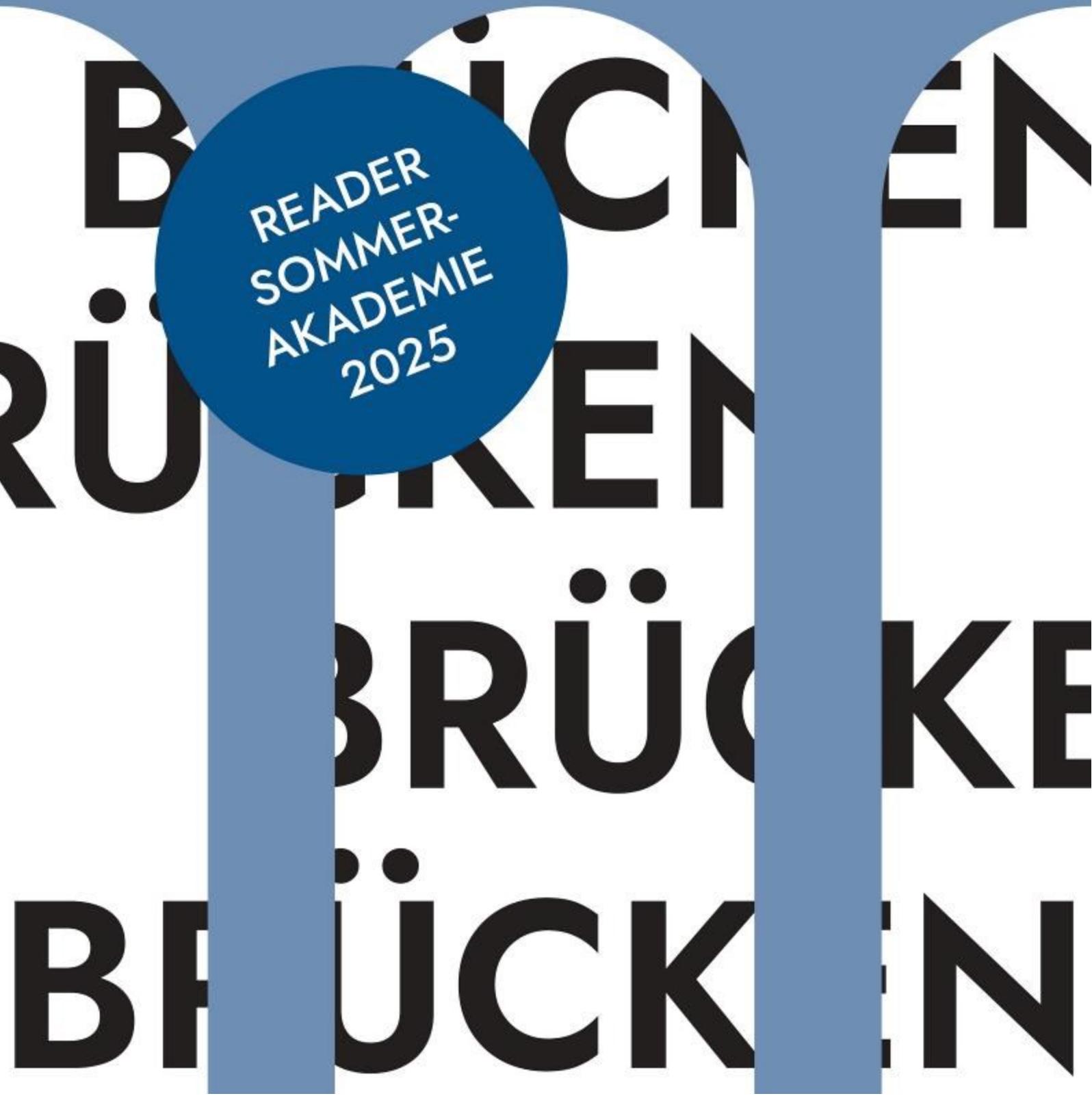


READER  
SOMMER-  
AKADEMIE  
2025



# COVER

Was bedeutet es, Brücken zu bauen? Für die Titelillustration habe ich mich auf eine radikale Reduktion der Form konzentriert.

Zwei Pfeiler tragen eine verbindende Fläche – eine abstrahierte Brücke. Die geometrischen Formen verweisen auf Stabilität, Klarheit und Struktur. Der Begriff „Brücken“ erscheint dahinter mehrfach, verschoben und fragmentiert, verdeckt von den Pfeilern. Erst auf den zweiten Blick lässt sich das Wort entziffern – eine Einladung, genauer hinzusehen.

Brücken entstehen durch Annäherung, durch das Überwinden von Trennung und Distanz. Das Motiv regt dazu an, über bestehende Verbindungen und fehlende Übergänge nachzudenken.

Anna Graf, Linz

## **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.

Redaktion und Satz: Christian Jostmann

Cover: Anna Graf, Linz

Druck: Facultas, Stolberggasse 26, 1050 Wien

# READER

zur

Sommerakademie 2025

Horn (Niederösterreich)

# Brücken



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





---

# Inhalt

Christian Jostmann & Reinhart Kögerler <b>Editorial</b>	9
David Jost & Simon Rabensteiner, Salzburg <b>Über die Regenbogenbrücke</b>	10
Alexander Hörl, Wien <b>Sinn und Ursprung</b>	20
Laura Grabher-Meyer, Innsbruck-Wien <b>Die Brücke zwischen Elektrizität und Magnetismus</b>	27
Karoline Moser, Leoben <b>Kryptographie</b>	34
Sarah Mayrhofer, Linz <b>Design Thinking in Indien</b>	41
Anna-Katharina Wiesinger, Salzburg <b>Tourismus als Brücke oder Graben?</b>	48
Simeon Ryckembusch, Innsbruck <b>Der Heilige Stuhl als Brückenbauer</b>	55
Rita Hansl, Wien <b>Gehirnverbindungen</b>	62
Magdalena Weber, Salzburg <b>Building Mental Bridges</b>	66



# Editorial

Mit „Brücken“ haben die PRO SCIENTIA Stipendiat:innen in diesem Jahr ein besonders dankbares Thema gewählt. Nicht allein wegen seiner Aktualität, weil Brücken zu bauen in Zeiten gesellschaftlicher Polarisierung ein Desiderat zu sein scheint. Sondern auch, weil an den Begriff der „Brücke“ viele wissenschaftliche Disziplinen fruchtbar anknüpfen. Das zeigen sowohl das Programm der Sommerakademie als auch die Artikel dieses Readers. Vor allem aber lässt sich mit der Metapher des Brückenbauens eine, wenn nicht *die* Kernzielsetzung von PRO SCIENTIA beschreiben: kommunikative Verbindungen zu schaffen zwischen verschiedenen Feldern der Wissenschaft und zwischen den Menschen, die Wissenschaft zu ihrem Beruf machen. Bekanntlich verfolgen wir bei PRO SCIENTIA dieses Ziel, indem wir – in den Hochschulgruppen, während der Sommerakademie – Räume für interdisziplinäre Diskussion und persönliche Begegnung schaffen. Daneben ist es uns auch ein Anliegen, den Austausch durch das geschriebene Wort zu pflegen. Vom Bemühen darum und, wie wir meinen, vom Erfolg dieses Bemühens zeugt auch in diesem Jahr der Reader zur Sommerakademie.

Die Autor:innen haben sich der schwierigen Aufgabe gestellt, die wissenschaftlichen Themen, die sie sich erarbeitet haben oder an denen sie arbeiten, so darzustellen, dass auch fachfremde Menschen sie verstehen können. Besonders schwierig ist diese Aufgabe da, wo jene Kluft zu überbrücken ist, die zwischen den „zwei Kulturen“ der Natur- und Geisteswissenschaften verläuft. Wo also etwa die Formelsprache der Mathematik in Sätze zu übersetzen ist, die auch für Kulturwissenschaftler lesbar sind, oder umgekehrt für Naturwissenschaftlerinnen die Feinheiten philologischer Forschung erfahrbar werden sollen.

Den Reader eröffnen David Jost & Simon Rabensteiner. Sie führen uns „über die Regenbogen-

brücke“ in jene emotionalen Gefilde, die seit der Antike Menschen mit ihren nicht-menschlichen *companions* verbinden. Alexander Hörl zeigt die vielfältigen intertextuellen Bezüge auf, die sich in den Anfangsworten des Johannesevangeliums verbergen. Laura Grabher-Meyer erklärt, dank welchen Vorarbeiten James Clerk Maxwell seine berühmten Gleichungen formulieren und so zu einem Brückenbauer zwischen elektrischen und magnetischen Phänomenen werden konnte. Karoline Moser stellt zwei wichtige kryptographische Verfahren vor, die es (noch?) ermöglichen, in der digitalen Welt sichere kommunikative Brücken zu bauen. Sarah Mayrhofer berichtet von ihren Erfahrungen in Indien, wo sie an einem Austauschprogramm für Innovator:innen aus verschiedenen Kulturen teilgenommen hat. Anna-Katharina Wiesinger analysiert, ob der globale Tourismus Brücken schlägt zwischen Menschen und Regionen oder eher Gräben aufreißt. Und Simeon Ryckembusch erörtert, inwiefern der Heilige Stuhl auf der Weltbühne der Diplomatie als Brückenbauer wirkt. Rita Hansl skizziert einen Paradigmenwechsel der Hirnforschung, die statt auf einzelne Hirnregionen auf die strukturellen Verbindungen zwischen ihnen fokussiert. Magdalena Weber wiederum beschreibt Strategien, mit denen Menschen kognitive Dissonanzen überbrücken.

Neue Brücken schlägt auch dieser Reader selbst, indem er erstmals eine eigene ISSN – eine Internationale Serielle Standardnummer – trägt, die ihn eindeutig identifizierbar und z.B. in Datenbanken leichter auffindbar macht. Die ISSN soll den Reader als Publikation aufwerten und die Wahrnehmbarkeit der Beiträge erhöhen. Dies soll wiederum den Autor:innen zugute kommen, denen wir hier für ihre Mühe nochmals danken.

Wir wünschen eine anregende Lektüre!

Wien, im August 2025

Christian Jostmann und Reinhart Kögerler

---

David Jost & Simon Rabensteiner, Salzburg

## Über die Regenbogenbrücke

### Die Bedeutung von Tierbestattungen im Wandel der Zeit

#### Einleitung

Für den Umgang mit dem Tod geliebter Haustiere lassen sich immer häufiger Mechanismen zur Bewältigung sowie Konzeptübernahmen beobachten, die an den Umgang mit menschlichen Verstorbenen erinnern. Das zeigt sich etwa an Tierfriedhöfen oder -gräbern wie dem in der Nähe von Salzburg (siehe Abbildung 1) oder auch an der sogenannten Regenbogenbrücke: Hierbei handelt es sich um die Vorstellung, dass verstorbene Haustiere an einem besonderen Ort warten, um zu einem späteren Zeitpunkt mit ihren menschlichen Freund:innen den Weg ins Jenseits anzutreten (vgl. Nüwer 2023).

Dass im Todesfall von Haustieren Praktiken übernommen werden, die man von menschlichen Bestattungsriten kennt, ist kein modernes Phänomen, sondern lässt sich anhand von Schlaglichtern seit der Antike festmachen. Zentral dafür ist das Konzept von Tierliebe: Die Koexistenz von Mensch und Tier erfordert in jedem Fall ein Sich-zueinander-in-Beziehung-Setzen. Dabei kann von Liebe gesprochen werden, wenn diese Beziehung von Empathie und der Wahrnehmung der legitimen Präsenz des tierlichen Gegenübers ohne (oder nur mit äußerst geringer) Hierarchisierung erfolgt (vgl. Gottwald 2004, 270). Die Grenze, ob es sich beim Gegenüber um ein Tier oder einen Menschen handelt, verschwimmt, und tierlichen Mitlebewesen gegenüber wird eine ähnliche Haltung eingenommen wie menschlichen.

Tiere werden also als Akteure in ihrer Beziehung zu Menschen wahrgenommen, was sich in der

wissenschaftlichen Beschäftigung der *Human Animal-Studies* auch terminologisch zeigt: Durch die Verschiebung der Begriffe *Mensch* und *Tier* hin zu *human animals* und *non-human animals* (dt. „menschliche“ und „tierliche Lebewesen“) wird durch das jeweilige Adjektiv der bestehende Unterschied betont, durch die gemeinsame Definition als *animals* aber auch der gemeinsamen Teilhabe an der belebten Geschichte und dem sozialen Leben Rechnung getragen (vgl. Wischermann 2014, 105; DeMello 2021, 17).



Abb. 1: Gedenktafel für verstorbene *pets* am „amicus Tierfriedhof Kastanienwiese“ in Grödig bei Salzburg. (Foto: David Jost)

Die Beschäftigung mit dem Näheverhältnis von menschlichen und tierlichen Lebewesen erfordert weitere begriffliche Präzisierungen. So erscheint der deutsche Begriff *Haustier* unzureichend, weil er alle *non-human animals* in einem Nahbereich von *human animals* umfasst, unabhängig davon, ob ihnen ein konkreter Nutzen (Arbeitskraft, Fell, Lebensmittel) entwächst oder sie nur zum Vergnü-

gen gehalten werden (vgl. Breittrück 2012, 724–725). Die englischsprachige Terminologie ist hier zu bevorzugen: Konzeptionell ident zum deutschen *Haustier* ist das englische *domestic animal*. Aus dieser Gruppe lässt sich die Subkategorie der *pets* herauslösen, die im Haushalt leben und rein zum Zweck der Gesellschaft und des Vergnügens gehalten werden.

Die Unterscheidung zwischen *domestic animal* und *pet* erfolgt anhand der Spezies. Für die Vormoderne empfiehlt sich ergänzend der Begriff des *companion animal*. Zentral ist dabei die *companionship* zwischen individuellen *non-human* und *human animals*. Jedes Haustier (im oben angeführten Sinne) kann demnach zum *companion* werden. Prägnant lässt sich dieser Unterschied zwischen *pet* und *companion animal* auch heute noch etwa am Beispiel von Kaninchen zeigen: Während das Kaninchen, das als *companion* zuhause im Garten gehalten wird, klar vom Konzept der Tierliebe umfasst ist, wird dennoch (gekauft)es Fleisch anderer Kaninchen gegessen. Es handelt sich also nicht um *pets* (in dem Fall wäre es nicht legitim, das Fleisch zu essen), sondern eben um *companion animals* (vgl. Wischermann 2014, 109–110). Der Schritt der individuellen *companionship* markiert dabei den graduellen Übergang einer *non-human animal*-Spezies vom *domestic animal* zum *pet*.

## **Umgang mit dem Tod eines *companion animal* in der Vergangenheit**

### **I. Antike**

Bereits in den frühesten Werken der europäischen Literatur finden sich Zeugnisse, die eindrücklich auf enge Beziehungen zwischen *non-human* und *human animals* hindeuten. Wenn Homer die Rückkehr des Odysseus an dessen Hof besingt, legt der Dichter den Fokus für knapp vierzig Verse auf den Hund Argos. In einer Rückblende wird erzählt, wie Odysseus den Welpen vor seinem Aufbrechen nach Troja aufzog, aber ihn wegen seiner zwanzigjährigen Abwesenheit nie als ausgewachsenen Hund sah (vgl. Hom. *Od.* p, 291–294). In der Abwesenheit des Odysseus hätten sich – so die Erzählung weiter – die Freier seiner Frau nicht nur seines Besitzes bemächtigt,

sondern auch Argos sei vernachlässigt worden, sodass er nun am Misthaufen vor dem Palast liegend von Läusen bedeckt sei. Der Hund steht damit auch sinnbildlich für den schlechten Zustand, in den das Land durch Odysseus' Abwesenheit geraten ist (vgl. Rose 1979, 220–221).

Dieser kommt in der genannten Szene gemeinsam mit dem Schweinehirten Eumaios zu seinem Palast zurück. Um seine Identität zu verbergen, hatte ihn die Göttin Athena in einen Bettler verwandelt. Auch Eumaios weiß nicht um das wahre Ich seines Begleiters. Lediglich seinem Sohn Telemachos hat sich Odysseus bis zu diesem Zeitpunkt mit Athenas Hilfe offenbart. Der Hund Argos ist hingegen das erste Lebewesen, das den Protagonisten ohne göttliche Hilfe erkennt (vgl. Frisch 2017, 8):

*Und da lag ein Hund, dieser hob seinen Kopf und spitzte dir Ohren. [...] Als er da aber erkannte, dass Odysseus nahe war, wedelte er mit dem Schwanz und die Ohren senkte er beide; näher zu kommen zu seinem Herrn, war er aber nicht mehr im Stande.*

(Hom. *Od.* p, 291–304, Übersetzung durch die Autoren)

Schon bei der ersten Erwähnung des Hundes wird das Wiedererkennen seines Herren mit dem Heben des Kopfes und dem Spitzen der Ohren angedeutet, wenige Verse später durch das Schwanzwedeln auch explizit gemacht. Dass Argos im Gegensatz zu den *human animals*, denen Odysseus vorher begegnet ist, in der Lage ist, sein Herrchen an seiner Präsenz zu erkennen, spricht für eine besondere *companionship* zwischen den beiden, trotzdem sie einander zwanzig Jahre nicht gesehen haben. Diese Verbindung geht aufgrund der besonderen Stellung der Szene (Odysseus betritt sein Haus nach Jahren erneut und die Erzählung bewegt sich auf den Höhepunkt zu) auch klar über die Zeichnung eines treuen Hundes hinaus (vgl. Köhnken 2003, 387–388). Verstärkt wird die besondere Beziehung von Odysseus und Argos durch die Reaktion des verwandelten Herrschers: Dieser blickt, sobald er bemerkt, dass sein Hund ihn erkennt, zur Seite und wischt sich – ungesi-

hen von Eumaios – eine Träne aus dem Auge (vgl. Hom. *Od.* ρ, 326–327). Der Schweinehirt betritt nach einem kurzen Gespräch mit Odysseus über Argos den Palast zunächst allein, was Hund und Herrchen einen kurzen Moment miteinander gibt. Beiden ist klar, sie haben einander erkannt, was im gesamten homerischen Œuvre bei ähnlichen Szenen sonst nie vorkommt (vgl. Köhnken 2003, 392–393).



Abb. 2: Grabrelief für die Hündin Parthenope aus dem Archäologischen Museum, Istanbul. (Autengruber-Thüry 2021, 272)

Nach diesem Wiedersehen nach zwanzig Jahren stirbt Argos in Odysseus' Anwesenheit. Vergleichbar zum Treffen mit dem Schatten seiner Mutter in der Unterwelt (vgl. Hom. *Od.* λ, 204–208) vermag es Odysseus auch in dieser intimen Szene nicht (wenn auch aus anderen Gründen), seinen Gefühlen Ausdruck zu verleihen: Der Tod des Hundes erinnert an diese Begegnung mit der Mutter, was erneut auf die besondere Verbindung zwischen Argos und Odysseus verweist (vgl. Rose 1979, 220), wobei Argos durch die detailreiche Beschreibung beinahe menschliche Züge erhält (vgl. de Jong 2004, 421).

Odysseus und sein Hund Argos sind als Reflex antiker Praxis der Haustierhaltung zu sehen: Besonders innerhalb der sozialen Elite lässt sich über die gesamte griechische und römische Antike hinweg beobachten, dass Haustiere gehalten wurden (vgl. Bodson 1980, 13). Die Namensgebung lässt

oft auf ein Näheverhältnis zwischen *non-human* und *human animals* schließen. Diese Nähe spiegelt sich in Grabanlagen wider, wie sie etwa für Hunde errichtet wurden. Diese weisen in Teilen ähnliche Merkmale auf wie solche für *human animals*, bis hin zu Epigrammen als Grabinschriften (vgl. MacKinnon 2014, 269–274). Ein besonders kunstvolles Beispiel dafür stammt aus Mytilene auf Lesbos: Eine Inschrift des 2. oder 3. Jahrhunderts

n. Chr. beschreibt, wie das Herrchen der dort begrabenen Hündin Parthenope mit ihr spielte. Damit zeugt sie von einer besonderen *companionship* der beiden. Die knappe Inschrift schließt mit Worten, die sich direkt an die betrachtende Person wenden: „Wenn du auf dieses Grabmal blickst, erwirb dir [ebenfalls] einen guten Freund, der dich innig liebt, solange du lebst, und nach dir schaut, wenn du gestorben bist“ (Peek 1960, 302, Übersetzung durch die Autoren). Die Freund-

schaft von Parthenope und ihrem Herrchen wird also mit der Freundschaft zwischen zwei *human animals* gleichgesetzt. Die Grabplatte für Parthenope beinhaltet ferner ein Relief, das die Hündin auf einem (vermutlich ihrem eigenen) Bett liegend zeigt (siehe Abbildung 2; vgl. Autengruber-Thüry 2021, 271–272).

## II. Mittelalter

Mit der Ausbreitung des Christentums scheint die aufwändige Grablegung von *companion animals* zunächst einen Rückgang erfahren zu haben. Zwar lässt sich mittels archäozoologischer Befunde ein eindrückliches Bild davon zeichnen, dass *non-human animals* weiterhin mit Zuneigung behandelt wurden. Das belegen etwa Überreste von Katzen skeletten, die gerade geheilte Knochenbrücke

aufweisen, was auf bewusste Pflege durch *human animals* rückführbar ist (vgl. von Heusinger 2007, 50). Ähnliche Quellen literarischer oder epigraphischer Natur wie aus der Antike sind jedoch wesentlich rarer. Eine Ausnahme hiervon bildet eine Trauerrede des byzantinischen Rhetorikers Michael Italikos (ca. 1090–1157) aus dem zweiten Drittel des 12. Jahrhunderts (vgl. Nilsson 2021, 77).

Der Klagetext beginnt mit einer kurzen zoologischen Beschreibung des Steinhuhns, bevor er aus der Menge aller Steinhühner eines besonders hervorhebt – nämlich jenes, das Michael Italikos als *companion animal* diente. Ausgezeichnet habe es sich vor allem durch seinen wohlklingenden Gesang, der Lyra- und Harfenspiel, ja sogar das Singen der Musen und Sirenen übertroffen habe. Das Steinhuhn sei pünktlich und treu gewesen und habe zu jeder Mahlzeit am Tisch seines Herren gestanden. Auch wenn Tiere im Allgemeinen – so der Dichter weiter – nicht vernunftbegabt seien, bilde sein jüngst verstorbene *companion animal* eine eindeutige Ausnahme von dieser Regel. In Bezug auf das konkrete *non-human animal* werden die anthropomorphen Eigenschaften in den Vordergrund gestellt, wobei Michael Italikos sogar so weit geht, auf Basis einer alttestamentarischen Stelle (Koh 3, 19) ein Weiterleben tierlicher Lebewesen nach dem Tod anzudeuten. Wohl um nicht als Häretiker zu gelten, verwirft er diesen Gedanken zwar wieder, dennoch lässt sich durch ein dauerndes Changieren zwischen menschlichen und tierlichen Charaktereigenschaften, die er dem Steinhuhn attestiert, auch hier klar Emotionalität zwischen *non-human* und *human animal* erkennen (vgl. Schneider 2023, 434–443).

Ab der Renaissance findet – flächendeckender als in Antike und Mittelalter – eine schrittweise Veränderung in der Wahrnehmung von *non-human animals* als *companions* statt (vgl. Glück et al. 2023, 262). Anschauliche Beispiele liefert hier der Hof der Markgrafen von Mantua im 15. und 16. Jahrhundert. Im breit überlieferten Briefkorpus rund um Isabella d’Este (1474–1539) lassen sich verschiedene Hinweise auf *companion animals* finden. So starb im Herbst des Jahres 1510 Martino, ein Kater der Gräfin, wie aus mehreren Briefen ihrer Hofangestellten an ihren zu diesem Zeitpunkt in Rom weilenden Sohn Federico (1500–

1540) hervorgeht (vgl. Walker-Meikle 2012, 34). Ein Brief des Sekretärs Giovanni Battista Scalona vom 28. November jenes Jahres beschreibt eindrücklich den Aufwand, der nach dem Tod des Katers betrieben wurde: Den Gelehrten Mantuas sei dieses Ereignis Anlass gewesen, kunstvolle Epitaphien und Gedichte zu schreiben. Ferner berichtet er von Bestattungsritualen, wie sie bei *human animals* üblich waren (und sind) und die nun auf den toten Kater übertragen wurden: Mit großem Aufwand sei eine Begräbnisfeier inklusive Predigt organisiert worden, zu der die Tiere der Nachbarschaft als „Freunde und Bekannte“ des Verstorbenen erschienen seien (vgl. Barbieri 2012, 137; Jonietz 2020, 367). Dieses Aneignen menschlicher Praktiken für *non-human animals* zeugt deutlich von einem Verschwimmen der Grenzen hin zu einem freundschaftlichen *companion*-Verhältnis.

Auch zu Hunden ist ein Näheverhältnis Isabellas überliefert: Einen besonderen Status nahm bei ihr die Malteserhündin Aura ein. Diese fiel im Jahr 1511 beim Spielen von einer Terrasse etwa 10 Meter in die Tiefe und starb (vgl. Cockram 2018, 49). Am 30. August 1511 beschrieb der Sekretär Gian Giacomo Calandra – erneut in einem Brief an Federico in Rom – die Situation in Mantua wie folgt:

*Man kann gar nicht beschreiben, wie groß der Schmerz der Herrin ist: Aber alle, die Kenntnis darüber hatten, welche Liebe sie für das Tier hegte, können es sich vorstellen. Und wie berechtigt das ist, weil sie [scil. Aura] das schönste und gefälligste Hündchen war, das es gab. Ihre Hoheit sah man an diesem Abend am Tisch weinen und sie konnte nicht darüber sprechen, ohne zu seufzen. Isabella weinte, als sei ihre Mutter gestorben und man kann sie noch immer nicht gut trösten.*

(Walker-Meikle 2012, 138, Übersetzung durch die Autoren)

Ähnlich wie bei Martino lässt sich hier das Näheverhältnis Isabellas zu ihren *non-human animals* erkennen, das sogar explizit mit dem Verhältnis zu engsten Verwandten verglichen wird. Auch die Hündin Aura erhielt ein Grabmal und eine offiziell-

le Bestattung. Genauso wie bei Martino löste Auras Tod eine Welle an literarischen Kondolenz aus, die andere italienische Adelshöfe brieflich nach Mantua übermittelten (vgl. ebd. 35–36; Cockram 2018, 49; Jonietz 2020, 367–368). An diesen Beispielen wird evident, dass die Anwesenheit bestimmter *non-human animals* ganz klar über ein reines Nutzenverhältnis hinausging und ihnen vielmehr eine hohe emotionale Bedeutung zugeschrieben wurde, die sich in der Übertragung menschlicher Riten auf deren Begräbnisse manifestiert.

### III. Neuzeit

Die Tendenz, bestimmte *non-human animals* bereits stärker als *companions* oder sogar *pets* zu sehen, steigerte sich im Laufe der Neuzeit konstant, sodass die Kategorie *pet* im Adel ab dem 16. Jahrhundert gelten darf, ab dem 18. Jahrhundert auch im Bürgertum (vgl. Breittrück 2012, 724–725; Wischermann 2014, 106–107). Das beförderte auch die literarische Produktion im Kontext verstorbener Tiere, die sich an der antiken Tradition orientierte und – wie gezeigt – bereits im Laufe des Mittelalters sporadisch wieder aufkam. Als Fallbeispiel kann hier das Katzensgrab in der *Casa Petrarca* in Arquà bei Padua genannt werden, dem Alterssitz des italienischen Dichters Francesco Petrarca (1304–1374); das Grab der mutmaßlichen Katze Petrarcas ist aber wesentlich jünger und datiert in seiner heutigen Form aus dem 17. Jahrhundert (vgl. Aurnhammer 2005, 11).

In einem Raum nahe dem Eingang befindet sich ein zweistöckiges Wandgrab. Den oberen Teil macht eine mumifizierte Katze hinter einer Glaswand aus, den unteren zwei Epigramme des Dichters Antonio Querenghi (1546–1633). In diesen spricht die „Katze Petrarcas“ selbst und stellt sich hinsichtlich der Bedeutung für ihren mutmaßlichen Besitzer noch über dessen Muse Laura (vgl. Trapp 1994, 30–32). Auch hier findet wieder eine Anthropomorphisierung des *non-human animal* statt, indem die Katze in ein Konkurrenzverhältnis zu Laura tritt. Auch wenn ein historischer Beleg dafür fehlt, dass Petrarca tatsächlich eine Katze besaß, lässt sich, ausgehend von der Bedeutung des itali-

enischen Dichters, die Katze als *companion animal* und *pet* volkssprachlicher Poeten der Neuzeit beobachten (vgl. Aurnhammer 2005, 26–30).

### Trauer um *pets* – Moderne Wege

In den angeführten Beispielen wurden Praktiken und Zeremonien rund um die Bestattung von *companion animals* bzw. *pets* aus unterschiedlichen historischen Epochen beleuchtet. In der heutigen Gesellschaft hat das Abschiednehmen von seinem *pet* einen zentralen Stellenwert gewonnen und ist zugleich stärker kommerzialisiert. Dies liegt unter anderem daran, dass viele *human animals* ihr *pet* als vollwertiges Familienmitglied bzw. als Kinderersatz betrachten (vgl. Magliocco 2018, 48). Heutzutage gibt es nicht nur eine Vielzahl ritueller Möglichkeiten, um den Verlust eines *pets* zu verarbeiten. Ebenso breitet sich die vage und interpretationsoffene Vorstellung eines Ortes aus, an den *pets* nach ihrem Tod gelangen. Hierbei handelt es sich um die Regenbogenbrücke, wo sie auf ihre menschlichen Freund:innen warten.

#### I. Das Motiv der Regenbogenbrücke

Auch wenn die Regenbogenbrücke bereits in der nordischen Mythologie als Verbindung zwischen Dies- und Jenseits bekannt war (vgl. Krause 2010), besteht trotz einiger Parallelen kein direkter Zusammenhang zwischen dieser Vorstellung und dem modernen Motiv, auf das im Kontext des Abschiednehmens von *pets* zurückgegriffen wird. Die heutige Deutung der Regenbogenbrücke fand erst Mitte der 1990er Jahre Eingang in die öffentliche Wahrnehmung. Ursprünglich in Selbsthilfekolumnen von Zeitschriften thematisiert, erlangte sie durch das Internet rasch an Popularität und ist mittlerweile fester Bestandteil der Trauerkultur rund um verstorbene *pets* (vgl. Stoeffler 2023). Die *pet industry* hat das emotionale Potenzial erkannt, das mit der Regenbogenbrücke verbunden ist, und trägt zu ihrer weiteren Verbreitung bei (vgl. Magliocco 2018, 39). So wird sie in und auf Trauerkarten, Social-Media-Posts, Büchern oder Gedenksteinen, die den Abschied von *pets* thematisieren,

abgebildet (siehe Abbildung 3). Ebenso findet man das Symbol auf Grabsteinen sowie Urnen. Auch diverse Tierbestattungsfirmen verwenden das Motiv auf ihrer Website (siehe hierzu Urban). All das hat maßgeblich dazu beigetragen, dass sich die Vorstellung der Regenbogenbrücke als fester Bestandteil der modernen Trauerkultur rund um den Tod eines *pet* etabliert hat.

Der Ursprung des modernen Motivs der Regenbogenbrücke lässt sich auf ein kurzes Gedicht zurückführen, dessen Urheberschaft lange Zeit unklar war (vgl. Gardner 2018). Inzwischen ist bekannt, dass das Gedicht auf die schottische Künstlerin und Tierliebhaberin Edna Clyne Rekhy zurückgeht, die es 1959 im Alter von 19 Jahren schrieb, um den Verlust ihres geliebten Labrador Retrievers Major zu verarbeiten (vgl. Nuwer 2023). Das Gedicht beschreibt einen paradiesischen Ort zwischen Himmel und Erde, die sogenannte Regenbogenbrücke, an dem verstorbene geliebte *pets* auf ein Wiedersehen mit ihren menschlichen Freund:innen warten. Gemeinsam überqueren sie die Brücke schließlich Richtung Himmel, wo sie für alle Ewigkeit vereint bleiben (vgl. Koudounaris 2023):

*Just this side of heaven is a place called Rainbow Bridge.*

*When an animal dies that has been especially close to someone here, that pet goes to Rainbow Bridge. There are meadows and hills for all of our special friends so they can run and play together. There is plenty of food, water and sunshine, and our friends are warm and comfortable.*

*All the animals who had been ill and old are restored to health and vigor. Those who were hurt or maimed are made whole and strong again, just as*

*we remember them in our dreams of days and times gone by. The animals are happy and content, except for one small thing; they each miss someone very special to them, who had to be left behind.*

*They all run and play together, but the day comes when one suddenly stops and looks into the distance. His bright eyes are intent. His eager body quivers. Suddenly he begins to run from the group, flying over the green grass, his legs carrying him faster and faster.*

*You have been spotted, and when you and your special friend finally meet, you cling together in joyous reunion, never to be parted again.*

*The happy kisses rain upon your face; your hands again caress the beloved head, and you look once more into the trusting eyes of your pet, so long gone from your life but never absent from your heart.*

*Then you cross Rainbow Bridge together....*

(Rekhy 1959)

Rekhy hatte nicht die Absicht, das Gedicht zu veröffentlichen. Sie teilte es nur mit einigen Bekannten, denen sie unsignierte Kopien übermittelte. In den 1990er Jahren gelangte das Gedicht schließlich auf Umwegen in die amerikanische Öffentlichkeit (vgl. Koudounaris 2023).

Davon ausgehend gilt die Vorstellung einer Regenbogenbrücke, auf der *pets* auf ihre Besitzer:innen warten, heute als eine der ersten modernen volkstümlichen Vorstellungen über das Jenseits von Tieren. Dennoch variiert die gesellschaftliche Rezeption des Motivs erheblich. So existiert eine

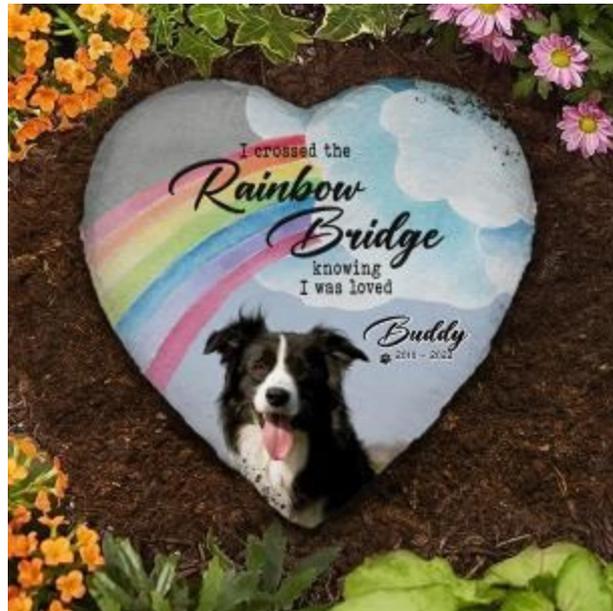


Abb. 3: Personalisierter Gedenkstein in Herzform für ein *pet* mit Bezug zur Regenbogenbrücke. (Microscopic Inductivist 2025)

zweite, weniger verbreitete Version, die sich besser mit einer christlichen Auffassung des Himmels verbinden lässt. Nach christlicher Überzeugung können nur *human animals* in den Himmel aufgenommen werden, während Tiere von diesem ausgeschlossen sind. In dieser Variante wird daher die Vorstellung vertreten, dass die *pets* an einen himmelähnlichen Ort gelangen, wo sie jederzeit von ihren menschlichen Freund:innen besucht werden können. Im Gegensatz zur ursprünglichen Version verbindet diese Erzählung stärker die christliche Theologie, die Tiere vom Himmel ausschließt, mit dem tiefen Wunsch der Tierhalter:innen, ihre tierlichen *companions* wiederzusehen. Auch wenn sich die Versionen in diesem Punkt unterscheiden, beruhen sie beide auf der Hoffnung, dass *human animals* eines Tages mit ihren *pets* wiedervereint sind (vgl. Magliocco 2018, 47–50).

Die Vorstellung der Regenbogenbrücke lässt den Tod des *pet* nicht wie eine endgültige Trennung erscheinen, sondern eher wie eine Übergangsphase. Zudem ist sie tröstlich, undogmatisch und für viele individuelle Glaubensvorstellungen offen. Durch die farbenfrohe Beschreibung der Regenbogenbrücke wird dem Tod bis zu einem gewissen Grad der Schrecken genommen. Viele *human animals*, die ihr *pet* rituell beisetzen oder andere Trauerzeremonien durchführen, beziehen sich auf die Regenbogenbrücke und finden in der Vorstellung, ihre tierlichen *companions* wiederzusehen, Hoffnung und Trost. Vor diesem Hintergrund soll abschließend ein kurzer Blick auf einige der heute genutzten Wege zur Trauerbewältigung geworfen werden. Dabei wird deutlich, dass sich mittlerweile ein breiter Markt etabliert hat, der eine Vielzahl unterschiedlicher Angebote umfasst.

## II. Heutige Möglichkeiten des Abschiednehmens

Die wohl bekannteste Möglichkeit, seines verstorbenen *pet* zu gedenken, ist die Erdbestattung auf einem Tierfriedhof. Solche Einrichtungen gibt es heute in fast jeder größeren Stadt (siehe hierzu Kolbe 2014). Der älteste noch bestehende moderne Tierfriedhof ist der Cimetière des Chiens in

Paris, der 1899 eröffnet wurde. Zu jener Zeit stellte er eine Ausnahme dar, da nur höhere soziale Schichten die Möglichkeit hatten, ihre *pets* dort bestatten zu lassen. Erst ab Mitte des 20. Jahrhunderts nahm die Zahl der Tierfriedhöfe in Europa allmählich zu, bevor sie in den 1990ern allgemeine Verbreitung fanden. Ursprünglich wurden *pets* in Tierkörperbeseitigungsanlagen entsorgt. Viele Tierhalter:innen lehnen dies mittlerweile ab. Sie wünschen sich eine würdevolle Bestattung ihrer tierlichen *companions*, was den Markt für Tierbestattungen wachsen lässt (vgl. BVT: Geschichte). So werden in Deutschland mittlerweile knapp 10% aller *pets* bestattet (vgl. Reichert 2019).

Österreichs größter Tierfriedhof befindet sich in Wien, wo Tiere bis zu einem Maximalgewicht von 70 kg in Urnen oder Särgen beigesetzt werden können. Zuvor werden sie in einem Verabschiedungsraum aufgebahrt (vgl. Scholda/Yossef 2018). Inwieweit dabei der Gebrauch religiöser oder christlicher Symbole zulässig ist, bleibt umstritten (vgl. BVT: Tierbestattung von A–Z). Trotz allem weisen die Gräber und Urnenwände auf konventionellen Tierfriedhöfen erhebliche Ähnlichkeiten mit den Bestattungsstätten von *human animals* auf. Oft bestehen sie aus einem Grabstein oder einer Grabplatte, auf der Name sowie Geburts- und Sterbedatum des Tieres vermerkt sind. Häufig sind auch Bilder der Tiere zu sehen. Viele Gräber sind mit Blumen, Kerzen sowie Engel- und Tierfiguren geschmückt (vgl. Scholda/Yossef 2018).

Wer sein verstorbenes *pet* weder in einer Tierkörperbeseitigungsanlage entsorgen noch auf einem Tierfriedhof bestatten lassen möchte, hat mittlerweile die Möglichkeit, es einäschern zu lassen und die Asche mit nach Hause zu nehmen. Dieser Trend hat sich in den letzten 20 Jahren entwickelt und ein wachsendes Angebot an Tierurnen für den Innenbereich hervorgebracht. Solche Urnen sind in vielen verschiedenen Farben und Formen erhältlich – zum Beispiel als Bilderrahmen oder in Tiergestalt. Einige Urnen greifen auch die Idee der Regenbogenbrücke auf (siehe hierzu exemplarisch Junghans). Will man die Asche seines *pets* noch näher bei sich tragen, kann sie in eine Halskette oder ein Armband eingearbeitet, mit einer höhe-

ren Investition sogar zu einem Diamanten verarbeitet werden (vgl. Reichert 2019).

Dank der fortschreitenden Digitalisierung gibt es mittlerweile eine weitere Möglichkeit, den Verlust eines *pets* zu bewältigen: virtuelle Tierfriedhöfe wie ANUBIS, der User:innen mit folgenden Worten begrüßt: „Wann immer du einen Regenbogen siehst, weißt du, dass dein Freund über diese Brücke ging...“ (Merker 2017). Auf der Website hat man die Möglichkeit, eine Traueranzeige für sein *pet* zu erstellen und mit Fotos zu versehen. Andere Besucher:innen können digitale Kerzen anzünden sowie Kondolenz hinterlassen (vgl. ebd.).

### Fazit

In der gegenwärtigen Trauerkultur scheint die Grenze zwischen verstorbenen *pets* und *human animals* zunehmend zu verschwimmen. Rituale und Bräuche werden vielfach übernommen. Solche Praktiken sind aber keineswegs rein moderne Phänomene. Auch in früheren Epochen trauerten *human animals* um ihre tierlichen *companions* und errichteten ihnen besondere Grabstätten. Dieses Näheverhältnis schlug sich etwa literarisch nieder (Hund Argos, Steinhuhn des Michael Italikos), fand aber auch Ausdruck in Grabmonumenten (etwa für die Hündinnen Parthenope oder Aura sowie den Kater Martino und die angebliche Katze des Petrarca).

Zu beobachten ist, dass solche Riten für den Abschied von den eigenen *pets* über den historischen Verlauf hin zunehmen, sodass das heute verbreitete Bedürfnis, sich auf persönliche und würdevolle Weise von seinen Haustieren zu verabschieden, als Folge dieser Entwicklung zu verstehen ist. Diese ist oft mit der Vorstellung einer spirituellen Verbindung verbunden, die über den Tod hinausreicht – ein Gedanke, der bereits in den Überlegungen von Michael Italikos angeklungen ist und in der Symbolik der Regenbogenbrücke seinen festen Ausdruck gefunden hat. Er wird von vielen Tierbestattungsunternehmen aufgegriffen und findet immer größere Akzeptanz in der Gesellschaft.

### Verweise

Aurnhammer 2005 = Achim Aurnhammer: Die Katze des Petrarca. Die Geschichte des kätzischen Petrarkismus. Heidelberg: Manutius 2005.

Autengruber-Thüry 2021 = Heidelinde Autengruber-Thüry: Hunde in der römischen Antike. Rassen/Typen – Zucht – Haltung und Verwendung. Oxford: Archaeopress Publishing 2021.

Barbieri 2012 = Nicoletta Ilaria Barbieri: Cultura letteraria intorno a Federico Gonzaga, primo duca di Mantova. Mailand: unpubl. Dissertationsschrift 2012.

Bodson 1980 = Liliane Bodson: Place et fonctions du chien dans le monde antique. In: Ethnozootechnie 25 (1980), S. 13–21.

Breittrück 2012 = Julia Breittrück: Haustiere. In: Enzyklopädie der Neuzeit. Bd. 15: Wissen – Zyklichkeit. Nachträge. Hg. v. Friedrich Jaeger. Stuttgart: J.B. Metzler 2012, S. 724–729.

BVT: Geschichte = Bundesverband der Tierbestatter e.V.: Geschichte, <https://www.tierbestatter-bundesverband.de/ratgeber-ecke/geschichte> (Zugriff 12.05.2025).

BVT: Tierbestattung von A–Z = Bundesverband der Tierbestatter e.V.: Tierbestattung von A–Z, <https://www.tierbestatter-bundesverband.de/ratgeber-ecke/tierbestattung-von-a-z> (Zugriff 12.05.2025).

Cockram 2018 = Sarah Cockram: Sleeve Cat and Lap Dog. Affection, Aesthetics and Proximity to Companion Animals in Renaissance Mantua. In: Interspecies Interactions. Animals and Humans between the Middle Ages and Modernity. Hg. v. Sarah Cockram und Andrew Wells. London/New York: Routledge 2018, S. 34–65.

DeMello 2021 = Margo DeMello: Animals and Society. An Introduction to Human-Animal Studies. 2. Aufl. New York: Columbia University Press 2021.

Frisch 2017 = Magnus Frisch: ἡ μάλα θαῦμα κύων ὄδε κεῖτ' ἐνὶ κόπρω. The Anagnorisis of Odysseus and his Dog Argos. In: Literatūra 59/3 (2017), S. 7–18.

Gardner 2018 = Ann Marie Gardner: What is the rainbow bridge and why do we think dead pets cross it? In: *The Washington Post* 01.05.2018, <https://www.washingtonpost.com/news/animalia/wp/2018/05/01/what-is-the-rainbow-bridge-and-why-do-we-think-dead-pets-cross-it/>

(Zugriff 12.05.2025).

Glück et al. 2023 = Jan Glück/Markus Krumm/Kerstin Majewski: Einleitung. ‚Medieval Animal Studies‘. In: *Das Mittelalter* 28/2 (2023), S. 259–270.

Gottwald 2004 = Franz-Theo Gottwald: Einführung. Liebe-Moral-Politik. Was verbindet Menschen und Tiere (nicht)? In: *Tiere. Eine andere Anthropologie*. Hg. v. Hartmut Böhme/Franz-Theo Gottwald/Christian Holtorf/Thomas Macho/Ludger Schwarte und Christoph Wulf. Köln/Weimar/Wien: Böhlau 2004, S. 269–272.

von Heusinger 2007 = Sabine von Heusinger: Die Katze im Kochtopf. Zu Ernährung und Kultur des Mittelalters. In: *Von Katzen und Menschen. Sozialgeschichte auf leisen Sohlen*. Hg. v. Clemens Wischermann. Konstanz: UVK 2007, S. 33–52.

Hom. *Od.* = Homerus: *Odyssea*. Recensvit et testimonia congressit Martin L. West. Berlin/Boston: De Gruyter 2017.

de Jong 2004 = Irene de Jong: *A Narratological Commentary on the Odyssey*. Cambridge: Cambridge University Press 2004.

Jonietz 2020 = Fabian Jonietz: *Animal Deaths, Commemoration, and Afterlives at the Gonzaga Court and Beyond*. In: *Animals and Courts. Europe, c. 1200–1800*. Hg. v. Mark Hengerer und Nadir Weber. Berlin/Boston: De Gruyter 2020, S. 361–396.

Junghans = Manja Junghans: *Junghans Tierbestattungen & Onlineshop für Tierurnen*, <https://www.dietierbestatterin.de/de/>

(Zugriff 12.05.2025).

Köhnken 2003 = Adolf Köhnken: Perspektivisches Erzählen im homerischen Epos. Die Wiedererkennung Odysseus–Argos. In: *Hermes* 131/3 (2003), S. 385–396.

Kolbe 2014 = Susanna Kolbe: *Da liegt der Hund begraben. Von Tierfriedhöfen und Tierbestattung*,

Marburg: Jonas Verlag 2014.

Koudounaris 2023 = Paul Koudounarios: *The Rainbow Bridge. The True Story Behind History’s Most Influential Piece of Animal Mourning Literature*, In: *The Order of the Good Death* 09.02.2023,

<https://www.orderofthegooddeath.com/article/the-rainbow-bridge-the-true-story-behind-historys-most-influential-piece-of-animal-mourning-literature/> (Zugriff 12.05.2025).

Krause 2010 = Arnulf Krause: *Reclams Lexikon der germanischen Mythologie und Heldensage*. Ditzingen: Reclam 2010.

MacKinnon 2014 = Michael MacKinnon: *Pets*. In: *The Oxford Handbook of Animals in Classical Thought and Life*. Hg. v. Gordon Lindsay Campbell. Oxford: Oxford University Press 2014, S. 269–281.

Magliocco 2018 = Sabina Magliocco: *Beyond the Rainbow Bridge. Vernacular Ontologies of Animals Afterlives*. In: *Journal of Folklore Research*, Vol. 55, No. 2, *Folklore and the Animal Turn* (2018), S. 39–68.

Merker 2017 = Roland Merker: *ANUBIS-Tierbestattungen*,

<https://anubis-tierbestattungen.de/virtueller-tierfriedhof> (Zugriff 12.05.2025).

Microscopic Inductivist 2025 = Microscopic Inductivist: *Rainbow Bridge Pet Memorial Gifts - Personalized Custom Memorial Stone , Size 15x15cm (6x6 inch)*, [https://printerval.com/uk/rainbow-bridge-pet-memorial-gifts-personalized-custom-memorial-stone-p27248806?qs\\_tr=pet%20memorial](https://printerval.com/uk/rainbow-bridge-pet-memorial-gifts-personalized-custom-memorial-stone-p27248806?qs_tr=pet%20memorial) (Zugriff 05.06.2025).

Nilsson 2021 = Ingela Nilsson: *Writer and Occasion in Twelfth-Century Byzantium. The Authorial Voice of Constantine Manasses*. Cambridge: Cambridge University Press 2021.

Nuwer 2023 = Rachel Nuwer: *The ‚Rainbow Bridge‘ has comforted millions of pet parents. Who wrote it?* In: *National Geographic* 22.02.2023,

<https://www.nationalgeographic.com/animals/article/rainbow-bridge-poem-pet-death-mourning-origin-revealed/> (Zugriff 12.05.2025).

Peek 1960 = Werner Peek: Griechische Grabgedichte. Berlin: Akademie-Verlag 1960.

Reichert 2019 = Birgit Reichert: Immer mehr Tierbesitzer lassen Hunde und Katzen einäschern. In: Frankfurter Rundschau 07.01.2019, <https://www.fr.de/ratgeber/tiere/immer-mehr-tierbesitzer-lassen-hunde-katzen-einaeschern-11034936.html> (Zugriff 12.05.2025).

Rekhy 1959 = Edna Clyne Rekhy: The Rainbow Bridge. In: Paul Koudounarios: The Rainbow Bridge. The True Story Behind History's Most Influential Piece of Animal Mourning Literature, In: The Order of the Good Death 09.02.2023, <https://www.orderofthegooddeath.com/article/the-rainbow-bridge-the-true-story-behind-historys-most-influential-piece-of-animal-mourning-literature/> (Zugriff 12.05.2025).

Rose 1979 = Gilbert P. Rose: Odysseus' Barking Heart. In: Transactions of the American Philological Association 109 (1979), S. 215–230.

Schneider 2023 = Horst Schneider: Michael Italikos' ‚Monodie auf ein totes Steinhuhn‘. Ein byzantinischer Text im Fokus moderner ‚Human-Animal Studies‘. In: Das Mittelalter 28/2 (2023), S. 429–447.

Scholda/Yossef 2018 = Isabella Scholda/Ayham Yossef: „Es ist schön, dass die Tiere nicht weggeschmissen werden“. In: Der Standard 01.11.2018, <https://www.derstandard.at/2000090362434/es-ist-schoen-dass-schoen-dass-die-tiere-nicht-weggeschmissen> (Zugriff 12.05.2025).

Stoeffler 2023 = Louisa Stoeffler: Ursprung und Bedeutung der Regenbogenbrücke für Tiere. In: Petbook 13.07.2023, <https://www.petbook.de/ratgeber-service/ursprung-und-bedeutung-der-regenbogenbruecke-fuer-tiere> (Zugriff 12.05.2025).

Trapp 1994 = Joseph B. Trapp: Petrarch's Inkstand and His Cat. In: *Il passaggiere italiano*. Saggi sulle letterature di lingua inglese in onore di Sergio Rossi. Hg. v. Renzo S. Crivelli/Luigi Sampietro. Rom: Bulzoni 1994, S. 23–40.

Urban = Manfred Urban: Tierbestattung Regenbogenbrücke. Schwäbisch Gmünd im Ostalbkreis. Mit Herz, Empathie und Liebe zum Tier, <https://www.tierbestattung-regenbogenbruecke.de> (Zugriff 12.05.2025).

[www.tierbestattung-regenbogenbruecke.de](https://www.tierbestattung-regenbogenbruecke.de) (Zugriff 12.05.2025).

Walker-Meikle 2012 = Kathleen Walker-Meikle: Medieval Pets. Woodbridge: Boydell Press 2012.

Wischermann 2014 = Clemens Wischermann: Tiere und Gesellschaft. Menschen und Tiere in sozialen Nahbeziehungen. In: Tiere und Geschichte. Konturen einer *Animate History*. Hg. v. Gesine Krüger/Aline Steinbrecher/Clemens Wischermann. Stuttgart: Franz Steiner 2014, S. 105–126.

---

**DAVID JOST**, geb. 1995 in Graz, studierte Philosophie und Politikwissenschaft an der Universität Wien und an der Universität Salzburg. In seinem Doktorat setzte er sich mit ethischen Fragen rund um den Einsatz von Pflegerobotern auseinander. Seit April 2025 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Philosophische Grundfragen der Theologie und Sozialphilosophie an der Universität Bonn. Nebenbei studiert er Religious Studies an der Universität Salzburg. Er ist seit 2022 PRO SCIENTIA Stipendiat.

**SIMON RABENSTEINER**, geb. 1997 in Brixen (Italien), studierte Deutsch, Altgriechisch und Geschichte / Politische Bildung (Lehramt) an der Universität Salzburg. Seit September 2024 ist er dort als Projektmitarbeiter am Fachbereich Geschichte tätig. Der Schwerpunkt seiner Arbeit liegt im Bereich der Mediävistik, vor allem im Bereich des Übergangs von Mittelalter zu Früher Neuzeit. Er ist seit 2023 PRO SCIENTIA Stipendiat.

---

Alexander Hörl, Wien

## Sinn und Ursprung

### Joh 1,1-5 und seine Schlüsselbegriffe λόγος und ἀρχή als „Brücke“ zwischen den Kulturen

#### Hinführung

Der sogenannte Johannesprolog (Joh 1,1–18) gilt bis heute als eine der denkwürdigsten Stellen im Neuen Testament. Über seine ursprüngliche Gestalt und etwaige Redaktionsschichten wurde und wird eingehend geforscht; eine Rekonstruktion des originalen Wortlautes ist jedoch nicht Gegenstand dieses Artikels. Stattdessen soll hier der Johannesprolog als Brücke zwischen zwei Sprach- und Kulturräumen untersucht werden: einerseits dem alttestamentlich-hebräischen und andererseits dem von der Septuaginta (LXX) – der im 3. Jhr. v. Chr. ins Griechische übersetzten Tora (vgl. Kreuzer 2016, S. 101f) – geprägten hellenistischen. Das Ziel des Verfassers besteht darin, durch eine Analyse der Schlüsselbegriffe das komplexe Zusammenspiel von Sprachräumen, Theologien und Philosophien aufzuzeigen, das sich in diesem Text verbirgt. Aus Platzgründen gilt hierbei vor allem den Begriffen λόγος und ἀρχή besondere Aufmerksamkeit.

Dabei bedarf zunächst die Bezeichnung *Johannesprolog* einer Erklärung. Das Evangelium nach Johannes (entstanden um ca. 100 n. Chr.) ist szenisch aufgebaut und erinnert somit eher an eine griechische Tragödie als an einen Erzähltext im engeren Sinne. Den Konventionen der Zeit folgend, sind die Eingangverse als literarisches Proömium konzipiert; im Hinblick auf den dramatischen Charakter des Evangeliums hat die Bezeichnung *Prolog* jedoch durchaus ihre Berechtigung. (vgl. Thyen 2015, S. 61).

Der Prolog soll den hermeneutischen Referenzrahmen des folgenden Evangelientextes herstellen und sowohl Absichtserklärung als auch Interpreta-

tionsstütze sein. Er ist aber weder Resümee noch Exposition, sondern vollzieht sich gewissermaßen auf einer Metaebene (vgl. Zumstein 2016, S. 66f). Dabei liegt der Fokus dieses Beitrags vor allem auf dem sogenannten „Prolog im Prolog“ (Zumstein 2016, S. 73), seinen Schlüsselbegriffen λόγος und ἀρχή und etwaigen intertextuellen Verweisen, die damit einhergehen. So soll der Johannesprolog als christologisch gewendete Interpretation unterschiedlicher antiker Traditionen aufgezeigt werden.

#### Analyse: Der Prolog im Prolog und seine Schlüsselbegriffe

Der Text von Joh 1,1-5 lautet in der Nestle-Aland-Ausgabe:

Ἐν ἀρχῇ ἦν ὁ λόγος, καὶ ὁ λόγος ἦν πρὸς τὸν θεόν, καὶ θεὸς ἦν ὁ λόγος. οὗτος ἦν ἐν ἀρχῇ πρὸς τὸν θεόν. πάντα δι’ αὐτοῦ ἐγένετο, καὶ χωρὶς αὐτοῦ ἐγένετο οὐδὲ ἓν, ὃ γέγονεν ἐν αὐτῷ ζωὴ ἦν, καὶ ἡ ζωὴ ἦν τὸ φῶς τῶν ἀνθρώπων· καὶ τὸ φῶς ἐν τῇ σκοτίᾳ φαίνει, καὶ ἡ σκοτία αὐτὸ οὐ κατέλαβεν [...]

(NA28, Joh 1,1–5).

Die revidierte Einheitsübersetzung überträgt den Text wie folgt:

*Im Anfang war das Wort und das Wort war bei Gott und das Wort war Gott. Dieses war im Anfang bei Gott. Alles ist durch das Wort geworden und ohne es wurde nichts, was geworden ist. In ihm war Leben und das Leben war das Licht der Menschen. Und das Licht leuchtet in der Finsternis und die Finsternis hat es nicht erfasst [...]*

(EUE, Joh 1,1–5).

Die eröffnende Wendung *ἐν ἀρχῇ* – zu Deutsch *im Anfang*, obschon *ἀρχή* auch mit *Ursprung* und *Herrschaft* übersetzt werden kann (vgl. Frisk 1960, S. 158), im philosophischen Sinne nach Anaximander und Aristoteles auch mit *Prinzip* (vgl. Liddell/Scott 1968, S. 252) – hat als direkter Verweis auf Gen 1,1 zu gelten und ist sogar identisch mit der LXX-Übersetzung der eröffnenden Phrase. Somit liegt hier eine deutliche Absichtserklärung vor, die eine direkte Verbindung mit dem alttestamentlichen Text herstellt (vgl. Thyen 2015, S. 63). Dabei ist zusätzlich festzuhalten, dass diese Wendung, die oftmals als der hebräischen Sprachlogik entsprechend klassifiziert wurde, durchaus den Gepflogenheiten eines gehobenen griechischen Stils entspricht, wie Vergleiche mit Platon und Thukydides zeigen (vgl. McHugh 2009, S. 6).

*Λόγος* wird zumeist mit *Berechnung*, *Ansehen*, *Grund*, *Vernunft*, *Erzählung* oder auch *Wort* übersetzt. Etymologisch leitet sich das Nomen vom Verb *λέγω* (*auflesen*, *sammeln*, *erzählen*, *reden* etc.) ab und ist auch mit dem lateinischen *lego* verwandt (vgl. Frisk 1970, S. 95). Zum näheren Verständnis dieses schwierigen Begriffes bieten sich mehrere antike Traditionen als hermeneutische Schlüssel an. So gibt es zum Beispiel Versuche, das johanneische Vokabel mit ägyptischen Traditionen in Verbindung zu bringen. Besonders aber bietet sich Philo von Alexandrien (ca. 20/10 v. Chr. – 40/50 n. Chr.) an, da er in einer jüdisch-hellenistischen Synthese die Tora mit griechischer Philosophie zu verbinden suchte, indem er insbesondere auf Gedankengut der Stoa und des Platonismus zurückgriff. Der *λόγος* sei demnach sowohl als rationales Weltprinzip als auch als vor dem Hintergrund der sogenannten „weisheitlichen“ Tradition im Judentum zu begreifendes Wort des lebendigen Gottes zu verstehen. Philo greift hier auf das Konzept der *σοφία* (*Weisheit*) zurück, das in der *Theologie des Alten Testaments* immer wieder auftaucht und vor allem in der griechischen LXX eine große Rolle spielt, und „transformiert“ es in den *λόγος*. Dennoch sieht Philo diesen *λόγος* de facto nie als Person, sondern personalisiert ihn nur metaphorisch als *πρωτόγονος υἱός* (*erstgeborener Sohn*; vgl. McHugh 2009, S. 93f). Trotz seiner kulturvermit-

telnden Bestrebungen ist Philo aber laut Mack als genuiner Weisheitstheologe zu klassifizieren, steht also klar in der Tradition der alttestamentlichen *σοφία* oder *weisheitlichen Theologie* (vgl. Mack 1973, S. 110).

Auf eine umfassendere Spurensuche nach der kulturellen Herkunft des Prologs geht der Bibelwissenschaftler Udo Schnelle (\*1952). Er betont in seinem Kommentar, dass der johanneische Logosbegriff nicht einer einzelnen Tradition entstammt und folglich auch nicht unter Verweis auf eine einzige Herkunft des Begriffs hinreichend ausgedeutet werden kann. Die biblische Tradition (inklusive weisheitlicher Theologie) gilt ihm lediglich als erster Anknüpfungspunkt im Interpretationsprozess; darüber hinaus verweist er vor allem auf die Philosophie des Heraklit von Ephesus (um 500 v. Chr.; vgl. Schnelle 1998, S. 32).

Heraklits Gebrauch des Logosbegriffs ist äußerst komplex und stellt jeglichen Interpretationsversuch vor große Herausforderungen. Zwei Deutungen haben sich in der Heraklitforschung etabliert: zum einen der Gebrauch von *λόγος* als ein Prinzip, das einen objektiven Weltzusammenhang bezeichnet, zum anderen als subjektiven Vollzug menschlicher (Verstandes-)Tätigkeit. Diese Idealtypen stoßen jedoch oft an Grenzen, wenn sie auf konkrete Aussprüche Heraklits angewandt werden sollen (vgl. Held 1980, S. 176f).

Um dies zu verdeutlichen, sei exemplarisch auf Heraklits Fragment B 2 und dessen vermittelnde Deutung nach dem Philosophen Klaus Held (1936–2023) verwiesen:

Διὸ δεῖ ἔπεσθαι τῷ ξυνῶ. τοῦ λόγου δ' ἕόντος ξυνοῦ ζώουσιν οἱ πολλοὶ ὡς ἰδίαν ἔχοντες φρόνησιν.

*Drum tut es not, dem Allgemeinen zu folgen. Obwohl aber der **Sinn** [Hervorhebung durch den Verfasser] allgemein ist, leben die Vielen, als hätten sie ein Denken für sich.* (Heraklit 2007, S. 6f).

Nach Helds Interpretation verweist Heraklit hier auf ein existenzielles Missverständnis: die „vielen“ hören auf ihn, Heraklit, weil sie ihn positiv betrachten und seine Bemühungen um eine allgemeingültige Lehre mit einer persönlichen Meinung verwechseln. Ihre Zustimmung hat also emotionale

Gründe und resultiert aus privaten Ansichten, die nichts mit der Suche nach Wahrheit zu tun haben. Der Inhalt des *λόγος* hingegen besitzt überzeitliche Gültigkeit, weil er den Kern der Wirklichkeit enthält, und kann durch gemeinsames Nachdenken in Erfahrung gebracht werden (vgl. Held 1980, S. 178f).

Nach Udo Schnelle ergeben sich gleich mehrere Übereinstimmungen zwischen Heraklits Logosbegriff und dem johanneischen: Er sei als Schöpfungsmittler intendiert, er sei ewig und präexistent, er lasse sich als göttlich interpretieren (vgl. Schnelle 1998, S. 32). Genauer untersucht wurde dieser Zusammenhang von Bernhard Jendorff (\*1940). Er zeigt im Vergleich des ersten Fragments Heraklits mit Joh 1,1, dass in beiden Texten der *λόγος* nicht nur als Ausgangspunkt für weiterführende Gedanken dient, sondern auch als außerhalb der geschaffenen Zeit stehend begriffen wird. Ebenso lässt sich für die Aussage, alles sei gemäß dem *λόγος* geschaffen (vgl. Joh 1,3) eine Parallele im ersten Fragment finden; des Weiteren wird an beiden Stellen Schmerz angesichts der Nichtaufnahme des *λόγος* unter den Menschen bekundet. Zu guter Letzt gilt der *λόγος* sowohl in Joh 1,1 als auch im 67. Fragment als göttlich. Diese Zuschreibung erfolgt in diesem Fragment, das von einem wandlungsfähigen Gott handelt, zwar nicht direkt, kann aber nach Jendorffs Ansicht implizit erschlossen werden (vgl. Jendorff 1976, S. 75-84).

Der Schweizer Theologe Jean Zumstein (\*1944) betont ähnlich wie Schnelle, dass das Alte Testament keinen ausreichenden Rahmen für die Interpretation des Logosbegriffs bietet, disqualifiziert aber auch die stoische Philosophie als interpretatorische Hilfe; stattdessen sieht er in einer jüdisch-hellenistischen, weisheitlichen Theologie, die von der johanneischen Gemeinde kreativ weiterentwickelt wurde, den Hintergrund des Begriffes (vgl. Zumstein 2016, S. 71–73). Er bezieht sich dabei unter anderem auf seinen Kollegen Hans Weder (\*1946), der den innovativen Charakter des Prologs betont. Die griechische Philosophie spielte nach Weder für den Verfasser des Johannesprologs keine Rolle, sondern entfaltete ihre Bedeutung für den Prolog erst in der Rezeption des Johannesevangeliums durch seine hellenistische Umwelt (vgl. Weder 2008, S. 26–28). Interessanter-

weise sind es zunächst vor allem gnostische – also das Alte Testament als heilige Schrift verwerfende – Kreise, die das Evangelium im 2. Jahrhundert rezipieren (vgl. Zumstein 2016, S. 61).

Was also zeichnet diese weisheitliche Theologie aus? Sie ist als interkulturell gewachsene Theologie zu verstehen, die insbesondere im hellenistischen Judentum, geprägt vom Vokabular der LXX und der Reflexion Philos, zur Entfaltung gelangt. Die titelgebende Gestalt der Weisheit spielt hier eine bedeutende Rolle. Ursprünglich ist die weisheitliche Theologie unter anderem von der ägyptischen Göttin Isis inspiriert (vgl. Mack 1973, S. 185f). Der Einfluss Platons darf ebenso nicht unterschätzt werden (vgl. Collins 1997, S. 230f).

Im Forschungsdiskurs wird aber auch die Auffassung vertreten, der johanneische *λόγος* lasse sich vollständig aus der biblischen Tradition herleiten. Der vierte Evangelist identifiziere Jesus demnach über diesen Begriff mit dem kreativen Schöpfungswort Gottes. Der Verfasser habe aber bewusst einen philosophisch konnotierten Begriff aus der griechischen Sprache gewählt, um das hellenistische Lesepublikum zu erreichen und infolgedessen den Begriff theologisch umgeprägt (vgl. McHugh 2009, S. 95f). Der eindeutige Bezug auf das Buch Genesis wird noch weiter dadurch intensiviert, dass der vierte Evangelist in Joh 1,5 auf das Licht verweist und sich dadurch thematisch an Gen 1,3 orientiert (vgl. Thyen 2015, S. 69). In summa sind der johanneische Logosbegriff und der Johannesprolog überhaupt als Beispiel für intertextuelle Vernetzung zu betrachten. Sie können schließlich auch als Rückbezug auf die *Und Gott sprach*-Aufzählungen im Buch Genesis und damit als Nominalisierung gedeutet werden (vgl. Thyen 2015, S. 64). Das eröffnet die Frage, wie diese Begrifflichkeiten in der Übertragung vom hebräischen Urtext in die Sprache der LXX und damit in die Sprache des hellenistischen Judentums wie auch seiner weisheitlichen Traditionen zu verstehen sind.

## Tora und LXX

Der hebräische Text des Buches *בְּרֵאשִׁית* (*Bereschit* bzw. *Genesis* auf Griechisch) beginnt mit den folgenden Versen:

בְּרֵאשִׁית בְּרָא אֱלֹהִים אֶת הַשָּׁמַיִם וְאֶת הָאָרֶץ: וְהָאָרֶץ הָיְתָה תֵהוֹ  
וַבְּהוֹרֵאשֶׁת עַל־פְּנֵי תְהוֹם וְרוּחַ אֱלֹהִים מְרַחֵף עַל־פְּנֵי הַמַּיִם:  
וַיֹּאמֶר אֱלֹהִים יְהִי אוֹר וַיְהִי־אוֹר: [...] (BHS, Gen 1,1–3).

Dazu ist allerdings anzumerken, dass der uns heute geläufige hebräische Text mit größter Wahrscheinlichkeit dem LXX-Übersetzer nicht vorlag. Diese Vorlage ist nicht erhalten und gilt als eigenständige Stufe der Textüberlieferung (vgl. Karrer/Kraus 2011, S. 146). Die LXX übersetzt Gen 1,1–3 also wie folgt:

Ἐν ἀρχῇ ἐποίησεν ὁ θεὸς τὸν οὐρανὸν καὶ τὴν γῆν. ἡ δὲ γῆ ἦν ἄορατος καὶ ἀκατασκευάστος, καὶ σκότος ἐπάνω τῆς ἀβύσσου, καὶ πνεῦμα θεοῦ ἐπεφέρετο ἐπάνω τοῦ ὕδατος. καὶ εἶπεν ὁ θεὸς Γενηθήτω φῶς. καὶ ἐγένετο φῶς [...]  
(LXX, Gen 1,1–3).

Die Neue Einheitsübersetzung überträgt die ersten drei Verse der Tora schließlich dergestalt:

*Im Anfang erschuf Gott Himmel und Erde. Die Erde war wüst und wirr und Finsternis lag über der Urflut und Gottes Geist schwebte über dem Wasser. Gott sprach: Es werde Licht. Und es wurde Licht [...]* (EUE, Gen 1,1–3).

Dass die johanneische Eröffnung *ἐν ἀρχῇ* als direkter Verweis auf Gen 1,1 zu verstehen ist, wurde bereits hervorgehoben. Fraglich bleibt zuallererst, wie das Verhältnis zwischen dem hebräischen Originalbegriff und seiner griechischen Übertragung genau zu fassen ist. Schon Hermann Gunkel (1862–1932) geht davon aus, dass das Konzept der *creatio ex nihilo* (Schöpfung aus dem Nichts) nicht textursprünglich sei, sondern erst durch die Auslegungsgeschichte Eingang in die biblische Theologie gefunden habe (vgl. Gunkel 1977, S. 102f), was allerdings keinen Verrat an der Bedeutung des zugehörigen hebräischen Verbs darstellt, da diese Deutung bereits implizit im Begriff enthalten sein kann (Wenham 1987, S. 14). Origenes (185–253) beispielsweise überträgt

das hebräische *בְּרֵאשִׁית* mit *ἐν κεφαλαίῳ* (*in Summe*), was eine plurale Auslegungsgeschichte bezeugt (vgl. Mulrone 2016, S. 15). Er bezieht sich dabei auf Aquila von Sinope (gestorben nach 125) und dessen Übersetzung der hebräischen Bibel ins Griechische (Reider 1966, S. 308).

Für das hebräische *בְּרֵאשִׁית* wählt die LXX *ἐν ἀρχῇ* – zunächst im Sinne Platons; gemeint ist dadurch der Beginn eines geschichtlichen Ereignisses. Eine dezidiert philosophische Verwendung findet sich vor allem bei Aristoteles. Ob die LXX hier die aristotelische Konnotation berücksichtigt, muss aber unklar bleiben (vgl. Karrer/Kraus 2011, S. 157).

Dass die LXX die Eröffnungssphrase dabei auch im Griechischen ohne Artikel belässt, entspricht sowohl, wie bereits oben dargelegt, Konventionen der griechischen Sprache als auch dem hebräischen Original. Dabei bleibt unklar, ob *בְּרֵאשִׁית* hier als *nomen regens* eine lange Phrase im *status constructus* (eine dem Genitiv vergleichbare Konstruktion) einleitet oder schlichtweg im *status absolutus* (vom Rest des Verses unabhängig und im Nominativ) steht und Teil eines eigenständigen Satzes ist. Sicher ist nur, dass sowohl die LXX als auch der Evangelist Johannes letzterer Deutung folgen (vgl. Gertz 2018, S. 34f). Alles in allem bezeichnet Jan Gertz (\*1964) die Übersetzung der LXX als harmonisierend (vgl. Gertz 2018, S. 26), so auch Karrer und Kraus (vgl. Karrer/Kraus 2011, S. 146). Im hebräischen Text hingegen lassen sich einige Spannungen wie beispielsweise das Nebeneinander von unterschiedlichen Schöpfungspatridigmen (schöpferisches Sprechen und schöpferisches Machen) erkennen, die zumeist mit einer Synthese verschiedener Traditionskreise erklärt werden (vgl. Westermann 1974, S. 114).

Gottes schöpferisches Wirken wird auf Hebräisch mit *בָּרָא* (*schaffen*) ausgedrückt, einem Verb, das exklusiv Gott vorbehalten bleibt (vgl. Westermann 1974, S. 120f). Es bezieht sich vor allem auf die Erschaffung von Himmel und Erde und die Wesen, die diese Räume bevölkern (vgl. Clines/Elwolde 1995 S. 258). Die LXX überträgt den Begriff mit *ποιέω* (*schaffen/machen*), einem Verb, das auch für Menschen verwendet wird. Demnach scheint die LXX keinen völlig souveränen Schöpfungsakt, sondern nach Vorbild von Platons

*Timaios* das Ordnen präexistenter Materie anzunehmen. Einflüsse eines platonischen Idealismus sind auch dann besonders wahrscheinlich, wenn die LXX das hebräische *טוב* (*gut*) mit dem griechischen *καλός* (*gut/schön*) überträgt (vgl. Karrer/Kraus 2011, S. 157).

Der Logosbegriff taucht in Gen 1,1–3 nicht auf, dafür aber in Psalm 33,6 in einem Hymnus an den Schöpfer. Die jüdische Vorstellung von der Schöpfung durch das Wort entwickelte sich unabhängig vom Logoskonzept der Philosophie, bis der Evangelist Johannes sich daran orientierte (vgl. Craigie/Tate 2004, S. 272f). Schon Justin der Märtyrer und Origenes sehen hier einen Zusammenhang zwischen der LXX-Übersetzung und dem vierten Evangelium, das diese Übersetzung rezipiert (vgl. Dorival 2021, S. 130f). Die explizite Verbindung der Schlüsselbegriffe *λόγος* und *σοφία* (*Weisheit*) ist dabei aber vor allem dem ursprünglich griechischen Buch *Sapientia Salomonis* (*Weisheit Salomos*) und der Vermittlung durch Philo von Alexandrien zu verdanken (vgl. Mack 1973, S. 188).

### Fazit

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Evangelist Johannes in seinem Sprachgebrauch vor allem von der griechischsprachigen biblischen Tradition beeinflusst war – das wird hier nicht bestritten; jedoch ist darauf hinzuweisen, dass die LXX-Übersetzung bereits Ausdeutungen vornimmt und dadurch selbst schon zu einer komplexen und facettenreichen Auslegungsgeschichte gehört (vgl. Karrer/Kraus 2011, S. 157). So bereitet sie durch ihr hellenistisches Vokabular den Nährboden vor, auf dem beispielsweise Philo die Transformation des Weisheitsbegriffes von der *σοφία* zum *λόγος* durchführt (vgl. Mack 1973, S. 188). Dabei wird auf alte Begriffe und Konzepte zurückgegriffen, die auf einflussreiche Gestalten der griechischen Philosophie verweisen; so unter anderem auch auf Platon und Heraklit von Ephesus (vgl. Schnelle 1998, S. 32).

Dies sind die Rahmenbedingungen für die Entstehung des Johannesprologs im ausgehenden 1. Jhr. n. Chr. Er lässt sich also nicht aus einer einzi-

gen Tradition heraus vollständig erklären. Stattdessen ist er nach Ansicht des Verfassers als Brücke verschiedener Kulturen und sogar Sprachräume zu betrachten, da auch die jüdisch-hellenistische Weisheitstradition, die vermutlich den größten Anteil am Fundament der johanneischen Reflexion besitzt, ihrem Wesen nach als interkulturell und multilingual zu betrachten ist. Der Prolog ähnelt somit einem Konzert oder einem von vielen zusammenklingenden Glocken erzeugten Ton (vgl. Beasley-Murray 1999, S. 9). Zumstein weist darauf hin, dass Grundmotive des johanneischen *λόγος* sowohl in der biblischen als auch der heidnischen Tradition bekannt waren und durch den vierten Evangelisten eine spezifische, kreative Wendung, mithin eine Christologisierung erfahren (vgl. Zumstein 2016, S. 76).

Unabhängig davon kann vom Johannesprolog als verbindendem Element gesprochen werden, in dem unterschiedliche Kulturen und Philosophien eine Synthese erfahren – jedoch mit einer eigenständigen Lesart, die schon der hellenistischen Welt bekannte literarische Topoi und Schlüsselbegriffe auf Christus hin zu deuten beabsichtigt.

### Literaturverzeichnis

#### Selbstständige Publikationen:

Beasley-Murray 1999 = George R. Beasley-Murray: John. 2. Aufl. Nashville: Thomas Nelson Publishers 1999 (= World Biblical Commentary, Bd. 36, hg. v. Bruce M. Metzger u. a.).

Clines/Elwolde 1995 = David J. A. Clines/John Elwolde u. a. (Hgg.): The Dictionary of Classical Hebrew. Volume II. Sheffield: Sheffield Academic Press 1995.

Collins 1997 = John J. Collins: Jewish Wisdom in the Hellenistic Age. Louisville: Westminster John Knox Press 1997.

Craigie/Tate 2004 = Peter C. Craigie/Marvin E. Tate: Psalms 1–50. 2. Aufl. Michigan: Zondervan 2004 (= World Biblical Commentary Bd. 19, hg. V. Bruce M. Metzger u. a.).

Dorival 2021 = Gilles Dorival: The Septuagint from Alexandria to Constantinople. Canon, New

Testament, Church Fathers, Catena. Oxford: University Press 2021.

Frisk 1960 = Hjalmar Frisk: Griechisches etymologisches Wörterbuch. Band I: A – Ko. Heidelberg: Carl Winter Universitätsverlag 1960.

Frisk 1970 = Hjalmar, Frisk: Griechisches etymologisches Wörterbuch. Band II: Kp – Ω. Heidelberg: Carl Winter Universitätsverlag 1970.

Gertz 2018 = Jan Christian Gertz: Das erste Buch Mose, Genesis. Die Urgeschichte Gen 1–11. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2018.

Gunkel 1977 = Hermann Gunkel: Genesis. 9. Aufl. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1977.

Held 1980 = Klaus Held: Heraklit, Parmenides und der Anfang von Philosophie und Wissenschaft. Eine phänomenologische Besinnung. 1. Aufl. Berlin/New York: Walter de Gruyter 1980.

Heraklit 2007 = Heraklit: Fragmente. Hg. v. Bruno Snell. 14. Aufl. Zürich/München: Artemis & Winkler 2007 (= Sammlung Tusculum).

Jendorff 1976 = Bernhard Jendorff: Der Logosbegriff. Seine philosophische Grundlegung bei Heraklit von Ephesos und seine theologische Indienstnahme durch Johannes den Evangelisten. Frankfurt: Peter Lang 1976 (= Europäische Hochschulschriften XX Bd. 19).

Karrer/Kraus 2011 = Martin Karrer/Wolfgang Kraus (Hgg.): Septuaginta Deutsch. Erläuterungen und Kommentare zum griechischen Alten Testament. Band I. Genesis bis Makkabäer. Stuttgart: Deutsche Bibelgesellschaft 2011.

Kreuzer 2016 = Siegfried Kreuzer: Einleitung in die Septuaginta. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus 2016.

Liddell/Scott 1968 = Henry George Liddell/Robert Scott: A Greek-English Lexicon. Nachdruck der 9. Aufl. Oxford: Clarendon Press 1968.

Mack 1973 = Burton Mack: Logos und Sophia. Untersuchungen zur Weisheitstheologie im hellenistischen Judentum. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1973.

McHugh 2009 = John F. McHugh: A Critical and Exegetical Commentary on John 1–4. Hg. von Graham N. Stanton. London/New York: T&T Clark International 2009 (= The International Critical

Commentary on the Holy Scriptures of the Old and New Testaments, hg. v. G. I. Davies u. a.).

Mulroney 2016 = James E. A. Mulroney: The Translation Style of Old Greek Habakkuk. Methodological Advancement in Interpretative Studies of the Septuagint. Tübingen: Mohr Siebeck 2016 (= Forschungen zum Alten Testament 2. Reihe Bd. 86, hg. v. Konrad Schmid u. a.).

Reider 1966 = Joseph Reider: An Index to Aquila. Greek-Hebrew, Hebrew-Greek, Latin-Hebrew. With the Syriac and Armenian Evidence. Completed and Revised by N. Turner. Leiden: E. J. Brill 1966 (= Supplements to Vetus Testamentum Bd. 12, hg. v. G. W. Anderson u. a.).

Schnelle 1998 = Udo Schnelle: Das Evangelium nach Johannes. 1. Aufl. Leipzig: Evangelische Verlagsanstalt (= Theologischer Handkommentar zum Neuen Testament Bd. 4, hg. v. Erich Fascher u. a.).

Thyen 2015 = Hartwig Thyen: Das Johannesevangelium. 2. Aufl. Tübingen: Mohr Siebeck 2015 (Handbuch zum Neuen Testament Bd. 6, hg. v. Andreas Lindemann).

Weder 2008 = Hans Weder: Ursprung im Unvordenklichen. Eine theologische Auslegung des Johannesprologs. Neukirchen-Vluyn: Neukirchener Verlag 2008.

Wenham 1987 = Gordon J. Wenham: Genesis 1–15. Waco: Word Books 1987 (= World Biblical Commentary Bd. 1, hg. v. David A. Hubbard u. a.).

Westermann 1974 = Claus Westermann: Genesis. 1. Teilband. Genesis 1–11. Neukirchen-Vluyn: Neukirchener Verlag 1974.

Zumstein 2016 = Jean Zumstein: Das Johannes-evangelium. Übersetzt und erklärt von Jean Zumstein. 1. Aufl. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2016 (= Kritisch-Exegetischer Kommentar über das Neue Testament Bd. 2, hg. v. Dietrich-Alex Koch).

#### Internetquellen:

Biblia Hebraica Stuttgartensia. Genesis 1 - Biblia Hebraica Stuttgartensia - [www.die-bibel.de](http://www.die-bibel.de) (Zugriff: 16.6.2025).

Die Bibel. Einheitsübersetzung. Johannes 1 - Einheitsübersetzung - [www.die-bibel.de](http://www.die-bibel.de) (Zugriff: 16.6.2025).

Novum Testamentum Graece. Johannes 1 -  
Novum Testamentum Graece - [www.die-bibel.de](http://www.die-bibel.de)  
(Zugriff: 16.6.2025).

Septuaginta. GENESIS 1 - Septuaginta - [www.die-bibel.de](http://www.die-bibel.de)  
(Zugriff: 16.6.2025).

---

**ALEXANDER HÖRL**, geb. 2001 in Oberösterreich, studiert Theologie, Vergleichende Literaturwissenschaft sowie Sprachen und Kulturen Südasiens und Tibets in Wien. Er ist auf Bibelwissenschaft spezialisiert und beschäftigt sich vor allem mit den Wechselwirkungen heiliger Schriften mit Literatur und Philosophie in interkulturellen Kontexten. Hörl ist auch Verfasser zahlreicher Kurzgeschichten und Mitglied des Autorenverbandes Jung Wien '14. Im Österreichischen Filmkreis wirkt er seit einigen Jahren als Drehbuchautor, Regisseur und Schauspieler. Unter dem Titel „Lesung vor acht“ bietet er auf Instagram und YouTube eine Plattform für klassische Literatur. Alexander Hörl ist seit 2025 PRO SCIENTIA Stipendiat.

---

# Laura Grabher-Meyer, Innsbruck/Wien

## Die Brücke zwischen Elektrizität und Magnetismus

### Die Maxwell-Gleichungen und ihre Vorläufer

#### Einleitung

Wer hat noch nie von ihnen gehört, den Maxwell-Gleichungen? Nicht nur in Physiker:innenkreisen, sondern auch in der breiten Öffentlichkeit sind diese mathematischen Meisterwerke vielen Menschen ein Begriff. Oftmals bleiben sie jedoch genau das: ein Fachterminus, der vom Hören-Sagen präsent ist, dessen weitreichende physikalische Bedeutung aber unbekannt ist oder unterschätzt wird. Maxwells Gleichungen haben wichtige Brücken gebaut, die heute eine zentrale Basis für die moderne Physik darstellen. Um diese Brücken verstehen zu können, sollen zunächst einzelne wichtige Physiker vorgestellt werden, welche die Grundpfeiler für Maxwells Arbeit gelegt haben. Basierend darauf erfolgt eine qualitative Diskussion der Maxwell-Gleichungen, um aufzuzeigen, wie innovativ und kompakt hier physikalische Erkenntnisse verwoben werden.

#### Das Oersted-Experiment

Die beiden zentralen physikalischen Phänomene (Kraftwirkungen), welche in den Maxwell-Gleichungen verarbeitet werden, sind Elektrizität und Magnetismus. In der Geschichte könnte man daher bis zur erstmaligen Entdeckung dieser beiden Phänomene zurückgehen. Da dies im gegebenen Rahmen jedoch zu weit führt, beschränkt sich dieser Artikel auf die zentralsten Erkenntnisse ab dem Beginn des 19. Jahrhunderts. Auch wenn es heute kaum mehr vorstellbar erscheint, galt zu dieser Zeit in der Physik die Annahme, dass die genannten Konzepte – Elektrizität und Magnetismus – voneinander vollkommen unabhängig wären (vgl. Hofmann 1987, S. 46). Erst im Jahr 1820 formte sich die Erkenntnis, dass dies nicht richtig

sein konnte (vgl. Roth & Stahl 2018, S. 253). Der Auslöser hierfür war ein Experiment von Hans Christian Oersted (vgl. ebd.). Als Oersted bei einem seiner Versuche durch Zufall eine Kompassnadel nahe eines Drahtes platzierte, nahm er eine Bewegung der Nadel wahr, sobald er elektrischen Strom durch den Draht fließen ließ. Diesen Einfluss des elektrischen Stroms auf die Magnetnadel des Kompasses konnte er sich zunächst nicht erklären (vgl. ebd.). Seinem Wissensstand zufolge wäre eine Ablenkung der Magnetnadel nur unter Einfluss eines zweiten Permanentmagneten möglich gewesen. (Ein Permanentmagnet bezeichnet dabei einen Magneten, der dauerhaft magnetisch ist. Er entspricht damit der Art von Magneten, die aus dem Alltag bekannt sind.) Wie Oersteds Beobachtungen zeigten, hatte der Stromfluss eine ähnliche Auswirkung wie ein solcher Permanentmagnet (vgl. Brandt et al. 2021, S. 3). Dies wiederum bedeutete, dass entgegen aller bisherigen Erwartungen ein Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus herrschen musste: Hierfür bildete Oersted den Fachterminus „Elektromagnetismus“ (vgl. Mitolo & Araneo 2019, S. 7). In diesem Sinne war Oersted als Vorläufer von Maxwell bereits ein bedeutender Brückenbauer der Physik, denn ohne ihn wären diese Konzepte vorerst weiterhin isoliert betrachtet worden.

#### André-Marie Ampères

##### Beitrag zum Elektromagnetismus

Oersteds Experiment wurde unter anderem vom Physiker André-Marie Ampère aufgegriffen und im Aufbau verfeinert. Wenngleich bereits Oersted feststellte, dass sich die Kompassnadel nicht parallel zum stromdurchflossenen Leiter ausrichtete,

konnte er keine exakte Aussage über das Richtungsverhältnis der beiden Komponenten treffen (vgl. Blondel & Benseghir 2017, S. 373). Ampère war der Ansicht, dass die Ursache der Uneindeutigkeit in einer Störung durch das Erdmagnetfeld liegt (vgl. ebd.). Er gestaltete demnach einen gekippten Versuchsaufbau, um eine Position zu erreichen, in der das Erdmagnetfeld keine störenden Kräfte ausüben konnte (vgl. ebd.). Das Ergebnis von Ampères Versuchen zeigte, dass die Kompassnadel sich im rechten Winkel zur Stromflussrichtung ausrichtet (vgl. ebd.). Damit wurde eine genauere Beschreibung dieses elektromagnetischen Phänomens ermöglicht.

Weiters startete Ampère auch den Versuch, ein theoretisches Modell für die beobachtete Interaktion zwischen Strömen und Permanentmagneten zu entwickeln. Er stellte sich vor, dass innerhalb eines jeden Permanentmagneten auf mikroskopischer Ebene ebenfalls elektrische Ströme fließen, welche dann mit externen Strömen interagieren (vgl. Hofmann 1987, S. 46). Auch wenn dies zur damaligen Zeit ein innovativer Erklärungsansatz war, entspricht diese Vorstellung nicht ganz der Realität. Vielmehr lassen sich die makroskopischen magnetischen Eigenschaften von Materialien auf mikroskopischer Ebene mittels atomarer magnetischer Dipolmomente beschrieben. Deren Anordnung beeinflusst die Stärke und Richtung eines Magnetfeldes (vgl. Tipler & Mosca 2019, S. 920–922). Da Ampère jedoch, wie beschrieben, der Ansicht war, dass die Wechselwirkung zwischen stromdurchflossenem Leiter und Permanentmagneten auf der Wechselwirkung zwischen Strömen basiert, war es für ihn weiters naheliegend, auch Kräfte zwischen zwei stromdurchflossenen Leitern zu untersuchen. Er erkannte, dass auch hier abstoßende sowie anziehende Kräfte vorherrschen (vgl. Mitolo & Araneo 2019, S. 8; Hofmann 1987, S. 46). Solche stromdurchflossenen Leiter sind heute unter dem Begriff des Elektromagneten bekannt. Die beobachteten Beeinflussungen von Permanent- und Elektromagneten legten einen wichtigen Grundstein für den Feld-Begriff in der Physik (vgl. Hofmann 1987, S. 45). Ein Feld beschreibt nach heutigem Verständnis den Einfluss eines Objekts auf ein potenziell vorhandenes weiteres Objekt an einem beliebigen Ort im Raum (vgl. Lüders & Pohl

2018, S. 87). Felder können sich mit endlicher Geschwindigkeit, maximal jedoch mit Lichtgeschwindigkeit, im Raum ausbreiten und ordnen dabei jedem Punkt im Raum zu einer bestimmten Zeit einen bestimmten Wert einer physikalischen Größe zu (vgl. Wagner 2022, S. 152f.). Dies erklärt die einst widersprüchliche Beobachtung einer scheinbar instantanen Wechselwirkung zweier entfernter Objekte, beispielsweise zweier elektrischer Ladungen: Eine statische elektrische Ladung erzeugt ein Feld, welches den Raum prägt (vgl. ebd.; Osterhage 2024, S. 88). Wird nun eine zweite elektrische Ladung in dieses Feld hineingebracht, „spürt“ diese Ladung den veränderten Raum und die Ladung erfährt eine Kraft durch das lokal vorhandene Feld. Das lokale Feld ist hierbei zentral, da hiermit das Problem einer scheinbar instantanen Kraftwirkung zweier entfernter Objekte, welche Überlichtgeschwindigkeit erfordern würde, gelöst wird. Im Kontext der späteren Arbeiten von Maxwell ist sowohl das beispielhaft angeführte elektrische Feld, das von elektrischen Ladungen erzeugt wird, als auch das magnetische Feld – von Permanentmagneten oder elektrischen Strömen verursacht – relevant.

Abseits der Untersuchung von Wechselwirkungen vorhandener Ströme und Permanentmagneten stellte sich Ampère zudem die Frage, ob ein einzelner stromdurchflossener Leiter oder ein Permanentmagnet auch einen zusätzlichen Stromfluss hervorrufen könnte. Tatsächlich zeigte sich eben dieses Verhalten schließlich im Jahr 1822 in einem seiner Experimente (vgl. Hofmann 1987, S. 45). Eine theoretische Beschreibung dieses Phänomens gelang Ampère jedoch zu Lebzeiten nicht mehr (vgl. ebd.). Offenbar erkannte er nicht, dass die Existenz eines stationären Stromflusses oder eines unbewegten Permanentmagneten nicht ausreicht, um einen weiteren Stromfluss hervorzurufen. Wie sich später herausstellte, bedarf es stattdessen einer zeitlichen Änderung des ursprünglichen Stromflusses und des damit einhergehenden Magnetfeldes bzw. einer Bewegung des Permanentmagneten (vgl. ebd., S. 56). Hierfür waren die Arbeiten von Michael Faraday wegweisend.

### Michael Faraday und das Induktionsgesetz

Nach siebenjähriger Beschäftigung mit Experimenten zur magnetischen Wirkung von Strömen gelang es Michael Faraday schließlich das Induktionsgesetz abzuleiten (vgl. Marinescu 2009, S. 261). Dieses besagt, dass ein zeitlich veränderliches Magnetfeld einen Stromfluss hervorruft („induziert“); hiermit zeigte er, was Ampère zwar bereits vermutet hatte, jedoch nie beweisen konnte (vgl. ebd.; Mitolo & Araneo 2019, S. 9). Für seine Experimente verwendete Faraday einen zylindrischen Permanentmagneten sowie eine kreisförmige Schleife aus elektrisch leitfähigem Material (vgl. Marinescu 2009, S. 262). Es zeigte sich, dass bei Ruhe der beiden Objekte kein Stromfluss in der Schleife messbar war (vgl. ebd.). Waren jedoch der Zylinder und die Schleife relativ zueinander in Bewegung, kam ein Stromfluss zustande (vgl. ebd.). Mit dem Induktionsgesetz festigte er die Brücke zwischen Elektrizität und Magnetismus, die Oersted und Ampère konstruiert hatten. Zudem verfeinerte Faraday das Induktionsgesetz qualitativ, indem er feststellte, dass die Richtung der relativen Bewegung zwischen Zylinder und Schleife die Umlaufrichtung des Stroms in der Schleife änderte (vgl. ebd., S. 263–264). Diese Beobachtung wurde später als Lenzsche Regel bekannt.

Die Lenzsche Regel hängt im Wesentlichen mit der Einhaltung der Energieerhaltung bei der magnetischen Induktion zusammen und gewährleistet, dass diese aufrechterhalten bleibt. Wie bereits erläutert, erzeugt ein Stromfluss stets ein magnetisches Feld. Im Fall der Induktion bedeutet dies, dass eine Änderung des existierenden magnetischen Flusses einen Strom hervorruft, der dann wiederum ein weiteres Magnetfeld bedingt. Die Lenzsche Regel besagt, dass dieses Magnetfeld zwangsläufig immer dem ursprünglichen Magnetfeld (d.h. seiner eigenen Ursache) entgegenwirken muss (vgl. ebd., S. 265). Dies lässt sich am leichtesten im Umkehrschluss argumentieren: Würde es nicht dem ursprünglichen Feld entgegenwirken, gäbe es eine unendliche gegenseitige Verstärkung der Felder, was wiederum unendlich viel Energiezufuhr benötigen und die Energieerhaltung verletzen würde (vgl. ebd.). Aus diesen Überlegungen

ergibt sich somit eine vorgegebene Umlaufrichtung für den induzierten Strom.

### James Clerk Maxwell und seine Gleichungen

Aufbauend auf diesen zentralen Forschungsergebnissen von Oersted, Ampère und Faraday sowie vielen weiteren physikalischen Denker:innen im Bereich des Elektromagnetismus formulierte schließlich James Clerk Maxwell seine weltberühmten Gleichungen zur allgemeinen Beschreibung der Zusammenhänge zwischen magnetischen und elektrischen Feldern. Die erste Version dieser Gleichungen veröffentlichte er 1864 in seinem Werk *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field* (vgl. Mitolo & Araneo 2019, S. 10; Brandt et al. 2021, S. 1). In ihrer ursprünglichen Darstellung scheinen die Maxwell-Gleichungen stark von der Form abzuweichen, in der sie heute bekannt sind. Zu Beginn formulierte Maxwell nicht vier, sondern stolze zwanzig Gleichungen, um alle ihm relevant erscheinenden Phänomene berücksichtigen zu können. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass im 19. Jahrhundert die heutige Vektorschreibweise noch nicht etabliert war, weswegen alle Raumrichtungen in separaten Gleichungen behandelt werden mussten (vgl. Arthur 2013, S. 62–67). Zudem inkludierte Maxwell Aspekte, die später als implizit gegeben angesehen wurden und daher nicht mehr explizit separat angeführt werden (vgl. ebd.). Im Laufe der Zeit wurden die Gleichungen zunächst durch Maxwell selbst optimiert und mit einer neuen Schreibweise ausgestattet, die unserer heutigen Vektorschreibweise bereits recht ähnlich ist (vgl. ebd.). Eine heute gebräuchliche Form ist eine differenzielle Schreibweise der vier Maxwell-Gleichungen unter Verwendung des elektrischen Vektorfelds  $\mathbf{E}$  und des magnetischen Vektorfelds  $\mathbf{B}$ . Die Darstellung der Felder mittels Vektoren ermöglicht dabei aufgrund der drei Vektorkomponenten eine Berücksichtigung aller drei Raumrichtungen. Vektorfelder können bezüglich ihrer Rotation **rot** (bzw. Wirbelbildung der Felder) sowie der Divergenz **div** (bzw. Quellen und Senken der Felder) klassifiziert werden. Diese Konzepte werden in den vier Maxwell-

Gleichungen auf elektrische sowie magnetische Vektorfelder angewendet, um diese beschreiben zu können:

$$\text{rot } E = - \frac{\partial B}{\partial t} \quad (1)$$

$$\text{rot } B = \mu_0 j + \frac{1}{c^2} \frac{\partial E}{\partial t} \quad (2)$$

$$\text{div } E = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (3)$$

$$\text{div } B = 0, \quad (4)$$

Die ersten beiden Gleichungen zeigen, wie eine Rotation **rot** der jeweiligen Felder zustande kommt. Modellhaft lässt sich das Konzept der Rotation mittels Vektorpfeilen veranschaulichen. Abb. 1a zeigt ein simples rotationsfreies Feld, bei dem die Vektorpfeile alle in dieselbe Richtung zeigen. Ein Beispiel eines rotierenden Feldes wird in Abb. 1b gezeigt.

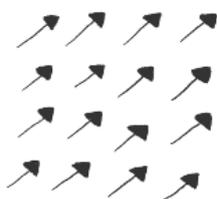


Abb. 1a: Rotationsfreies Feld

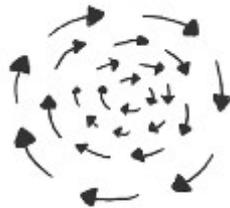


Abb 1b: Feld mit Rotation

An Gleichung (1) erkennt man, dass die Rotation eines elektrischen Feldes immer dann zustande kommt, wenn es ein Magnetfeld gibt, dessen Flussdichte sich im Laufe der Zeit ändert, d.h. die partielle zeitliche Ableitung der magnetischen Flussdichte  $\partial B / \partial t$  ungleich Null ist. Rotierende Magnetfelder in Gleichung (2) entstehen dagegen, sobald Ströme fließen (Stromdichte  $j$  ist ungleich Null) oder ein zeitlich veränderliches elektrisches Feld vorhanden ist ( $\partial E / \partial t$  ist ungleich Null).

Die Gleichungen (3) und (4) beschreiben dagegen die Divergenz **div** der beiden Felder-Arten. Anschaulich gesagt geht es darum, ob und welche

Quellen die Felder aufweisen. Gleichung (3) zeigt, dass die Quelle bzw. der Ursprung eines elektrischen Feldes immer einer Ladungsdichte  $\rho$  entspricht. Elektrische Felder entstehen demnach immer zwischen (gleichnamigen und ungleichnamigen) elektrischen Ladungen; die Möglichkeit der aktiven, räumlichen Trennung von elektrischen Ladungen ist daher essentiell für die Erzeugung eines elektrischen Feldes. Zur grafischen Veranschaulichung werden in diesem Kontext häufig Feldlinien mit Richtungspfeilen gewählt. Die Feldliniendichte ist dabei proportional zur Stärke des Feldes an den verschiedenen Orten im Raum (vgl. Eichler 2014, S. 190). Ein simples Beispiel zweier entgegengesetzter Ladungen und des elektrischen Feldes, das sie hervorrufen, zeigt Abbildung 2. Es ist erkennbar, dass die elektrischen Feldlinien stets

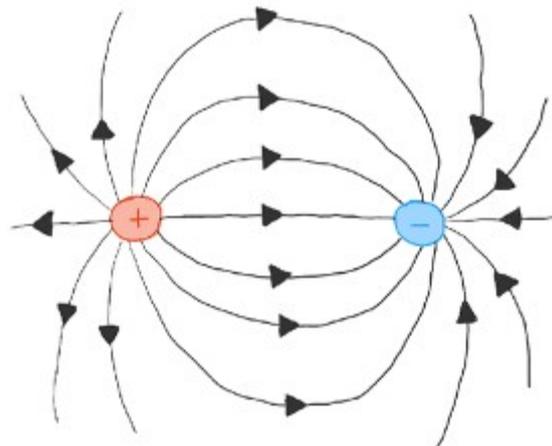


Abb. 2: Elektrisches Feld zwischen einer positiven und einer negativen Punktladung.

von der positiven zur negativen Ladung führen (vgl. ebd.). Man spricht hier von offenen Feldlinien.

Im Gegensatz dazu beschreibt Gleichung (4), dass die Divergenz magnetischer Felder gleich Null ist. Konkret bedeutet dies, dass magnetische Felder anders beschaffen sind; im Gegensatz zu elektrischen Ladungen können magnetische Pole nicht voneinander getrennt werden. Die magnetischen Feldlinien werden daher als geschlossene Feldlinien bezeichnet. Für einen Stabmagneten ist dies in Abbildung 3 schematisch dargestellt. Es zeigt sich, dass die Feldlinien nicht nur außerhalb des Magneten auftreten, sondern auch innerhalb

des Magneten weiterlaufen, sodass stets geschlossene Linien zu verzeichnen sind. Per Definition ist die Richtung der Feldlinien außerhalb des Magneten von Nord nach Süd festgelegt (vgl. ebd., S. 202). Die Eigenschaft der geschlossenen Feldlinien ist nicht nur ein wichtiger Schritt für die Theoriebildung, sondern hat ganz konkrete praktische Auswirkungen. Ein banales Beispiel wäre etwa, was beim Auseinanderbrechen eines Magneten passiert. Laut Gleichung (4) wissen wir, dass wir Nord- und Südpol eines Magneten niemals trennen können. Was wir in der Praxis erhalten, sind zwei kleinere Magnete, die ebenfalls wieder jeder für sich über einen Nordpol und einen Südpol verfügen.

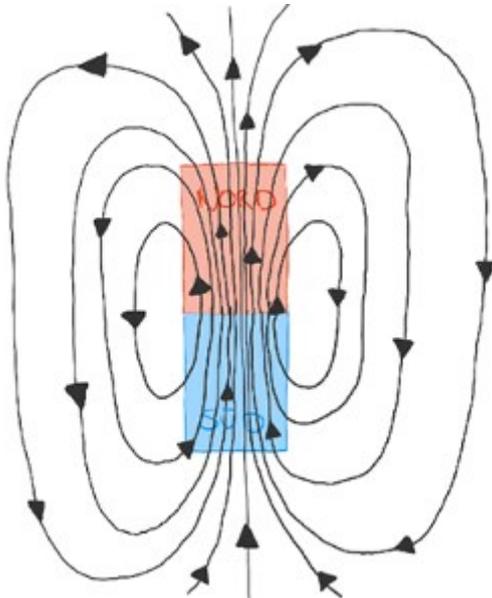


Abb. 3: Magnetisches Feld eines Stabmagneten.

Mit seinen Gleichungen baute Maxwell somit eine bislang stabile Brücke zwischen elektrischen und magnetischen Feldern sowie zwischen praktischen Erkenntnissen und theoretischen Beschreibungen von physikalischen Phänomenen in diesem Bereich. Zusammenfassend zeigt sich einerseits mittels Gleichung (3), dass statische elektrische Felder durch ruhende elektrische Ladungen hervorgerufen werden (vgl. Eichler 2014, S. 201). Unter zusätzlicher Berücksichtigung von Gleichung (2) folgt andererseits, dass gleichmäßig bewegte elektrische Ladungen elektrische sowie magnetische Felder erzeugen (vgl. ebd.). Darüber hinaus schuf Maxwell mit seinen Gleichungen die Grundlage zur Beschreibung von elektromagnetischen

Feldern, die sich im Raum wellenartig ausbreiten. Diese sind heute als elektromagnetische Wellen bekannt und werden durch beschleunigte elektrische Ladungen erzeugt (vgl. ebd., S. 223). Experimentell wurde dieses Phänomen im Jahre 1888 von Heinrich Hertz nachgewiesen (vgl. Petrascheck & Schwabl 2023, S. XVI). Durch Maxwells Beiträge zur Beschreibung des Elektromagnetismus und speziell der elektromagnetischen Wellen war der Physiker maßgeblich an der Erarbeitung grundlegender Prinzipien beteiligt, die heutzutage aus vielen alltäglich eingesetzten technischen Geräten nicht mehr wegzudenken sind – angefangen mit der Übertragung von Radiosignalen bis hin zur medizinischen Untersuchung mittels Röntgenstrahlung sind elektromagnetische Wellen ein zentraler Bestandteil unseres Alltags geworden. Nicht zuletzt zeigt die mathematische Beschreibung elektromagnetischer Wellen auch auf, weshalb sichtbares Licht sich überhaupt weit genug ausbreiten kann, um von uns Menschen wahrgenommen zu werden. Wird eine elektromagnetische Welle betrachtet, welche von gleichmäßig beschleunigten Ladungen hervorgerufen wird, so muss auch die Gesamtenergie der sich ausbreitenden Welle pro Zeit- und Flächeneinheit gleichbleiben. Da die Ausbreitung der Welle kugelförmig erfolgt und daher die Flächenzunahme mit zunehmendem Abstand proportional zu  $r^2$  ist, muss die Intensität der Welle umgekehrt mit zunehmendem Abstand  $r$  von der Quelle proportional zu  $1/r^2$  abnehmen. Die Intensität der elektromagnetischen Welle wäre damit mathematisch gesehen erst bei Werten nahe dem Unendlichen näherungsweise Null. Dieser Zusammenhang kann somit herangezogen werden, um zu beschreiben, warum selbst Licht aus anderen Galaxien die Erde erreichen und vom menschlichen Auge wahrgenommen werden kann.

### Von Maxwell zu Einstein und der relativistischen Physik

Weniger bekannt, aber nicht weniger bedeutend ist zudem die Tatsache, dass nicht zuletzt die Maxwell-Gleichungen auch einen wesentlichen Denkstoß für die spätere Entwicklung der Relativitätstheorie lieferten. Maxwell war zunächst davon aus-

gegangen, dass seine Gleichungen nur in bestimmten Bezugssystemen – konkret: in bestimmten Inertialsystemen – Gültigkeit haben konnten (vgl. Fließbach 2012, S. 8). Ein Inertialsystem ist ein Bezugssystem, das relativ zu einem betrachteten Ereignis entweder in Ruhe oder gleichförmig – das heißt, unbeschleunigt – bewegt ist. Maxwell selbst glaubte, dass seine Gleichungen wiederum nur in bestimmten Inertialsystemen gültig sein konnten, nämlich in jenen, die zum Ausbreitungsmedium der elektromagnetischen Wellen in Ruhe waren. Diese Annahme wurde später unter anderem durch das Michelson-Morley-Experiment von 1885 widerlegt, wo sich zeigte, dass eine Änderung des Inertialsystems, von welchem aus man die Wellen beobachtet, nichts an der Gültigkeit der Maxwell-Gleichungen ändert (vgl. ebd.). Dies ist aus heutiger Sicht nicht zuletzt deswegen schlüssig, weil inzwischen bekannt ist, dass elektromagnetische Wellen an kein Ausbreitungsmedium gebunden sind (vgl. Tipler 2019, S. 1139).

Nachdem von Michelson und Morley experimentell gezeigt worden war, dass es kein ausgezeichnetes Inertialsystem gibt, sondern die Maxwell-Gleichungen in allen Inertialsystemen gültig sind, suchte Einstein nach einer Möglichkeit, dies auch mathematisch abbilden zu können (vgl. Fließbach 2012, S. 8). Die bis dato verwendete Formel zum Wechsel von Bezugssystemen, welche intuitiv der Addition von Relativgeschwindigkeiten entsprach, konnte im Fall der Maxwell-Gleichungen jedoch nicht angewendet werden, da hierbei in bestimmten Situationen mathematisch Überlichtgeschwindigkeiten auftauchen würden. Daher führte Einstein, wie in seiner Abhandlung *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* von 1905 beschrieben, eine neue Herangehensweise zum Wechsel des Bezugssystems ein, der die allgemeine Gültigkeit der Maxwell-Gleichungen in allen Inertialsystemen zugrunde gelegt wird. Dies ist heutzutage als Einsteinsches Relativitätsprinzip im Rahmen der Speziellen Relativitätstheorie bekannt (vgl. Einstein 1905, S. 891; Fließbach 2012, S. 8–9). Bei Anwendung dieser neuen Herangehensweise zum Wechsel von Bezugssystemen zeigt sich, dass sich für kleine Geschwindigkeiten wiederum näherungsweise die ursprünglich verwendeten Formeln ergeben (vgl. Fließbach 2012, S. 8–15). Gesamt-

haft betrachtet lässt sich somit die damals vorherrschende klassische, nicht-relativistische physikalische Beschreibung als Sonderfall der allgemeinen relativistischen Beschreibung der Welt verstehen.

### Fazit

Wie die obige Abhandlung zeigt, sind die Maxwell-Gleichungen eine wichtige Errungenschaft der Physik, die in verschiedene Richtungen als Brücke fungiert. Zunächst verbinden sie die ersten Experimente und Theorien zum Zusammenhang von Elektrizität und Magnetismus, von Oersted über Ampère bis zu Faraday, indem sie den notwendigen Formalismus zur Verfügung stellen. Damit bilden sie zugleich eine mathematische Brücke zwischen Theorie und Praxis. Weiters waren sie der Grundstock für viele bahnbrechende wissenschaftliche Erkenntnisse. So können sie nicht zuletzt als Brücke von der nicht-relativistischen zur relativistischen Betrachtung von Ereignissen in der Physik angesehen werden.

### Literaturverzeichnis

Albert Einstein: Zur Elektrodynamik bewegter Körper. In: *Annalen der Physik*, Volume 17, 1905, S. 891–921. <https://doi.org/10.1002/andp.19053221004>

Christine Blondel und Abdelmadjid Benseghir: The key role of Oersted's and Ampère's 1820 electromagnetic experiments in the construction of the concept of electric current. In: *Am. J. Phys.*, Volume 85, 2017, S. 369–380. <https://doi.org/10.1119/1.4973423>

Dietmar Petrascheck und Franz Schwabl: *Elektrodynamik*. 4. Aufl. Berlin: Springer Spektrum 2023.

James R. Hofmann: Ampere, Electrodynamics, and Experimental Evidence. In: *Osiris*, Volume 3, 1987, S. 45–76. <https://doi.org/10.1086/368661>

John W. Arthur: The Evolution of Maxwell's Equations from 1862 to the Present Day. In: *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, Volume 55, Issue 3, 2013, S. 61–81. <https://doi.org/10.1109/MAP.2013.6586627>

Jürgen Eichler: Physik für das Ingenieurstudium. Prägnant mit vielen Kontrollfragen und Beispielaufgaben. 5. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg 2014.

Jürgen Wagner: Erste Schritte in die Theoretische Physik. Verständlich erklärt vom Abiturniveau aus. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum 2022.

Klaus Lüders und Robert Otto Pohl: Pohls Einführung in die Physik. Band 2: Elektrizitätslehre und Optik. 24. Aufl. Berlin: Springer Spektrum 2018.

Marlene Marinescu: Elektrische und magnetische Felder. Eine praxisorientierte Einführung. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum 2009.

Massimo Mitolo und Rodolfo Araneo: A Brief History of Electromagnetism. In: IEEE Industry Applications Magazine, Volume 25, Issue 2, 2019, S. 7–11. <https://doi.org/10.1109/MIAS.2018.2884753>

Paul A. Tipler und Gene Mosca: Physik für Studierende der Naturwissenschaften und Technik. Hg. v. Peter Kersten und Jenny Wagner. 8. Aufl. Berlin: Springer Spektrum 2019.

Siegmund Brandt, Hand Dieter Dahmen, Claus Grupen und Tilo Stroh: Elektrodynamik. Von den Maxwell-Gleichungen über die Elektro- und Magnetostatik zur elektromagnetischen Induktion. Berlin: Springer Spektrum 2021.

Stefan Roth und Achim Stahl: Elektrizität und Magnetismus. Experimentalphysik – anschaulich erklärt. Berlin: Springer Spektrum 2018.

Thorsten Fließbach: Allgemeine Relativitätstheorie. 6. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum 2012.

Wolfgang W. Osterhage: Eine Rundreise durch die Physik. Ein kompakter Überblick von der Kinematik zum Quantencomputer. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum 2024.

**LAURA GRABHER-MEYER** absolviert im Anschluss an ihr Bachelorstudium im Bereich Lehramt für die Sekundarstufe mit den Unterrichtsfächern Englisch und Physik derzeit das gleichnamige Masterstudium an der Universität Innsbruck. Im Studienfach Englisch beschäftigt sie sich im Bereich der Fachwissenschaften u.a. mit literaturwissenschaftlichen Aspekten. Sie ist seit 2024 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

---

Karoline Moser, Leoben

## Kryptographie

### Die sichere Brücke im digitalen Zeitalter?!

Kryptographie ist eine seit Jahrhunderten perfektionierte Kunst und Wissenschaft zum Schutz von Informationen. Es ist eine Disziplin, die unsichtbar, aber essenziell ist für unser Leben im digitalen Zeitalter. Wenn wir heute online shoppen, Nachrichten verschicken oder Banking-Apps benutzen – überall ist Kryptographie im Spiel.

Sie ist die unsichtbare Brücke, die Vertrauen schafft, wo sich Menschen nie persönlich begegnen – von WhatsApp bis zu Bitcoin. Und diese Brücke muss sicher, stabil und effizient sein. Die moderne Kryptographie, vertreten in diesem Beitrag durch RSA- und Elliptische-Kurven-Kryptosysteme, befindet sich inmitten von signifikanten Herausforderungen und Entwicklungen.

#### Ver- & Entschlüsselung

Reinhart möchte Lisa eine verschlüsselte Nachricht schicken. Dazu verwendet er eine Verfahrensanleitung (Algorithmus) und einen Schlüssel, um den Klartext zu verschlüsseln. Der resultierende Chiffretext wird an Lisa gesendet, die die Nachricht mit einem Schlüssel entschlüsselt, um den ursprünglichen Klartext zu erhalten. Bei der Private-Key-Kryptographie wird derselbe Schlüssel zum Ver- und Entschlüsseln verwendet, während bei der Public-Key-Kryptographie zwei verschiedene Schlüssel zum Einsatz kommen. Diffie und Hellman haben die Public-Key-Kryptographie erstmals in "New directions in cryptography" beschrieben (Diffie und Hellman 1976). Basierend auf ihrer Arbeit schlugen Rivest, Shamir und Adleman in „A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems“ eines der ersten Public-Key-Kryptosysteme vor, das heute als RSA bekannt ist – benannt nach den Autoren (Rivest et al. 1978). Der Fokus dieses Beitrags liegt auf der

Public-Key-Kryptographie, insbesondere auf den Kryptosystemen RSA und Elliptische Kurven Kryptographie. Elliptische Kurven Kryptographie (ECC) ist ein Public-Key-Kryptosystem, das in den letzten Jahren an Aufmerksamkeit gewonnen hat. Neal Koblitz (Koblitz 1987) und Victor Miller (Miller 1986) haben unabhängig voneinander vorgeschlagen, elliptische Kurven in der Kryptographie zu verwenden.

#### Cäsar Verschlüsselung

Eine der ältesten Verschlüsselungen ist beschrieben in Suetons Cäsaren-Vita *Divus Iulius*. Der römische Feldherr Gaius Julius Cäsar wollte geheime Botschaften an seine Truppen senden, ohne dass sie vom Feind gelesen werden konnten. Seine Lösung war einfach, aber genial: Er verschob jeden Buchstaben im Alphabet um dieselbe Anzahl von Stellen. Ein solches Verfahren nennt man heute Private-Key-Kryptographie, weil der Sender und der Empfänger beide wissen müssen, um wie viele Stellen das Alphabet verschoben wurde. Diesen geheimen Schlüssel muss man sich im Vorhinein ausmachen oder mit einem vertrauenswürdigen Boten überbringen. Heutzutage können alle Möglichkeiten der Verschiebung des Alphabets mit Hilfe von Computern innerhalb von weniger als einer Sekunde geknackt werden (Katz und Lindell 2021).

Hier ein Beispiel für eine Cäsar-Verschlüsselung mit Verschiebung um 3 Stellen, wobei aus „A“ → „D“, aus „B“ → „E“, aus „C“ → „F“ usw. wird: Die Nachricht „LEOBEN“ wird zu „OHREHQ“.

## RSA-Kryptographie

RSA ist ein bewährtes Verfahren, das auf einem simplen Prinzip basiert: Es ist sehr einfach, zwei große Zahlen miteinander zu multiplizieren – aber extrem schwer, das Ergebnis wieder zurückzurechnen, also die ursprünglichen Zahlen zu finden (Katz und Lindell 2021).

Zwei wichtige mathematische Grundlagen, die in Lehrbüchern zur Arithmetik ausführlich abgehandelt sind, seien hier zum Verständnis kurz erläutert. Grundsätzlich wird im Folgenden mit positiven ganzen Zahlen gerechnet. Dabei ist die Teilbarkeit so definiert, dass eine Zahl ohne Rest durch eine andere teilbar ist. Bei der Modulo-Rechnung, auch bekannt als Division mit Rest, versucht man den Rest zu bestimmen, der bei einer Division stehen bleibt.

Ein Beispiel wäre  $17 = 2 \bmod 5$ . Dies ist gleichbedeutend mit  $17 = 5 \cdot 3 + 2$ .

Weiters sei die Eulersche  $\varphi$ -Funktion eingeführt. Sie ist für jede positive ganze Zahl  $n$  definiert und gibt die Anzahl der positiven ganzen Zahlen kleiner als  $n$  an, die teilerfremd zu  $n$  sind. Das heißt, deren größter gemeinsamer Teiler mit  $n$  gleich 1 ist. Die Zahl 8 ist zu genau vier Zahlen von 1 bis 8 teilerfremd – nämlich zu 1, 3, 5 und 7. Daher gilt  $\varphi(8) = 4$ . Ein weiteres Beispiel ist die Zahl 11. Da sie eine Primzahl ist, ist sie zu jeder Zahl von 1 bis 10 teilerfremd. Es folgt  $\varphi(11) = 10$ . Für jede Primzahl  $p$  gilt  $\varphi(p) = p-1$ . Diese Eigenschaft ist im Zusammenhang mit der RSA-Kryptographie relevant. Zudem ist die  $\varphi$ -Funktion multiplikativ, das heißt  $\varphi(mn) = \varphi(m)\varphi(n)$ . Wendet man diese Eigenschaft nun auf zwei Primzahlen  $p$  und  $q$  an, so ergibt sich  $\varphi(pq) = (p-1)(q-1)$ .

Für die Schlüsselerzeugung werden nun verschiedene Parameter benötigt. Zuerst wählt die Empfängerin zwei Primzahlen  $p$  und  $q$ . Durch Multiplikation dieser beiden Primzahlen erhält sie die Zahl  $N$ . Sie wählt eine Zahl  $e$ , die teilerfremd zu  $\varphi(N) = \varphi(pq) = (p-1)(q-1)$  ist. Jede Primzahl, die größer ist als  $\max(p, q)$  – also größer als die größere der beiden gewählten Primzahlen  $p$  und  $q$  –, ist teilerfremd zu  $(p-1)(q-1)$ . Häufig wird als öffentlich bekannter Exponent  $e$  entweder 3 oder 65537 verwendet. Warum diese Werte besonders geeig-

net sind und welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um sie verwenden zu können, ist zum Beispiel in Katz' und Lindells „Introduction to Modern Cryptography“ (2021) erläutert. Sodann wird eine Zahl  $d$  so berechnet, dass  $e$  und  $d$  multipliziert und geteilt durch  $(p-1)(q-1)$  den Rest 1 ergeben. Der öffentliche Schlüssel ist  $(e, N)$  und der private Schlüssel  $(d, N)$  (Rivest et al. 1978).

Der Sender wandelt nun die Nachricht in eine Zahl  $M$  um – hierzu siehe unten – und berechnet die verschlüsselte Nachricht  $C$  mit dem öffentlichen Schlüssel des Empfängers, wobei  $M$  mit  $e$  potenziert und durch  $N$  geteilt wird, wobei der Rest als verschlüsselte Nachricht  $C$  dient.

Die Empfängerin entschlüsselt die Nachricht, indem sie  $C$  mit  $d$  potenziert und durch  $N$  teilt. Der verbleibende Rest gibt die ursprüngliche Nachricht  $M$  zurück.

Der grundsätzliche Ablauf der RSA-Kryptographie ist demnach wie folgt:

### 1. Schlüsselerzeugung

- Lisa wählt zwei große Primzahlen  $p$  und  $q$ .
- Lisa berechnet  $N = p \cdot q$ .
- Lisa wählt eine Zahl  $e$ , die teilerfremd zu  $(p-1)(q-1)$  ist.
- Lisa berechnet  $d$ , sodass  $e \cdot d = 1 \bmod (p-1)(q-1)$ .
- Der öffentliche Schlüssel ist somit  $(e, N)$  und der private Schlüssel von Lisa ist  $(d, N)$ .

### 2. Verschlüsselung

- Reinhart wandelt die Nachricht, z.B. "Leoben", in eine Zahl  $M$  um.
- Die verschlüsselte Nachricht  $C$ , die Reinhart an Lisa schickt, ist  $C = M^e \bmod N$ .

### 3. Entschlüsselung

- Lisa berechnet  $M = C^d \bmod N$ , um  $M$  zu erhalten.

### RSA-Kryptographie: ein Beispiel

Die Empfängerin, Lisa, muss ein Public-Private Key Paar generieren. Dafür wählt sie zwei große Primzahlen und errechnet durch deren Multiplikation die Zahl  $N$ . Weiters berechnet sie das Produkt  $(p-1)(q-1)$  aufgrund der Eulerschen  $\phi$ -Funktion. Lisa wählt zum Beispiel:

$$\begin{aligned} p &= 4294900427, \\ q &= 4294901243, \\ N &= p \cdot q = 18446173182483530761, \\ (p-1)(q-1) &= 18446173173893729092. \end{aligned}$$

Lisa wählt weiters eine Zahl  $e$  nach den oben im Schritt 1.c. genannten Kriterien und berechnet daraus  $d$  (Schritt 1.d.). So entstehen ihr öffentlicher und privater Schlüssel.

Lisas öffentlicher Schlüssel lautet:

$$(e, N) = (65537, 18446173182483530761).$$

Ihr privater Schlüssel, den nur sie alleine kennt, würde dann so lauten:

$$(d, N) = (15756804043836592185, 18446173182483530761).$$

Der öffentliche Schlüssel kann allseits bekannt sein, da man aus seinen Parametern nur sehr schwer auf die ursprünglichen Primzahlen  $p$  und  $q$  schließen kann. Dies wird auch als Faktorisierungsproblem bezeichnet.

Damit Reinhart die Nachricht „Leoben“ verschlüsseln kann, muss er diese zuerst in eine Zahl umwandeln. Hierfür verwendet er das ASCII-System. Jeder Buchstabe wird anhand des ASCII-Codes in eine 8-Bit-Binärzahl umgewandelt und hintereinandergeschrieben. Diese Binärzahl wird als eine große Zahl interpretiert und ins Dezimalsystem umgerechnet. Das ergibt die dezimale Darstellung der Nachricht, die bereit ist, verschlüsselt zu werden. Für die Nachricht „Leoben“ würde die zahlenmäßige Repräsentation wie folgt lauten:

$$\begin{aligned} M &= (01001100\ 01100101\ 01101111\ 01100010 \\ &\quad 01100101\ 01101110)_2 \\ &= (83998544127342)_{10}. \end{aligned}$$

Als Sender benötigt Reinhart nun den öffentlichen Schlüssel von Lisa und die zahlenmäßige Repräsentation der Nachricht:

$$\begin{aligned} (e, N) &= (65537, 18446173182483530761), \\ M &= 83998544127342. \end{aligned}$$

In der RSA-Kryptographie wird die Nachricht mit dem Parameter  $e$  des öffentlichen Schlüssels potenziert und durch  $N$  dividiert. Der Rest ist die verschlüsselte Nachricht, die sicher an Lisa übermittelt werden kann (siehe Schritt 2.b. oben). In unserem Beispiel ist folgende Berechnung durchzuführen, um die verschlüsselte Nachricht  $C$  zu erhalten:

$$\begin{aligned} C &= M^e \bmod N, \\ C &= 83998544127342^{65537} \bmod \\ &\quad 18446173182483530761, \\ C &= 18080932581028888918. \end{aligned}$$

Diese verschlüsselte Botschaft sendet Reinhart nun an Lisa. Selbst wenn Christian die Nachricht abfängt, kann er sie kaum entschlüsseln, da ihm der zugehörige private Schlüssel fehlt.

Sobald Lisa die verschlüsselte Nachricht erhält, kann sie diese mithilfe ihres privaten Schlüssels entschlüsseln. Dabei potenziert sie den Chiffretext mit der Potenz  $d$  und berechnet anschließend den Rest bei Division durch  $N$ . Lisa berechnet wie folgt:

$$\begin{aligned} M &= C^d \bmod N, \\ M &= 18080932581028888918^{15756804043836592185} \\ &\quad \bmod 18446173182483530761, \\ M &= 83998544127342. \end{aligned}$$

$M$  entspricht der ursprünglichen zahlenmäßigen Darstellung der Nachricht „Leoben“ (Katz und Lindell 2021).

## Elliptische Kurven Kryptographie

Elliptische Kurven Kryptographie nutzt die Eigenschaften elliptischer Kurven. Eine solche Kurve über die Reellen Zahlen wird in einem durch die Achsen  $x$  und  $y$  definierten Diagramm durch die allgemeine Form  $y^2 = x^3 + Ax + B$  dargestellt, wobei  $A$  und  $B$  bestimmte Bedingungen erfüllen müssen, die zu erläutern an dieser Stelle zu weit führen würde. Diese Kurven sind symmetrisch bezüglich der  $x$ -Achse, und jede nicht senkrechte Gerade schneidet sie genau dreimal, wobei die Berührungspunkte bei Tangenten doppelt gezählt werden.

Die Grundlagen der Elliptische Kurven Kryptographie sind in „Fundamentals of Cryptography“ (Buell 2021) und in „Introduction to Modern Cryptography“ (Katz und Lindell 2021) dargestellt, die auch als weiterführende Literatur zum Thema dienen können.

Unter Nutzung der Eigenschaften elliptischer Kurven lässt sich so etwas wie die Addition von Punkten („Punktaddition“) definieren: Zieht man eine Gerade durch zwei Punkte  $P$  und  $Q$  auf der Kurve, schneidet man einen dritten Punkt  $(-R)$ . Spiegelt man  $-R$  an der  $x$ -Achse, erhält man den Punkt  $R$ , das Ergebnis der Addition.

In der Elliptischen Kurven Kryptographie wird ein Generatorpunkt  $G$  mit einem Skalar multipliziert, um Punkte wie  $2G$ ,  $3G$ ,  $4G$  usw. zu erhalten, wobei auch die Punktaddition und die doppelte Zählung von Berührungspunkten einer Tangente genutzt werden. Diese Punkte können überall auf der Kurve landen, und nach einer bestimmten Anzahl von Additionen können sie sogar zum Ausgangspunkt zurückkehren und einen neuen Zyklus beginnen. Selbst wenn man den Generatorpunkt und einen weiteren Punkt auf der Kurve kennt, ist es sehr schwierig zu bestimmen, wie oft der Generatorpunkt mit sich selbst addiert wurde, um diesen Punkt zu erhalten. Dieses Prinzip ist fundamental für die Elliptische Kurven Kryptographie und als das Diskrete Logarithmusproblem der Elliptischen Kurven bekannt (Buell 2021).

Nach dem Legen einer Tangente durch den Punkt  $G$  erhält man durch den Schnittpunkt mit der elliptischen Kurve und Spiegelung entlang der

Symmetrieachse den Punkt  $2G$ . Der Punkt  $3G$  wird durch Addition von  $G$  und  $2G$  ermittelt, indem man eine Gerade durch diese Punkte legt. Diese schneidet die Kurve bei  $-3G$ , und der gespiegelte Punkt ist der gesuchte  $3G$ . Die Punktaddition kann fortgeführt werden, wobei es so erscheint, als ob die Bewegung auf der Kurve fast zufällig erfolgt.

Man betrachtet einen Punkt auf der Kurve und fragt sich, wie oft  $G$  multipliziert wurde, um diesen Punkt zu erhalten. Der Multiplikationsfaktor ist der private Schlüssel. Der Punkt, also  $dG$ , kann öffentlich bekannt sein, aber das  $d$ , der Multiplikationsfaktor, muss geheim bleiben.

Eine elliptische Kurve wird über einem endlichen Körper (Finite Field) definiert, eine algebraische Struktur, die grundlegende arithmetische Operationen ermöglicht. Bei einer gegebenen Primzahl  $p$  sind die Elemente des Körpers die Zahlen von  $0$  bis  $p-1$ , und die Kurvengleichung wird modulo  $p$  berechnet:  $y^2 = x^3 + Ax + B \pmod{p}$ . Die Auswahl von  $A$ ,  $B$  und  $p$  ist entscheidend für die Sicherheit der Kurve.

In elliptischen Kurven repräsentiert das Neutralelement, auch „Point-At-Infinity“ genannt, das Äquivalent zur Null in der Arithmetik und bleibt bei der Addition unverändert. Es ist integraler Bestandteil der durch Punktaddition gebildeten endlichen Gruppe auf der Kurve. Der Parameter  $n$ , die Ordnung des Generatorpunktes, ist die kleinste positive Zahl, bei deren multipler Addition des Punktes  $G$  das Neutralelement resultiert. Dieser Parameter ist daher entscheidend für die Struktur und Eigenschaften der Punktgruppe auf der Kurve (Buell 2021).

### Elliptische Kurven Kryptographie: Ablauf

Das Verfahren zur Umwandlung der zahlenmäßigen Repräsentation einer Nachricht – zum Beispiel einer Dezimalzahl – in einen Punkt auf einer elliptischen Kurve umfasst mehrere Schritte, wie sie beispielsweise in „Fundamentals of Cryptography“ (Buell 2021) beschrieben werden. Schematisch läuft die Elliptische Kurven Kryptographie wie folgt ab:

### 1. Schlüsselerzeugung

- Lisa wählt eine elliptische Kurve und einen Punkt  $G$  auf dieser Kurve.
- Lisa wählt eine zufällige Zahl  $d$  als privaten Schlüssel.
- Der öffentliche Schlüssel von Lisa beinhaltet die gewählte elliptische Kurve und den Generatorpunkt  $G$ , sowie  $Q = dG$ , einen weiteren Punkt auf der elliptischen Kurve.

### 2. Verschlüsselung

- Reinhart wandelt die Nachricht, z.B. "Leoben", in einen Punkt  $M$  auf der elliptischen Kurve um.
- Reinhart wählt eine zufällige Zahl  $k$ .
- Reinhart berechnet  $R_1 = kG$  und  $R_2 = M + kQ$ .
- Die verschlüsselte Nachricht, die Reinhart an Lisa schickt, ist  $(R_1, R_2)$ .

### 3. Entschlüsselung

- Lisa berechnet  $dR_1 = kQ$ .
- Die entschlüsselte Nachricht ist  $M = R_2 - dR_1 = R_2 - kQ = M + kQ - kQ$ .

### Sicherheitsanalyse

Die Sicherheit kryptographischer Systeme kann durch das Lösen der zugrundeliegenden mathematischen Probleme oder durch Designfehler gefährdet werden. Lokale Kopien von Nachrichten oder sensiblen Daten, die während der Ver- oder Entschlüsselung erstellt werden, stellen eine besondere Gefahr dar und müssen sicher gelöscht werden.

Für Verfahren wie RSA und Elliptische Kurven Kryptographie sind „Side-Channel Attacks“ riskant. Hierbei werden Informationen aus Nebenkanälen wie Stromverbrauch oder elektromagnetische Emissionen analysiert, um Rückschlüsse auf Schlüssel zu ziehen. Gegenmaßnahmen wie die Hinzufü-

gung von zufälligen Daten (Maskierung) können die Vorhersagbarkeit reduzieren.

Ein kryptographisches System ist nur so sicher wie sein schwächstes Glied. Der menschliche Faktor, etwa der unvorsichtige Umgang mit privaten Schlüsseln, kann oft das größte Risiko darstellen, wodurch selbst robuste und sichere Systeme kompromittiert werden können (Buell 2021).

### Vergleichsanalyse

Die moderne Kryptographie, insbesondere durch RSA- und Elliptische-Kurven-Kryptosysteme repräsentiert, befindet sich inmitten von Herausforderungen und Entwicklungen. RSA stützt seine Sicherheit auf die Komplexität der Faktorisierung großer Zahlen und benötigt daher große Primzahlen, um robust zu sein. Elliptische Kurven hingegen, die auf dem Diskreten Logarithmusproblem basieren, ermöglichen kürzere Schlüssellängen, was in puncto Geschwindigkeit und Effizienz von Vorteil ist.

Die Algorithmen zum Lösen bzw. Brechen von kryptographischen Systemen lassen sich hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit (Laufzeit) grundsätzlich in drei Kategorien einteilen:

**Polynomieller Algorithmus:** Hier ist die Laufzeit proportional zu einer Potenz der Eingabegröße. Die Zeitkomplexität wächst also polynomiell mit zunehmender Eingabegröße an.

**Exponentieller Algorithmus:** Die Laufzeit lässt sich hier nicht mit einem polynomiellen Ausdruck beschränken. Die Zeitkomplexität nimmt exponentiell mit der Eingabegröße zu. Bei großen Eingaben sind exponentielle Algorithmen langsamer als polynomielle.

**Subexponentieller Algorithmus:** Die Laufzeit wächst schneller als bei polynomiellen Algorithmen, aber langsamer als bei exponentiellen Algorithmen.

Die Laufzeit eines polynomiellen Lösungsalgorithmus wächst somit langsamer als die eines subexponentiellen Algorithmus und diese wiederum

langsamer als die eines exponentiellen Algorithmus (Hankerson et al. 2004).

Um dies genauer zu betrachten: RSA verwendet große, zufällige Primzahlen, um Widerstand gegen Angriffe zu bieten. Es ist zu beachten, dass für das zugrundeliegende Faktorisierungsproblem subexponentielle Lösungsalgorithmen existieren. Im Gegensatz dazu sind für das Diskrete Logarithmusproblem auf elliptischen Kurven nur Lösungsalgorithmen mit exponentieller Laufzeit bekannt, was zusätzliche Sicherheit bietet (Hankerson et al. 2004).

Bei der Anwendung der Elliptischen Kurven Kryptographie ist die Auswahl einer sicheren Kurve und eines geeigneten Generatorpunkts entscheidend. Es wird geraten, standardisierte und bewährte Kurven zu verwenden. Dank der höheren Effizienz dieses Systems können kürzere Schlüssel verwendet werden, was zu Einsparungen bei Rechenleistung, Bandbreite und Speicher führt (Barker 2020).

Die Empfehlungen des US National Institute of Standard and Technology (NIST; siehe Barker 2020) bieten Richtlinien zur Bestimmung des Sicherheitsniveaus kryptographischer Verfahren. Die Tabelle, die diese Empfehlungen darstellt, ist wie folgt strukturiert:

Sicherheitslevel	RSA – Zahl N	ECC – Ordnung n des Generatorpunktes G
112	2048	224 - 255
128	3072	256 - 383
192	7680	384 - 511
256	15360	512 +

Tabelle 1: Die notwendigen Schlüssellängen für ein bestimmtes Sicherheitsniveau der RSA- und ECC-Algorithmen laut NIST in (Barker 2020).

**Spalte 1** zeigt die Sicherheitsstärke des Algorithmus in Bits an. Diese Stärke repräsentiert den rechnerischen Aufwand, der benötigt wird, um ein kryptographisches System zu brechen.

**Spalte 2** spezifiziert die Größe von N für die RSA-Kryptographie in Bits.

**Spalte 3** definiert den Bereich für die Größe von n in der Elliptische Kurven Kryptographie, wobei n die Ordnung des Basispunktes G in Bits ist.

Bei einem Sicherheitsniveau von 128 Bits ist auffällig, dass die empfohlene Schlüssellänge für RSA etwa 12-mal größer ist als für Elliptische-Kurven Kryptographie. Dieser Unterschied in der Schlüssellänge kann insbesondere in Systemen mit eingeschränkten Ressourcen zu erhöhtem Speicherbedarf und höheren Kosten führen (Barker 2020).

Es ist wichtig zu betonen, dass die NIST-Empfehlungen dynamisch sind und regelmäßig aktualisiert werden, um mit technologischen Fortschritten und neu entdeckten Angriffsmethoden Schritt zu halten.

Während beide Systeme ihre eigenen Stärken und Schwächen aufweisen, ist es bei beiden essentiell, standardisierte und sichere Parameter zu wählen. Mit dem Aufkommen von Quantencomputern können beide Systeme in polynomieller Zeit gebrochen werden (polynomieller Lösungsalgorithmus). Daher wird die Entwicklung der Post-Quanten-Kryptographie immer relevanter (Shor 1994).

Derzeit wird intensiv an der Entwicklung leistungsfähiger Quantencomputer geforscht. Die Aussicht, dass solche Systeme in naher Zukunft Realität werden könnten, zwingt die Kryptographie schon heute zum Umdenken. Von zentraler Bedeutung ist dabei die Entwicklung der Post-Quanten-Kryptographie – also von Verschlüsselungsverfahren, die auch

Angriffen mit Quantencomputern standhalten können.

Eine zentrale Herausforderung besteht darin, diese neuen Verfahren so zu gestalten, dass sie sich möglichst reibungslos in bestehende Infrastrukturen integrieren lassen. Die Zukunft der Kryptographie hängt daher nicht nur von der technischen Realisierbarkeit neuer Verfahren ab, sondern ebenso von deren Standardisierung, Praxistauglichkeit und Kompatibilität mit vorhandenen Systemen.

Wir stehen an der Schwelle zu einer neuen Ära der Kryptographie, in der die Balance zwischen Sicherheit, Effizienz und Anwendbarkeit neu definiert wird. Die unsichtbare Brücke der Kryptographie muss dabei sicher, stabil und effizient bleiben.

### Literaturverzeichnis

Barker 2020 = Elaine Barker. SP 800-57 Part 1 Rev. 5 Recommendation for Key Management: Part 1 - General. Tech. rep. Gaithersburg, MD, USA, May 2020. DOI: 10.6028/NIST.SP.800-57pt1r5.

Buell 2021 = Duncan Buell. Fundamentals of Cryptography. Springer Nature Switzerland AG, 2021. ISBN: 978-3030734916

Diffie und Hellman 1976 = Whitfield Diffie and Martin E. Hellman. "New directions in cryptography". In: IEEE Transactions on Information Theory 22.6 (1976), pp. 644–654. DOI: 10.1109/TIT.1976.1055638.

Hankerson et al. 2004 = Darrel Hankerson, Alfred Menezes, and Scott Vanstone. Guide to Elliptic Curve Cryptography. Springer-Verlag New York, 2004. ISBN: 978-1441929297

Katz und Lindell 2021 = Jonathan Katz and Yehuda Lindell. Introduction to Modern Cryptography. CRC Press, 2021. ISBN: 978-1-4665-7027-6

Koblitz 1987 = Neal Koblitz. "Elliptic Curve Cryptosystems". In: Mathematics of Computation 48.177 (1987), pp. 203–209. ISSN: 00255718.

Miller 1986 = Victor S. Miller. "Use of Elliptic Curves in Cryptography". In: Advances in Cryptology – CRYPTO '85 Proceedings. Ed. by Hugh C.

Williams. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1986, pp. 417–426. ISBN: 978-3-540-39799-1.

Rivest et al. 1978 = Ron L. Rivest, Adi Shamir, and Len Adleman. "A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems". In: Commun. ACM 21.2 (Feb. 1978), 120–126. ISSN: 0001-0782.

DOI: 10.1145/359340.359342.

Shor 1994 = Peter W. Shor. "Algorithms for quantum computation: discrete logarithms and factoring". In: Proceedings 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science. Ed. by Shafi Goldwasser. IEEE Computer Society Press, 1994, pp. 124–134.

DOI: 10.1109/SFCS.1994.365700.

**KAROLINE MOSER** hat im Wintersemester 2020/21 das damals neu eingeführte Bachelorstudium Industrial Data Science an der Montanuniversität Leoben begonnen. Den darauf aufbauenden Master hat sie vor Kurzem erfolgreich abgeschlossen. Derzeit arbeitet sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Zerstörungsfreie Prüfung der Technischen Universität München – mit dem Ziel, dort auch ihr Doktoratsstudium zu beginnen. Besonders viel Freude bereitet ihr die Lehrtätigkeit: zunächst als Studienassistentin in Leoben und nun als wissenschaftliche Mitarbeiterin in München. Karoline ist es ein großes Anliegen, das akademische Leben aktiv mitzugestalten. So engagierte sie sich in der ersten Studienvertretung von Industrial Data Science, im Senat der Montanuniversität und derzeit als Jahressprecherin bei PRO SCIENTIA – eine Aufgabe, die ihr besonders viel Freude bereitet. Karoline Moser ist seit 2023 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

---

Sarah Mayrhofer, Linz  
**Design Thinking in Indien**  
Innovators Connect Tandem 2024

### **Das Programm**

Im November hatte ich die Gelegenheit, am „Innovators Connect Tandem 2024“ teilzunehmen – einem Austauschprogramm für deutsche und indische Innovatoren, das sich auf nachhaltige und marktfähige Lösungen konzentriert. Das Programm wurde vom German Indian Startup Exchange Program (GINSEP) in Kooperation mit lokalen Partnern organisiert und bot eine Plattform für interkulturellen Austausch, Innovationsentwicklung und unternehmerisches Wachstum (vgl. GINSEP 2025).

Das zweiwöchige Programm brachte ausgewählte Innovatoren aus Deutschland und Indien zusammen, mit dem Ziel, nachhaltige Geschäftsideen zu entwickeln, neue Märkte zu erschließen und Netzwerke in beiden Ländern aufzubauen. Die Veranstaltung fand in Bengaluru, Hyderabad und Bhubaneswar statt – drei bedeutenden Innovationszentren in Indien (vgl. GINSEP 2025). Während dieser Zeit nahmen wir an einer Vielzahl von Aktivitäten teil, darunter Design Thinking Workshops zur Entwicklung innovativer Lösungen, Mentoring-Sessions mit Experten aus verschiedenen Branchen sowie Unternehmensbesuchen bei Start-ups, Inkubatoren und Investoren (vgl. GINSEP 2025). Zudem boten Pitching-Events die Gelegenheit, die entwickelten Ideen vorzustellen, während Netzwerktreffen mit über 200 Unternehmern, Wissenschaftlern und Investoren aus Indien und Deutschland den interkulturellen Austausch und die Geschäftsentwicklung förderten sollten (vgl. GINSEP 2025).

Während des Programms wurde ich Teil eines interdisziplinären deutsch-indischen Teams. Gemeinsam arbeiteten wir an einer nachhaltigen Innovation und nutzten dabei Methoden wie Design

Thinking und Business Modelling. Besonders wertvoll war die enge Zusammenarbeit mit indischen Innovatoren, die spannende Perspektiven und lokales Know-how in unsere Arbeit einbrachten. Ein besonderes Highlight waren die intensiven Workshops mit Amina Daga und Marlin Dürrschnabel, die uns durch den Prozess der Ideenfindung und Geschäftsmodellentwicklung führten. Ich konnte wertvolle Einblicke in den indischen Markt gewinnen und gleichzeitig mein eigenes Netzwerk erweitern.

Im Rahmen des Programms wurden mehrere vielversprechende Projekte entwickelt, darunter eine „Circular Economy Plattform“ zur Verwertung von Kokosnuss-Abfällen, ein medizinisches Pflaster, das erste Hilfe gegen Schlangenbisse ermöglicht, sowie ein algenbasiertes System zur CO<sub>2</sub>-Reduktion, innovative Luftreinigungsfilter oder biologisch abbaubare Verpackungen aus Pilzen. Zum Abschluss des Programms hatten wir die Möglichkeit, unsere Ideen vor einer Jury in Hyderabad zu präsentieren. Hyderabad liegt ziemlich genau in der Mitte Indiens. Das Event fand im T-Hub statt (Technology Hub) – Indiens größtem Innovationscampus für Start-ups. Diese Pitching-Session war eine wertvolle Gelegenheit, Feedback von Experten zu erhalten und potenzielle Investoren zu erreichen.

Weiters hatten wir die Möglichkeit, einen zweitägigen Design Thinking Workshop zu besuchen, geleitet von Amina Daga und Marlin Dürrschnabel. Im Rahmen des Workshops kamen verschiedene kreative und nutzerzentrierte Methoden zum Einsatz, die alle darauf abzielen, systematisch innovative Lösungen zu entwickeln. Diese Methoden orientieren sich an den fünf klassischen Phasen des Design Thinking: Verstehen, Beobachten (Empathie), Ideenfindung, Prototyping und Testen.

Jede Phase hat spezifische Techniken, um das Denken zu strukturieren, neue Perspektiven zu eröffnen und die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer ins Zentrum zu stellen. Konkret wendeten wir in unserem Workshop folgende Methoden an:

### **1. Interviews (Empathie-Phase):**

Um ein echtes Verständnis für die Bedürfnisse und Herausforderungen der Zielgruppe – in unserem Fall: Kleinbäuerinnen und Kleinbauern – zu entwickeln, führten wir qualitative Interviews durch. Dabei stellten wir offene Fragen, z. B. „Was ist die größte Herausforderung in Ihrem Alltag?“ oder „Wie verkaufen Sie Ihre Produkte aktuell?“ Ziel war es, über bloße Fakten hinaus auch emotionale, soziale und praktische Aspekte des Alltags zu verstehen. Diese Methode stärkt die Empathie mit den Betroffenen und liefert wertvolle Einsichten für die weitere Problemanalyse.

### **2. Beobachtungen („Shadowing“):**

Zusätzlich zu den Interviews haben wir typische Tätigkeiten der Landwirtinnen und Landwirte beobachtet oder beschrieben – etwa Ernte, Lagerung, Transport. Solche Beobachtungen helfen oft, Bedürfnisse zu erkennen, die die Betroffenen selbst nicht aussprechen. Gerade nonverbale Gesten oder Routinen liefern dabei wichtige Hinweise auf bestehende Probleme.

### **3. Brainstorming (Ideenfindung):**

Beim Brainstorming handelt es sich um eine klassische Kreativmethode, bei der in kurzer Zeit möglichst viele Ideen gesammelt werden – ohne Bewertung oder Kritik. Es geht darum, das Denken zu öffnen und auch ungewöhnliche oder scheinbar unrealistische Vorschläge zuzulassen. Die Leitregel lautet: Quantität vor Qualität. Je mehr Ideen entstehen, desto höher ist die Chance, dass darunter ein besonders innovativer Ansatz liegt.

### **4. Mind Mapping (Ideenfindung):**

Eine Mind Map ist ein visuelles Werkzeug, mit dem Gedanken geordnet und Zusammenhänge dargestellt werden. Ausgangspunkt ist ein zentra-

les Thema (z. B. „Landwirtschaft verbessern“), von dem aus Äste zu Unterthemen, Problemen und möglichen Lösungsansätzen führen. Diese Technik hilft dabei, Ideen systematisch zu verknüpfen und neue Kombinationen zu entdecken.

### **5. „Crazy 8s“ (Ideenfindung):**

„Crazy 8s“ ist eine sehr schnelle Skizzentchnik: Innerhalb von acht Minuten müssen acht verschiedene Lösungsideen auf Papier gebracht werden – idealerweise eine pro Minute. Diese Methode zwingt dazu, spontan zu denken und sich nicht in einer einzigen Idee zu verlieren. Dabei kommen oft kreative und unkonventionelle Ansätze zum Vorschein. Im Rahmen der „Crazy 8s“-Ideenfindung entwickelten wir in kurzer Zeit zahlreiche kreative Lösungsideen zur Problematik wenig profitabler Landwirtschaft. Besonders einprägsam waren die Skizzen für eine Direktvermarktungs-App, mit der Landwirte ihre Produkte ohne Zwischenhändler verkaufen können, sowie ein selbstgebauter Solartrockner zur Haltbarmachung von Ernteüberschüssen. Weitere Ideen umfassten ein lokales Maschinen-Verleihsystem, eine Kooperative für den gemeinsamen Einkauf von Saatgut und einen solarbetriebenen Kühlcontainer zur Lagerung verderblicher Waren. Auch Mikroversicherungen bei Ernteaussfällen sowie ein mobiler Beratungsservice via WhatsApp wurden vorgeschlagen. Diese Vielfalt an Ansätzen zeigte, wie effektiv die Methode ist, um in kurzer Zeit eine große Bandbreite an praktikablen, nutzerorientierten Lösungen zu generieren.

### **6. Low-Fidelity-Prototyping (Prototyping):**

Low-Fidelity-Prototyping bezeichnet eine Methode, bei der erste Entwürfe von Ideen, zum Beispiel einer App oder eines Geräts, in sehr einfacher, oft handgezeichneter Form visualisiert werden. Ziel ist es, grundlegende Abläufe und Funktionen schnell und unkompliziert darzustellen, um frühzeitig Feedback von potenziellen Nutzerinnen und Nutzern zu erhalten, ohne viel Zeit oder Ressourcen in technische Umsetzungen zu investieren. In unserem Fall erstellten wir aus Papier einzelne Bildschirmansichten, zeichneten Menüs, schnitten Buttons aus und klebten die Elemente so zusammen,

dass sich ein grober Bedienfluss simulieren ließ. Als Ergebnis entstand der einfache Paper-Prototyp einer digitalen Kooperationsplattform für Landwirtinnen und Landwirte. Diese Plattform sollte Funktionen wie den gemeinsamen Einkauf von Saatgut und Dünger, einen Marktplatz für den direkten Verkauf regionaler Produkte ohne Zwischenhändler sowie einen Bereich für Wissensaustausch und Planungstools für Aussaat, Ernte und Lagerung umfassen. Der Papierprototyp ermöglichte es uns, das Konzept schnell greifbar zu machen und durch erste Rückmeldungen die Benutzerfreundlichkeit und Funktionalität der App-Idee zu prüfen und zu verbessern.

### **7. Feedbackschleifen (Testen):**

In der Testphase wurden unsere Prototypen anderen Gruppenmitgliedern oder potenziellen Nutzerinnen und Nutzern vorgestellt. Dabei ging es nicht so sehr darum, Lob zu erhalten, sondern gezielt Kritik und Verbesserungsvorschläge zu sammeln. Durch gezielte Fragen wie „Was funktioniert gut?“, „Was ist unklar?“ oder „Was würdest du anders machen?“ konnten wir unsere Ideen weiterentwickeln. Feedbackschleifen sind zentral für Design Thinking, weil sie helfen, Schwächen eines Prototyps früh zu erkennen und Lösungen iterativ zu verbessern.

### **8. Iteration:**

Ein zentrales Prinzip des gesamten Prozesses ist die sogenannte Iteration. Das bedeutet, man schreitet nicht linear von A nach B fort, sondern entwickelt, testet, passt an – und beginnt Teile des Prozesses gegebenenfalls neu. Eine Idee wird nicht als „fertig“ betrachtet, sondern laufend weitergedacht. Diese Schleifen fördern kontinuierliches Lernen und erhöhen die Chance, eine praxistaugliche Lösung zu finden.

Durch den Workshop habe ich gelernt, dass Design Thinking weit mehr ist als eine Kreativmethode – es ist eine Denkweise, die dazu ermutigt, Probleme aus einer neuen Perspektive zu betrachten und nutzerzentrierte Lösungen zu entwickeln. Besonders beeindruckt hat mich die Kraft der Teamarbeit: Die unterschiedlichen Hintergründe

und Erfahrungen der Teilnehmer führten zu innovativen und praxisnahen Lösungen. Zudem wurde mir bewusst, wie wichtig es ist, Ideen schnell in Prototypen zu überführen, um frühzeitig Schwachstellen zu erkennen und die Konzepte zu verfeinern.

### **Der Pitch**

Das Ziel des Programms war auch, mit einem Inder oder einer Inderin zusammenzuarbeiten und beider Forschungsschwerpunkte zu kombinieren. Mein Partner hat in Bhubaneswar ein Biotechnologie-Unternehmen namens „Elementoz Research“, das sich auf nachhaltige Lösungen für die Tierfutterindustrie spezialisiert hat (vgl. Elementoz 2025). Durch die Nutzung von Larven der Schwarzen Soldatenfliege (Black Soldier Fly, BSF) wandelt Elementoz organische Abfälle in hochwertige Proteine, Öle und Bio-Dünger um. Dieser Ansatz fördert eine Kreislaufwirtschaft und trägt zur Reduzierung von Umweltbelastungen bei.

Die Produkte von Elementoz, wie das ELGROW Premium Protein und ELGROW Oil, bieten nachhaltige Alternativen zu traditionellen Proteinquellen wie Soja und Fischmehl. Diese Lösungen zielen nicht zuletzt darauf ab, die Abhängigkeit von Antibiotika in der Tierernährung zu verringern, indem sie natürliche antimikrobielle Peptide nutzen, die in Insekten vorkommen.

Ich selbst habe einen technischen Schwerpunkt (vor allem Data Science), und wir haben überlegt wie wir diesen in Elementoz Research einbringen können. Gemeinsam haben wir den Prototypen für ein interaktives Dashboard entworfen, das Elementoz dabei unterstützt, seine Produktionsprozesse, Umweltwirkungen und Marktanalysen datenbasiert zu optimieren. Das Dashboard bietet Echtzeiteinblicke in die Larvenzucht, dokumentiert die Menge an verwertetem organischem Abfall und berechnet die CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Vergleich zu traditionellen Proteinquellen wie Fischmehl.

### **Erkenntnisse: Zusammenarbeit**

Was mich besonders überrascht hat, war die Dynamik und das enorme Tempo der indischen Start-up-Welt. Während in Europa Innovationsprozesse häufig langfristig geplant, stark reguliert und eher vorsichtig umgesetzt werden, habe ich in Indien eine hohe Risikobereitschaft und eine große Offenheit für schnelles Testen und Scheitern erlebt. Viele Start-ups entwickeln dort innerhalb weniger Wochen erste marktfähige Prototypen, getrieben von Pragmatismus, Unternehmergeist und einem starken Wettbewerb um Sichtbarkeit.

Ebenso spannend waren die kulturellen Unterschiede in der Zusammenarbeit: Die indischen Teilnehmer:innen waren extrem lösungsorientiert, flexibel und sehr kommunikationsstark. Gleichzeitig zeigte sich in der Teamarbeit, wie wichtig es ist, mit interkultureller Sensibilität, Geduld und Empathie zu agieren. Besonders wertvoll war für mich zu sehen, wie durch gegenseitige Wertschätzung und Offenheit völlig neue Perspektiven auf ein Problem entstehen können.

Langfristig nehme ich aus dem Programm einen wichtigen Perspektivwechsel mit: Innovationsentwicklung bedeutet nicht nur, neue Technologien zu schaffen, sondern vor allem, bestehende Herausforderungen mit lokal passenden und ressourcenschonenden Lösungen anzugehen. Ich habe gelernt, wie wirkungsvoll einfache Prototypen, schnelles Feedback und die direkte Einbindung von Nutzer:innen sein können – und dass Innovation oft dort entsteht, wo unterschiedliche Denkweisen aufeinandertreffen.

### **Erkenntnisse: Indien als Start-up Standort**

Indien hat sich in den letzten Jahren zu einem der dynamischsten Startup-Hubs der Welt entwickelt. Mit über 100 Unicorns (Start-ups mit einer Bewertung von über einer Milliarde US-Dollar) gehört das Land zu den führenden Innovationsstandorten (vgl. Menschen für Medien 2025). Indien investiert intensiv in Digitalisierung. Der „India Stack“ stellt eine innovative digitale öffentliche Infrastruktur dar, die Indien im Zuge der digitalen

Transformation etabliert hat. Sie besteht aus mehreren zentralen Komponenten, darunter Aadhaar als biometrisches Identifikationssystem, dem Unified Payments Interface (UPI) für Echtzeit-Zahlungstransaktionen, e-KYC zur papierlosen Identitätsverifikation, DigiLocker als digitale Dokumentenablage sowie eSign für rechtsverbindliche elektronische Signaturen (vgl. Laha 2025). Besonders das UPI Zahlssystem hat mich sehr beeindruckt: So konnte man bei jedem Straßenhändler mobil bezahlen, was ich nicht erwartet hätte (vgl. Laha 2025).

Diese integrierte Plattform ermöglicht eine weitreichende finanzielle Inklusion, indem sie den Zugang zu Finanzdienstleistungen und staatlichen Leistungen auch für zuvor marginalisierte Bevölkerungsgruppen erleichtert. Die Digitalisierung der Identitätsprüfung und Zahlungsabwicklung trägt maßgeblich zur Effizienzsteigerung und zur Reduzierung administrativer Hürden bei (vgl. Laha 2025).

Darüber hinaus fördert India Stack Transparenz, Rechenschaftspflicht und die Modernisierung staatlicher Verwaltungsprozesse, was sowohl ökonomische als auch soziale Entwicklungsziele unterstützt (vgl. Laha 2025). Als weltweit einzigartiges Beispiel für ein öffentliches digitales Ökosystem dient India Stack als Modell für andere Staaten, die eine umfassende digitale Infrastruktur zur Förderung von Inklusion und wirtschaftlicher Entwicklung implementieren möchten (vgl. Laha 2025).

Besonders Bengaluru, bekannt als das „Silicon Valley Indiens“, ist ein Hotspot für Technologie- und Nachhaltigkeits-Startups. Im Vergleich zu Deutschland und Österreich zeichnet sich das indische Startup-Ökosystem durch eine hohe Risikobereitschaft, schnelle Skalierungsmöglichkeiten und eine enorme Marktdurchdringung aus.

Während europäische Startups oft stärker reguliert sind und langfristig nachhaltige Geschäftsmodelle priorisieren, setzen indische Gründer häufig auf schnelles Wachstum und Investitionen aus internationalen Fonds.

Auch die Mentalität der Menschen spielt eine große Rolle. Mit einem Durchschnittsalter um die 29 Jahre prägen junge Gründende Indiens Startup-Kultur (vgl. Puschmann 2024). Sie sind risiko-

bereit, scheuen das Scheitern nicht und lernen schnell aus Fehlern, im Gegensatz zum oft vorsichtigen Westen (vgl. Puschmann 2024). Zudem sind die Entwicklungskosten in Indien niedriger, was es jungen Unternehmen erleichtert, innovative Lösungen kosteneffizient zu testen. Ein weiterer wesentlicher Motor der indischen Start-up-Kultur ist die Fähigkeit zur Improvisation, im Land selbst als „Jugaad“ bekannt.

Der Ausdruck beschreibt clevere, oft unkonventionelle Lösungen, die mit minimalen Mitteln große Wirkung erzielen (vgl. Puschmann 2024). Jugaad ist mehr als nur ein Trick, um ein Problem zu umgehen, es ist eine Haltung: flexibel denken, pragmatisch handeln und trotz knapper Ressourcen funktionierende Produkte oder Prozesse zu schaffen. In einem Umfeld, in dem Perfektion oft zweitrangig ist und der Zugang zu Kapital oder Infrastruktur begrenzt sein kann, ist dieser Ansatz überlebenswichtig und zugleich erstaunlich effizient (vgl. Puschmann 2024). Viele indische Start-ups haben Jugaad zum Prinzip erhoben: Sie entwickeln einfache, aber skalierbare Lösungen, die massentauglich sind und sich schnell anpassen lassen. Für westliche Unternehmen, die sich oft in komplexen Prozessen verlieren, kann dieser Ansatz inspirierend sein (vgl. Puschmann 2024).

Auch das Zugangssystem zu Investitionen ist unterschiedlich: In Indien gibt es eine starke Präsenz von Angel-Investoren (Investoren für Ideen in der Anfangsphase) und eine hohe Beteiligung von Familienunternehmen, während in Deutschland und Österreich institutionelle Investoren und staatliche Förderprogramme eine größere Rolle spielen.

### **Brückenschlag Indien und Europa**

Ein Brückenschlag zwischen indischen und europäischen Start-ups bzw. Innovationsakteuren bietet große Chancen für beide Seiten. Europäische Unternehmen und Technologien genießen in Indien ein hohes Ansehen, da sie mit Qualität, Zuverlässigkeit und technologischem Vorsprung verbunden werden. Dies eröffnet europäischen Start-ups und Firmen gute Möglichkeiten, auf dem dynamischen indischen Markt Fuß zu fassen und dort erfolgreich zu sein. Besonders im Bereich nachhaltiger

Technologien, moderner Fertigung, Gesundheitstechnologien oder Umweltlösungen besteht in Indien ein großer Bedarf, von europäischem Know-how zu profitieren.

Umgekehrt können europäische Start-ups von der besonderen Dynamik und Risikobereitschaft des indischen Innovationsökosystems profitieren. Indische Gründerinnen und Gründer zeichnen sich durch Pragmatismus, eine hohe Geschwindigkeit bei der Umsetzung neuer Ideen und einen starken Unternehmergeist aus. Darüber hinaus bietet ein Standort in Indien durch die im Vergleich zu Europa günstigeren Arbeitskräfte einen erheblichen Kostenvorteil. Indische Arbeitskräfte gelten als sehr fleißig, motiviert und anpassungsfähig, was den Aufbau und die Skalierung von Projekten zusätzlich erleichtert.

Besonders wertvoll ist dabei der Zugang zu einem großen, vielfältigen und wachsenden Markt mit einer jungen, technologieaffinen Bevölkerung. Gleichzeitig bietet Indien europäischen Partnern Zugang zu kosteneffizienten Entwicklungsmöglichkeiten sowie einem lebendigen Netzwerk aus Investoren, Co-Working-Spaces und Technologiezentren. Indische Start-ups wiederum profitieren von der Expertise europäischer Partner im Aufbau nachhaltiger, langfristig tragfähiger Geschäftsmodelle sowie vom Zugang zu europäischen Märkten, Investoren und Förderprogrammen.

### **Erkenntnisse: Indische Kultur**

Während meiner Zeit an der Universität wurde mir bewusst, was für eine wichtige Rolle das Kastensystem auch heute noch spielt. Es gab beispielsweise Stipendien speziell für Studierende aus niedrigeren Kasten, um ihnen den Zugang zur Bildung zu erleichtern. Gleichzeitig ist das Kastensystem im Alltag weiterhin präsent – besonders bei gesellschaftlichen Anlässen wie Hochzeiten spielt die Kastenherkunft eine große Rolle. Oft konnten Menschen allein anhand des Nachnamens die Kaste einer Person erkennen, und es war ein diskutiertes Thema, wer aus welcher Kaste stammt. Trotz vieler Fortschritte bleibt das Kastensystem also ein zentraler sozialer Faktor, der das Leben vieler Menschen in Indien prägt.

Indien ist ein sehr großes und kulturell vielfältiges Land, und während meines Aufenthalts besuchte ich hauptsächlich die Regionen im Zentrum und Süden. Die wirtschaftliche Entwicklung sowie das politische Mindset unterscheiden sich deutlich zwischen den einzelnen Bundesstaaten. Darüber hinaus existieren zahlreiche regionale Sprachen. Diese Diversität spiegelt sich auch in der kulturellen Vielfalt wider, beispielsweise in den verschiedenen Traditionen und der regionaltypischen Küche.

Im Bundesstaat Telangana, mit der Metropole Hyderabad, begegnete ich einer dynamischen, technologieorientierten Atmosphäre. Hyderabad gilt als eines der führenden Zentren für Innovation und Start-ups in Indien. Die Stadt verbindet moderne IT-Infrastruktur mit einem reichen kulturellen Erbe und einer multikulturellen Gesellschaft, da es neben der Hindu-Mehrheit auch viele Muslime gibt.

Karnataka, mit der Hauptstadt Bengaluru, zeigte sich als Herzstück der indischen IT- und Start-up-Szene. Bengaluru ist bekannt für den hohen Bildungsgrad seiner Bevölkerung, sein internationales Flair und die enorme Dynamik im Technologiebereich. Die Mentalität ist sehr wettbewerbsorientiert und innovationsgetrieben, was man in den vielen Co-Working-Spaces und Technologieparks deutlich spürt.

In Maharashtra, speziell in Mumbai, spürte ich die wirtschaftliche Kraft Indiens. Mumbai ist nicht nur Finanzzentrum, sondern auch kulturelles Zentrum mit einem schnellen, geschäftsorientierten Lebensstil. Die Stadt verbindet Bollywood, Finanzmärkte und große Handelsaktivitäten. Trotz der urbanen Hektik begegnet man hier auch starken sozialen Gegensätzen (Slums neben Hochhäusern).

Odisha, im Osten Indiens, zeigte ein anderes Bild: Eine stärker agrarisch geprägte Region, die sich aber zunehmend in Richtung Nachhaltigkeit und Umwelttechnologie entwickelt.

Kerala im äußersten Süden beeindruckte durch sein hohes Bildungsniveau, soziale Innovation und eine nachhaltige Lebensweise. Die Region ist geprägt von sozialem Engagement, reflektierter Mentalität und einem starken Fokus auf Gesundheit, Bildung und soziale Projekte. Das Leben hier wirkt ruhiger und sozial bewusster im Vergleich zu den großen Metropolen.

### Fazit

Um zusammenzufassen: Die Teilnahme am Innovators Connect Tandem 2024 hat meine Sicht auf Innovation, Unternehmertum und interkulturelle Zusammenarbeit nachhaltig verändert. Die Erfahrung hat mir gezeigt, wie wichtig es ist, unterschiedliche Perspektiven und Fähigkeiten zusammenzubringen, um praxisnahe und nachhaltige Lösungen zu finden. Besonders beeindruckt hat mich die Mischung aus europäischen und indischen Ansätzen, wobei auf der einen Seite das strukturierte Vorgehen steht und auf der anderen die enorme Dynamik und Risikobereitschaft. Das hat mich inspiriert und meine Denkweise erweitert. Aus dem Programm nehme ich nicht nur fachliche Impulse mit, sondern auch wertvolle persönliche Begegnungen, interkulturelle Erfahrungen und ein Netzwerk, das mich auf meinem weiteren beruflichen und akademischen Weg begleiten wird.

### Literatur

Elmentoz 2025 = „Elmentoz“. <https://elmentoz.com/> (Zugriff 8.4.2025).

Menschen für Medien 2025 = „Indien – Das Start-up-Kraftpaket | mfm – future at work“. <https://www.menschen-fuer-medien.de/aktuelles/indien-das-start-up-kraftpaket> (Zugriff 16.3.2025).

Mayrhofer 2024 = Sarah Mayrhofer: Vortrag im Rahmen von „PRO SCIENTIA“. Innovators Connect Tandem 2024, Design Thinking und Indien. Gehalten am 16. 12. 2024 in Linz.

Laha 2025 = Kakoli Laha: *Understanding India Stack*. <https://proteantech.in/articles/understanding-india-stack/> (Zugriff 16.3.2025).

GINSEP 2025 = *German Indian Startup Exchange Program (GINSEP)*.

<https://www.ginsep.co/> (Zugriff 10.7.2025).

Puschmann 2024 = Maximilian Puschmann: Was der Westen von Indiens Start-up-Kultur lernen kann.

<https://www.handelsblatt.com/meinung/gastbeitraege/gastkommentar-was-der-westen-von-indiens-start-up-kultur-lernen-kann/100131310.html> (Zugriff 14.7.2025). Ursprünglich erschienen in: *Handelsblatt*, 27.05.2024.

---

**SARAH MARIA MAYRHOFER**, geb. 2002 in Linz, ist Nachwuchswissenschaftlerin mit besonderem Interesse an der verantwortungsvollen Gestaltung digitaler Systeme. Sie studiert Wirtschaftsinformatik und Rechtswissenschaften an der Johannes Kepler Universität Linz. Derzeit ist sie als Administratorin des Governance-, Risk- und Compliance-Systems bei der Energie AG tätig und arbeitet am Forschungsprojekt „Pactonic“, das ein KI-gestütztes Tool für juristische Recherche entwickelt. Als Mitgründerin des Start-ups „Quantent“, das einen preisgekrönten Algorithmus zur Optimierung digitaler Marketingstrategien entwickelt hat, bringt sie in ihre wissenschaftliche Arbeit auch unternehmerische Erfahrung ein. Internationale Erfahrung sammelte Sarah unter anderem in Indien, Israel, Peru, Island, Türkei, Deutschland, Tschechien und der Schweiz. Außerdem engagiert sie sich in der Kinder- und Jugendbildung, etwa mit dem EU-geförderten Solidaritätsprojekt „Die Klimaheldin“. Sarah Mayrhofer ist seit 2024 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

---

Anna-Katharina Wiesinger, Salzburg

# Tourismus als Brücke oder Graben?

## Einblicke in die Ambivalenzen eines globalen Wirtschaftszweigs

### Einleitung

Seit den frühen Tagen des Massentourismus im 19. Jahrhundert hat sich die Bedeutung von Reisen grundlegend verändert. Was ursprünglich als elitäre Praxis – der sogenannten Grand Tour – begann, ist mittlerweile zu einem weltweit verbreiteten Phänomen geworden, sodass im Jahr 2019 der bisher höchste Stand an internationalen touristischen Ankünften erreicht wurde: 1,46 Milliarden Menschen reisten über nationale Grenzen hinweg (UNWTO 2021, S. 2). Doch hinter dieser beeindruckenden Entwicklung verbirgt sich eine weit komplexere Realität, die Fragen nach den gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Auswirkungen des Tourismus aufwirft. Der vorliegende Artikel thematisiert vor allem den vieldiskutierten Völkerverständigungsaspekt von Tourismus und erweitert die Diskussion um die Frage, inwiefern Tourismus auch als Graben bzw. Grenze zwischen Menschen, Kulturen und Gesellschaften fungieren kann. Dafür sollen kulturelle, sozio-ökonomische und strukturelle Argumente aus je tourismuspositivistischer und -kritischer Sicht diskutiert werden – und unter Berücksichtigung verschiedener Stakeholdergruppen, insbesondere Reisenden, Mitarbeitenden im Tourismussektor und in der lokalen Bevölkerung.

### Tourismus als Brücke?

Die Vorstellung von Reisen als verbindendem Element lässt sich im europäischen Raum in die Nachkriegszeit, genauer zu Papst Pius XII., zurückverfolgen (vgl. Opaschowski 2002, S. 187). Er war

der Auffassung, dass „[b]eim Reisen und Beobachten [...] der Tourist diejenigen besser kennen [lernt], die er aus der Ferne nicht kannte oder verkannte, und bei seiner Heimkehr verbreitet er in seinem Umkreis eine gerechtere Meinung und eine günstigere Einschätzung von ihnen. [...] Er ist, wie man mit Recht gesagt hat, eine Art von Botschafter“ (Pius XII 1952a, S. 3). Ähnliches war in der Herder Korrespondenz zu lesen, wo Pius XII. dem Wallfahren die Auflösung von Klassenunterschieden, die Bildung von Gemeinschaft und Verständnis füreinander sowie eine friedliche, grenzüberschreitende Gesinnung zuschrieb (vgl. Pius XII 1952b, S. 18). In der Folge wurde der Fremdenverkehr vielfach nicht nur als Chance zur Völkerverständigung, sondern auch als Möglichkeit zur Friedenssicherung dargestellt (vgl. Schmeier-Sturm 2001, S. 100; Freyer 2015, S. 609; Opaschowski 2002, S. 187).

Knapp ein Jahrzehnt später hatte sich die Idee bereits institutionell verankert, sodass die Vereinten Nationen 1967 zum „Jahr des Welttourismus“ erklärten. Explizit genannt wird zu diesem Zeitpunkt auch der Gedanke von Tourismus als Brücke zwischen Ländern des Globalen Nordens und Südens: Er könne „den historischen Prozeß beschleunigen, der die Kluft zwischen Industrieländern und Entwicklungsländern zuschüttet“ (ZEIT 1966). Dies solle durch Kooperationen zwischen Reiseveranstalter:innen und Reiseländern ermöglicht werden, die wirtschaftliche Entwicklung fördere (vgl. ebd.). Nur wenig später – in den 1970er Jahren – kamen Forschungen zum interkulturellen Lernen mit der Fragestellung auf, inwiefern dieser Austausch Stereotype und Einstellungen beeinflussen könne. Zwar wurden diese Thesen rasch kriti-

siert und aufgezeigt, dass der durch Tourismus erzeugte interkulturelle Dialog großteils auf einer oberflächlichen Ebene verbleibt (vgl. Opaschowski 2002, S. 188; Ostheimer 2023, S. 49), dennoch priert die Politik den Tourismus weiter als Brücke an, wie sich am Beispiel der Tourismusförderung der Europäischen Gemeinschaft (vgl. EG 1992) sowie des Tourismus-Ethikkodex der Welttourismusorganisation (vgl. UNWTO 2001) zeigen lässt. Beide Dokumente heben die Bedeutung des Tourismus für das vertiefte Verständnis kultureller und sozialer Charakteristika anderer Staaten sowie für sozio-ökonomische Entwicklung hervor (vgl. EG 1992, S. 26; UNWTO 2001, Artikel 1)

Mit der Verankerung des Tourismus im kollektiven Bewusstsein – als fester Bestandteil persönlicher und staatlicher Beziehungen – gehen die gerade angesprochenen wirtschaftlichen Entwicklungen einher, die einer Brückenfunktion gleichkommen können. So schafft der Sektor nicht nur selbst Arbeitsplätze, sondern stärkt die Wirtschaft durch verwandte Branchen, wie beispielsweise Lebensmittelproduktion, Verkehr- und Transportwesen sowie den Kulturbereich im Allgemeinen (vgl. Opaschowski 2002, S. 137). Laut der Nachhaltigkeitsinitiative der Welttourismusorganisation trägt die Tourismusbranche nicht nur etwa zehn Prozent zum weltweiten Bruttoinlandsprodukt bei, sondern kreiert auch circa zehn Prozent aller Arbeitsplätze (vgl. Tourism for SDGs). Zudem fungiert der Sektor als Einstiegsbranche und integriert folglich Gruppen in den Arbeitsmarkt, die sonst arbeitslos bleiben würden (vgl. Wendt u. a. 2020, S. 127). Dazu gehören vor allem Frauen, junge Personen und Migrant:innen (vgl. Lundmark 2020, S. 281). Während Frauen häufig im unmittelbaren Tourismusbereich, vor allem als Reinigungskräfte oder un- bzw. angelernte Hilfskräfte tätig waren und sind, profitier(t)en männliche Arbeitnehmer vielfach von den bereits erwähnten vor- bzw. nachgestellten Sektoren des Tourismus, wie beispielsweise im Bereich des Baugewerbes und des Transportwesens (vgl. Duncan u. a. 2020, S. 334).

Denn Fremdenverkehr ist eng mit Mobilität bzw. Motilität – d. h. der Möglichkeit zur Mobilität – verbunden, was bedeutet, dass die Branche im hohen Maß auf Infrastrukturen, Verkehr und Transport angewiesen ist, sei es durch erweiterte Ver-

kehrnetze, Attraktionen oder Unterkünfte (vgl. Liebisch-Gümüş 2024). Dieser Bereich schließt auch den Zugang zu natürlichen Ressourcen bzw. Attraktionen ein, wie beispielsweise die Erschließung der Alpen durch Eisenbahnen, Seilbahnen etc. (vgl. Bieger u. a. 2025, S. 148). Diesbezüglich sind zwei Entwicklungen beobachtbar: einerseits die erweiterte Zugänglichkeit und damit verbundene (touristische) Nutzbarmachung der Alpenregion, andererseits der dadurch steigende Bedarf für Naturschutz, der zur Bewahrung der Naturlandschaft beitragen soll (vgl. Scharf 2021, S. 373–378). Unabhängig von intendierten Funktionen und Zielpublikum nutzte und nutzt auch die lokale Bevölkerung Teile dieser Infrastrukturen – ein Synergieeffekt, der zur Steigerung der Lebensqualität in Tourismusregionen beitragen kann (vgl. Ströbel 2019, S. 250). Somit fungiert der Sektor im Idealfall auch in Bereich des allgemeinen Wohlbefindens als Brücke.

### **Tourismus als Graben?**

Allerdings können alle diese Aspekte auch aus einer tourismuskritischen Perspektive betrachtet werden, wodurch es zu einer konträren Lesart der Tourismusbranche kommt: Tourismus als Graben. Die Grabenmetapher soll dabei die Grenzen des Phänomens bzw. die Grenzen des Einflusses des Tourismussektors versinnbildlichen, indem die Verfestigung von Einstellungen, Chancen, Lebensrealitäten und Meinungen durch den Tourismus aufgezeigt wird. Dabei sollen speziell die Stakeholdergruppen der Reisenden, Arbeitenden der Tourismusbranche und der lokalen Bevölkerung im Fokus stehen.

Im Zusammenhang mit der Idee des interkulturellen Austausches wurde bereits angemerkt, dass die Zielsetzung der Welttourismusorganisation und der Europäischen Union als sehr optimistisch und der tatsächliche Kontakt zwischen Reisenden und lokaler Bevölkerung als „ebenso flüchtig wie oberflächlich“ zu bewerten sind (Opaschowski 2002, S. 188). Statt authentischer Kultur erleben Besucher:innen in Tourismusregionen oftmals inszenierte Kulissen, die traditionelle Lebensweisen und Alltägliches für Tourist:innen zugänglich

und erlebbar machen sollen. Dieses Phänomen der *Staged Authenticity* nach MacCannell (1973) adaptiert Erving Goffmans Raumkonzept der Front- und Backstage für den Fremdenverkehr. Die Oberflächlichkeit dieses Kulturkontakts, den Urry (1990) bzw. Urry / Larsen (2011) als *Tourist Gaze* bezeichneten, birgt jedoch die Gefahr von Trugschlüssen und folglich der Verfestigung bestehender bzw. der Bildung neuer Vorurteile (vgl. Freyer 2015, 608; Schmeer-Sturm 2001, S. 102). Die Grenzen des interkulturellen Austauschs im Tourismus zeigen sich in allen Stakeholdergruppen: bei den Reisenden, die nur limitierten Kontakt mit einer vermeintlich lokalen Bevölkerung haben – beispielsweise den Rezeptionist:innen in der Unterkunft, den Kellner:innen im Restaurant, den Mitarbeiter:innen in Tourismusattraktionen; bei Arbeitenden im kurzen und überwiegend funktional ausgerichteten Austausch zwischen An- und Abreise; und bei der lokalen Bevölkerung, die sich aufgrund der Kommodifizierung von Kultur zunehmend von dieser entfremdet (vgl. MacCannell 2013, S. 99; Bieger u. a. 2025, S. 157). Anstatt bestehende Gräben zuzuschütten oder zu überbrücken, läuft Tourismus folglich Gefahr, die Gräben nicht nur zu vertiefen, sondern auch neue zu ziehen.

Es stellt sich somit die Frage, wer vom Tourismus und seinen Auswirkungen profitiert. Greift man die tourismuspositivistische Sichtweise auf, dass Tourismus die „angenehmste Art der Entwicklungshilfe“ sei (Freyer 2015, S. 586), so lässt sich ein ernüchterndes Resümee ziehen: Denn in der Regel überwiegen sowohl die ökonomischen als auch die soziokulturellen Folgekosten die Folgeerträge des Tourismus in sogenannten Entwicklungsländern. Meist löst(e) die Implementation von Tourismus einen wirtschaftlichen Strukturwandel aus, der zwar neue Arbeitsplätze schuf, den Infrastrukturausbau ankurbelte und Deviseneinnahmen einbrachte, gleichzeitig jedoch Arbeitsplätze in traditionellen Sektoren ablöste, hohe Ausgaben für Hotelbauten und ausländisches Personal verursachte und Abhängigkeiten hin zu einem stark auslandsbezogenen und krisenanfälligen Sektor verlagerte (vgl. Freyer 2015, S. 640). Zudem äußern Kritiker:innen Bedenken bezüglich (neo)kolonialer Kontinuitäten des Reisens, welche sich durch Un-

gleichheit und Fremdbestimmung zeigen (vgl. Mäder 1982, S. 30).

Doch nicht nur in Ländern des Globalen Südens, auch im Globalen Norden lassen sich Ungleichheiten im Tourismus, speziell im Bereich der Tourismusarbeit, beobachten. Denn vor allem für Migrant:innen ist die Beschäftigung im Tourismus oft ein ambivalentes Unterfangen, da diese „both a realm of intersectional marginalisation and an opportunity for personal empowerment“ sein kann (Rydzik u. a. 2017, S. 14). Zwar ermöglicht(e) die Branche vielen Personen aus marginalisierten Arbeitsmarktgruppen den Einstieg in den Arbeitsmarkt, dennoch bedeutet dies nicht unbedingt die Möglichkeit zur sozialen Mobilität. Denn viele dieser Positionen sind vorrangig im Niedriglohnbereich angesiedelt, an Subunternehmen ausgelagert und weisen eine hohe Geschlechtsspezifität auf, wobei Frauen dabei im Vergleich zu Männern finanziell wie strukturell benachteiligt sind (vgl. Kuhn 2019, S. 299; Baum u. a. 2016, S. 6). Weiters sind viele dieser Berufe nicht nur mit anstrengender körperlicher Arbeit unter teils als prekär beschriebenen Bedingungen verbunden, wie etwa unattraktiven Arbeitszeiten, hoher Arbeitszeitflexibilität inklusive Teildiensten und Wochenendarbeit, geringer Jobsicherheit durch saisonale oder informelle Beschäftigung sowie kaum gegebenen Aufstiegsmöglichkeiten (vgl. Duncan u. a. 2020, S. 329; Baum u. a. 2016, S. 4–5); sondern sie gehen auch mit hohen psychischen Belastungen wie Druck, Stress und Emotionsarbeit einher (vgl. Augustin / Harms 2005, S. 18; Heimerdinger / Leonardi 2019, S. 11–13).

All diese Charakteristika ergeben sich aus der räumlich-zeitlichen Bindung der Herstellung und Konsumation touristischer Leistungen, die personalintensiv sind und einer just-in-time Produktion gleichen (vgl. Urry / Larsen 2011, S. 76–77). Insgesamt bietet die Branche somit zwar vielen Arbeitskräften eine Chance für soziale Mobilität, doch in welchem Maß sie Zugang zu besseren Jobs bekommen, muss an dieser Stelle offenbleiben. Kritisch zu hinterfragen bleibt zudem, inwiefern in den gelisteten Bedingungen die Gründe für Arbeitskräftemangel, Fluktuation und Drop-out-Raten zu finden sind.

Oft wird argumentiert, dass der Arbeitskräftemangel bzw. der hohe Bedarf an Arbeitskräften auch auf die Expansion der Branche zurückgehe. Dieser Mangel war die Folge einer kontinuierlichen Arbeitszeitregulierung bzw. -reduktion seit etwa 1900 bei gleichzeitig steigendem Urlaubsanspruch und gleichbleibendem Lohn – ein Prozess, der bis heute im Gange ist und von weiteren Tendenzen wie De-Industrialisierung, Flexibilisierung und Deregulierung von Arbeitsverhältnissen und steigenden Erwerbsquoten geformt wird (vgl. Freyer 2015, S. 28; Haas 2022, S. 60; Ehmer u. a. 2002, S. 9–10). Parallel dazu verortet Freyer (2015) einen Wertewandel „[v]on der Arbeits- zur Freizeitgesellschaft“ (S. 29), der die Entwicklung des Tourismus hin zum modernen Massentourismus mittrug (vgl. Hachtmann 2010).

Mit zunehmendem Tourismus begannen auch die sukzessive Veränderung und Entwicklung von Destinationen. Damit gingen bzw. gehen vor allem in städtischen Räumen nicht nur verkehrsinfrastruktureller Ausbau und Erweiterungen des Freizeitangebots einher, sondern auch ein Wandel im Bereich des Einzelhandels und der Gastronomie, die sich einerseits an die Wünsche der Tourist:innen anpassen und folglich das Angebot diversifizieren, andererseits aber auch die Preise erhöhen (vgl. Kagermeier 2021, S. 40–41). Preiserhöhungen und Verdrängungseffekte gegenüber der lokalen Bevölkerung werden des Weiteren im Bereich der Unterkünfte, speziell durch die touristische Kurzzeitvermietung von Wohnraum, verortet (vgl. ebd., S. 20). Nach zunehmender Kritik rund um die Frage nach den Grenzen der Belastbarkeit kam es schließlich im Sommer 2017 zu zahlreichen – teils gewaltsamen – Demonstrationen und Protesten gegen Massentourismus und seine ökologischen und sozialen Folgen (vgl. ZEIT 2017; Deutsche Welle 2017). Mit Ausnahme der Pandemiejahre, die diese Situation vorübergehend beruhigten, hat sich das Schlagwort ‚Overtourism‘ bzw. ‚Übertourismus‘ seither weit verbreitet. Gemeint ist das Überschreiten der Kapazitäten einer Destination und somit die Beeinflussung der wahrgenommenen Qualität einer Region bzw. Stadt ins Negative (vgl. UNWTO 2018, S. 4). Tourismus scheint vor einem unüberwindbaren Graben zu stehen, den er selbst aufgerissen hat.

## Resümee und Ausblick

Das Phänomen Tourismus in all seinen Facetten und Perspektiven ist sowohl Brücke als auch Graben und bleibt damit ambivalent: Seit der Einschätzung des Fremdenverkehrs als Mittel zur Völkerverständigung und Friedenssicherung durch Papst Pius XII. entwickelte sich der Sektor zu einer der wichtigsten Wirtschaftsbranchen weltweit. Zwar lässt sich entgegen, dass der interkulturelle Austausch aufgrund des oberflächlichen bzw. teilweise inszenierten Kontakts nicht zwingend zum Abbau von Vorurteilen beiträgt, sondern auch zum Aufbau bzw. zur Bestätigung solcher beitragen kann. Dennoch ist seine Rolle als Arbeitgeber besonders für marginalisierte Erwerbsgruppen bedeutsam. In dieser Funktion riskiert die Branche jedoch auch, zur Verstetigung von Ungleichheit beizutragen. Besonders in Ländern des Globalen Südens steht dem Tourismus in seiner Auffassung als Entwicklungshilfe die Kritik des Neokolonialismus gegenüber. Trotzdem muss auch die Bedeutung des Tourismus für den Ausbau von Infrastruktur und die Schaffung von Zugängen zu Natur und Freizeitaktivitäten gewürdigt werden. Dies sollte allerdings unter der Prämisse der Einhaltung von Grenzen natürlicher Ressourcen stehen, da der Tourismus sonst seine eigene Grundlage zerstört (vgl. Luger 2022, S. 272).

Schließlich führen die Überlegungen dieses Artikels zu den Zukunftsperspektiven des Tourismus. Wird er künftig eher Brücke oder Graben sein? Klar ist, dass ein Paradigmenwechsel in Richtung nachhaltiger Tourismus bei Beachtung aller Stakeholder-Perspektiven sowie Einhaltung natürlicher Grenzen unumgänglich ist (vgl. Kagermeier 2021, S. 6; Bieger u. a. 2025, S. 9–10). Handlungsdiagnostik und Richtlinien zur Implementierung eines nachhaltigen Tourismus wurden bereits zahlreich entwickelt, wie beispielsweise die Anpassung der *Sustainable Development Goals* auf den Tourismus (vgl. SDGs for Tourism) sowie Implementations- und Statistikkonzepte der Welttourismusorganisation (siehe bspw. UNEP / UNWTO 2005; UNWTO / JICA 2023). Die Entscheidung, ob Tourismus zukünftig als Brücke oder Graben fungieren wird, hängt somit an einer größeren Entwicklung: dem

Ende von Wachstumsorientierung im Tourismus (vgl. Kagermeier 2021, S. 205–207).

## Literaturverzeichnis

### Quellen

Deutsche Welle 2017 = N. N.: „Tourist go home!“ – Proteste in Spanien.

<https://www.dw.com/de/tourist-go-home-proteste-in-spanien/a-39931507> (Zugriff 14.04. 2025). Ursprünglich erschienen in: Deutsche Welle, 02.08.2017.

EG 1992 = Europäische Gemeinschaft: Beschluss des Rates vom 13. Juli 1992 über einen Aktionsplan der Gemeinschaft zur Förderung des Tourismus (92/421/EWG). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992D0421> (Zugriff 09.04.2025). Ursprünglich erschienen in: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 231, 13.08.1992, S. 26–32.

Pius XII 1952a = Pius XII.: Vom tieferen Sinn und Wert des Reisens. In: Der Fremdenverkehr Jg. 4 H. 13/14 (1952), S. 2–3.

Pius XII 1952b = Pius XII.: Über Sinn und Wert des Wallfahrens. <https://herderkorrespondenz.digitheo.de/ojs/index.php/herkorr/article/view/8086/8000>. Ursprünglich erschienen in: Herder-Korrespondenz. Jg. 7 H. 1 (1952), S. 17–18.

Tourism for SDGs = Tourism for SDGs: Tourism & Sustainable Development Goals. <https://tourism4sdgs.org/tourism-for-sdgs/tourism-and-sdgs/> (Zugriff 09.04.2025).

UNWTO 2001 = World Tourism Organization: Global Code of Ethics for Tourism. For Responsible Tourism. Madrid: UNWTO 2001.

UNWTO 2018 = World Tourism Organization: ‘Overtourism’? Understanding and Managing Urban Tourism Growth beyond Perceptions. Executive Summary. Madrid: UNWTO 2018.

UNWTO 2021 = World Tourism Organization: International Tourism Highlights. 2020 Edition. Madrid: UNWTO 2021. DOI: <https://doi.org/10.18111/9789284422456>.

UNWTO / JICA 2023 = World Tourism Organization / Japan International Cooperation Agency: Achieving the Sustainable Development Goals through Tourism. Toolkit of Indicators for Projects (TIPs). Madrid: UNWTO 2023. DOI: 10.18111/9789284424344.

ZEIT 1966 = N. N.: Der Tourismus – eine Gegenwart. <https://www.zeit.de/1966/40/der-tourismus-eine-gegenwelt/> (Zugriff 09.04.2025). Ursprünglich erschienen in: ZEIT 40, 30.09.1966, S.49–50.

ZEIT 2017 = N. N.: Palma de Mallorca. Die überbuchte Insel. <https://www.zeit.de/entdecken/reisen/2017-09/palma-de-mallorca-protest-gegen-touristen> (Zugriff 14.04.2025). Ursprünglich erschienen in: ZEIT ONLINE, 24.09.2017.

### Sekundärliteratur

Augustin / Harms 2005 = Silvia Augustin / Kirsten Harms: Lust oder Verlust? Urlaub als Aufgabe. Die Gast-Gastgeber-Beziehung im Spannungsfeld von emotionalem Erleben und Emotionsarbeit. In: Gebuchte Gefühle. Tourismus zwischen Verortung und Entgrenzung. Hg. v. Hasso Spode / Irene Ziehe. München: Profil 2005, S. 10–24.

Baum u. a. 2016 = Tom Baum u. a.: Sustainability and the Tourism and Hospitality Workforce. A Thematic Analysis. In: sustainability Jg. 8 H. 8. (2016), S. 1–21.

Bieger u. a. 2025 = Thomas Bieger u. a.: Das Ende des Tourismus? Tourismuslehre neu gedacht. Stuttgart: UTB 2025.

Duncan u. a. 2020 = Tara Duncan u. a.: Sustainable Tourism Employment, the Concept of Decent Work, and Sweden. In: Tourism Employment in Nordic Countries. Trends, Practices, and Opportunities. Hg. v. Andreas Wamsley u. a. Cham: Springer 2020, S. 327–348.

Ehmer u. a. 2002 = Josef Ehmer u. a.: Vorwort. Einige Überlegungen zu Aspekten einer globalen Geschichte der Arbeit. In: „Arbeit“. Geschichte – Gegenwart – Zukunft. Hg. v. Josef Ehmer u. a. Leipzig: AVA 2002, S. 9–18.

Freyer 2015 = Walter Freyer: Tourismus. Einführung in die Fremdenverkehrsökonomie. 11., über-

arbeitete und aktualisierte Aufl. Oldenburg: De Gruyter 2015.

Haas 2022 = Barbara Haas: Arbeit im ökologischen Wandel. Einführung in sozioökonomische Perspektiven und Alternativen. Stuttgart: UTB 2022.

Hachtmann 2010 = Rüdiger Hachtmann: Tourismus und Tourismusgeschichte. Version 1. [http://docupedia.de/zg/hachtmann\\_tourismusgeschichte\\_v1\\_de\\_2010](http://docupedia.de/zg/hachtmann_tourismusgeschichte_v1_de_2010) (Zugriff 12.04.2025). Ursprünglich erschienen in: Docupedia Zeitgeschichte (2010).

Heimerdinger / Leonardi 2019 = Timo Heimerdinger / Andrea Leonardi: Gefühlsarbeit und Prekariat. Alltag des Personals im Tourismussektor. In: Hotelpersonal. Lebens- und Arbeitsalltag im Dienste des Tourismus. Hg. v. Timo Heimerdinger u. a. Innsbruck u. a.: Studienverlag 2019, S. 9–21.

Kagermeier 2021 = Andreas Kagermeier: Over-tourism. Stuttgart: UTB 2021.

Kuhn 2019 = Konrad J. Kuhn: Unsichtbare Dienste und schmutzige Wäsche. Zu Arbeitswelt und Lebenssituation von Zimmermädchen. In: Hotelpersonal. Lebens- und Arbeitsalltag im Dienste des Tourismus. Hg. v. Timo Heimerdinger u. a. Innsbruck u. a.: Studienverlag 2019, S. 295–314.

Liebisch-Gümüş 2024 = Carolin Liebisch-Gümüş: Mobilität/en und Mobilitätsgeschichte. Version 2. [https://docupedia.de/zg/Liebisch\\_Guemues\\_mobilitaet\\_v2\\_de\\_2024](https://docupedia.de/zg/Liebisch_Guemues_mobilitaet_v2_de_2024) (Zugriff 12.04.2025). Ursprünglich erschienen in: Docupedia Zeitgeschichte (2024).

Luger 2022 = Kurt Luger: Tourismus – Über das Reisen und Urlauben in unserer Zeit. Wiesbaden: Springer 2022.

Lundmark 2020 = Mats Lundmark: Labour Mobility in the Tourism and Hospitality Sector in Sweden. In: Tourism Employment in Nordic Countries. Trends, Practices, and Opportunities. Hg. v. Andreas Wamsley u. a. Cham: Springer 2020, S. 279–302.

MacCannell 1973 = Dean MacCannell: Staged Authenticity. Arrangements of Social Space in Tourist Settings. <https://www.jstor.org/stable/pdf/2776259> (Zugriff 12.04.2025). Ursprünglich

erschienen in: American Journal of Sociology. Jg. 79 H. 3 (1973), S. 589–603.

MacCannell 2013 = Dean MacCannell: The Tourist. A New Theory of the Leisure Class. Neudruck der Originalauflage New York 1976. Berkeley u. a.: University of California Press 2013.

Mäder 1982 = Ueli Mäder: Fluchthelfer Tourismus. Wärme in der Ferne? Reisen in die „3. Welt“ – Wer trägt die Last? Scharfe Tourismuskritik – Was nun? Stop (sic!) der Freizeit-Vermarktung – Mehr Ferien im Alltag. Zürich: Rotpunktverlag 1982.

Opaschowski 2002 = Horst W. Opaschowski: Tourismus. Eine systematische Einführung. Analysen und Prognosen. 3., aktualisierte und erweiterte Aufl. Opladen: Leske + Budrich 2002.

Ostheimer 2023 = Jochen Ostheimer: Zwischen Völkerverständigung und Vermüllung. Sozialethische Überlegungen zu nachhaltigem Tourismus. In: Zurück auf Los oder Neustart? Tourismus, Kirchen und Nachhaltigkeit. Hg. v. Tobias Kläden u. a. Stuttgart: Kohlhammer 2023, S. 49–63.

Rydzik u. a. 2017 = Agnieszka Rydzik u. a.: Humanising Migrant Women's Work. In: Annals of Tourism Research H. 64 (2017), S. 13-23.

Scharf 2021 = Katharina Scharf: Alpen zwischen Erschließung und Naturschutz. Tourismus in Salzburg und Savoyen 1860–1914. Innsbruck: Studienverlag 2021.

Schmeer-Sturm 2001 = Marie-Louise Schmeer-Sturm: Reiseleitung. Grundkurs. 4. Aufl. München / Wien: Oldenbourg 2001.

Ströbel 2019 = Melanie Ströbel: Tourismusforschung. In: Nachhaltigkeit interdisziplinär. Konzepte, Diskurse, Praktiken. Ein Kompendium. Hg. v. Ursula Kluwick / Evi Zemanek. Wien u. a.: Böhlau 2019, S. 242–261.

Urry 1990 = John Urry: The Tourist Gaze. Leisure and Travel in Contemporary Societies. London: Sage 1990.

Urry / Larsen 2011 = John Urry / Jonas Larsen: The Tourist Gaze 3.0. London: Sage 2011.

Wendt u. a. 2020 = Margét Wendt u. a.: On the Move. Migrant Workers in Icelandic Hotels. In: Tourism Employment in Nordic Countries. Trends, Practices, and Opportunities. Hg. v. Andreas

Wamsley u. a. Cham: Springer 2020, S. 123–142.

---

**ANNA-KATHARINA WIESINGER** studierte Englisch und Geschichte im Lehramtsstudium an der Universität Salzburg. Nach Auslandsaufenthalten in Bath und London unterrichtete sie an einer Mittelschule in Wels, Oberösterreich. Seit Oktober 2023 ist sie erneut an der Universität Salzburg, wo sie als Universitätsassistentin für Europäische Regionalgeschichte arbeitet und ihr Doktoratsstudium aufgenommen hat. Ihre Dissertation verfasst sie im Bereich der Tourismusgeschichte zum Thema der Arbeit im Hotelgewerbe Salzburgs im Zeitraum 1945 bis 2020. Dabei legt sie Schwerpunkte auf Migration und die Frage nach sozialer Nachhaltigkeit. Anna-Katharina Wiesinger ist seit 2024 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

---

Simeon Ryckembusch, Innsbruck

# Der Heilige Stuhl als Brückenbauer

## Eine politikwissenschaftliche Analyse

Nach der Wahl von Leo XIV. wurde vielfach die Hoffnung laut, dieser Papst werde in einer Welt, in der sich zwischen Menschen, Völkern und Religionen immer tiefere Gräben auftun, als Brückenbauer wirken. Immerhin trägt der Papst als Bischof von Rom und Oberhaupt der römisch-katholischen Kirche den Titel eines „Pontifex Maximus“ – eines obersten Brückenbauers (lat. *pons*: Brücke; *facere*: machen/herstellen). Diese Amtsbezeichnung stammt ursprünglich aus dem antiken Rom, wo sie zuerst heidnischen Priestern und später dem Kaiser vorbehalten war. Nach dem Untergang des Weströmischen Reiches ging der Titel „Pontifex Maximus“ auf den Bischof von Rom über, der damit das ideelle Erbe des römischen Imperiums antrat.

Damit der Papst in der heutigen Welt als Brückenbauer wirken kann, bedarf es jedoch einer Institution, die gleichfalls einen sehr alten Namen trägt: des „Heiligen Stuhls“. Heilige Stühle, *sanctae sedes*, hießen seit alters Bischofssitze, die durch Apostel begründet worden waren. Heute meinen wir mit „Heiliger Stuhl“ zumeist den Sitz des Apostels Petrus, der nach katholischer Lehre als erster Bischof von Rom und unmittelbarer Nachfolger Christi gilt. Im folgenden Beitrag wird erläutert, was genau unter dem Heiligen Stuhl (HS) zu verstehen ist, was seine Ziele und Prinzipien sind, und wie er durch sein Wirken und seine diplomatische Aktivität tatsächlich als Brücke zwischen den unterschiedlichen Ebenen der internationalen Ordnung fungiert.

### Definition des Heiligen Stuhls

Im Rahmen des Völkerrechts steht die Bezeichnung HS für die zentrale Regierungs- und Verwaltungseinheit der gesamten Katholischen Kirche unter der souveränen Leitung des Papstes mit Bei-

hilfe der Römischen Kurie (Lajolo 2005, 10f). Der HS besitzt laut Kirchenrecht eine von der Katholischen Kirche selbst getrennte Rechtspersönlichkeit (Germelmann 2009, 151).

Der HS pflegte über Jahrhunderte kontinuierlich diplomatische Beziehungen und war in Europa und darüber hinaus ein gewichtiger politischer Akteur. Mit dem Wiener Kongress 1815 erhielt er explizite Anerkennung als souveränes Völkerrechtssubjekt. Trotz des Verlustes der päpstlichen Territorien im Jahr 1870 blieb diese diplomatische Anerkennung bestehen (McEachern 2024, 534f). 1929 entstand durch die Lateranverträge mit Italien der Staat der Vatikanstadt. Die Völkerrechtsposition des HS basiert jedoch nicht auf der Herrschaft über den Vatikan, sondern auf der nicht-territorialen Verkörperung der Katholischen Kirche (Byrnes 2017, 7).

Der HS besitzt eine Rechtspersönlichkeit *sui generis*, die sich nicht an die klassischen Kriterien der Drei-Elemente-Lehre von Staatsvolk, Staatsgebiet und Staatsgewalt bindet (Germelmann 2009, 152). Diese spezielle Form der Rechtspersönlichkeit gründet auf der einzigartigen geistlich-moralischen Funktion und institutionellen Eigenständigkeit des HS. Ebenso kann aus politikwissenschaftlicher Sicht argumentiert werden, dass das entscheidende Prinzip der völkerrechtlichen Souveränität in der faktischen Anerkennung durch die Staatengemeinschaft liegt. Da der HS auch zwischen 1870 und 1929 diplomatische Beziehungen aufrechterhielt, behielt er demnach seine Souveränität. Seine Völkerrechtssubjektivität wurde durch die Lateranverträge also nicht geschaffen, sondern lediglich bekräftigt (Rotte 2014, 60–64). Der Staat der Vatikanstadt, mit einer Fläche von lediglich 44 Hektar, besitzt zwar ebenso eine eigene Völkerrechtspersönlichkeit, ist jedoch funktional und administrativ dem Heiligen Stuhl untergeordnet (Rotte 2014, 65). Ungeachtet seiner geringen Grö-

ße ist der Vatikanstaat in wenigen Anliegen international eigenständig vernetzt, etwa im Post- und Telekommunikationswesen (Lajolo 2005, 5).

Die Personalunion zwischen Heiligem Stuhl und Vatikanstaat besteht durch die rechtliche Bindung beider Institutionen an die Person des Papstes (Rotte 2014, 65). Trotz dieser Verbindung sind beide Institutionen völkerrechtlich klar zu trennen: Die Akkreditierung ausländischer Botschaften erfolgt explizit beim Heiligen Stuhl und nicht beim Staat der Vatikanstadt (Byrnes 2017, 8). Das Wiener Übereinkommen über diplomatische Beziehungen von 1961 bestätigt ausdrücklich diese diplomatische Sonderstellung des HS als eigenständiges, souveränes Völkerrechtssubjekt und erkennt seine umfassenden diplomatischen Rechte an. Der HS nutzt diese Position, um moralische und ethische Fragen auf globaler Ebene in diplomatische Diskussionen einzubringen und seine internationalen Beziehungen stetig auszubauen (Eterović 2023, 46–49; McEachern 2024, 534).

### **Ziele und Prinzipien**

Die Diplomatie des HS basiert auf der moralischen und spirituellen Autorität des Papstes und nicht auf wirtschaftlicher oder militärischer Macht (Lajolo 2005). Wie andere Akteure verfolgt der HS in bi- und multilateralen Beziehungen eigene Interessen, die jedoch moralischer und ethischer Natur sind, weshalb auch von einer „Diplomatie der Werte“ gesprochen werden kann (Eterović 2023, 49). Diese hat religiösen, universellen und humanitären Charakter (McEachern 2024, 542).

Die Evangelisierung, also die Verkündigung der christlichen Botschaft, bildet den Kernauftrag der Kirche und prägt somit auch die diplomatischen Bestrebungen des HS. Statt erzwungener Bekehrung setzt die Kirche heute auf nachhaltige Vermittlung christlicher Werte durch persönliches und soziales Engagement. Dieser missionarische Auftrag beeinflusst sowohl das Selbstverständnis als auch die konkreten Ziele der Diplomatie des HS (Rotte 2014, 128–131; Eterović 2023, 50–53).

Um diesen Auftrag zur Verkündigung des Evangeliums zu ermöglichen, ist das vorrangige Ziel

der Diplomatie des HS die weltweite Sicherung der Religionsfreiheit und der kirchlichen Autonomie, insbesondere durch Konkordate, die der Katholischen Kirche rechtliche Anerkennung, Organisationsfreiheit und Entfaltungsraum in vielen Staaten garantieren (Rotte 2014, 116–118). Die Erfüllung der universellen Mission der Kirche hat Priorität über anderen Zielen, auch wenn diese oft mit jener einhergehen (McEachern 2024, 542f).

Aus diesem Grund, aber auch zur Förderung von allgemeinen Menschenrechten, vor allem der Religionsfreiheit, setzt sich die Kirche für freundliche Beziehungen zwischen Staaten und insbesondere für den ökumenischen und den interreligiösen Dialog ein (Eterović 2023, 61, 69; McEachern 2024, 532). Trotz Offenheit für Kooperation und Einsatz für Menschenrechte sind der Katholischen Kirche in der Kooperation mit anderen Religionen durch ihren Universalitätsanspruch Grenzen gesetzt. Ein interreligiöser Dialog darf nicht zur Relativierung grundlegender Glaubensüberzeugungen führen, sondern bleibt an die unveränderlichen Prinzipien des Katholizismus gebunden (Rotte 2014, 129f).

Die Diplomatie des HS orientiert sich an der katholischen Soziallehre, die sich seit dem späten 19. Jahrhundert als Antwort auf soziale und wirtschaftliche Herausforderungen entwickelte. Ihre Grundlage ist die Würde des Menschen als Geschöpf Gottes („imago Dei“) mit unveräußerlichen Rechten und als soziales Wesen. Die Prinzipien der Soziallehre prägen die diplomatischen Bemühungen des HS inhaltlich, indem dieser soziale Gerechtigkeit, den Schutz der Schöpfung und eine ethisch fundierte Weltordnung fordert und sich gegen Ausbeutung ausspricht (Rotte 2014, 119–121).

Die päpstliche Diplomatie betont somit die Würde und Rechte des Menschen als ihr zentrales Anliegen. Dazu gehören das Recht auf Leben, Meinungs- und Religionsfreiheit sowie die Teilhabe am sozialen, kulturellen, wirtschaftlichen und politischen Leben. Sie fördert nicht nur allgemeine Prinzipien, sondern auch konkrete Maßnahmen zur Befriedigung der materiellen Bedürfnisse von Menschen. Zu diesem Zweck engagiert sich der HS aktiv in internationalen Konferenzen und hat zahl-

reiche Menschenrechtsabkommen unterzeichnet, etwa die Antifolterkonvention der UN (Lajolo 2005, 23f; McEachern 2024, 543f). Die humanitäre Ausrichtung seiner Diplomatie führt dazu, dass der HS sich für Katastrophenhilfe und Hilfe für Notleidende weltweit einsetzt, unabhängig der Religionszugehörigkeit. Ebenso engagiert sich die Kirche aus dieser Motivation heraus für Gerechtigkeit, Frieden und Entwicklungsförderung (McEachern 2024, 543).

Der Einsatz für die ganzheitlichen materiellen und geistlichen Bedürfnisse des Menschen ist nicht auf soziale und humanitäre Notstände begrenzt, sondern der HS spricht sich international auch zu Themen wie Kultur, Wirtschaft, Erziehung und vielen anderen aus (Eterović 2023, 53). Ein besonderes Anliegen ist dem HS die Bildung – immerhin werden weltweit über 67 Millionen Personen an katholischen Bildungseinrichtungen unterrichtet, von Kindergärten über Mittelschulen bis Universitäten (Eterović 2023, 57–61). Durch bilaterale und multilaterale Abkommen nimmt der HS diskret, aber nachhaltig Einfluss auf die akademische Bildung, etwa durch Beteiligung an UNESCO-Konferenzen und dem Bologna-Prozess. Sein Fokus liegt auf der Anerkennung und Autonomie katholischer Hochschulen, ohne jedoch eine einheitliche Hochschulpolitik zu verfolgen (Bechina 2020, 379f).

Ein weiteres zentrales Prinzip der Diplomatie des HS ist die Achtung des Völkerrechts und die Unterstützung multilateraler Diplomatie. Durch Einhaltung des Völkerrechts sollen Konflikte ohne Waffengewalt beigelegt werden. Der HS unterstützt multilaterale Diplomatie und die Vereinten Nationen, die auf dem Prinzip der souveränen Gleichheit und freundschaftlichen Beziehungen zwischen Nationen basieren. Ohne eine gemeinsame rechtliche Grundlage droht das „Recht des Stärkeren“ zu herrschen (Lajolo 2005, 26; McEachern 2024, 543f).

Der HS unterstützt Institutionen und Gruppen, die Demokratie und Dialog fördern, und kooperiert auch in schwierigen politischen Kontexten. Obwohl die Kirche kein bestimmtes Regierungssystem bevorzugt, sieht sie in der Demokratie Bürgerbeteiligung und Mitverantwortung gesichert

(Lajolo 2005, 25). Seit dem Zweiten Vatikanischen Konzil engagiert sich die Kirche verstärkt für Menschenrechte, Religionsfreiheit und politische Veränderungen, wodurch sie zu einer bedeutenden Kraft für Demokratisierung geworden ist (Troy 2008, 69).

Neben dem religiösen Aspekt und den weiteren bisher genannten Zielen kirchlicher Diplomatie gilt das wohl wichtigste Anliegen des HS der Bewahrung des Friedens und der friedlichen Konfliktlösung. Die Kirche lehnt Krieg als Mittel der Politik ab und hat zentrale Abrüstungsverträge unterzeichnet, darunter jene zur Nichtverbreitung von Atomwaffen und zum Verbot chemischer Waffen (Lajolo 2005, 24f; McEachern 2024, 543f). In der internationalen Politik sieht sich der HS selbst als „Gewissen der Welt“, und durch seine ethische und moralische Positionierung mahnt er unermüdlich für den Frieden (Rotte 2014, 121f).

Der HS verfolgt einen umfassenden, positiven Friedensbegriff, der über die bloße Abwesenheit von Krieg und ein Kräftegleichgewicht zwischen Staaten hinausgeht. Frieden basiert für ihn auf Gerechtigkeit, ethischer Ordnung und menschlicher Würde. Der HS betont Kommunikation, Dialog und Vermittlung als zentrale Mittel der Konfliktlösung. Die katholische Friedensvorstellung steht damit modernen friedenswissenschaftlichen Ansätzen nahe, die möglichst gewaltlose Konfliktbewältigungsstrategien fordern. Päpstliche Friedenspolitik verfolgt einen multiperspektivischen Ansatz: politische und diplomatische Initiativen zur Konfliktvermeidung, rechtliche und institutionelle Maßnahmen zur Sicherung von Frieden sowie Bildungsprogramme zur langfristigen Etablierung einer friedensorientierten Gesellschaft. Zur Friedensschaffung agiert der HS vielerorts als Mediator zwischen Konfliktparteien (Smock 2001; Rotte 2014, 122).

Nach katholischer Lehre ist Gewaltanwendung nur in Ausnahmefällen legitim, etwa zur Selbstverteidigung oder zum Beistand eines angegriffenen Verbündeten (Rotte 2014, 123–128; Kelly 2023, 686f). In den letzten Jahrzehnten hat die Kirche von dem Argument eines gerechten Krieges immer mehr Abstand genommen und Gewaltanwendung nur noch zur Verteidigung von Unschuldigen

gen in humanitären Krisen befürwortet (Smock 2001, 5; Eterović 2023, 120). Die Kirche sieht Sanktionen als Zwangsmittel und vermeintliche Alternative zu Krieg gleichfalls kritisch, da sie die Zivilbevölkerungen, wie etwa im Irak und in Kuba, schwer treffen (Smock 2001, 5).

Die Spannung zwischen legitimer Selbstverteidigung und Gewaltlosigkeit wird besonders mit Blick auf den Ukraine-Krieg deutlich: Während Papst Franziskus die Invasion als Aggression bezeichnete, vermied er es, Russland oder Putin explizit zu benennen. Die katholische Sozialethik ringt um die Balance zwischen moralischer Klarheit und diplomatischer Neutralität. Der HS erkennt das Recht der Ukraine auf Selbstverteidigung an, warnt jedoch vor militärischer Aufrüstung. Der Ukraine-Krieg zwingt die Kirche, ihre Haltung zu gerechtem Krieg und Gewaltlosigkeit zu überdenken, wenn sie ihre moralische Autorität wahren und als neutrale Vermittlerin agieren will (Smytsnyuk 2023, 5f).

### **Der Heilige Stuhl in der internationalen Ordnung**

In der Politikwissenschaft und besonders auf dem Feld der internationalen Beziehungen wurde Religion lange Zeit kaum berücksichtigt, da sie unter dem Einfluss der säkularen, westlich geprägten Wissenschaft oft nur als Bestandteil von Kultur angesehen wurde (Troy 2008, 66). Diese Marginalisierung religiöser Aspekte führte dazu, dass Religion in vielen politikwissenschaftlichen Analysen keine eigenständige Rolle spielte. Dabei zeigt sich in der Praxis, dass Religion auf allen Ebenen der internationalen Politik präsent ist: Sie findet sich in internationalen Erklärungen, beeinflusst zwischenstaatliche Konflikte, spielt eine Rolle in außenpolitischen Debatten und prägt die Entscheidungen einzelner Akteure. Nicht zuletzt zeigen religiös motivierte Terroranschläge, allen voran 9/11, die ungebrochene Relevanz von Religion für die internationale Ordnung (Troy 2012, 94f). Religion ist somit ein relevanter, wenn auch lange unterschätzter Faktor in der Analyse internationaler Beziehungen (McLarren und Stahl 2020, 191f).

Einen Weg, um Religion in die Untersuchung der internationalen Beziehungen einzubeziehen, bietet die sogenannte „English School“ (folgend ES), die eine „via media“ zwischen politikwissenschaftlichem Realismus und Idealismus verfolgt (Troy 2012, 86, 88). Die ES ist keine abgeschlossene Theorie, sondern ein sich weiterentwickelndes Forschungsnetzwerk, das sich durch methodologischen Pluralismus, historische Tiefe und einen normativen Zugang auszeichnet (Buzan 2001, 471f; Dunne 2008, 367f). Ihr theoretischer Rahmen hat eine dreiteilige Struktur, die auf Martin Wight und Hedley Bull zurückgeht. Wight identifizierte drei große Traditionslinien der internationalen Theorie: den Realismus, den Rationalismus und den Revolutionismus, die jeweils zentrale Grundbedingungen der internationalen Politik betonen (Wight 1991). Auf Basis dieser drei, in der Realität stets miteinander verflochtenen, Denkrichtungen entwickelte Bull ein analytisches Modell mit drei entsprechenden Ebenen internationaler Ordnung (Buzan 2001, 473f; Dunne 2008, 368f; Albert und Müller 2015, 2f):

**Realismus:** betont Machtpolitik, Anarchie der internationalen Ordnung und Selbsterhaltung; inspiriert durch Hobbes.

**Rationalismus:** hebt Regeln, Institutionen und gemeinsame Werte hervor; inspiriert durch Grotius.

**Revolutionismus:** verfolgt eine kosmopolitische Vision universeller moralischer Ordnung; inspiriert durch Kant.

Aufbauend auf diesen drei Traditionen ergeben sich drei Zugänge zur bzw. Ebenen der internationalen Politik (Albert und Müller 2015, 4f):

**Internationales System:** Staaten interagieren aufgrund wechselseitiger Abhängigkeit, aber primär aus Eigeninteresse.

**Internationale Gesellschaft:** Staaten erkennen gemeinsame Normen und Institutionen an, etwa Souveränität oder Diplomatie.

**Weltgesellschaft:** Individuen, nicht-staatliche Akteure und die Menschheit als Ganze werden Träger normativer Ordnung.

Die zentrale Annahme der ES ist, dass in der internationalen Politik alle drei Ebenen gleichzeitig wirksam sind, wenn auch in historisch variierender Ausprägung. Die Analyse ihrer Wechselwirkung ermöglicht eine differenzierte Betrachtung internationaler Ordnung (Albert und Müller 2015, 3f). Wenn in der ES anfangs die Ebene der internationalen Gesellschaft betont wurde, gerät in der aktuellen Debatte die Weltgesellschaft stärker in den Fokus (McLarren und Stahl 2020, 193f).

Was nun die Sicht auf die internationale Gesellschaft betrifft, gibt es in der ES zwei Strömungen, zwischen denen eine Spannung herrscht: jene des Pluralismus auf der einen und des Solidarismus auf der anderen Seite. Erstere betont staatliche Souveränität, Nichtintervention und normative Vielfalt, letztere gemeinsame moralische Werte und ethische Verpflichtungen, was auch humanitäre Intervention auf Kosten staatlicher Souveränität im Namen des Gemeinwohls legitimieren würde (Troy 2012, 90f).

Es gibt mehrere Ansätze, um Religion in das theoretische Netzwerk der ES einzugliedern. Frühe Denker der ES sahen Religion aufgrund ihres Einflusses auf moralische und kulturelle Normen als Basis für eine funktionierende internationale Gesellschaft (Rozario 2024, 75f). Religiöse Ideen und Praktiken können zudem als integratives Element verschiedener Ebenen der internationalen Ordnung dienen. So werden Individuen in eine globale Gemeinschaft eingebunden und verbinden Gesellschaften national und international ebenso wie Staaten in ein globales Gemeinwesen (Pabst 2012, 1010).

Weiters nimmt die ES in ihren Analysen auch politische Führungspersönlichkeiten und Entscheidungsträger in den Blick, mithin eine globale Elite, die das Ziel der Etablierung gemeinsamer Verhaltensregeln (etwa das Völkerrecht) und internationaler Institutionen verfolgt. Wegen ihres erheblichen innen- und weltpolitischen Einflusses können auch manche religiöse Führungspersonen zu dieser globalen Elite gezählt werden (Troy 2012, 91f) –

allen voran der Papst. Dies lässt sich unter anderem daran ablesen, dass der Papst eine der meist-gefolgten Führungspersönlichkeiten auf X (vormals Twitter) ist (Franco 2020, 25f).

In der internationalen Gesellschaft spielen sogenannte hybride Akteure eine immer größere Rolle – darunter auch der HS. Hybride Akteure agieren gleichzeitig diplomatisch und öffentlich, international und transnational, politisch und religiös, verfolgen universelle Ziele und Werte und bilden eine Brücke zwischen den drei Ebenen des Individuums, des Staates und der internationalen Ebene. Durch ihr transnationales Auftreten einerseits und ihr staatliches Auftreten andererseits können solche hybriden Akteure nicht nur Institutionen mitgestalten, sondern sogar einen Wandel von einer Gesellschaftsform zu einer anderen bewirken – von einer internationalen Gesellschaft zu einer Weltgesellschaft (McLarren und Stahl 2020, 192f; Rozario 2024, 75f).

Ein weiterer Ansatz der ES zur Einbeziehung von Religion fokussiert auf die Positionierung religiöser Akteure, etwa der Katholischen Kirche, in der Pluralismus/Solidarismus-Debatte (Rozario 2024, 76f). Für den HS lassen sich sowohl pluralistische als auch solidarische Perspektiven ausmachen. Das kirchliche Prinzip der Solidarität als moralisches Grundanliegen kann als „Solidarismus“ im Sinn der ES interpretiert werden, was sich etwa in der kirchlichen Diplomatie mittels internationaler Kooperation, Überzeugung ohne militärische Zwecke und basierend auf moralischen Prinzipien zeigt (Troy 2018, 522f). Ebenso hat sich die internationale Gesellschaft in den vergangenen Jahren durch eine stärkere Betonung der individuellen Verantwortung, der Rolle von nicht-staatlichen Akteuren und einem Wandel diplomatischer Praktiken (etwa durch digitale Diplomatie) stärker einem solidarischen Standpunkt angenähert. Dies kommt religiösen Akteuren und damit auch dem HS mit seinem einzigartigen völkerrechtlichen Status zugute. Weiters überschneiden sich die Prinzipien des Solidarismus mit den Kernüberzeugungen der Kirche, etwa Menschenrechte, Entwicklung, Umweltschutz und Frieden (Diez 2017, 14f). Andererseits lässt sich das Auftreten des HS in der internationalen Ordnung auch pluralistisch betrachten. So ist das diplomatische Auftreten des HS stark institu-

tionalisiert, etwa durch das Entsenden von Diplomaten (Troy 2018, 522f). Desgleichen vertritt der HS einen Pluralismus realistischer und idealistischer Standpunkte. Er ist sich der Notwendigkeit von Macht in der internationalen Ordnung bewusst, spricht sich aber auch im Sinne moralischer Überzeugungen und Ideale für eine bessere Welt aus (Troy 2008, 70f). Pluralistische Tendenzen zeigen sich auch darin, dass der HS in der Gemeinschaft der Staaten ebenbürtig auftritt. Er ist diplomatisch aktiv, durch den Papst und seine absolutistische Wahlmonarchie Souverän eines Territoriums und als Bischof von Rom Oberhaupt einer transnationalen Kirche (Barbato 2013, 33f).

Die Katholische Kirche – und somit der Heilige Stuhl – lässt sich also im Sinne der English School als Bindeglied zwischen internationaler Gesellschaft und Weltgesellschaft verstehen. Einerseits ist der HS ein völkerrechtlich anerkannter Akteur auf staatlicher Ebene und somit Teil der internationalen Gesellschaft, die er durch seine Teilnahme an internationalen Organisationen, etwa den Vereinten Nationen, und durch sein moralisches Auftreten prägt. Andererseits ist die primäre Aufgabe des HS, im Sinne der Kirche als Gemeinschaft der Gläubigen zu agieren, an der er Teil hat. Auf diese Weise lässt er sich in der Weltgesellschaft lokalisieren (Troy 2022, 9–11).

### Fazit

Abschließend bleibt festzuhalten: Der Heilige Stuhl ist ein unterschätzter, aber einflussreicher Akteur in der internationalen Diplomatie, der oft im Hintergrund, jedoch mit globaler Reichweite wirkt. Als Brückenbauer zwischen Staaten und Kulturen nutzt er seine einzigartige völkerrechtliche Stellung, um moralische Impulse zu setzen – sei es in Friedensverhandlungen, humanitären Krisen oder ethischen Debatten. Wie der Heilige Stuhl seine Stellung zukünftig nutzt, wird maßgeblich von der Richtung abhängen, die Papst Leo XIV. als „Pontifex Maximus“ einschlägt.

### Literaturverzeichnis

Albert, M., & Müller, T. (2015). Die Englische Schule in den Internationalen Beziehungen. In C. Masala & F. Sauer (Hrsg.), *Handbuch Internationale Beziehungen* (S. 1–19). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Barbato, M. (2013). A state, a diplomat, and a transnational church: The multi-layered actorness of the Holy See. *Perspectives: Review of International Affairs*, 2, 27–48.

Bechina, F. (2020). Zur Möglichkeit einer Hochschulpolitik des Heiligen Stuhls im Rahmen der päpstlichen Diplomatie: Nach-Fragen zum Beitrag von Melanie Rosenbaum. *Archivum historiae pontificiae*, 54, 377–406.

Buzan, B. (2001). The English School: An under-exploited resource in IR. *Review of International Studies*, 27(3), 471–488.

Dunne, T. (2008). The English School. In C. Reus-Smit & D. Snidal (Hrsg.), *The Oxford handbook of international relations* (S. 267–285). Oxford University Press.

Eterović, N. (2023). *Die leise Macht: Die Diplomatie des Heiligen Stuhls*. Herder.

Franco, C. de. (2020). Papal diplomacy and the rise of @pontifex. In M. Barbato (Hrsg.), *The pope, the public, and international relations* (S. 25–43). Springer.

Germelmann, F. (2009). Heiliger Stuhl und Vatikanstaat in der internationalen Gemeinschaft: Völkerrechtliche Praxis und interne Beziehungen. *Archiv des Völkerrechts*, 47(2), 147–176.

Lajolo, G. (2005). *Nature & function of papal diplomacy*. Institute of Southeast Asian Studies.

McEachern, J. O. (2024). The Holy See's diplomacy: Scope, methods, actors, and goals. *Jurist*, 80(2), 527–569.

Pabst, A. (2012). The secularism of post-secularity: Religion, realism, and the revival of grand theory in IR. *Review of International Studies*, 38(5), 995–1017.

Rotte, R. (2014). *Die Außen- und Friedenspolitik des Heiligen Stuhls*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Rozario, M. (2024). Theorizing Catholicism in international relations: An English School framework. *The Review of Faith & International Affairs*, 22(1), 75–86.

Smock, D. R. (2001). *Catholic contributions to international peace*. United States Institute of Peace.

Troy, J. (2008). The Catholic Church: An underestimated and necessary actor in international affairs. *Georgetown Journal of International Affairs*, 9(1), 65–73.

Troy, J. (2012). *Christian approaches to international affairs*. Palgrave Macmillan.

Troy, J. (2018). 'The pope's own hand outstretched': Holy See diplomacy as a hybrid mode of diplomatic agency. *British Journal of Politics and International Relations*, 20(3), 521–539.

Troy, J. (2022). Intermediation between international society and world society: The pope and the UN Secretary-General on "the figure of the refugee." *International Studies Review*, 24(3), Artikel viac044.

---

**SIMEON RYCKEMBUSCH** absolviert nach einem Aufenthalt an der Sorbonne derzeit das letzte Jahr seines Studiums der Humanmedizin. Parallel schloss der begeisterte Berg- und Radsportler einen Bachelor der Politikwissenschaft an der Universität Innsbruck ab. Diese ungewöhnliche Kombination ergibt sich aus einem ausgeprägten Interesse an Gesundheitspolitik und Public Health, das bereits in einem zweifachen Young-Professional-Stipendium für das Austrian Health Forum gipfelte. Darüber hinaus setzte sich Simeon im Zuge seines Zweitstudiums intensiv mit dem Wechselspiel zwischen Politik und Religion auseinander und teilte seine Erkenntnisse in mehreren Vorträgen mit den Innsbrucker Geförderten. Motiviert durch ein persönliches Treffen mit Papst Franziskus verfasste er schließlich seine Abschlussarbeit über die Diplomatie des Heiligen Stuhls im 21. Jahrhundert. Simeon Ryckembusch ist seit 2023 PRO SCIENTIA Stipendiat.

---

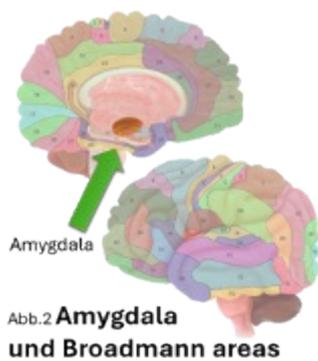
Rita Hansl, Wien

# Gehirnverbindungen

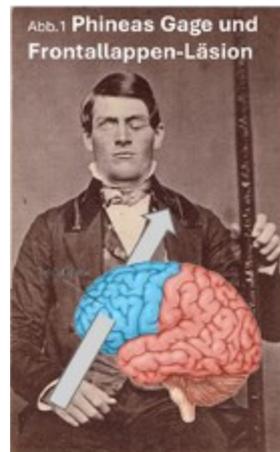
## Die Brücke von Verortung zu Vernetzung

Bei einem Arbeitsunfall durchbohrte am 13. September 1848 eine Metallstange den vorderen Teil des Schädels von Phineas Gage. Was nach dem tragischen Ende eines jungen Lebens klingt, beschreibt einen der ersten Meilensteine der kognitiven Neurowissenschaften. Denn die dramatische Verletzung bescherte Gage weder den Tod noch andere deutliche körperliche oder kognitive Einschränkungen. Jedoch wurde der einst verlässliche, gesellige und ruhige Arbeiter laut seines Bekanntenkreises zu einem zunehmend impulsiven, ungehemmten und aufbrausenden Menschen. Die Schlussfolgerung der Neurowissenschaft: Der beschädigte Frontallappen muss für die Verhaltenskontrolle verantwortlich sein (Teles, 2020).

Dank zahlreicher technischer Entwicklungen kann die Funktionsweise des komplexesten menschlichen Organs heute nicht mehr nur durch Gehirnverletzungen erschlossen werden. Stattdessen verwendet die Gehirnforschung zahlreiche ausgereifte Methoden, von Tiermodellen und Genmanipulation über elektronische Gehirnstrommessungen (EEG) bis hin zu bildgebende Verfahren mittels Magnetfeldern (MRT) oder Infrarot (NIRS) (Pinti et al., 2020; Ward, 2019). In einer ersten Phase führte die Erforschung von Gehirnfunktionen zur immer weiteren Unterteilung des Gehirns in viele vermeintlich spezialisierte Einzelteile. Ein Beispiel dafür ist die weitbekannte Amygdala („Mandel“ wegen der Form und Größe) – das sogenannte



„Angstzentrum“. Obwohl ihre wichtige Rolle für Angstkonditionierung in vielen Versuchen reproduziert wurde, ist die Amygdala auch in zahlreiche andere emotionale und kognitive Prozessen involviert – nach dem Motto: „Klein, aber oho!“ Ein Grund für ihre vielseitige Einbindung könnte vor allem ihre zentrale Lage und starke Vernetzung sein. Demnach wäre ihre Relevanz nicht nur durch Spezialisierung, sondern auch durch ihre Zusammenarbeit mit anderen Strukturen begründet (Bzdok et al., 2013).



Die Erkenntnis, dass Gehirnregionen nicht nur für einen einzigen Prozess verantwortlich sind und oftmals im Einklang mit weiteren Regionen arbeiten, hat in der neurowissenschaftlichen Forschung zu einem Paradigmenwechsel von Zerteilung des Gehirns („parcellation“) hin zu Netzwerkforschung geführt. Wie auch in menschlichen Netzwerken scheint im Gehirn der Grundsatz „Teamwork makes the dream work“ zu gelten – die bisher definierten Regionen (z.B. Brodmann areas – Unterteilung in Abb.2 farblich markiert) können zwar verschiedene Dinge unterschiedlich gut, müssen aber zusammenarbeiten, um die komplexen Aufgaben unseres Alltags erfolgreich zu lösen. Der neue Fokus hat gezeigt, dass bestimmte Netzwerke in jeweils spezialisierten Bereichen wiederholt nachgewiesen werden können. So gibt es zum Beispiel das „Default mode network“ („Ruhezustandsnetzwerk“), welches beim

Tagträumen und internalisiertem Denken aktiv ist – vermutlich um vorangegangene Erfahrungen und Input zu verarbeiten und einzuordnen. Es setzt sich unter anderem aus folgenden Regionen zusammen (S. Wang et al., 2020):

**Precuneus:** Erinnerungsabruf und Verarbeitung sozialer Informationen

**Mittlerer Präfrontaler Kortex:** Emotionsregulation und Selbstkontrolle (bei Phineas Gage beschädigt)

**Seitlicher Parietallappen:** Orientierung und Aufmerksamkeit

**Unterer Temporallappen:** Objekt-Erkennung und Erinnerung

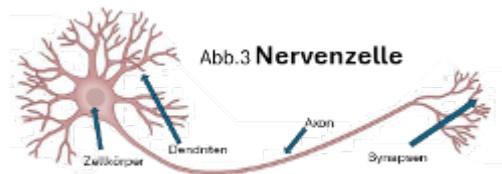
**Parahippocampus:** Kodierung von Erinnerungen und räumliche Orientierung

**Frontalpol:** höhere kognitive Funktionen wie Planung und Entscheidungsfindung

Ein anderes Netzwerk wäre zum Beispiel das sogenannte Saliens Netzwerk. Es ist nach dem lateinischen Wort *salire* für „hervorspringen“ im Sinn von „auffallen“ oder „Aufsehen erregen“ benannt. Dieses Netzwerk ist vor allem bei akutem Bedarf nach Wachsamkeit, Aufmerksamkeit und Handeln aktiv. Die verbundenen Gehirnregionen sind also dafür verantwortlich, dass wir Relevantes von weniger Relevantem unterscheiden und auf Wichtiges schnell und adäquat reagieren.

Dieser neue neurowissenschaftliche Ansatz lehnt sich die Logik der Graphentheorie, eines Teilbereichs der Mathematik bzw. der theoretischen Informatik. Dabei werden Netzwerke durch „Knoten“ (= Punkte/Einzelteile) und deren Verbindungen (= „Kanten“) beschrieben. Die Qualität eines Netzwerks kann dann durch seine Effizienz, die Anzahl, Stärke und Richtung der Verbindungen sowie die Relevanz von spezialisierteren Sub-Gruppen dargestellt werden. Auch die Rolle von einzelnen Knoten kann anhand von ihren Verbindungen und ihre Lage innerhalb des Netzwerks beschrieben werden. In den Neurowissenschaften bilden Gehirnareale die „Knoten“ der Netzwerke (Bullmore & Sporns, 2009, 2012).

Damit diese Netzwerke aber gut zusammenarbeiten können und die Kommunikation zwischen den Arealen erfolgreich funktioniert, braucht es zu den Knoten auch noch physische „Verbindungen“. Nervenzellen (Neuronen) kommunizieren über elektrische Impulse. Diese werden über Nervenbahnen („Axone“) vom Zellkern der sendenden an die empfangenden Zellen übertragen. Axone verlaufen wie Kabel zwischen Nervenzellen und vernetzen das Nervensystem des gesamten Körpers.



Wie auch in einem Straßennetz werden die Verbindungen, die oft genutzt werden, ausgebaut und so zu dicken Nervensträngen, während seltener genutzte Bahnen dünner bleiben (Jeurissen et al., 2019). Auf der Annahme dieses Prinzips beruht die Forschung an strukturellen Gehirnverbindungen oder Maßen – ein wachsendes Teilgebiet der kognitiven Neurowissenschaften (Ward, 2019). Angeführt wird dieser Bereich von Initiativen wie dem Human Connectome Project, das strukturelle Gehirndaten von tausenden Personen zusammenträgt. Die verbundenen Studien verfolgen das Ziel, den feingliedrigen Aufbau des gesamten Gehirns mit seinen 86Mrd Neuronen und deren Vernetzung zu modellieren, um den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion zu verstehen (*Connectome - Homepage*, n.d.).

Ein wesentlicher Vorteil von strukturellen Maßen ist, dass sie zeitlich stabiler sind als funktionale Maße (i.e. Gehirnaktivität) (Forkel et al., 2022). Die Hoffnung der Forschung ist daher, kognitive Fähigkeiten (z.B. Empathiefähigkeit) wie auch Defizite durch strukturelle Maße vorherzusagen. Auf diese Weise wurden schon zahlreiche Assoziationen festgestellt (z.B. Wang et al., 2018). Zum einen korrelieren Messwerte von kognitiven Fähigkeiten mit Eigenschaften von strukturellen Maßen. Zum anderen bestehen systematische Unterschiede in der Gehirnstruktur zwischen klinischen Populationen und gesunden Kontrollgruppen. Diese signi-

fikanten Zusammenhänge bieten eine wertvolle Grundlage für die Entwicklung neuer Behandlungsmethoden und gezielter Interventionen (Forkel et al., 2022).

Ein Beispiel dafür sind eine wachsende Anzahl an Studien, die systematische Unterschiede in strukturellen Gehirnverbindungen zwischen Personen mit und ohne autistischen Verhaltenszügen aufzeigen (Li et al., 2022; Zhang et al., 2023). Die Verortung dieser Unterschiede erlaubt nicht nur Einblicke in die Funktion und Rolle der implizierten Regionen und Verbindungen. Verlässlich identifizierbare Unterschiede in Gehirnschans könnten auch als biologischer Marker von Defiziten verwendet werden. Das würde nicht nur verlässlichere Diagnosen von Defiziten und Störungen, sondern auch Prognosen für mögliche Folgen von Gehirnschädigungen liefern.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass unser Gehirn zwar aus vielen spezialisierten Arealen besteht, diese aber zusammenarbeiten müssen, um unsere komplexen Alltagsaufgaben zu bestreiten. Strukturelle Verbindungen durch Axone in Nervensträngen bilden dabei die Brücke zwischen entlegenen und nahen Einzelteilen dieser Netzwerke. Je komplexer die kognitive Aufgabe, desto mehr Regionen werden im Netzwerk verbunden (Alcalá-López et al., 2018). Eine der komplexesten Aufgaben ist die soziale Interaktion: Sie bedarf der Sprache, Erinnerung, Wahrnehmung, Emotionserkennung und -regulation sowie der Planung und Aufmerksamkeit. Diese Komplexität bedingt die Ein- und Verbindung vieler Gehirnareale, was die Fähigkeit aber zugleich auch fragil macht. Forschung im Bereich der sozialen Netzwerk-Neurowissenschaften vermutet, dass soziale Funktionen deshalb in sehr vielen psychischen (Depression, Schizophrenie, Autismus) und neurologischen Erkrankungen (Demenz, Gehirntumore und -verletzungen, Gendefekte) beeinträchtigt sind.

Auch unser anfangs genannter Protagonist Phineas Gage wurde durch die Zerstörung oder Abtrennung eines wichtigen Knotens zum Opfer dieser Fragilität. Wie so oft scheint unsere Natur ein funktionierendes Muster beizubehalten: Strukturelle Verbindung diverser Teile im Gehirn ist Grund-

lage für soziale Verbindung im menschlichen Zusammenleben, was wiederum die Basis für das Funktionieren einer gesunden Gesellschaft bildet.

## Literaturverzeichnis

Alcalá-López, D., Smallwood, J., Jefferies, E., Van Overwalle, F., Voegeley, K., Mars, R. B., Turetsky, B. I., Laird, A. R., Fox, P. T., Eickhoff, S. B., & Bzdok, D. (2018). Computing the Social Brain Connectome Across Systems and States. *Cerebral Cortex*, *28*(7), 2207–2232. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx121>

Bullmore, E., & Sporns, O. (2009). Complex brain networks: Graph theoretical analysis of structural and functional systems. *Nature Reviews Neuroscience*, *10*(3), 186–198. <https://doi.org/10.1038/nrn2575>

Bullmore, E., & Sporns, O. (2012). The economy of brain network organization. *Nature Reviews Neuroscience*, *13*(5), 336–349. <https://doi.org/10.1038/nrn3214>

Bzdok, D., Laird, A., Zilles, K., Fox, P., & Eickhoff, S. (2013). An Investigation of the Structural, Connectional, and Functional Subspecialization in the Human Amygdala. *HUMAN BRAIN MAPPING*, *34*(12), 3247–3266. <https://doi.org/10.1002/hbm.22138>

*Connectome—Homepage*. (n.d.). Retrieved July 4, 2025, from <https://www.humanconnectome.org/>

Forkel, S. J., Friedrich, P., Thiebaut de Schotten, M., & Howells, H. (2022). White matter variability, cognition, and disorders: A systematic review. *Brain Structure & Function*, *227*(2), 529–544. <https://doi.org/10.1007/s00429-021-02382-w>

Jeurissen, B., Descoteaux, M., Mori, S., & Leemans, A. (2019). Diffusion MRI fiber tractography of the brain. *NMR in Biomedicine*, *32*(4), e3785. <https://doi.org/10.1002/nbm.3785>

Li, M., Wang, Y., Tachibana, M., Rahman, S., & Kagitani-Shimono, K. (2022). Atypical structural connectivity of language networks in autism spectrum disorder: A meta-analysis of diffusion tensor imaging studies. *Autism Research*, *15*(9), 1585–1602. <https://doi.org/10.1002/aur.2789>

Pinti, P., Tachtsidis, I., Hamilton, A., Hirsch, J., Aichelburg, C., Gilbert, S., & Burgess, P. W. (2020). The present and future use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for cognitive neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1464(1), 5–29.

<https://doi.org/10.1111/nyas.13948>

Teles, R. V. (2020). Phineas Gage's great legacy. *Dementia & Neuropsychologia*, 14(4), 419–421. <https://doi.org/10.1590/1980-57642020dn14-040013>

Wang, S., Tefler, L. J., Taren, A. A., & Smith, D. V. (2020). Functional parcellation of the default mode network: A large-scale meta-analysis. *Scientific Reports*, 10(1), 16096. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72317-8>

Wang, Y., Metoki, A., Alm, K. H., & Olson, I. R. (2018). White matter pathways and social cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 90, 350–370. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.04.015>

Ward, J. (2019). *The Student's Guide to Cognitive Neuroscience* (4th edition). Taylor & Francis Ltd.

Zhang, K., Fu, Z., Lai, Q., Zhao, Y., Liu, J., & Cao, Q. (2023). The shared white matter developmental trajectory anomalies of attention-deficit/hyperactivity disorder and autism spectrum disorders: A meta-analysis of diffusion tensor imaging studies. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 124, 110731. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2023.110731>

Die Oberösterreicherin **RITA HANSL** ist Psychologin und PhD-Studentin im Bereich der sozialen Neurowissenschaften. Nach einem FSJ in der Jugendfürsorge in Medellín, Kolumbien, hat ihr erstes Bachelorstudium am Amsterdam University College ihr Interesse am Funktionieren des menschlichen Gehirns geweckt. Der Berufswunsch „klinische Psychologin“ führte sie wieder zurück nach Österreich, wo sie an der Universität Wien das Bachelor- und Masterstudium der Psychologie absolvierte. Vor allem das forschungsorientierte Masterprogramm und die andauernde wissenschaftliche Mitarbeit in der pädiatrischen Neuroonkologie and der MedUni Wien lenkten Ihren professionellen Fokus zurück in die neurowissenschaftliche Forschung, wo sie seit Juni 2024 in einem ERC-Projekt die neuronalen Netzwerke der Empathie und der Perspektivenübernahme erforscht. Rita Hansl ist seit 2023 PRO SCIENTIA Stipendiatin.

---

# Magdalena Weber, Salzburg

## **Building Mental Bridges**

### Coping with Cognitive Dissonance

#### **Definition of Cognitive Dissonance**

Cognitive dissonance, a foundational concept in social psychology, was first introduced by Leon Festinger in 1957. It refers to the psychological discomfort experienced when a person holds two or more conflicting beliefs, attitudes, or behaviors (Festinger, 1957). This inner tension can disrupt one's sense of coherence and might spark a motivational drive to reduce the experienced inconsistency (Festinger, 1962). Individuals typically seek consonance—a state of harmony—and therefore reduce dissonance by, for example, adjusting their beliefs and attitudes, rationalizing their behavior, trivializing the conflict, or seeking out information that supports their current views (Aronson, 1969; Harmon-Jones & Mills, 1999).

To better illustrate this internal process, one might conceptualize the mind as building “mental bridges”—a metaphor introduced here to describe the symbolic and cognitive strategies individuals use to connect conflicting thoughts. These “bridges” represent the internal work of meaning-making: the subjective reasoning, reinterpretation, or reframing that allows someone to preserve a coherent self-image despite of contradiction. For instance, an individual who values honesty but tells a lie may justify it as a necessary act of kindness, thus “bridging” the gap between behavior and belief.

These “mental bridges” are not always constructed consciously or logically. They often rely on cognitive biases, such as selective memory, to maintain a coherent sense of self (Gawronski & Strack, 2012). Ultimately, the theory of cognitive dissonance—including the mental tools we use to navigate it—provides insight into how people

preserve stability in their worldview and emotional well-being.

#### **How We Bridge Contradictions**

##### **The Nature of Dissonance**

Beyond its cognitive roots, dissonance also manifests as an affective and physiological response. Research has shown that dissonant states are often accompanied by heightened autonomic arousal, such as an increased heart rate (Croyle & Cooper, 1983; Harmon-Jones et al., 2008). These physiological markers support the idea that dissonance functions like a stressor, triggering emotional discomfort that motivates some kind of resolution.

On an emotional level, dissonance can evoke feelings of guilt, shame, anxiety, or regret (Elliot & Devine, 1994). For example, when individuals behave in a way that contradicts their moral values, the resulting dissonance can challenge their moral identity, leading to emotional strain.

##### **Typical Coping Mechanisms**

When individuals experience cognitive dissonance, they are motivated to reduce the psychological discomfort it creates. According to Festinger (1957), this need can be satisfied by applying cognitive strategies aimed at restoring internal consistency. These mechanisms are not just theoretical but can also be seen in everyday life:

One common approach is changing one's attitudes to match the behavior. For example, someone who eats meat but cares about animals might reduce dissonance by adjusting their

beliefs, so for instance, by taking the stance that eating ethically sourced meat is acceptable. This strategy shifts internal values to align with external actions.

Another widely used method is adding consonant cognitions—introducing new beliefs that justify or support the behavior. A student who procrastinates may reassure themselves by thinking, “I work best under pressure”, even if their actions do not align with this belief. Such cognitions help them feel better about their behavior, easing the tension without actually having to change the behavior.

Avoiding dissonant information through selective exposure is also a key mechanism. People, for example, tend to seek out media and conversations that reinforce their existing beliefs while ignoring or dismissing opposing ideas that would challenge their views (Hart et al., 2009). For instance, someone skeptical about climate change may only follow sources that downplay environmental threats, thereby shielding themselves from conflicting information.

The mentioned coping strategies tend to be subtle and often unconscious. As Steele (1988) noted, reducing dissonance is not always about accuracy or truth, but more about maintaining a coherent and competent sense of self.

### **A Classic Example: Smoking Despite Knowing the Risks**

One of the most frequently studied real-life examples of cognitive dissonance involves smoking. A smoker who is fully aware of the well-documented health risks—including cancer, heart disease, and shortened life expectancy—yet continues to smoke, experiences a psychological conflict between knowledge and actions (Festinger, 1957). This contradiction leads to cognitive dissonance motivating the smoker to reduce discomfort through coping strategies.

Trivialization is a common response: the smoker may downplay the severity or likelihood of harm with thoughts like, “Not everyone who smokes gets sick,” or “My grandfather smoked and lived

to 90.” Such reasoning reduces the perceived inconsistency without requiring behavioral change (McMaster & Lee, 1991).

Denial is another powerful mechanism. Smokers may question the scientific evidence, suggesting that studies are exaggerated, biased, or influenced by political or business interests. This allows them to maintain their behavior while preserving their belief in being health-conscious.

Self-justification is perhaps the most nuanced strategy. A smoker may argue that the habit of smoking has advantages—such as stress relief, cognitive focus, or social bonding—thereby reframing the behavior as necessary or important (Gibbons et al., 1997). In such cases, dissonance is reduced by modifying the perceived meaning of the behavior itself.

### **Cognitive Adjustment as a Process of Mental Bridge-Building**

#### **Unconscious and Conscious Dissonance Reduction**

Dissonance reduction is not always an active or intentional process. Unconscious mechanisms often initiate changes that alleviate cognitive conflict without deliberate consideration. Elliot and Devine (1994) conceptualize dissonance as a “negative intrapersonal state” that functions similarly to a stress signal, automatically leading to cognitive shifts aimed at restoring consonance.

For instance, when new information challenges existing beliefs, individuals may unconsciously filter out or reframe deviations. This early-stage processing results in incipient “mental bridges”—automatic reframings that resolve conflict before it reaches conscious awareness.

In contrast, conscious strategies involve recognizing the dissonance and intentional efforts to resolve it. This form of reflective “bridge-building” facilitates deeper cognitive restructuring and fosters learning and integration. Conscious dissonance reduction is typically more effortful, but it supports long-term cognitive changes (Harmon-Jones & Mills, 2019).

### **Cognitive Restructuring**

A structured and conscious “bridge-building” technique is cognitive restructuring, a core component of Cognitive Behavioral Therapy (CBT) developed by Beck (1979). Rather than going along with unhelpful thoughts, people in CBT learn to recognize and question patterns like catastrophizing, all-or-nothing thinking, or over-generalization.

A central technique for this is cognitive reappraisal, by which individuals reframe negative or dissonant experiences in a more adaptive way (Beck, 1979). For example, by interpreting failure not as evidence of incompetence but as a learning opportunity: So, saying to oneself, “I didn’t succeed this time, but I now know what to improve next time”, reduces emotional discomfort and restores consistency between self-concept and experience.

Studies suggest that cognitive restructuring enhances emotional regulation, self-esteem, and psychological well-being, highlighting the efficacy of conscious “bridge-building” in resolving dissonance (Beck, 2011; Hofmann et al., 2012).

### **Moral Dilemmas in Everyday Life**

The “mental bridge” metaphor becomes especially clear when considering everyday, real-world scenarios. In morally ambiguous situations—such as witnessing unethical behavior at work but choosing to remain silent—individuals may experience cognitive dissonance between their personal values and ethics and their inaction. To bridge this gap, people may adopt justificatory cognitions, such as telling themselves, “I didn’t want to create conflict” or “It’s not my responsibility.” Such explanations help preserve a coherent self-image as a moral person while justifying behavior that might otherwise conflict with that image (Tsang, 2002).

### **Social Conformity**

Dissonance also arises when one’s beliefs diverge from group norms, especially in highly homogeneous groups. To reduce this inconsistency, individuals may unconsciously adjust their views to align with others. This effect has been demonstrated in conformity research, such as the Asch (1955) experiments, and can be seen as a form of “bridge-building” between internal beliefs and social expectations, maintaining social harmony and consonance.

### **The Meat Paradox**

A particularly vivid illustration of cognitive dissonance is the meat paradox—the psychological discomfort experienced when one cares about animals but still eats meat (Loughnan et al., 2010). To resolve this conflict, individuals may downplay animals’ mental capacity (Bastian et al., 2012), deny their ability to suffer (Loughnan et al., 2010), or reframe meat consumption as natural, necessary, normal, or nice (Piazza et al., 2015). For instance, people are less likely to feel empathy towards the animal if meat is labeled as “beef” rather than “cow” (Kunst & Hohle, 2016). These rationalizations act as cognitive “bridges” that preserve meat-eating habits while enabling them to stay consistent with their self-image as caring and empathetic individuals.

Interestingly, behavior change can sometimes precede and induce attitude change. In a longitudinal study of Veganuary participants, Becker et al. (2023) found that individuals reported increased disgust toward meat products already after one month of abstaining from meat. In such cases, the “bridge” is built not through justification, but through changing the beliefs that align with new behaviors—indicating that flexible “bridge-building” can support personal transformation rather than mere rationalization.

### **Confirmation Bias and Selective Exposure**

A major cognitive mechanism supporting dissonance reduction is confirmation bias, the tendency to seek, interpret, and recall information

in a way that supports preexisting beliefs. Festinger (1957) already noted this tendency in the form of selective exposure, and decades of research have confirmed its dissonance-reducing function.

Forms of confirmation bias include:

**Selective search:** preferring sources that confirm existing opinions (e.g., partisan news).

**Selective interpretation:** construing ambiguous facts to support one's stance.

**Selective memory:** recalling congruent information more easily than incongruent information (Eagly et al., 1999; Nickerson, 1998).

### **When Bridges Become Unstable: Dissonance and Mental Health**

#### **Long-Term Dissonance and Psychological Stress**

Prolonged cognitive dissonance functions as an ongoing stressor that activates physiological and emotional stress responses. Harmon Jones et al. (2009) and subsequent research indicate that unresolved dissonance can heighten negative affect—such as tension, guilt, and agitation—and may even lead to anxiety and depressive symptoms (Harmon Jones et al., 2009; Harmon Jones, 2019).

While short-lived dissonance often is resolved through cognitive adjustments, ongoing dissonance lacks closure. Harmon Jones (2019) suggests that chronic inconsistency may function like low-level cortisol release, subtly undermining mental resilience over time.

#### **Workplace Example: Staying in an Unfulfilling Job**

A common workplace context for chronic dissonance is remaining in an unfulfilling job. Employees might continue in roles that contradict their personal values—such as a desire for creative autonomy that conflicts with overly structured tasks,

leading to feelings of cognitive dissonance. To manage this discomfort, employees might construct justifications: for example, financial security ("The salary is too good to leave") or fear of uncertainty ("There are no better options available"). These rationalizations function as "mental bridges", allowing individuals to keep up their feelings of congruence—but such "bridges" may be fragile and unsustainable in the long term.

Over time, the misalignment between one's own values and one's behavior can lead to disengagement, emotional exhaustion, and burnout (Maslach & Jackson, 1981). In fact, recent findings by Karanika-Murray et al. (2017) show that a mismatch between job demands and the psychological climate, particularly when autonomy or competence is lacking, can amplify dissonant attitudes and reduce job satisfaction. Their research demonstrates how a supportive work environment can buffer against or intensify dissonance, depending on whether it supports or suppresses motivational needs.

Additionally, Grawe's (2004) consistency theory suggests that motivational incongruence—where personal values and experienced reality differ—undermines mental balance and increases psychological vulnerability. Persistent dissonance can manifest itself as cynicism, psychological withdrawal, and diminished self-efficacy, especially when cognitive "bridges" remain surface-level. This was shown in a study by Zhang et al. (2018), who found that role stressors at work led to reduced helping behavior and commitment, mediated by feelings of dissonance.

Moreover, Brotheridge and Lee (2002) highlighted the effects of emotional dissonance, the mismatch between internal feelings and expected emotional responses. Employees in service professions that require a high degree of surface acting reported higher levels of job dissatisfaction and emotional exhaustion. This underscores the link between dissonance and burnout, further confirming that fragile cognitive "bridges" tend to diminish well-being over time.

### When to Seek Professional Support

Persistent or unstable cognitive “bridges” can pose serious risks to mental health. To recognize when an internal conflict shifts from adaptive to maladaptive is crucial. Psychological tension becomes problematic when individuals exhibit the following symptoms:

- Chronic internal conflict and restlessness, signaling inability to reconcile values and actions.
- Emotional symptoms: anxiety, persistent sadness, irritability, or burnout, particularly when linked to ongoing job stress (Harmon-Jones, 2019).
- Behavioral disconnection: feeling disconnected from values.
- Avoidance or rationalization: relying on excuses to justify dissonant behavior.

When such patterns impair performance, affect private life, or reduce well-being, attention is needed.

### The Role of Psychotherapy

Psychotherapy offers structured avenues for developing stable, authentic cognitive “bridges”: CBT emphasizes active cognitive restructuring, enabling individuals to identify distorted beliefs and replace them by adaptive alternatives (Beck, 1979). In work-focused variants, this includes:

- Challenging beliefs like “I must tolerate every stressor to succeed.”
- Re-conceptualizing dissonance as a signal for necessary change.
- Creating actionable plans such as value-aligned goal setting or career movement.

Meta-analyses and trials demonstrate therapy’s effectiveness. For example, a study by Gjengedal et al. (2020) showed the positive effects of work-

focused CBT on significantly increasing return-to-work rates, reducing depressive and anxiety symptoms, and heightening self-efficacy beliefs.

### Conclusion

Cognitive dissonance, while often uncomfortable, can also be a powerful driver of growth and self-reflection. As stated in this article, people build “mental bridges” to navigate the tensions between conflicting beliefs, values, and behaviors. These “bridges”—whether they take the form of unconscious rationalizations or intentional reframings—serve to restore coherence in the face of internal contradiction. Yet not all “bridges” are built to last. If they rest on avoidant strategies, they may collapse under pressure, leading to psychological strain or emotional disengagement. In such cases, recognizing the instability of one’s inner “architecture” becomes essential. Professional interventions offer tools to rebuild these “bridges” with greater stability. Crucially, not all coherence is achieved in thought alone. Sometimes, sustainable integration requires behavioral change, not just reinterpreting one’s experience but acting differently within it.

### References

- Aronson, E. (1969). The theory of cognitive dissonance: A current perspective. *Advances in Experimental Social Psychology*, 4, 1–34. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60075-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60075-1)
- Aronson, E. (1999). *The Social Animal* (9th ed.). Worth Publishers.
- Asch, S. E. (1955). Opinions and social pressure. *Scientific American*, 193(5), 31–35. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican1155-31>
- Bastian, B., Loughnan, S., Haslam, N., & Radke, H. R. M. (2012). Don’t mind meat? The denial of mind to animals used for human consumption. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38(2), 247–256. <https://doi.org/10.1177/0146167211424291>

- Beck, A. T. (1979). *Cognitive therapy and the emotional disorders*. Penguin Books.
- Beck, A. T. (2011). *Cognitive therapy: Basics and beyond* (2nd ed.). Guilford Press.
- Becker, E., Kozmér, S., Aulbach, M. B., & Lawrence, N. S. (2022). The relationship between meat disgust and meat avoidance—A chicken-and-egg problem. *Frontiers in Nutrition, 9*, Article 958248. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.958248>
- Brehm, J. W. (1956). Postdecision changes in the desirability of alternatives. *Journal of Abnormal and Social Psychology, 52*(3), 384–389. <https://doi.org/10.1037/h0041006>
- Brotheridge, C. M., & Lee, R. T. (2002). Testing a conservation of resources model of the dynamics of emotional labor. *Journal of Occupational Health Psychology, 7*(1), 57–67. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.7.1.57>
- Cooper, J. (2007). *Cognitive dissonance: Fifty years of a classic theory*. SAGE Publications.
- Croyle, R. T., & Cooper, J. (1983). Dissonance arousal: Physiological evidence. *Journal of Personality and Social Psychology, 45*(4), 782–791. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.4.782>
- Eagly, A. H., Chen, S., Chaiken, S., & Shaw-Barnes, K. (1999). The impact of attitudes on memory: An affair to remember. *Psychological Bulletin, 125*(1), 64–89. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.1.64>
- Elliot, A. J., & Devine, P. G. (1994). On the motivational nature of cognitive dissonance: Dissonance as psychological discomfort. *Journal of Personality and Social Psychology, 67*(3), 382–394. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.3.382>
- Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford University Press.
- Festinger, L. (1962). Cognitive dissonance. *Scientific American, 207*(4), 93–102. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican1062-93>
- Festinger, L., & Carlsmith, J. M. (1959). Cognitive consequences of forced compliance. *Journal of Abnormal and Social Psychology, 58*, 203–210. <https://doi.org/10.1037/h0041593>
- Gawronski, B., & Strack, F. (Eds.). (2012). *Cognitive consistency: A fundamental principle in social cognition*. Guilford Press.
- Gibbons, F. X., Eggleston, T. J., & Benthin, A. C. (1997). Cognitive reactions to smoking relapse: The reciprocal relation between dissonance and self-esteem. *Journal of Personality and Social Psychology, 72*(1), 184–195. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.72.1.184>
- Gjengedal, R. G., Hetlevik, Ø., Moltu, C., & Frich, J. C. (2020). Work-focused cognitive behavioral therapy for common mental disorders in individuals on sick leave: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 46*(2), 117–126. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3858>
- Grawe, K. (2004). *Neuropsychotherapy: How the neurosciences inform effective psychotherapy*. Hogrefe Publishing.
- Harmon-Jones, E. (2019). *Cognitive dissonance: Reexamining a pivotal theory in psychology* (2nd ed.). American Psychological Association.
- Harmon-Jones, E., & Harmon-Jones, C. (2007). Cognitive dissonance theory after 50 years of development. *Zeitschrift für Sozialpsychologie, 38* (1), 7–16. <https://doi.org/10.1024/0044-3514.38.1.7>
- Harmon-Jones, E., Amodio, D. M., & Zinner, L. R. (2008). Social psychological methods of emotion elicitation. In J. A. Coan & J. J. B. Allen (Eds.), *Handbook of emotion elicitation and assessment* (pp. 91–105). Oxford University Press.
- Harmon Jones, E., & Mills, J. (Eds.). (1999). *Cognitive dissonance: Progress on a pivotal theory in social psychology*. American Psychological Association.
- Hart, W., Albarracín, D., Eagly, A. H., Brechan, I., Lindberg, M. J., & Merrill, L. (2009). Feeling validated versus being correct: A meta-analysis of selective exposure to information. *Psychological Bulletin, 135*(4), 555–588. <https://doi.org/10.1037/a0015701>
- Hofmann, S. G., Asnaani, A., Vonk, I. J., Sawyer, A. T., & Fang, A. (2012). The efficacy of cognitive behavioral therapy: A review of meta-analyses. *Cognitive Therapy and Research, 36*(5),

427–440. <https://doi.org/10.1007/s10608-012-9476-1>

Karanika Murray, M., Michaelides, G., & Wood, S. J. (2017). Job demands, job control, psychological climate, and job satisfaction: A cognitive dissonance perspective. *Journal of Organizational Effectiveness: People and Performance*, 4(3), 238–255. <https://doi.org/10.1108/JOEPP-02-2017-0012>

Krosnick, J. A. (1990). Government policy and citizen passion: A study of issue publics in contemporary America. *Political Behavior*, 12(1), 59–92. <https://doi.org/10.1007/BF00992332>

Kunst, J. R., & Hohle, S. M. (2016). Meat eaters by necessity? Moral disengagement, eating habits, and the meat paradox. *Appetite*, 105, 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.07.009>

Loughnan, S., Haslam, N., & Bastian, B. (2010). The role of meat consumption in the denial of moral status and mind to meat animals. *Appetite*, 55(1), 156–159. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2010.05.043>

Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Occupational Behavior*, 2(2), 99–113. <https://doi.org/10.1002/job.4030020205>

McMaster, C., & Lee, C. (1991). Cognitive dissonance in tobacco smokers. *Addictive Behaviors*, 16(5), 349–353. [https://doi.org/10.1016/0306-4603\(91\)90028-G](https://doi.org/10.1016/0306-4603(91)90028-G)

Nickerson, R. S. (1998). Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises. *Review of General Psychology*, 2(2), 175–220. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.2.175>

Piazza, J., Ruby, M. B., Loughnan, S., Luong, M., Kulik, J., Watkins, H. M., & Seigworth, A. R. (2015). Rationalizing meat consumption: The 4Ns. *Appetite*, 91, 114–128. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.04.011>

Steele, C. M. (1988). The psychology of self-affirmation: Sustaining the integrity of the self. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. 21, pp. 261–302). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60229-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60229-4)

Tsang, J.-A. (2002). Moral rationalization and the integration of situational factors and psychological processes in immoral behavior. *Review of General Psychology*, 6(1), 25–50.

<https://doi.org/10.1037/1089-2680.6.1.25>

Zhang, L., Xia, Y., Liu, B., & Han, L. (2018). Why don't I help you? The relationship between role stressors and helping behavior from a cognitive dissonance perspective. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 2220.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02220>

---

**MAGDALENA WEBER** absolvierte ihr Bachelor- und Masterstudium der Psychologie an der Universität Wien und promoviert seit 2023 an der Privatuniversität Schloss Seeburg. Ihr Forschungsinteresse gilt der Organisationspsychologie, insbesondere neuen Arbeitsformen und deren Auswirkungen auf arbeitsbezogene Einstellungen. Neben ihrer wissenschaftlichen Arbeit engagiert sie sich ehrenamtlich in verschiedenen Bereichen: Sie ist Mitglied bei Psychologists and Psychotherapists for Future, seit mehreren Jahren im Studierendenbereich des BÖP aktiv und seit kurzem auch bei der European Federation of Psychology Students' Associations. Ein besonderes Anliegen ist ihr der interdisziplinäre Austausch – unter anderem war sie an einem Erasmus+-Projekt zum Thema Coworking im universitären Kontext beteiligt, das im Februar 2025 erfolgreich abgeschlossen wurde. Seit 2024 ist sie Stipendiatin von PRO SCIENTIA.

---





