culturally structured disruption, alterations in neural organization, and the consolidation of new functional states. In this view, identity is neither fixed nor arbitrarily plastic, but continuously reconstituted through interactions between environmental structure, neural dynamics, and lived experience (Gallagher, 2013).

A key implication concerns the role of scaffolding. Liminality alone does not guarantee adaptive reorganization. Without appropriate structure, it may produce disintegration instead of transformation. Such structure is provided by the scaffolding of ritual liminality, the therapeutic frame, or the shared cultural meaning of aesthetic encounter, emphasizing its necessity and constitutive role for a successful liminal transition. This is in line with clinical findings that therapeutic outcomes following psilocybin-assisted therapy correlate not only with the intensity of the acute experience but with the quality of preparation and post-session integration (Haijen et al., 2018). Just as important are cases of failed destabilization. Szokolczai (2009) describes chronic conditions in which the reintegration phase never occurs, leaving an individual or community in unresolved instability. Destabilization needs to be embedded in a guiding setting to be successful. To assess what determines whether liminality consolidates into transformation or into collapse

requires an appropriate operationalization of "successful scaffolding" and remains an open empirical question.

Two further challenges require explicit acknowledgment: the level-of-analysis problem and the problem of causal inference. First, ritual liminality and neural metastability describe phenomena on different levels, ranging from social-symbolic to neurobiological. Translating between them leaves gaps and risks confounding variables, unclear causal chains, and oversimplification. Second, the causal inference problem refers to the fact that the association between liminal contexts and neural flexibility does not establish the causality of neural reorganization being necessary for liminality, nor of the causal direction running from experience to neural state rather than the reverse. These questions could only be resolved through longitudinal, controlled empirical research. Thus, the most defensible claim is that liminal contexts as culturally engineered conditions of structured instability reliably produce the experiential and environmental inputs that neuroscience associates with increased neural flexibility. Understanding transformation requires both levels of description simultaneously rather than reducing them to one level of explanation.

Where to look next

This claim leads to testable predictions. If liminal states are characterized by temporary increases in neural flexibility, contexts identified as liminal should produce measurable shifts in network dynamics such as decreased modularity, increased global efficiency, or increased metastability. Longitudinal designs are necessary, and cross-cultural comparisons could assess whether convergent neural signatures emerge across different cultural patterns. Comparisons across different liminal contexts could test for mechanistic equivalence. Further, identifying boundary conditions under which liminal conditions fail to produce adaptive reorganization is crucial. A complete account of transformation will need to specify the factors that determine whether the system successfully reconsolidates.

To go back to the beginning: the brain does indeed not have it easy. The tension of constantly balancing stability and flexibility remains. This essay has argued that to understand how our brains master this task, we perhaps need to look not only inside the brain but around it: at

the conditions that open windows of liminality. Across different phenomenological settings, a neural logic of productive destabilization seems to emerge. Whether this reflects a single underlying mechanism is a question that only cross-disciplinary empirical work can answer. For now, the synthesis proposed here is a hypothesis about where to look rather than a claim about what will be found.

Kristoffer Sturm absolvierte sein Bachelorstudium in Psychologie an der Humboldt-Universität zu Berlin und studiert im Master Psychologie mit dem Schwerpunkt "Geist und Gehirn" an der Universität Wien. In seinem Studium setzt er sich besonders mit sozialer und affektiver Neurowissenschaft sowie kognitiver Psychologie auseinander und interessiert sich für die interdisziplinären Schnittstellen zwischen Psychologie, Kunst- und Kulturwissenschaften, Anthropologie und Performance Studies. Seit 2026 ist Kristoffer PRO SCIENTIA Stipendiat.

References

- Baker, A. E., Galván, A., & Fuligni, A. J. (2025). The connecting brain in context: How adolescent plasticity supports learning and development. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 71, 101486.
- Bassett, D. S., & Sporns, O. (2017). Network neuroscience. *Nature Neuroscience*, 20(3), 353–364.
- Bell, C. (1997). *Ritual: Perspectives and dimensions*. Oxford University Press.
- Buckner, R. L., Andrews-Hanna, J. R., & Schacter, D. L. (2008). The brain's default network. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 1–38.
- Carhart-Harris, R. L., & Friston, K. J. (2019). REBUS and the anarchic Brain: Toward a unified model of the brain action of psychedelics. *Pharmacological Reviews*, 71(3), 316–344.
- Chatterjee, A., & Vartanian, O. (2014). Neuroaesthetics. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(7), 370–375.
- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(3), 181–204.
- Cohen, J. R., & D'Esposito, M. (2016). The segregation and integration of distinct brain networks and their relationship to cognition. *The Journal of Neuroscience*, 36(48), 12083–12094.
- Daws, R. E., Timmermann, C., Giribaldi, B., Sexton, J. D., Wall, M. B., Erritzoe, D., Roseman, L., Nutt, D., & Carhart-Harris, R. (2022). Increased global integration in the brain after psilocybin therapy for depression. *Nature Medicine*, 28(4), 844–851.
- Deco, G., Jirsa, V. K., & McIntosh, A. R. (2011). Emerging concepts for the dynamical organization of resting-state activity in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(1), 43–56.
- Friston, K. (2010). The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 127–138.
- Gallagher, S. (2013). A pattern theory of self. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 443.
- Girn, M., Rosas, F. E., Daws, R. E., Gallen, C. L., Gazzaley, A., & Carhart-Harris, R. L. (2023). A complex systems perspective on psychedelic brain action. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(5), 433–445.
- Guan, F., Xiang, Y., Chen, O., Wang, W., & Chen, J. (2018). Neural basis of dispositional awe. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12, 209.
- Haijen, E. C. H. M., Kaelen, M., Roseman, L., Timmermann, C., Kettner, H., Russ, S., Nutt, D., Daws, R. E., Hampshire, A. D. G., Lorenz, R., & Carhart-Harris, R. L. (2018). Predicting Responses to Psychedelics: A Prospective Study. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 897.
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior*. Wiley.
- Kounios, J., & Beeman, M. (2014). The cognitive neuroscience of insight. *Annual Review of Psychology*, 65, 71–93.
- Malenka, R. C., & Bear, M. F. (2004). LTP and LTD: An embarrassment of riches. *Neuron*, 44(1), 5–21.
- Michael, C., Larsen, B., Satterthwaite, T. D., & Hyde, L. W. (2025). Mapping interactions between adversity and neuroplasticity across development. *Trends in Cognitive Sciences*, S1364-6613(25)00309-2. Advance online publication.
- Nour, M. M., Evans, L., Nutt, D., & Carhart-Harris, R. L. (2016). Ego-dissolution and psychedelics: Validation of the Ego-Dissolution Inventory (EDI). *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 269.
- Pelowski, M., Markey, P. S., Forster, M., Gerger, G., & Leder, H. (2017). Move me, astonish me... delight my eyes and brain: The Vienna Integrated Model of top-down and bottom-up processes in Art Perception (VIMAP) and corresponding affective, evaluative, and neurophysiological correlates. *Physics of Life Reviews*, 21, 80–125.
- Piff, P. K., Dietze, P., Feinberg, M., Stancato, D. M., & Keltner, D. (2015). Awe, the small self, and prosocial behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 108(6), 883–899.
- Pizzolante, M., Pelowski, M., Demmer, T. R., Bartolotta, S., Sarcinella, E. D., Gaggioli, A., & Chirico, A. (2024). Aesthetic experiences and their transformative power: a systematic review. *Frontiers in Psychology*, 15, 1328449.

- Shiota, M. N., Keltner, D., & Mossman, A. (2007). The nature of awe: Elicitors, appraisals, and effects on self-concept. *Cognition and Emotion*, 21(5), 944–963.
- Szokolczai, A. (2009). Liminality and experience: Structuring transitory situations and transformative events. *International Political Anthropology*, 2(1), 141–172.
- Thomassen, B. (2009). The uses and meanings of liminality. *International Political Anthropology*, 2(1), 5–27.
- Tognoli, E., & Kelso, J. A. S. (2014). The metastable brain. *Neuron*, 81(1), 35–48.
- Turner, R. (2015). Ritual action shapes our brains: An essay in neuroanthropology. In M. Bull & J. P. Mitchell (Eds.), *Ritual, Performance and the Senses* (pp. 31–44). Routledge.
- Turner, R. (2019). Finding likeness: Neural plasticity and ritual experience. *Anthropology Today*, 35(3), 3–6.
- Turner, R., & Whitehead, C. (2008). How collective representations can change the structure of the brain. *Journal of Consciousness Studies*, 15(10–11), 43–57.
- Turner, V. (1969). *The ritual process: Structure and anti-structure*. Aldine.
- Turner, V. (1974). *Dramas, fields, and metaphors: Symbolic Action in human society*. Cornell University Press.
- Van Gennep, A. (1960). *The rites of passage*. University of Chicago Press. (Original work published 1909)
- Vessel, E. A., Starr, G. G., & Rubin, N. (2012). The brain on art: intense aesthetic experience activates the default mode network. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 66.
- Zatorre, R. J., Fields, R. D., & Johansen-Berg, H. (2012). Plasticity in gray and white: neuroimaging changes in brain structure during learning. *Nature Neuroscience*, 15(4), 528–536.

Abbildung

Kristoffer Sturm

Das Sterben und der Tod

Über die Schwellenzustände des Lebens

NADJA WEBEL

Wien

Der Essay untersucht das Sterben und den Tod als sozial organisierte Schwellenphasen, wobei das Sterben den Übergang des Lebens in den Tod meint und der Tod das Ende des bewussten Lebens sowie eine Grenze der Vorstellung. Victor Turners Begriff der Liminalität und die religionssoziologischen Studien Robert Hertz' werden herangezogen, um erstens den liminalen Charakter dieser Schwellenphasen herauszuarbeiten und zweitens die soziale Repräsentation des Todes nachvollziehen zu können.

»Von einem hochbegabten zehnjährigen Knaben hörte ich nach dem plötzlichen Tode seines Vaters zu meinem Erstaunen folgende Äußerung: Daß der Vater gestorben ist, verstehe ich, aber warum er nicht zum Nachtmahl nach Hause kommt, kann ich mir nicht erklären.« (Freud 1982, S. 259)

Die Geburt und der Tod sind die beiden großen und unausweichlichen Transformationen, denen jeder Mensch in seinem Leben begegnet. Die Geburt ist der Beginn des bewussten Lebens auf dieser Erde und der Tod bedeutet sein Ende. Es gibt keinen Weg zurück für einen Toten, er ist endgültig und unwiderruflich von der Welt und von den Lebenden getrennt. So behauptet der Zehnjährige im Gespräch mit Sigmund Freud, den Tod des Vaters verstanden zu haben, jedoch für sein Wegbleiben beim Abendessen keine Erklärung zu finden. Einen endgültigen Abschied nachvollziehen zu können, ist ähnlich unmöglich, wie sich den Tod selbst vorzustellen (vgl. Macho 2007b, S. 10). In jedem Leben muss daher die Erkenntnis des Todes und der Umgang mit der Sterblichkeit erlernt werden. Es gibt kein Rezept für einen unbeschwerten Umgang mit dem Tod oder mit dem Altern und der Krankheit – Vorboten eines früher oder später eintretenden Abschieds, der der letzte sein wird. Der Tod ist eine Konstante, die außerhalb aller Erfahrungswerte der Lebenden liegt – noch niemand hat seinen eigenen Tod erfahren und davon berichten können. Diese Unmöglichkeit, sich den Tod vorzustellen und zu erfahren, ist womöglich der Kern jeder Todes-

angst. Denn dass der Tod selbst nicht zu befürchten ist, behauptete schon Epikur im 3. Jhd. v. Chr.: »Das schauerlichste Übel also, der Tod, geht uns nichts an; denn solange wir existieren, ist der Tod nicht da, und wenn der Tod da ist, existieren wir nicht mehr« (Epikur 1949, S. 45). Nur was wahrnehmbar und erfahrbar ist, kann zu Schmerz und Leid führen – der Tod als das Ende der Wahrnehmung kann also kein Leid mehr verursachen. Die Angst vor dem Tod entpuppt sich so als Täuschung. Aber gerade das »Defizit der Phantasie« (Macho 2007b, S. 2) scheint zu ängstigen, »so wie uns alles erschreckt, was weder als planbares noch als vermeidbares Schicksal erscheint« (ebd.).

Doch das, was immer unvorstellbar bleiben wird – der Tod als abstrakter Vorstellungsinhalt –, ist zugleich in jedem Leben präsent. Thomas Macho, österreichischer Kulturwissenschaftler und Philosoph, differenziert in einem 2006 gehaltenen Vortrag über den transkulturellen Umgang mit dem Sterben zwischen dem Tod als Faktum und dem alltäglichen Tod, der in der Begegnung mit Toten erfahrbar wird. So zeichneten sich die meisten Kulturen weniger durch ihre Beziehung zum Tod als abstraktem Vorstellungsinhalt aus, sondern vielmehr durch ihre Beziehung zu den Toten. Während es Begriffe für Tote und Leichen schon in frühen Sprachen gab, tauchten abstrakte Todesbegriffe erst relativ spät auf (vgl. Macho 2007a, S. 30). Der Tod wird also kulturell nicht so sehr als abstrakte Vorstellung erfahren, sondern vornehmlich in der Erscheinung eines Toten. Das Faszinierende und zugleich Erschreckende in dieser Erscheinung ist, dass der Tote sich sozialen Zwängen entzieht, so Macho: »Sie sind dem sozialen Zwang zur Kommunikation, zu einer Art von Beziehungsgestaltung mit anderen Menschen auf eine buchstäblich nicht überbietbare radikale Weise entronnen« (ebd., S. 31). Weil sie dem sozialen Zwangssystem entkommen sind und sich jeglicher Kommunikation verweigern, bezeichnet

Macho Tote als Anarchisten. Dabei ist ein Toter unzweifelhaft noch Mensch, aber er verhält sich nicht mehr wie einer – er oszilliert zwischen dem Daseinszustand als Mensch und als Ding: »Ein ehemals lebendiger Mensch ist ein Ding, dessen Aura vergangenem Leben entlehnt wird oder er ist ein Mensch, dessen Aura einer seltsamen Verdinglichung entspringt« (ebd.). Die Überlebenden werden mit dieser Ambivalenz zwischen Ding und Subjekt, zwischen Substanz und Materialität konfrontiert. Sie ist das Problem, das sie zu bewältigen haben: die Gleichzeitigkeit von Menschlichkeit und Unmenschlichkeit, von Vertrautheit und Fremdheit, von Lebendigkeit und Dinghaftigkeit. Wenn jemand stirbt, verschwindet er nicht einfach, sondern bleibt als Leiche unter den Lebenden. Und zum Leichnam – zu diesem widersprüchlichen Zustand des Menschen, der noch erkennbar, aber nun tot ist und nicht mehr reagiert – müssen die Überlebenden sich verhalten. Viel mehr als das Nichts oder die Abwesenheit wird das Etwas zum Problem für die Überlebenden: dass der Verstorbene eben noch da ist und nicht verschwunden und dass mit dem überbleibenden Körper umgegangen werden muss (vgl. ebd., S. 32). Und dieser Körper ist nicht nur da, sondern er befindet sich durch die Verwesung in einem unaufhaltsamen Wandlungsprozess.

Wir können also festhalten, dass das Nachdenken über den Tod als Absolutum am Ende des Lebens an Grenzen gerät; dass der Tod selbst ein Grenzbegriff ist, weil das Vorstellen des eigenen Todes, wie auch dessen der anderen, unmöglich ist – er liegt außerhalb aller Erfahrung. Trotzdem ist die Begegnung mit Toten im Leben unvermeidbar. Je älter man wird, desto mehr Tode anderer Menschen erlebt man – ganz egal, wie herzzerreißend der Abschied eines geliebten Menschen sein kann: »Ich bin in das Alter des Überlebenden vorgeückt. Den Abscheu davor habe ich mir selber eingebrockt. Es ist nicht möglich, älter als andere zu sein, ohne mehr und mehr zum Überlebenden zu werden« (Canetti 1987, S. 89), schreibt Elias Canetti. Denn obwohl der Tod (und damit sind präziser die Sterbenden gemeint), wie unter anderem von Walter Benjamin (1977) oder von Philippe Ariès (1980) festgestellt wurde, aus dem Sichtfeld der modernen Gesellschaft an ihre Ränder verpflanzt und von einem einst öffentlichen Ereignis zu einem privaten wurde – trotz alledem erfährt ein jeder in seinem Leben den Tod anderer, ob privat oder öffentlich.

Doch was bedeutet Sterben eigentlich? Und wo ist der Unterschied zwischen Sterben und Tod? Was passiert, wenn jemand stirbt? Wohin geht der Leichnam? Und wie wird ihm kulturell begegnet?

Das Leben zum Tode hin – *Sterben*

Die Begriffe Sterben und Tod rahmen die existenzielle Daseinsbedingung ein, die für jeden Menschen seit seiner Geburt gilt: die des begrenzten Lebens (vgl. Rosentreter et al. 2010, S. 7). Sie liegen in ihrem Bedeutungsfeld nah beieinander und es mag kontraintuitiv erscheinen, die beiden zu differenzieren. Das Sterben jedoch ist ein Prozess, der den Übergang vom Leben zum Tode beschreibt. Der Begriff fasst also üblicherweise den (näheren) Zeitraum vor dem Tode zusammen, in dem sich ein Mensch des nahenden Endes in besonderer Weise bewusst wird. Die Sterbeforschung rechnet hier mit einem typischen Verlauf in fünf Phasen: Nichtwahrhabenwollen und Isolierung, Zorn, Verhandeln, Depression und Akzeptanz. In der Palliativmedizin wird zwischen der Terminalphase, die sich meist wochenlang hinzieht, und der Sterbephase unterschieden, welche die letzten Stunden des Lebens umfasst (vgl. ebd., S. 9). Im Falle eines plötzlichen Todes, zum Beispiel durch einen Unfall, findet kein derartiger Sterbeprozess statt.

Allerdings ist der Beginn des Sterbeprozesses nicht eindeutig bestimmbar und wird abseits der Medizin in Literatur, Philosophie und der Kunst individuell verhandelt – so kann er sich auf die körperliche Dimension beschränken und mit dem schrittweisen Abbau von Organ- und Zellfunktionen beginnen, oder aber bereits zu Beginn des Lebens einsetzen, wie es der österreichische Schriftsteller Thomas Bernhard beschrieben hat:

Wir sterben von dem Augenblick an, in welchem wir geboren werden, aber wir sagen erst, wir sterben, wenn wir am Ende dieses Prozesses angekommen sind, und manchmal zieht sich dieses Ende noch eine fürchterlich lange Zeit hinaus. Wir bezeichnen als Sterben die Endphase unseres lebenslänglichen Sterbeprozesses. (Bernhard 2004, S. 53)

Das Ende des Sterbeprozesses gilt gemeinhin mit dem endgültigen Tod als besiegt. Insofern kann man also den Sterbeprozess als Schwellenphase begreifen, wann auch immer man dessen Beginn ansetzt. Außerdem befindet sich ein Sterbender in einer gesonderten sozialen

Position: Durch seinen bevorstehenden Tod erfährt er besondere Rücksicht, seine Wünsche erhalten besonderes Gewicht, und häufig werden zwischenmenschliche Konflikte und Erwartungshaltungen zurückgestellt zugunsten einer Versöhnung.

Bei der Angelegenheit des Sterbens wie bei der Bestimmung des Todeseintritts überlagern sich biologische Erkenntnisse und kulturelle Konstrukte (vgl. Rosentreter et al. 2010, S. 7). So wird geläufig zwischen einem biologischen und einem sozialen Tod unterschieden. Während die medizinische Definition des Todeszeitpunkts historisch keineswegs eindeutig war und sich über die Jahrhunderte im Wandel befand (vgl. Baust 1988/2021; Macho 2007b), ist die Definition des sozialen Todes ähnlich flexibel. Meint er in einem Kontext Formen sozialer Deprivation, wird er in anderen als Vorzeichen sozialer Ausschlüsse definiert (vgl. Perl 2012, S. 7). Häufiger Streitpunkt ist, ob der soziale Tod vor oder nach dem biologischen Tod eintritt, was aber immer schon die Annahme eines wahren Zeitpunkts des Todes impliziert, der in der Regel mit westlichen biomedizinischen Standards gleichgesetzt wird: »Die Rede des vorher und nachher impliziert die unverrückbare Annahme eines Todeszeitpunktes, welche die biomedizinischen Messversuche der Zeitlichkeit des Todes als letztgültige Wahrheit akzeptiert« (ebd., S. 10). Perl zufolge erweist sich die Prämisse eines singulären Todeszeitpunktes als historisches Produkt der westlichen Kultur, das sich nicht in der kulturellen Pluralität der Todesvorstellungen widerspiegelt. Maurice Bloch und Jonathan Parry gehen so weit zu konstatieren, dass das Bestreben, den Zeitpunkt des Todes zu bestimmen, einen Versuch darstellt, der Unvorhersehbarkeit des Todes zu begegnen und den Sieg der Ordnung über die Biologie zu inszenieren (vgl. Bloch & Parry 1982, S. 15). Die Schwierigkeiten, zu einer medizinischen Diagnose des Todeszeitpunktes zu gelangen, zeigen, dass der Tod nicht in einem Zeitpunkt erfolgt, sondern als prozessualer Ausfall der Organ- und Zellfunktionen, als Übergang einer Lebensform in eine andere vonstatten geht. So erweist sich das Sterben, also der Übergang vom Leben in den Tod als Schwelle, als liminale Phase, die auch hier dadurch charakterisiert ist, dass ein sterbender Mensch, wenn auch nicht allen, so doch den meisten sozialen Zwängen enthoben ist. Hat ein Mensch diesen Prozess durchlaufen und ist in der jeweiligen kulturellen Gemeinschaft als endgültig tot markiert, setzt eine weitere liminale Phase

ein: die der Aufbahrung des Leichnams mit anschließendem Begräbnis.

Wir haben es also beim Tod mit einem Verhältnis zu tun, das sich in mehrere Schwellenphasen gliedert, die kulturell und sozial organisiert sind. Da diese Schwellen gemeinhin das Potential bieten, die sozialen Ordnung auszusetzen, werden sie mehr oder weniger ausgeprägt von Bräuchen oder Riten begleitet, die auch in säkularen Gesellschaften noch Sinn stiften und den Trauerprozess begleiten können (vgl. Guth 1995, S. 78). Diese sind immer an den zeitlichen, räumlichen und gesellschaftlichen Kontext gebunden.

Der Tod als sozial organisierte Schwelle

Wenn man sich mit Schwellen- oder Initiationsriten befasst, kommt man an Arnold van Gennep und schließlich an Victor Turner nicht vorbei. Der Folklorist und Ethnologe Arnold van Gennep untersuchte in »Rites des passages« (1909) die praktische und soziale Funktion von Riten, die Lebenswenden (wie die Geburt, die Heirat und den Tod) begleiten. Er erkannte in diesen Riten, auch wenn sie kulturübergreifend in unterschiedlichen Formen existieren, eine allgemeine dreifältige Struktur: die Loslösung (*séparation*), die Übergangs- oder Transformationsphase (*marge*) und die Eingliederung in den neuen Status (*agrégation*) (vgl. Stohrer 2008). Wichtig ist hier, dass auch van Gennep den Tod nicht als punktuelles Ereignis versteht, sondern als kritischen Zustand, in dem die alten sozialen Kategorien nicht mehr gelten, die neuen aber noch nicht etabliert sind. Die soziale Existenz eines Toten befindet sich also in einer Art Schweben. Diesen Schwellenzustand hat Victor Turner später in seiner Begriffsentwicklung der Liminalität fokussiert. Die Liminalität ist demnach ein »Zwischenstadium der Statuslosigkeit« (Wagner-Willi 2001, S. 229), das sich von der geregelten Gesellschaft unterscheidet. In dieser Phase des rituellen *nicht mehr* und *noch nicht* seien Paradoxie und Mehrdeutigkeit die wesentlichen Merkmale (vgl. Bräunlein 2011, S. 96). Während für Turner die soziale Funktion dieser liminalen Phase (als zeitweises Brechen der gesellschaftlichen Normen und Gesetze, als »Antistruktur«) für das Bestehen der Gesellschaftsordnung entscheidend ist (vgl. ebd., S. 232), geht es uns hier mehr um die Funktion der Grenzzitiale zur Bearbeitung sozialer Differenz und um die Herausarbeitung der Liminalität, die der Tod in den meisten

Kulturen annimmt. Die Übergänge, die ein Mensch in seinem Leben erfährt – von denen die Geburt und der Tod die fundamentalen und unausweichlichen sind – setzen die gewöhnliche soziale Ordnung aus. Sie sind der Gesellschaftsordnung different und werden daher von Ritualen strukturiert, die die Ordnung der Gesellschaft langfristig wiederherstellen.

Die Auseinandersetzung mit der sozialen Strukturiertheit einer Gemeinschaft, die den Umgang mit Lebensschwellen organisiert, zeigt, dass der Tod nicht vorrangig Sache des Individuums ist, sondern eine sozial organisierte Angelegenheit. Als einer der Wegbereiter für den Begriff des sozialen Todes gilt Robert Hertz, Neffe Émile Durkheims, der in seinem mittlerweile über hundert Jahre alten »Beitrag zur Untersuchung der kollektiven Repräsentation des Todes« (1907) die sozial organisierte Übergangsphase zwischen der Aufbahrung eines Toten und seinem Begräbnis untersuchte. Er stellte die Frage nach den sozialen Implikationen von Bestattungsritualen und dem Verhältnis von Tod und Gesellschaft. Hertz stützte sich für seine Theorie des sozialen Todes maßgeblich auf die anthropologischen Berichte Friedrich Johann Grabowskys aus dem späten 19. Jahrhundert über die indonesischen Dayak von Borneo. Hertz und andere maßgebliche Soziologen des frühen 20. Jahrhunderts, wie Émile Durkheim oder Marcel Mauss, intendierten aus der Analyse sogenannter einfach organisierter Gesellschaftsformen allgemeine soziale Phänomene und Strukturen abzuleiten, die auch auf »moderne« und industrialisierte Gesellschaftsformen anwendbar sind. Dass die Berichte, auf die sich die Soziologen stützten, von Missionaren, Kolonialbeamten oder europäischen Ethnologen erstellt wurden im Zuge imperialer, gewaltvoller Unterdrückung von Indigenen, wurde zumeist ausgeblendet.

Auch die dichotome Gegenüberstellung moderner-säkularisierter-Individualisierter und präindustrieller-religiöser-kollektiver Gesellschaften ist mit Vorsicht zu rezipieren, kann sie doch das im Westen sich hartnäckig haltende, rassistische Bild sogenannter unterlegener Kulturen festigen. So ist nicht nur die Homogenisierung indigener Gemeinschaften als religiös und traditionsgebunden kritisch zu betrachten, sondern auch die Homogenisierung innerhalb einer Gesellschaft, in der plurale und teils widersprüchliche Todesbilder und -vorstellungen koexistieren. Dennoch haben Hertz' Studien den Grundstein für eine Betrachtung des Todes als soziale

Angelegenheit bereitet und die zeitgleich dominanten psychologischen und evolutionistischen Erklärungsmodelle von Tod und Sterben überwunden (vgl. Perl 2012, S. 26ff).

Hertz beschreibt, wie im Falle eines Todesfalles die Hinterbleibenden bestimmten kollektiven Verpflichtungen nachkommen müssen, und das nicht vorrangig der eigenen Trauer um den Verlust des Verstorbenen wegen, sondern um kollektiven Erwartungen gerecht zu werden (vgl. Hertz 2007, S. 65f). Zudem hängt die Intensität der Trauer und Irritation von den Todesumständen, dem Alter und vor allem dem Status des Verstorbenen ab – mithin von sozialen Kategorien. Der Tod trägt eine »spezifische Bedeutung für das soziale Bewusstsein [conscience]. Er ist das Objekt einer kollektiven Repräsentation [représentation collective]« (ebd., S. 66). Zudem wird der Tod eines Menschen hier nicht als punktuelles Ereignis aufgefasst, sondern als Prozess, der sozial organisiert ist und von Ritualen begleitet wird. Der physische Tod markiert somit lediglich den Beginn einer Übergangsphase, in der der Leichnam weiterhin Teil des sozialen Gefüges bleibt. Der Verwesungsprozess wird als sichtbarer Ausdruck des schrittweisen Übergangs vom Leben zum Tod verstanden. Erst mit der Endzeremonie, der finalen Grablegung findet der Verstorbene seinen Platz in der Welt der Toten und kann zu einem wohlgesonnenen Ahnen werden. Durch die Endzeremonie – den repräsentativen Beschluss der Trauer – können auch die Angehörigen (die während dieser kritischen Phase durch streng eingehaltene Tabus von der Gemeinschaft abgeschottet waren) wieder formalisierten Eingang in die Gemeinschaft erhalten.

Der Leichnam unter den Lebenden – *Schwellendasein*

Es scheint also, als sei ein Toter zwar von den Lebenden gegangen, aber durch seinen Leichnam noch immer im sozialen Gefüge präsent, wenn nicht sogar in seiner Sichtbarkeit gesondert hervorgehoben. Wird der tote Körper zu einem Problem innerhalb einer Gemeinschaft? Hier könnte wieder Machos anfangs zitierte These Anklang finden, dass viel mehr die Anwesenheit des Leichnams zum Problem für die Überlebenden wird als die Abwesenheit oder der Verlust des Verstorbenen. Gewiss muss man hier eingrenzen, dass in westlichen und industrialisierten Kulturen die Aufbahrungszeit auf

Stunden beziehungsweise wenige Tage begrenzt ist und monatelange Aufbahrungsprozesse, in denen der Leichnam skelettiert wird, unüblich und strafbar sind. Dennoch ist es auch in westlichen Kulturen üblich, den Leichnam nach der hygienischen und »ästhetischen« Versorgung (Waschung, Einkleidung, ggf. kosmetische Herrichtung und Thanatopraxie bei sichtbaren Verletzungen) im Sarg zu betten und aufzubahren, damit die Verstorbenen ihn sehen und sich gebührend verabschieden können (vgl. Herrnberger 2018). Die Begegnung mit dem Toten ist also auch in westlichen Sepulkralkulturen üblich und vorgesehen. Es entsteht eine Verzögerung des endgültigen Todes, eine Art Verlängerung des Beisammenseins mit dem Toten, der in Form seines Körpers noch anwesend und dessen Trennung von den Lebenden noch nicht vollständig abgeschlossen ist. Die Aufbahrung erweist sich somit als paradoxer Zustand: Der Verstorbene ist präsent und abwesend zugleich, noch unter den Lebenden und doch schon von ihnen gegangen. Es gelingt nicht auf Anhieb, den Toten als tot zu betrachten und über die Evidenz des physischen Todes bricht »eine entgegengesetzte Flut von Erinnerungen, Bildern, Wünschen und Hoffnungen ein« (Hertz 2007, S. 159). Erst nach längerer Zeit des inneren Zwiespalts setzt sich die Vorstellung der realen Trennung durch.

Wir halten also fest, dass die Anwesenheit eines Leichnams in einer Gesellschaft zu einem widersprüchlichen Verhältnis der Lebenden zu diesem führt: Es hängen ihm noch Erinnerungen und Bilder an, er gehört noch in das soziale Gefüge, das Beziehungen schafft, die sich nicht sofort auflösen. Er befindet sich in einem kritischen Zustand des Dazwischen – die Transformation des Verstorbenen zu einem kollektiv akzeptierten Toten ist noch nicht vollzogen. Der Verstorbene ist noch erkennbar, verweigert sich aber der Kommunikation und der Beziehungsgestaltung. Sein Leichnam oszilliert zwischen Lebendigkeit und Dinghaftigkeit. Die Überlebenden müssen sich um die Versorgung des Leichnams und die Bestattung kümmern – sie folgen dabei institutionalisierten Prozeduren, die den Umgang mit Toten organisieren. Diese Prozeduren variieren in ihrer kulturellen Ausprägung und sind zeitlich und räumlich spezifisch.

Der Leichnam unter den Lebenden nimmt einen Schwellenzustand an, der auf das Sterben folgt. Das Konzept

der Schwelle lässt sich aber auch auf den Prozess des Sterbens anwenden, wann immer man dessen Beginn ansetzt. Beinhaltet der Tod einen vorher abgelaufenen Sterbeprozess, so bedeutet dieser die Vorbereitung auf die bevorstehende endgültige Trennung vom Leben auf der Erde. Die Aussicht des Abschieds setzt die gängigen sozialen Kategorien aus, während ungewiss ist, was nach dem Tod folgt. So werden einem Sterbenden oft letzte Wünsche gewährt und Konflikte und Erwartungen zugunsten einer Versöhnung zurückgestellt. Es ist ein Zustand des *noch nicht* und *nicht mehr* – so wie der Tote, der sich aufgebahrt noch unter den Lebenden befindet. Sterben und Tod sind folglich beides liminale Phasen, die trotz aller Versuche, den genauen Zeitpunkt des Todes zu bestimmen, letztlich ineinander übergehen.

Obwohl sich im europäischen Kulturraum gegenwärtig eine neue und bewusste gesellschaftliche Auseinandersetzung mit dem Sterben abzeichnet – etwa durch Debatten über Sterbehilfe, digitale Gedenkformen oder Sterbeblogs – trifft doch plötzlich »ein Tod ins Mark: kein heroischer Tod, kein christlich verklärtes Martyrium, kein Freitod, aber auch keine Mordgeschichte, kein vorweggenommener, kein inszenierter, kein kreativer, sondern ein ganz alltäglicher Tod« (Macho 2007b, S. 9). Er konfrontiert uns mit der ungeheuren Ungewissheit, die uns trotz medizinischer Fortschritte, trotz der Wahlfreiheit in der Bestattung und der Pluralisierung der Sepulkralkultur, noch immer begegnet. Bei allem bleibt der Tod selbst eine Schwelle, die ein Mensch allem Ermessen nach nur in einer Richtung, nämlich vom Leben in den Tod, überqueren kann. Sicher ist, dass der Mensch aus dem Leben scheidet – unsicher ist, wohin ihn der Gang über die Schwelle führt. Der Ozean aus offenen Fragen und die nagende Ungewissheit bleiben. »Wohin sind sie verschwunden [...]? Was ist passiert, was ist geschehen?« (ebd.)

Nadja Webel, geboren 2001 in Köln, studiert Kunst- und Kulturwissenschaften an der Universität für angewandte Kunst Wien. Sie beschäftigt sich viel und gerne mit dem Erzählen als kultureller Praxis, moderner Erzähltheorie und mit Fotografie- und Filmgeschichte. Außerdem schreibt sie ab und an literarische Texte und Lyrik und war zwei Jahre lang Herausgeberin des Magazins wegen:art des Kunstvereins gegenwart e. V. Leipzig. Nadja ist seit 2026 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

Literatur

- Ariès 1980 = Philippe Ariès: Geschichte des Todes. 2. Aufl. Hanser-Anthropologie. München, Wien: Hanser 1980.
- Bauer 1992 = Franz J. Bauer: Von Tod und Bestattung in alter und neuer Zeit. <https://doi.org/10.1524/hzh-z.1992.254.jg.1>. Erschienen in: Historische Zeitschrift. 1992 (Band 254), S. 1–32.
- Baust 1988/2021 = Günter Baust: Sterben und Tod. Medizinische Aspekte. Berlin: Akademie-Verlag 1988; Nachdruckausgabe, Walter De Gruyter 2021.
- Benjamin 1977 = Walter Benjamin: Illuminationen. Ausgewählte Schriften. Hg. von Siegfried Unseld. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1977.
- Bernhard 2004 = Thomas Bernhard: Der Atem. Eine Entscheidung. Salzburg/Wien 2004.
- Bloch & Parry 1982 = Maurice Bloch & Jonathan Parry: Death and the regeneration of life. Cambridge University Press 1982.
- Bräunlein 2011 = Peter J. Bräunlein: Victor W. Turner. Rituelle Prozesse und kulturelle Transformationen. In: Kultur. Theorien der Gegenwart. Hg. von Stephan Moebius und Dirk Quadflieg. VS Verlag für Sozialwissenschaften 2011. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92056-6_12.
- Caduff 2022 = Corina Caduff: Sterben und Tod öffentlich gestalten. Neue Praktiken und Diskurse in den Künsten der Gegenwart. Brill Fink 2022.
- Canetti 1987 = Elias Canetti: Das Geheimherz der Uhr. Aufzeichnungen 1973-1985. München/Wien: Hanser 1987.
- Epikur 1949 = Epikur: Von der Überwindung der Furcht. Katechismus – Lehrbriefe – Spruchsammlung – Fragmente. Zürich: Ex Libris 1949.
- Freud 1982 = Sigmund Freud: Die Traumdeutung. Studienausgabe Band II. Frankfurt/Main: S. Fischer 1982.
- Freud, Sigmund: Zeitgemäßes über Krieg und Tod. The Project Gutenberg eBook, September 2009. <https://www.gutenberg.org/files/29941/29941-h/29941-h.htm> (Zugriff am 04.06.2026).
- Guth 1995 = Klaus Guth: Vom Umgang mit dem Leben: Bräuche im Umkreis von Geburt und Tod. Schweizerisches Archiv für Volkskunde, Band 91, 1. Ausgabe, Basel 1995, S. 77–89. <https://doi.org/10.5169/seals-117935> (Zugriff am 03.06.2026).
- Herrnberger 2018 = Elke Herrnberger: Aufbahrung – würdevoll Abschied nehmen. Bundesverband Deutscher Bestatter e. V. 18.08.2018 (aktualisiert am 21.11.2025). <https://www.bestatter.de/wissen/beerdigung-und-bestattung/aufbahrung/> (Zugriff am 04.06.2024).
- Hertz 2007 = Robert Hertz: Das Sakrale, die Sünde und der Tod. Religions-, kultur- und wissenssoziologische Untersuchungen. Hg. von Stephan Moebius und Christian Papilloud. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft 2007.
- Leonhard Clemens: Die ‚rites de passage‘ nach Arnold van Gennep. Ritualanalyse und theologische Legitimationsstrategien. <https://ejournals.uni-muenster.de/index.php/zpth/article/view/1475/1379> (Zugriff am 03.06.2026). Erschienen in: Pastoraltheologische Informationen, Band 35, 2015, S. 245–260.
- Macho 2007a = Thomas Macho: Der Tod als Teil des Lebens. Zum Umgang mit dem Sterben in den Kulturen. <https://mediendiskurs.online/beitrag/der-tod-als-teil-des-lebens/> (Zugriff am 16.07.2026). Erschienen in: TV-Diskurs. 11. Jg., 3/2007 (Ausgabe 41), S. 30–35.
- Macho 2007b = Thomas Macho: Jedermanns Tod. Kunst als Trauerarbeit. Festspiel-Dialoge 2007. https://www.wk-sbg.ac.at/fileadmin/Media/arts_and_festival_culture/macho_jedermann_070708.pdf (Zugriff 05.06.2026).
- Macho & Marek 2007 = Thomas Macho & Kristin Marek: Die neue Sichtbarkeit des Todes. München: Fink 2007.
- Perl 2012 = Gerhild Perl: Von Toten, die leben und v. v. Ein Beitrag zu den unterschiedlichen Konzeptionen des sozialen Todes. Diplomarbeit Universität Wien 2012.
- Rosentreter et al. 2010 = Sterbeprozesse – Annäherungen an den Tod. Studien des Aachener Kompetenzzentrums für Wissenschaftsgeschichte. Band 9. Hg. von Michael Rosentreter, Dominik Groß und Stephanie Kaiser. Kassel: kassel university press 2010.

- Stohrer 2008 = Ulrike Stohrer: Väter der Ritualtheorie. Arnold van Gennep und die Übergangsriten und Victor Turners Begriff der „Liminalität“. https://www.journal-ethnologie.de/Schwerpunktt Themen/Schwerpunktt Themen_2008/Ethnologische_Theorien/Vaeter_der_Ritualtheorie/index.html (Zugriff am 04.06.2026). Erschienen in: journal-ethnologie.de, Schwerpunktt Themen 2008.
- Wagner-Willi 2001 = Monika Wagner-Willi: Liminalität und soziales Drama. Die Ritualtheorie von Victor Turner. In: Grundlagen des Performativen: eine Einführung in die Zusammenhänge von Sprache, Macht und Handeln. Hg. v. Christian Wulf, Michael Göhlich und Jörg Zirfas. Weinheim: Juventa-Verlag 2001.

Zwischen Innovation und Verfall

„Jugendsprache“ als Katalysator sprachlicher Transformation

KERSTIN MESSERER

Wien

„Jugendsprache“ ist ein soziolinguistisches Phänomen, das in Medien und Wissenschaft gleichermaßen Faszination hervorruft. Der Beitrag untersucht, inwiefern „Jugendsprache“ eine sprachliche Transformation auf breiter gesellschaftlicher Ebene vorantreibt. Es zeigt sich, dass „Jugendsprache“ besonders produktiv ist. Jedoch sind Jugendliche nicht die alleinigen Akteur:innen sprachlichen Wandels. Vielmehr handelt es sich dabei um einen kontinuierlichen Aushandlungsprozess unterschiedlicher sozialer Gruppen, der auch konkurrierende gesellschaftliche Normvorstellungen über Sprache sichtbar macht.

„Jugendsprache“ ist ein soziolinguistisches Phänomen, welches in Medien und Wissenschaft gleichermaßen Faszination hervorruft. In Österreich und Deutschland wird jährlich ein „Jugendwort des Jahres“ gekürt (vgl. oewort; Langenscheidt), regelmäßig erscheinen „jugendsprachliche“ Vokabellisten oder gar Wörterbücher. Auch in der Linguistik ist das Interesse an den sprachlichen Praktiken Jugendlicher seit mehreren Jahrzehnten ungebrochen (vgl. Gadet 2017; Neuland 2018, S. 39). Besonders in Frankreich ist die linguistische Forschung zu „Jugendsprache“ etabliert, weshalb dieser Sprachraum im folgenden Artikel als Ergänzung zum germanophonen Raum betrachtet werden soll.

Medial werden Jugendliche häufig als Initiator:innen sprachlichen Wandels angepriesen, zugleich ist die öffentliche Debatte seit jeher auch von der Diagnose eines vermeintlichen sprachlichen Verfalls der Jugend geprägt. Gerade diese Spannung zwischen Faszination und kulturpessimistischer Kritik wirft die Frage nach der tatsächlichen Bedeutung von „Jugendsprache“ auf: Inwiefern fungiert diese als Katalysator sprachlicher Innovation und Transformation?

Welche Jugend, welche Sprache?

Bevor genauer auf die Merkmale von „Jugendsprache“ eingegangen werden kann, muss zunächst geklärt werden, wer unter der Bezeichnung „Jugend“ zu verstehen

ist, deren sprachliche Praktiken hier im Fokus stehen. Tatsächlich ist die „Jugend“ als soziale Kategorie schwer zu fassen und in der Forschung nicht einheitlich definiert. Das Alter spielt hier eine zentrale, jedoch nicht die einzige Rolle, wodurch die Grenzen zur Kindheit und zum Erwachsenenalter verschwimmen.

Juristisch gibt es in Österreich mehrere gebräuchliche Definitionen. Personen ab Vollendung des 14. Lebensjahres bis zur Vollendung des 18. Lebensjahres gelten straf- und zivilrechtlich als Jugendliche (vgl. §1(1) JGG), damit einher geht etwa die Strafmündigkeit. Das Bundesjugendvertretungsgesetz hingegen legt eine weiter gefasste Definition fest, die „alle jungen Menschen bis zur Vollendung ihres 30. Lebensjahres“ (§2(1) BJVG) umfasst. In Frankreich wird im *code civil* hauptsächlich mit der Definition der *minorité* „Minderjährigkeit“ gearbeitet, die mit der Vollendung des 18. Lebensjahres endet.

In der Soziolinguistik bedient man sich hingegen weniger juristischen Definitionen, sondern legt die Jugend zumeist mithilfe einer Mischung aus biologischen und sozioökonomischen Faktoren fest. Den Beginn definiert Trimaille (2004) biologisch in etwa mit dem Einsetzen der Pubertät, mit welcher physiologische Veränderungen einhergehen. Der genaue Zeitraum des Übergangs von Kindheit zu Jugend kann somit individuell variieren. Largo/Czernin (2013, S. 242) legen drei Kriterien für das Erreichen des Erwachsenseins fest: das Ende der Ausbildung bzw. eines Studiums, finanzielle Unabhängigkeit und den Auszug aus dem Elternhaus. Diese Kriterien können jedoch zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfüllt werden, wodurch das Ende der Jugend noch schwieriger zu beziffern ist. Zumeist wird mit einem Altersbereich von etwa 12 bis 25 Jahren gearbeitet.

Gadet (2003, S. 77) merkt zudem an, dass das Alter als soziale Kategorie die vielfältigen Lebensrealitäten von Jugendlichen nicht aussagekräftig widerspiegelt. Diese

werden insbesondere von ihrem sozialen Umfeld, ihrer ethnischen Zugehörigkeit und ihrem Geschlecht beeinflusst, sodass Jugendliche jedenfalls soziologisch und soziolinguistisch keine homogene Gruppe bilden.

Aus diesem Grund kann auch keinesfalls von einer einheitlichen Sprachpraktik die Rede sein. Linguistisch herrscht über die Definition von ‚Jugendsprache‘ kein eindeutiger Konsens. Zumeist wird diese als eine spezielle Varietät oder als eigener Stil angesehen, der gruppenspezifisch unterschiedlich ausgeprägt ist (vgl. Bahlo et al. 2019, S. 46–49). Genau genommen handelt es sich also eher um Jugendsprache. Im Französischen ist neben *langage des jeunes* auch *parlers jeunes* ‚jugendliche Sprechweisen‘ gebräuchlich, was die Pluralität besser abbildet (vgl. Gadet 2003). In diesem Artikel wird auf die Schreibweise ‚Jugendsprache‘ in einfachen Anführungszeichen zurückgegriffen, um den Charakter der Fremdzuschreibung hervorzuheben.

Trotz dieser gut dokumentierten Pluralität konzentriert sich ein Großteil der Untersuchungen in der frankophonen Forschung zu ‚Jugendsprache‘ dennoch auf ein sehr homogenes Profil, nämlich vorwiegend auf männliche Jugendliche mit Migrationshintergrund in den Pariser Vorstädten, den Banlieues (vgl. Gadet 2017; Carruthers/McAuley 2020). Tatsächlich liegt hier auch der Fokus des medialen Interesses. Ab den 1990ern wurde ‚Jugendsprache‘ nicht mehr ausschließlich als Merkmal der intergenerationalen Abgrenzung thematisiert, sondern insbesondere auch als eines der sozialen Abgrenzung (vgl. Trimaille 2004, S. 119; Auzanneau et al. 2017).

Funktionen von ‚Jugendsprache‘

Sprachraumübergreifende Einigkeit herrscht im Hinblick auf die Funktionen, die die sprachlichen Praktiken von Jugendlichen erfüllen. Allgemein ist die Jugend als Übergang von Kindheit zum Erwachsensein geprägt von einem Identitätsfindungsprozess. Dazu gehören die Identifikation mit einer Peergroup einerseits und die Ablehnung von Normen und Werten anderer Gruppen, spezifisch von Erwachsenen, andererseits (vgl. Bedijs 2015, S. 35). Die Sprache spiegelt diese Prozesse nicht nur wider, sondern stellt zugleich ein besonders wirksames Instrument ihrer Aushandlung dar. Der Langenscheidt-Verlag schreibt auf die Frage, wozu es überhaupt eine Wahl zum Jugendwort des Jahres gebe:

„Weil Sprache sich ständig verändert und weil Jugendwörter zeigen, was gerade Gen Z und Gen Alpha fühlen, denken und feiern. Sie sind mehr als nur lustig: Sie sind Sprachkultur. Und ein bisschen Rebellion“ (vgl. Langenscheidt 2025).

Eine aktive Anfechtung der sprachlichen Norm kann dementsprechend auch als Anfechtung gesellschaftlicher Normen interpretiert werden (vgl. Carruthers/McAuley 2020, S. 165), insbesondere in einem Land wie Frankreich, in welchem Sprache aufgrund ihrer weitreichenden Institutionalisierung und Normierung einen besonderen Stellenwert innerhalb des gesellschaftlichen und politischen Gefüges einnimmt (vgl. Carruthers/McAuley 2020, S. 163–164).

Charakteristika

Jugendsprachliche Praktiken weisen Merkmale auf allen linguistischen Ebenen auf. Im Folgenden sollen einige sprachraumübergreifend relevante Charakteristika bewusst ohne Anspruch auf Vollständigkeit dargestellt werden. Medial besonders stark hervorgehoben – sowohl im frankophonen als auch im germanophonen Raum – werden die lexikalischen Merkmale von ‚Jugendsprache‘. Dies spiegelt sich etwa in der Wahl zum Jugendwort des Jahres in Österreich und Deutschland wider, aber auch im regelmäßigen Erscheinen von „Wörterbüchern“ als „Übersetzungshilfe“ zwischen Generationen. Obgleich die sprachlichen Praktiken Jugendlicher sprachraumübergreifend schwer zu vergleichen sind und bereits innerhalb eines Sprachraums, ja auch innerhalb eines Landes, unterschiedliche Merkmale aufweisen, lassen sich bei genauem Hinsehen doch einige verbindende Elemente finden.

Ein solches ist die Nutzung von Fremd- und Lehnwörtern. Im Deutschen handelt es sich dabei in erster Linie um Anglizismen (vgl. Bahlo et al. 2019, S. 57), die übernommen und in vielen Fällen morphologisch an die deutsche Flexion angepasst, also eingedeutscht werden. Gerade die Vielzahl an Anglizismen, der sich die Jugend bedient, wird medial häufig als Verfall der deutschen Sprache gewertet. Doch auch andere Kontaktsprachen, wie etwa Arabisch, Türkisch oder Bosnisch/Kroatisch/Serbisch (BKS) haben einen Einfluss auf die sprachlichen Praktiken Jugendlicher, speziell im urbanen Raum. So werden Ausdrücke wie türk. *çüş* (als Ausdruck des Erstaunens) oder arab. *yallah* ‚los!‘ bzw. ‚auf

geht's!' von vielen Jugendlichen ungeachtet ihrer Erstsprache benutzt. Im Französischen ist diese Tendenz ebenfalls zu beobachten. Auch hier halten englische Fremd- und Lehnwörter Einzug, doch die prägendste Sprache für die sogenannten *emprunts* ‚Lehnwörter‘ (eigtl. ‚Anleihen‘) ist das Arabische (vgl. Carruthers/McAuley 2020, S. 167). Besonders geläufig sind dabei etwa der Schwur *wallah* ‚Ich schwöre bei Gott‘, der Diskursmarker *wesh* ‚Was? Was geht?‘ oder das Verb *kiffer* ‚mögen, lieben‘.

Eine Besonderheit des Französischen ist der Verlan, ein Wortbildungsmechanismus des Französischen, dessen Bezeichnung sich von frz. *l'envers* ‚verkehrt herum‘ bzw. ‚rückwärts‘ ableitet. Dieser ist wie sein eigener Name gekennzeichnet durch ein lexikalisches Phänomen, bei dem die Silben eines Wortes vertauscht werden. So wird etwa aus *merci* durch Vertauschen von *mer-* und *-ci* das jugendsprachliche *cimer*, aus *français* wird *céfran*, aus *fête* wird *teuf*. Schriftlich passt man sich dabei in erster Linie an die Aussprache an, die Grapheme folgen hier also den Phonemen. Der Verlan ist jedoch kein neues Phänomen, sondern ist in der Literatur bereits für die 1970er dokumentiert. Dennoch handelt es sich bei der Verlanisierung ungebrochen um einen sehr produktiven Mechanismus, der weiterhin neue Ausdrücke hervorbringt. Teilweise werden bereits verlanisierte Begriffe nochmals verlanisiert, wodurch jedoch nicht das ursprüngliche Wort entsteht, sondern eine ganz neue Variante wie etwa im Fall des Wortes *français* > *céfran* > *céanf* (vgl. Gadet 2003, S. 81).

Die Lexik ist in der sprachlichen Praxis Jugendlicher ein produktives Feld, denn neben der Schöpfung neuer Wörter werden auch geläufige Begriffe umgedeutet, und es kommt zu einer semantischen Verschiebung. Jugendliche nutzen Mehrdeutigkeiten, Wörter erhalten eine zusätzliche oder verlieren gänzlich an inhaltlicher Bedeutung. Das geschieht auch mit Anglizismen, die statt ihrer direkten Übersetzung häufig eine Nuance ausdrücken, die der deutsche Begriff nicht vollständig abdeckt, was etwa anhand der Wörter *lost* ‚verloren‘ bzw. ‚verwirrt‘ oder *cringe* ‚komisch bzw. ‚seltsam‘ sichtbar wird (vgl. Bahlo et al. 2019, S. 61).

Auf pragmatischer Ebene, welche die konkrete Bedeutung von Sprache in sozialen Kontexten beschreibt, sind zudem die rituellen Beschimpfungen unter Jugendlichen zu nennen. Insbesondere männliche Jugendliche, aber nicht ausschließlich, bedienen sich Beschimpfun-

gen und vulgärer Ausdrucksweisen ihren Peers und deren Familien, insbesondere deren Müttern gegenüber. Häufig geschieht dies vor Publikum oder gegenüber Freund:innen, die mit dem Ritual vertraut sind – eine Praktik, die von außen befremdlich wirkt, innerhalb der Sprecher:innengruppe jedoch stark identitätsstiftenden Charakter hat und daher als Zeichen der Nähe und Solidarität aufgefasst wird (vgl. Lepoutre 1997, S. 160).

Jugendliche als Akteur:innen sprachlichen Wandels?

‚Jugendsprache‘ steht seit Langem im Fokus öffentlichen und wissenschaftlichen Interesses, weil sie sich so schnell verändert. Im Vergleich zur Standardsprache ist sie schnelllebig; die Jugendlichen heute sprechen anders als jene vor zehn Jahren. Gleichzeitig lässt sich aber beobachten, dass eine Vielzahl an Ausdrücken, die heute ganz selbstverständlich in unserem (umgangssprachlichen) Sprachgebrauch vorhanden sind, ursprünglich als jugendsprachlich galten. Im Französischen beispielsweise sind verlanisierte Begriffe wie *meuf* (von frz. *femme* ‚Frau‘) heute allgemein in allen Altersgruppen und sozialen Milieus geläufig (vgl. Carruthers/McAuley 2020, S. 168). Auch im Deutschen lässt sich diese Tendenz beobachten. Ein Beispiel dafür ist der Anglizismus *chillen*, welcher an das deutsche Flexionssystem angepasst wurde und nun ein gefestigter Bestandteil der Umgangssprache quer durch die Gesellschaft ist.

Androutsopoulos (1998, S. 377) geht davon aus, dass die Lexik der Jugendsprache sich zyklisch erneuert und nennt vier Entwicklungsstufen für jugendsprachliche Ausdrücke:

1. Stabiler Kern: Einige Lexeme sind über einen längeren Zeitraum grundlegender Bestandteil des jugendsprachlichen Wortschatzes. Sie dienen oft als Vorlage für neue Variationen.
2. Neueinführungen: Neue Variationen oder Neologismen entstehen durch verschiedene Mechanismen.
3. Veraltende Ausdrücke: Lexeme werden obsolet, verlieren an Bedeutung oder verschwinden ganz.
4. Verschiebungen in der Distribution: Die Bedeutung einzelner Lexeme kann erweitert oder limitiert werden.

Auch Neuland (2018, S. 116) schlägt ein zyklisches Modell vor, wobei die Prozesse der "Destandardisierung" und der "Restandardisierung" im Fokus für einen sprachlichen Wandel stehen. Destandardisierung bedeutet die Umdeutung und Neuinterpretation standard-sprachlicher Einheiten und dadurch die Integration in die ‚Jugendsprache‘. Restandardisierung meint die Übernahme ‚jugendsprachlich‘ konnotierter Phänomene durch andere Gruppen, wodurch diese ihre Bedeutung für Jugendliche verlieren. Neuland (2018, S. 121) merkt zudem an, dass die Medien eine zentrale Rolle als "Promotoren des Wandels" einnehmen und nennt dabei einerseits die Vermarktung von populärwissenschaftlichen Wörterbüchern, andererseits die Kommerzialisierung von ‚Jugendsprache‘ zu Werbe- und Unterhaltungszwecken. Hier ist jedoch zu unterstreichen, dass es sich dabei nicht um die Verbreitung von authentischer ‚Jugendsprache‘ handelt, sondern um die Vermarktung dessen, was der ‚Jugendsprache‘ in der Fremdwahrnehmung entspricht.

Durch die sozialen Medien beschleunigte sich der zuvor erwähnte zyklische Prozess. Trends verbreiten sich auf TikTok und Instagram innerhalb weniger Tage und erreichen so innerhalb kürzester Zeit einen Großteil der Jugendlichen, auch nationalstaaten- und sprachraum-übergreifend. Diese Plattformen bieten ihnen im Gegensatz zu den herkömmlichen Medien die Möglichkeit, sich und ihre sprachlichen Praktiken selbst zu inszenieren und sich so gewissermaßen sprachlich selbst zu ermächtigen. Ein Beispiel dafür ist das österreichische Jugendwort des Jahres 2025 *Six Seven*. Dieses geht ursprünglich auf einen Ausruf des US-Rappers Skrilla in einem Lied zurück und verbreitete sich auf TikTok dann durch Millionen von Videos rasend schnell (vgl. Recher 2025). Semantisch verlor *Six Seven* so an Bedeutung, was es dafür aber pragmatisch umso wichtiger machte: Dieser scheinbar inhaltslose Ausruf wurde zu einem Identitätsmarker, mit dem man sich einer sozialen Gruppe zugehörig zeigen und von anderen, speziell den Erwachsenen, abgrenzen kann.

Transformationsprozesse zeigen sich daher nicht nur in der Bildung und Verwendung neuer Lexeme, etwa durch Verlanisierung oder Entlehnung, sondern auch in der Verschiebung von Bedeutungen und Funktionen bereits bestehender Ausdrücke, wobei diese Prozesse teilweise ineinandergreifen. Während manche Begriffe

semantisch erweitert werden und in neuen Kontexten Verwendung finden, wie etwa die Anglizismen *lost* und *cringe*, verlieren andere ihren ursprünglichen Bedeutungsgehalt nahezu vollständig und erfüllen stattdessen vor allem pragmatische oder identitätsstiftende Funktionen, wie es etwa bei *Six Seven* der Fall ist.

Solche Bedeutungsverschiebungen können zugleich als Ausdruck und Verstärker gesellschaftlicher Transformationsprozesse verstanden werden. Da Sprache soziale Wirklichkeiten nicht nur abbildet, sondern zugleich mitgestaltet, werden durch neue Ausdrucksweisen bestehende Normen, Kategorien und Zugehörigkeiten neu verhandelt. So kann insbesondere die Verwendung von Fremd- und Lehnwörtern aus sogenannten Migrations-sprachen als Ausdruck einer zunehmenden Sichtbarkeit sprachlicher und kultureller Pluralität verstanden werden. ‚Jugendsprache‘ erscheint somit nicht nur als Ausdruck gesellschaftlicher Transformationsprozesse, sondern kann selbst zu deren Katalysator werden.

Fazit

Sprache ist kein starres Konstrukt, sondern einem ständigen Wandel unterlegen. ‚Jugendsprache‘ im Spezifischen ist für die Forschung und die Medien deshalb so interessant, weil sie besonders produktiv ist und sich schnell verändert. Gleichzeitig kommt ihr eine große soziale Bedeutung zu, indem sie von ihren Sprecher:innen aktiv zur Abgrenzung gegenüber anderen benutzt wird. Jugendliche sind nicht die alleinigen Urheber:innen sprachlichen Wandels, vielmehr ist dieser ein kontinuierlicher Aushandlungsprozess unterschiedlicher sozialer Gruppen. Die sprachlichen Praktiken von Jugendlichen fungieren jedoch als besonders sichtbare Katalysatoren sprachlicher und gesellschaftlicher Transformationsprozesse. Gerade weil ‚Jugendsprache‘ Normen infrage stellt und sich kontinuierlich erneuert, macht sie die Dynamik sprachlicher Transformation sichtbar. Die medial geäußerte dystopische Vorstellung eines sprachlichen Verfalls lässt sich linguistisch hingegen kaum belegen. Die häufig diagnostizierte Spannung zwischen Innovation und Verfall ist daher weniger Ausdruck objektiver sprachlicher Entwicklungen als vielmehr konkurrierender gesellschaftlicher Normvorstellungen über Sprache.

Kerstin Messerer, geb. 1999 in Niederösterreich, studiert Französisch, Mathematik sowie Geschichte und Politische Bildung auf Lehramt an der Universität Wien. Seit dem Schuljahr 2024/25 unterrichtet sie parallel dazu an einer Mittelschule in Wien, was ihr eine besondere Perspektive an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis eröffnete. Auslandsaufenthalte in Avignon und Lyon vertieften ihr Interesse an der französischen Sprache, weshalb sie im Anschluss daran den Fokus in ihrem Studium vermehrt auf Linguistik legte. Derzeit arbeitet sie an ihrer Masterarbeit im Unterrichtsfach Französisch, wo sie sich mit französischer Jugendsprache, ihrer Inszenierung in *bandes dessinées* („Comics“) sowie ihrer Wahrnehmung durch die Leser:innen beschäftigt. Sie ist seit 2025 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

Literatur

- Androutsopoulos 1998 = Jannis Androutsopoulos: Deutsche Jugendsprache. Untersuchungen zu ihren Strukturen und Funktionen. Frankfurt am Main: Peter Lang 1998.
- Auzanneau et al. 2017 = Michelle Auzanneau / Patricia Lambert / Nadja Maillard-de La Corte Gomez: Parole de jeunesse: vers une meilleure prise en compte de la différenciation sociale. In: Glottopol 29 (2017), S. 2–12.
- Bahlo et al. 2019 = Nils Bahlo / Tabea Becker / Zeynep Kalkavan-Aydın / Netaya Lotze / Konstanze Marx / Christian Schwarz / Yazgül Şimşek: Jugendsprache. Eine Einführung. Stuttgart: J.P. Metzler 2019.
- Bedijs 2015 = Kristina Bedijs: Langue et générations: le langage des jeunes. In: Manuel de linguistique française. Hg. von Claudia Paulzin-Haumann / Wolfgang Schweickard. Berlin: De Gruyter 2015, S. 293–313.
- Carruthers/McAuley 2020 = Janice Carruthers / David McAuley: Investigating Perceptions of Banlieue French: Problematising Theory and Methods. In: Researching Language in Superdiverse Urban Contexts. Hg. von Clare Mar-Molinero. Bristol: Multilingual Matters, S. 159–182.
- Gadet 2003 = Françoise Gadet: Youth Language in France: Forms and Practices. In: Jugendsprachen – Spiegel der Zeit. Hg. von Eva Neuland. Frankfurt am Main: Lang 2003, S. 77–89.
- Gadet 2017 = Françoise Gadet: Pour étudier les parlers jeunes. In: Les parlers jeunes dans l’Île-de-France multiculturelle. Hg. von Françoise Gadet. Paris: Éditions Ophrys 2017, S. 27–54.
- Langenscheidt 2025 = Langenscheidt: Game Over – Das Jugendwort 2025 ist da! <https://www.langenscheidt.com/jugendwort-des-jahres-2025?srsId=AfmBOoryw9RTmAxeg9xNUScgA1b57zgVRtU34t7neBo22oOiKeA9WlvK> (Zugriff: 9.6.2026).
- Lepoutre 1997 = David Lepoutre: Cœur de banlieue. Codes, rites et langages. Paris: Odile Jacob 1997.
- Largo/Czernin 2013 = Remo H. Largo / Monika Czernin: Jugendjahre: Kinder durch die Pubertät begleiten. München: Piper 2013.
- Neuland 2018 = Eva Neuland: Jugendsprache. Eine Einführung. Tübingen: Narr Francke 2018.
- Oewort 2025 = Oewort: Das österreichische Wort des Jahres. <https://oewort.at/wort-des-jahres/2025/> (Zugriff: 4.6.2026).
- Recher 2025 = Kevin Recher: Die Jugend sagt "Six Seven" – und keiner weiß so wirklich, was damit gemeint ist. Der Standard, 28.10.2025. <https://www.derstandard.at/story/3000000293541/die-jugend-sagt-six-seven-und-keiner-weiss-so-wirklich-was-damit-gemeint-ist> (Zugriff: 7.6.2026).
- Trimaille 2004 = Cyril Trimaille: Études de parlers de jeunes urbains en France. Éléments pour un état des lieux. In: Cahiers de sociolinguistique 9 (2004), S. 99–132.

Transformation von Sprache, Identität und Gruppenstruktur

Deutschsprachige jüdische Gemeinschaften in Lateinamerika

FLORENTINA LECHNER

Wien

Durch die Flucht vor dem Holocaust etablierten sich in Lateinamerika deutschsprachige jüdische Gemeinschaften, die sich im Kontakt mit lateinamerikanischen Gesellschaften transformierten: sprachlich durch Kontaktvarietäten, identifikatorisch hin zu mehrteiligen/mehrfachen Identitäten sowie gruppenstrukturell im Sinne eines ortsungebundenen Gemeinschaftsgefühls. Insbesondere zur Beschreibung transnationaler Minderheiten bedarf es künftig einer Anpassung der theoretischen Herangehensweisen in der Sprachwissenschaft.

Angesichts der nationalsozialistischen Verfolgung, Diskriminierung und existenziellen Bedrohung könnte man annehmen, dass die Flucht nach Lateinamerika für deutschsprachige Jüd:innen einen vollständigen Bruch mit ihrem kulturellen und sprachlichen Erbe bedeutete. Migrationsprozesse sind jedoch selten linear und eindeutig; so auch in diesem Fall nicht, da deutschsprachige jüdische Gemeinschaften in Lateinamerika – mit Ausnahme von Brasilien, wo die Verwendung der deutschen Sprache während des Kriegs unterbunden wurde – ihre Sprache und ihre kulturellen Traditionen fortführten (vgl. Böhm 1994, S. 87). In vielen deutschsprachigen jüdischen Gemeinden Lateinamerikas fand produktive und rezeptive Sprachtätigkeit (z. B. in Gottesdiensten oder der Presse) bis in die 1970er-Jahre auf Deutsch statt; in manchen Ländern wie Argentinien, Chile oder Uruguay sogar bis in die 1990er-Jahre (vgl. Kallinka 2015, S. 169; Schwarcz 1995, S. 159–171; Born & Dickgießer 1989, S. 70) bzw. bis heute (vgl. Kallinka 2015, S. 251). Somit koexistierten die deutsche und spanische Sprache sowie die dazugehörigen Kulturen über einen langen Zeitraum hinweg (bzw. tun sie dies zum Teil heute noch), wodurch sich vielfältige Möglichkeiten für sprachliche, identifikatorische und gesellschaftliche Transformation ergaben.

Auf diese Ebenen des Wandels möchte ich im folgenden Beitrag eingehen: Sprache, Identität und Gemeinschaftsstruktur. Abschließend soll auch der Frage nachgegangen werden, wie die konzeptuelle Herangehens-

weise an transnationale Minderheiten im sozio-linguistischen Wissenschaftsdiskurs verändert werden muss. Dadurch sollen (deutschsprachige) Minderheiten – insbesondere angesichts von Globalisierung und Digitalisierung – künftig mithilfe eines theoretischen Instrumentariums besser erfasst und beschrieben werden können.

Historischer Kontext

Lateinamerika war in den 1930er-Jahren noch kein anvisiertes Fluchtziel; viel eher suchten deutschsprachige Jüd:innen zu Anfang vornehmlich in Deutschlands Nachbarländern Zuflucht, in der Hoffnung, von dort rasch in die Heimat zurückkehren zu können, oder sie steuerten außereuropäische Optionen wie die USA und Palästina an (vgl. Adams 2021, S. 5). Angesichts der zunehmend restriktiver werdenden Einwanderungspolitik vieler Staaten wurde die Suche nach anderen Zufluchtsstätten jedoch immer dringlicher, und immer mehr von Verfolgung bedrohte Menschen erwogen eine Flucht nach Lateinamerika, das oft als Fluchtziel zweiter Wahl galt (vgl. Schwarcz 1995, S. 99).

Mit dem Jahr 1938 – die Nazis kontrollierten immer größere Teile Europas, und viele europäische Länder verhängten Einwanderungsstopps – setzten massive transozeanische Fluchtbewegungen ein, insbesondere gen Lateinamerika (vgl. von zur Mühlen 1995). Bis 1941 gelang es ca. 250.000 bis 300.000 Jüd:innen aus dem Deutschen Reich zu fliehen; ungefähr 70.000 bis 90.000 erreichten lateinamerikanische Länder, laut Böhm "an erster Stelle Argentinien, dann Brasilien, Chile und Uruguay" (1994, S. 81), die zusammen beinahe 80 % aller deutschsprachigen Flüchtlinge aufnahmen. Andere Staaten wie Kuba, Bolivien oder die Dominikanische Republik spielten mehr die Rolle von Wartesälen – für die USA oder die zuvor genannten lateinamerikani-

schen Länder (vgl. von zur Mühlen 1995). Folglich formierten sich in Lateinamerika deutschsprachige jüdische Migrationsgemeinschaften in wesentlicher Quantität, was dem Sprach- und Kulturerhalt sehr zuträglich war.

Wandel durch Sprachkontakt – deutschsprachige jüdische Kontaktvarietäten?

Obwohl also in Lateinamerika große deutschsprachige jüdische Gemeinden entstanden, bemerkt Sainz-Portillo: "[T]here is still limited work done compared to the Jewish diaspora in Europe and the United States" (2022, S. 4); dies zeigt sich insbesondere in der Sprachwissenschaft, in welcher bisher nur vereinzelte linguistische Beiträge zu Argentinien, Chile, Uruguay und der Dominikanischen Republik existieren. Angesichts dieser Leerstellen werde ich in diesem Kapitel den Forschungsstand aus einer interdisziplinären Perspektive präsentieren – unter Rückgriff auf geschichtswissenschaftliche, kultur- und sozialpsychologische sowie soziologische Literatur.

Neben der sprachwissenschaftlichen Grundannahme, dass Sprache einer ständigen Transformation unterliegt, kann die Entstehung von Kontaktvarietäten wohl als paradigmatisch für Transformation verstanden werden: Di Venzio & Olfert (2024, S. 90) verstehen unter einer Kontaktvarietät eine Variante der jeweiligen Sprache (hier: des Deutschen), die unter dem sich wandelnden sprachlichen Einfluss innerhalb einer Migrationsgemeinschaft entsteht und deshalb von der Standardsprache derjenigen Länder abweicht, in denen diese Sprache mehrheitssprachlich gebraucht wird. Durch Migration bzw. andere Faktoren steht sie zudem in ständigem Austausch mit einer weiteren Sprache (hier: dem Spanischen), in der Regel einer Mehrheitssprache. Somit kann eine Sprache im Kontext von Migration in ihrer neuen Position als Minderheitensprache eine Kontaktvarietät im Austausch mit einer Mehrheitssprache herausbilden.

Im Falle der deutschsprachigen jüdischen Gemeinschaften konnte ich aus der Literatur zwei *mögliche* Kontaktvarietäten extrahieren. Das Adjektiv *möglich* ist hier bewusst gesetzt, um zu verdeutlichen, dass die notwendige Forschung noch ausständig ist, sodass bis auf weiteres offenbleiben muss, ob es sich hier um Varietäten

im engeren Sinne handelt oder eher um vereinzelte Beispiele für *Code-Switching* oder *Code-Mixing*, welche auf keine eigene systematische Variante der Sprache hindeuten. Zu beachten ist hierbei, dass der Begriff der Varietät selbst sehr allgemeiner Natur ist. Er bezeichnet, dass bestimmte Gestaltungsvarianten des Sprachsystems voraussagbar mit sozialen und funktionalen Parametern der tatsächlichen Sprachverwendung zusammenfallen; wie viele Merkmale dazu notwendig sind, ist jedoch unklar (vgl. Berruto 2020, S. 264).

Ungeachtet dieser Unklarheiten, deren Erhellung künftiger linguistischer Forschung vorbehalten ist, werde ich im Folgenden zwei potenzielle Kontaktvarietäten vorstellen (*potenziell*, weil die Varietäten zwar in manchen Quellen deutschsprachigen Jüd:innen zugeschrieben werden, in anderen jedoch nur indirekt oder gar nicht): "Belgrano-Deutsch" aus Argentinien (Schwarcz 1995, S. 130) und "La-Plata-Deutsch" aus Uruguay (Kallinka 2015, S. 253). Erstere Sprachform soll sich laut Schwarcz (1995, S. 130), selbst Nachfahre deutschsprachiger Juden, sukzessive im Stadtviertel Belgrano, Buenos Aires, in der deutschsprachigen jüdischen Gemeinschaft herausgebildet haben. Die Praxis der Übertragung spanischer Wörter ins Deutsche – wodurch deutschsprachige Jüd:innen ihr spanischsprachiges Umfeld sprachlich an das Deutsche anpassten – wird von Schwarcz (1995, S. 130) als Ausgangspunkt des Belgrano-Deutschen bezeichnet.

Allmählich wurden die spanischen Wörter jedoch nicht mehr ins Deutsche übertragen, sondern in die deutsche Matrix inkorporiert: Statt der standarddeutschen Variante *Ich gehe zur Apotheke* wird "Ich gehe nach die farmacia" produziert (Quarles van Ufford & Merx 1988, S. 104). Dabei liegt ein lexikalischer, also den Wortschatz betreffender, Transfer von *farmacia* sowie eine Übertragung des präpositionalen Musters mit *nach* vor, das im Deutschen nur eingeschränkt verwendet wird. Letzterer Wechsel ist vermutlich durch die polyfunktionale spanische Konstruktion *ir a la/al* bedingt. Ein weiteres Beispiel für das Belgrano-Deutsche ist die Kombination eines deutschen Adjektivs mit einer spanischen Verbindung, was etwa zur hybriden Form "Kaputtió!" („Es ging kaputt“) führte (Quarles van Ufford & Merx 1988, S. 104), dem Ausruf eines Enkelkinds der zweiten Generation angesichts einer zerbrochenen Tasse. Systematischer als diese beiden Sprachbeispiele, die eher wie ad-hoc-Bildungen wirken, sind die Germanisierungen

spanischer Verben durch den Suffix (die Endung) "-ieren": *arreglar* (‚in Ordnung bringen‘) wird beispielsweise zu *arreglieren* (vgl. Demel 2013, S. 116f). Diese Praxis kommt nur bei spezifischen Verben zur Anwendung; manche sind von besonderer Bedeutung, wie das Verb "cobrieren" von *cobrar* (‚verlangen‘), welches selbst von Personen verwendet wurde/wird, die das Belgrano-Deutsche ablehnen (Demel 2013, S. 116).

Im 21. Jahrhundert wird das Belgrano-Deutsche immer noch von älteren Gemeindemitgliedern produziert, jedoch nur mehr mündlich. Interessant ist überdies, dass die Aufnahme des Belgrano-Deutschen in das eigene Sprachrepertoire nicht vom Bildungsgrad abhängig ist: Viel eher sind die Toleranz gegenüber Sprachmischungen und die Rückbindung an die deutsche Sprache entscheidend (vgl. Demel 2013, S. 91). Sprachliche Transformation wird demnach in diesem Kontext wesentlich durch Offenheit gegenüber sprachlicher Hybridität und gleichzeitig durch die fortwirkende Beziehung zu(r) Sprache(n) der Vergangenheit begünstigt.

Diese vor- wie rückwärtsgerichtete Bewegung war auch für die Entstehung des La-Plata-Deutschen in Uruguay verantwortlich. Es wird ebenfalls "Belgranodeutsch" genannt (Kallinka 2015, S. 253), sodass in weiterer Forschung erörtert werden muss, ob es sich hier um eine überregionale Varietät des Río-de-la-Plata-Raums – der Mündungsregion der Flüsse Paraná und Uruguay – handeln könnte, die sowohl in Argentinien als auch Uruguay gesprochen wurde/wird. Kallinka bezeichnet das La-Plata-Deutsche als "una variedad de mezcla que los inmigrantes de habla alemana hablan entre ellos" (‚eine Mischvarietät, die deutschsprachige Einwanderer untereinander sprechen‘; 2015, S. 253); eine direkte Zuschreibung an deutschsprachige Jüd:innen findet folglich nicht statt. Da jedoch eine terminologische Überlappung besteht und auch teilweise andernorts in der Literatur die Sprachpraktiken deutschsprachiger Jüd:innen ohne direkten Verweis auf die Gruppe selbst beschrieben werden, soll diese Sprachform hier ebenso erwähnt werden.

Ähnlich zu den sprachlichen Charakteristika des Belgrano-Deutschen führt Kallinka für das La-Plata-Deutsche Beispiele des lexikalischen Transfers an: "Er ist *muy de mañana*" [Hervorhebung im Original] im Sinne von ‚Er ist ein Frühaufsteher/Morgenmensch‘ (Kallinka 2015, S. 253). Die Anpassung spanischer Verben an das deutsche System ist hier ebenso wirksam, beispielsweise

wird *preparar* (‚vorbereiten‘) in der Phrase "Da habt ihr den Mähdrescher *prepariert*" [Hervorhebung im Original] zu *preparieren* adaptiert (Kallinka 2015, S. 255). Die Sprachbeispiele zeigen jedenfalls, dass das Belgrano- sowie La-Plata-Deutsche deutlich von Sprachkontakt geprägt sind. Mit anderen Worten könnten sie auch als Transformationen der deutschen Sprache im mehrsprachigen Migrationskontext unter Mitwirkung des Spanischen bezeichnet werden.

Mehrteilige/mehrfache Identitätskonstruktionen

Im Maße, wie sich die geflüchteten deutschsprachigen Jüd:innen in der neuen lateinamerikanischen Umgebung einlebten, wandelte sich jedoch keineswegs nur ihre Sprache, sondern auch ihre Identität. Es ist wieder zu bedenken, dass die hier vorgestellten Einblicke lediglich den derzeitigen Stand der Literatur abbilden können; empirische Untersuchungen zur Sprache, Identität oder Gruppenstruktur sind noch ausständig. Weiters sei auf Kontroversen um den Begriff *Identität* verwiesen; in Ermangelung eines besseren Terminus greife ich jedoch in Anlehnung an Wolf-Farré (2024, S. 140) auf das Konzept zurück, um Selbstbilder zu bezeichnen, die in Innen- wie Außensicht verhandelt werden können. Nach Hall (1996, S. 1) soll Identität hier in einer "detotalized or deconstructed" Form verstanden werden: Faktoren wie soziale Zugehörigkeit oder etwa Geschlecht können zwar bedeutsam sein, definieren Identität aber nicht final – Identität wird viel eher in einem fortlaufenden Prozess ausgehandelt (vgl. Wolf-Farré 2024, S. 140).

Von zur Mühlen (1987, S. 55) beschreibt ein breites Spektrum der Identitätsentwicklung: von der kompletten Annahme einer lateinamerikanischen bis hin zur Beibehaltung der deutschen bzw. deutschsprachigen Identität. Während sich die zwei äußersten Enden dieser Bandbreite sicherlich auch in deutschsprachigen jüdischen Gemeinschaften manifestierten, ist in der Literatur zu deutschsprachigen Jüd:innen in Argentinien, Chile und Bolivien häufig von einer "Synthese von jüdischer Herkunft, deutscher Kultur und lateinamerikanischer Umwelt" (von zur Mühlen 1987, S. 65) die Rede. Diese Formulierung zeigt bereits, dass in den bisherigen wissenschaftlichen Beiträgen nicht zwischen der Identifikation mit der deutschen Sprache und jener mit dem deut-

schen Kulturraum oder einem nationalen Selbstverständnis unterschieden wird. Deutlich wird dennoch, dass deutschsprachige Jüd:innen, indem sie ihre Identität transformierten, anscheinend vielfältige Bezüge herstell(t)en.

Während sich nichtjüdische deutschsprachige Emigrant:innen oftmals weiterhin als deutsche Staatsbürger:innen wahrnahmen und ihren Verbleib in Lateinamerika nur als kurzfristig ansahen (vgl. von zur Mühlen 1987, S. 56), wird für deutschsprachige Jüd:innen in Argentinien eine "dreifache Zugehörigkeit" (Schwarcz 1995, S. 76) und für jene in Chile eine "dreigeteilte Identität" (Wojak 1994, S. 205) festgestellt. Identität/Zugehörigkeit wird dabei in beiden Ländern über drei Bezugspunkte entworfen: das Deutsch- sowie Judentum und die lateinamerikanische Umgebung. Ebenso wird beschrieben, dass manche Mitglieder im Gegensatz zu interagierenden "Teilidentitäten" (Werani 2023, S. 51) Zerrissenheit und ein Gefühl fehlender Heimatung erlebten; die Herausbildung mehrfacher/mehrteiliger Identitäten sollte demnach als Tendenz verstanden werden.

Neben Argentinien und Chile werden auch für Bolivien mehrfache/mehrteilige Identitätskonstruktionen verzeichnet, definiert als jüdisch-bolivianisch oder jüdisch-europäisch-bolivianisch (vgl. Ströbele-Gregor 2018, S. 121–129). In diesem Fall wird lediglich ein indirekter Nexus zum deutschen/deutschsprachigen Erbe (Stichwort: *europäisch*) angedeutet; zugleich ist auch hier die Präsenz verschiedener Identitätsanteile wirksam. Ob diese mehrteiligen/mehrfachen Identitäten noch bis heute fortwirken, ist angesichts der zunehmenden Hinwendung zu lateinamerikanischen Identifikationsangeboten in den letzten Jahrzehnten unklar. Dafür spräche, dass die mehrfache/mehrteilige Art der Identitätskonstruktion transgenerationell weitergegeben wurde – in Bolivien ist sogar noch in der vierten Generation "fast ausnahmslos eine besondere Mischung des jüdisch-europäischen Ursprungs und der bolivianischen Eigentümlichkeiten" feststellbar (Bieber 2012, S. 255). Das macht deutlich, dass deutschsprachige Jüd:innen oftmals keine geradlinige Transformation von einer deutschen zu einer lateinamerikanischen Identität/Zugehörigkeit, sondern vielmehr komplexe Umstrukturierungen mit deutschen, jüdischen und lateinamerikanischen Teildentitäten/-zugehörigkeiten durchliefen, die sich über mehrere Generationen hinzogen.

Die Post-Place Community aus Sosúa

Eine der deutschsprachigen jüdischen Gemeinschaften in Lateinamerika weist neben sprachlichen und identifikatorischen Veränderungen auch eine grundlegende Transformation ihres Gruppenkonzepts auf. In den 1940er-Jahren entstand in Sosúa, im Norden der Dominikanischen Republik, eine deutschsprachige jüdische Siedlung – primär aus deutschen und österreichischen Jüd:innen. Viele wanderten nach ca. 20-jähriger Stabilität der Gemeinschaft vor Ort weiter (vgl. Gigliotti 2006, S. 32–34) – entweder in die USA, in andere lateinamerikanische Länder oder nach Europa zurück. Trotz ihres Fortzugs halten viele Mitglieder dieser Gemeinschaft imaginäre und reale (zum Beispiel durch wiederkehrende Treffen vor Ort) Verbindungen nach Sosúa aufrecht (vgl. Schröder & Rocker 2021, S. 93–94).



Abb. 1: Schild der 1941 in Sosúa gegründeten Schule.

Am Beispiel dieser transnationalen Minderheit wird deutlich, dass die traditionelle Vorstellung einer Sprachinsel hier nicht mehr greift. Nach Mattheier bezeichnet eine Sprachinsel "eine durch verhinderte oder verzögerte sprachkulturelle Assimilation entstandene Sprachgemeinschaft, die – als Sprachminderheit von ihrem Hauptgebiet getrennt – durch eine sprachlich/ethnisch

differente Mehrheitsgesellschaft umschlossen und/oder überdacht wird, und die sich von der Kontaktgesellschaft durch eine die Sonderheit motivierende soziopsychische Disposition abgrenzt bzw. von ihr ausgegrenzt wird" (1994, S. 334). Eine solche Vorstellung von Isolation durch verlangsamte Anpassung, Wahrnehmung der eigenen Besonderheit sowie Abgrenzung von einer einzigen Mehrheitsgesellschaft entspricht jedoch nur noch bedingt der Realität von sprachlichen Minderheiten im 21. Jahrhundert: Die fortschreitende globale Vernetzung bringt es mit sich, dass die Bedingungen für Minderheiten von örtlicher Dispersion, kontinuierlichem Kontakt sowie Interaktion mit verschiedenen nationalen Mehrheiten und dem Herkunftsgebiet geprägt sind.

Um den im Konzept der Sprachinsel dominierenden Annahmen von Isolation, Statik und geographischer Begrenztheit neue Ansätze entgegenzustellen, bedarf es einer Neuausrichtung der Theoriebildung. Erste wichtige Schritte hierzu wurden von Wolf-Farré & Rocker (2024) gesetzt: Sie transferierten das soziologische Konzept der "Post-Place Community" (Bradshaw 2008, S. 5) probeweise in die Soziolinguistik, um die Gruppenstruktur der deutschsprachigen jüdischen Gemeinschaft aus Sosúa zu beschreiben. Die *Post-Place Community* bezeichnet Gemeinschaften, die infolge von Urbanisierung und Digitalisierung ihre örtlichen Bande abgelegt haben und stattdessen über kollektive Interessen, Identitäten, Werte und Herkunft Zugehörigkeit zu einer oder mehreren Gruppen konstruieren (vgl. Bradshaw 2008, S. 9). Angesichts der Netzwerkstruktur der Gemeinschaft Sosúa mit dem zentralen Bezugspunkt in der Dominikanischen Republik, dem sich die in diverse Länder verstreuten Mitglieder symbolisch und materiell noch verbunden fühlen – insbesondere über Identität und Herkunft – erscheint die Beschreibung mithilfe der *Post-Place Community* sehr fruchtbar; dies gilt es in Zukunft mithilfe von soziolinguistischen Datenerhebungen in der Community zu überprüfen.



Abb. 2: Graffiti der Entstehungsgeschichte der Stadt Sosúa. (Foto: Florentina Lechner)

Fazit

Dieser Beitrag hat gezeigt, dass die Flucht deutschsprachiger Jüd:innen nach Lateinamerika eine umfassende Transformation auf sprachlicher, identifikatorischer und gruppenstruktureller Ebene anstieß. In welcher Form sich dieser grundlegende Wandel heute darstellt, soll Gegenstand künftiger Untersuchungen sein; dabei eröffnet die Beschäftigung mit transnationalen deutschsprachigen jüdischen Gruppen die Möglichkeit, etablierte theoretische Konzepte kritisch zu hinterfragen, um innerhalb der Sprachwissenschaft Denkraum für neue interdisziplinäre Modellierungen zu schaffen.

Florentina Lechner, geb. 2000 in Niederösterreich, studierte English and American Studies sowie Deutsche Philologie an der Universität Wien. Derzeit widmet sie sich dem Studium der Internationalen Rechtswissenschaften. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen in der Sprachwissenschaft, insbesondere in der Soziolinguistik. Sie beschäftigt sich mit deutschsprachigen (jüdischen) Minderheiten im spanischsprachigen Lateinamerika sowie mit Fragen zu Sprache und Identität, Mehrsprachigkeit und Sprachkontakt. Berufliche Erfahrungen sammelte sie im Regionaljournalismus sowie als Studienassistentin im Interdisziplinären Forschungsnetzwerk Elfriede Jelinek und am Institut für Schallforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW). Seit 2023 verfasst sie nebenberuflich Audiodeskriptionen für blinde und sehbehinderte Menschen beim ORF. Florentina Lechner ist seit 2026 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

Literatur

- Adams 2021 = Jacqueline Adams: Jewish Refugees' Lives in Latin America after Persecution and Impoverishment in Europe. In: *Comparative Cultural Studies – European and Latin American Perspectives* 6/11 (2021), S. 5–17. <https://doi.org/10.13128/ccselap-12514>.
- Berruto 2020 = Gaetano Berruto: Varietät (Variety). In: *Sociolinguistics. Soziolinguistik*. Hg. v. Ulrich Ammon, Norbert Dittmar und Klaus J. Mattheier. Berlin und New York: Walter de Gruyter 1987 (= Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft 3.1), S. 263–267.
- Bieber 2012 = León Enrique Bieber: Jüdisches Leben in Bolivien. Die Einwanderungswelle 1938–1940. Berlin: Metropol 2012.
- Born & Dickgießer 1989 = Joachim Born und Sylvia Dickgießer: Deutschsprachige Minderheiten. Ein Überblick über den Stand der Forschung für 27 Länder. Mannheim: Institut für deutsche Sprache 1989.
- Böhm 1994 = Günter Böhm: Jüdische Aspekte des lateinamerikanischen Exils. In: *Alternative Lateinamerika. Das deutsche Exil in der Zeit des Nationalsozialismus*. Hg. v. Karl Kohut und Patrik von zur Mühlen. Frankfurt am Main: Vervuert 1994 (= *Americana Eystettensia* 12), S. 81–88.
- Bradshaw 2008 = Ted K. Bradshaw: The Post-Place Community: Contributions to the Debate about the Definition of Community. In: *Community Development* 39/1 (2008), S. 5–16. <https://doi.org/10.1080/15575330809489738>.
- Demel 2013 = Eva Demel: "Sprachinselminderheiten in Argentinien und der Provinz Llanquihue, Chile". <https://theses.univie.ac.at/detail/25834> (Zugriff 30.5.2025). Wien: Dissertation an der Universität Wien 2013.
- Di Venanzio & Olfert 2024 = Laura Di Venanzio und Helena Olfert: Sprachlicher Standard und sprachliche Norm. In: *Spracherhalt und Mehrsprachigkeit: Eine Einführung*. Hg. v. Katja F. Cantone, Patrick Wolf-Farré, Helena Olfert, Laura Di Venanzio, Erkan Gürsoy und Tobias Schroedler. Tübingen: Narr Francke Attempto 2024, S. 139–150. <https://doi.org/10.24053/9783381105823>.
- Gigliotti 2006 = Simone Gigliotti: 'Acapulco in the Atlantic': Revisiting Sosúa, a Jewish Refugee Colony in the Caribbean. In: *Immigrants & Minorities* 24/1 (2006), S. 22–50. <https://doi.org/10.1080/02619280600590209>.
- Hall 1996 = Stuart Hall: "Introduction: Who Needs 'Identity'?" In: *Questions of Cultural Identity*. Hg. v. S. Hall, P. Du Gay. London 1996, S. 1–17.
- Kallinka 2015 = Stefan Kallinka: "Destino Montevideo. Estudio sobre la inmigración de habla alemana en Uruguay 1830-2013". Wien: Universität Wien 2015, unveröffentlichte Dissertation.

- Mattheier 1994 = Klaus J. Mattheier: Theorie der Sprachinsel. Voraussetzungen und Strukturierungen. In: Sprachinselforschung. Eine Gedenkschrift für Hugo Jedig. Hg. v. Nina Berend und Klaus J. Mattheier. Frankfurt am Main et al.: Peter Lang 1994, S. 333–348.
- von zur Mühlen 1995 = Patrik von zur Mühlen: Deutsches Exil in Lateinamerika. Kulturtelle und politische Aktivitäten nach der Flucht. <https://lateinamerika-nachrichten.de/artikel/deutsches-exil-in-lateinamerika/> (Zugriff 14.7.2025). In: Lateinamerika Nachrichten 251 (1995), n.p.
- von zur Mühlen 1987 = Patrik von zur Mühlen: Jüdische und deutsche Identität von Lateinamerika-Emigranten. In: Fluchtpunkte des Exils und andere Themen. Hg. v. Thomas Koebner, Wulf Köpke, Klaus-Dieter Krohn und Sigrid Schneider. Berlin & Boston: De Gruyter 1987 (= Exilforschung- Ein Internationales Jahrbuch 5), S. 55–67.
- Quarles van Ufford & Merckx 1988 = Jack Twiss Quarles van Ufford und Joep Merckx: Ich Hab' Noch einen Koffer in Berlin: German-Jewish Identity in Argentina, 1933-1985. <https://www.proquest.com/docview/1290344001?parentSessionId=TDxLIUNklqCQ5%2FoEP%2Fjjf5Gpjs4Gz42rZsxniDQql8%3D&pqorigsite=primo&accountid=14682&sourcetype=Scholarly%20Journals&imgSeq=1> (Zugriff 1.9.2025). In: Jewish Social Studies 50/1 (1988), S. 99–110.
- Sainz-Portillo 2022 = Isabella Sainz-Portillo: From the Ground Up: La Comunidad Israelita de El Salvador. <https://digitalcommons.chapman.edu/vocesnovae/vol14/iss1/8/> (Zugriff 25.6.2025). In: Voces Novae 14/8 (2022), S. 1–39.
- Schröder & Rocker 2021 = Meike Schröder und Maike Rocker: Deutsch als Fremd- und Herkunftssprache in der Dominikanischen Republik. In: Germanistik in Lateinamerika. Entwicklungen und Tendenzen. <https://univ-lag.uni-goettingen.de/handle/3/isbn-978-3-86395-517-5.4> (Zugriff 2.7.2025). Hg. v. Paul Voerke, Dörthe Uphoff und Dorit Heike Gruhn. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen 2021, S. 81–100.
- Schwarcz 1995 = Alfredo José Schwarcz: Trotz allem ... Die deutschsprachigen Juden in Argentinien. Wien: Böhlau 1995.
- Ströbele-Gregor 2018 = Juliana Ströbele-Gregor: Transnationale Spurensuche in den Anden. Von geflüchteten Juden, "Altdeutschen" und Nazis in Bolivien. Berlin: Metropol 2018.
- Werani 2023 = Anke Werani: Sprache und Identität. Eine Einführung. Tübingen: Narr Francke Attempto 2023.
- Wojak 1994 = Irmtrud Wojak: Exil in Chile. Die deutsch-jüdische und politische Emigration während des Nationalsozialismus 1933–1945. Berlin: Metropol 1994 (= DOKUMENTE – TEXTE – MATERIALIEN 16).
- Wolf-Farré 2024 = Patrick Wolf-Farré: Identität und Spracherhalt. In: Spracherhalt und Mehrsprachigkeit: Eine Einführung. Hg. v. Katja F. Cantone, Patrick Wolf-Farré, Helena Olfert, Laura Di Venanzio, Erkan Gürsoy und Tobias Schroedler. Tübingen: Narr Francke Attempto 2024, S. 139–150. <https://doi.org/10.24053/9783381105823>.
- Wolf-Farré & Rocker 2024 = Patrick Wolf-Farré und Maike Rocker: Das "Netzwerk Sosúa": Zur Entitativität und Vitalität einer deutsch-jüdischen Siedlung in der Dominikanischen Republik. In: Germanistische Linguistik 56/1 (2024), S. 315–346. <https://doi.org/10.5771/0072-1492-2024-1-315>.

Abbildungen

Abb. 1: Florentina Lechner

Abb. 2: Florentina Lechner

Transformation durch kollaborative Wissensproduktion

Regionale Unterschiede und globale Muster in internationalen Fallstudien im Kontext von *Society 5.0*

SARAH MAYRHOFFER

Linz

Der Beitrag untersucht Transformationsprozesse in der technologischen Bildung anhand von vier internationalen Fallstudien des 6th ASEF Young Leaders Summit (Osaka, 2025), die auf der World Expo 2025 präsentiert wurden. Ausgehend vom Konzept der *Society 5.0* werden Unterschiede zwischen europäischen und asiatisch-pazifischen Ansätzen analysiert sowie Prinzipien für inklusive Bildungsinitiativen identifiziert. Die Ergebnisse zeigen, dass Transformation aus dem Zusammenspiel lokaler und globaler Dynamiken entsteht und kollaborative Wissensproduktion selbst zum Motor des Wandels werden kann.

Gesellschaftliche Transformation vollzieht sich gegenwärtig im Spannungsfeld von technologischer Innovation, globaler Vernetzung und strukturellen Ungleichheiten. Besonders im Bereich der digitalen Bildung zeigen sich deutliche Unterschiede hinsichtlich Zugang, Umsetzung und institutioneller Einbettung – nicht nur zwischen einzelnen Ländern, sondern zwischen ganzen Weltregionen. Während in manchen europäischen Staaten digitale Kompetenzen bereits ab der Grundschule systematisch vermittelt werden, fehlt es andersorts an grundlegender technologischer Infrastruktur oder qualifiziertem Lehrpersonal. Diese Ungleichheit entscheidet mit darüber, wer an einer zunehmend digitalisierten Gesellschaft teilhaben kann und wer davon ausgeschlossen bleibt.

Der vorliegende Beitrag verortet diese Entwicklungen im Konzept der *Society 5.0* – einer menschenzentrierten Gesellschaftsvision, in der technologische Innovation zur Lösung sozialer Herausforderungen eingesetzt wird (Cabinet Office, 2015). Als empirische Grundlage dient meine Mitarbeit im Team 9 des 6th ASEF Young Leaders Summit, der im Rahmen der World Expo 2025 in Osaka, Japan, stattfand. Unser Team untersuchte, wie technologische Bildung durch niederschwellige, kostengünstige und inklusive Ansätze zugänglicher gestaltet werden kann. Analysiert wurden vier Fallstudien aus Neuseeland, Indonesien, Lettland sowie Österreich und Deutschland.

Ausgehend von unseren Untersuchungsergebnissen in Osaka werde ich im folgenden drei Fragen diskutieren: Welche strukturellen Unterschiede lassen sich zwischen europäischen und asiatisch-pazifischen Ansätzen zur technologischen Bildung erkennen? Welche gesellschaftlichen Bedingungen beeinflussen die Ausgestaltung dieser Ansätze? Und welche übertragbaren Prinzipien sind für Transformationsprozesse aus der vergleichenden Analyse abzuleiten? Die Beantwortung dieser Fragen soll dazu beitragen, das Verständnis von Bildungstransformation als einem gleichermaßen lokal geprägten wie global vergleichbaren Phänomen zu schärfen.

***Society 5.0*, Bildung und gesellschaftlicher Wandel**

Das Konzept der *Society 5.0* wurde erstmals im Fünften Wissenschafts- und Technologiegrundsatzplan der japanischen Regierung formuliert. Es beschreibt eine Gesellschaft, in der Cyber- und physische Räume eng miteinander verknüpft sind, um soziale Probleme zu lösen und den Wohlstand aller Menschen zu steigern (Cabinet Office 2015). Im Unterschied zur industrie- und technologiezentrierten *Society 4.0* rückt *Society 5.0* den Menschen ins Zentrum: Technologie soll nicht Selbstzweck sein, sondern als Mittel dienen, um gesellschaftliche Herausforderungen wie Ungleichheit, mangelnde Bildungsgerechtigkeit und fehlende soziale Teilhabe zu bewältigen (MEXT 2018). Diese normative Rahmung ist für den vorliegenden Beitrag relevant, weil sie die Verbindung von technologischem Fortschritt und sozialer Inklusion betont und als gemeinsamer Referenzrahmen für die internationale Teamarbeit beim ASEF-Summit diene.

Für den Bildungsbereich ergibt sich daraus eine doppelte Herausforderung: Einerseits müssen junge Menschen mit digitalen Kompetenzen ausgestattet werden,

die für eine aktive gesellschaftliche Teilhabe notwendig sind. Andererseits darf der Zugang zu dieser Bildung selbst nicht von sozioökonomischen Faktoren abhängen. Wenn digitale Bildung nur jenen zugänglich ist, die in ressourcenreichen Schulen lernen, reproduziert sie bestehende Ungleichheiten, anstatt sie zu überwinden. Gerade in diesem Spannungsfeld entfalten die hier untersuchten Initiativen ihre Relevanz.

Gesellschaftliche Transformation – verstanden als tiefgreifender Wandel, der institutionelle wie kulturelle Dimensionen umfasst – vollzieht sich nicht gleichförmig. Sie ist eingebettet in lokale Gegebenheiten und regionale Ressourcenlagen. Bildungssysteme sind dabei besonders träge Institutionen, die sich langsam und pfadabhängig verändern. Gleichzeitig können zivilgesellschaftliche Initiativen als Katalysatoren wirken. Die vergleichende Analyse internationaler Fallstudien ermöglicht es, diesen Prozess in seiner Vielgestaltigkeit sichtbar zu machen.

Kollaborative Wissensproduktion im internationalen Kontext

Wie bereits erwähnt, ist die empirische Grundlage dieses Beitrags ein kollaborativer Forschungsprozess im Rahmen des 6th ASEF Young Leaders Summit, der im Oktober 2025 in Osaka abgehalten wurde. Den Summit organisiert seit 2015 die Asia-Europe Foundation, eine zwischenstaatliche Organisation zur Förderung des Dialogs und der Zusammenarbeit zwischen Asien und Europa. Er bringt junge Fachkräfte, Forschende und Entscheidungsträger aus beiden Regionen zusammen, um gemeinsam Lösungsansätze für aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen zu entwickeln.

Das interdisziplinäre Team 9 bestand aus neun Teilnehmenden aus acht Ländern – Österreich, Brunei, Griechenland, Japan, Lettland, Neuseeland, Pakistan und Indonesien – und wurde von zwei Navigator:innen aus Ungarn und Japan begleitet.

Die geographische und kulturelle Vielfalt war konstitutiv für den Forschungsprozess: Die unterschiedlichen nationalen Hintergründe der Teammitglieder ermöglichten einen multiperspektivischen Blick und verhinderten eine einseitige Sichtweise.

Die Herausforderung, der sich Team 9 stellte, lautete: Wie kann praktische technologische Bildung durch den

Einsatz kostengünstiger Materialien für alle Jugendlichen erschwinglicher und zugänglicher gemacht werden? Dieser Fokus spiegelt unmittelbar die normativen Prämissen von *Society 5.0* wider und verbindet technologische mit sozialpolitischen Zielsetzungen.

Die Teamarbeit folgte einem strukturierten mehrstufigen Prozess: Zunächst wurden zentrale Herausforderungen identifiziert und eingegrenzt, dann vier Fallstudien ausgewählt, die unterschiedliche Kontexte repräsentieren – von staatlich geförderter Plattformlösung bis zu studentisch organisierter Graswurzelbewegung, von formaler Schulbildung bis zu informellem Community-Learning. Die Auswahl orientierte sich an Skalierbarkeit, Nachhaltigkeit und Inklusivität. Diese Form der kollaborativen Wissensproduktion ist selbst als Teil des Transformationsprozesses zu verstehen: Die gemeinsame Erarbeitung von Wissen über geografische und kulturelle Grenzen hinweg verkörpert jene internationale Zusammenarbeit, die *Society 5.0* als Zielvorstellung formuliert.

Die vier Fallstudien

1. *The Wonder Project* (Neuseeland)

The Wonder Project ist ein landesweites, gemeinnütziges Programm unter der Trägerschaft von Engineering New Zealand, das kostenlose, lehrplanabgestimmte MINT-Bildung für Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 5 bis 8 (8–13 Jahre) anbietet (*The Wonder Project* o. J.). Das Programm wurde 2005 als "Futureintech" ins Leben gerufen und 2018 unter seinem heutigen Namen neu aufgestellt – eine Neuausrichtung hin zu mehr Erlebnischarakter und Neugier-basiertem Lernen. Finanzierung und technische Unterstützung kommen von Unternehmenspartnern wie Transpower, Mercury, EECA und Fonterra.

Ausgangspunkt ist ein strukturelles Problem: Neuseeland verzeichnet einen Rückgang an MINT-Fachkräften, der unter anderem auf mangelnden Zugang zu praktischer MINT-Bildung zurückzuführen ist. Hohe Kosten und Ressourcenbeschränkungen verhindern praxisnahes Lernen, während mangelnde frühe Berührungspunkte das Interesse von Jugendlichen, insbesondere von Mädchen und Angehörigen unterrepräsentierter Gruppen, nicht ausreichend wecken. *The Wonder Project* begegnet diesem Problem mit immersiven,

handlungsorientierten Lernformaten, die durch freiwillige Mentor:innen aus der Industrie begleitet werden. Diese Verbindung zwischen schulischem Lernen und beruflicher Praxis ist zentral: Jugendliche erleben MINT nicht als abstraktes Schulwissen, sondern als lebendige Praxis in realen Berufsfeldern.

Die Wirkung ist durch beachtliche Kennzahlen belegt: 160.000 Jugendliche wurden erreicht, das Programm war in über 5.500 Schulklassen und 1.400 Schulen präsent und konnte sich auf mehr als 2.000 Botschafter:innen stützen. Die öffentlich-private Partnerschaftsstruktur sichert dabei Nachhaltigkeit und inhaltliche Aktualität zugleich.

2. Society of Renewable Energy – SRE (Indonesien)

Die *Society of Renewable Energy* (SRE) ist eine 2019 gegründete, studentisch getragene Organisation, die über ein dezentrales Netzwerk von Universitätssektionen in ganz Indonesien operiert (SRE o. J.). Im Unterschied zu den anderen Initiativen ist SRE kein Top-Down-Programm, sondern ein Peer-to-Peer-Netzwerk, in dem Studierende andere Studierende und lokale Gemeinschaften ausbilden. Diese Struktur ermöglicht eine Reichweite, die mit klassischen institutionellen Programmen kaum zu erzielen wäre, und fördert dabei lokale Eigenverantwortung und Identifikation.

Das Kernproblem ist hier Indonesiens struktureller Rückstand bei der Einführung erneuerbarer Energietechnologien – nicht primär eine Frage der Technologiereife, sondern ein Kapazitätsproblem, denn viele lokale Gemeinschaften außerhalb der Metropolen verfügen nicht über das Wissen, um Solartechnologie zu installieren, zu warten und zu nutzen. SRE adressiert dieses Problem durch Workshops, bei denen Studierende anderen Studierenden und Gemeinschaftsmitgliedern Fähigkeiten wie die Installation von Solarmodulen vermitteln. Die dezentrale Struktur stellt sicher, dass Wissen über lokale Universitätsnetzwerke auch in weniger erschlossene Regionen gelangt – und nicht nur in der Metropole Jakarta konzentriert bleibt.

Die messbaren Ergebnisse belegen das transformative Potenzial: Über 540 kWp Solarstromkapazität wurden an mehr als 150 Standorten installiert, über 500 junge Menschen an Installationsprojekten beteiligt, mehr als

15 Mitglieder haben professionelle Zertifizierungen als Solaranlagenplaner:innen erworben, und in über 300 Veranstaltungen wurden mehr als 400.000 Menschen erreicht.

3. Start(IT) –

IT Education Foundation (Lettland)

Start(IT) ist eine seit 2015 in ganz Lettland tätige Initiative der IT Education Foundation, die in Kooperation mit Schulen, Universitäten und privaten IT-Unternehmen betrieben wird (Start IT, o. J.). Ziel des Programms ist es, Schulen im ganzen Land kostenlose, lehrplanintegrierte Programmierkurse und IT-Ressourcen bereitzustellen und gleichzeitig durch gezielte Fortbildungsmaßnahmen die didaktische Kompetenz von Lehrerinnen und Lehrern zu stärken. Dieser Doppelfokus auf Lernende und Lehrende ist ein wesentliches Element, das dieses Bildungsprogramm von vielen anderen unterscheidet: Oft konzentrieren sich diese ausschließlich auf Schüler:innen und vernachlässigen dabei, dass systemischer Wandel nur dann gelingt, wenn auch die Vermittelnden mitgenommen werden.

Start(IT) reagiert auf einen doppelten Missstand: ungleicher Zugang zu digitaler Bildung je nach Schulstandort und sozialem Hintergrund sowie fehlende pädagogische Ressourcen für Lehrende. Durch die Kombination aus freier Lernplattform, Unterrichtsmaterialien und Lehrerfortbildung entsteht ein Ökosystem, das beide Gruppen stärkt. Ein bedeutender zusätzlicher Benefit ist, dass *Start(IT)* auch als bildungspolitischer Akteur agiert und maßgeblich dazu beigetragen hat, Informatikunterricht ab der ersten Klasse als Pflichtfach im lettischen Bildungssystem zu verankern – ein systemischer Wandel, der weit über das Programm selbst hinausweist. Jährlich nutzen rund 60.000 Personen die Plattform; 1.000 Lehrer:innen wurden fortgebildet.

4. Cody 21 (Österreich/Deutschland)

Cody 21 ist ein 2022 gestartetes Programm der *acode-my GmbH*, Österreichs erster Programmierschule für Kinder. Es richtet sich an Schüler:innen der dritten und vierten Grundschulklasse und vermittelt digitale Grundbildung sowie Medienkompetenzen durch videobasierte Lektionen und spielerisches Erzählen (*Cody 21*, o. J.).

Das Programm umfasst 16 interaktive Unterrichtseinheiten über zwei Schuljahre und behandelt Themen wie digitale Sicherheit, Grundlagen der Informatik und kritischen Medienumgang, eingebettet in narrative Strukturen mit altersgerechten Figuren, die abstrakte Konzepte greifbar machen.

Ein zentrales Designprinzip ist die bewusste Entscheidung gegen individuelle Endgeräte: *Cody 21* erfordert lediglich einen Laptop, einen Beamer und eine Internetverbindung. Diese Entscheidung ist keine technische Notlösung, sondern eine inklusionspolitische Weichenstellung: Sie stellt sicher, dass das Programm in Schulen jedes Ressourcenniveaus umsetzbar ist. Darüber hinaus reduziert *Cody 21* den Vorbereitungsaufwand für Lehrende erheblich durch fertige, lehrplanabgestimmte Materialien und detaillierte Handreichungen. Weiters müssen Lehrende Fachexpertise in Informatik mitbringen.

Das Programm ist mittlerweile in über 800 österreichischen Volksschulen verfügbar (rund 25 % aller Schulen); in Wien wurde es stadtweit ausgerollt, lokal unterstützt durch die Wiener Bildungsdirektion, A1 digital campus und OMV; in Linz und Oberösterreich durch die Stadt Linz und die Raiffeisenlandesbank. Dieses Modell regionaler Pilotverankerung schafft bottom-up Akzeptanz, bevor ein nationales Rollout folgt.

Regionale Unterschiede und globale Muster

Vergleicht man die vier Fallstudien, so zeigen sich innerhalb der asiatisch-pazifischen Region deutliche Unterschiede der institutionellen Verankerung. *The Wonder Project* operiert als zentralisiertes, professionell geführtes Programm, das offiziellen Bildungseinrichtungen strukturierte Ressourcen und ein klares Curriculum bereitstellt. SRE Indonesien hingegen funktioniert als dezentrales, studentisch geführtes Netzwerk, das weitgehend unabhängig von formalen Bildungsstrukturen agiert und gerade aus dieser Unabhängigkeit Gewinn schlägt: Als informelle Organisation kann es schnell auf lokale Bedarfe reagieren. Trotz dieser strukturellen Gegensätze teilen beide Initiativen dieselbe Prämisse: die Vermittlung praktischer technischer Bildung durch einen Community-First-Ansatz, bei dem die Gemeinschaft als zentraler Träger des Lernprozesses fungiert.

Innerhalb Europas sind die Unterschiede weniger durch

den Ansatz als durch Maßstab und Systemanspruch definiert. *Start(IT)* operiert von Beginn an national und verfolgt das Ziel, das lettische Bildungssystem systemisch zu verändern. *Cody 21* begann als lokales Pilotprojekt und wuchs durch regionale Partnerschaften – ein induktives Wachstumsmodell, das bottom-up Akzeptanz schafft. Beide Programme setzen auf enge Zusammenarbeit mit Lehrenden und kostenlose Materialien, unterscheiden sich aber in ihrem Verhältnis zur staatlichen Bildungspolitik: Während *Start(IT)* aktiv an nationalen Lehrplänen mitwirkt, agiert *Cody 21* eher als ergänzendes Angebot im bestehenden curricularen Rahmen.

Auf interregionaler Ebene treten strukturelle Unterschiede deutlicher hervor. Europäische Initiativen sind überwiegend durch institutionelle Integration, politische Steuerung und curriculare Verankerung geprägt. Sie operieren in einem Umfeld, in dem die technologische Infrastruktur weitgehend vorhanden ist, und zielen darauf ab, bestehende Bildungssysteme systematisch zu erweitern und digitale Kompetenzen, wie etwa Coding, kritischen Medienumgang, algorithmisches Denken, flächendeckend zu verankern (vgl. UNICEF 2023, S. 6–9). Die europäischen Fälle werden häufig durch Top-Down-Governance geprägt; Bildungspolitik gilt als systemische Gestaltungsaufgabe, bei der NGOs und Privatwirtschaft staatliche Verantwortung ergänzen.

Demgegenüber zeichnen sich Initiativen im asiatisch-pazifischen Raum durch dezentrale, community-basierte und häufig auch informelle Strukturen aus. In Teilen der Region, insbesondere in ländlichen Gebieten, fehlt es an grundlegender technologischer Infrastruktur (vgl. UNESCO 2022, S. 1–6). Initiativen wie SRE adressieren daher zunächst diesen grundlegenden Bedarf: Statt Coding-Kompetenzen für bereits bestehende Systeme zu vermitteln, schaffen sie durch praktische Hardware-Bildung erst die Voraussetzungen für technologische Teilhabe. Der Fokus liegt auf unmittelbarer Problemlösung und Peer-to-Peer-Wissensvermittlung.

In Europa steht Systematik im Vordergrund: Erfolg wird an Skalierung, Standardisierung und politischer Institutionalisierung gemessen. Im asiatisch-pazifischen Raum wird Wirkung hingegen pragmatisch und unmittelbar gemessen: Wieviel Solarkapazität wurde installiert? Wie viele Menschen wurden direkt befähigt? Diese unterschiedlichen Erfolgsmetriken spiegeln verschiedene Bildungsphilosophien und gesellschaftliche Ausgangssituationen wider.

Trotz dieser erheblichen regionalen Differenzierungen zeigen die Fallstudien bemerkenswerte globale Gemeinsamkeiten, die als übertragbare Prinzipien für inklusive Bildungstransformation verstanden werden können. Niederschwelliger Zugang ist in allen vier Fällen ein konstitutives Merkmal. Ob durch kostenfreie Lernplattformen (*Start(IT)*), den bewussten Verzicht auf individuelle Endgeräte (*Cody 21*), studentische Ehrenamtlichkeit als Ressourcenstrategie (SRE) oder Corporate Volunteering durch Industriebotschafterinnen und -botschafter (*The Wonder Project*) – alle Initiativen minimieren systematisch finanzielle und logistische Hürden für Teilnehmende. Niederschwelligkeit ist hier kein Kompromiss, sondern Programm: Sie ist die Voraussetzung dafür, dass Bildungsangebote tatsächlich jene erreichen, die sie am dringendsten benötigen.

Praxisorientiertes Lernen als gemeinsame pädagogische Grundüberzeugung prägt alle vier Ansätze. Abstrakte digitale oder technische Inhalte werden durch handlungsorientierte Formate zugänglich gemacht: durch das physische Installieren von Solarmodulen (SRE), durch spielerisches Erzählen und narrative Einbettung (*Cody 21*), durch immersive MINT-Experimente im Schulkontext (*The Wonder Project*) oder durch das eigenständige Erstellen und Testen von Code (*Start(IT)*). Diese Betonung des Tuns gegenüber dem bloßen Rezipieren von Wissen entspricht neueren lernpsychologischen Erkenntnissen und erweist sich über alle Kontexte hinweg als wirksam.

Akteursübergreifende Zusammenarbeit zwischen Bildungseinrichtungen, Privatwirtschaft und Zivilgesellschaft ist ein weiteres gemeinsames Strukturmerkmal. Alle vier Initiativen verbinden unterschiedliche Expertise, Ressourcen und Legitimationsgrundlagen. Diese Multi-Stakeholder-Struktur sichert sowohl die finanzielle Nachhaltigkeit als auch die inhaltliche Relevanz der Programme und verhindert eine Abkopplung von gesellschaftlichen Realitäten.

Schließlich teilen alle Initiativen eine explizite Inklusionsorientierung: Sie sind nicht auf eine bereits privilegierte Zielgruppe ausgerichtet, sondern zielen darauf ab, jene zu erreichen, die von konventionellen Bildungsangeboten ausgeschlossen bleiben – sei es aufgrund finanzieller, geografischer oder struktureller Barrieren. Damit verkörpern sie das Kernversprechen von *Society 5.0*: Technologie im Dienst sozialer Inklusion.

Transformation als kontextueller Prozess

Die Ergebnisse machen deutlich, dass gesellschaftliche Transformation im Bildungsbereich keinem universellen Muster folgt. Vielmehr ergibt sie sich aus dem Zusammenspiel lokaler Bedingungen – gesellschaftliche Infrastruktur, institutionelle Kapazität, kulturelle Praktiken – und globaler Dynamiken wie transnationalen Wissenstransfers und internationalen Bildungsdiskursen.

Das Konzept der *Society 5.0* bietet einen normativen Rahmen, der diesem Befund Rechnung trägt: Indem es technologische Innovation explizit an soziale Zielsetzungen knüpft und die Diversität gesellschaftlicher Ausgangsbedingungen anerkennt, schafft es Raum für kontextsensible Transformationspfade. Die untersuchten Fallstudien illustrieren, wie dieses Leitbild in sehr unterschiedlichen Kontexten konkrete Gestalt annehmen kann.

Besonders aufschlussreich ist die Frage nach institutioneller Einbettung und transformativem Potenzial. Europäische Initiativen profitieren von starker institutioneller Verankerung, riskieren aber Pfadabhängigkeiten, die radikale Innovationen hemmen. Asiatisch-pazifische Initiativen genießen größere Flexibilität, stehen aber vor der Herausforderung, Reichweite und Nachhaltigkeit ohne institutionelle Rückendeckung zu sichern. Diese Spannung ist produktiv: Sie verweist auf die Notwendigkeit hybrider Modelle, die institutionelle Stabilität und zivilgesellschaftliche Innovationskraft verbinden.

Die kollaborative Wissensproduktion im ASEF-Summit ist selbst als Transformationsprozess lesbar: In der gemeinsamen Erarbeitung von Wissen über kulturelle Grenzen hinweg entsteht ein Verständnis, das weder rein europäisch noch rein asiatisch-pazifisch ist, sondern einen gemeinsamen Raum des Verstehens eröffnet – und damit deutlich macht, dass internationale Zusammenarbeit nicht nur Wissenstransfer bedeutet, sondern die Schaffung neuer, gemeinsamer Deutungsrahmen.

Der vorliegende Beitrag hat versucht zu zeigen, dass technologische Bildungsinitiativen als Seismographen gesellschaftlicher Transformationsprozesse gelesen werden können: Sie reagieren auf strukturelle Defizite, mobilisieren Akteurskonstellationen, die über die Bildungssphäre hinausweisen, und schaffen nachhaltige Veränderungen in der Wissens- und Kompetenzverteilung einer Gesellschaft.

Die vier Fallstudien illustrieren, wie unterschiedlich

Transformation in verschiedenen Kontexten verläuft – und zugleich, welche universellen Prinzipien ihr zugrunde liegen: niederschwelliger Zugang, praxisorientiertes Lernen, akteursübergreifende Zusammenarbeit und eine explizite Inklusionsorientierung. Diese Prinzipien sind keine abstrakten Empfehlungen, sondern aus konkreter Praxis destillierte Erkenntnisse.

Für die weitergehende Forschung legen die Befunde nahe, dass komparative Analysen von Bildungsinitiativen nicht nur bildungspolitisch relevant sind, sondern auch zur Bildung von Theorien gesellschaftlicher Transformation beitragen können. Die Verbindung von *Society-5.0*-Rahmen und empirischer Fallstudienforschung bietet ein fruchtbares methodisches Modell.

Schließlich ist festzuhalten, dass internationale Zusammenarbeit, wie sie das ASEF-Format exemplarisch verkörpert, selbst als Transformationsinstrument fungiert: durch die Schaffung gemeinsamer Deutungsrahmen, die lokale Lösungen in globale Kontexte einbetten und das Potenzial für wechselseitiges Lernen zwischen Regionen sichtbar machen.

Sarah Mayrhofer studiert den Masterstudiengang Wirtschaftsinformatik sowie Rechtswissenschaften an der Johannes Kepler Universität Linz. Ihre Forschungsinteressen liegen an der Schnittstelle von Künstlicher Intelligenz, Software Engineering, Technologiegovernance und Recht. Beruflich ist sie im Bereich der Softwareentwicklung für Governance, Risk and Compliance bei der Energie AG tätig und Mitgründerin sowie Lead Developer des KI-Forschungsprojekts Pactonic, das Lösungen für die juristische Recherche entwickelt. Internationale Forschungs- und Studienaufenthalte führten sie unter anderem nach Japan, Indien, China und Peru. Für ihre wissenschaftlichen und unternehmerischen Leistungen wurde sie mehrfach ausgezeichnet, unter anderem mit dem Generation Google Scholarship sowie als eine der "27 Talents under 27" von Startup Teens und Gründerszene, einer Auszeichnung für 27 herausragende junge Persönlichkeiten aus dem DACH-Raum, die durch Innovation und Unternehmertum besondere Impulse setzen. Sarah ist seit 2024 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

Literatur

- Cabinet Office 2015 = Cabinet Office, Government of Japan: The 5th Science and Technology Basic Plan. Tokyo: Cabinet Office 2015. https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5basicplan_en.pdf (Zugriff 1. 6. 2026).
- Cody 21 o. J. = Cody 21: Offizielle Website. <https://www.cody21.de/> (Zugriff 1. 6. 2026).
- MEXT 2018 = Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology: Society 5.0: Co-Creation for Future Society. Tokyo: MEXT 2018. https://www.mext.go.jp/b_menu/activity/detail/pdf2018/20180605_001.pdf (Zugriff 1. 6. 2026).
- SRE o. J. = Society of Renewable Energy Indonesia: Offizielle Website. <https://www.sre.co.id/> (Zugriff 1. 6. 2026).
- Start IT o. J. = Start IT – IT Education Foundation Latvia: Offizielle Website. <https://startit.lv/> (Zugriff 1. 6. 2026).
- The Wonder Project o. J. = The Wonder Project: Offizielle Website. <https://wonderproject.nz/> (Zugriff 1. 6. 2026).
- UNICEF 2023 = UNICEF: Regional Digital Learning and Transformation of Education Strategy for Europe and Central Asia. New York: UNICEF 2023. <https://www.unicef.org/eca/media/33221/file/Digital%20Learning%20and%20Transformation%20of%20Education%20Strategy.pdf> (Zugriff 1. 6. 2026).
- UNESCO 2022 = UNESCO: Digital Transformation of Education in Asia-Pacific: A Policy Brief. Paris: UNESCO 2022. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381972> (Zugriff 1. 6. 2026).
- UNESCO 2025 = UNESCO: UNESCO Spotlights How Digital Learning Can Promote Equity in Low-Resource Contexts. Paris: UNESCO 2025. <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-spotlights-how-digital-learning-can-promote-equity-low-resource-contexts> (Zugriff 1. 6. 2026).

Dieser Beitrag greift auf Inhalte aus folgender Publikation zurück: Réka Tózsá/Freya Chow-Paul/Linnéa Regnell/Tomas Akynov (eds.), Transforming Society 5.0. Case Studies for Ethical, Inclusive, and Sustainable Societies in Asia and Europe. Published as part of the 6th ASEF Young Leaders Summit (ASEFYLS6), Asia-Europe Foundation (ASEF), Singapore 2026.

https://asef.org/wp-content/uploads/2026/03/ASEFEDU-2026-YLS-CASE-STUDIES_16MAR2026-digital.pdf (Zugriff 24.07.26)

Vom Labor in den Ausstellungsraum

Zur Transformation wissenschaftlicher Praktiken in der BioArt

LAURA PATTISS

Innsbruck

Der Beitrag untersucht BioArt als künstlerische Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Praktiken. Ausgehend von der historischen Beziehung von Kunst und Wissenschaft fragt er danach, wie bio(techno)logische Materialien und Methoden heute durch Künstler:innen transformiert werden.

Welches Potenzial haben wissenschaftliche Methodiken in der Kunst? Und wie kann sich Kunst an Diskursen beteiligen, die überwiegend in wissenschaftlichem Rahmen geführt werden? Der folgende Text nähert sich diesen Fragen durch die Beschäftigung mit BioArt als einer Form künstlerischer Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlicher Praxis. Im Zentrum steht dabei das australische Kollektiv *The Tissue Culture & Art Project*, dessen Arbeiten die Methoden des *Tissue Engineering* in künstlerische Projekte übersetzen und Fragen nach Lebendigkeit, Fürsorge, Verantwortung und der Rolle des Menschen künstlerisch neu verhandeln.

Kunst und Wissenschaft im Dialog

Spätestens seit der wissenschaftlichen Revolution des 19. Jahrhunderts hat sich die Rolle der Kunst in der gesellschaftlichen Wahrnehmung von den ihr ehemals verschwisterten wissenschaftlichen Disziplinen abgekoppelt (Zwijnenberg 2009, S. xiii). Aber auch wenn anatomische oder botanische Zeichnungen, beispielsweise von Leonardo da Vinci, durch moderne Bildgebungsmethoden ersetzt wurden, hat die Kunst ihr Streben nach Erkenntnis nie verloren. Die Grenze zwischen den Methoden von Kunst und Wissenschaft, aber auch Geistes- und Naturwissenschaften hat sich folglich als fruchtbar für multidisziplinäre Beschäftigung erwiesen: von der Kritischen Theorie nach Horkheimer und Adorno über das Feld der Science and Technology Studies hin zu künstlerischen Praktiken. Häufig als "artistic research" bzw. "künstlerische Forschung" bezeichnet, kann solche Beschäftigung direkt an wissenschaftliche Erkennt-

nis anknüpfen, ihr zuarbeiten und sie künstlerisch verarbeiten. Der Begriff ist allerdings nicht frei von Kritik: Künstler *Stelarc*, der den menschlichen Körper mit (bio-) technologischen und prothetischen Hilfsmitteln zu erweitern sucht, sieht darin einen Versuch der Legitimierung von Kunst, indem sie als Forschung titulierte wird, ohne dabei zwingend dieselben Ziele zu haben (Byerley / Chong 2015, S. 208). Kunst mit Bezug zu Wissenschaft kann somit einen Beitrag zu wissenschaftlicher Tätigkeit leisten (wollen) oder aber allein die künstlerischen Möglichkeiten von Methoden und Materialien aus dem Labor ausloten im Sinne einer erweiterten Medienkunst. Diese Sphären sind nicht immer streng voneinander abzugrenzen und überlappen sich häufig.

Dies betrifft neben anderen hybriden Kunstformen auch die sogenannte BioArt, die verstärkt seit den 1980er- und 90er-Jahren auftritt und sich als Transformatorin an der Schwelle zwischen den "zwei Kulturen" Wissenschaft und Kultur (vgl. C.P. Snow) positioniert. Die künstlerische Beschäftigung mit Biotechnologie ist dabei nicht unbedingt als Versuch zur Auflösung von Disziplinen zu verstehen, sondern primär Ausdruck der gesellschaftlichen Relevanz (bio-) technologischen Fortschritts: Bedeutende Umwälzungen in Technik, Wissenschaft und Gesellschaft haben Kunstschafter häufig dazu bewogen, diese künstlerisch zu verarbeiten. So, wie die Medienkunst der 1960er und 70er Jahre unter anderem auch auf die Etablierung des Computers reagierte, haben Durchbrüche in Forschungsfeldern wie der Genetik oder den Gewebekulturen künstlerische Arbeiten hervorgebracht (Mitchell 2010, S. 6). Dies ist nicht zuletzt auf ihre oft gesellschaftlich stark wirksame Visualität zurückzuführen: Prominentes Beispiel ist die Struktur der Doppelhelix, die rasch zum Symbol für genetische Forschung avancierte und bereits 1957 von Salvador Dalí in Kunstwerken integriert worden war (Abb. 1). Die "Vacanti-Maus", der 1995 von Charles

Vacanti und Linda Griffith-Cima am *Massachusetts General Hospital* ein mittels Gewebekulturen aus Zellen gezüchtetes Ohr implantiert wurde (Abb. 2), hatte ebenso "ikonischen" Charakter. Das Projekt sollte eine neu entwickelte Methode zur Herstellung von Knorpelgewebe demonstrieren und wurde zur Initialzündung für die Arbeiten des australischen Künstler:innenkollektivs *The Tissue Culture & Art Project*, in denen sich das transformative Potenzial von BioArt deutlich nachvollziehen lässt (King 2019, S. 4).



Abb. 1: Salvador Dalí, Schmetterlingslandschaft (Der große Masturbator in einer surrealistischen Landschaft mit D.N.A.), 1957



Abb. 2: sogenannte "Vacanti-Maus", 1995

Lebende Materie als künstlerisches Medium

Unabhängig davon, ob die Künstler:innen selbst Forschungsziele verfolgen, eignet sich BioArt Material und Methodiken der Bio(techno)logie an. Sie macht (anstelle von z.B. Marmor oder Ölfarbe) etwa Organismen und Zellen, Aminosäuren und genetische Kodierung, Petrischalen und Bioreaktoren zu ihren Medien. Da diese nicht uneingeschränkt zugänglich sind und in ihrem Umgang teilweise strengen Regularien unterliegen, entsteht BioArt häufig in Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen und Wissenschaftler:innen, zumal viele Bio-Künstler:innen keine naturwissenschaftliche Ausbildung abgeschlossen haben. Umgekehrt werden Ausstellungsorte, etwa im Rahmen der *Ars Electronica* Linz, zu funktionalen Labors umgebaut, die den jeweiligen Sicherheits- und Hygieneauflagen entsprechen müssen. Eigene Institutionen wie *SymbioticA* in Perth (AUS) oder *Biofilia* in Helsinki (FI) ermutigen Wissenschaftler:innen und Künstler:innen zu gemeinsamen Projekten, stellen die nötige Infrastruktur bereit und halten Kurse und Vernetzungstreffen ab. Dennoch bleibt das Phänomen "biologischer Kunst" in Bezug auf die Position der jeweiligen Künstler:innen zur Wissenschaft sehr heterogen. Die verbindende Spezifik von BioArt, wie sie von zahlreichen Autor:innen verstanden wird, liegt in ihrer Materialität, in der sich ihr transformatives Potenzial entfaltet (vgl. Mitchell 2010). Nicht nur werden naturwissenschaftliche Herangehensweisen explizit angeeignet und entfremdet – indem sie etwa nicht mehr zwingend der Beantwortung einer Forschungsfrage dienen –, sondern die entstehenden Werke demonstrieren transformative Prozesse ihrer Materialien, von Wachstum bis Zersetzung. Genau diese Prozesse der Veränderung bilden ein performatives Element in zahlreichen BioArt-Werken. Damit werden die Möglichkeiten und Grenzen der Methoden, Substanzen und Organismen künstlerisch ausgelotet und dem Publikum zugänglich gemacht. Dies geschieht meist in einem institutionellen Rahmen, der sich aus den Anforderungen an den Umgang mit lebendiger Materie ergibt. Wesentlich ist, dass hierbei nicht Forschung reproduziert oder illustriert werden soll, sondern durch die Bezugnahme auf sie ein diskursiver Rahmen für ihre Reflexion entsteht (Reichle 2009, S. 16.).

Kunst im Zeichen der Gentechnik

Im Kontext des globalen "Genohype" (vgl. Neil Holtzman) um das Human Genome Project (Zurr/Catts 2023, S. 40), das von 1990 bis 2003 lief und die kritische Auseinandersetzung mit genetischer Forschung, molekularer Biologie und den gesellschaftlichen Folgen der Genomik anregte, entstanden prominente künstlerische Positionen einer sogenannten "Transgenic Art", also transgenen Kunst, darunter Eduardo Kacs *GFP Bunny*. Dabei handelte es sich um ein vermeintlich genetisch modifiziertes Kaninchen mit dem Namen "Alba", das Gegenstand mehrerer Fotografien war, aber nie selbst ausgestellt wurde. In der Arbeit sowie der Konzeptualisierung eines genetisch manipulierten Hundes (*GFP-K9*, 1998) griff Kac mit dem namensgebenden GFP, dem "grün fluoreszierenden Protein", ein Verfahren aus der Molekular- und Zellbiologie auf. Es wird häufig zur Visualisierung von Zellstrukturen und molekularen Prozessen, aber auch zu diagnostischen Zwecken eingesetzt und kommt beispielsweise in der Quallenart *Aequora Victoria* natürlicherweise vor (Reichle 2009, S. 121). Im Kunstwerk wurde es zum Verweis auf genetische Transformation. Das scheinbar leuchtende Kaninchen wurde in Bezug auf den ontologischen und ethischen Status genetisch veränderter Lebewesen diskutiert (Reichle 2009, S. 139). Gleichzeitig wird der Wahrheitsgehalt der genetischen Manipulation in der Forschungsliteratur angezweifelt: Zwar wurden derart genetisch manipulierte Kaninchen im Labor von Louis-Marie Houdebine in Frankreich, mit dem Eduardo Kac zusammenarbeitete, zum Zeitpunkt der Arbeit gezüchtet. Allerdings würde GFP nicht in der fotografisch suggerierten Form in Fell und Augen exprimieren, sondern lediglich in der Haut unter speziellem Licht sichtbar werden (Simoniti 2019, S. 184). Ungeachtet dessen lenkte Kac damit Aufmerksamkeit auf die Existenz von und den Umgang mit genetisch modifizierten Lebewesen. Während Kacs *GFP Bunny* und vorherige Arbeiten, etwa Joe Davis' Beiträge zur DNA-Programmierung, vor allem mit Transformation durch genetische Modifikation verbunden sind, verschiebt das *The Tissue Culture & Art Project* (im Folgenden *TC&A*) den Fokus von der Genetik zur Zell- und Gewebekultur.

Gewebekulturen als Medium:

Das *The Tissue Culture & Art Project*

Das 1996 gegründete Kollektiv, bestehend aus Oron Catts und Ionat Zurr sowie (zeitweise) Guy Ben-Ary, arbeitet mit Verfahren des *Tissue Engineering* und entwickelte für dessen Resultate den Begriff des "Semi-Living". Gemeint sind Gebilde aus lebendigen Zellen, die an der Schwelle von Organismus und Objekt existieren. Sie wachsen und metabolisieren, sind dabei aber vollständig abhängig von Bioreaktoren, Inkubatoren, einer sterilen Umgebung und menschlichen Zuwendungen wie dem "Feeding Ritual", in dem die Künstler:innen sie mit Nährlösung versorgen. Der Begriff des "Semi-Living", der Abhängigkeit mit verringerter Lebendigkeit in Verbindung bringt, wurde unter anderem von Kelly Rafferty problematisiert (Rafferty 2012, S. 86). In der Performanz der "Rituale" während der Ausstellungszeit sollen die Besucher:innen sowohl mit gängigen Techniken der Gewebekulturen konfrontiert werden als auch mit der Präsenz von Lebensformen, die sich geläufigen Kategorisierungen entziehen.

Oron Catts und Ionat Zurr, die Studien in den Bereichen Design und Medien absolviert haben, verstehen sich nicht als Wissenschaftler:innen. Sie lernten die Methoden des *Tissue Engineerings* überwiegend in der Geburtsstätte der *Vacanti-Maus*: am Massachusetts General Hospital, wo sie 2000–2001 ein einjähriges Fellowship absolvierten.

Weniger als ein finales Produkt steht bei *TC&A*s Ausstellungen der Prozess der Genese im Zentrum, womit ihre BioArt einen inhärent performativen Charakter erhält. Vor Beginn der Präsentation werden Zellen aus ihrem ursprünglichen Körper- oder Gewebezusammenhang herausgelöst, etwa mittels Biopsie. Sie können auch Zelllinien entstammen, die zu einem bestimmten Zelltyp (Knochen-, Haut-, Nerven- oder Muskelzellen) ausdifferenziert werden. Danach werden sie auf Trägermaterialien aufgebracht, mit Nährlösung versorgt und in Apparaturen wie Inkubatoren oder Bioreaktoren kultiviert. Die Träger, auch Matrix oder Gerüst genannt, bestehen häufig aus biologisch abbaubaren Polymeren, die die angestrebte Form der Gewebekultur vorgeben und sich im Zuge des Prozesses zersetzen. Im medizinischen *Tissue Engineering* sollen solche Prozesse zur Herstellung funktionaler Gewebe, etwa zur Beforschung krebsartigen Gewebes oder zur Produktion von Implantaten,

zum Beispiel bestimmter Organe, beitragen (Abb. 3) (Thacker 2005, 254f.). TC&A übernehmen diese Techniken, entziehen sie aber ihrem utilitaristischen Ziel. Die gezüchteten Gewebe sollen keine medizinische Lösung anbieten. Stattdessen fragen die Künstler:innen nach ihrer Zugehörigkeit und ontologischem Status. Wissenschaftliche Kulturtechniken werden somit nicht einfach demonstriert, sondern in einen ästhetischen, ethischen und gesellschaftlichen Zusammenhang transformiert, der sie anschlussfähig für geistes- und kulturgeschichtliche Analyse macht.

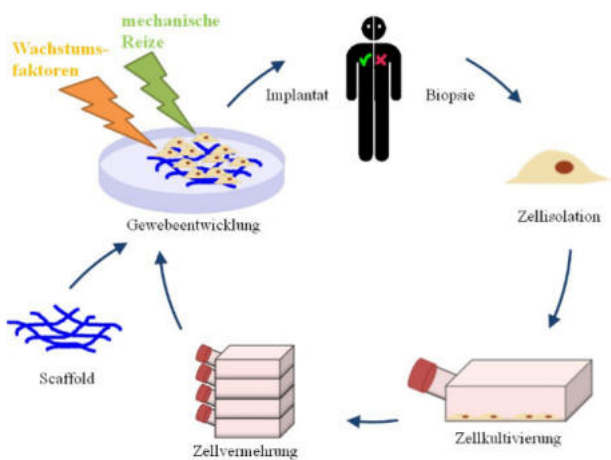


Abb. 3: Prinzip des *Tissue Engineering*

Die Anbindung an kulturelle Topoi schaffen TC&A nicht zuletzt durch die ikonografische Gestaltung ihrer zellbasierten Skulpturen, die häufig mythologische und folkloristische Erzählungen aufgreift. *The Semi-Living Worry Dolls*, die im Jahr 2000 auf dem Ars Electronica Festival in Linz mit dem Titel *Next Sex* gezeigt wurden (Abb. 4–5), sind ein Beispiel dafür. Die Arbeit nimmt Bezug auf die Tradition guatemalteckischer Sorgenpüppchen, denen Kinder vor dem Schlafengehen ihre Sorgen erzählen, um sie anschließend unter ihr Kopfkissen zu legen, wo die Puppen problemlösend wirken sollen. TC&A übertragen diese kulturelle Praxis in einen biotechnologischen Kontext: Kleine, aus lebenden Zellen gewachsene Strukturen, werden als "semi-living" Puppen präsentiert. Zellen werden auf einer polymeren Matrix kultiviert und wachsen zu winzigen, transparenten, puppenartigen Formen heran. Die ursprüngliche kulturell benutzte Figur der Sorgenpuppe wird dadurch nicht nur illustriert, sondern in lebendes Gewebe übersetzt. Gleichzeitig bleibt die technische Grundlage der Arbeit sichtbar: Die "halb-lebendigen" Puppen befinden sich in Petrischalen und Bioreaktoren, während zu einem frühe-

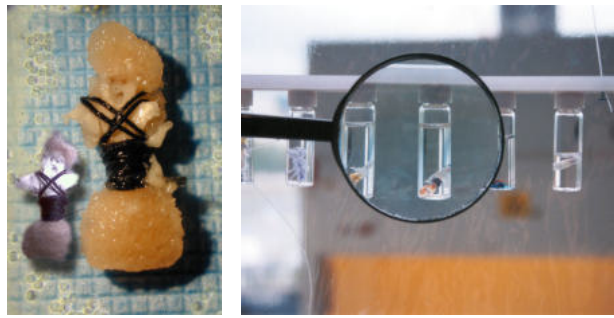


Abb. 4–5: TC&A, *Semi-Living Worry Dolls*, 2000

Zeitpunkt kultivierte und langfristig konservierte Exemplare in Fläschchen präsentiert werden.

Transformation begegnet den Betrachter:innen hier nicht allein in der Übernahme traditioneller Bildsprache (in Form der Puppen), sondern setzt sich im Wachstum der Arbeit fort. Die Zellen metabolisieren Nährlösung und wachsen in die vorgegebenen Strukturen hinein, aber auch darüber hinaus und verlieren teils ihre Stabilität. Die *Worry Dolls* demonstrieren auf diese Weise in ihrer Vielgestaltigkeit und Unwiederholbarkeit die Kontingenz und prozessuale Charakteristik von Lebensprozessen selbst.

Solche Prozesse werden bei TC&A häufig performt. Das betrifft besonders die sogenannten "Feeding Rituals" und "Killing Rituals". Die regelmäßige Versorgung der Zellkulturen mit Nährlösung ist im Kontext von *Tissue Engineering* eine notwendige Arbeit, eine "Wartungshandlung", im Ausstellungskontext erhält sie jedoch rituellen Spektakelcharakter. Was sonst Routinelaborarbeit ist und hinter den Kulissen als Basis wissenschaftlicher Arbeit stattfindet, wird zu einem performativen Akt der Fürsorge. Leben erscheint darin als etwas Abhängiges, das technische Systeme, menschliche Arbeit und kontrollierte Umgebungen benötigt.

Das "Killing Ritual" bildet den Gegenpol zum "Feeding Ritual". Am Ende einer Ausstellung können die "halblebendigen" Strukturen nicht unbegrenzt weiter erhalten werden. TC&A vollführen dieses Ende aber nicht als stummes Entsorgen biologischen Materials, sondern wiederum als Performance. Dabei werden die empfindlichen Strukturen aus ihrer Umgebung entfernt, wodurch die Nährstoffversorgung unterbunden und die Gewebestrukturen Keimen ausgesetzt werden. Das Publikum wird dabei aufgefordert, die "semi-living" Skulpturen mit bloßen Händen zu berühren, dadurch Kontamination zu verursachen und ihr Absterben zu beschleunigen. Dieser Kontakt verändert damit den ontologischen Status

der Arbeit, indem die lebenden Zellen zu toter Materie werden. Die Betrachter:innen transformieren die Struktur somit aktiv und materiell.

TC&A streben mit diesem Einbeziehen des Publikums an, die Betrachter:innen mit der Existenz "halb-lebendiger" Entitäten unmittelbar zu konfrontieren (Rafferty 2012, S. 87). In der teils theatralischen Inszenierung von Laborvorgängen knüpfen TC&A nicht allein an künstlerische Vorbilder wie Mary Shelleys *Frankenstein* an, sondern auch an das exzentrische Auftreten eines Wegbereiters der frühen Gewebekulturen am Beginn des 20. Jahrhunderts: Alexis Carrel. Der französische Mediziner und Pionier der frühen Gewebekulturen war dafür bekannt, seine Tätigkeiten als okkulte Spektakel aufzuführen. So kleidete er sein Personal etwa in schwarze Kutten, wodurch sein Labor selbst als Ort mystizistischer Praktiken wahrgenommen wurde. Dafür wurde er mitunter von seinen Zeitgenoss:innen stark kritisiert (Zurr/Catts 2023, S. 15).

Das Verbinden von Biotechnologie und Mythologien, das bereits bei den *Semi-Living Worry Dolls* auftaucht, wohnt auch der Arbeit *Pig Wings* (TC&A, 2000–2003) (Abb. 6) inne. Hierbei werden Gewebestrukturen auf Basis von Knochenzellen von Schweinen in Form dreier unterschiedlicher Flügelpaare gezüchtet. Flügel evozieren Assoziationen von Transzendenz, Engeln oder Freiheit; die Nutzung von Schweinezellen erinnert zugleich an biomedizinische Kontexte wie Xenotransplantation, bei der Menschen etwa Schweineherzen oder -nieren implantiert werden (Ullrich 2020, S. 187). Die Zellen werden somit in eine symbolisch aufgeladene Form transformiert, die zugleich mit den womöglich spektakulären Erwartungen der Betrachter:innen spielt: Die Strukturen sind klein, fragil und kaum mit funktionalen Flügeln zu verwechseln. TC&A sprechen in diesem Zusammenhang von einer "aesthetics of disappointment", einer Ästhetik der Enttäuschung, die dem Hype um biotechnologische Möglichkeiten zuwiderläuft (Zurr/Catts 2023, S. 43). Die Arbeit zeigt somit nicht die triumphale Beherrschung des Lebens, sondern überspitzt die Begrenztheit und Fragilität biotechnologischer Formgebung.



Abb. 6: TC&A, *Pig Wings*, 2000–2003

Die performative Dimension von *Pig Wings* wird besonders im "Killing Ritual" deutlich. Anders als bei den *Worry Dolls*, denen die Besucher:innen mitunter über Mikrophone Sorgen zuflüstern können, ist während des Wachstums der Flügel keine unmittelbare Interaktion zwischen Publikum und Gewebeskulpturen vorgesehen, sondern lediglich zum Ausstellungsende in taktiler Form.

Noch stärker verschiebt *Disembodied Cuisine* (2003) den Zugang der Betrachter:innen zur biologischen Materie (Abb. 7). Für diese Arbeit kultivierte TC&A aus Froschzellen kleine Gewebestücke, die am Ende der Ausstellung im *Le Lieu Unique* in Nantes im Rahmen eines inszenierten Dinners ausgewählten Gästen serviert wurden. Damit wird das medizinisch konnotierte *Tissue Engineering* in eine kulturelle Praxis des Essens übersetzt. Das Projekt baut auf die "semi-living" Steaks auf, die 2000/2001 im Rahmen des Forschungsaufenthalts von Catts und Zurr am *Tissue Engineering and Organ Fabrication Laboratory* des *Massachusetts General Hospital* realisiert wurden (Abb. 8) (Reichle 2009, S. 82) und gliedert sich in die Diskurse rund um die Herstellung von "Laborfleisch" ein. Langelaan et al. nennen die Leistungen von TC&A als eine der ersten Errungenschaften in der Kultivierung von künstlichem Fleisch, ohne aber auf deren künstlerischen Anspruch einzugehen (Langelaan et al. 2010, S. 59f.). In der weiteren Rezeption wird häufig übersehen, dass die Arbeit tatsächlich das Konzept von "opferlosem" Fleisch infrage stellt, denn fötales Kälberserum ist in konventioneller Gewebekultur unverzichtbarer Bestandteil der Nährlösung, mit der die Zellen gefüttert werden. Um dieses zu gewinnen, wird Föten, die bei Schlachtung der Mutterkuh zugänglich werden, per Herz- oder Nabelschnurpunktion Blut entnommen. Der Fötus überlebt dabei nicht (van der Valk et al. 2004, S. 2). Damit verschiebt sich das mit üblicher Fleischproduktion verbundene Tierleid in den Augen der Künstler:innen durch die artifizielle Herstellung lediglich und stellt keine ethisch saubere Alternative dar (Ullrich 2020, S. 182.). Die Beschäftigung der Künstler:innen mit der Technik ist somit als Aneignung zu verstehen, die einen kritischen Zugang zu den genannten Methoden und Utopien der Lebensmitteltechnologien vermitteln will.



Abb. 7: TC&A, Disembodied Cuisine, 2003



Abb. 8: TC&A, Semi-living Steak, 2000

Um diesen erfahrbar zu machen, wurden Betrachter:innen am Ende der Ausstellung von *Disembodied Cuisine* zu Konsument:innen der künstlerischen "Produkte". Die ästhetische Wahrnehmung blieb damit nicht auf das Sehen beschränkt, sondern umfasste Geruch, Geschmack, Textur und Inkorporation, welche die Künstler:innen als intimste Verbindung, die von zwei Organismen eingegangen werden könne, verstehen (Zurr/Catts 2023, S. 78). Damit transformiert die Arbeit den Zugang zum Exponat: Was zunächst als Zellkultur mit wissenschaftlichem Anspruch erscheint, wird zur Speise, zum ethischen Problem und zur körperlichen Erfahrung. Gerade die Ambivalenz von Faszination, Ekel, Neugier und Schuld trägt zur Vielschichtigkeit der Arbeit bei. *Victimless Leather* (TC&A, 2004) (Abb. 9) schließt an die kritische Argumentation bzgl. "opferloser" tierischer Produkte an. Die Arbeit besteht aus einer jackenartigen Struktur von Zellen, als Teil einer Installation, die mittels Pumpen und Schläuchen die Abläufe von Gaswechsel

bis Distribution der Nährlösung automatisiert. TC&A beschreiben den Apparat als eine Art "surrogate technoscientific body", in dem Herz, Blutgefäße und Lunge durch technisches Gerät ersetzt werden (Zurr/Catts 2023, S. 84). Die Idee eines (menschlichen) Körpers findet damit Eingang in die Strukturierung der Vorgänge.

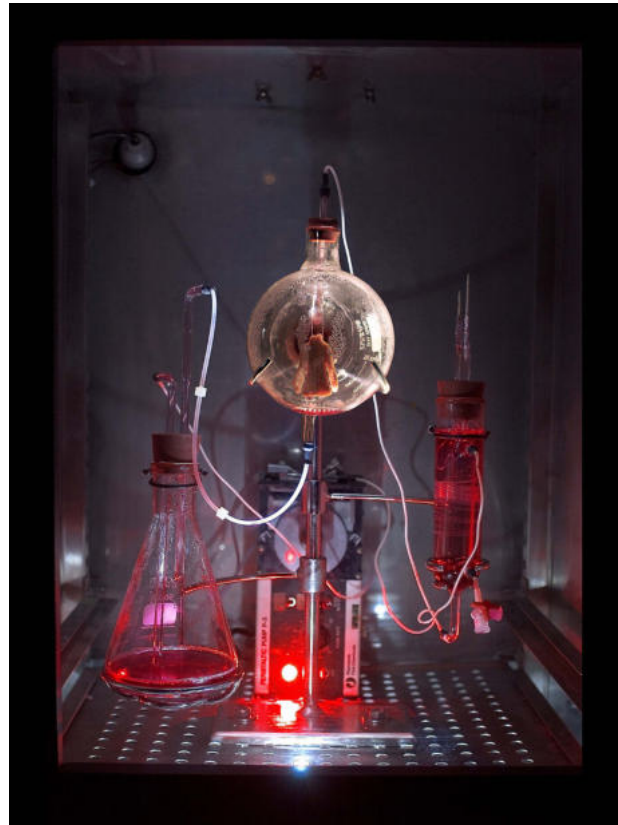


Abb. 9: TC&A, Victimless Leather, 2004

Bekannt wurde *Victimless Leather* besonders durch die Ausstellung im *Museum of Modern Art* in New York im Jahr 2008. Während der Ausstellung verlor die Struktur ihre Stabilität und die ursprünglich vorgesehene Form erlag der Kontingenz des Mediums, das unkontrolliert zu wuchern begann. Die Kuratorin Paula Antonelli entschied letztlich, den Apparat auszuschalten und die Arbeit durch die Trennung von ihren lebenserhaltenden Prozessen zu "töten". Die darauffolgende internationale mediale Aufmerksamkeit für diesen Vorfall (*ArtAsiaPacific* titulierte etwa "Murder at MoMA"; die *New York Times* "Museum kills art exhibit") zeigt die Medienwirksamkeit von BioArt an der Schwelle von Objekt und Leben (Zurr/Catts 2023, S. 88f.).

Transformation im Ausstellungsraum

In allen diesen Beispielen wird deutlich, dass BioArt biotechnologische Praktiken nicht allein übernimmt und anwendet, sondern in verschiedener Form umdeutet. Genetische Modifikation, Differenzierung von Zellen und Gewebekultur ebenso wie die Nutzung von Petrischalen und Mikroskopen bleiben dabei als wissenschaftliche (Kultur-)Techniken erkennbar. Gleichzeitig verlieren sie im Ausstellungsraum ihre dezidierte Bindung an Forschungsvorhaben. Stattdessen werden sie zu ästhetischen Verfahren, die Fragen nach Verantwortung, Fürsorge, Lebendigkeit, Abhängigkeit und Tod abseits der Bioethik zulassen. Das Labor und die ihm eigenen Apparate, Abläufe und Materialien werden dabei zu Symbolen für Prozesse der Wissensgenerierung und dafür, wie Leben – oder "semi-living" – hergestellt, erhalten und beendet wird.

Neben der künstlerischen Umdeutung wissenschaftlicher Methodik werden die Rollen von Ausstellungsraum und -Besucher:innen neu verhandelt. Diese betrachten nicht nur ein Objekt, sondern begegnen einem fragilen, abhängigen und teilweise lebenden Gegenüber. Sie flüstern Zellstrukturen ihre Sorgen zu, beobachten Wachstumsprozesse, essen gezüchtetes Gewebe oder beteiligen sich am Tod einer "halb-lebendigen" Skulptur.

Gerade dadurch unterscheidet sich BioArt, insbesondere die von TC&A, von der alleinigen Illustration wissenschaftlicher Themen im Sinne einer "Science-to-Public"-Herangehensweise. Sie will Biotechnologie und andere Forschungsfelder nicht erklären, sondern erzeugt Situationen, in denen deren materielle und ethische Bedingungen erfahrbar werden. Dadurch hat sie das Potenzial, starke (emotionale) Reaktionen beim Publikum zu erzeugen. Vom Labor in den Ausstellungsraum wandern neben Zellen, Geräten und Verfahren damit auch die Fragen, die an sie gebunden sind: Was gilt als lebendig? Welcher Zweck rechtfertigt die Manipulation von menschlichen und nicht-menschlichen Zellen oder Erbgut? Wer trägt Verantwortung für künstlich hervorbrachte Lebensformen? Welche Rolle spielen Pflege, Kontrolle und Gewalt in der Produktion von Leben? Und wie verändert sich unsere Wahrnehmung, wenn uns biologische Materie und "künstliche" Lebensformen als ästhetisches Gegenüber begegnen?

BioArt birgt die Möglichkeit, einen Vermittlungsraum zwischen (Natur-)Wissenschaft, Ästhetik und Gesell-

schaft zu schaffen. Sie macht erfahrbar, dass (bio-)technologische Verfahren immer auch kulturelle Praktiken sind, die bestimmten Rahmenbedingungen unterliegen. Sie produzieren nicht nur Materie oder Daten, sondern auch konkrete Bilder, Erwartungen, Affekte und moralische Konflikte. In den Arbeiten des *The Tissue Culture & Art Project* zeigt sich diese Dimension besonders in der Fragilität, Abhängigkeit und Uneindeutigkeit der gezüchteten Strukturen. Sie wachsen und metabolisieren, werden gepflegt, kontaminiert und sterben letztendlich. BioArt lässt damit nicht nur wissenschaftliche Techniken zu künstlerischen Methoden werden, sondern macht biologische Materie zum Bedeutungsträger in einem Prozess, der Leben selbst und die Rolle des Menschen darin verhandelt.

Laura Pattiss studierte Kunstgeschichte (BA) an der Universität Innsbruck und absolviert Masterstudien in Kunstwissenschaft (Innsbruck, seit 2023) sowie Museum Studies (Leiden, ab 2026). In ihrer Masterarbeit beschäftigt sie sich mit den ästhetischen Strategien der BioArt, insbesondere in Bezug auf das *The Tissue Culture & Art Project*. Sie ist als wissenschaftliche Assistenz am Kunsthistorischen Institut in Florenz tätig und arbeitete von 2023–2026 als Registrarin an den Tiroler Landesmuseen. Sie sammelte Erfahrungen in mehreren Innsbrucker Kulturorganisationen und engagierte sich u.a. in studentischer Vertretungsarbeit sowie als Redakteurin und Lektorin für (studentische) Magazine. Seit 2024 ist sie PRO SCIENTIA Stipendiatin.

Literatur

- Byerley / Chong 2015 = Anne Byerley / Derrick Chong: Biotech aesthetics: Exploring the practice of bio art. In: Culture and Organization 21/3 (2015), S. 197–216.
- De Mul 2013 = Jos de Mul: The (Bio)Technological Sublime. In: Diogenes 59/1–2 (2013), S. 32–40.
- King 2019 = Anthony King: Bio-art. A Fusion of Biology and Art both Raises Awareness of and Challenges Science. In: EMBO Reports 20 (2019), S. 1–6.
- Langelaan et al. 2010 = Marloes L.P. Langelaan et al.: Meet the new meat: tissue engineered skeletal muscle. In: Trends in Food Science & Technology 21/2 (2010), S. 59–66.
- Mitchell 2010 = Robert E. Mitchell: Bioart and the Vitality of Media. Seattle: University of Washington Press 2010 (= In Vivo. The Cultural Mediations of Biomedical Science).
- Rafferty 2012 = Kelly A. Rafferty: Regeneration: Tissue Engineering, Maintenance, and the Time of Performance. In: TDR/The Drama Review 56/3 (2012), S. 82–99.
- Reichle 2009 = Ingeborg Reichle: Art in the Age of Technoscience. Genetic Engineering, Robotics, and Artificial Life in Contemporary Art. Mit einem Vorwort von Robert Zwijnenberg. Wien, New York: Springer 2009.
- Simoniti 2019 = Vid Simoniti: The Living Image in Bio-Art and in Philosophy. In: Oxford Art Journal 42/2 (2019), S. 177–196.
- Thacker 2005 = Eugene Thacker: The Global Genome. Biotechnology, Politics, and Culture. Cambridge, MA, London: MIT Press 2005 (= Leonardo).
- Ullrich 2020 = Jessica Ullrich: Bio-Aesthetics: The Production of Life in Contemporary Art. In: Life After Literature. Perspectives on Biopoetics in Literature and Theory. Hg. v. Zoltán Kulcsár-Szabó, Tamás Lénárt, Attila Simon und Roland Végső. Cham: Springer 2020 (= Humanities – Arts and Humanities in Progress 12), S. 179–199.
- Van der Valk et al. 2004 = J. van der Valk et al.: The humane collection of fetal bovine serum and possibilities for serum-free cell and tissue culture. In: Toxicology in Vitro 18/1 (2004), S. 1–12.
- Zurr/Catts 2023 = Ionat Zurr / Oron Catts: Tissues, Cultures, Art. Cham: Palgrave Macmillan 2023 (= Palgrave BioArt).
- Zwijnenberg 2009 = Robert Zwijnenberg: Art, the Life Sciences, and the Humanities: In Search of a Relationship. In: Ingeborg Reichle: Art in the Age of Technoscience. Genetic Engineering, Robotics, and Artificial Life in Contemporary Art. Wien, New York: Springer 2009, S. xiii–xxix.

Abbildungen

- Abb. 1: Salvador Dalí, Butterfly Landscape (The Great Masturbator in a Surrealist Landscape with D.N.A.) © Bildrecht, Wien 2026, Unbekannte:r Fotograf:in
- Abb. 2: © BBC Photo Archive
- Abb. 3: Prinzip des *Tissue Engineering*, Quelle: Rongen, Tissue engineering deutsch.jpg, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.
- Abb. 4: *The Tissue Culture & Art* (Oron Catts & Ionat Zurr), "Semi-Living Worry Doll A", from "The Tissue Culture & Art(ificial) Wombs" Installation, Ars Electronica 2000, McCoy Cell line, Biodegradable/bioabsorbable Polymers and Surgical Sutures, 2cm x 1.5cm x 1cm
- Abb. 5: *The Tissue Culture & Art* (Oron Catts & Ionat Zurr), From the The Tissue Culture & Art(ificial) Wombs Installation, Ars Electronica 2000
- Abb. 6: *The Tissue Culture & Art* (Oron Catts & Ionat Zurr), "The Pig Wings Project", 2000–2001, Pig mesenchymal cells (bone marrow stem cells) and biodegradable/bioabsorbable polymers (PGA, P4HB). Preserved, coated with gold and displayed in jewellery boxes, 4cm x 2cm x 0.5cm each, Photo: Bo Wong

- Abb. 7: *The Tissue Culture & Art Project*, "Disembodied Cuisine" Installation Nantes France 2003, Foto: Axel Heise
- Abb. 8: *The Tissue Culture & Art Project*, "Tissue Engineered Steak No.1" 2000, A study for "Disembodied Cuisine", Pre-Natal sheep skeletal muscle and degradable PGA polymer scaffold
- Abb. 9: *The Tissue Culture & Art Project* (Oron Catts & Ionat Zurr), "Victimless Leather – A Prototype of Stitch-less Jacket grown in a Technoscientific "Body"", 2004, Biodegradable polymer connective and bone cells

