

Berliner
Wissenschaftliche
Gesellschaft e.V.

Jahrbuch 2019 /2020



Jahrbuch 2019/2020



**Berliner
Wissenschaftliche
Gesellschaft e.V.**

Berliner Wissenschaftliche Gesellschaft e.V.

c/o Juristische Fakultät der Humboldt Universität
Bebelplatz 1, 10099 Berlin
Tel.: 030/609871190
Fax: 030/609871199
Internet: www.bwg-berlin.de
E-Mail: mail@bwg-berlin.de

Redaktionelle Anschrift:
Prof. Dr. Martin Heger
Humboldt-Universität zu Berlin
Juristische Fakultät
Lehrstuhl für Strafrecht, Strafprozessrecht,
europäisches Strafrecht und neuere Rechtsgeschichte
Unter den Linden 6
10099 Berlin
Tel.: 030/20933411
Fax: 030/20933487
E-Mail: martin.heger@rewi.hu-berlin.de

Berliner Wissenschaftliche Gesellschaft e.V.

Jahrbuch 2019/2020

Herausgegeben

im Auftrag des Vorstandes
von Martin Heger

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Umschlagbild: Photoshop Bearbeitung mit blauem Hintergrund von Mantegna,
Darbringung im Tempel, Gemäldegalerie Berlin
mit freundlicher Genehmigung von Dr. Brigit Blass-Simmen

Für die Printausgabe: Gedruckt auf alterungsbeständigem,
säurefreiem Papier.
Druck und Bindung: www.epubli.com

ISSN (Print) 0171-3302
ISSN (ebook) 2702-6965

© Berliner Wissenschaftliche Gesellschaft e.V.
Berlin 2023

Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des
Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers
unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen,
Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und
Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Diese Publikation wurde begutachtet.

www.bwg-berlin.de

Vorwort

Vor Ihnen liegt wieder ein Jahrbuch der BWG, das – wie schon in den letzten Zeiträumen – Veröffentlichungen aus dem Umfeld unserer Gesellschaft aus mehreren Jahren umfasst. Dass der Zeitraum diesmal nicht bloß vier Semester, sondern die Jahre 2019 bis 2021 umfasst, hängt damit zusammen, dass die Corona-Pandemie auch für die BWG natürlich manche Einschränkung mit sich brachte, so dass zuvor gewohnte Vortragsformate nur mit Verspätung und teilweise auch in einem zuvor nicht gekannten Format abgehalten werden mussten, aber eben auch konnten. Dadurch war aber das Aufkommen veröffentlichungsreifer Beiträge allein in den Jahren 2019 und 2020 eben nicht groß genug, weshalb wir auch noch das darauf folgende Jahr dazu genommen haben. Und – das muss man sagen – es hat sich gelohnt: Die nunmehr vorliegenden 16 Beiträge spiegeln wieder das weite fachliche Spektrum der BWG, aber eben auch die bunte Mischung aus gestandenen und noch zum Nachwuchs zählenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem gesamten Berlin und Brandenburger Raum wider.

Im Vergleich zu den vorausgegangenen Jahrbüchern zeichnet sich das vorliegende überdies dadurch aus, dass es selbst und die darin vorgestellten Projekte zum Motor der Wissenschaft – und eben nicht mehr bloß zu deren Abbild – im Berlin-Brandenburger Raum geworden ist. Augenfällig ist das bei dem Bericht über ein letztlich im BWG-Rahmen angedachtes Gemeinschaftsprojekt u.a. der beiden BWG-Vorstandsmitglieder, des Vorsitzenden Detlef Bartsch und Julia von Thienen, die am Hasso-Plattner-Institut in Potsdam forscht. Auch die zahlreichen vorgestellten Projekte von Nachwuchswissenschaftler*innen, die von der Erhard-Höpfner-Stiftung gefördert und auf der Mitgliederversammlung in Potsdam im März 2022 den BWG-Mitgliedern präsentiert werden konnten. Schließlich haben mich selbst meine Vorstandsmitglieder durch das Geschenk eines wirklich antiquarischen rechtswissenschaftlichen „Schatzes“ aus dem Jahr 1868 gleichsam zu einer nicht weniger als 150 Jahre zurückblickenden Rezension „provoziert“, wie ich sie ohne dieses tolle Präsent sicherlich nicht verfasst hätte; dieses wissenschaftliche Projekt fand ebenfalls Eingang in das vorliegende Buch.

Dazu kamen wieder einmal verschiedene Beiträge auf dem für Berlin und Brandenburg so wichtigen Gebiet der Medizin und Lebenswissenschaften sowie ein juristischer Beitrag zur hier lozierten Rechtspolitik. Ein rundes Paket, wie wir hoffen.

Zu guter Letzt möchte ich namens des Vorstandes der BWG noch Petra Roloff großen Dank dafür aussprechen, dass sie das vorliegende Jahrbuch wieder einmal so hervorragend erstellt hat. Ihnen allen wünsche ich wissenschaftliche Erkenntnis und generell Freude am Neuen bei der Lektüre der Beiträge.

Geleitwort

Sie halten heute ein Jahrbuch in den Händen, das schon durch sich selbst eine Geschichte erzählt.

Die Geschichte eines Umbruchs, einer Zeitenwende, wie sie die zivilisierte Welt in der Form wohl noch nicht erlebt hat. Die Älteren unter Ihnen werden sich vielleicht an den zweiten Weltkrieg erinnert fühlen, in dessen Folge sich auch eine Zeitenwende vollzog. Doch was sich seit 2019 in der Welt, und zwar tatsächlich in globaler Breite gewandelt hat, ist beispiellos und bestenfalls mit der industriellen Revolution im 18. Jahrhundert zu vergleichen.

Die Corona-Pandemie hat nicht nur zeitweise das öffentliche Leben lahmgelegt und viele Menschen die Gesundheit oder gar das Leben gekostet. Das Wesentliche jedoch ist die Katalysatorwirkung dieses Phänomens auf nahezu alle gesellschaftlichen, politischen, wirtschaftlichen, sozialen und wissenschaftlichen Bereiche. Diese Metamorphose zeigt alle Stadien vom Verpuppen über eine fast bewegungslose Coconphase bis hin zum Schlupf. Und neben der Tragik der schmerzhaften Notwendigkeit, umzudenken und sich zu verändern, neue Wege gehen zu müssen, hat sie bahnbrechende Innovationen und interessanterweise auch Vereinfachungen mit sich gebracht, die uns heute, nach Abklingen der Pandemie viele gute Effekte beschert hat.

So musste die BWG mit dem Wintersemester 2019/2020 fast alle ihre Präsenzveranstaltungen absagen und im späteren Verlauf ihre Angebote zum Teil nur für negativ Getestete und Geimpfte Personen anbieten. Wie bei vielen anderen Institutionen wurden auch bei uns bald aus der Not heraus die Online-Veranstaltungen geschaffen. Streamingdienste stellten sich rasch auf die neuen Bedarfe ein und kreierten umfassende virtuelle Räume mit (fast) allen Funktionen eines Präsenztreffens. Heute stellen wir fest, dass wir mit dieser erweiterten Funktion, die wir mittlerweile auch parallel zu den Präsenzveranstaltungen anbieten, gerade diejenigen wieder mit ins Boot nehmen können, wir in den letzten Jahren schon verloren wähnten. Ältere, gehbehinderte oder irgendwo auf (Dienst-)reisen befindliche Mitglieder können jetzt trotzdem teilnehmen. Ein beeindruckender Gewinn für unsere Gemeinschaft!

Das ist nur eines von vielen Beispielen, wie sich die Welt seit Corona verändert hat, wieviel Kreativität diese Zeit freigesetzt hat und wie dieser Motor noch immer mehr und mehr an Fahrt aufnimmt, hin zu einem noch nicht greifbaren neuen Weltgeschehen. Neue Herausforderungen wie die Bedrohung des Weltfriedens durch Aggressoren und Strukturen, die wir schon lange kennen und zu wenig in den Fokus genommen haben, halten uns in Atem. Eine ganz neue Bewertung von interkultureller Kommunikation und die Pflege und Bewahrung unseres Planeten werden unsere Anstrengungen, auch und gerade auf wissenschaftlicher Ebene noch viele Jahrzehnte beschäftigen.

Die Berliner Wissenschaftliche Gesellschaft in dem 50. Jahr ihres Bestehens geht diesen Weg mit viel Engagement mit. Unsere Mitglieder, die aus den unterschiedlichsten Fachbereichen kommen und uns, immer am Puls der aktuellen Entwicklungen forschend, an ihren Erkenntnissen teilhaben lassen, sind das interdisziplinäre Gespinnst, das uns im Inneren nährt und das wir gemeinsam hinaustragen als Beitrag zum guten Gelingen dieses globalen Quantensprungs.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Freude und gute Erkenntnisse bei der Lektüre unseres Jahrbuchs 2019-2020.

An dieser Stelle möchten wir der Mitglieder gedenken, die uns über viele Jahre die Treue gehalten haben, aber dieses Jahrbuch nicht mehr erleben dürfen, weil sie im Berichtszeitraum verstorben sind. Das sind:

Prof. Dr. Arnulf Baring	Prof. Dr. Hans H. Lechner	Prof. Dr. Franz Simmler
Prof. Dr. Christian Bonte-Frieheim	Prof. Dr. Gert F. W. Leptin	Prof. Dr. Hans-Jürgen Sinell
Prof. Dr. Günter Dlugos	Prof. Dr. Wolfgang Lück	Dr. Roman Skoblo
Prof. Dr. Martin Georg Frohberg	Prof. Dr. Dieter Reuter	Prof. Dr. Roland Wauer
Prof. Dr. Rudolf Kassel	Prof. Dr. Reinhard Schneider	Prof. Dr. Fritz-K. Kochan
Prof. Dr. Bernhard von Gersdorff	Prof. Dr. Dietrich Severin	

Wir verneigen uns vor ihnen und ihren Leistungen und werden ihr Angedenken in der Gesellschaft bewahren.

Hinweis: nicht immer werden wir zeitnah vom Tod eines Mitglieds unterrichtet. Sollte hier ein verstorbenes Mitglied nicht aufgeführt sein, bitten wir dies zu entschuldigen und uns bald zu benachrichtigen. Vielen Dank!

09.06.2023 Petra Roloff, Redaktion Jahrbuch

Veranstaltungsliste

November 2018 bis zum Juli 2021

Wintersemester 2018-19

13.11.2018	Dr. Tom Wolf	Lebenskunst	Historische Geschichte des Bierbrauens mit gemeinsamem Brauen und Verkosten
15.11.2018	PD Dr. Svenja Sander	Harnackhauskreis	Individualisierte Therapie: Pharmakotherapie ohne Nebenwirkungen
06.12.2018	PD Dr. Stefan Hägewald	Harnackhauskreis	Neueste Forschung zu Parodontitis und Diabetes
10.01.2019	Prof. Dr. Dr. Peter Scholz	Harnackhauskreis	Aktuelle Fragen zu Staat und Islam in Deutschland
14.02.2019	Dr. Roman Skoblo	Harnackhauskreis	Jüdische Politik in Deutschland

Sommersemester 2019

16.05.2019	Dr. Birgit Blass-Simmen	Harnackhauskreis	Die Künstlerbeziehung zwischen Andrea Mantegna und Giovanni Bellini
06.06.2019	Dr. Klaus Bühler	Harnackhauskreis	Reproduktionsmedizin heute
18.06.2019	Prof. Dr. Karl Sperling	über-brücken	Eingriffe in die Keimbahn des Menschen als Therapie und zur Schaffung von "Menschen nach Maß": Fakten und Fiktionen
11.07.2019	Prof. Dr. Annette Schürmann	Harnackhauskreis	Von Zellen, Mäusen und Menschen - Translationale Diabetesforschung
09.07.2019	Dr. Constanze Hoffmann	Promotionspreis-trägerin	Fly-based wildlife disease surveillance in remote tropical habitats – two exemplary targeted microorganisms with zoonotic potential: Bacillus cereus biovar anthracis and adenoviruses
09.07.2019	Dr. Katrina Meyer	Promotionspreis-trägerin	A peptide-based interaction screen on disease-related mutations

Wintersemester 2019-20

05.11.2019	Prof. Dr. Steffen Mau	über brücken	Lütten Klein. Leben in der ostdeutschen Transformationsgesellschaft
21.11.2019	PD Dr. Bettina Bert	Harnackhauskreis	Aktuelle gesetzliche Regelungen zu Tierversuchen in Deutschland
05.12.2019	Robert Schwarze	Harnackhauskreis	Das Rezo-Video. Fakten und Hintergründe
23.01.2020	Dr. Bertil Sander	Harnackhauskreis	Die Arbeit des Normenkontrollrats
06.02.2020	Dr. Julia von Thienen, Prof. Dr. Detlef Bartsch	Harnackhauskreis	Modellierung von Innovationsräumen in der Biotechnologie

Sommersemester 2020

21.05.2020	Petra Roloff	Bild-Dokumentation	Wandern durch die Mark Brandenburg. Nachklapp zum Fontanejahr
15.06.2020	Dr. Julia von Thienen, Dr. Aljoscha Burchardt	Podcast	Digitalisierung und KI - technologische Herausforderungen und gesellschaftliche Implikationen
15.07.2020	Prof. Dr. Martin Heger	Podcast	Rückblick auf das Kreativ-Semester SS 2020 und die Herausforderungen der Berliner Universitäts-Allianz

Wintersemester 2020/2021

12.11.2020	Prof. Dr. Franz Theuring	Harnackhauskreis	SPARK - ein Technologietransferprojekt von Charité und Berlin Institute of Health (BIH)
03.12.2020	Dr. Julia von Thienen, Prof. Dr. Detlef Bartsch	Harnackhauskreis	Modellierung von Innovationsräumen in der Biotechnologie. Statusbericht zum Gemeinschaftsprojekt on BVL und HPI
14.01.2021	Dr. Aljoscha Burchardt	Wissenschaft im 21. Jahrhundert	Digitalisierung - von der Vermessung der Welt
28.01.2021	Prof. Dr. André Kleinridders	Harnackhauskreis	Aktuelle Probleme in der Lebensmittelchemie

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Geleitwort.....	2
Veranstaltungsliste.....	4
Inhaltsverzeichnis	6
Beiträge	8
Dr. Brigit Blass-Simmen Die Künstlerbeziehung Andrea Mantegna und Giovanni Bellini.....	9
Dr. Klaus Bühler Reproduktionsmedizin heute?!	28
Prof. Dr. Karl Sperling Eingriffe in die Keimbahn des Menschen zur Therapie von Krankheiten: Fakten und Fiktionen	32
Dr. Bertil Sander Der Normenkontrollrat Gesetzesfolgenabschätzung in Deutschland.....	50
Petra Roloff Wanderung durch die Mark Brandenburg. Nachklapp zum Fontanejahr Teil 3 Besondere Orte der Prignitz	64
Kim-Pascal Borchart ^a , Julia von Thienen ^a , Christoph Meinel ^a und Detlef Bartsch ^b NOA: Needs-Based Outcome Assessments. Ein Framework zur Entwicklung verantwortungsvoller Innovation, entstanden aus einer BWG-Kooperation	66
Kurzvorträge der Gewinner:innen des Promotionspreis der BWG 2019.....	91
Dr. Katrina Meyer A peptide-based interaction screen on disease-related mutations	92
Kurzvorträge der Gewinner:innen der Erhard-Höpfner-Studienförderung 2019 -2021	94
Tim Ruben Kerkmann und Prof. Dr. Baz Lecocq Koloniale Depression: Ghana und die Weltwirtschaftskrise (1929-1939).....	95
Helena Koch und Prof. Dr. Markus Egg Morphologische Prozesse in Polari und modernem LGBTQ+-Slang auf Twitter Eine vergleichende Registeranalyse.....	98
Yanru Lu und Prof. Dr. Stefan Müller Verbale Reduplikation im Mandarin Chinesischen: Ein HPSG-Ansatz	101
Dora Nonnenkamp und Prof. Dr. Harm Kuper Untersuchung zur digitalen Hochschullehre im Kontext der COVID-19 Pandemie.....	104
Ulrike Rehberg und Prof. Dr. Wolfgang Asholt Émile Zolas <i>Germinal</i> in deutscher Sprache: Übersetzungen im Wandel	106

Ilgaz Yalçinoğlu M.A. und Dr. Stefanie Alisch	
Gemeinsame Gedanken: Trans-Theorie und Populäre Musik	110
Autorenverzeichnis zu den Beiträgen	
der Erhard-Höpfner-StudienpreisträgerInnen 2021 und deren BetreuerInnen	114
Sonderbeiträge	115
Prof. Dr. Karl Sperling	
Evolutionäre Medizin und molekulare Medizin: Konsequenzen für die medizinische Praxis und Lehre	116
Prof. Dr. Martin Heger	
Wilhelm Langenbeck: Die Lehre von der Theilnahme am Verbrechen, Jena, Mauke's Verlag 1868 .	139
Vorstand und Beirat der Berliner Wissenschaftlichen Gesellschaft e.V.	144
Autorenverzeichnis	145

Beiträge

Dr. Brigit Blass-Simmen

Die Künstlerbeziehung Andrea Mantegna und Giovanni Bellini

Das Thema meines Vortrages in der Berliner wissenschaftlichen Gesellschaft wählte ich anlässlich der Ausstellung *Mantegna und Bellini. Meister der Renaissance*, die damals, 2019 in der Gemäldegalerie Berlin gezeigt wurde. Anstelle eines erläuternden ‚Rundganges‘ durch die Ausstellung, gab ich deshalb einen Einblick in meine Forschungen, wie sie in die Ausstellung eingeflossen sind. Ich dachte, für Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen anderer Fachrichtungen, wie sie in der BWG zusammenkommen, sei es von besonderem Interesse, Detailforschung der Kunstgeschichte zu erfahren. Die folgenden Ausführungen gliedern sich in die Darstellung der familiären Beziehung der beiden zu vergleichenden Künstler, deren künstlerischen Beziehung, die in einem zweiten Teil anhand eines Bildvergleiches erläutert wird.

Andrea Mantegna (um 1431-1506) und Giovanni Bellini (um 1435/38-1516) sind, verkürzt gesagt, die Begründer der frühen Renaissance Malerei in Norditalien. Sie waren miteinander verschwägert und standen über viele Jahre in einem fruchtbaren künstlerischen Dialog: Diese Auseinandersetzung zwischen den beiden Künstlern ist in vielen ihrer Bilder heute noch erfahrbar. Sie war Thema von drei Ausstellungen (Abb. 1).¹

¹ Mein Dank geht an Marigusta Lazzari, Neville Rowley, Giovanni C.F. Villa und Anna Simmen für die Veranschaulichungen mit Hilfe von Photoshop. Ich selbst war für die erste Ausstellung in Venedig mitverantwortlich, siehe Brigit Blass-Simmen, Neville Rowley, Giovanni C. F. Villa (eds.), *Capolavori a Confronto. Bellini, Mantegna, Presentazione di Gesù al Tempio*, Kat. Ausst. Venedig, Fondazione Querini Stampalia, Milano Cinisello Balsamo, Silvana Editoriale 2018 (21.3.-1.7.2018, Abb. 1). Es folgten die in Kooperation der National Gallery London (1.10.2018-27.1.2019) und der Gemäldegalerie Berlin (1.3.-30.6.2019) erarbeiteten Überblicksausstellungen. Siehe Caroline Campbell, Dagmar Korbacher, Neville Rowley, Sarah Vowles (eds.) *Mantegna und Bellini. Meister der Renaissance*, Kat. Ausst. National Gallery London, Gemäldegalerie Berlin SMB, München, Hirmer Verlag 2018 (englische Ausgabe National Gallery Company Limited London 2018). – Der BWG-Vortrag, den ich März 2019 anlässlich der Ausstellung in Berlin gehalten habe, ist hier in dieser schriftlichen Form um Literatur und Erkenntnisse ergänzt worden.



Abb. 1 Inszenierung von Mario Botta, Ausstellung Fondazione Querini Stampali, Venedig 2018

Familiäre Beziehung

Die familiäre Verbindung zwischen Andrea Mantegna und Giovanni Bellini ist bekannt. Die Bellinis führten die in Venedig wichtigste Maler-Werkstatt ihrer Zeit. Unter der Leitung von Vater Jacopo Bellini (um 1400- um 1470/71) waren dessen Söhne Gentile Bellini (um 1429-1507) und Giovanni tätig. Gentile Bellini übernahm später die Werkstatt des Vaters Jacopo und erhielt die großen Staatsaufträge, während Giovanni sich vornehmlich auf religiöse Themen, Altarbilder und Bilder der privaten Andacht, sowie Portraits spezialisierte.

Schon lange wurde vermutet, dass Giovanni illegitimer Sohn Jacopos war, jedoch beim leiblichen Vater aufwuchs und in dessen Werkstatt ausgebildet wurde. Dies wird vor allem durch ein neulich publiziertes Dokument, ein Testament aus dem Jahr 1509 gestützt.² Darin nennt eine gewisse Samaritana Vendramin Giovanni Bellini ihren Neffen und setzt diesen als Testamentsvollstrecker ein. Samaritana Vendramin war weder die Schwester von Jacopo Bellini noch von dessen Frau Anna Rinversi und setzt deshalb eine andere Mutter als diejenige von Gentile und Nicolosia voraus. Das klärt die viel diskutierte Frage, warum Giovanni im Testament der Frau von Jacopo Bellini, Anna

² David Alan Brown und Anna Pizzati, "Meum amantissimum nepotem": A New Document Concerning Giovanni Bellini, in: *The Burlington Magazine* 156, 2014, 148-152.

Rinversi, nicht einmal Erwähnung findet oder warum nur Gentile Allein-Erbe vom Nachlass Jacopos, der berühmten Zeichnungsbücher wie auch der Werkstatt war.

1453 wurde die Tochter von Jacopo Bellini, Nicolosia mit dem jungen Künstler-Talent Andrea Mantegna verheiratet. In Padua, unweit von Venedig, hatte Andrea Mantegna, Sohn eines Tischlers in der Werkstatt Squarciones³ gearbeitet und schon bald durch seine innovative Kunst von sich reden gemacht. Wahrscheinlich hatte Familienoberhaupt Jacopo die Idee, durch diese Verbindung, Mantegna an seine eigene florierende Künstlerwerkstatt zu holen. Jacopos Berechnung ging nicht auf, denn Mantegna folgt bereits 1456 dem Ruf des Marchese Luigi III. Gonzaga nach Mantua, wo er bis zum Ende seines Lebens als Hofkünstler bleibt. Dennoch oder gerade deswegen beginnt unter den verschwägerten Künstlern, Giovanni Bellini und Andrea Mantegna eine der fruchtbarsten Auseinandersetzungen für die Malerei der frühen Neuzeit.

Die Thesen um das Datum der Geburt Giovannis schwanken zwischen Mitte der 1420er Jahre und einem um fast 20 Jahre späteren Datum in den frühen 1440er Jahren.

Neuere rechtshistorische Forschungen von Daniel Maze stellen die familiäre Beziehung von Giovanni zu Jacopo in Frage.⁴ Giovanni sei identisch mit dem dokumentarisch belegten, sehr viel jüngeren Halb-Bruder Jacopos, der auch den Namen Giovanni trug, und nicht dessen leiblicher Sohn. Als Onkel von Gentile und Nicolosia wäre sein Geburtsdatum zwischen 1424 und 1428 anzusetzen, als leiblicher Bruder um 1435 oder später, dem Geburtsdatum, das die meisten Bellini-Spezialisten bevorzugen.

Im 655 Seiten starken Werkkatalog von den drei ausgewiesenen Bellini Experten Mauro Lucco, Peter Humfrey und Giovanni Carlo Federico Villa, vertritt insbesondere Mauro Lucco, der auch Herausgeber des 2019 erschienenen Werkverzeichnisses ist, die These einer späten Geburt in den 1440er Jahren.⁵

Bis heute konnte das Geburtsjahr von Giovanni Bellini nicht endgültig geklärt werden. Umso wichtiger werden für die Kunstgeschichte, der es oft an eindeutig belegenden Dokumenten fehlt, die

³ Francesco Squarcione betrieb in Padua eine große Maler-Werkstatt, in der neben Mantegna, viele Künstler, unter anderem auch Marco Zoppo oder Giorgio Schiavone ihre erste künstlerische Ausbildung erfuhren. Squarcione Werkstatt war berühmt für eine große gezeichnete Vorlagensammlung antiker Motive.

⁴ Zuerst: Daniel Wallace Maze, Giovanni Bellini: Birth, Parentage and Independence, in: *Renaissance Quarterly* 66, 2013, 783–823; Daniel Wallace Maze, *Young Bellini*, New Haven/ London, Yale University Press 2021.

⁵ Mauro Lucco (ed.), Peter Humfrey, Giovanni C.F. Villa, *Giovanni Bellini. Catalogo ragionato*, Treviso, ZeL Edizioni 2019; Neville Rowley hat jüngst die Literatur zur Frage nach dem Geburtsjahr zusammengefasst und rezensiert: Neville Rowley, Drei Bellini-Bücher, in: *Zeitschrift für Kunstgeschichte*, 85, 2022, 550-555. Dort auch die umfangreiche aktuelle Literatur verzeichnet.

Bildvergleiche. Stilistische Analysen verfestigten die These von einer Geburt um 1435/38 Giovanni Bellinis.

Die künstlerische Beziehung

Es gibt ‚Bild-Paare‘, an denen diese Auseinandersetzung ablesbar wird. Mindestens drei Kompositionen von Mantegna und von Giovanni Bellini sind ähnlich ausgeführt. Bei allen Beispielen gibt es auch Verbindungen zum Werk des Vaters Jacopo Bellini. Darauf an dieser Stelle einzugehen, würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen.

Das wichtigste Beispiel ist die *Darbringung Christi im Tempel*, die von beiden Künstlern, Mantegna und Bellini fast identisch ausgeführt wurde, auf die ich weiter unten eingehen werde. Zwei Fassungen von *Christus am Ölberg*, die eine von Mantegna, die andere von Giovanni Bellini werden in der Londoner National Gallery bewahrt (Abb. 2a-b).



Abb. 2a Andrea Mantegna



Abb. 2b Giovanni Bellini

Ein weiteres ‚Bild-Paar‘ ist in den Darstellungen *Abstieg Christi in die Vorhölle* zu finden. Mantegna formulierte das Thema in Zeichnungen (Abb. 3a), Kupferstichen wie auch in einem kleinen ihm zugeschriebenen Gemälde ehemals in der Barbara Piasecka Johnson Collection. Sie zeigen Christus in einer ungewöhnlichen Perspektive *di sotto in su*, von unten gesehen und in Rückenansicht, wie er dabei ist in vorwärts gebeugter Haltung den Hölleneingang zu betreten. Ein der Vorhölle entweichender Luftstrom lässt Christi Gewand weit aufbauschen und verleiht dem Geschehen eine besondere Dramatik. Bellini greift die Komposition auf in einer Darstellung auf Pergament, die sich heute im Bristol City Museum and Art Gallery befindet (Abb. 3b).



Abb. 3a Andrea Mantegna



Abb. 3b Giovanni Bellini

Wer ist der Gebende und wer der Nehmende in dieser Künstlerbeziehung? Das war eine der zentralen Fragen, die sich die Forschung rund um die Ausstellungen stellte. Trotz umfangreicher Forschung und zahlreicher Publikationen ist das Geburtsdatum von Giovanni Bellini bis heute nicht eindeutig geklärt. Entscheidend für unsere Fragestellung ist, ob Giovanni Bellini Mantegna als junger Mann begegnete, seinen künstlerischen Standpunkt erst suchend, oder als reifer, voll ausgebildeter Maler. Die Fragestellung einer biografischen Jahreszahl gewinnt dadurch an Bedeutung, als reifer Künstler hätte Giovanni Bellini sich mit einem jüngeren Talent auseinandergesetzt.

Damit verbunden ist die frühe Chronologie und Interpretation der venezianischen Renaissance-Kunst überhaupt.

Zwei Bilder gleich und doch verschieden: Die *Darbringung Christi im Tempel*

Mantegna's *Darbringung Christi im Tempel*

Andrea Mantegnas *Darbringung Christi im Tempel* gehört zu den wichtigsten Bildern der Berliner Gemäldegalerie (Abb. 4).



Abb. 4 Andrea Mantegna

Es ist in Eitempera auf Leinwand gemalt. Die ursprüngliche Bestimmung, Auftraggeber und erster Besitzer der Tafel mit den Maßen 69 x 86.3 cm sind unbekannt. Die Entstehungsumstände werden von vielen Kunstwissenschaftlern im Zusammenhang mit der Eheschließung von Mantegna und Nicolosia Bellini oder der

glücklichen Geburt eines männlichen Kindes gesehen, und ein Entstehungsdatum um oder nach 1454 angenommen.

Nach jüdischem Glauben muss das vierzig Tage alte männliche Kind in den Tempel gebracht und dem Hohepriester vorgestellt werden. Nach Lukas 2, 23: *wie geschrieben steht im Gesetz des Herrn „Alles Männliche, das zuerst den Mutterschoß durchbricht, soll dem Herrn geheiligt heißen“*. Gleichzeitig bedeutet das Opfer die Reinigung der Wöchnerin, das Fest Mariae Lichtmess und die Epiphanie des Priesters, also des alten Simeon, dem ... *ein Wort zuteil geworden von dem Heiligen Geist, er solle den Tod nicht sehen, er habe denn zuvor den Christus des Herrn gesehen. Und als die Eltern das Kind Jesus in den Tempel brachten,, da nahm er ihn auf seine Arme und ... sprach: Herr, nun lässt du deinen Diener in Frieden fahren, ... denn meine Augen haben deinen Heiland gesehen* (Lukas 2, 26-30). Kind und Priester sind durch die weiße helle Farbgebung, Leinen des Wickelkindes–Ärmel–Bart, miteinander zur U-Form verzahnt. Simeon ergreift das Kind, während die Mutter es hält. Ihr Blick scheint nach Innen gerichtet. Sie scheint die Bestimmung des Kindes, den Kreuztod Jesu zu ahnen. Auffallend ist das in weiße Bandagen gewickelte, stehende Christuskind.⁶ Ikonografisch ist die weiße Bandage eine Anspielung an das Leichentuch Christi und der stehende Körper eine Allusion an die Auferweckung des Lazarus, der in etwa in Giotto's Fresken der Arena Kapelle ähnlich in Leinenbandagen aufrecht stehend dargestellt war, und damit eine Prolepsis der Auferstehung zu sein scheint. Das Kind hat den Mund geöffnet, als ob es weinen würde. Das Ganze ist von strengem, tief feierlichem Ernst. Diese hieratische Getragenheit wird einerseits durch die

⁶ Es war im 15. Jahrhundert immer noch üblich, Säuglinge stramm einzubinden, man glaubte, dass die weichen Knochen des Babys Formung benötigten. Es war auch eine praktische Ruhigstellung.

stummen, ernsten Gesichter und andererseits durch die streng symmetrische Komposition erreicht. Es ist der Höhepunkt der Präsentation Christi im Tempel dargestellt, der Moment, in dem Simeon das Göttliche im Kinde erkennt.

Joseph in der Bildmitte blickt zum Priester Simeon hinüber. Ikonographisch unüblich ist die Ergänzung dieser Gruppe durch ein weibliches links und ein männliches Porträt rechts außen. Sie haben mit der biblischen Handlung nichts zu tun. Sie befinden sich gleichsam in einer anderen, hinteren Bildebene, sind demonstrativ nach links, d.h. vom Geschehen in der Mitte abgewendet, als ob ihre Aufmerksamkeit etwas anderem, einem Geschehen außerhalb des Bildes gälte. Von den Hauptfiguren sind sie größtenteils in Überschneidung zu Büsten verdeckt. Ihre Darstellung gründet in einer offensichtlich der Heilsgeschichte fernen Bild- und folglich einer anderen Zeitebene. Sie sind in einer zweiten, späteren Phase der Bildgenese entstanden. Diese hintere, quasi nicht zum Heilsgeschehen gehörende Bildebene legte eine Identifikation als Portraits nahe, es hat sich eine kunsthistorische Tradition der Deutung der Porträts als ein Selbstporträt Mantegnas rechts, und analog das Porträt seiner Frau Nicolosia Bellini etabliert. Und: das Gemälde wurde als privates Motiv-Bild für die glückliche Geburt des ersten Sohnes gedeutet. Vieles spricht dafür, es lässt sich jedoch nicht belegen. Daraus ergibt sich eine Datierung um 1454, was perfekt in die stilistisch begründete Chronologie von Mantegnas Schaffen passt.

Mantegnas *Darbringung Christi im Tempel* befand sich im frühen 16. Jh. im Haus des humanistischen Gelehrten und Kardinals Pietro Bembo in Padua. Dort wurde es vom Venezianer Marcantonio Michiel wahrscheinlich 1529 gesehen und beschrieben: *Il quadro in tavola piccola della Nostra Donna che presenta il puttino alla circuncisione, fu di mano dil Mantegna, et è a mezze figure* (Das Tafelgemälde mit der Madonna, die das Kindchen zur Beschneidung bereit hält, war von der Hand des Mantegna. *Es zeigt halbe Figuren.*)⁷

Warum ist Mantegnas Bild so wichtig?

Schon Michiel wies darauf hin! Michiel, der sich sonst eher auf Aufzählung von Kunstwerken beschränkte, schien die Tatsache besonders erwähnenswert, dass die Präsentation Christi im Tempel halbe Figuren zeigte: *a mezze figure*. In der Tat handelt es sich hier um einen neuen Bildtypus: das nahsichtige Halbfigurenbild der byzantinischen Ikone kombiniert mit dem sonst in Ganzfigur dargestellten szenischen Erzählung oder *historia*.⁸ Mantegnas *Darbringung Christi im Tempel* gilt als

⁷ [M. Michiel 1525-1528], Anonimo Morelliano, *Notizia d'opere del disegno*, Text und Übersetzung Theodor Frimmel, Wien, Carl Graeser Verlag 1896, 20-21. Hervorhebung durch die Autorin.

⁸ Sixten Ringbom, *Icon to Narrative: The Rise of the Dramatic Close-up in Fifteenth-Century Devotional Painting*, Åbo, Åbo Akad. 1965) Ringbom prägt den Begriff des *close-up*. Er versteht darunter die Verschränkung der, wie in der

Wegmarke der Entwicklung der halbfiguren *historia*, des narrativen *close-up*, das dem Betrachter das Geschehen näher rückt.

Die Brüstung des gemalten Rahmens, die ‚trompe-l’oeil‘-artig gemalte Fenstereinfassung gibt den angeschnittenen Halbfiguren ihre Begrenzung. Oder anders gesagt, Mantegna malt den Rahmen frontal in minimaler Draufsicht zur Begrenzung und Bestimmung des Bildausschnittes. Dadurch erinnert die Komposition an Leone Battista Albertis Definition des neuzeitlichen Bildes um 1435, wo der Blick wie durch ein „offenstehendes Fenster“ ist, bei dem die gesamte Bildfläche zum Träger eines kohärenten perspektivischen Raumbildes wird. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass Mantegnas Hintergrund einst blau gemalt war in Assoziation als Fensterausblick auf eine Himmelsdarstellung (Abb. 5 Photoshop Bearbeitung von Abb. 4 mit blauem Hintergrund).



Abb. 5

Mikroskop-Untersuchungen und NIR-Falschfarben-Bild (nahes Infrarot mit den Wellenlängen Rot 1650 nm, Grün 1300 nm, Blau 1050 nm) von Mantegnas Gemälde machen im Bildgrund eine große Anzahl Azzurit-Pigmente sichtbar.⁹ Sie sind auch auf hochauflösenden Fotos zu erkennen. Nach Auskünften den Chef-Restauratorinnen der

Berliner Gemäldegalerie und der Londoner National Gallery, muss man sich den Bildgrund der *Darbringung* ursprünglich blau vorstellen.¹⁰ Dasselbe gilt für die Hintergründe anderer früher Werke

byzantinischen Ikone angelegten, Figur(en), die nur als Kopf und Oberkörper dargestellt werden, deren Unterkörper jedoch ‚abgeschnitten‘ ist, und der szenischen *historia* (S. 109f.)

⁹ Die blauen Pigmente sind auch im Mantel der Madonna zu finden, der heute Schwarz-Gold erscheint, ursprünglich aber Blau und Gold gemustert war. Siehe Babette Hartwig, *Le Presentazioni di Gesù al Tempio di Andrea Mantegna e Giovanni Bellini: genesi delle opere e paragone tecnologico*, in: Blass-Simmen, Rowley, Villa (wie Anm. 1), 75-94; Babette Hartwig, *Andrea Mantegna, Die Darbringung Christi im Tempel, Ergebnisse technischer Untersuchungen zum Werk und zur Verbreitung einer Kompositions-idee*, in: Babette Hartwig und Neville Rowley (eds.), *Zu Mantegna und Bellini, Provenienz, Kunsttechnologie und Restaurierung von Werken der Berliner Gemäldegalerie*, Berlin, Staatliche Museen zu Berlin/ Petersberg, Michael Imhof Verlag 2022, 29-47. Siehe auch die fundamentale Studie von 1992: Andrea Rothe, *Mantegna's Paintings in Distemper*, in: Jane Martineau (ed.), *Andrea Mantegna*, Kat. Ausst. London, Royal Academy of Arts und New York, The Metropolitan Museum of Art (Milan: Electa/ New York: Harry N. Abrams 1992), 80-88, besonders 82: *The background seems to be repainted and the haloes are not original.*

¹⁰ Gespräch mit Babette Hartwig und Jill Dunkerton 23. März 2017.

Mantegnas, die den Blick durch eine Architektur freigeben, die heute zum Teil auch schwarz erscheinen.

Giovanni Bellini's *Darbringung Christi im Tempel*

Giovanni Bellinis *Darbringung Christi im Tempel* ist mit 81 x 105.5 cm größer als Mantegnas Bild und wurde um zwei weitere Halbfiguren ergänzt (Abb. 6). Hier ist der Bildträger Holz an Stelle der Leinwand bei Mantegna, die Maltechnik Öl anstelle von Eitempera. Es ist das Hauptwerk der Sammlung der Fondazione Querini Stampalia in Venedig.



Abb. 6 Giovanni Bellini

Bellinis Bild wird ca. 20 Jahre später als Mantegnas Gemälde, um 1470-75 datiert. Dies stützt sich vor allem auf die Stilanalyse der durch Infrarotreflektografie sichtbar gemachten Unterzeichnung (Abb. 7). Diese entwickelt sich von detaillierter, fein modellierender Schraffur in Bellinis frühen und mittleren Schaffen zu einer skizzenhaften Lockerheit im Spätwerk – wie Giovanni Villa überzeugend dargelegt hat.¹¹

¹¹ Giovanni Carlo Federico Villa, Andrea Mantegna and Giovanni Bellini. The Hidden Dialogue, in: Brigit Blass-Simmen und Stefan Weppelmann (eds.), *Padua and Venice. Transcultural Exchange in Early Modern Age, Contact Zones*, Vol. 4, Berlin, De Gruyter 2017, 79-92.

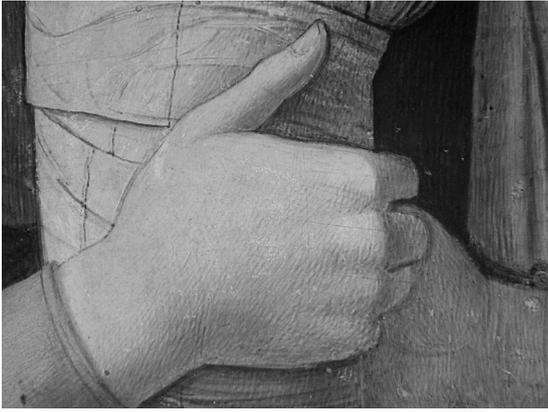


Abb. 7 IRR Detail

These: *Copy and paste* – das eine Bild muss von der Komposition des anderen gepastet sein

Bellinis Komposition der Figuren ist Mantegnas Bild offensichtlich sehr ähnlich. Mehr noch: beide Darbringungen, Mantegnas und Bellinis zeigen Faltenwürfe, die bis auf jeden einzelnen Faltenverlauf

gleich sind. Die Werkstattpraxis der Verwendung von Hilfszeichnungen im Maßstab 1:1 hat mich immer wieder beschäftigt und ließ mich auch hier die Verwendung einer Hilfszeichnung im Maßstab 1:1 vermuten. Dies veranlasste mich 2014 zu der These, dass beide Bilder im Zusammenhang mit einer im Maßstab 1:1 verfassten Zeichnung stehen, mit deren Hilfe die Umrisse der einen Komposition auf den anderen, noch zu bemalenden Bildträger übertragen wurde. Um meine These zu überprüfen, vergrößerte ich ein Foto des Gemäldes von Mantegna auf die physischen Maße des Bildes und pauste die Umrisse und Faltenwürfe auf Transparentfolie (Abb. 8).



Abb. 8 Umrisse der Mantegna Komposition, Photoshop Bearbeitung

Diese Folie legte ich dann auf ein Foto, das auf die Maße von Bellinis Bild vergrößert wurde. Beide Kompositionen sind bis ins kleinste Detail deckungsgleich (Abb. 9).



Abb. 9 Umrisse des Mantegna über Giovanni Bellinis Gemälde, Photoshop Bearbeitung

Anders sind lediglich die Rahmung, die Musterung der Gewänder und die Farbgebung, so dass man annehmen kann, dass diese in der Zeichnung nicht eingetragen waren. Bellini hat zwei weitere Halbfigur-Porträts eingefügt.

Überprüfung am Original: Meine These gab einer endgültigen Überprüfung am Original durch die Restaurierungs-Abteilung der Berliner Gemäldegalerie Anlass. Eine Pause wurde von Mantegnas physischen Bild auf Transparentfolie nachgezeichnet. Wir trafen uns dann alle in Venedig und die Folie mit der Zeichnung der Umrisse nach Mantegnas Bild wurde über die Tafel von Bellini gelegt. Die Pause nach Mantegna war in der wesentlichen mit der Komposition Bellinis deckungsgleich (Abb. 10 und 11)! Dies bestätigte, dass es ein Hilfszeichnung im Maßstab 1:1 gegeben haben muss.



Abb. 10 und 11 Folie mit der 1:1 Umrisszeichnung nach Mantegna wird über das Bellini Bild gelegt

Übertragungsmethoden der Pause

Wie haben die Künstler die Hilfszeichnung im Maßstab 1:1, den sogenannten *cartone* (= Karton oder großes Papier) auf den zu bemalenden Bildträger übertragen? Es gibt zwei Methoden, die hauptsächlich praktiziert wurden. Eine Methode findet mittels Durchnadelung der Linien statt, durch die kleinen Nadellöcher entlang der Zeichnung wird Kohlestaub durchgepresst. Es entstehen viele kleine schwarze Punkte, die auf dem Bildträger zu den Linien verbunden werden können. Eine zweite Übertragungstechnik besteht im Durchgriffeln. Die Zeichnung wird mit einem Griffel nachgeföhren und dadurch entstehen in der weichen Grundierung des anzufertigenden Bildes Einkerbungen. Dies ist die Methode, die Bellini vorwiegend verwendete. Wir sehen noch heute deutlich die verbliebenen Einkerbungen u.a. in Bellinis Kopftuch der Madonna, die dann mit der weißen Farbe übermalt wurde (Abb. 12).



Abb. 12 Bellini, Detail im Streiflicht

Warum wissen wir eigentlich, dass

Mantegnas Bild zuerst war? Dass Bellinis *Darbringung* nach Mantegnas Bild entstanden ist, darüber besteht in der Forschung Konsens. Der Konsens wird bestätigt durch technische Untersuchungen des Bildes.

Infrarotreflektografie und Röntgen Aufnahme von Mantegnas *Darbringung* zeigen verschiedene Korrekturen während des Entstehungsprozesses (Abb. 13 und 14). Der Kopf der Madonna war zunächst um Einiges weiter links und höher dargestellt.¹² Das erste Profil der Madonnenfigur ist heute noch erkennbar in der dunklen vertikalen Verschattung des gemalten Schleiers in der Mitte der Stirn der Madonna. Über dem Kopf war in der Hintergrundbemalung eine ovale Stelle ausgespart für einen räumlich

dargestellten Heiligenschein. Die spätere Einfögen der weiblichen ‚Nebenperson‘ hinter der

¹² Rothe 1992, 82-83 (wie Anm. 9).

Madonna machte das Verrücken nach rechts notwendig.



Abb. 13 Röntgenbild von Mantegna zeigt Verschiebung der Madonna und ovalen Heiligenschein



Abb. 14 IRR von Mantegna zeigt Kippa, Ohr und Locken des Simeon

Eine weitere Veränderung hat an der Kopfbedeckung des Priesters stattgefunden. Simeon trug in der ersten Variante eine Kippa-ähnliche Kopfbedeckung, die weiße Locken, das linke Ohr und einen hohen Mantel Kragen sichtbar ließ. Erst danach ist die Kippa durch das Kopftuch übermalt worden. Die scheibenartigen Heiligenscheine wurden verworfen. (Die heute sichtbaren, über die Gesichter

gezogenen, Heiligenscheine stammen aus dem frühen 19. Jh.)¹³ Solche Variationen und Änderungen, sogenannte *pentimenti*, bezeugen den kreativen Prozess und sind sicheres Indiz für die Originalität eines Werkes. Bellinis Bild zeigt nichts von diesen Vorstufen, sondern gibt Mantegnas endgültige Version wieder. Daraus ergibt sich die Schlussfolgerung: Bellinis Bild ist nach Mantegna entstanden.

Bellini nach Mantegna

Da das Werk von Bellini später entstanden ist, muss Bellini die oben von mir erwähnte Hilfszeichnung verwendet haben. Ab 1450 war es normale Praxis in ein und derselben Werkstatt 1:1 Hilfszeichnungen zu benutzen. Maßstäbliche Wiederholungen von Kompositionen oder einzelnen Figuren sind aus Bellinis Werkstatt vielfach bekannt. Erstaunlich ist aber die Verwendung eines Kartons in zwei verschiedenen Künstler-Werkstätten. Wir wissen, dass die Sammlung solcher und anderer Muster als eigentliches künstlerisches Potential streng gehütet wurde und dass es wegen gestohlener Muster unter Künstlern sogar Prozesse gab.¹⁴

Wie kommt es bei Mantegna und Bellini dazu? In einem Abstand – wenn die Datierungen richtig sind – von ca. 20 Jahren?

Was ist anders? *Invenzione* versus Kolorit

Mit seinem Bild ist Giovanni Bellini in einen Dialog mit dem Schwager getreten. Er malt nicht eine Kopie! Die Rahmung, eines der wichtigsten Merkmale wird nicht übernommen. Die Farben sind ganz anders. Wollte er diesem zeigen, wie seine Auffassung von Malerei ist?

Bei Mantegna sind Bart- und Kopfhaare des Simeon in ondulierenden Locken ausgeführt, die jedes einzelne Silberhaar bis in die Tiefe des Bartes erkennen lässt (Abb. 15a-b).

¹³ Rothe 1992, 82-83 (wie Anm. 9); Catarina Schmidt Arcangeli, *Giovanni Bellini e la Pittura Veneta a Berlino. Le Collezioni di James Simon e Edward Solly alla Gemäldegalerie*, Verona, Scripta Edizioni 2015, 317 und 323, Anm. 14 und Anm. 4.

¹⁴ Carmen C. Bambach, *Drawing and Painting in the Italian Renaissance Workshop: Theory and Practice 1300-1600*, Cambridge u.a., Cambridge University Press 1999, besonders Kapitel I, X und XI. Zur tödlich endenden Auseinandersetzung um aus der Künstlerwerkstatt gestohlene Motive durch Jacquemart de Hesdin von 1398 siehe: Brigit Blass-Simmen, *Pisanello e l'enluminure ferraraise*, in: Dominique Cordellier (ed.) *Pisanello. Actes du colloque organisé au musée du Louvre les 26, 27 et 28 juin 1996*, Paris: Musée du Louvre 1998, Bd. II, 577-615.



Abb. 15a-b

Die Technik in Tempera – das Bindemittel ist Ei – erlaubte den präzisen, feinen Pinselstrich, die Formen streng zu definieren. Bellini dagegen malte in der eben erst ‚erfundenen‘ Technik in Öl gebundener Pigmente, was einen malerischen Umgang mit der Stofflichkeit der Dinge hervorbrachte.

Lasierende, fließende Farbschichten mit Weißhöhungen und dunkleren Pinselstrichen in den verschatteten Zonen lassen den Bart als zottiges, weiches Volumen erscheinen.

Während bei Mantegna Lichter vergleichbar der niederländischen Feinmalerei gesetzt sind, etwa auf den Perlen, die die Quaste des Kissens zieren oder im Brokatstoff des Mantels von Simeon finden wir bei Bellini unregelmäßig und geradezu pastos aufgetragene, flackernde Pinselstriche von erstaunlich moderner Freiheit (Abb. 16a-b). Sie sind zum Beispiel in der Marmorbrüstung nicht als Äderung, sondern als Lichtreflexe zu deuten (Abb. 17).



Abb. 16a Mantegna



Abb. 16b Bellini



Abb. 17 Bellini

In Mantel und Brüstung bewirken sie eine innovative Auflösung der Textur der Dinge, wie wir sie dann von zukünftigen Malergeneration in Venedig, eines Tizian, Giorgione, ja sogar eines Francesco Guardi kennen. Der Vergleich zwischen dem Brokatmuster Simeons Mantels in Bellinis Bild mit einem Detail aus Tizians Mantels des Dogen Andrea Gritti soll dies veranschaulichen (Abb. 18a-b).



Abb. 18a Bellini

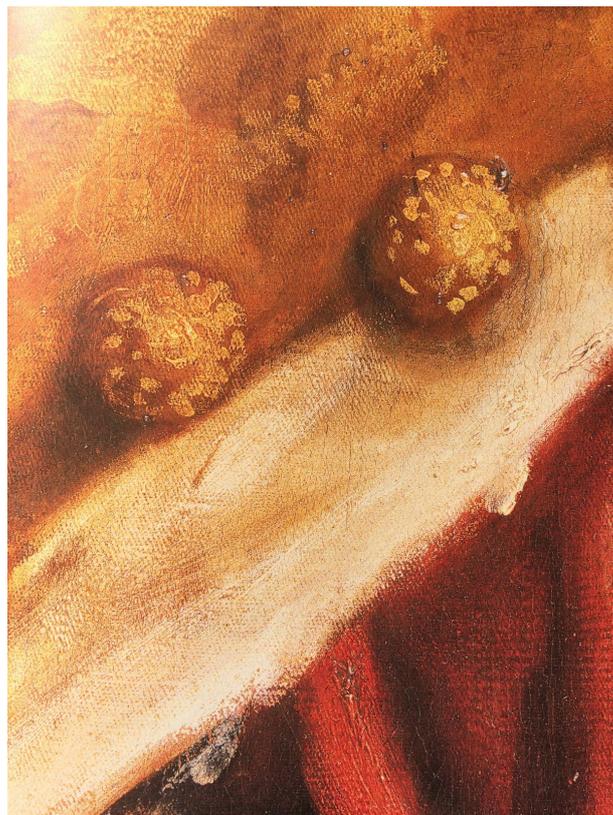


Abb. 18b Tizian

Sogar die Finger werden benutzt, um solche Effekte zu erzielen, wovon heute noch sichtbare Fingerabdrücke des Künstlers zeugen (Abb. 19).



Abb. 19 Fingerabdruck Bellinis

Weiche Übergänge und Harmonie der Farben, im Impasto aufgetragene, sich schlängelnde Farblinien ergeben Effekte flirrender Lichter, die die Künstler der nachfolgenden Generationen weiter ausarbeiten.

Fazit

1504 schrieb Lorenzo da Pavia an Isabella d'Este, Mantegna stehe für die *invenzione*, die Erfindung (cartone!) und Bellini für die Anwendung der Farbe: *de invenzione nessuno non pò arivare a messer Andrea Mantegna che invero z'è ecelentissimo e el primo, ma Giovane Belino in colorir è ecelente*. (Keiner ist besser in der Erfindungsgabe als Herr Andrea Mantegna, der darin wahrlich exzellent ist, aber Giovanni Bellini ist im

Kolorieren exzellent.)¹⁵ Das heilsgeschichtliche Geschehen, die Darstellung der Göttlichkeit des Christuskindes im Tempel und deren Erkenntnis durch Simeon, wird bei Mantegna in geometrisch konstruiert als Blick durch ein Fenster dargestellt. Er ist dabei ganz Kind seiner Stadt, Padua, Universitätsstadt und Ort der Antikentransformation, wo Giotto und Donatello wirkten.¹⁶ Vor allem Mantegnas Auseinandersetzung mit dem Bildhauer Donatello¹⁷ und dessen Flachreliefs lässt sich an der ‚trompe-l'oeil‘-artig dreidimensionalen Darstellung mit auskragenden Kissen und Rahmen und der Marmorfiktion ablesen, der Dichotomie von Figur und Grund, eine Art gemaltes Relief oder gemalte Skulptur. Bei Bellini öffnet sich, durch die den schwarzen Hintergrund oben und die Verschattung der Brüstung unten, ein tiefer undefinierter Raum. Bellini löst und lockert die konstituierenden Linien der geometrischen Bildkonstruktion von Mantegna. Der Bart Simeons wird gerundet und wölbt sich zur Madonna und Kind hin. Die ursprünglich auf Kontrasten beruhende Farbigekeit Mantegnas wird bei Bellini in differenzierte Rottöne und ein vereinheitlichendes Licht gehüllt. Bellini ist ganz Venezianer, der das Spiel der Farb- und Lichtreflexionen der stillen oder

¹⁵ Manuela Barausse, ‚Giovanni Bellini. I documenti‘, in: Mauro Lucco und Giovanni Carlo Federico Villa (eds.), *Giovanni Bellini* Kat. Ausst. Rom, Scuderie del Quirinale, Milano Cinisello Balsamo, Silvana Editoriale 2008, 327-359, Dok. 91, p. 350 (Übersetzung Autorin).

¹⁶ Blass-Simmen und Weppelmann 2017 (wie Anm. 11).

¹⁷ Donatello kam 1443 nach Padua, wo er für mehr als zehn Jahre als Künstler arbeitete, den Hauptaltar im Santo schaffend und das monumentale Reiterstandbild aus Bronze des Gattamelata, aber auch seine Ideen in zahlreich gegossenen Bronze-Plaketten fanden Verbreitung.

bewegten Wasseroberfläche beobachtet, die daraus gewonnenen Erfahrungen ins Bild umsetzt.

Durch die genaue Analyse des Zusammenhanges der beiden Darstellungen der *Präsentation Christi im Tempel* kann zwar das Geburtsdatum Giovanni Bellinis nicht eindeutig bestimmt werden. Klar wird jedoch die Stellung Giovanni Bellinis als Wegbereiter der venezianischen Hochrenaissance. Er steht zwischen Mantegna und der späteren Generation von Tizian und Giorgione, die auch bei Bellini in der Werkstatt tätig waren. Während Mantegnas Schaffen die Auseinandersetzung Bellinis mit seinem Werk zur Folge hatte, wird Bellinis Maltechnik und sein auf Fernwirkung angelegte Malerei wegweisend für die Maler der späteren Generation, Titian und Giorgione.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Die *Darbringung Christi im Tempel* von Bellini und Mantegna in der architektonischen Inszenierung von Mario Botta, Ausstellung Fondazione Querini Stampalia Venedig 2018

Abb. 2a Andrea Mantegna, *Christus am Ölberg*, um 1455-1456, Eitempera auf Holz, 62,9 x 80 cm, The National Gallery London

Abb. 2b Giovanni Bellini, *Christus am Ölberg*, um 1458-1460, Eitempera auf Holz, 80,4 x 127 cm, The National Gallery London

Abb. 3a Andrea Mantegna, *Abstieg Christi in die Vorhölle*, um 1468, Feder und Pinsel in Braun auf Pergament, 37,2 x 28 cm, École Nationale Supérieure des Beaux-Arts Paris

Abb. 3b Giovanni Bellini, *Abstieg Christi in die Vorhölle*, um 1475-80, Öl auf Pergament auf Holz, 51,8 x 37,7 cm, Bristol City Museum and Art Gallery Bristol

Abb. 4 Andrea Mantegna, *Die Darbringung Christi im Tempel*, um 1454, Eitempera auf Leinwand, 69 x 86.3 cm, Gemäldegalerie Staatliche Museen zu Berlin

Abb. 5 Photoshop Bearbeitung von Abb. 4 mit blauem Hintergrund

Abb. 6 Giovanni Bellini, *Die Darbringung Christi im Tempel*, um 1470-75, Öl auf Holz, 80 x 105 cm, Fondazione Querini Stampalia Venedig

Abb. 7 Modellierende Unterzeichnung, sichtbar gemacht durch Infrarotreflektografie, Detail von Giovanni Bellinis *Darbringung*

Abb. 8 Umriss der Mantegna Komposition, Photoshop Bearbeitung

Abb. 9 Umriss der Mantegna Komposition über Giovanni Bellinis Gemälde, Photoshop Bearbeitung

Abb. 10 Prüfung in Venedig: Folie mit der 1:1 Umrisszeichnung nach Mantegna wird über das Bellini Bild gelegt

Abb. 11 Detail der Folie mit der 1:1 Umrisszeichnung nach Mantegna auf Bellinis Bild in Venedig

Abb. 12 Einkerbung von der Übertragung der ursprünglichen Hilfszeichnung, sichtbar am weißen Kopftuch der Madonna, Detail im Streiflicht von Bellinis Bild

Abb. 13 Röntgenaufnahme von Mantegnas *Darbringung Christi im Tempel*: sichtbar werden die Verschiebung der Madonna und der perspektivisch dargestellte ovale Heiligenschein

Abb. 14 Infrarotreflektografie von Mantegnas *Darbringung Christi im Tempel*: sichtbar werden Kippa, Ohr und Locken des Simeon

Abb. 15a Andrea Mantegna, *Darbringung Christi im Tempel*, Detail Gesicht Simeons

Abb. 15b Giovanni Bellini, *Darbringung Christi im Tempel*, Detail Gesicht Simeons

Abb. 16a Andrea Mantegna, *Darbringung Christi im Tempel*, Detail Mantel Simeons

Abb. 16b Giovanni Bellini, *Darbringung Christi im Tempel*, Detail Mantel Simeons

Abb. 17 Giovanni Bellini, *Darbringung Christi im Tempel*, Detail Brüstung

Abb. 18a Giovanni Bellini, *Darbringung Christi im Tempel*, Detail Mantel Simeons

Abb. 18b Tizian, Portrait des Dogen Andrea Gritti, 1546-50, Öl auf Leinwand, 133,6x 103,2 cm, National Gallery of Art Washington, Detail des Mantels

Abb. 19 Giovanni Bellini, *Darbringung Christi im Tempel*, Detail mit Fingerabdruck des Künstlers sichtbar unter dem Ringfinger der Madonna

Copyrights

Autorin: Abb. 1, 3a, 5, 8, 9, 18b

The National Gallery London (open access): Abb. 2a, 2b

Fondazione Querini Stampalia Venedig: Abb. 6

Neville Rowley: Abb. 10, 11

Staatliche Museen zu Berlin, Gemäldegalerie / Jörg P. Anders: Abb. 3/ Christoph Schmidt: Abb. 13, 14

Giovanni Villa: Abb. 7

Wahluniversum, Jessica Wahl: Abb. 12, 15a, 15b, 16a, 16b, 17, 18a, 19

Reproduktionsmedizin heute?!

Seit ihm es die Menschheit gibt, ist vor allen Dingen für die Frauen die Frage, schwanger werden zu wollen, wann ist gewünscht wird, schon immer gegeben. Erste Zeichen hierfür finden sich schon zum Beispiel in der Skulptur *der Venus von Hohlefels* vor etwa 35.000 Jahren. selbst in der Bibel spielt die zeitweilig Beklagte Unfruchtbarkeit eine große Rolle, zum Beispiel bei Abraham, Isaak und Jakob.

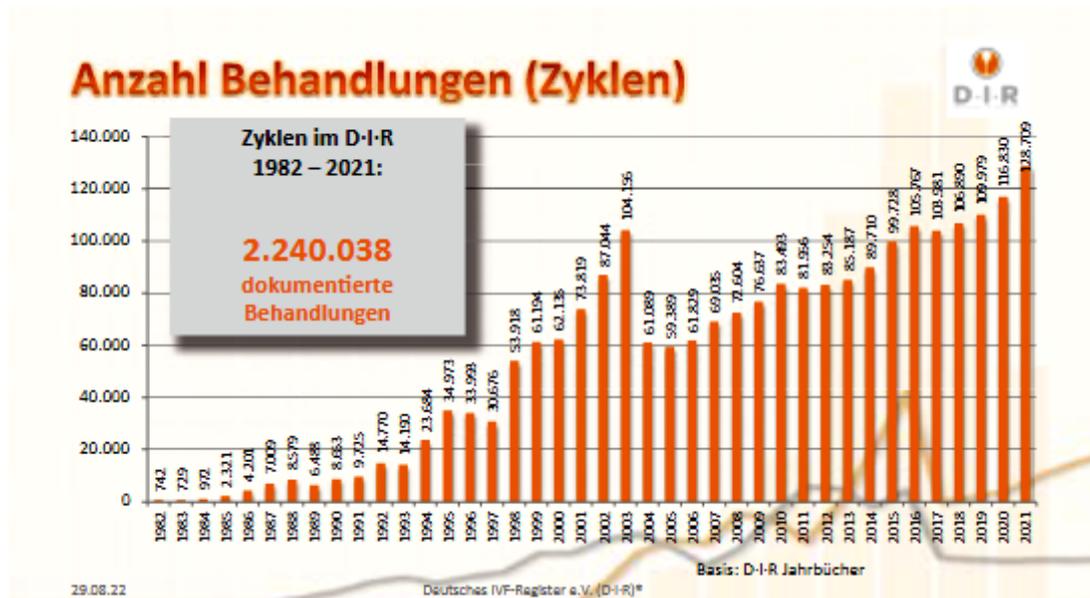
In Deutschland müssen wir heute damit rechnen, dass bei jedem sechsten Paar, das macht etwa zwei Millionen Paare, ein Problem mit der Fruchtbarkeit besteht. Es ist aber ein individuelles Grundrecht eines jeden Paares ob, wann, und wie oft ein Kind gewünscht wird. Selbst in den bekanntesten Märchen geht es um die Frage der Fruchtbarkeit, Sei es bei Schneewittchen, Dornröschen oder Rapunzel. und auch heute finden sich meistens sehr spektakuläre Fälle von Kinderwunschbehandlung in den Medien, zum Beispiel die Achtlingsmutter 2009 in den USA, die 65-jährige Vierlingsmutter aus Berlin oder auch das Baby mit Erbgut von drei Eltern, über das 2019 in den Medien berichtet wurde.

Was ist Reproduktionsmedizin (ART=Assisted Reproductive Techniques) heute? Welche Behandlungen können da durchgeführt werden?

Zum einen die Insemination von Spermazellen des Partners oder eines, in Deutschland anonymen Spermadonors direkt in die Gebärmutter der Frau. Häufig erfolgt dabei zunächst eine milde Stimulation der Eierstöcke, um eine gute Einzelreifung zu bewirken.

Am häufigsten wird aber heutzutage die Befruchtung außerhalb des Körpers, Reagenzglasbefruchtung oder auch extrakorporale Fertilisation genannt (fälschlicherweise als künstliche Befruchtung bezeichnet), durchgeführt. Dabei werden nach einer Eierstockstimulation, meistens mit Hormonspritzen, mehrere Eizellen aus dem Körper der Frau gewonnen. Diese werden dann außerhalb des Körpers mit Spermazellen zusammengebracht, oder es wird sogar jeweils eine Spermazelle direkt in den Zelleib der Eizelle eingespritzt, so dass es dann im Reagenzglas so Befruchtung kommen kann. Der Befruchtungsvorgang läuft aber im Reagenzglas nach den gleichen natürlichen Bedingungen wie sonst im Eileiter der Frau ab. Hat sich dann die Eizelle mehrmals geteilt, man spricht dann vom Embryo, wird dieser nach 2-6 Tagen Entwicklung "im Reagenzglas" in die Gebärmutterhöhle der Frau verbracht (Embryotransfer / ET), wo sich dann eine Schwangerschaft entwickeln soll. Überzählige Eizellen können im unbefruchteten oder befruchteten Zustand in flüssigem Stickstoff zur späteren Verwendung tiefgefroren werden.

Alle in Deutschland durchgeführten Behandlungszyklen werden im Deutschen IVF-Register (D I R) dokumentiert.



*Anzahl der im D I R erfassten Behandlungszyklen; ab 1997
nur noch elektronische Dokumentation (Jahrbuch 2021)*

Seit 1996 bis zum Jahr 2021 sind so schon mehr als zwei Millionen Zyklen elektronisch erfasst worden. Dieses Register dient zum einen der Transparenz der durchgeführten Behandlungen und zum andern der Qualitätssicherung in den inzwischen 140 IVF – Zentren in Deutschland. Im Jahr 2017 waren somit seit 1997 im Register schon 275.452 geborene Kinder erfasst. Dies entspricht der Einwohnerzahl einer Stadt wie Gelsenkirchen oder Wiesbaden. Mit Stand Heute (2020) sind es schon 363.940 (Bochum, Wuppertal) und weltweit sind schon mehr als 10 Millionen Kindern nach Reagenzglasbefruchtung zur Welt gekommen.

Im Jahrbuch 2021 des D I R

(siehe: www.deutsches-ivf-register.de/perch/resources/dir-jahrbuch-2021-deutsch-1.pdf) sind fast 130.000 Behandlungszyklen bei fast 70.000 Frauen dokumentiert. In schon über 30% dieser Behandlungszyklen waren die Eizellen zuvor gefrierkonserviert worden. Nach einem so genannten Frischzyklus zeigte sich eine Schwangerschaftsrate von 32,7%/ET, nach einem Gefrier-Auftauzyklus von 30,1%/ET bzw. einer Geburtenrate von 23,4% und 21%.

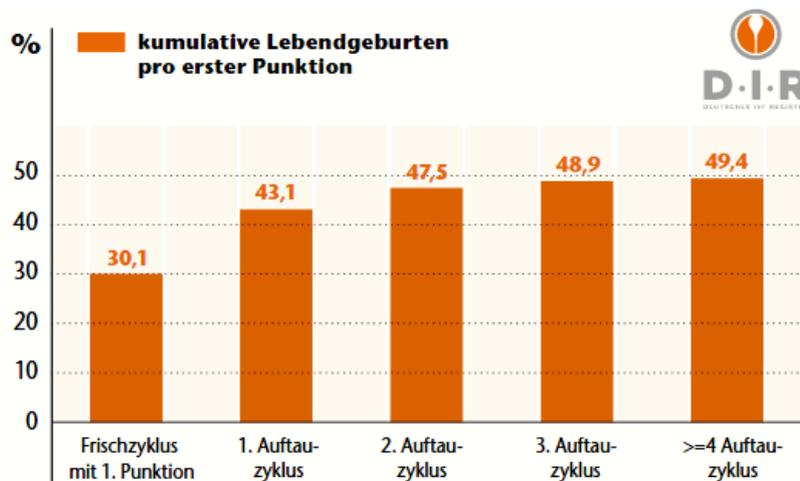
Schwangerschafts – und Geburtsraten sind aber stark vom Alter, insbesondere der Frauen, abhängig. In der Altersgruppe 30-34 Jahre zeigt sich eine Schwangerschaftsrate von fast 40%/ET und eine Geburtenrate von 30%. Bei Frauen zwischen 41-43 Jahren betragen die Raten nur noch 17,8% beziehungsweise 8,2%. Dies liegt daran, dass mit zunehmendem Alter insbesondere die Eizellen genetische Defekte aufweisen. Diese Defekte bewirken, dass es erst gar nicht zum Eintritt einer Schwangerschaft kommt, mit zunehmendem Alter die Fehlgeburtenrate stark ansteigt oder aber, wird ein solcher Defekt während der Schwangerschaft entdeckt, ein Schwangerschaftsabbruch erfolgt. In vielen anderen Ländern wird deshalb der Embryo vor der Übertragung genetisch untersucht. Zeigt sich ein genetischer Defekt, so wird er erst gar nicht übertragen und der Frau bleibt eine sehr belastende Fehlgeburt oder gar ein Schwangerschaftsabbruch erspart. Diese genetische Untersuchung

ist in Deutschland immer noch strengstens verboten und darf nur in ganz wenigen Ausnahmefällen und mit sehr hohen Kosten verbunden durchgeführt werden.

Sehr erfreulich ist, dass in den letzten 20 Jahren die Zahl der übertragenen Embryonen pro ET kontinuierlich abgenommen hat. Dies führte auch zu einer deutlichen Reduktion der Mehrlingsgeburten. Waren 1998 noch mehr als 27% aller Geburten nach ART eine Mehrlingsgeburt, so betrug diese Zahl 2020 nur noch 16,6% nach Frisch- und 11% nach Auftauzyklus. Immer häufiger wird in Deutschland nur noch ein Embryo pro Behandlungszyklus übertragen. Dann beträgt die Mehrlingsrate auch nur noch 1,4%.

Mit diesen Behandlungen werden den natürlichen Zahlen entsprechende Schwangerschafts- bzw. Geburtenraten erzielt. Dies zeigt sich noch mehr bei den heute immer häufiger genannten "kumulativen" Geburtsraten. Erfolgen mehrere Behandlungszyklen bei einem Kinderwunschpaar, so ergibt sich schon nach dem vierten durchgeführten Embryotransfer bei zwei von drei Paaren eine Schwangerschaft, nach mehr als vier ET sogar bei 7 von 10. Nicht selten muss ein auf natürliche Weise eine Schwangerschaft anstrebendes Paar auch fünft, sechs oder gar mehr Monate warten, bis es endlich klappt.

Werden bei der ersten Eierstockpunktion reichlich überzählige und funktionstüchtige Eizellen gewonnen, die dann der Gefrierkonservierung zugeführt und - bei Nichteintritt einer Schwangerschaft - aufgetaut und für weitere Übertragungszyklen



genutzt werden können, so darf schon nach dem zweiten Auftau-Übertragungszyklus fast jedes zweite Paar sein Kind in die Arme schließen. Die Behauptung mancher Politikerinnen und Politiker sowie verbreitet von vielen Medien, dass dies extrakorporale Befruchtung nur schlechte Ergebnisse zeige, ist, wie die genannten Zahlen nachdrücklich zeigen, nicht zutreffend. Diese Behandlungen sind auch sicher. Komplikationen bei der Eizellentnahme lagen unter 1 % und das gefürchtete Überstimulationssyndrom wegen der Hormontherapie bei 0,5 %.

Allen Paaren muss nahegelegt werden, die Realisierung eines Kinderwunsches nicht zu lange aufzuschieben. Je früher begonnen wird, desto größer ist die Chance, dass es erst gar nicht einer medizinischen Unterstützung bedarf und, falls doch, desto besser sind die Erfolgsaussichten. Trotz

der immer noch sehr restriktiven und veralteten Gesetzgebung in Deutschland leisten die hiesigen IVF-Zentren eine sehr gute Arbeit und erzielen Ergebnisse, die sich jederzeit im internationalen Maßstab vergleichen lassen. So kommen auch Paare trotz eventueller massiver Störungen ihrer Fruchtbarkeit zum Kind.

Eingriffe in die Keimbahn des Menschen zur Therapie von Krankheiten: Fakten und Fiktionen

Einleitung

Die Erschaffung „neuer“ Menschen hat in der Mythologie, der Literatur und der Philosophie eine lange Tradition, wie schon allein die intensive Diskussion um Sloterdijks „Regeln für den Menschenpark“ zeigt.¹⁸ So wird auch bei der aktuellen Diskussion zu therapeutischen Eingriffen in die menschliche Keimbahn stets darauf hingewiesen, dass ebenso Veränderungen möglich seien, die dem „Enhancement“, also der „Verbesserung“ der menschlichen Natur, dienen könnten. Wie äußern sich Naturwissenschaftler zu dieser Thematik?

Nach dem zweiten Weltkrieg steht hierfür beispielhaft das Ciba Symposium im Jahr 1962 „Man and his Future“, an dem eine wiss. Elite, 5 Nobelpreisträger eingeschlossen, teilgenommen hat.¹⁹ Herman J. Muller (NP 1946) sieht „enormous room for improvement...of the genetic constitution“. In ferner Zukunft könnten mit „nano-needles...pre-specified changes“ eingeführt werden. Joshua Lederberg (NP 1958) diskutiert, ob nach in vitro Kultur von Keimzellen „direct control of nucleotide sequences in human chromosomes, coupled with...integration of the desired genes...“ möglich sein könnte. In einem Gespräch mit dem Spiegel wird 2012 der amerikanische Physiker und Futurologe Michio Kaku gefragt: „Angenommen, es gelingt, das Erbgut neu zu arrangieren. Wie gehen wir damit um, dass wir uns dann Designerkinder basteln können? Kaku: Wir brauchen eine Debatte über diese Themen. Eine aufgeklärte Öffentlichkeit muss entscheiden, wie weit wir es treiben dürfen, wie schön, wie mutig, wie toll unsere Kinder werden dürfen.“²⁰ In einem weiteren Spiegel Interview wird 2013 der renommierte amerikanische Molekulargenetiker George Church gefragt: „Herr Church, Sie kündigen an, schon bald werde es möglich sein, Neandertaler zu erschaffen. Was heißt "bald"? Church: Das hängt von verdammt vielem ab, aber ich denke trotzdem, die Antwort lautet: "Ja". Denn die Technik schreitet so rasant voran wie noch nie. ...Allerdings müssten wir, um die Ausrottung des Neandertalers rückgängig zu machen, das Klonen von Menschen erproben. Technisch dürfte das möglich sein. Wir können lauter Säugetiere klonen, warum also nicht auch den Menschen?“ Er spricht sich zudem dafür aus, mehr als nur einen Neandertaler zu erschaffen, damit dieser sich nicht so einsam fühlt.²¹

Wie widersprüchlich sich selbst Experten zu Eingriffen in die menschliche Keimbahn äußern können, wurde 1986 auf dem „7th International Congress of Human Genetics“ in Berlin deutlich, dem ersten internationalen Genetikerkongress nach dem zweiten Weltkrieg überhaupt in Deutschland. Ganz aktuell waren damals die Arbeiten von Oliver Smithies zur homologen Rekombination an der Maus, womit sich wesentlich gezielter als bisher genetische Veränderungen in die Keimbahn einführen liessen. Auf der ersten Pressekonferenz am 23. 9. haben die Kongressorganisatoren auf die Frage der Journalisten

¹⁸ Peter Sloterdijk: *Regeln für den Menschenpark*. Suhrkamp Vlg.1999

¹⁹ Ciba Foundation: *Man and his Future* (Ed. G. Wolstenholme). J.&A. Churchill Ltd., London 1963

²⁰ Der Spiegel 39, 2012

²¹ Der Spiegel 3, 2013

zu gezielten Eingriffen in die menschliche Keimbahn geantwortet: Keiner kann es, keiner braucht es. Am ersten Kongresstag hielt Oliver Smithies seinen Plenarvortrag über “Targetted modification of human chromosomal genes in living cells”. Auf der Pressekonferenz am 24. 9. fragten die Journalisten erneut: Wird man eines Tages eine Gentherapie an menschlichen Embryonen durchführen? Antwort von Oliver Smithies: Selbstverständlich – So wie wir heute gewohnt sind eine Brille zu tragen, wird man zukünftig das Erbgut entsprechend korrigieren. Nachfrage: Wann wird es dazu kommen? Antwort: In etwa 500 Jahren (Oliver Smithies hat 2007 den Nobelpreis für Medizin erhalten).

Sind die 500 Jahre heute schon abgelaufen? 2018 machte die Geburt der ersten genetisch veränderten Babys in China weltweit Schlagzeilen. Bereits 2015 wurden in China an nicht entwicklungsfähigen menschlichen Embryonen Experimente zur Gen-Editierung vorgenommen,²² 2017 von amerikanischen Wissenschaftlern, wobei diese Embryonen allerdings nicht ausgetragen wurden (s.u.).

Im Folgenden soll der entscheidende wissenschaftliche Durchbruch zur einfachen, gezielten Veränderung des Erbguts und dessen praktische Durchführung an menschlichen Embryonen erläutert und danach die Alternativen zu einem derartigen Eingriff diskutiert werden.

Gezielte Veränderung des Erbguts mit der CRISPR/Cas Technologie

Das CRISPR/Cas System (Clustered regularly interspaced short palindromic repeats/CRISPR-associated protein) ist besonders einfach und preiswert, um sehr gezielt DNA zu verändern. Es geht zurück auf ein adaptives Immunsystem von Bakterien und Archaea. Den genauen Mechanismus haben 2012 insbesondere Emanuelle Charpentier, heute Direktorin am Max-Planck-Institut für Immunologie Berlin und Jennifer Doudna von der [University of California, Berkeley](#) aufgeklärt.²³ Feng Zhang vom [Massachusetts Institute of Technology](#) hat das Verfahren auch auf Eukaryoten übertragen.²⁴ Die Zeitschrift Science erhob das Verfahren zum “[Breakthrough of the Year 2015](#)”.²⁵

Bei Prokaryoten besteht das CRISPR/Cas9 System aus drei Komponenten: Der CRISPR-RNA (crRNA) mit der CRISPR Sequenz und dem sog. Spacer Bereich, der von einer früheren Virusattacke stammt und bei einer erneuten Infektion an das eingedrungene Virus bindet. Die crRNA bildet zusammen mit der tracr-RNA (trans-aktivierende RNA) eine stabile Haarnadel-förmige Struktur aus, an die das Cas9-Enzym bindet. Es schneidet dann die fremde Virus-DNA, vorausgesetzt es befindet sich in unmittelbarer Nähe eine sog. PAM Sequenz (proto-spacer adjacent motif) aus 3 Nukleotiden. Dieses Motiv findet sich nicht in der bakteriellen DNA und schützt diese daher vor dem Zerschneiden durch Cas9. Durch Fusion der crRNA und der tracrRNA entsteht die sog. sgRNA (single guide RNA) als Grundlage der präzisen, einfach einzusetzenden und sehr preiswerten Genschere.

²² Liang et al. *Protein Cell* 6:363-372, 2015

²³ M.Jinek, K.Chylinski, I.Fonfara, M.Hauer, J.A. Doudna, E.Charpentier. *Science* 337: 816–821, 2012

²⁴ Le Cong, F. A. Ran, D. Cox, S. Lin, R. Barretto, N. Habib, P.D. Hsu, X. Wu, W. Jiang, L.A. Marraffini, F.Zhang. *Science* 339:819–823, 2013

²⁵ *Sciencemag.* 17. Dezember 2015

Das CRIPR/Cas System besteht in seiner gebräuchlichen Variante bei Eukaryoten aus einer „Single-Guide-RNA“ (sgRNA) verbunden mit der mRNA für das Cas9 Protein.²⁶ Der käufliche Vektor (PX459) verleiht zudem Resistenz gegenüber Puromycin.²⁷ Die sgRNA vermag das Cas9 Protein zu binden und besitzt eine 20 Nukleotide lange Erkennungssequenz, die komplementär zu der zu schneidenden DNA-Sequenz ist. Auch hier ist das Vorhandensein eines PAM erforderlich. Für den jeweiligen Einsatz muss man daher nur diese Genregion auswählen und die jeweilige Erkennungssequenz in den Vektor einfügen (Abb. 1). Allerdings kann der Komplex auch an ähnliche Erkennungssequenzen binden und diese schneiden. Dies führt zu sog. Off-Target-Effekten, die sich nicht vollständig ausschliessen und nur schwer genomweit nachweisen lassen. Das Konstrukt ist mehrere Tage in den jeweiligen Zellen aktiv und kann daher auch mehrere Veränderungen nacheinander induzieren.

In der ursprünglichen Version setzt die Genschere einen DNA Doppelstrangbruch (DSB), der durch die zelleigenen DNA-Reparatursysteme erkannt wird. In jeder Phase des Zellzyklus ist das fehlerhafte NHEJ (non homologous end joining) Reparatursystem aktiv, wodurch regelmäßig Mutationen induziert werden. Diese können erwünscht sein, um das betreffende Gen zu inaktivieren. In der S-Phase des Zellzyklus kann die Reparatur auch mittels HR (homologous recombination) erfolgen, wobei z. B. ein dazu gegebenes Gen „fehlerfrei“ eingebaut wird (Abb.1). Geht es um die gezielte Veränderung weniger Bausteine, kann man diese in der S-Phase auch mittels eines einzelsträngigen Oligonukleotids (ssODN; single-stranded donor oligodeoxynucleotide) einfügen.²⁸

Es können auch mehrere Gene gleichzeitig editiert werden sowie durch Verwendung zweier sgRNAs, die an unterschiedlichen Stellen einer Region schneiden, Deletionen, Duplikationen und Inversionen von bis zu 1000 Basenpaaren generiert werden (CRISVar-Technik²⁹; CRISPR/Cas9-induced structural variants). Inzwischen sind auch CRISPR/Cas Varianten verfügbar, die nur DNA-Einzelstrangbrüche induzieren. Insgesamt schreitet die Entwicklung auf diesem Gebiet rasch voran.

Die Vorgehensweise soll hier an einem konkreten Beispiel illustriert werden. Bei einem Individuum mit multiplen Skelettfehlbildungen war eine Neumutation väterlichen Ursprungs im *TBX1*-Gen gefunden worden. Die Frage war, ob diese Veränderung ursächlich für das klinische Bild ist. Dieses Gen, ein Transkriptionsfaktor, ist nicht in die Entwicklung der Extremitäten eingebunden, wobei sich ein sog. dominant-negativer Effekt aber nicht von vornherein ausschließen lässt. Es sollte daher eine Maus mit genau dieser Mutation im Maus *Tbx1*-Gen generiert werden. Das menschliche und das Maus Gen stimmen in 98% der Aminosäuren überein.³⁰ Es wurde daher ein sgRNA-Cas9 Konstrukt generiert, um die betreffende Genregion gezielt herauszuschneiden sowie eine ssODN mit der Mutation und Homologie zu der betreffenden Genregion. Mittels Lipofektion wurden die Konstrukte in log. wachsende embryonale Stammzellen der Maus eingeschleust (Abb. 2). Etwa 500.000 Zellen wurden behandelt, von denen mehr als die Hälfte die Konstrukte aufgenommen hatten. Davon wurden 180 Klone isoliert und das *Tbx1*-Gen sequenziert. Etwa 30% der Klone wiesen Veränderungen auf, die

²⁶ Übersicht: CRISPR/Cas9 - Einschneidende Revolution in der Gentechnik (Hrsg. T. Cathomen & H. Puchta). Spektrum der Wissenschaft, Springer Vlg. 2018

²⁷ s. <https://www.addgene.org/62988/>

²⁸ Idoko-Akoh et al. Sci Rep 8:15126, 2018

²⁹ Kraft et al. Cell Reports 10:833-839, 2015

³⁰ Chieffo et al. Genomics 43:267-277,1997

offensichtlich auf NHEJ-Reparatur zurückzuführen waren und ca. 25 % waren homozygot für die gewünschte Mutation als Folge der HR Reparatur. Dies unterstreicht die Effizienz der Genschere. Die Zellen von drei dieser Klone wurden danach in tetraploide Eihüllen eingeführt (sog. tetraploide Morulaaggregation). Hierbei bilden nur die mit der Genschere behandelten pluripotenten Zellen später den eigentlichen Mausembryo aus. Pro Klon wurden 12 derartige Aggregate in scheinträchtige Mäuse übertragen. Aus zwei Klonen ging kein Mausfetus hervor. Es kann deshalb nicht ausgeschlossen werden, dass hierfür zusätzliche Off-Target-Effekte verantwortlich waren. Von einem dritten Klon mit der *Tbx1*-Mutation entwickelten sich alle 12 Morulaaggregate zu unauffälligen Mausembryonen, die also keine Skelettdeformitäten aufwiesen. Es spricht daher alles dafür, dass die Mutation im *TBX1*-Gen nicht ursächlich für die Fehlbildungen des Probanden ist (Rodriguez de los Santos, pers. Mitteilung). Bis vor kurzem wäre ein derartiger Ausschluß aus Zeit- und Kostengründen kaum möglich gewesen. Derartige Experimente in Berlin an embryonalen Mausstammzellen in Verbindung mit Mutationen in regulatorischen Abschnitten haben aber auch zu ganz neuartigen Einblicken in die Pathogenese genetisch bedingter Krankheiten geführt.^{31,32}

Durchführung einer Keimbahntherapie mit der Crispr/Cas Technologie

Im Falle einer Keimbahntherapie beim Menschen muss der Erfolg im Einzelfall garantiert werden. Der Eingriff wird direkt an der riesigen Eizelle vorgenommen. In diesem Fall kann das CRISPR/Cas System aus sgRNA, dem Cas-Protein sowie dem zu ersetzenden Gen einfach injiziert werden. Wie lange das Konstrukt in der Eizelle aktiv ist, ist nicht genau bekannt, vermutlich aber nicht länger als ein Tag.

2017 schien der Arbeitsgruppe von S. Mitapolov aus Oregon, USA der Durchbruch gelungen.³³ In *Zeit online* wird hierzu gesagt „Im Reagenzglas schufen die Wissenschaftler künstlich gesunde Embryonen, die einen Gendefekt enthalten hätten, wären sie natürlich entstanden. Nie zuvor war das so fehlerfrei gelungen. Hätte man diese Embryonen nicht nach knapp fünf Tagen – in einer Phase also, in der sie aus 64 bis 128 Zellen bestanden – im Labor abgetötet, sondern in die Gebärmutter einer Frau eingepflanzt, wären vielleicht lebensfähige Föten herangereift. Sie hätten ohne die sonst unheilbare, mitunter lebensbedrohliche Herzmuskelschwäche geboren werden können.“³⁴ In diesem Fall wies der Proband eine familiäre Deletion im myosinbindenden Protein C (*MYBPC3*) als Ursache einer Hypertrophen Kardiomyopathie (HCM) auf. Oftmals sind hierbei ventrikuläre Herzrhythmusstörungen die ersten Symptome. HCM ist häufigste Ursache für den plötzlichen Herztod bei unter 35-Jährigen.³⁵ Da die Deletion heterozygot vorlag, weisen 50% seiner Spermien die Deletion auf, die anderen 50% das normale Allel. Daher beträgt das Risiko für betroffene Kinder 50%.

18h nach der Befruchtung wurde das CRISPR/Cas System in 54 Embryonen injiziert, die danach 3 Tage kultiviert wurden. Die Hälfte davon sollte nicht betroffen sein. Die Analyse der Blastomeren ergab, dass 36 Embryonen reinerbig für das wildtyp Allel waren und 18 heterozygot. Von diesen waren 13 aber Mosaik, die neben den heterozygoten Zellen auch homozygote für das wildtyp Allel aufwiesen. Die einfachste Erklärung für den Mosaikstatus ist, dass zum Zeitpunkt der „Gentherapie“

³¹ Lupianez, Spielmann Mundlos. Trends in Genetics 32:225-237, 2016

³² Spielmann, Lupianez & Mundlos. Nature Review Genetics 19:453-467, 2018

³³ Ma, H. et al. Nature 548:413-419, 2017

³⁴ A. Schadwinkel. Zeit online vom 2. August 2017

³⁵ Meder & Katus. Der Internist 53:408-418, 2012

die DNA des Spermiums bereits verdoppelt vorlag und nur eines der defekten Gene „repariert“ wurde. Allerdings wurde nicht das injizierte Gen eingebaut, sondern überraschenderweise das mütterliche Gen. Insgesamt ist diese Vorgehensweise daher nicht für eine Gentherapie geeignet (Abb. 3).

Die Autoren haben daraufhin den Ansatz modifiziert und das Spermium zusammen mit dem CRISPR/Cas System in die Eizellen injiziert. Zu diesem Zeitpunkt gibt es nur eine Kopie des defekten väterlichen Gens. Nach dreitägiger Kultur waren von 58 Zygoten 16 einheitlich heterozygot, wobei das väterliche Allel allerdings vielfältige Veränderungen als Folge einer NHEJ Reparatur aufwies. Die restlichen 42 Embryonen waren homozygot für das wildtyp Allel. Allerdings war nur in einem Fall der Einbau des hinzugegebenen Genkonstrukts nachweisbar (als Mosaik), d.h. es wurde, wie oben, das intakte mütterliche Allel eingebaut (Abb. 4). Im Prinzip hat daher die Gentherapie nicht wie beabsichtigt funktioniert. Im Falle einer Implantation eines derartigen menschlichen Embryos muss der Erfolg im Einzelfall gesichert sein. Derzeit ist der Ausschluss von Off-Target-Effekten nicht möglich. Hierzu muss ja das gesamte Genom von Einzelzellen sequenziert werden. Die Fehlerrate dabei ist zu hoch, um seltene Einzelereignisse nachzuweisen. Nimmt man noch hinzu, dass auch ein Fall von Mosaizismus ausgeschlossen werden müsste, wird deutlich, wie unsicher die Prozedur ist, wie unverantwortlich eine direkte Anwendung beim Menschen.

Ein Jahr später hingegen, im November 2018, teilte der chinesische Wissenschaftler He Jiankui die Geburt der ersten genveränderten Kinder, der Zwillingsschwestern Nana und Lulu, mit. Er gab an, das *CCR5*-Gen ausgeschaltet zu haben, dessen Protein die Eintrittspforte für die HI (Aids)-Viren ist. Der Vater dieser Kinder war HIV-positiv. Auf diese Weise sollte die Infektionsgefahr für seine Kinder abgewendet werden. He wurde inzwischen zu drei Jahren Gefängnis und einer Geldstrafe von drei Millionen Yuan (ca. 383.000 €) verurteilt, da er vorsätzlich die Grenzen wissenschaftlicher und medizinischer Ethik verletzt habe.³⁶

Erst ein Jahr später wurden Einzelheiten seiner Vorgehensweise aus Manuskripten bekannt, die er bei so angesehenen Zeitschriften wie Nature und Jama eingereicht hatte, die aber nicht zur Publikation angenommen wurden.³⁷ Darin wird in der Zusammenfassung zunächst behauptet, dass sie die bekannte Mutation *CCR5Δ32* induziert hätten, die beim Menschen die HIV Resistenz bedingt, wenn beide elterlichen Gene diese Veränderung tragen. Tatsächlich wurde diese Veränderung jedoch nicht induziert, wie aus den Ergebnissen hervorgeht, sondern „ähnliche“, deren Wirkungsweisen nicht analysiert wurden. Zudem waren nur bei einem Kind beide Genkopien verändert, das andere wies nur ein mutiertes *CCR5*-Gen auf. Offensichtlich waren die Embryonen zudem Mosaik, was auch ein Hinweis auf Off-Target Veränderungen sein könnte. In anderen Worten, es ist nicht gesichert, ob der Eingriff überhaupt bei einem der Kinder zu einer HIV-Resistenz führen würde. Es ist fast überflüssig zu sagen, dass eine HIV Übertragung vom Vater auf die Kinder auch auf konventionelle Weise verhindert werden kann. Wie es den Kindern jetzt geht ist unbekannt.

Führende Wissenschaftler haben sich nachdrücklich für ein Moratorium derartiger Keimbahneingriffe ausgesprochen,³⁸ ebenso sehr ausführlich der deutsche Ethikrat,³⁹ auch zusammen mit denen aus

³⁶ S. Karberg. Der Tagesspiegel, 31. 12. 2019

³⁷ A. Regalado. MIT Technology Review. Dec. 2019

³⁸ Lander et al. Nature 567:165-168, 2019

³⁹ Deutscher Ethikrat: Eingriffe in die menschliche Keimbahn. Stellungnahme Mai 2019; www.ethikrat.org

England und Frankreich.⁴⁰ Ein Argument betrifft die beträchtlichen Risiken in der Anwendung, ein anderes die damit verbundenen ethischen Fragen. Alle drei Räte können sich aber Fälle vorstellen, in denen die klinische Anwendung erblicher Genomeingriffe moralisch zulässig sein könnte. So stellt der Nationale Ethikrat in seiner Pressemitteilung vom 9. Mai 2019 fest „Keimbahn Eingriffe sind derzeit zu risikoreich, aber ethisch nicht grundsätzlich auszuschließen....Eine große Mehrheit bewertet die Weiterentwicklung und den Einsatz der Technologie mindestens zur Vermeidung oder Verringerung genetisch bedingter Krankheitsrisiken als ethisch legitimes Ziel. Für andere Mitglieder lassen Keimbahn Eingriffe keinen ausreichend hochrangigen Nutzen erkennen, der ihre potenziellen Nachteile rechtfertigen könnte.“

Einvernehmen besteht jedoch darin, dass diesem Verfahren der Genom-Editierung im Falle somatischer Zellen (Körperzellen) bei bestimmten hämatologischen Tumoren oder so häufigen monogen bedingten Krankheiten, wie der Sichelzellanämie oder der β -Thalassämie, zukünftig eine erhebliche Bedeutung zukommen dürfte. Hier können die betreffenden Stammzellen entnommen, der genetische Defekt behoben und diese Zellen nach Beseitigung der defekten Stammzellen wieder implantiert werden. Erste klinische Versuche hierzu wurden bereits durchgeführt.⁴¹ Dieser Ansatz versagt jedoch, wenn der betreffende Gendefekt bereits zum Zeitpunkt der Geburt zu schweren, irreversiblen Schäden geführt hat, sich systemisch manifestiert, wie z. B. im Falle der autosomal-rezessiven Mukoviszidose oder die schwer zugänglichen Zellen des Gehirns betrifft, wie bei der autosomal dominanten Chorea Huntington. In diesen Fällen müsste die Keimbahn bereits verändert werden, weshalb manche Personen diesem Eingriff nicht grundlegend ablehnend gegenüberstehen. Die Frage stellt sich daher, welche Alternativen es hierzu gibt.

Alternativen zur Keimbahntherapie

Bei der Chorea Huntington oder der Hypertrophen Kardiomyopathie liegt ein autosomal dominanter Vererbungsmodus vor, das heißt, generell ist die Hälfte der Nachkommen betroffen. Bei autosomal rezessivem Erbgang, wie der Mukoviszidose oder der Sichelzellanämie, sind es ein Viertel der Nachkommen (Abb. 5).

Wenn ein Verzicht auf Kinder, eine Adoption oder eine Samenspende nicht infrage kommen, kann als Alternative eine in vitro Fertilisation durchgeführt und können mittels Präimplantationsdiagnostik (PID) die nicht betroffenen Embryonen identifiziert und implantiert werden. In Deutschland wird die PID durch das Embryonenschutzgesetz geregelt. Bei autosomal dominantem Erbgang sind 50%, bei autosomal-rezessivem Erbgang nur 25% aller Embryonen betroffen. Auch mit der Keimbahntherapie ist ja eine PID verbunden, nur nachher, nicht vorher. Eine Entscheidung zwischen beiden Alternativen sollte daher nicht schwer fallen. Allerdings führen beim Menschen selbst unter optimalen Bedingungen von 1.000 befruchteten Eizellen nur etwa 300 zur Geburt eines Kindes, nach assistierter Reproduktion deutlich weniger. Das heißt, die ganze anstrengende Prozedur der PID oder Keimbahntherapie müsste in der Regel mehrfach wiederholt werden.⁴² In anderen Worten, es werden eine beträchtliche Anzahl von Embryonen „geopfert“, bis es nach einer PID oder sog. Keimbahntherapie zur Geburt eines Kindes

⁴⁰ Archard, Dabrock & Delfraissy. Nature 579, 29, 2020

⁴¹ Editorial. The Lancet Haematology 6:e438, 2019

⁴² Sperling K. Nachweis genetisch bedingter Krankheiten vor der Geburt. BBAW Band 12:37-56, Akademie Vlg. 2006

kommt. In letzterem Fall kann nach dem jetzigen Stand zudem ein Off-Target-Effekt oder Mosaikstatus nicht ausgeschlossen werden.

Als Alternative kommt auch eine normale Konzeption in Verbindung mit einer pränatalen Diagnostik infrage. Diese kann im 1. Trimenon nach Chorionzottenbiopsie geschehen, wobei als Folge des Eingriffs mit einem Abortrisiko von 0,5-2 % zu rechnen ist. Zukünftig dürfte vermehrt die Analyse fetaler DNA aus dem mütterlichen Blut im 1. Trimenon angeboten werden, ohne Risiko für den Feten.⁴³ Seit mehr als 4 Jahrzehnten ist die pränatale Diagnostik Bestandteil der medizinischen Schwangerenbetreuung. Die damit verbundenen ethischen, rechtlichen und sozialen Probleme sind intensiv diskutiert worden und sollen hier nicht wiederholt werden. Für diejenigen, für die eine pränatale Diagnostik aus grundsätzlichen Gründen nicht infrage kommt, weil es sich nach ihrer Überzeugung bei der befruchteten Eizelle bereits um eine menschliche Person handelt, die unbedingten Schutz genießt, dürfte auch die Keimbahntherapie angesichts ihrer Auswahlkriterien nicht akzeptabel sein.

Wie aber sieht es aus, wenn beide Eltern von einer autosomal rezessiven Krankheit betroffen sind, bei denen das gleiche Gen mutiert ist? In diesem Fall wären sämtliche Nachkommen ebenfalls betroffen. Solche Fälle sind extrem selten. Diskutiert wird in diesem Zusammenhang die Taubstummheit, wobei nicht gesagt ist, dass sich diese Eltern unbedingt hörgesunde Kinder wünschen.⁴⁴ Angesichts dieser Sachlage gibt es sicherlich keine überzeugende Begründung für eine Gentherapie im Falle monogen bedingter Krankheiten.

Geht es hingegen um eine Keimbahntherapie bei den häufigen Krankheiten des höheren Lebensalters, den komplexen oder multifaktoriell bedingten Krankheiten, ist die folgende Stellungnahme aus dem Jahr 2010 auch heute noch gültig „Die meisten der häufig auftretenden Erkrankungen, wie z. B. Diabetes mellitus, Hypertonie oder Arteriosklerose, entstehen durch ein komplexes Zusammenwirken von genetischen Faktoren und äußeren Einflüssen. Die wissenschaftlichen Voraussetzungen für eine valide prädiktive genetische Diagnostik sind gegenwärtig nicht erfüllt.“⁴⁵ Was für die Diagnostik gilt, gilt selbstverständlich erst recht für die Gentherapie.

Die Diskussion geht aber bereits über den therapeutischen Aspekt hinaus in Richtung auf ein „Enhancement“, also eine Verbesserung des Erbguts zu sportlicheren, schöneren und intelligenteren Nachkommen. So stellt Jürgen Habermas fest „Die begriffliche Grenze zwischen der Prävention der Geburt eines schwer kranken Kindes und der Verbesserung des Erbguts, ist nicht mehr trennscharf...Mitspieler der Evolution oder gar Gott spielen sind die Metaphern für eine...in Reichweite rückende Selbsttransformation der Gattung“.⁴⁶

Hinsichtlich der wissenschaftlichen Voraussetzungen gilt hier das, was bereits zu den komplexen Krankheiten gesagt wurde. Im Klartext: Es gibt keine Gene für „Sportlichkeit“, „Schönheit“ oder „Intelligenz“. Die Gene tragen die Information zur Bildung von RNAs und bestimmter Proteine. Die Gleichsetzung eines Gens mit einem sichtbaren Merkmal (Phän) ist unzulässig, da es sich hierbei ja

⁴³ Technikfolgenabschätzung/Deutscher Bundestag. Aktueller Stand und Entwicklungen der Pränataldiagnostik. Drucksache 19/9059, 20198

⁴⁴ W. Henn, pers. Mitteilung

⁴⁵ Stellungnahme der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina zusammen mit der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften und der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften vom 10. November 2010

⁴⁶ J. Habermas. Die Zukunft der menschlichen Natur. Suhrkamp Vlg. 2001

erst um das Ergebnis sehr komplexer Entwicklungsprozesse handelt. Da die Wortwahl jedoch unser Denken mitbestimmt, impliziert die Formulierung „Gene für Intelligenz“ unbewusst, dass man diese Eigenschaften durch genetische Diagnostik vorhersagen und durch Eingriffe in die Keimbahn gezielt beeinflussen könnte. Diese Sichtweise hängt vermutlich auch damit zusammen, dass man nicht den grundlegenden Unterschied zwischen diesen Merkmalen sieht und solchen, die als Folge einer Genmutation bei monogen bedingten Krankheiten vorliegen.

Wie komplex die Wirkung auch nur eines Gens sein kann, zeigt das Protein-Netzwerk des Huntingtin-Proteins, das der Chorea Huntington zugrunde liegt (Abb. 6).⁴⁷ Diese Untersuchungen wurden 2004 im Rahmen des Berliner DFG Sonderforschungsbereichs 577 durchgeführt.⁴⁸ Daraus wird zugleich deutlich, wie unsicher jede Voraussage sein muss, wenn derartige Gene bereits in der Keimbahn verändert werden, wobei auch noch die entwicklungs- und gewebsspezifische Wechselwirkung der Proteine berücksichtigt werden müssten.

Ausblick

In Deutschland hat die Diskussion eines genetischen Eingriffs in die Keimbahn eher theoretischen Charakter, da das Embryonenschutzgesetz aus dem Jahr 1990 derartige Eingriffe strafrechtlich untersagt. Wie Jochen Taupitz aber treffend feststellt, kann es keinem verwehrt werden, einen derartigen Eingriff im Ausland durchführen zu lassen. In England, zum Beispiel, ist es seit 2015 zulässig, im Falle sog. Mitochondriopathien, bei denen die Mitochondrien in den Eizellen defekt sind, das Erbgut zu entnehmen und in eine entkernte Eizelle mit intakten Mitochondrien zu überführen.⁴⁹ Diese Massnahme dürfte auch nicht unter das Embryonenschutzgesetz fallen, soll aber hier nicht weiter diskutiert werden.

Jochen Taupitz hat auch betont, dass Strafgesetze nicht über den Wortlaut hinaus ausgelegt werden dürfen. Wenn z. B. Hautzellen in pluripotente Stammzellen überführt und daraus haploide Keimzellen, Eizellen oder Spermien, generiert werden, könnte man diese zuvor mittels CRISPR/Cas verändern und damit genetisch veränderte Nachkommen erzeugen.^{50,51} Im Tiermodell sind aus entsprechenden Stammzellen *in vitro* bereits Keimzellen und Nachkommen erzeugt worden.⁵² Aus grundlagenwissenschaftlicher Hinsicht ist die Erforschung dieser Prozesse auch beim Menschen von großer Bedeutung, da bei der Keimzellbildung tiefgreifende epigenetische Veränderungen ablaufen, die noch weitgehend unverstanden sind. Auch hier gilt, dass es unverantwortlich wäre, so erzeugte menschliche Keimzellen für die Erzeugung von Nachkommen einzusetzen.

Nach dem Gesagten gibt es für eine Keimbahntherapie beim Menschen praktisch keine Indikation, hinsichtlich der Durchführung keine sichere Vorgehensweise. Demgemäß ist die Ablehnung

⁴⁷ Goehler et al. *Molecular Cell* 15:853-865, 2004

⁴⁸ Sperling K. *Sonderforschungsbereich Humangenetik. Humboldt-Spektrum* 2:4-9, 2005

⁴⁹ Übersicht s. R. Dimond. In: *Clinical ethics and the crossroad of genetic and reproductive technology* (S. Hostiuc Ed.). p.31-53. Academic Press 2018

⁵⁰ J. Taupitz in *The European* (2013). s. <https://www.theeuropean.de/jochen-taupitz/6816-embryonenschutzgesetz-und-keimbahntherapie>

⁵¹ J. Taupitz *Deutscher Ethikrat* 2016; s. <https://www.ethikrat.org/fileadmin/PDF-Dateien/Veranstaltungen/jt-22-06-2016-Taupitz.pdf>

⁵² Übersicht s. He, Chen & Gao. *Cellular and Molecular Life Sciences* 76:2349-2367, 2019

einheitlich, wie die Stellungnahmen, der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina, der DFG, Acatech und Union der Deutschen Akademien der Wissenschaften belegen ebenso wie die der Max-Planck Gesellschaft belegen.^{53,54} Die Feststellung aus dem Jahr 1986 gilt daher auch noch heute: „Keiner kann es, keiner braucht es“. Daher soll in diesem Beitrag auch nicht auf die umfangreichen Diskussionen zu den ethischen Problemen einer Keimbahntherapie eingegangen zu werden.

Die über die Keimbahntherapie hinausgehende Vision vom künstlich geschaffenen Menschen hat Goethe bereits in Faust II entworfen. Der Faust-Schüler Wagner, der „Gentechnologe“ des 19. Jahrhunderts, ist der Ansicht, dass der Mensch die Natur bezwingen und sich selbst den „Menschenstoff“ nach seinem Belieben komponieren kann. So hat er in seinem Laboratorium in einer Phiole den Homunkulus erschaffen (Abb. 7). In dem Textentwurf aus dem Jahr 1826 tritt der Homunkulus danach ins Leben.⁵⁵ Dem endgültigen Text aus dem Jahr 1829 hingegen kommt heute unerwartete Aktualität zu, wie aus den ersten Worten hervorgeht, die der Homunkulus zu seinem „Väterchen“ Wagner spricht:

Nun Väterchen! wie steht's? es war kein Scherz.
Komm, drücke mich recht zärtlich an dein Herz!
Doch nicht zu fest, damit das Glas nicht springe.
Das ist die Eigenschaft der Dinge:
Natürlichem genügt das Weltall kaum,
Was künstlich ist, verlangt geschlossnen Raum.

⁵³ s. https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2015_3Akad_Stellungnahme_Genome_Editing.pdf

⁵⁴ <https://www.mpg.de/13501764/positionspapier-genom-editierung-mpg-de.pdf>

⁵⁵ A. Schöne. Von vorn die Schöpfung anfangen-Goethes Homunkulus. In: Was ist der Mensch (N. Elsner & H.-L. Schreiber Hrsg.). S.47-65.Wallstein Vlg.2002

Legenden zu den Abbildungen

Abb. 1

Schema des CRIPR/Cas Systems zur Anwendung bei Eukaryoten. Die sgRNA setzt sich zusammen aus der crRNA mit der 20 Nukleotide langen Erkennungssequenz für die zu schneidende Ziel-DNA (mit der PAM Sequenz) und der tracrRNA, die eine haarnadelförmige RNA zur Bindung des Cas9 Proteins ausbilden. In einer anderen Variante kann auch noch die mRNA für Cas9 angefügt sein. Der durch Cas9 gesetzte DNA-Doppelstrangbruch (DSB) kann mittels NHEJ oder HR repariert werden. Nähere Einzelheiten s. Text (nach Charpentier & Doudna, Nature 495:50–51, 2013).

Abb. 2

Einsatz des CRISPR/Cas Systems zur Erstellung eines Mausmodells für eine monogen bedingte Krankheit des Menschen. In kultivierte diploide embryonale Stammzellen der Maus wird die jeweilige Mutation in das homologe Mausgen eingeführt und der Erfolg an einzelnen Klonen durch Sequenzierung des Gens überprüft. Von Klonen mit der gewünschten Genveränderung werden Zellen in tetraploide Morulae injiziert und diese in scheinträchtige Mäuse übertragen. Die Mausembryonen leiten sich von den diploiden Stammzellen her, die tetraploiden Zellen bilden das extraembryonale Gewebe.

Abb. 3

Versuch einer Keimbahntherapie beim Menschen. Die Hälfte der Spermien weist eine dominante Mutation (D) auf. Die Eizelle das normale wildtyp Gen (+). Nach der Befruchtung wurde das CRISPR/Cas System aus sgRNA, dem Cas-Protein sowie dem zu ersetzenden Gen in die Eizelle injiziert. Zu diesem Zeitpunkt war die Spermien DNA offensichtlich schon verdoppelt, sodass zwei defekte Gene ersetzt werden mussten. Die große Zahl von Mosaiken mit defekten und reparierten väterlichen Genen spricht dafür, dass nur eines der defekten Gene repariert wurde. Hierbei wurde jedoch nicht das injizierte Gen sondern das intakte Gen der Eizelle eingebaut. Nähere Einzelheiten s. Text (nach Ma et al. 2017).

Abb. 4

Versuch einer Keimbahntherapie beim Menschen. Die Hälfte der Spermien weist eine dominante Mutation (D) auf. Die Eizelle das normale wildtyp Gen (+). Jeweils ein Spermium wurde zusammen mit dem das CRISPR/Cas System in die Eizelle injiziert. Zu diesem Zeitpunkt war die Spermien DNA einzelsträngig und wies nur ein defektes Gen auf. Die Analyse 3 Tage später zeigte viele Embryonen mit zwei intakten Genen, wobei auch hier nicht das injizierte Gen sondern das intakte Gen der Eizelle eingebaut wurde. Nähere Einzelheiten s. Text (nach Ma et al. 2017).

Abb. 5

Vererbungsmodus bei autosomal dominantem und rezessivem Erbgang.

Abb. 6

Protein-Netzwerk am Beispiel des Huntingtin-Proteins ermittelt durch das sog „yeast two-hybrid“ System. Insgesamt sind 86 Proteine involviert (Goehler et al. Mol Cell 15:853-865, 2004).

Abb. 7

Erschaffung des Homunkulus durch Wagner in Goethes Faust II (Urheber der Abbildung unbekannt, nach Wikipedia).

Der Nationale Ausschuss zum Schutz von Versuchstieren

1. Einleitung

Tierversuche sind in Deutschland durch das Tierschutzgesetz und die Tierschutz-Versuchstierverordnung streng geregelt. Als Tierversuch gelten Eingriffe oder Behandlungen an Tieren, die der Beantwortung einer wissenschaftlichen Fragestellung dienen und mit Schmerzen, Leiden oder Schäden für das Tier einhergehen können. Grundsätzlich darf ein Tierversuch nur dann durchgeführt werden, wenn er unerlässlich und ethisch gerechtfertigt ist. Das bedeutet, die wissenschaftliche Frage kann nicht durch eine andere Methode als den Tierversuch beantwortet werden kann und das Ergebnis ist nicht bereits bekannt.⁵⁶ Tierversuche müssen durch die zuständige Behörde genehmigt werden (s. Abb. 1). Diese prüft neben der Unerlässlichkeit, ob das Personal die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten besitzt und ob das 3R-Prinzip ausreichend beachtet wurde.

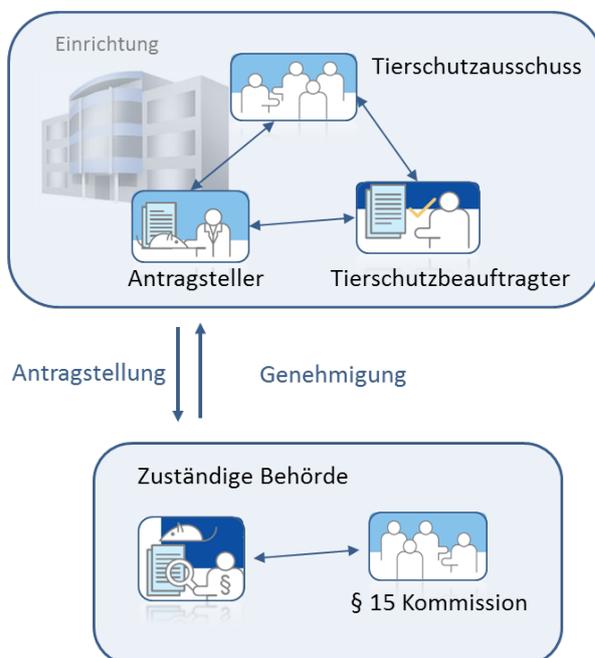


Abb. 1 Genehmigungsprozess von Tierversuchen

Innerhalb der Einrichtung werden die Antragstellenden Personen von dem jeweiligen Tierschutzausschuss und Tierschutzbeauftragten beraten.

Der Antrag wird der zuständigen Behörde zur Genehmigung vorgelegt. Diese lässt sich von der sogenannten § 15 Kommission beraten. In der Regel erhält die Antragstellerin bzw. Antragsteller Rückfragen der Genehmigungsbehörden zum Tierversuchsantrag, die innerhalb einer gesetzten Frist zu beantworten sind. Die Behörde genehmigt den Tierversuchsantrag nur, wenn die Unerlässlichkeit und ethische Vertretbarkeit ausreichend wissenschaftlich begründet ist.

Das 3R-Prinzip wurde bereits im Jahr 1959 durch die britischen Wissenschaftler William Russell und Rex Burch⁵⁷ etabliert und besagt, dass den Tieren nur in dem Maße Schmerzen, Leiden und Schäden zugefügt werden dürfen, als es für den verfolgten Zweck unerlässlich ist, und die Versuche nicht durch Alternativmethoden ersetzt (replace) werden können. Darüber hinaus muss die verwendete Tierzahl auf das absolut notwendige Minimum reduziert (reduce) und die Belastungen der Tiere maximal vermindert (refine) werden.

Auch wenn es wünschenswert wäre und erklärtes Ziel der EU-Richtlinie 2010/63/EU⁵⁸ zum Schutz der für wissenschaftliche Zwecke verwendeten Tiere ist, in Zukunft gänzlich auf Tierversuche zu

⁵⁶ S. auch "Fragen und Antworten zu Tierversuchen, Alternativmethoden und Versuchstierzahlen, aktualisierte FAQ des BfR vom 19.12.2022

⁵⁷ The Principles of Humane Experimental Technique. By W. M. S. Russell and R. L. Burch; 1959. London: Methuen & Co

⁵⁸ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:de:PDF>

verzichten, muss gleichzeitig anerkannt werden, dass dies derzeit noch nicht möglich ist. Zum einen sind Tierversuche zur Prüfung der Wirkung und Sicherheit von Arzneimitteln, Chemikalien und Bioziden zum Teil noch gesetzlich vorgeschrieben, zum anderen helfen Tierversuche in der Grundlagenforschung, die Entstehung von Krankheiten bei Mensch und Tier besser zu verstehen und neue Therapieansätze zu entwickeln.⁵⁹

1.1 Das Deutsche Zentrum zum Schutz von Versuchstieren

Das Deutsche Zentrum zum Schutz von Versuchstieren (Bf3R)⁶⁰ ist integraler Bestandteil des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR). Das Bf3R wurde 2015 mit dem Ziel gegründet, bundesweit alle Aktivitäten zu bündeln, um Tierversuche auf das unerlässliche Maß zu beschränken und Versuchstieren den bestmöglichen Schutz zu gewährleisten. Zu diesem Zweck betreibt das Bf3R, aufgeteilt in fünf Kompetenzbereiche, eigene Forschung zur Entwicklung von Alternativmethoden und zur Verminderung von Schmerzen oder Leiden von Versuchstieren (s. Abb. 2). Darüber hinaus berät das Bf3R die zuständigen Behörden zu Alternativmethoden und fördert die Entwicklung von Alternativen zum Tierversuch. Ein weiterer wichtiger Kompetenzbereich des Bf3R ist der Nationale Ausschuss zum Schutz von Versuchstieren. Die Institution des Nationalen Ausschusses geht auf die Richtlinie 2010/63/EU zurück. Diese besagt in Artikel 49, dass jeder Mitgliedstaat einen Nationalen Ausschuss für den Schutz von für wissenschaftliche Zwecke verwendeten Tieren einsetzen muss. Dem BfR wurde gem. § 15a Tierschutzgesetz (TierSchG) diese Aufgabe übertragen, welche in § 45 der Tierschutz-Versuchstierverordnung (TierSchVersV) näher definiert sind.



Abb. 2 Das Bf3R und seine fünf Kompetenzbereiche

Das Deutsche Zentrum zum Schutz von Versuchstieren (Bf3R) setzt sich aus fünf Kompetenzbereichen zusammen: 1. Die Zentralstelle zur Erfassung und Bewertung von Ersatz- und Ergänzungsmethoden

⁵⁹ S. Fn. 1.

⁶⁰ <https://www.bf3r.de/>

zum Tierversuch (ZEBET), 2. Verminderung der Belastung und Verbesserung der Lebenssituation von Versuchstieren, 3. Alternativmethoden in der Toxikologie, 4. Nationaler Ausschuss, 5. Koordinierung der Forschungsförderung für Alternativmethoden.

2. Der Nationale Ausschuss

Zu den Aufgaben des Nationalen Ausschuss zählt die Beratung der zuständigen Behörden und Tierschutzausschüsse zu Fragen rund um das Thema Versuchstiere und Tierversuche.⁶¹ Die Fragen müssen von übergeordneter Bedeutung sein und den Erwerb, die Zucht und Unterbringung sowie die Pflege und Verwendung von Versuchstieren umfassen. Darüber hinaus gewährleistet der Nationale Ausschuss, dass diesbezüglich ein Austausch über bewährte Praktiken in Deutschland stattfindet. Zudem tauscht er sich auf europäischer Ebene regelmäßig mit den Nationalen Ausschüssen der anderen Mitgliedsstaaten über die Arbeitsweise der Tierschutzausschüsse, die Projektbeurteilung sowie über bewährte Praktiken aus (Abb. 3).

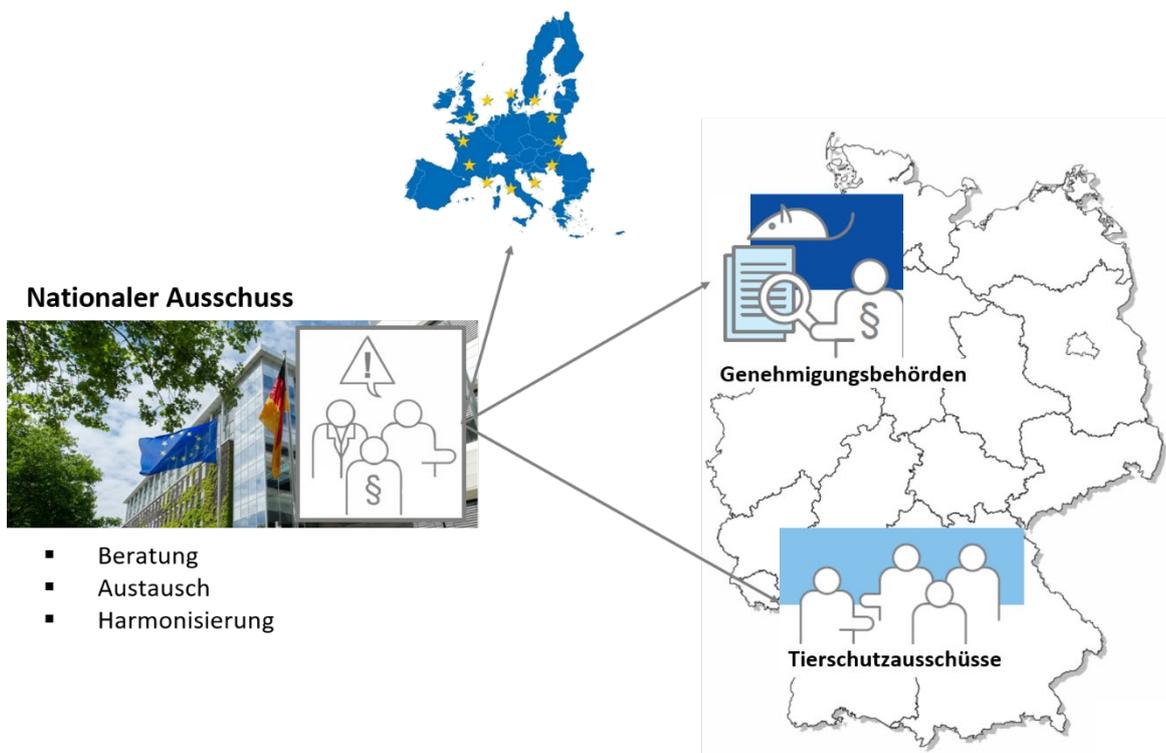


Abb. 3 Aufgaben des Nationalen Ausschusses

⁶¹ https://www.bf3r.de/de/nationaler_ausschuss_zum_schutz_von_fuer_wissenschaftliche_zwecke_verwendeten_tieren-277074.html

2.1 Arbeitsweise des Nationalen Ausschusses

Ziel der Arbeit des Nationalen Ausschusses ist, mit wissenschaftlich begründeten und unabhängigen Empfehlungen und Stellungnahmen⁶² bundesweit die Auslegung und Anwendung des Tierversuchsrechts zu harmonisieren und die Umsetzung des 3R-Prinzips zu unterstützen.

Tierschutzausschüsse und Genehmigungsbehörden für Tierversuche stellen in der Regel ihre Anfragen per Email an den Nationalen Ausschuss (Abb. 4). Diese Anfragen decken ein breites Spektrum an Themen ab, die von der rechtswissenschaftlichen Auslegung des Tierversuchsrechts bis hin zu versuchstierkundlichen Fragestellungen reichen.

Um die wissenschaftliche Qualität und Unabhängigkeit der Empfehlungen und Stellungnahmen zu gewährleisten, arbeitet der Nationale Ausschuss eng mit externen Fachwissenschaftlerinnen und –wissenschaftlern aus universitären und außeruniversitären Einrichtungen sowie mit Vertretungen von Fachverbänden und Genehmigungsbehörden zusammen.

Nationaler Ausschuss hat zu diesem Zweck einen Expertenpool⁶³ eingerichtet, der ihn bei der Erfüllung seiner Aufgaben unterstützen soll. Der Expertenpool ermöglicht dem Nationalen Ausschuss einen schnellen Zugang zu Fachwissen, um die zuständigen Behörden und Tierschutzausschüsse flexibel, zeitnah und auf einem hohen wissenschaftlichen Niveau zu beraten.



Abb. 4 Arbeitsweise des Nationalen Ausschusses

Der Nationale Ausschuss erarbeitet zur Harmonisierung des Tierschutzrechts für Tierschutzausschüsse und die zuständigen Behörden Empfehlungen. Der Expertenpool unterstützt den Nationalen Ausschuss mit umfassender Expertise.

⁶² https://www.bf3r.de/de/empfehlungen_des_nationalen_ausschusses_tierschg_-276697.html

⁶³ https://www.bf3r.de/de/expertenpool_fuer_den_nationalen_ausschuss_tierschg-276691.html

2.2 Empfehlungen des Nationalen Ausschusses

Vorrangig sollen die Empfehlungen des Nationalen Ausschusses die Auslegung und Anwendung des Tierschutzrechts innerhalb Deutschlands harmonisieren und die bestmögliche Umsetzung des 3R-Prinzips unterstützen. Dabei muss klargestellt werden, dass die Empfehlungen nur eine Hilfestellung darstellen können, denn der Vollzug des Tierschutzrechts obliegt den jeweiligen zuständigen Behörden. Um ein möglichst breites Publikum anzusprechen werden die Empfehlungen auf der Webseite des Nationalen Ausschusses veröffentlicht.⁶⁴ Darüber hinaus werden die Arbeitsergebnisse auch in nationalen und internationalen Fachzeitschriften publiziert und den Nationalen Ausschüssen anderer Mitgliedsstaaten zur Verfügung gestellt.

Wichtige Arbeitsergebnisse der vergangenen Jahre sind die Empfehlungen zur Belastungseinstufung genetisch veränderter Maus- und Fischlinien (Abb. 5). Hintergrund für diese Notwendigkeit ist Artikel 15 i. V. m. Anlage VIII der Richtlinie 2010/63/EU, der besagt, dass die Tierversuche einem der vier Schweregrade „gering“, „mittel“, „schwer“ oder „keine Wiederherstellung der Lebensfunktion“ eingeordnet werden müssen. Letzteres bedeutet, dass die Tiere vor weiteren Eingriffen oder Behandlungen in tiefe Narkose versetzt werden, aus der sie nicht wiederaufwachen. Nach den Vorgaben der Richtlinie 2010/63/EU ist seit 2013 auch die Zucht von genetisch veränderte Tierlinien ein Tierversuch, wenn erwartet werden kann, dass bei den Nachkommen aufgrund der genetischen Veränderung Schmerzen, Leiden oder Schäden auftreten, und muss daher einem solchen Schweregrad zugeordnet werden. Der Nationale Ausschuss hat gemeinsam mit Expertinnen und Experten in zwei Workshops Kriterien erarbeitet, anhand derer die Belastung bestimmt werden kann^{65 66}. Außerdem wurden Formblätter entwickelt, in denen festgelegt wurde, wie die Belastungsbeurteilung dokumentiert werden kann.

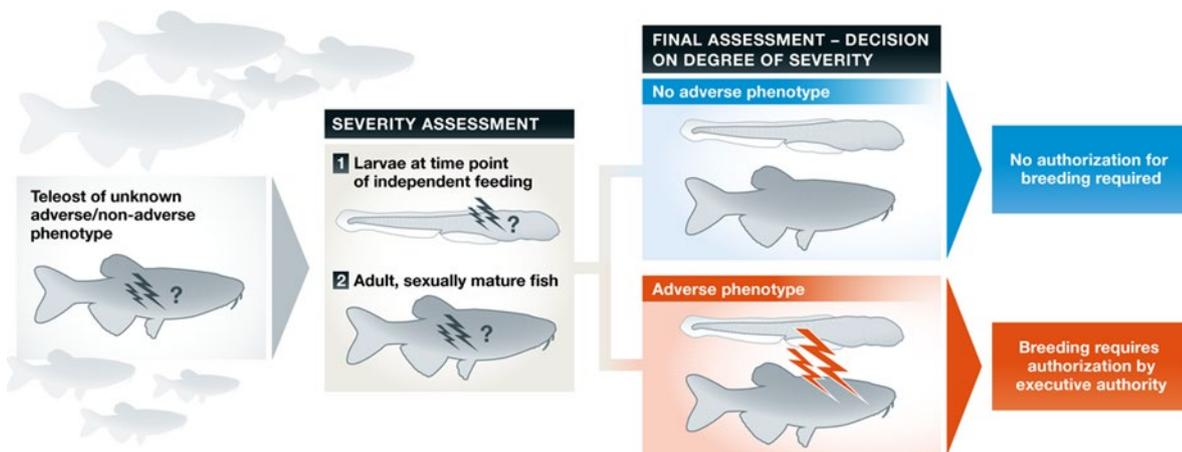


Abb. 5 Prozess der Belastungsbeurteilung von genetisch veränderten Knochenfischen

⁶⁴ https://www.bf3r.de/de/empfehlungen_des_nationalen_ausschusses_tierschg_-276697.html

⁶⁵ <https://www.bf3r.de/cm/343/beurteilung-der-belastung-genetisch-veraenderter-knochenfische-teleostei.pdf>

⁶⁶ <https://www.bf3r.de/cm/343/beurteilung-der-belastung-genetisch-veraenderter-maeuse-und-ratten-version-2.pdf>

Die Larven und adulten Fische werden anhand von verschiedenen Kriterien wie Morphologie, Schwimmhaltung, Aktivität, Körperbau, Flossen, Schuppen, Haut, Kiemen, Verhalten evaluiert und einem Schweregrad zugeordnet. Quelle: Bert et al. EMBO Journal (2016) 35(11).

Die Arbeitsergebnisse dieser Workshops wurden in international anerkannten Fachzeitschriften veröffentlicht [1, 2] und sind auch in das aktuelle Arbeitspapier der Europäischen Kommission zu Rahmenbedingungen von genetisch veränderten Tieren⁶⁷ eingeflossen.

2.3 Rechtswissenschaftliche Expertise des Nationalen Ausschusses

Neben den mehr versuchstierkundlichen Fragen befasst sich der Nationale Ausschuss in rechtswissenschaftlichen Aufsätzen mit verschiedenen juristischen Thematiken im Versuchstierbereich.⁶⁸ So sind nach dem Erlass der Tierschutz-Versuchstierverordnung einige Unklarheiten bei Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern bezüglich der Befugnis zur Durchführung der Betäubung von Versuchstieren aufgetaucht. Auch die Zulässigkeit des Erwerbs notwendiger Kenntnisse und Fähigkeiten zur Betäubung von Versuchstieren erst nach Abschluss der Ausbildung musste geklärt werden. Einige Berufsgruppen, die diese Aufgabe nach der bisherigen Rechtslage zumindest unter Aufsicht ausführen durften, wären nunmehr von der Durchführung der Betäubung ausgeschlossen, was zu Rechtsunsicherheiten führte. Der Nationale Ausschuss hat sich in einer Publikation ausführlich mit dieser Thematik befasst [3].

Im Zusammenhang mit der Generierung neuer genetisch veränderter Tierlinien stellte sich die Frage nach der rechtlichen Einstufung der Zucht immundefizienter Tiere. In der Praxis war es lange umstritten, ob diese unter den Begriff des Tierversuchs i. S. d. Tierschutzgesetzes fällt. Auch im Falle der zur Genotypisierung durchgeführten Eingriffe an Tieren (insb. der sog. Schwanzspitzenbiopsie) bestanden Unsicherheiten bezüglich der rechtlichen Einstufung nach dem deutschen Tierschutzrecht. Der Nationale Ausschuss hat seine Ergebnisse zu dieser Problematik in einem rechtswissenschaftlichen Aufsatz veröffentlicht [4].

Auch bei der Anwendung von Arzneimitteln bei Versuchstieren gibt es verschiedene rechtliche Aspekte zu beachten. Die Verwendung pharmakologisch wirksamer Substanzen berührt mehrere Rechtsbereiche, insbesondere das Tierversuchsrecht und das Arzneimittelrecht. Speziell beim Einsatz von Tamoxifen zur konditionellen Genausschaltung wurden verschiedene rechtliche Fragen aufgeworfen, unter anderem inwieweit die Vorschriften des Arzneimittelrechts im Versuchstierbereich beachtet werden müssen. Die Publikation des Nationalen Ausschusses zu diesem Thema hat die im Tierversuchsrecht in diesem Kontext auftretenden Probleme aufgezeigt und praxistaugliche Lösungsansätze vorgeschlagen [5]. Hierzu muss angemerkt werden, dass aufgrund der neuen Tierarzneimittel-Verordnung (EU) 2019/6⁶⁹ diese Thematik erneut betrachtet werden muss.

Ein wichtiges Thema, zu dem der Nationale Ausschuss bereits 2015 Stellung bezogen hat, ist der „vernünftige Grund“ zum Töten sogenannter überzähliger Tiere bei der Zucht von genetisch

⁶⁷ https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/pdf/Genetically_Altered_Animals_EN_556755452.pdf

⁶⁸ https://www.bf3r.de/de/aktuelle_themen_des_nationalen_ausschusses_tierschg-276696.html

⁶⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0006&from=it>

veränderten Versuchstieren [6]. Nach der derzeitigen Rechtslage fällt die Zucht genetisch veränderter Tiere unter die Genehmigungspflicht, wenn dabei Tiere geboren werden, die aufgrund der genetischen Veränderung Schmerzen, Leiden oder Schäden erfahren können. Besonders bei der Zucht genetisch veränderter Tierlinien entstehen viele Tiere, die z. B. aufgrund des ungewünschten Genotyps nicht für Versuche eingesetzt werden können und daher unverwendet getötet werden. Für das Töten dieser Tiere bedarf es laut Tierschutzgesetz eines vernünftigen Grundes. Der Gesetzgeber lässt allerdings offen, was unter dem vernünftigen Grund zu verstehen ist. Der Nationale Ausschuss hat in seiner Publikation von 2015 geklärt, unter welchen Voraussetzungen ein vernünftiger Grund zum Töten überzähliger Tiere vorliegen könnte.

Die Thematik hat in den letzten Jahren aufgrund der aktuellen Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts⁷⁰ zum Töten männlicher Küken erneute Brisanz erlangt. Hintergrund ist, dass in Deutschland jährlich mehrere Millionen männliche Küken getötet wurden, da sie keine Verwendung in der Lebensmittelindustrie hatten. Seit dem 1.1.2022 ist es aufgrund des Urteils des Bundesverwaltungsgerichts verboten, männliche Eintagsküken zu töten, da hierfür kein vernünftiger Grund gegeben sei. Insofern stellt sich die Frage, inwieweit dieses Urteil auf den Tierversuchsbereich übertragen werden kann. In einer aktuellen Publikation hat der Nationale Ausschuss zu dieser Problematik Stellung bezogen [7], zwei weitere Publikationen zu diesem Thema sind 2023 geplant.

3. Fazit

Die Europäische Kommission hat mit der Richtlinie 2010/63/EU das Instrument des Nationalen Ausschusses eingeführt, um für Tierschutzausschüsse und die zuständigen Behörden eine Anlaufstelle zu bieten. Ziel der Nationalen Ausschüsse ist, das 3R-Prinzip zu fördern, bewährte Praktiken zu verbreiten und Leitlinien zur Regelung spezifischer Fragen in den Bereichen Erwerb, Zucht, Unterbringung, Pflege und Verwendung von Versuchstieren bereitzustellen. In den letzten 10 Jahren hat der Nationale Ausschuss in Deutschland zahlreiche Empfehlungen und Publikationen veröffentlicht, um die Auslegung des Versuchstierrechts zu harmonisieren. Die bisherige Arbeit des Nationalen Ausschusses hat sich gezeigt, dass er eine wichtige Schnittstelle zwischen den Tierversuchsdurchführenden und den für die Genehmigung von Tierversuchen zuständigen Behörden ist.

⁷⁰ BVerwG, Urt. v. 13. 6. 2019 – 3 C 28.16, BVerwGE, 166, 32

Referenzen

- [1] Bert B, Chmielewska J, Bergmann S, Busch M, Driever W, Finger-Baier K, Höbler J, Köhler A, Leich N, Misgeld T, Nöldner T, Reiher A, Scharthl M, Seebach-Sproedt A, Thumberger T, Schönfelder G, Grune B. Considerations for a European animal welfare standard to evaluate adverse phenotypes in teleost fish. *EMBO J*. 2016 Jun 1;35(11):1151-4. doi: 10.15252/embj.201694448. Epub 2016 Apr 22. PMID: 27107050; PMCID: PMC4888240
- [2] Grune B, Hensel A, Schönfelder G. Animal welfare: Rules for assessing pain in lab animals. *Nature*. 2014 Aug 7;512(7512):28. doi: 10.1038/512028c. PMID: 25100475
- [3] Chmielewska, J., Bert, B., Grune, B. *et al.* Rechtliche Probleme der Betäubung von Versuchstieren. *NuR* **39**, 538–544 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10357-017-3212-2>
- [4] Chmielewska, J., Bert, B., Grune, B. *et al.* Probleme aus der tierversuchrechtlichen Praxis: Rechtliche Einordnung der Genotypisierungsmethoden sowie der Zucht immunmodifizierter Tiere. *NuR* **39**, 385–392 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10357-017-3190-4>
- [5] Chmielewska, J., Bert, B., Grune, B. *et al.* Rechtliche Aspekte der Anwendung des pharmakologisch wirksamen Stoffs Tamoxifen bei der konditionellen Genausschaltung im Versuchstier Maus. *NuR* **41**, 26–32 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10357-018-3457-4>
- [6] Chmielewska, J., Bert, B., Grune, B. *et al.* Der “vernünftige Grund” zur Tötung von überzähligen Tieren. Eine klassische Frage des Tierschutzrechts im Kontext der biomedizinischen Forschung . *NuR* **37**, 677–682 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10357-015-2903-9>
- [7] Wagenknecht, T., Eusemann, B., Schwedhelm, P. *et al.* Die Tötung überzähliger Versuchstiere – das Erfordernis des “vernünftigen Grundes” und die Übertragung aktueller Rechtsprechung auf den Versuchstierbereich. *NuR* **45**, 22–30 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10357-022-4102-9>

Der Normenkontrollrat Gesetzesfolgenabschätzung in Deutschland

I Es ist, meine Damen und Herren, liebe Kolleginnen und Kollegen, durchaus nicht üblich, dass der Referent mit einem **Dank** an das Auditorium beginnt. **Ich** möchte das heute Abend anders halten. Denn ich **verdanke** der Gelegenheit, hier vor Ihnen sprechen zu können, einige Stunden fruchtbaren Nachdenkens über „die Regeln, denen vernünftigerweise gefolgt werden sollte, um gute Gesetze zu schaffen“⁷¹.

Von diesen Regeln möchte ich Ihnen berichten und dabei mit der Feststellung beginnen, dass sich das Nachdenken hierüber bis ins späte 18./frühe 19. Jhd. zurückverfolgen lässt – Savigny und Thibaut seien *pars pro toto* genannt.

Nach einem vorläufigen Höhepunkt zu Beginn des 20. Jhdts. flachte das akademische Interesse allerdings deutlich ab. „Für den damals vorherrschenden Rechtspositivismus“ – so erklärt der Staatsrechtler Hans Schneider dieses Phänomen – „war erst das **fertige Gesetz** ein Gegenstand des Studiums“⁷².

Erst ab den frühen 1970er Jahren erkannte man erneut die „**Notwendigkeit einer Gesetzgebungslehre**“ – so der Titel einer 1974 verfassten Monographie (Rolf Bender). Hans Huber, Nestor eines mit Wirtschafts- und Sozialwissenschaften vernetzten Staatsrechtsdenkens, stigmatisierte damals eine Rechtswissenschaft, die sich auf Dogmatik beschränkt, als **unterentwickelt**. Mit dem Verzicht auf eine Gesetzgebungslehre verfehle sie „ein wesentliches wissenschaftliches Anliegen“⁷³. Auf derselben Linie forderte der Bonner Staatsrechtler Ulrich **Scheuner** insbesondere eine Gesetzgebungslehre, die sich **technischen und praktischen Fragen** widmet.⁷⁴ Im Jahr 2004 hatte das Thema schließlich auch den Deutschen Juristentag erreicht.⁷⁵

Warum, liebe Kolleginnen und Kollegen, trage ich Ihnen, die Sie doch einen **Bericht** über das **Hier und Jetzt** erwarten, diese jahrzehntealten Einsichten vor?

Nun – zum einen, weil Huber schlicht Recht hatte: in der Tat müssen eine **Wissenschaft vom** und eine **Ausbildung im Recht**, die **ohne** Forschung und Lehre zur Gesetzgebung auskommen wollen, als unterentwickelt gelten – umso erfreulicher daher, dass sich der akademische Unterricht auch hier in Berlin dafür inzwischen öffnet. Zum anderen, weil wir noch immer weit davon entfernt sind, akademische Theorie und legislatorische Praxis in den geforderten fruchtbaren **Austausch** zu bringen.

Doch zunächst zurück zu meinem Vortrag, dessen Gegenstand ein Kernthema der Gesetzgebungslehre ist: die sogenannte **Gesetzesfolgenabschätzung**. Drei Fragen möchte ich mit diesem Vortrag beantworten:

⁷¹ Schneider, Hans – Gesetzgebung, 2.A. 1991, S.1

⁷² Schneider a.a.O. S.2

⁷³ FS für Klecatsky, S. 45

⁷⁴ FS für Hans Huber, S. 141

⁷⁵ Verhandlungen des 65. Deutschen Juristentages, Bd. 1, S. 1ff.

- (1) Was ist Gesetzesfolgenabschätzung?
- (2) Wozu dient Gesetzesfolgenabschätzung?
- (3) Wie vollzieht sich Gesetzesfolgenabschätzung

II.1 Was also ist Gesetzesfolgenabschätzung – wovon sprechen wir?

Der etwas sperrige Begriff bezeichnet ein seit den 1980er Jahren entwickeltes Verfahren, mit dem ein neues Gesetz schon im **Entwurfsstadium** auf seine „wesentlichen Auswirkungen“⁷⁶ hin abgeklopft wird. Gegenstand des Interesses sind „die **beabsichtigten Wirkungen** und die **unbeabsichtigten Nebenwirkungen**“⁷⁷ sowie der sogenannte **Erfüllungsaufwand** für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung, auf den ich sogleich zurückkommen werde.

Erste Ansätze zur Einführung der Gesetzesfolgenabschätzung in die deutsche Gesetzgebungspraxis lassen sich ebenfalls schon für die 1980er Jahre belegen. Sie gehören in den Kontext des gerade skizzierten wissenschaftlichen Aufbruchs, blieben letztlich jedoch wirkungslos. Dies wohl deshalb, weil sich die politischen Akteure damals noch nicht entschließen konnten, das neue Verfahren mit einer **Parlamentsentscheidung** verbindlich zu machen: vorerst - wir sind im Dezember 1984 - blieb es bei einem **Kabinettsbeschluss**.

Erst mit einem Gesetz vom August 2006 und einer diesem Gesetz angepassten Neufassung des Kapitels „Rechtsetzung“ in der Gemeinsamen Geschäftsordnung der Bundesministerien wurden die Ressorts **legislatorisch verpflichtet**, jeden neuen Gesetzentwurf mit einer Darstellung seiner präsumtiven Folgen sowie des Erfüllungsaufwands zu versehen.⁷⁸

Dabei gelten als **Erfüllungsaufwand** der messbare **Zeitaufwand** und die **monetären Kosten**, die den Normadressaten aus dem Regelungsvorhaben voraussichtlich entstehen⁷⁹. Plakativ gesagt, ist der Erfüllungsaufwand das „**Preisschild**“ am staatlichen Recht.

II.2 Zugegeben: Die Preisschild-Metapher wirkt auf den ersten Blick etwas irritierend, sind bzw. waren wir es doch durchaus nicht gewohnt, **z.B.** die altherwürdigen **Regeln zur Aufbewahrung notarieller Urkunden** unter quasi betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu betrachten. Nachdenklich werden wir aber vielleicht, wenn wir erfahren, welche Kosten die Neufassung dieser Regeln ab dem 1. Januar 2022 hervorruft und uns vor Augen führen, dass es doch wohl einen Unterschied macht, ob die **Entscheidungsträger** diese Kostenfolgen für Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen und die Notariate selbst **kennen** oder nicht – besonders, wenn es um die Frage nach Regelungsalternativen geht.

„**So weit, so gut**“ kann man sagen, **aber**: Ist der Gesetzgeber nicht Jahrhunderte lang ohne Kenntnis des Erfüllungsaufwands und ohne Gesetzesfolgenabschätzung ausgekommen?

Wer die Frage so stellt, verkennt den **Funktionswandel des Gesetzes** auf dem Weg zum modernen

⁷⁶ § 44 Abs. 1 S. 1 Gemeinsame Geschäftsordnung der Bundesministerien (GGO)

⁷⁷ § 44 Abs. 1 GGO

⁷⁸ §§ 43 Abs. 1 Nr. 5; 44 GGO

⁷⁹ vgl. § 2 Gesetz zur Einsetzung eines Nationalen Normenkontrollrats vom 14.08.2006 – NKRG (BGBl. I S. 1866)

Gewährleistungsstaat. Hören wir noch einmal Hans Schneider, der prägnant beschreibt, wie sich das Gesetz –

Zitat: „von einem **Stabilisator** der Lebensverhältnisse zu einem **Motor** ihrer Veränderung... von einer als dauerhaft gedachten Bestimmung dessen, was als richtig und gerecht gelten soll, zu einer **zeitweiligen Verbindlichkeitserklärung** von Zweckmäßighkeitsregeln“⁸⁰ fortentwickelt hat.

Auf eine **Kurzformel** gebracht lässt sich sagen: Gesetzgebung im modernen Gewährleistungsstaat zielt auf maximalen Steuerungserfolg des Normgebers bei minimalen Kosten der Normadressaten. Die Prognose des einen wie des anderen – Gesetzfolgenabschätzung also - ist damit zu einer **systemimmanenten Notwendigkeit** geworden.

Mit dem bereits erwähnten **Gesetz zur Einsetzung eines Nationalen Normenkontrollrats (NKR)** hat sich der Bundestag diese Erkenntnis im Sommer 2006 zu Eigen gemacht und die Folgenabschätzung als einen integralen Bestandteil in den Rechtsetzungsprozess eingefügt. Bis zum Sommer 2022 setzte sich zudem die Erkenntnis durch, dass gesetzliche Regelungen inzwischen auch digitaltauglich sein müssen.⁸¹ Wie sich die Anwendung des neuen Instrumentariums in der Praxis gestaltet, werde ich Ihnen gleich berichten.

Zunächst ist noch anzumerken, dass die **Überschrift** des NKR-Gesetzes dessen **Regelungsinhalt** nur **unvollständig** wiedergibt: Anders, als diese Überschrift erwarten lässt, richtete der Bundestag im August 2006 nicht nur den Normenkontrollrat (NKR), sondern zugleich auch das neue System ein, indem er

- (1) ein ursprünglich als Selbstverpflichtung der Bundesregierung angelegtes „Programm Bürokratieabbau und bessere Rechtsetzung“ in den Gesetzesrang erhob⁸²,
- (2) die Gesetzesfolgenabschätzung zur normativen Voraussetzung und Grundlage für die Verwirklichung des Programms machte,
- (3) die Rollen unter den Akteuren klar verteilte:

Nicht der Normenkontrollrat, sondern die Bundesministerien sind zur Gesetzesfolgenabschätzung verpflichtet. Aufgabe des NKR ist es, die Einhaltung der Ressortpflichten zu überprüfen und die Bundesregierung bei Bürokratieabbau und besserer Rechtsetzung beratend zu unterstützen.⁸³

Ist also schon die Gesetzesüberschrift in ihrem Informationsgehalt durchaus begrenzt, wirkt aus juristischer Sicht auch defizitär, dass der Gesetzgeber Bürokratieabbau und bessere Rechtsetzung zwar verbindlich und die Folgenabschätzung zu ihrer Grundlage macht, auf **Begriffsbestimmungen** jedoch weitgehend verzichtet. Lediglich lässt sich im Gesetzestext an einer Stelle, wo von „Bürokratieabbau im Rahmen bestehender **Zielvorgaben**“⁸⁴ die Rede ist, erkennen, dass es sich hierbei um eine **quantitative Dimension** handelt. Und was die bessere Rechtsetzung betrifft, so stößt man allenfalls im Koalitionsvertrag von 2005 auf eine gewisse Verständnishilfe: gemeint sind die „Prinzipien guter Gesetzgebung“⁸⁵.

⁸⁰ Schneider, Hans – Gesetzgebung, 2.A. 1991, S.1

⁸¹ § 4 Abs. 3 NKRG i.d.F. vom 19.06.2022 (BGBl. I S. 920)

⁸² §§ 1 Abs. 2; 7 NKRG

⁸³ vgl. § 1 Abs. 2f. NKRG

⁸⁴ § 7 Nr. 1 NKRG

⁸⁵ Koalitionsvertrag vom 11.11.2005, S. 75

Steine also statt Brot, könnte man meinen. Jedoch gilt es zu bedenken, dass die Gesetzesfolgenabschätzung im Jahr 2006 ein weitgehend unbekannter Kontinent war. Für die Erschließung dieser **terra incognita** erwies sich die legislatorische Zurückhaltung eher als Vorteil, gab und gibt sie doch den **Anwendern** des NKR-Gesetzes weiten Raum bei der **Entwicklung geeigneter Methoden** sowohl zum Abbau unnötiger Bürokratie, als auch zur Entwicklung von Methoden besserer Rechtsetzung.

Für beides je ein Beispiel:

Bürokratieabbau: Im Januar 2010 setzte sich die Bundesregierung das Ziel, „die durch bundesrechtliche Informationspflichten verursachten Kosten der Wirtschaft netto um 25 Prozent im Vergleich zur Rechtslage am 30. September 2006 zu senken“⁸⁶.

Gemeint waren die z.B. im Steuer- oder im Bau- oder im Planungsrecht zahllosen Pflichten, Daten und sonstige Informationen für Behörden oder Dritte zu beschaffen, verfügbar zu halten oder zu übermitteln.⁸⁷ Wie das Statistische Bundesamt errechnet hatte, waren die Unternehmen in Deutschland durch solche Informationspflichten mit **48 Mrd. Euro belastet**. Ende 2012 war das 25 v.H.-Ziel erreicht – Informationspflichten „im Wert“ von **12 Mrd. Euro** waren abgebaut. Seither misst das Statistische Bundesamt mit einem sog. **Bürokratiekosten-Index (BKI)**, ob es gelingt, das erreichte Niveau zu halten. Die Antwort ist positiv: seit 2015 konnten die Bürokratiekosten sogar durchgehend unter dem maßgeblichen Referenzwert gehalten werden.⁸⁸

Bessere Rechtsetzung: Hierzu möchte ich Ihnen den Rechtsetzungskreislauf vorstellen, den der Normenkontrollrat in die Diskussion eingeführt hat. Wenn Sie das Stichwort im Internet suchen, wird Ihnen der **NKR-Jahresbericht 2017** angezeigt – dort finden Sie das Modell auf **S. 23**.⁸⁹ Natürlich behaupte ich nicht, dass der NKR die Kreislaufidee erfunden hat. Für ihre methodische Ausformung im gesetzlichen Auftrag der besseren Rechtsetzung jedoch kann der Normenkontrollrat jedoch durchaus ein **Urheberrecht** in Anspruch nehmen.

Der **Rechtsetzungskreislauf** läuft in **fünf Phasen** ab: Am Anfang steht ein Regelungsentwurf (1), der Ländern und Verbänden zur Stellungnahme zugeht (2), bevor das Parlament das neue Recht beschließt (3). Dem anschließenden Vollzug durch die Verwaltung (4) folgt nach drei bis fünf Jahren eine Evaluierung, d.h. die Prüfung und Entscheidung darüber, ob das Regelungsziel erreicht werden konnte oder nachgesteuert werden muss (5). Gegebenenfalls wird dann der Kreislauf erneut in Gang gesetzt.

Auch mehr als zehn Jahre nach Inkrafttreten des NKR-G stellen sich in jeder der fünf Phasen **eine Reihe ungelöster Methodenfragen**. Jede dieser Fragen hier auszubreiten, ist weder Zweck, noch Anliegen meines Vortrags. Was ich Ihnen an dieser Stelle anschaulich machen möchte, ist, dass der Gesetzgeber mit dem NKR-G die seit dem 18. Jhdt. andauernde Suche nach den Prinzipien guter Gesetzgebung **aus wissenschaftlicher Beliebigkeit befreit** und für Bundesregierung, Bundestag, Bundesrat und schließlich auch den Normenkontrollrat verbindlich gemacht hat.

⁸⁶ Kabinettsbeschluss vom 27.01.2010

⁸⁷ Vgl. § 2 Abs. 2 S. 2 NKR-G

⁸⁸ <https://www.destatis.de/DE/Themen/Staat/Buerokratiekosten/Buerokratiekostenindex/buerokratiekostenindex.html> (Aufruf: 27.11.2022)

⁸⁹ <https://www.normenkontrollrat.bund.de/nkr-de/service/publikationen/jahresberichte> (Aufruf: 27.11.2022)

Der NKR steht dabei auf dem Standpunkt: Gutes Recht ist einfach, verständlich, zielgenau und wirksam. An dieser Formel richtet er seine Beiträge zur Methodenfindung aus.

II.3 Meine Damen und Herren, nachdem Sie mir auch auf **verschlungenen Pfaden** bis hin zum Rechtsetzungskreislauf geduldig gefolgt sind, möchte ich zum engeren Thema dieses Vortrags zurückkehren. Lassen Sie mich Ihnen die Gesetzesfolgenabschätzung in Deutschland an **Praxisbeispielen** vorführen. Die Beispiele sind aus bedeutsamen Gesetzentwürfen der letzten zwei Jahre **so ausgewählt**, dass hieran

- ⇒ die fehler**freie** Gesetzesfolgenabschätzung
- ⇒ ihr fehler**haftes** Gegenstück
- ⇒ die Mehrebenproblematik Bund/Länder
- ⇒ die Mehrebenproblematik EU/DEU
- ⇒ und schließlich als eine besondere Methode die sog. One in, one out-Regel demonstriert werden können.

Beispiel 1: Elektronisches Urkundenarchiv

Lassen Sie mich mit einem Regelungsvorhaben beginnen, dem wir vorhin schon einmal begegnet sind, dem Gesetz zur Neuordnung der Aufbewahrung von Notariatsunterlagen und Einrichtung des Elektronischen Urkundenarchivs bei der Bundesnotarkammer.⁹⁰

Notarielle Urkunden verbreiten sich ab dem 13. Jahrhundert auch in Deutschland. Die ersten reichsrechtlichen Vorschriften über ihre Ausgestaltung und Archivierung kommen mit der Reichskammergerichtsordnung von 1495 und der Reichsnotariatsordnung Maximilians I. von 1512.

Derzeit werden im Geltungsbereich der Dienstordnung für Notarinnen und Notare **jährlich rund 7 Mio. Urkunden** errichtet, die 100 Jahre lang archiviert werden müssen. Die analoge Archivierung dieser Menge stößt insbesondere bei den Amtsgerichten an Kapazitätsgrenzen, Rettung verspricht auch hier die Digitalisierung – jedenfalls nach Auffassung des Bundesjustizministeriums.

Zeitgleich mit dem Beginn des elektronischen Zeitalters in der Justiz – d.h. ab dem 1. Januar 2022 – sollen deshalb alle Notariatsurkunden in einem **elektronischen Archiv** verwahrt werden und von dort jederzeit abrufbar sein. Betreiber des Elektronischen Urkundenarchivs sind die Notarkammern: die Bundesnotarkammer für den Regelfall, die örtliche Notarkammern für Urkunden aus erloschenen oder verlegten Notariaten.

Für die Zwecke meines Vortrags kommt es nicht auf Einzelheiten, sondern nur darauf an, dass sich die Einrichtung des Elektronischen Urkundenarchivs als Beispiel für eine **gelungene Gesetzesfolgenabschätzung** und zugleich für den Ablauf des Verfahrens sowie für die Rolle der Akteure vorführen lässt:

Am Anfang steht natürlich der **Referentenentwurf**, mit dem das **Ressort** als Initiator einer neuen Regelung zugleich den Erfüllungsaufwand für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung darstellen musste.⁹¹ In Falle des Elektronischen Urkundenarchivs war dies eine relativ leichte Aufgabe für die Kollegen im BMJ, weil sie die Berechnungen der Bundesnotarkammer als künftiger Archivbetreiberin heranziehen konnten. So einfach ist es jedoch nicht immer, wie wir an anderen Beispielen sehen werden. Im Regelfall muss das Ressort jede neue Vorgabe für Bürger, Wirtschaft

⁹⁰ vom 1.06.2017 (BGBl. I S. 1396)

⁹¹ vgl. § 44 Abs. 4 GGO

und Verwaltung nach international anerkannten Regeln auf ihren Zeit- und Kostenaufwand hin bemessen. Bei der Anwendung dieser Regeln, des sog. **Standardkostenmodells** (SKM)⁹², kann sich der Entwurfsverfasser aller verfügbaren Informationsquellen sowie ggf. der Hilfe des Statistischen Bundesamtes⁹³ bedienen.

Entscheidend ist, dass der Erfüllungsaufwand **methodengerecht** ermittelt und **nachvollziehbar** dargestellt wird. Dies zu prüfen, ist Aufgabe des Normenkontrollrats, der damit als **zweiter Akteur** die Bühne betritt.⁹⁴ Der NKR steht dem Ressort schon im Vorfeld zur Beratung zur Verfügung⁹⁵ und gibt am Ende eine **schriftliche Stellungnahme** ab⁹⁶, die sich dann allerdings nicht nur auf den Erfüllungsaufwand bezieht. Vielmehr äußert sich der NKR ggf. auch zu der Frage, ob der Gesetzentwurf Ziel und Notwendigkeit verständlich darstellt, Alternativen zu der beabsichtigten Regelung erwägt und nicht zuletzt eine Überprüfung der Regelungswirkungen, eine sog. **Evaluierung**, vorsieht⁹⁷.

Die Stellungnahme des NKR ist zunächst **nicht öffentlich**. Auch kann das Ressort hierzu eine Gegenstellungnahme abgeben⁹⁸ – ein **kontradiktorisches Element** ist dem Verfahren also durchaus nicht fremd. Zusammen mit dem Gesetzentwurf gelangt die NKR-Stellungnahme dann zuerst auf den Tisch des Bundeskanzlers, von dort ins Kabinett und schließlich in den Bundestag bzw. den Bundesrat.⁹⁹ Erst danach kann sie auch im Internet eingesehen werden.

Im Fall des Elektronischen Urkundenarchivs ging das Verfahren glatt über die Bühne. Die Prüfung durch den NKR ergab eine methodengerechte und gut nachvollziehbare Darstellung des zu erwartenden Erfüllungsaufwands. Aufgrund dieser Darstellung wusste der Gesetzgeber bei seiner Entscheidung über den Regierungsentwurf am **1. Juni 2017**, dass

- ⇒ die Einrichtung des Archivs rund 35 Mio. Euro und sein Betrieb jährlich rund 20 Mio. Euro kosten,
- ⇒ die Gebührenfinanzierung dieser Kosten bei den Bürgern jährlich mit rund 24 Mio. Euro und bei der Wirtschaft mit rund 8 Mio. Euro zu Buche steht,
- ⇒ sich für die Notariate Umstellungsaufwand von rund 20 Mio. Euro und laufender Aufwand von rund 9 Mio. Euro jährlich ergibt,
- ⇒ und schließlich: dass die Landesjustizverwaltungen jedes Jahr um rund 132 Mio. Euro entlastet werden.

In Abstimmung mit dem NKR wurde vorgesehen, das neue System spätestens nach fünf Jahren zu evaluieren. Die Evaluierung wird den Erfüllungsaufwand für alle Seiten, die Frage nach unbeabsichtigten Nebenwirkungen sowie nach der Akzeptanz und Praktikabilität der Regelungen einschließen.

Beispiel 2: Verkehrsdatenspeicherung

Deutlich weniger glatt lief die Gesetzesfolgenabschätzung bei unserem nächsten Beispiel, dem

⁹² § 2 Abs. 3 NKRKG

⁹³ § 8 NKRKG

⁹⁴ § 1 Abs. 3 NKRKG

⁹⁵ § 1 Abs. 2 NKRKG

⁹⁶ § 6 Abs. 1 NKRKG

⁹⁷ § 4 Abs. 2 NKRKG

⁹⁸ § 6 Abs. 1 NKRKG

⁹⁹ § 6 Abs. 1 NKRKG

Gesetz zur Einführung einer Speicherpflicht und einer Höchstspeicherfrist für **Verkehrsdaten**¹⁰⁰. Der Gesetzentwurf vom Frühsommer 2015 verursachte bereits damals unter dem Schlagwort „**Vorratsdatenspeicherung**“ einiges Presseecho – Sie erinnern sich vielleicht.

In der Sache ging es darum, Lücken im gesetzlichen Instrumentarium zur Vorbeugung und Verfolgung schwerer Straftaten zu schließen. Hierzu wurden das Telekommunikationsgesetz (TKG), die Strafprozessordnung (StPO) und das Strafgesetzbuch (StGB) ergänzt:

- ⇒ Im **TKG** wurden **alle Anbieter** von Telekommunikationsleistungen verpflichtet, die sog. Verkehrsdaten ihrer Kunden zu speichern, datenschutztechnisch zu sichern und ggf. den Strafverfolgungsbehörden zu übermitteln. Die Speicherpflicht erstreckte sich nicht auf elektronische Post; bei Telefondiensten sollte sie auf vier Wochen (Standort) bzw. zehn Wochen (Verbindung) begrenzt sein.
- ⇒ In der **StPO** wurde der Abruf der gespeicherten Daten mit einem Katalog schwerer Straftaten verknüpft und an grundrechtsrelevante Voraussetzungen sowie an den Richtervorbehalt gebunden.
- ⇒ Im **StGB** wurde der Straftatbestand der Datenhehlerei neu eingeführt.¹⁰¹

Das Gesetz trat im Dezember 2015 in Kraft. Dabei war dem Gesetzgeber bewusst, dass die TK-Unternehmen Zeit brauchen würden, um die technischen Voraussetzungen für die Erfüllung der neuen Speicherpflicht zu schaffen. Deshalb gab es eine **Übergangsfrist**: Erst ab dem 1. Juli 2017 sollte die neue Regelung greifen¹⁰².

Haben wir also seit dem 1. Juli 2017 eine Speicherpflicht? Die Antwort lautet: Nein! Die Geschichte ging anders weiter – sonst wäre es ja auch keine Geschichte. Was also geschah und weshalb?

Ein IT-Unternehmen aus München erhob gegen seine gesetzliche Verpflichtung zur Verkehrsdatenspeicherung Klage vor dem **Verwaltungsgericht Köln** und beantragte zugleich den Erlass einer **einstweiligen Anordnung**, um dieser Verpflichtung bis zur Entscheidung in der Hauptsache nicht nachkommen zu müssen. **Nicht** vor dem Verwaltungsgericht, wohl aber in der Beschwerdeinstanz, hatte der Antrag auf einstweiligen Rechtsschutz Erfolg: Das **Oberverwaltungsgericht Münster**¹⁰³ hielt die Speicherpflicht für europarechtswidrig, wobei ich an dieser Stelle nicht die Begründung der Entscheidung referieren, sondern ihre **Folgewirkung** schildern will:

Der OVG-Beschluss erging 22. Juni 2017. Am 28. Juni – also drei Tage vor Ablauf der gesetzlichen Übergangsfrist – gab die **Bundesnetzagentur** unter ausdrücklicher Bezugnahme auf die Entscheidung des OVG Münster bekannt, dass sie die **gesetzliche** Speicherverpflichtung – **Zitat**: „gegenüber **allen** verpflichteten Unternehmen...bis zum rechtskräftigen Abschluss **eines** Hauptsacheverfahrens“ nicht durchsetzen werde.¹⁰⁴ Die Bundesnetzagentur ist die für den Vollzug des Gesetzes zuständige Behörde, sodass die Frage nach Art. 20 Abs.3 GG zumindest nicht fern liegen dürfte, hier jedoch nicht vertieft werden soll.

Berichtet sei vielmehr, dass der Antrag auf einstweiligen Rechtsschutz der **Vermeidung von**

¹⁰⁰ vom 10.12.2015 (BGBl. I S. 2218)

¹⁰¹ § 202d StGB n.F.

¹⁰² § 150 Abs. 13 n.F. TKG

¹⁰³ Beschluss vom 22.07.2017 – 13 B 238/17

¹⁰⁴

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/OeffentlicheSicherheit/Ueberwachung_Auskunft/VDS_113aTKG/node.html (Aufruf: 27.11.2022)

Erfüllungsaufwand im Sinne des NKR-Gesetzes diene. Die Antragstellerin ging davon aus, dass das neue Gesetz vor dem Bundesverfassungsgericht und/oder dem EuGH keinen Bestand haben würde. Alle Investitionen zur Erfüllung der Speicherpflicht ab dem 1. Juli 2017 wären damit verloren. Nicht das Gesetz stand insoweit also im Vordergrund, sondern die **Gesetzesfolgen**.

Waren diese Gesetzesfolgen bekannt? Wusste man, wie hoch der Investitionsaufwand und damit das Risiko der TK-Unternehmen sein würden? Mit einem Wort: Hatte die Gesetzesfolgenabschätzung funktioniert?

Drei Fragen – drei Antworten:

- (1) Der Umstellungsaufwand für die Unternehmen beträgt grob geschätzt **260 Mio. Euro** – er liegt zwischen 100.00 Euro für Mittelständler und 15 Mio. Euro für die fünf größten Anbieter.
- (2) Das Bundesjustizministerium kannte diesen Erfüllungsaufwand **nicht**. Das Ressort war der Auffassung, dass ohne vorherige Festlegung technischer Einzelheiten durch die Bundesnetzagentur **eine Schätzung** nicht möglich sei.¹⁰⁵
- (3) Das **System** der Gesetzesfolgenabschätzung hat trotzdem funktioniert und das ging so: Das NKRG ermächtigt den Rat, zur Ermittlung des Erfüllungsaufwands ggf. eigene Anhörungen durchzuführen.¹⁰⁶ Von dieser Möglichkeit wurde hier Gebrauch gemacht. Auf Einladung des Normenkontrollrates kamen die maßgeblichen Stakeholder – von den Datenschützern und Technikern über die Unternehmensverbände bis zur Bundesnetzagentur – im Kanzleramt zusammen. Am Ende standen die eben referierten Zahlen sowie weitere maßgebliche Kostengrößen fest und wurden in das parlamentarische Verfahren eingespeist.

Inzwischen, nämlich mit Urteil vom 20.09.2022, hat der Europäische Gerichtshof (EuGH) das Gesetz als unionsrechtswidrig eingestuft¹⁰⁷ und die Bundesregierung daraufhin eine Neuregelung angekündigt¹⁰⁸. Auch hieran ist der NKR im Rahmen seines gesetzlichen Auftrags beteiligt.

Unabhängig davon, zeigt das Beispiel (ehemals) Verkehrsdatenspeicherung, dass der NKR Gesetzesfolgentransparenz im Notfall auch ohne das Ressort herstellen kann. Was das Beispiel allerdings auch illustriert, ist eine gewisse Abhängigkeit von den Normadressaten: Ohne die **Mitwirkungsbereitschaft** wichtiger Stakeholder hätte das „Preisschild“ am Regelungsentwurf für die Verkehrsdatenspeicherung nicht angebracht werden können. Hier liegt ein **systematisches Problem**, das ich trotz aller Begeisterung nicht verschweigen kann und will, zumal es sich bei einem anderen ebenfalls brisanten Gesetzentwurf verwirklicht hat:

Die Rede ist von dem Gesetz zur Verbesserung der Rechtsdurchsetzung in sozialen Netzwerken¹⁰⁹ – besser bekannt unter dem Stichwort **Hate speech**. Hier haben die Normadressaten – allen voran google, facebook und Twitter – schlicht gemauert, als es um die Kosten ihrer bisherigen Beschwerde- und Löschanfragen ging. Deshalb gab es auch keine Anhaltspunkte für eine fundierte Kostenfolgeschätzung.¹¹⁰

¹⁰⁵ BR-Drs. 249/15 S. 71

¹⁰⁶ § 5 Abs. 1 Nr. 2

¹⁰⁷

<https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=265881&pageIndex=0&doclang=DE&mode=req&dir=&occ=first&part=1> (Aufruf: 27.11.2022)

¹⁰⁸ https://www.bmj.de/SharedDocs/Artikel/DE/2022/0920_Vorratsdatenspeicherung_FAQ.html (Aufruf: 27.11.2022)

¹⁰⁹ vom 1.09.2017 (BGBl. I S. 3352)

¹¹⁰ BR-Drs. 315/17 S. 36

Dieses Beispiel verweist auf ein bisher ungelöstes Problem der Gesetzesfolgenabschätzung: Zwar klagen die Wirtschaft und ihre **Verbände** stets auf's Neue über drückende Bürokratie und staatliche Regelungswut – so z.B. der DIHK, der am Montag dieser Woche den Abbau von Bürokratie als dringlichste Aufgabe der neuen Bundesregierung noch vor Digitalisierung und Ausbau der Verkehrsinfrastruktur eingeordnet hat.¹¹¹ Die Möglichkeit aber, im jeweiligen Einzelfall durch **substantiierte Kosten- und Folgeschätzungen** zu bürokratiearmen und praxisgerechten Gesetzentwürfen beizutragen, nutzen die Verbände und ihre Mitgliedsunternehmen keineswegs so, wie dies wünschenswert wäre. Der NKR hat sich dazu in seinem aktuellen Jahresbericht sehr kritisch geäußert.

Meine Damen und Herren,

spätestens an dieser Stelle meiner Vorbereitung stand ich vor der Frage, welche der vielen interessanten Regelungsvorhaben ich Ihnen vorenthalten muss, damit das Ganze nicht ausufert und welche ich vorstelle, um ein einigermaßen vollständiges Bild zu zeichnen.

Dem „**inneren Rotstift**“ zum Opfer gefallen – sehr zu meinem Bedauern, wie ich sagen muss – ist zum Beispiel das neue **Kulturgutschutzgesetz**, obwohl es politisch, juristisch und methodisch einiges geboten hätte. Jedoch gibt es zwei Felder der Gesetzesfolgenabschätzung, auf die ich Sie unbedingt noch führen muss, nämlich erstens die **Mehrebenen-Thematik** mit dem Gesetzesvollzug durch die Bundesländer auf der einen und der Rechtsetzung durch die Europäische Union auf der anderen Seite und zweitens die sog. „**One in, one out**“-Regel.

Beispiel 3: Bild-Ton-Aufnahmen im Strafverfahren

Zunächst die **Mehrebenen-Thematik**.

Zur Einführung in die komplexe Materie habe ich ein Regelungsvorhaben ausgewählt, das der Juristischen Gesellschaft im vergangenen Winter vorgestellt worden und daher bekannt ist, das Gesetz zur effektiveren und praxistauglicheren Ausgestaltung des Strafverfahrens.¹¹²

U.a. sollten hierzu die Möglichkeiten für die **audiovisuelle Aufzeichnung** von Vernehmungen und deren Verwertung in der Hauptverhandlung erweitert werden. Die insoweit erforderliche Änderung des Strafverfahrensrechts ist Sache der **Bundesebene**¹¹³, die Umsetzung der Neuregelung dagegen weitgehend Sache der Länder, ihrer Ermittlungsbehörden und Gerichte¹¹⁴. Deshalb entsteht auch der sog. **Vollzugsaufwand**, hier also die Ausstattung der Strafverfolgungsorgane mit Aufzeichnungstechnik und deren Betrieb, weitgehend auf der Landesebene. Sub specie Gesetzes- und insbesondere Kostenfolgenabschätzung haben wir hier jene Konstellation vor uns, die sich aus der Verteilung der Rechtssetzungs- und der Vollzugskompetenz zwischen Bund und Ländern gemäß Art. 83ff. GG regelmäßig ergibt.

Für das „Preisschild“ an **Bild-Ton-Aufnahmen im Strafverfahren** war das BMJ auf hinreichend präzise Angaben aus den Landesjustizverwaltungen angewiesen. Denn nur dort war der Aufwand für die Ausstattung der einzelnen Justizgebäude bekannt bzw. ermittelbar.

¹¹¹ IHK-Unternehmensbarometer zur Bundestagswahl 2017

¹¹² vom 17.08.2017 (BGBl. I S. 3202)

¹¹³ Art. 74 Abs. 1 Nr. 1; 72 Abs. 1 GG

¹¹⁴ Art. 92 GG

Tatsächlich wiesen die Angaben der zu ihrem Kostenaufwand befragten Länder eine so große Spannbreite auf, dass sie schlechterdings nicht verwendet werden konnten: Bei Vernehmungsräumen wurden Beträge zwischen 15.000 und 140.000 Euro/Zimmer, bei Polizeipräsidien Ausstattungskosten zwischen 300.000 und 500.000 Euro genannt. Das BMJV musste deshalb selbst schätzen und kam auf bundesweit 8,5 Mio. Euro - für den Bund selbst übrigens auf 150.000 Euro (Bundesanwaltschaft und BGH).¹¹⁵

Das Beispiel beleuchtet folgendes Problem:

Gesetzesfolgenabschätzung ist, wie gesagt, kein Selbstzweck, sondern ausdrücklich dazu eingeführt, den Entscheidungsträgern ein **realitätsnahes Bild** der mit einer Neuregelung verbundenen Kosten- und sonstigen Folgen zu vermitteln.

Anders ausgedrückt: Die politischen Entscheidungsträger **sollen und wollen** möglichst genau **wissen**, welche Folgen für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung sie mit einer Veränderung der Rechtsordnung im Einzelfall auslösen. Und ich persönlich wage hinzuzufügen: Bei Lichte betrachtet, ist die Folgenkenntnis der Entscheidungsträger sowohl ein rechtsstaatliches als auch ein demokratiesystematisches Gebot.

Überall dort aber, wo das Recht und sein Vollzug durch die Kompetenzverteilung nach Art. 83ff. GG über mehrere Ebenen verteilt sind, haben wir kein ausgereiftes System, um den Entscheidungsträgern **Folgentransparenz** zu verschaffen. Ausgerechnet hier hat die Gesetzesfolgenabschätzung also ein großes Loch.

Bei einer Größenordnung von 8,5 Mio. Euro mag dieser Zustand hinzunehmen sein, zumal das BMJ seine Kostenschätzung für die audiovisuelle Ausstattung der Länder substantiiert begründet hat. Wie aber sieht es bei den zukünftig anstehenden **Großprojekten** aus? Nehmen wir nur einmal die Digitalisierung der Justiz, die bis 2026 abgeschlossen sein soll. Hierfür gibt es bisher nicht mehr als eine auf das Jahr 2020 projizierte **Grobschätzung**, die ihrerseits aus dem Jahre 2014 stammt - nach den Maßstäben der digitalisierten Welt also aus **grauer Vorzeit**. Nach dieser Grobschätzung sollen die Erstausrüstung der Gerichte rund 320 Mio. Euro und der laufende Betrieb der eJustice jährlich rund 58 Mio. Euro kosten. Dass diese Zahlen 2020 und erst recht 2026 **überholt** sein dürften, liegt auf der Hand.

In Ausübung seines Unterstützungsmandats für die Bundesregierung¹¹⁶ hat der NKR deshalb zusammen mit den Ressorts, den Staatskanzleien bzw. Innenministerien der Länder, den kommunalen Spitzenverbänden und dem Statistischen Bundesamt ein Verfahren entwickelt, das derzeit erprobt und danach verbindlich gemacht werden soll.

Mit Einzelheiten behellige ich Sie hier nicht. Nur so viel sei noch gesagt: Es sind dicke Bretter, die im Mehrebenensystem Bund-Länder gebohrt werden müssen, fast so dick wie im Mehrebenensystem Bund-EU, dem ich mich mit den folgenden Praxisbeispielen zuwende.

Beispiel 4: CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetz¹¹⁷ - Online-Warenhandel

Wie in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Union entfaltet sich auch in Deutschland die Rechtsordnung nicht mehr allein von der nationalen Ebene her. Mit stetig steigender Tendenz wird

¹¹⁵ BR-Drs. 796/16 S. 51

¹¹⁶ § 1 Abs. 2 NKRG

¹¹⁷ vom 11.04.2017 (BGBl. I S. 802)

Erfüllungsaufwand für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung durch neue **Regelungsvorhaben der EU** hervorgerufen.

Für das System der Kostenfolgenabschätzung und –beherrschung ist dabei zwischen dem Stand **vor** und dem Stand **nach** Abschluss der Rechtsetzung auf Unionsebene zu unterscheiden.

Zu beidem je ein Beispiel:

- Unter den Rechtsakten, die die EU mit je unterschiedlicher Bindungswirkung für die Mitgliedstaaten erlassen kann, hat die **Richtlinie** eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. Sie verpflichtet zu innerstaatlichem **Umsetzungsrecht**, wobei der Mitgliedstaat an das Regelungsziel gebunden, in der Wahl seiner legislatorischen Mittel dagegen frei ist.¹¹⁸

Für meinen Vortrag habe ich die sog. **CSR-Richtlinie** ausgewählt, die bis zum 6. Dezember 2016 in deutsches Recht umgesetzt werden musste. Der EU-amtliche Titel dieses Rechtsaktes ist eine **sprachliche Zumutung**¹¹⁹, die ich Ihnen umso eher ersparen kann, als die Abkürzung CSR sowohl in der allgemeinen Diskussion, als auch zur Bezeichnung des deutschen Umsetzungsgesetzes verwendet wird.

CSR steht für **Corporate Social Responsibility**, wobei dieser Begriff den freiwilligen Beitrag der Wirtschaft zu einer nachhaltigen Entwicklung umschreibt. In diesem Sinne bedeutet CSR verantwortliches unternehmerisches Handeln bei der eigentlichen Geschäftstätigkeit, in Bezug auf die Umwelt und in den Beziehungen zu den Mitarbeitern sowie zu relevanten Anspruchs- bzw. Interessengruppen.

Kulturhistorisch betrachtet, erfasst der Begriff damit nichts wirklich Neues: Schon im Italien des Mittelalters und in den Hansestädten förderte man im **Leitbild des ehrbaren Kaufmanns** ein ausgeprägtes Verantwortungsbewusstsein für das eigene Unternehmen und zugleich für die Gesellschaft sowie für die Umwelt. In Hamburg begeht die Versammlung Eines Ehrbaren Kaufmanns derzeit ihr 500jähriges Bestehen, in Berlin pflegt der Verein Berliner Kaufleute und Industrieller seit fast 150 Jahren, was heute als CSR beschrieben wird.

Relevant ist der **Bedeutungswandel**, den unternehmerische Gesellschaftsverantwortung im Zeichen der **Globalisierung** erfährt: Als im April 2013 in Bangladesch ein Gebäude einstürzte und mehr als 3.000 Menschen unter seinen Trümmern begrub¹²⁰, wurde schlagartig klar, dass die CSR-Verantwortung des einzelnen Unternehmens entlang der sog. **Lieferkette** durchaus bis auf die andere Seite der Weltkugel reichen kann. Denn in dem maroden und deshalb eingestürzten Gebäude hatte eine Vielzahl kleiner Unternehmen Textilien hergestellt, die im Westen zu Schleuderpreisen gehandelt wurden.

Vor diesem Hintergrund kam im Oktober 2014 in Brüssel die CSR-Richtlinie zustande. Sie verpflichtet die EU-Mitgliedstaaten, ihre Rechtsordnung so auszugestalten, dass

¹¹⁸ Vgl. Art. 288 AEUV

¹¹⁹ Richtlinie 2014/95/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 zur Änderung der Richtlinie 2013/34/EU im Hinblick auf die Angabe nichtfinanzieller und die Diversität betreffender Informationen durch bestimmte große Unternehmen und Gruppen.

¹²⁰ 1135 Menschen getötet und 2438 verletzt

Großunternehmen ihre jährlichen Bilanzen um eine sog. **nichtfinanzielle Berichterstattung** zu Umwelt-, und Arbeitnehmerbelangen, zur Achtung der Menschenrechte und zur Bekämpfung von Korruption ergänzen müssen.

Das CSR-Umsetzungsgesetz, dessen Entwurf dem NKR im September 2016 vorlag, soll hier Beispiel dafür sein, dass die **Umsetzung** von Unionsrecht im System der Gesetzesfolgenabschätzung **denselben Regeln** unterliegt, wie jedes originär deutsche Regelungsvorhaben. Hier wie dort musste das Ressort die Kostenfolgen methodengerecht und nachvollziehbar so ermitteln, dass den Entscheidungsträgern das angestrebte realitätsnahe Bild zur Verfügung stand und sie wussten, was die CSR-Berichterstattung die Unternehmen im Geltungsbereich des hierzu geänderten HGB kostet, nämlich **jährlich rd. 10,8 Mio. Euro** und in der Umstellung **einmalig rd. 35 Mio. Euro**.¹²¹

- Nun werden sie vielleicht fragen, wozu denn diese Kenntnis nützen soll, da doch die CSR-Richtlinie in Brüssel beschlossen und für den nationalen Gesetzgeber verbindlich war – kostete sie, was sie wollte, sozusagen...

Und mit dieser Frage stoßen Sie dann direkt auf das zweite große Feld der Mehrebenen-Thematik. Worum es dabei geht, mag das zweite ein Beispiel verdeutlichen:

Unionsrecht fällt nicht vom Himmel. Es ist letztlich **Verhandlungsrecht**, das unter maßgeblicher Beteiligung der Mitgliedstaaten entsteht. Dabei ist das Forum, auf dem jeder Regelungsentwurf zuerst verhandelt wird, die jeweilige Ratsarbeitsgruppe. Da es einen erheblichen Unterschied macht, ob die deutschen Verhandlungsführer ein „Preisschild“ im Kopf haben oder nicht, hat sich in der Bundesregierung – wiederum unter nachdrücklicher Beteiligung des NKR – die Erkenntnis verfestigt, dass die **Kostenfolgen** der jeweils verhandelten **Regelungsalternative** ex ante so weit als möglich bekannt sein müssen.

Um Ihnen eine Vorstellung zu geben: Zwischen Juli 2016 und Juni 2017, also in nur einem Jahr, verursachte die Umsetzung von EU-Recht in Deutschland für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung Erfüllungsaufwand von **1 Mrd. Euro**.

Vor diesem Hintergrund haben die Bundesregierung und der NKR ein Verfahren entwickelt, das den Verhandlungsführern in den Ratsarbeitsgruppen Kostensicherheit vermitteln soll. Dieses sog. **EU ex ante-Verfahren** ist, wie man vermuten kann, einigermaßen komplex und hier im Einzelnen nicht darstellbar.¹²² Lassen Sie mich aber einen **Anwendungsfall** wenigstens skizzieren, der für uns alle in naher Zukunft alltagsrelevant werden wird:

Auf dem Tisch liegt derzeit liegt ein Richtlinienvorschlag der Kommission, mit dem das Recht der Mitgliedstaaten zum **Online-Warenhandel** harmonisiert werden soll. Die Kommission geht davon aus, dass das unterschiedliche Kauf- und vor allem Gewährleistungsrecht im digitalen Binnenmarkt mehr als zwei Drittel (67%) der unionsweit rund 1,1 Mio. Online-Händler davon abhält ihre Waren grenzüberschreitend anzubieten.

¹²¹ BR-Drs. 547/16 S. 83

¹²² <https://www.normenkontrollrat.bund.de/nkr-de/internationales/einfluss-europaeischer-regelungen/eu-ex-ante-verfahren> (Aufruf: 27.11.2022)

Die Umsetzung der Harmonisierungsrichtlinie – darüber ist sich die Kommission im Klaren – wird für die Unternehmen Kosten mit sich bringen: Einerlei, ob klein, mittel oder groß werden die Anbieter ihre Vertriebsstrukturen und insbesondere ihre Vertragsgestaltung umstellen müssen. Wie hoch diese Kosten sein werden – darüber schweigt sich die Kommission allerdings aus.

In Deutschland wären von dem neuen Recht rund 30.000 Unternehmen betroffen, die den zusätzlichen Aufwand soweit möglich über die Preise an die **Verbraucher weiterreichen** würden. Deshalb ist es zu kurz gesprungen, mit der Kommission ausschließlich auf den erwarteten **Nutzen** der Neuregelung, d.h. darauf abzuheben, dass sich das BIP im digitalen Binnenmarkt um rund 4 Mrd. Euro steigern lassen könnte.

Um sich zu dem Kommissionsentwurf positionieren zu können, müssen die deutschen Verhandlungsführer neben dem erwarteten Nutzen auch die **Kosten** kennen. Das neue EU ex ante-Verfahren verbindet deshalb den Richtlinienentwurf der Kommission mit dem System der Gesetzesfolgenabschätzung in Deutschland: Hier wie dort muss das Ressort – in unserem Fall wiederum des BMJ – den Erfüllungsaufwand ermitteln – allerdings mit einem funktionalen Unterschied: Während es beim nationalen Regelungsvorhaben darum geht, den **Entscheidungsträgern** Kostenfolgentransparenz zu verschaffen, ist es hier Aufgabe des Ressorts, **Verhandlungsweisungen** für die Bevollmächtigten in Brüssel vorzubereiten.

Zwischenzeitlich ist das Umsetzungsrecht beschlossen worden.¹²³

Beispiel 5: Lebensmittelhygienerecht

Meine Damen und Herren,

ich möchte nicht zu Ende kommen, ohne Ihnen eine Frage beantwortet zu haben, die Sie vermutlich seit langem schon beschäftigt, nämlich:

Wie viele Eier werden in Deutschland jährlich produziert?

Und vermutlich verbindet sich mit der Antwort – **sie lautet: rund 12 Mrd.** – Ihre weitere Frage, was diese gigantische Zahl an Eiern mit der Methodik der Gesetzesfolgenabschätzung zu tun hat. Nun, mit unseren 12 Mrd. Eiern möchte ich Ihnen einen der bisher prägnantesten Fortschritte bei der Fortentwicklung dieser Methodik vorstellen: Die Konzeption einer sogenannten ‚**One in one out-Regel**‘, die seit dem 1. Juli 2015 ressortverbindlich ist.

‚One in one out‘ liegt international im Trend. In Deutschland geht die Anwendung der Konzeption auf einen Vorschlag des NKR zurück.¹²⁴ Die Regel lautet:

Für jede neue Vorgabe, die laufenden Erfüllungsaufwand der Wirtschaft hervorruft (sog. **In**) muss in entsprechender Höhe Entlastung geschaffen werden (sog. **Out**) – entweder in dem Regelungsvorhaben selbst oder an anderer Stelle.

Tatsächlich hat ‚One in, one out‘ bisher gehalten, was die Werbung für das Grippemittel Wick

¹²³ <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2021/kw25-de-digitale-elemente-846944> (Aufruf: 27.11.2022)

¹²⁴ <https://www.normenkontrollrat.bund.de/nkr-de/service/publikationen/leitfaeden-und-beschluesse> (Aufruf: 27.11.2022)

MediNait verspricht: **Es wirkt!** Seit ihrer Einführung hat ‚One in, one out-Regel‘ den jährlichen Aufwand der Unternehmen zur Erfüllung staatlicher Vorgaben um immerhin **1,4 Mrd. Euro** verringert.

Unser Eier-Fall verdeutlicht das Prinzip. Er geht wie folgt:

Gemäß einer EU-Verordnung aus dem Jahr 2004¹²⁵ müssen Hühnereier binnen **21 Tagen** nach dem Legen an den Verbraucher abgegeben werden. Innerhalb dieses Vermarktungszeitraums nicht verwertete Eier werden **vernichtet**. Nach einem Salmonellenskandal hatte Deutschland den Vermarktungszeitraum – unionsrechtlich zulässig - auf **18 Tage** abgesenkt. Mit einer Verordnung vom November 2015 ging das BMEL dann wieder auf 21 Tage. Die Wiederherstellung des EU-Standards führte dazu, dass die Unternehmen seitdem 10% weniger Eier (rd. 554 Mio. Stück à 0,08 Euro) vernichten müssen und dadurch um rund 44,3 Mio. Euro entlastet werden.

Die ‚One in, one out-Regel‘ war ein Anreiz für das Ministerium, die Unternehmen um den zweistelligen Millionenbetrag zu entlasten. Denn das Out wurde dem BMEL sozusagen gutgeschrieben und konnte dort eingesetzt werden, wo neue Belastungen der Wirtschaft geschaffen werden mussten.

Der Normenkontrollrat hält ‚One in one out‘ für ein Instrument, das seine Wirksamkeit beim Abbau unnötiger Bürokratie unter Beweis gestellt hat und deshalb in seinem Anwendungsbereich ausgedehnt werden sollte. Dies ist auch die Auffassung vieler Wirtschaftsunternehmen. Der DIHK z.B. spricht in seinem Unternehmensbarometer von einer „Bürokratiebremse“.

III Lassen Sie mich zusammenfassen:

Das Gesetz zur Einsetzung eines Nationalen Normenkontrollrats von 2006 mit Novellierungen in 2011 und in 2022 markieren einen **Paradigmenwechsel** in Theorie und Praxis staatlicher Rechtserzeugung. Bis dahin auf die fertiggestellte Rechtsnorm fokussiert, richtet sich legislatorisches Denken heute auf einen **Rechtsetzungskreislauf** aus, der mit dem Entwurf beginnt und mit der Evaluierung abschließt.

Neu ist zugleich die verbindliche Abschätzung sowohl der finanziellen, als auch sonstiger Gesetzesfolgen für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung. Der **Normenkontrollrat** erfüllt hierbei einen Doppelauftrag des Gesetzgebers: Er **beurteilt** die Gesetzesfolgenabschätzung der Ressorts auf ihre Nachvollziehbarkeit und Methodengerechtigkeit. Gleichzeitig **berät und unterstützt** der NKR die Bundesregierung bei deren Maßnahmen zum Abbau unnötiger Bürokratie und zur Verbesserung der Rechtsetzung.

Die Methodik der Gesetzesfolgenabschätzung und die Fortentwicklung des Rechtsetzungskreislaufs sind keineswegs abgeschlossen und werden es auch künftig nicht sein. Denn neben der **Europäisierung** wirkt eine fortschreitende **Globalisierung**, auf die nationale Rechtsordnung ein. Hinzu treten die spezifischen Bedingungen des **föderalen Systems**, die sich bei Ebenen übergreifenden Herausforderungen wie etwa der Digitalisierung von Wirtschaft, Verwaltung und Justiz besonders auswirken.

Berlin, den 27. September 2017 – redaktionell aktualisiert am 27. November 2022

¹²⁵ VO (EG) Nr. 853/2004

Wanderung durch die Mark Brandenburg – Nachklapp zum Fontanejahr Teil 3 Besondere Orte der Prignitz

Dieser Beitrag ist beispielhaft entnommen aus dem Corona Veranstaltungsblog, den wir während des Lockdown auf der BWG Website geführt haben. Er umfasste vier Beiträge zu Orten im nördlichen Brandenburg.

Der dritte Teil unserer Wanderung führt uns zu besonderen Orten in der Prignitz.

Die über 10.000 Jahre gewachsene Kulturlandschaft der Prignitz verfügt über ein außerordentlich reiches archäologisches Erbe. Bronzezeitliche Grabhügel, ein neuzeitliches Schlachtfeld und mittelalterliche Städte. Auf halber Strecke zwischen Berlin und Hamburg wird Historie von der Steinzeit über das Mittelalter bis hin zum Dreißigjährigen Krieg hautnah erlebbar.

Wir haben für Sie zwei bedeutsame archäologische Orte herausgegriffen:

1. Das Königsgrab von Seddin
2. Das Hünengrab von Mellen

1. Das „Königsgrab“ gilt als die bedeutendste Grabanlage des 9. Jahrhunderts vor Christus im nördlichen Mitteleuropa. Seine enorme Größe, die besondere Konstruktion des Grabhügels, die große steinerne Grabkammer mit Lehmverputz und Bemalung spiegeln gemeinsam mit der reichen Grabausstattung die Existenz einer jungbronzezeitlichen Elite in der Prignitz wider. Die Seddiner Oberschicht war in das Netzwerk von Handel und Kommunikation in Europa



Abb. 2



Abb. 1 Generationen hinweg. Aufgrund der üppigen Grabbeigaben kann geschlossen werden, dass es sich um das Grab eines Königs handelt. Der Sage nach soll dies der gütige und gerechte König Hinz der Prignitz gewesen sein, der nach seinem Tod zusammen mit seiner Gemahlin und einem treuen Diener, die ihm aus Schmerz mit in den Tod gefolgt sind, dort in drei Gefäßen bestattet wurde.

Dem Grabhügel vorgelagert befindet sich eine 290 m lange Reihe von 150 kreisförmigen steingefüllten Gruben. Diese ca 80-100 cm breiten und 80 cm tiefen Gruben dienten wohl Feuerritualen. Die faust- bis kopfgroßen Steine sind feuergeschwärzt und mit Holzkohleresten durchsetzt. Ein direkter Zusammenhang zu dem Königsgrab ist bis heute unklar.

2. Das Großsteingrab in Mellen nahe Lenzen an der Elbe wird der Jungsteinzeit um 3000 v. Chr. zugeordnet und gilt als eins der letzten Zeugnisse der Megalithkultur im nördlichen Europa.

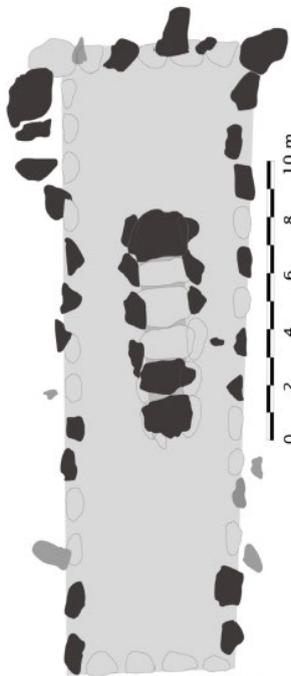


Abb. 4

Bei dem Hünenbett handelt es sich um ein sogenanntes Ganggrab mit rechteckigem Langbett. Die etwa 22 x 8 m große Grabanlage mit einer zentral gelegenen Kammer wurde aus großen Findlingen der Kammer ein Erdhügel die äußere Steinsetzung bildete. Die Grabkammer bestand aus ehemals sechs Jochen. Ein Joch wurde jeweils durch zwei senkrechte Trägersteine (Orthostaten) und einen Deckstein gebildet. Die Steine wurden mit ihrer ebenen Seite nach innen gesetzt und die Zwischenräume mit kleineren Steinplatten ausgezwickelt. Ein ähnlich konstruierter Gang vom Hügelrand zur Kammer gab dieser Grabform den Namen. Die Anlage diente über mehrere Jahrhunderte als Grab- und Ritualanlage einer Gemeinschaft, wohl einer Familie oder eines Clans. Zugleich dürfte diese Anlage ein Zeichen des Besitz- oder Herrschaftsanspruches und ein gesellschaftliches Statussymbol für diese frühen Bauern- und Viehzückerkulturen gewesen sein.



Abb. 3

erbaut. Ursprünglich war über aufgeschüttet, dessen Einfassung die äußere Steinsetzung bildete. Die Grabkammer bestand aus ehemals sechs Jochen. Ein Joch wurde jeweils durch zwei senkrechte Trägersteine (Orthostaten) und einen Deckstein gebildet. Die Steine wurden mit ihrer ebenen Seite nach innen gesetzt und die Zwischenräume mit kleineren Steinplatten ausgezwickelt. Ein ähnlich konstruierter Gang vom Hügelrand zur Kammer gab dieser Grabform den Namen. Die Anlage diente über mehrere Jahrhunderte als Grab- und Ritualanlage einer Gemeinschaft, wohl einer Familie oder eines Clans. Zugleich dürfte diese Anlage ein Zeichen des Besitz- oder Herrschaftsanspruches und ein gesellschaftliches Statussymbol für diese frühen Bauern- und Viehzückerkulturen gewesen sein.

Beide Anlagen, wie viele andere auch, dienten im 18. und 19. Jahrhundert der Baustoffgewinnung und sind demzufolge nur unvollständig erhalten. Erst seit dem Ende des 19. Jahrhunderts werden sie geschützt und erforscht.

Quellen:

- Abbildungen:
 1. Königsgrab von Seddin, Luftbild, aus: ZAO Flyer Seddin, Landkreis Prignitz
 2. Eingang zum Königsgrab. Foto ©Petra Roloff
 3. Ansicht des Zentrums des Großsteingrabs von Mellen. ©Petra Roloff
 4. Das Grab von Mellen, Schematische Draufsicht der ganzen Anlage, aus: www.landkreis-prignitz.de, Tafel Mellen
- Texte:
 - www.landkreis-prignitz.de
 - "Das Königsgrab von Seddin", "Sagen vom König Hinz"
 - "Das Grab von Mellen"
- www.landkreis-prignitz.de
 - ZAO Flyer Mellen, ZAO Flyer Seddin

NOA: Needs-Based Outcome Assessments. Ein Framework zur Entwicklung verantwortungsvoller Innovation, entstanden aus einer BWG-Kooperation

^aHasso-Plattner-Institut (HPI), Universität Potsdam, Prof.-Dr.-Helmert-Str. 2-3, 14482 Potsdam, Germany, Julia.vonThienen@hpi.de.

^bBundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)¹²⁶, Gerichtstraße 49, 13347 Berlin, Germany

Abstract. Als „Motor des Fortschritts“ wird Innovation in vielen Ländern politisch und wirtschaftlich gefördert. Institute wie die Stanford Universität und das Hasso-Plattner-Institut in Deutschland bilden Nachwuchswissenschaftler*innen dazu aus, nicht nur in ihren Disziplinen zu denken, sondern fachübergreifend Probleme zu erkennen und hierfür innovative Lösungen zu entwickeln. Allerdings zeigt dieser Fokus auf Innovation in der Ausbildung auch, dass Innovationen eine Bandbreite an Konsequenzen haben, die über einen unidirektionalen Fortschritt weit hinausgehen. Die neuen Lösungen sind in der Regel nicht nur neu und wertvoll für einen vordefinierten Zweck, sondern sie haben mannigfaltige Auswirkungen auf die Gesellschaft und Natur. Verantwortungsvolle Innovation bedeutet daher, sich mit den erwarteten Wirkungen einer Lösung auseinanderzusetzen und sicherzustellen, dass diese nicht nur einen wirklichen Nutzen bringt, sondern darüber hinaus auch keinen Schaden anrichtet. Basierend auf den theoretischen Grundlagen des Design Thinking stellen wir ein Werkzeug vor, das eine umsichtige Beleuchtung von Innovationswirkungen unterstützt und damit ein wichtiges Hilfsmittel für verantwortungsvolle Innovation sein kann: NOA – Needs-Based Outcome Assessments. Wir erläutern die theoretischen Grundlagen und Komponenten des Verfahrens und zeigen auf, wie NOA zur Beurteilung und Verbesserung von Innovation eingesetzt werden kann.

Stichworte: Bedürfnis, Design Thinking, Ethik, Konsequenz, Kreativität, Innovation, Nachteil, NOA, Risiko, System, Umwelt, Vorsorgeprinzip, Verantwortung, Vorteil, Wirkung, Wirkungsanalyse, Zukunft

Der 18. Februar 2016 ist ein wichtiges Datum für Entwicklungsarbeiten, die wir im Folgenden vorstellen wollen. An diesem Tag fand die Mitgliederversammlung der BWG erstmals am Hasso-Plattner-Institut (HPI) in Potsdam statt. Der Institutsdirektor, Prof. Dr. Christoph Meinel, hielt die Festrede und sprach dabei auch über die Innovationsausbildung im Design Thinking, für die das HPI bekannt ist. Es handelt sich um eine interdisziplinäre Erfinderschmiede, die in Zusammenarbeit mit der Stanford Universität entwickelt wurde. In seiner Festrede zeigte Christoph Meinel auch ein häufig verwendetes Modell im Design Thinking, nach der Innovation an der Schnittstelle eines dreiblättrigen Kleeblatts entsteht. D.h. es sollen beim Erfinden jeweils drei Faktoren miteinander in Einklang gebracht werden. In den Worten von David Kelley, dem Gründungsdirektor der Stanford School of Design Thinking:

In jedem Innovationsprogramm, mit dem wir vertraut sind, gibt es drei Faktoren, die auszubalancieren sind [...]. Der erste Faktor ist die technische Durchführbarkeit [feasibility]. [...] Das zweite Schlüsselement ist die wirtschaftliche Rentabilität oder das, was wir manchmal als Geschäftsaspekte bezeichnen [viability]. Die Technologie muss nicht nur funktionieren, sondern auch auf wirtschaftlich tragfähige Weise produziert und verteilt werden [...]. Der dritte Faktor bezieht sich auf Menschen [...]. Es geht darum, menschliche Bedürfnisse tiefgreifend zu verstehen [desirability]. (Kelley & Kelley, 2013, S. 19f., unsere Übersetzung)

¹²⁶ Dieser Beitrag stellt nicht die Position der Bundesregierung zu diesem Thema dar.

Während der BWG-Mitgliederversammlung 2016 befand sich auch Prof. Dr. Detlef Bartsch unter den Zuhörern, der heute als Vorsitzender der Gesellschaft tätig ist. Als Leiter der Abteilung 4 für Genetic Engineering am Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit ist er mit Biologie (Umwelt), Technologie (Innovation) und Politik (Regulierung) vertraut. Ihm fiel auf, dass im Drei-Faktor-Modell der Innovation aus dem Design Thinking eine wichtige Komponente fehlte. Die Politik (Governance) muss ebenfalls mit den anderen drei Faktoren harmonieren. So entstand ein neues Innovationsmodell (Abb. 1), das von Mitchell und Bartsch (2020) erstmalig publiziert und später von der hiesigen Autorengruppe weiterentwickelt wurde (von Thienen et al., in press). Vor allem die Frage nach dem Zusammenspiel von Governance und Desirability sollte wegweisend für die unten berichteten Entwicklungen sein.

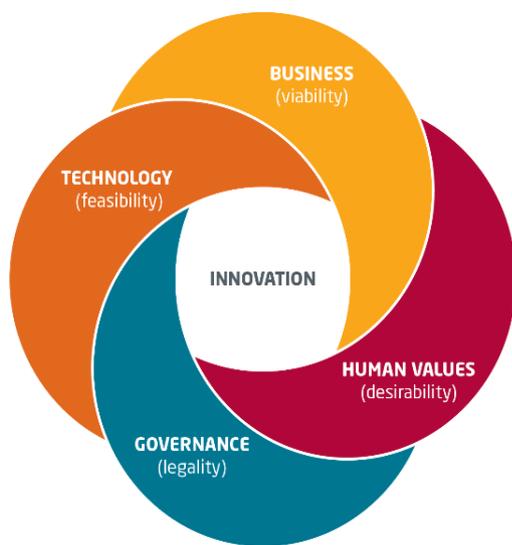


Abb. 1: Nach dem erweiterten Kleeblattmodell gedeiht Innovation an der Schnittstelle von vier Bereichen: (i) Wünschbarkeit in Bezug auf menschliche Werte, (ii) technologische Machbarkeit, (iii) wirtschaftliche Realisierbarkeit und (iv) rechtliche Zulässigkeit bzw. Unterstützung im Sinne der politischen (oder unternehmerischen bzw. sozialen) Regulierung.

Es ist weithin bekannt, dass die Wirkungen einer Neuentwicklung vielfältig sein können und verantwortungsbewusste Innovation daher umsichtig gestaltet werden muss (Meinel & von Thienen, 2022). Die mannigfaltigen Auswirkungen einer neuen Lösung können sowohl Chancen als auch Risiken bieten. Das Design Thinking ist ein Ansatz zur Entwicklung von Innovationen, bei dem frühzeitig im Arbeitsprozess die Vor- und Nachteile einer Lösungsidee aus möglichst vielen verschiedenen Perspektiven beleuchtet werden (Plattner et al., 2009; d.school, 2010; Meinel et al., 2015; Weinberg, 2015). Die Anliegen verschiedener Interessengruppen können sehr unterschiedlich sein, und meist ist am Ende mehr als nur eine Interessensgruppe von einer Neuentwicklung betroffen. Im Design Thinking ist es daher ein wichtiges Ziel der Erfindungsarbeit, Lösungskonzepte so zu erdenken, auszuwählen und auszuarbeiten, dass beabsichtigte positive Wirkungen zur Entfaltung kommen, während möglichst keine negativen Wirkungen eintreten.

Diese Zielsetzung im Design Thinking weist Parallelen zu einem Konzept auf, das aus der Politik bekannt ist: dem Vorsorgeprinzip (Sandin, 1999; Fisher et al., 2006). Es besagt nach Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofs (EuG T-13/99, Rn. 139)¹²⁷, dass die Gemeinschaftsorgane der EU, wenn wissenschaftliche Ungewissheiten bezüglich der Existenz oder des Umfangs von Risiken für die menschliche Gesundheit (und der Umwelt) bestehen, nach dem Vorsorgegrundsatz Schutzmaßnahmen treffen, ohne abwarten zu müssen, bis das tatsächliche Vorliegen und die Schwere dieser Risiken in vollem Umfang nachgewiesen sind. Es geht im Prinzip darum, mögliche Negativwirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden, selbst wenn wissenschaftliche Erkenntnisse noch

¹²⁷ EuG (T-13/99): Urteil vom 11.09.2002 – T-13/99, Celex-Nr. 61999TJ0013

nicht ausgereift und somit bestimmte Risiken noch nicht hinreichend abschätzbar sind. Das Vorsorgeprinzip wird oft im Zusammenhang mit Umwelt-, Gesundheits- und Verbraucherschutz diskutiert und in der Politik angewandt.

Mit dem Vorsorgeprinzip wird eine Situation adressiert, die große Ähnlichkeiten zur Erfindungsarbeit im Design Thinking aufweist. Es geht um eine frühzeitige Phase, in der das Gesamtsystem mit den Auswirkungen einer Innovation noch nicht vollständig „vermessen“ ist. Schon in dieser Frühphase möchte man wissen, welche positiven und negativen Wirkungen mit einer Lösung verbunden sein könnten. Es geht nicht zuletzt darum, eventuelle Negativeffekte bei ersten Tests genau im Blick zu haben, während bei der Freigabe eines Produkts möglichst Lösungen ohne schädliche Nebenwirkungen zu liefern sind.

Das Design Thinking, so wie es in Potsdam gelehrt wird, ist aus den Ingenieurwissenschaften entstanden. Seine historischen Wurzeln liegen am M.I.T. und bei Stanford Engineering. Ebenso ist dieser Ausbildungsansatz an der Universität Potsdam mit der Digital Engineering Fakultät verbunden. Es handelt sich also um Institute, die auf starken mathematischen Grundlagen fußen und den Wert wissenschaftlicher Messungen zu schätzen wissen. Trotzdem ist an diesen Instituten bekannt, dass gerade in der Frühphase der Erfindungsarbeit noch nicht die Zeit für punktgenaue Messungen gekommen ist. In dieser Phase geht es vielmehr darum, umsichtig zu klären, was überhaupt gemessen werden sollte. Zunächst müssen die Faktoren identifiziert werden, bei denen positive oder negative Wirkungen erwartet werden. Anschließend können die vermuteten Wirkungen in Tests eines neuen Konzepts genauer beobachtet und ggf. quantifiziert werden. Auch können die Entwickler einer Innovation von vornherein ihr Konzept so überdenken, dass sie die erwarteten Negativeffekte möglichst abmildern oder mit hinreichender Sicherheit ausschließen.

Das Design Thinking wird also ähnlich wie das Vorsorgeprinzip in einer Situation eingesetzt, in der vollständige wissenschaftliche Erkenntnisse zu den Wirkungen einer Lösung noch nicht vorliegen. Stattdessen soll vorsorglich gehandelt und der Nutzen sowie die Risiken einer Entwicklung für Mensch und Umwelt erkannt werden. Als ingenieurwissenschaftlich geprägter Ansatz ist das Design Thinking dabei nicht zufrieden mit Spekulationen über mögliche Effekte einer bestimmten Lösung. Obwohl noch keine abschließenden wissenschaftlichen Messungen vorliegen, soll für diese wichtige Einschätzung eine solide empirische Grundlage geschaffen werden. Die umfangreiche qualitativ-quantitative Methodologie, die seit den 1950er Jahren im Design Thinking stetig weiterentwickelt wurde, dient zu einem Großteil genau diesem Zweck: In einem wissenschaftlich noch wenig bearbeiteten Terrain soll empirisch fundiert geklärt werden, wie durch Innovation ein großer Nutzen möglichst ohne Schaden entstehen kann.

Aus der BWG-Mitgliederversammlung am HPI im Jahr 2016 ging ein Kooperationsprojekt zwischen dem BVL und dem HPI hervor, welches von Detlef Bartsch, Christoph Meinel und Julia von Thienen gemeinsam begründet wurde. Später stieß Kim-Pascal Borchart als Projektmitarbeiter hinzu und trug maßgeblich zur Entwicklung der hier vorgestellten NOA-Analyse-Methodologie bei. Das Kooperationsprojekt verfolgte mehrere Ziele, darunter eine Gesetzesfolgenabschätzung und Modellierungsarbeiten zu Europa als Innovationsraum. In diesem Essay soll jedoch ein Arbeitsergebnis des Projekts im Fokus stehen: die NOA Analyse (*Needs-based Outcome Assessment*).

NOA ist ein Framework, das dabei unterstützt, sich über die Zukunft Gedanken zu machen. Es ermutigt Entwickler von neuen Lösungen, sich die Frage zu stellen: Schaffen wir Lösungen für eine Welt von morgen, in der wir alle leben möchten? NOA dient als Werkzeug, um die möglichen Konsequenzen einer neuen Lösung zu bedenken – von unbeabsichtigten Folgen bis hin zu positiven Veränderungschancen. Das Tool unterstützt dabei, die Zukunft zu antizipieren und hilft den Entwicklern einer neuen Lösung zu entscheiden, wie sie ihr Konzept bestmöglich gestalten können.

Aber NOA ist nicht nur für Erfinder relevant, weil es eine frühzeitige Abschätzung von positiven sowie negativen Innovationswirkungen erlaubt. Auch im Sinne des Vorsorgeprinzips kann ein solcher Ansatz genutzt werden, um auf empirischer Grundlage ein umfassendes Bild von möglichen Vorteilen sowie Risiken einer Neuentwicklung zu erhalten. Dies ist ein wichtiger Schritt, um die Entscheidungsgrundlagen für zukünftiges Handeln maßgeblich zu verbessern.

1. Motivation: Warum die Zukunft einer Technologie beleuchten?

Wer etwas Neues entwickelt, möchte zumeist etwas Besseres schaffen im Vergleich zu dem, was es schon gibt. Wenn ein Wissenschaftler eine neue Theorie entwickelt, ein Technologie ein neues Werkzeug erfindet oder ein Politiker ein neues Gesetz ausarbeitet, so unternehmen sie diese Anstrengungen in der Regel, weil sie mit den alten Lösungen nicht vollständig zufrieden sind und eine Idee haben, wie man etwas anders und besser machen könnte. Die Erfinder eines neuen Ansatzes haben dabei für gewöhnlich ein bestimmtes Ziel vor Augen. Ob es gelingt, dieses Ziel mit der Neuentwicklung zu erreichen, kann dann durch aufmerksames Beobachten oder gar detaillierte Messungen vielleicht sehr genau bestimmt werden. So kann man beurteilen, ob die neue Lösung besser ist als ihre Vorgänger – zumindest in Bezug auf den vordefinierten Zweck.

Doch die Erfindungen der Menschen haben in der Regel wesentlich mehr Auswirkungen als nur eine punktgenaue Intervention, die den Rest der Welt unbeeinflusst lässt. Gerade dort, wo die Erfinder nicht hinsehen, weil sie keine Wirkungen erwarten und auch keine bestimmten Ambitionen verfolgen, können sich manchmal erstaunliche Entwicklungen ergeben, im Guten wie im Schlechten.

Denken Sie zum Beispiel an eine Erfindung aus der menschlichen Frühgeschichte, die zum Erfolg der Landwirtschaft beigetragen hat: Der Pflug erlaubt es, den Boden zu öffnen und Samen systematisch einzubringen. Er beschleunigt den Anbauprozess im Vergleich zum Graben einzelner Löcher von Hand. Auch führt er viel zielgerichteter zum Anbau von Nutzpflanzen an einem Ort als dies etwa durch ein oberirdisches Ausstreuen von Samen möglich wäre, denn der Wind trägt das Saatgut sonst in die verschiedensten Richtungen davon.

Sowohl im Positiven wie auch im Negativen hat die Erfindung des Pfluges Wirkungen entfaltet, die damals von seinen Entwicklern vermutlich nicht erwartet wurden. In der Retrospektive wissen wir, dass der Erfolg der Landwirtschaft maßgeblich zum Sesshaftwerden der Menschen beitrug und somit zur Entwicklung von Dörfern, bis hin zu Städten und insgesamt zur Entwicklung komplexer Zivilisationen. Dies könnte als positive Wirkung gesehen werden.

Doch welche negativen Auswirkungen mag die Erfindung des Pfluges gehabt haben? Welche Risiken sind mit einer solchen Technologie also verbunden? Im ersten Moment mag hier wenig in den Sinn kommen. Vielleicht könnte einem das schwere Holzgerät auf den Fuß fallen und zu blauen Flecken oder gar einem Knochenbruch führen? Die wissenschaftliche Forschung deutet jedoch auf noch ganz andere Auswirkungen hin. Sie gehen über die unmittelbare Anwendung des Geräts weit hinaus und betreffen ganze Gesellschaften. Selbst hunderte oder gar tausende von Jahren nach der Einführung des Pfluges scheinen seine Auswirkungen spürbar und messbar zu sein.

Der Pflug ist ein schweres Instrument, das im Zusammenspiel mit kräftigen Tieren wie bspw. Ochsen bedient wird. Diese bäuerliche Arbeit ist physisch anspruchsvoll und wird in der Regel von Männern ausgeführt. Bis heute ist messbar, dass Regionen mit einer historisch hohen Nutzungsrate des Pfluges ein signifikant erhöhtes Ungleichgewicht in den Geschlechterrollen aufweisen (siehe Alesina et al., 2011, für eine Übersicht). Die Nachfahren dieser Gesellschaften neigen eher dazu, Frauen als Haushaltsmitglieder und Männer als Ernährer zu betrachten. Dies spiegelt sich in einem signifikant geringeren prozentualen Anteil von Frauen in der Arbeitswelt, in der Politik und im Unternehmensbesitz wider. Gemessen werden solche Effekte im Vergleich zu anderen Gesellschaften, die zwar teilweise auch durch traditionelle Landwirtschaft geprägt waren, dabei jedoch andere, physisch leichtere Agrartechnologien nutzten.

Angesichts der Vielfalt an Auswirkungen einer neuen Idee kann es auch viele Interessengruppen geben. Beim Pflug wäre bspw. zu denken an den einzelnen Landwirt, der seine Ernte maximieren möchte, an das kleine Mädchen, das gerne zur Schule gehen und in einer gleichberechtigten Gesellschaft aufwachsen will, sowie möglicherweise auch an den Ochsen, der unter fragwürdigen Haltungsbedingungen lebt, oder gar an einen Regenwurm im Feld, der von Bodenwendungen beeinflusst wird. Gleichzeitig ist zu betrachten, welcher Zukunft die Beteiligten entgegensehen würden, wenn eine mögliche Erfindung nicht gemacht würde. Was wäre bspw. geschehen, wenn man keine Mittel gesucht und gefunden hätte, um Landwirtschaft effektiv zu betreiben, wie bspw. den Pflug? Möglicherweise wären die Menschen Jäger und Sammler geblieben und unsere heutigen Zivilisationen wären gar nicht erst entstanden. So hätte es möglicherweise auch keine Schule gegeben, die das kleine Mädchen aus unserem Beispiel besuchen wollte.

Die Antwort im Design Thinking auf solche ethischen Herausforderungen ist ein verantwortungsbewusster Ansatz in der Innovationsentwicklung. Es geht darum, frühzeitig auf mögliche Auswirkungen einer neuen Lösung aufmerksam zu werden. Dadurch eröffnet sich die Chance, Ideen danach auszuwählen, ob sie einen wirklichen Nutzen bringen und möglichst niemandem schaden. Ebenso geht es darum, Lösungsideen flexibel anzupassen und zu verbessern, damit der Nutzen möglichst vollständig realisiert und Gefahren schon frühzeitig im Designprozess erkannt und gebannt werden.

Welche Auswirkungen eine Erfindung haben mag, lässt sich am besten aus verschiedenen Perspektiven beleuchten. Dabei ist es offenkundig hilfreich, mit mehreren Personen zu arbeiten, die aus unterschiedlichen Blickwinkeln auf eine neue Lösung schauen und sie vielleicht auch ausprobieren (Plattner et al., 2009; d.school, 2010, Kelley & Kelley, 2013).

Jedoch kann weder eine zufällige Auswahl von einzelnen Befragten noch die Entscheidung des Entwicklers, mit bestimmten Interessengruppen zu arbeiten, allein schon sicherstellen, dass alle relevanten Perspektiven berücksichtigt werden. Vor diesem Hintergrund haben Pioniere des Design Thinking bereits in den 1950er Jahren begonnen, ein umfassendes Kategoriensystem von Bedürfnissen auszuarbeiten (insbesondere McKim, 1959/2016, siehe von Thienen et al., 2019). Derlei Systeme können dabei helfen, Auswirkungen von Erfindungen möglichst gründlich zu beleuchten, im Idealfall ohne einen großen Wirkungsbereich zu übersehen.

Das bereits erwähnte Tool NOA, von dem wir im Weiteren genauer berichten, steht in dieser Tradition. Es kann am effektivsten eingesetzt werden, wenn es mit den Perspektiven verschiedener Menschen kombiniert wird. In der Praxis wird dazu eingeladen, dass Menschen mit verschiedenen Erfahrungshintergründen und Anliegen dabei mithelfen und mitwirken, wenn es darum geht, die Auswirkungen einer neuen Lösung zu antizipieren. Sie können im Beurteilungsprozess NOA als ein Instrument nutzen, das sie dabei unterstützt, über verschiedene Auswirkungen einer Idee systematisch nachzudenken, gegebenenfalls darüber zu diskutieren und vielleicht auch eigene Entscheidungen zu treffen.

2. Die theoretischen Grundlagen von NOA – Bedürfnistheorien

Im Design Thinking heißt es, jede Innovation sollte wünschbar sein (desirable). Bemessen wird dies an Bedürfnissen (Arnold, 1959/2016; Kelley & Kelley, 2013; von Thienen et al., 2022). Eine Innovation ist wünschbar, wenn sie hilft, ein Grundbedürfnis oder mehrere besser als bislang zu erfüllen. Dabei soll die Innovation keinen Schaden anrichten, sie soll also keinesfalls die Befriedigung von (anderen) Grundbedürfnissen erschweren.

Die theoretischen Grundlagen der bedürfnisbasierten Erfindungsarbeit wurden in wesentlichen Teilen von drei Pionieren des Design Thinking ausgearbeitet: John Arnold, Abraham Maslow und Robert McKim. John Arnold brachte die Expertise dieser drei zusammen. Er entwickelte Ausbildungsprogramme zu Kreativität und Innovation. Dabei lud er die Experten seiner Zeit zur Mitwirkung ein. Maslow und McKim waren Co-Dozenten in einem von Arnold geleiteten *Creative Engineering* Seminar in Stanford 1958/59. Sie trugen mit ihren Essays im Kursmanuskript auch zur Entwicklung der theoretischen Grundlagen bei (Maslow, 1959/2016; McKim, 1959/2016). Während Maslows Arbeiten während des Seminars und auch später rezipiert und diskutiert wurden, schufen Arnold und McKim maßgeblich die frühe Methodologie sowie die theoretisch-systematischen Grundlagen des Design Thinking als Innovationsausbildung.

Ein inhaltliches Verdienst von John Arnold ist es, Bedürfnisse als Grundlage der Innovationsentwicklung allererst herausgestellt zu haben. Abraham Maslow und Robert McKim trugen darüber hinaus Bedürfnissysteme bei, die es ermöglichen, Grundbedürfnisse systematisch zu betrachten. Dies ist eine hilfreiche Voraussetzung, um sich mit den Auswirkungen einer Innovation umfassend auseinanderzusetzen. Werden die verschiedenen Bedürfniskategorien systematisch beleuchtet, können Lücken in der Einschätzung des Innovators besser geschlossen werden. Risiken und negative Auswirkungen einer Innovation könnten sonst gerade in solchen (Bedürfnis-)Bereichen entstehen, auf die der Innovator oder Gesetzgeber nicht achtet.

2.1 John Arnold's Theorie des bedürfnisbasierten Erfindens

Einer der Gründungsväter des Design Thinking war John E. Arnold, Professor für Engineering zunächst am M.I.T. und später an der Stanford Universität. Seine Schriften und Praktiken vor allem aus den 1950er Jahren liefern eine wesentliche Grundlage für die Innovationsschule des Design Thinking (Arnold, 1959/2016; von Thienen et al., 2018).

Für John Arnold ist jede Form der Kreativität und Innovation letztlich auf Bedürfnisse gerichtet. Diese dienen als Referenzpunkt und Maßstab für die Güte neuer Entwicklungen. Innovationsprojekte sind erfolgreich, wenn grundlegende Bedürfnisse durch neue Lösungen besser erfüllt werden als durch Mittel, die es zuvor gab. Laut Arnold ist der kreative Prozess also eine Aktivität, bei der es um das Ziel geht, „ein Bedürfnis besser zu erfüllen“ (1959/2016, S. 77, unsere Übersetzung). Hiermit ist nicht nur gemeint, Lösungen für einen ausgesuchten Nutzer und ein isoliertes Bedürfnis zu schaffen. Vielmehr geht es darum, ganzheitlich zu denken, das Gesamtsystem zu verstehen und so Lösungen zu entwickeln, die insgesamt eine gute und nicht etwa eine schlechte Wirkung entfalten.

Ein frühes Beispiel für dieses Trainingsziel in der Innovationsausbildung ist die Arcturus IV Fallstudie, an der Arnold mit Studierenden am M.I.T. gearbeitet hat (1953/2016). Dabei wird das Mittel der Verfremdung eingesetzt, um den Studierenden überspitzt aufzuzeigen, wie man bedürfnisgerecht erfindet. Es geht in diesem Fall um neue Lösungen für einen fernen Planeten namens Arcturus IV. Der unmittelbare Anwender neuer Lösungen ist dort ein intelligentes Geschöpf von vogelartiger Gestalt, mit äußerst langsamen Reaktionszeiten. Um für die Bedürfnisse solcher Nutzer zu entwickeln, können nicht einfach menschliche Lösungen wie herkömmliche Autos übernommen werden. Stattdessen kann für diese Anwender bspw. ein „Eggomobil“ (S. 81) entwickelt werden, das durch seine Eiform den Nutzern ein Sicherheitsgefühl vermittelt. Gleichzeitig würden die runde Form und eine langsame Betriebsgeschwindigkeit helfen, Schäden zu vermeiden, wenn es angesichts langsamer Reaktionszeiten etwa zu Unfällen käme.

Auch geht es im Innovationsprozess darum, nicht nur die Bedürfnisse des unmittelbaren Anwenders von Technologien im Blick zu haben, sondern den Planeten als Gesamtsystem. So wird Arcturus IV sehr genau beschrieben, ebenso seine Pflanzen, gängige Anbaumethoden sowie auch Versorgungsengepässe. Ziel der Entwicklungen ist es dann u.a., Technologien für die Ernte zu erfinden, die von den vogelartigen Einwohnern gut bedient werden könnten und die einen hohen Ertrag liefern, während sie keinesfalls Raubbau fördern, sondern vielmehr zum langfristigen Erhalt und Gedeih des gesamten Ökosystems beitragen.

2.2 Maslow's Theorie menschlicher Grundbedürfnisse

Abraham Maslow (1943) hat mit seiner *Theorie der menschlichen Motivation* ein weithin bekanntes System von Bedürfnissen formuliert. Dieses wird heutzutage oft in Pyramidenform dargestellt (Abb. 2).

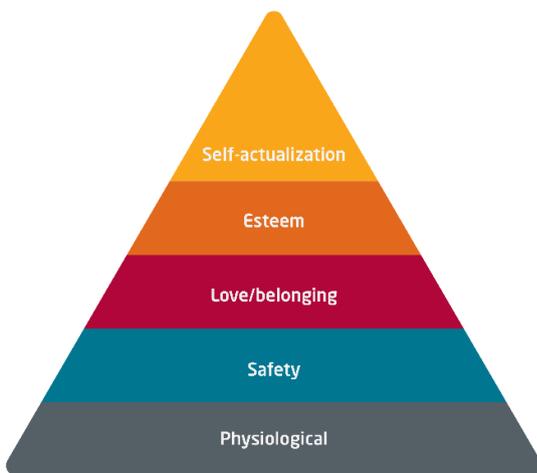


Abb. 2: Die Theorie menschlicher Grundbedürfnisse nach Maslow (1943) wird häufig als Pyramide dargestellt. Dem Modell zufolge müssen basale Bedürfnisse weitestgehend erfüllt sein, bevor höhergelegene Bedürfnisse und Motive in Erscheinung treten.

Maslows Theorie betont die Bedeutung menschlicher Bedürfnisse als Grundlage jeder Handlung. Damit ist sein Ansatz sogar noch breiter als der von Arnold. Während Arnold darauf hinweist, dass jegliche Innovation dazu dient, Bedürfnisse besser zu erfüllen, hebt Maslow hervor, dass jegliches Handeln dazu dient, Bedürfnisse zu erfüllen. Somit kann Maslows Theorie als eine Grundlage betrachtet werden, auf der Arnold aufbaut, denn letzterer befasst sich mit einem Teil allen menschlichen Handelns: dem Erfinden.

Maslows Theorie konzentriert sich im Weiteren auf sogenannte Grundbedürfnisse. Im Gegensatz zu oberflächlichen Motivationen oder Wünschen, wie bspw. „ein Eis essen“ oder „diesen Anzug kaufen“ sind laut Maslow die Grundbedürfnisse kulturübergreifend sehr ähnlich oder sogar identisch.

In jeder Kultur ist die bewusste Motivation eines Individuums in der Regel deutlich verschieden von der bewussten Motivation eines Individuums aus einer anderen Gesellschaft. Es ist jedoch die geteilte Erfahrung von Anthropologen, dass die Menschen sich gesellschaftsübergreifend viel ähnlicher sind als man es beim ersten Kontakt mit ihnen vielleicht glauben würde. Und je besser wir die Menschen einer anderen Kultur kennen lernen, desto mehr Gemeinsamkeiten werden entdeckt. Wir erkennen dann, dass hervorstechende Unterschiede eher oberflächlich als grundlegend sind, wie etwa Unterschiede im Frisurenstil, in der Kleidung oder in den Vorlieben für bestimmte Nahrungsmittel. Die hier vorgestellte Klassifizierung grundlegender Bedürfnisse ist auch ein Versuch, dieser Einheit hinter der scheinbaren Vielfalt von Kulturen gerecht zu werden. (Maslow, 1943, S. 389f., unsere Übersetzung)

Bezüglich der Grundbedürfnisse erklärt Maslow: „Es gibt mindestens fünf Gruppen von Zielen, die wir grundlegende Bedürfnisse nennen können. Diese sind kurzgefasst physiologische, Sicherheits-, Liebes-, Wertschätzungs- und Selbstverwirklichungsbedürfnisse“ (S. 394, unsere Übersetzung). Nach Maslows Theorie haben diese Bedürfnisse eine innere Ordnung. „Höhergelegene“ Bedürfnisse treten i.d.R. nur dann in Erscheinung, wenn die zugrundeliegenden Bedürfnisse bereits erfüllt sind.

Es ist wahr, dass der Mensch nur vom Brot lebt [oder zu leben glaubt], wenn kein Brot vorhanden ist. Aber was passiert mit den Wünschen des Menschen, wenn es genügend Brot gibt und sein Bauch chronisch gefüllt ist? Dann treten andere (und „höhere“) Bedürfnisse auf, die den Organismus beherrschen, anstelle des physiologischen Hungers. Und wenn diese wiederum befriedigt sind, treten neue (und noch „höhere“) Bedürfnisse auf und so weiter. (Maslow, 1943, p. 375, unsere Übersetzung)

Für Maslow liegen die Grundbedürfnisse des Menschen i.d.R. hinter dessen bewussten Motivationen. Es sei für den Einzelnen daher oft nicht immer trivial zu erkennen, welche Grundbedürfnisse gerade eine Handlung motivierten. Bspw. könnte ein Kind deshalb nach einem Eis verlangen, weil es Hunger hat (physisches Grundbedürfnis), oder weil es ein Zeichen der Zuneigung von seiner Bezugsperson erhalten wollte (Liebes-Grundbedürfnis), oder aus einer Kombination solcher Faktoren. Man müsste daher ggf. die Situation ausführlicher beobachten, um besser einschätzen zu können, welche Grundbedürfnisse aktuell betroffen sind. Ganz in diesem Sinne nutzt das Design Thinking bis heute Methoden, die über unmittelbare Interviews zu Bedürfnissen weit hinausgehen. Es werden gleichermaßen Verhaltensbeobachtungen angestrebt, ggf. Widersprüche zwischen Sagen und Handeln herausgearbeitet, sowie verschiedene Prototypen live getestet (d.school, 2010).

Maslow beschäftigt sich als Psychologe vorrangig mit der Frage, wie die Handlungen des Einzelnen motiviert sind. Darüber hinaus geht er auch auf die Rolle der Gesellschaft ein. Dabei betont er nicht nur die Unterschiede zwischen den Kulturen – wenn etwa die Mitglieder einer Kultur bestimmte Frisuren, Kleidungsstile oder Speisen anstreben, die es in einer anderen Kultur nicht gibt, oder die dort weniger begehrt werden. Vielmehr betont Maslow auch, dass es die Aufgabe von Gesellschaften sei, Rahmenbedingungen zu schaffen, damit jedes Individuum in der Gemeinschaft problemlos die eigenen Grundbedürfnisse erfüllen könne. Dies gelte ganz besonders für die fundamentalsten Kategorien, wie etwa die Nahrungsversorgung und Sicherheit.

„Es wird zu oft übersehen, dass Kultur selbst ein anpassbares Werkzeug ist, dessen Hauptaufgabe darin besteht, physiologische Notfälle immer seltener werden zu lassen. So ist in den meisten bekannten Gesellschaften chronischer, extremer Hunger vom Notfalltyp selten“ (p. 374, unsere Übersetzung). Ebenso sei es ein Zweck der Kulturentwicklung, für Sicherheit zu sorgen. „Die friedliche und reibungslos funktionierende ‚gute‘ Gesellschaft erlaubt es ihren Mitgliedern i.d.R., sich vor wilden Tieren, extremen Temperaturen, Kriminalität, Übergriffen, Mord, Tyrannei usw. geschützt zu fühlen“ (378 f., unsere Übersetzung).

2.3 Robert McKim's Theorie des bedürfnisbasierten Designs

Während John Arnold *Kreativität und Innovation* auf der Basis von Bedürfnissen definiert, so definiert Robert McKim das *Design* auf der Basis von Bedürfnissen. Er versteht Design als die Nutzung von Materialien und Energie, um physische, intellektuelle und emotionale Bedürfnisse zu befriedigen (1959/2016).

Ähnlich wie Maslow erstellt auch McKim eine Taxonomie menschlicher Bedürfnisse. Wie bei Maslow, erscheinen auch bei McKim die Bedürfnisse geordnet, von Grundbedürfnissen bis hin zu oberflächlich-wechselnden, kulturabhängigen Belangen. Allerdings gruppiert McKim die Grundbedürfnisse anders – er unterscheidet nur drei Kategorien. Während Maslow sich vorrangig damit beschäftigt, wie Bedürfnisse mit den Handlungszielen des einzelnen zusammenhängen, konzentriert sich McKim darauf, wie Bedürfnisse mit Designs zusammenhängen.

McKim bespricht drei Kategorien von Grundbedürfnissen: physische, emotionale und intellektuelle. Darüber hinaus gebe es kulturelle Bedürfnisse, die keine Grundbedürfnisse sind.

Zu den physischen Bedürfnissen gehört nicht nur, dass die Person sich ernähren muss und sicher sein will. Es geht ebenso sehr darum, dass Produkte es dem Nutzer ermöglichen, beabsichtigte Handlungen auszuführen. Ein Stift sollte es bspw. dem Nutzer erlauben, zu schreiben und sich somit Dinge besser zu merken (McKim, 1972); dabei sollte das Schreibgerät nicht zu schwer oder unhandlich groß sein, um von den Menschen mit ihrer gegebenen Physiologie mühelos bedienbar zu sein (McKim, 1959/2016).

Des Weiteren sollen Produkte dazu beitragen, dass Nutzer ihre persönlichen Motive ausleben können und positive oder situationsgerechte Emotionen erleben. Dies sind wichtige Anliegen im Bereich der emotionalen Grundbedürfnisse. So könnte bspw. ein sportliches Autodesign dazu beitragen, dass der Fahrer das Gefühl hat, ausdrücken zu können, wie sportlich, abenteuerlustig und dynamisch er ist. Gleichzeitig müssen die hervorgerufenen Emotionen immer situationsangemessen sein. Würde ein Auto etwa den Fahrer in die Stimmung für waghalsige Fahrmanöver versetzen, während möglicherweise gar Fußgänger in der Nähe sind, dann wäre dies nicht situationsangemessen und ein schlechtes Design.

Intellektuelle Bedürfnisse bilden nach McKim eine dritte wichtige Kategorie. Bei der Entwicklung von Produkten ist es demnach entscheidend, dass die Nutzer unmittelbar verstehen, welchen Zweck ein Werkzeug hat, und dieses mit minimalem intellektuellem Aufwand bedienen können. Außerdem müssen Produkte so gestaltet werden, dass Menschen ihren Sinnen vertrauen und sich unter verschiedenen Umständen orientieren können. Ein Beispiel dafür ist wiederum das Autodesign. Traditionell werden Bedienelemente wie Schalter oder Knöpfe zur Einschaltung des Lichts, Scheibenwischers, Radios usw. visuell unterschieden. Wenn der Fahrer jedoch nicht in der Lage ist, die Bedienelemente unter schlechten Sichtverhältnissen etwa bei Nacht auseinander zu halten, kann dies zu gefährlichen Situationen führen. Eine Möglichkeit, das zu vermeiden, ist die Kodierung der Bedienelemente durch unterschiedliche Formen oder Texturen, sodass der Fahrer unterschiedliche Sinneskanäle nutzen kann, um die Funktion der Elemente zu identifizieren. Darüber hinaus haben Menschen unterschiedliche Werte und ästhetische Vorlieben, sodass einige bspw. im Design Minimalismus und Abstraktion bevorzugen, während andere eine Vorliebe für Ornamente haben. Ein weiteres Anliegen im Bereich intellektueller Grundbedürfnisse ist es zudem, dass Menschen ihre Umgebung oder die Welt insgesamt verstehen wollen.

So wie bei Maslow werden auch bei McKim die grundlegenden Bedürfnisse unterschieden von den wechselnden Bedürfnissen innerhalb verschiedener Kulturen. Für McKim spielen kulturelle Bedürfnisse eine zwiespältige Rolle. Einerseits regen sie oft kreative Entwicklungen an und führen zu neuen Designs (also zu Kreativität und Innovation in Arnold's Theorie). Andererseits können kulturelle Bedürfnisse für die Mitglieder einer Gesellschaft eine solche „Vormachtstellung“ erhalten, dass sie Grundbedürfnisse überlagern, bis hin zur Vernachlässigung der Grundbedürfnisse und damit zu schädlichen Wirkungen von Designs und Innovation. Ein einfaches Beispiel ist die mancherorts gepflegte Erwartung, dass Männer in Anzügen mit Krawatte zur Arbeit erscheinen mögen, selbst wenn das Wetter außerordentlich heiß ist. Männer, die sich in einem solchen Kulturumfeld befinden, können das Bedürfnis verspüren, sich im Anzug zu kleiden, obwohl das bei großer Hitze körperlich unangenehm ist und zudem einen klimaschädigenden Energieaufwand erforderlich macht, wenn Arbeitsräume dann in besonderem Maße gekühlt werden müssen.

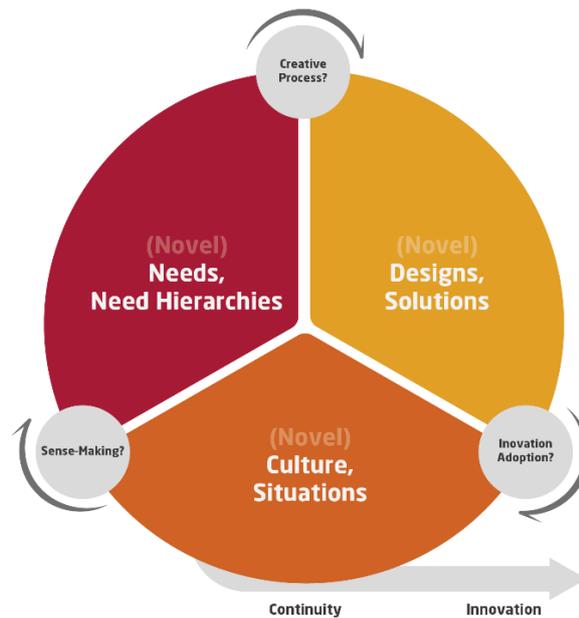


Abb. 3: Nach McKim (1959/2016) sind Bedürfnisse ein wesentlicher Motor der Kulturentwicklung. Das Ziel, Bedürfnisse anders oder besser zu erfüllen, regt kreative Entwicklungen an. Akzeptiert die Gesellschaft innovative Entwicklungen, ergeben sich daraus neue Situationen, die ggf. wiederum neue Bedürfnisse hervorbringen.

Vor diesem Hintergrund beschreibt McKim ein Rad der Kulturentwicklung (Abb. 3). Unerfüllte Bedürfnisse regen kreative Entwicklungen an, aus denen neue Lösungen hervorgehen. Greift die Gesellschaft eine Neuentwicklung auf und nutzt diese, verändert sich ein Stück weit die Welt. So machen die Menschen Erfahrungen mit ihrer neuen Situation, im Guten wie im Schlechten. Dabei werden sie wiederum auf neue Bedürfnisse aufmerksam, die noch nicht hinreichend erfüllt sind. Dies veranlasst wiederum eine kreative Suche nach weiteren Lösungen, und so fort.

3. Entwicklung von NOA aus der Integration verschiedener Bedürfnismodelle

Unser Autorenteam hat beschlossen, die Bedürfnistheorien der Design Thinking Pioniere aufzugreifen und auf den neuesten Stand zu bringen, um handfeste Methoden zur Förderung von verantwortungsbewusster Innovation zu entwickeln. Eine Kernaufgabe ist es dabei, den Nutzen und die Risiken von Innovation frühzeitig abzuschätzen. So haben wir das NOA Verfahren (*Needs-based Outcome Assessment*) entwickelt. Die vorgestellten Bedürfnistheorien von John Arnold, Abraham Maslow und Robert McKim bilden eine wesentliche Inspirationsgrundlage für NOA. Doch hat es seit den 1940 und 50er Jahren weitere, wesentliche Entwicklungen gegeben, die wir mit unserem Verfahren berücksichtigen wollten.

So haben bspw. mehrere Dissertationen an der Stanford Universität den Gebrauch von Sprache auch beim Beschreiben von Bedürfnissen näher analysiert und damit einen methodischen Feinschliff ermöglicht (Mabogunje, 1997; Eris, 2002; d.school, 2010; Leifer & Steinert, 2011). Es fällt auf, dass Bedürfnisse in der Regel mit Verben beschrieben werden. Dieses sprachliche Mittel wird bevorzugt genutzt und ist besonders geeignet, um zu kommunizieren, was man tun will oder braucht. So könnte ich erklären: Ich möchte etwas essen, trinken, irgendwohin gelangen, schlafen, oder mich sicher fühlen usw. Demgegenüber kommunizieren Substantive i.d.R. Lösungen, also die Ergebnisse eines Kreativprozesses, eine Erfindung des Menschen. Schokolade, Limonade, Auto, Bett, Vorhängeschloss – sind bspw. solche Substantive, die weithin bekannte Lösungen zur Befriedigung der vormals genannten Bedürfnisse aufzählen. Vor diesem Hintergrund beschreibt die heutige Design Thinking Methodologie: „Bedürfnisse sind Verben (Aktivitäten und Wünsche, bei denen Dein Nutzer Hilfe benötigen könnte), keine Substantive (Lösungen)“ (d.school, 2010, S. 18, unsere Übersetzung).

Auch unabhängig vom Design Thinking haben sich wichtige Entwicklungen ergeben. Einflussreich ist bspw. die Klimakrise mit ihrem dazugehörigen Diskurs in der Gesellschaft und Politik. So werden bestimmte Bedürfnisbereiche herausgehoben und besonders intensiv verfolgt. Es entsteht damit ein Detailblick bezogen auf die nachhaltige Gestaltung unserer Gesellschaft, den es in dieser Weise in den 1950er Jahren noch nicht gegeben hat, und der somit in der frühen Entstehungsgeschichte des Design Thinking weniger stark ausgeprägt war. McKim hatte es in seinem Modell der Kulturentwicklung direkt angesprochen: Bedürfnisse stehen nicht still. Während viele Grundbedürfnisse vermutlich schon seit der Frühgeschichte die Handlungen der Menschen motivierten, kamen andere Bedürfnisse im Zuge der Kulturentwicklung und einer sich verändernden Welt hinzu. Es ist daher erforderlich, die Bedürfniskategorien als Grundlage guten Designs immer wieder neu zu reflektieren und auf den neuesten Stand zu bringen.

Eine wesentliche Grundlage, um die ursprünglichen Bedürfniskategorien des Design Thinkings an aktuellen Zielen zu messen, ist der Vergleich mit den 17 Sustainable Development Goals (SDGs). Diese wurden von den Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen 2015 verabschiedet. Sie sind auf eine Umsetzung bis zum Jahr 2030 gerichtet und sollen eine nachhaltige Entwicklung auf wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Ebene weltweit fördern. Die Agenda verfolgt das Ziel, Armut und Hunger zu bekämpfen, Bildung und Gesundheit zu fördern, Geschlechtergleichstellung zu erreichen, saubere Energie und Wasser bereitzustellen, nachhaltige Städte und Gemeinden zu schaffen, den Klimawandel zu bekämpfen und biologische Vielfalt zu schützen – um nur einige der Ziele zu nennen. Zusammen zielen die 17 SDGs darauf ab, eine nachhaltige Zukunft für alle Menschen und den Planeten insgesamt zu sichern.

Beim Vergleich der SDGs mit den Bedürfniskategorien im Design Thinking fällt auf, dass die SDGs viele Substantive anführen, sodass eher Lösungen benannt als Bedürfnisse beschrieben werden. Dies erscheint sinnvoll, wenn positive Veränderung unter hohem Zeitdruck geschaffen werden soll, da das ergebnisoffene Adressieren von Bedürfnissen oft jahrelange Kreativarbeiten erfordert, bevor konkrete Ergebnisse sichtbar werden.

Um die Lösungsfokussierung und den entsprechenden Substantivgebrauch zu verdeutlichen: SDG 7 fordert „*moderne Energie für alle*“. Moderne Mittel zur Energieerzeugung und -versorgung weisen offenkundig auf relativ aktuelle menschliche Entwicklungen hin. SDG 2 bezieht sich auf „*Landwirtschaft*“. SDG 6 erwähnt „*Wassermanagement*“ und „*Sanitärversorgung*“. SDG 8 bezieht

sich auf Wirtschaft in der Form von „*Wirtschaftswachstum*“. SDG 10 behandelt „*Länder*“, während SDG 11 „*Städte*“ und „*menschliche Siedlungen*“ erwähnt. Als Erfindungen entstanden sie teilweise früh in der Geschichte der Menschheit. Es sind gleichzeitig kulturelle Lösungen, die Menschen zu einem bestimmten Zeitpunkt eingeführt haben. Im Vergleich dazu handelt SDG 5 von „*Geschlechtergleichstellung*“ und SDG 9 von „*Industrialisierung*“, womit auf neuere Lösungen in der Kulturentwicklung des Menschen Bezug genommen wird.

In der Formulierung des NOA Frameworks galt es vor einem solchen Hintergrund, Abwägungen zu treffen. Sollte an dem ursprünglichen Prinzip festgehalten werden, nur Grundbedürfnisse zu benennen? Sollten demnach ausschließlich Verben gelistet werden? Oder sollten neuere Werke wie die 17 SDGs ein stärkeres Gewicht erhalten, sodass analog zu Menschenrechten auch einige Substantive und damit Lösungen benannt würden, auf die jeder Mensch Anspruch hätte?

Wir haben uns für einen Mittelweg entschieden. Wann immer möglich haben wir uns bei der Formulierung der sieben NOA-Bedürfniskarten auf Verben und damit auf Grundbedürfnisse fokussiert. Die SDGs haben wir jedoch gründlich nach solchen Erfindungen gesichtet, die nach aktuellem Stand der Dinge für jeden einzelnen erforderlich erscheinen oder gewährleistet sein sollten, damit derjenige sich überhaupt mit eigenen Bedürfnissen in einer gewissen Freiheit auseinandersetzen kann. So haben wir bspw. im Bereich physischer Grundbedürfnisse ergänzt, dass Menschen einen zuverlässigen Zugang zu Kleidung, sanitären Einrichtungen und Energie benötigen. Im Bereich der Entwicklungsbedürfnisse haben wir u.a. ergänzt, dass es ein wichtiges Anliegen sei, eine persönlich erfüllende Arbeit zu verfolgen, die eine zuverlässige Einkommensquelle liefert und damit einen annehmbaren Lebensstandard sicherstellt. Dabei sind „*Kleidung*“, „*sanitäre Einrichtungen*“, „*Energieversorgung*“ in der Form von Strom, Gas usw., „*Arbeit*“ oder „*Einkommen*“ im strengen Sinne Lösungen und keine Bedürfnisse. Dennoch spielen diese Lösungen in unserer gegenwärtigen Kultur eine so zentrale Rolle, dass es entscheidend sein kann, sie wie Grundbedürfnisse bei der Entwicklung von verantwortungsvoller Innovation zu berücksichtigen.

Es sind jedoch nicht nur theoretische Erwägungen, die zu den hier verwendeten NOA-Kategorien geführt haben. Vielmehr haben wir NOA häufig in der Praxis getestet, indem wir bspw. Arbeitsgruppen über innovative Lösungen aus verschiedenen Bereichen reflektieren und sie Vorteile sowie Risiken finden ließen. In der Frühphase des HPI-BVL-NOA-Projekts wurde das Team so auf Verständnisschwierigkeiten aufmerksam, die sich bei manchen Bedürfnisbeschreibungen ergaben. In anderen Fällen brachten die Teilnehmer unserer Diskussionsrunden noch weitere Bedürfnisse zur Sprache, die vormals in unserem System noch nicht treffgenau berücksichtigt waren. Schließlich gab und gibt es auch Gespräche unter uns Entwicklern des NOA-Bedürfnissystems. Allein aufgrund der unterschiedlichen Disziplinen, in denen wir ausgebildet sind, können manche Formulierungen zum Teil verschiedene Assoziationen wecken. Im Zuge der Ausarbeitung des NOA-Frameworks haben wir zahllose Iterationsschleifen durchlaufen, sowohl inhaltlich bei der Zusammenstellung von Bedürfnislisten als auch bei der Wahl von Formulierungen zur Kommunikation der Bedürfniskategorien vermittelt benannter Beispielanliegen. Auf diese Weise ist NOA aus der Integration verschiedener Bedürfnissysteme in einer iterativen Herangehensweise entstanden – und es entwickelt sich in der Zukunft idealerweise auch noch weiter.

Das Framework unterscheidet sieben Bedürfniskategorien. Drei hiervon betreffen das Individuum. Hierbei geht es um physische, emotionale und intellektuelle Bedürfnisse. Diese Kategorien wurden von McKim übernommen und dann mit zugehörigen Inhalten aus anderen Modellen ergänzt, etwa den Theorien von Arnold und Maslow sowie auch einigen Lösungsanliegen der SDGs.

Darüber hinaus gibt es drei Umfeldkategorien. Gemäß Maslow und McKim wird hierbei untersucht, welche Bedingungen im Umfeld erfüllt sein müssen, damit das Leben überhaupt fortbesteht und das einzelne Individuum in der Lage ist, sich selbstbestimmt mit der Erfüllung von Bedürfnissen auseinanderzusetzen. Wir unterscheiden im NOA-Framework dabei Bedürfnisse mit Blick auf die Natur sowie die soziale und politische Umgebung. Diese Aufteilung erlaubt eine breitere und stärker zielgerichtete Untersuchung im Vergleich zu der einzigen Umfeldkategorie, die von Maslow und McKim angeführt wurde. Sie hatten sich nur pauschal mit „Kultur“ als Umfeld befasst.

Zwischen den individuellen Bedürfnissen und den Umfeldkategorien liegt im NOA Framework noch die Kategorie der entwicklungsbezogenen Bedürfnisse. Diese Rubrik beschreibt Rahmenbedingungen für das Individuum, um sich auch in Zukunft der Erfüllung von Bedürfnissen widmen zu können. Hier geht es also nicht um generelle Umfeldler, die viele Lebewesen betreffen, sondern es geht um das direkte Umfeld des Einzelnen. Es sollte denjenigen in die Lage versetzen, sich gut für die eigene

Zukunft zu wappnen, sich zu entfalten und weiterzuentwickeln. Diese Kategorie greift u.a. das Grundbedürfnis der Selbstverwirklichung nach Maslow auf.

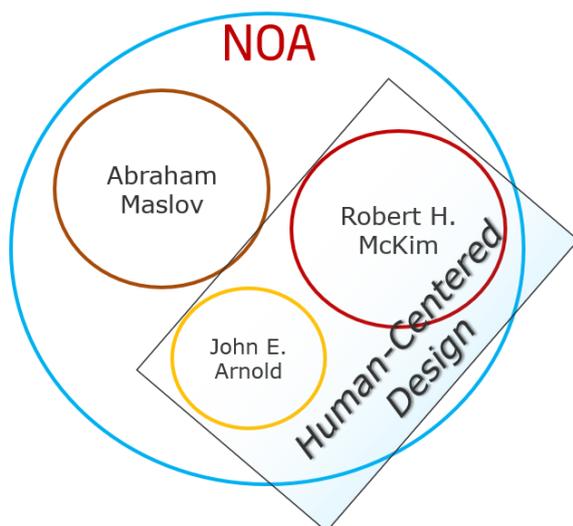


Abb. 4: NOA umfasst eine Taxonomie von Grundbedürfnissen. Das Modell integriert Übersichten von Abraham Maslow, Robert McKim und John Arnold. Diese werden zeitgemäß erweitert, u.a. im Sinne der 17 Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen (General Assembly, 2015).

Insgesamt listet NOA in den sieben Bedürfniskategorien über 50 verschiedene Anliegen. Sie sind in einer Weise formuliert, die von NOA-Nutzern soweit gut verstanden werden, und die wenig Anlass für Missverständnisse bieten. Doch damit NOA dauerhaft nützlich ist, wird es erforderlich sein, Bedürfnislistungen regelmäßig anzupassen und vielleicht auch weiterzuentwickeln. Ebenso ist anzunehmen, dass NOA trotz rigoroser Tests in zahllosen Workshops und zur Klassifizierung von Interviewergebnissen noch den einen oder anderen blinden Fleck aufweist – Bereiche also, in denen wichtige Bedürfnisse noch nicht gut beschrieben sind. Nur durch

kontinuierliche Reflektionen und Anpassungen kann NOA seinen Nutzen aufrechterhalten und erweitern.

Abbildung 4 fasst zusammen, welche theoretischen Grundlagen in die Entwicklung von NOA maßgeblich eingeflossen sind.

4. NOA – Das Framework

NOA ist ein Werkzeug zur frühzeitigen Einschätzung der Auswirkungen einer vorgesehenen Lösung. Das NOA-Framework besteht aus drei Hauptkomponenten. Dazu gehört...

eine umfassende Taxonomie von Bedürfnissen, die darauf abzielt, Risiken und Vorteile von neuen Konzepten frühzeitig zu identifizieren,

eine visuelle Sprache, die den Diskurs über Risiken und Vorteile erleichtert und entsprechende Handlungsempfehlungen aufzeigt, sowie

Erhebungsformate wie Workshops, damit Menschen aus verschiedenen Perspektiven systematisch über neue Konzepte nachdenken und ggf. über diese diskutieren können.

Um die Sinnzusammenhänge zwischen Text und Abbildung nicht trennen, ist an dieser Stelle eine größere Lücke. Auf der nächsten Seite geht es weiter.

Ähnliche technische Lücken befinden sich auch auf den folgenden Seiten.

4.1 Eine umfassende Bedürfnistaxonomie

Die NOA-Analyse beleuchtet die Auswirkungen von menschlichen Kreationen in sieben Bedürfnisbereichen. Diese Analyse kann für alle Konzepte durchgeführt werden, die von Menschen für bestimmte Zwecke entwickelt werden. Es kann sich also bspw. um die Bewertung von Technologien, Ideen, Gesetzen oder anderen Lösungen handeln, die von Menschen zielgerichtet entwickelt werden.

Im Idealfall wird NOA in einer frühen Phase der Entwicklungsarbeit eingesetzt. NOA unterstützt dabei, die Vorteile einer Lösung, aber auch deren potenzielle Risiken umfassend abzuschätzen. Das Framework trägt somit dazu bei, Konzepte ethisch und sachlich sinnvoll zu entwickeln, Risiken zu minimieren und insgesamt Innovation verantwortungsbewusst zu gestalten.

NOA führt sieben Bedürfnisbereiche ein. In jedem Bereich werden exemplarisch einzelne Anliegen benannt, die für ein gutes Design bzw. für eine gute Lösung entscheidend sein können (Abb. 5).

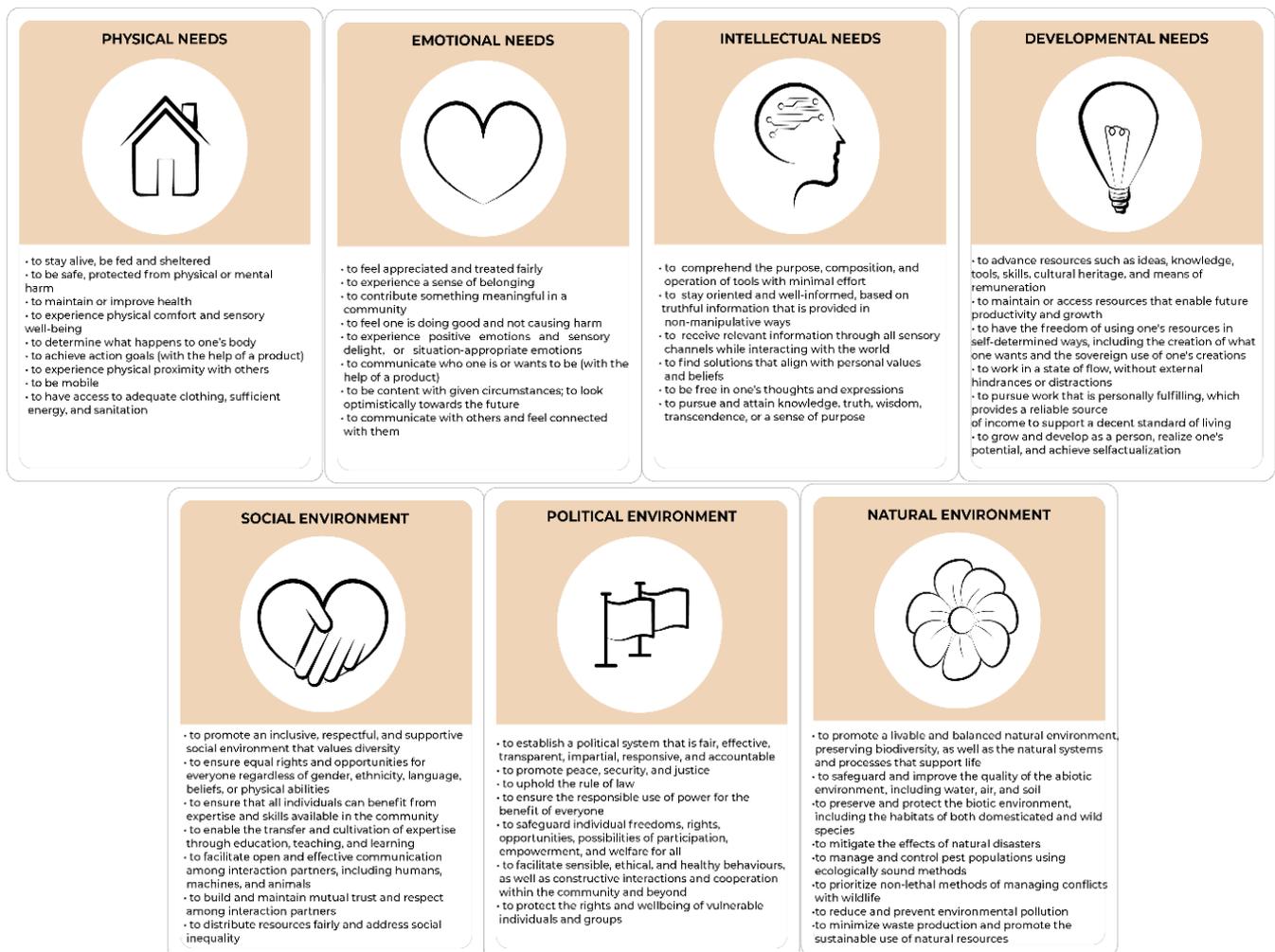


Abb. 5: Die sieben Bedürfnisbereiche der NOA-Wirkungsanalyse mit exemplarischen Anliegen pro Kategorie.

Das Ziel dieser holistischen Betrachtung ist eine umfassende Sichtung möglicher Konsequenzen im Umgang mit Innovationen (Abb. 6). NOA ermöglicht es, die wichtigsten potenziellen Auswirkungen einer neuen Lösung aufmerksam zu betrachten und ggf. in nachfolgenden Schritten sogar zu messen. Es geht darum, unerfasste Negativwirkungen zu vermeiden und gleichzeitig neue Lösungen so auszuwählen oder zu verbessern, dass sie in der Welt einen signifikant positiven Beitrag leisten und nicht einfach nur etwas „anders“ machen.

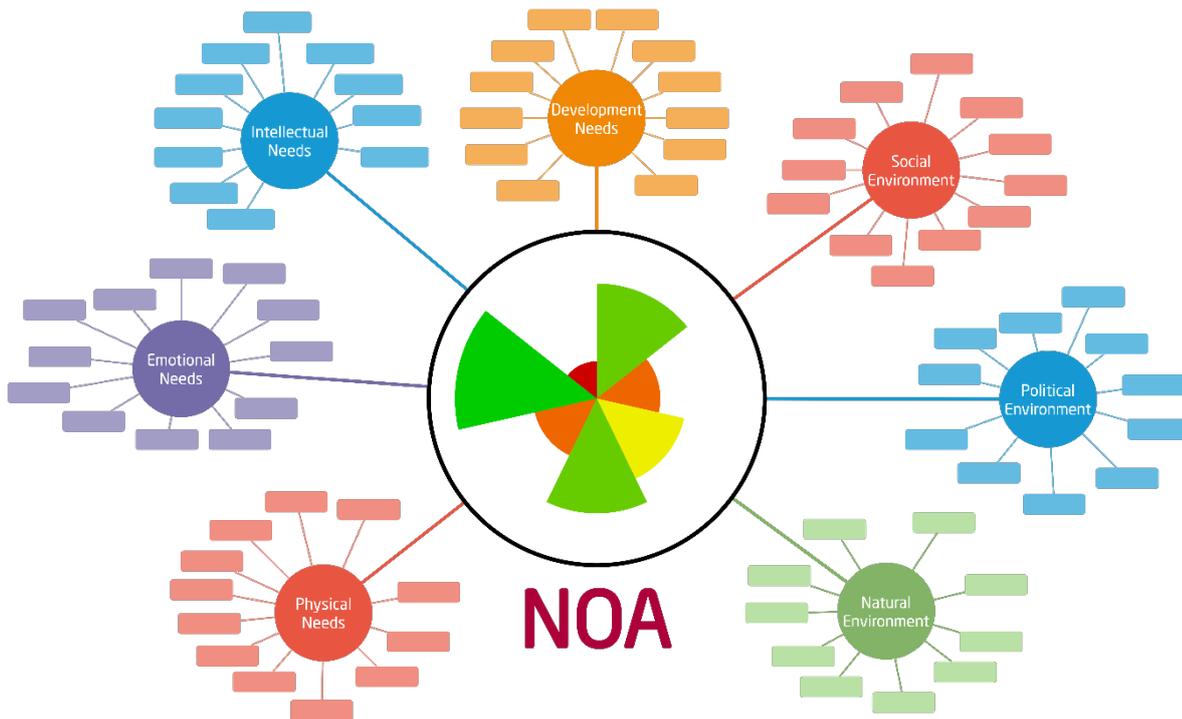


Abb. 6: NOA's Taxonomie der Bedürfnisse. Im Uhrzeigersinn: Physische Bedürfnisse, Emotionale Bedürfnisse, Intellektuelle Bedürfnisse, Entwicklungsorientierte Bedürfnisse, Soziales Umfeld, Politisches Umfeld, Natürliche Umwelt.

4.2 Methodik der visuellen Sprache für Vorteile, Risiken und Handlungswegweiser.

Mit Hilfe des NOA-Frameworks können schnell große Textdatenmengen zu den möglichen Auswirkungen einer neuen Lösung in verschiedenen Bedürfnisbereichen entstehen. Diese Textmengen sind nicht unbedingt auf den ersten Blick intuitiv verständlich. Visualisierungen können helfen, die Ergebnisse übersichtlich zusammenzufassen. So wird ggf. ein Handlungsbedarf herausgestellt und Entwicklungschancen werden deutlich.

Das Wheel of NOA ist ein Kreisdiagramm, auf dem die sieben Bedürfniskategorien aufgetragen werden (Abb. 7). Eine zusätzliche Komponente des Diagramms ist die „Nulllinie“, welche Bedürfnisneutralität repräsentiert. Würde eine Konsequenz unmittelbar auf der Nulllinie platziert, bedeutet dies, dass weder eine verbesserte Bedürfniserfüllung noch besondere Risiken erwartet werden. Hingegen zeigen Konsequenzen im roten Bereich hinter der Nulllinie auf, welche Risiken mit dem Konzept mutmaßlich verbunden sind. Umgekehrt weisen Konsequenzen im grünen Bereich jenseits der Nulllinie auf Vorteile hin.

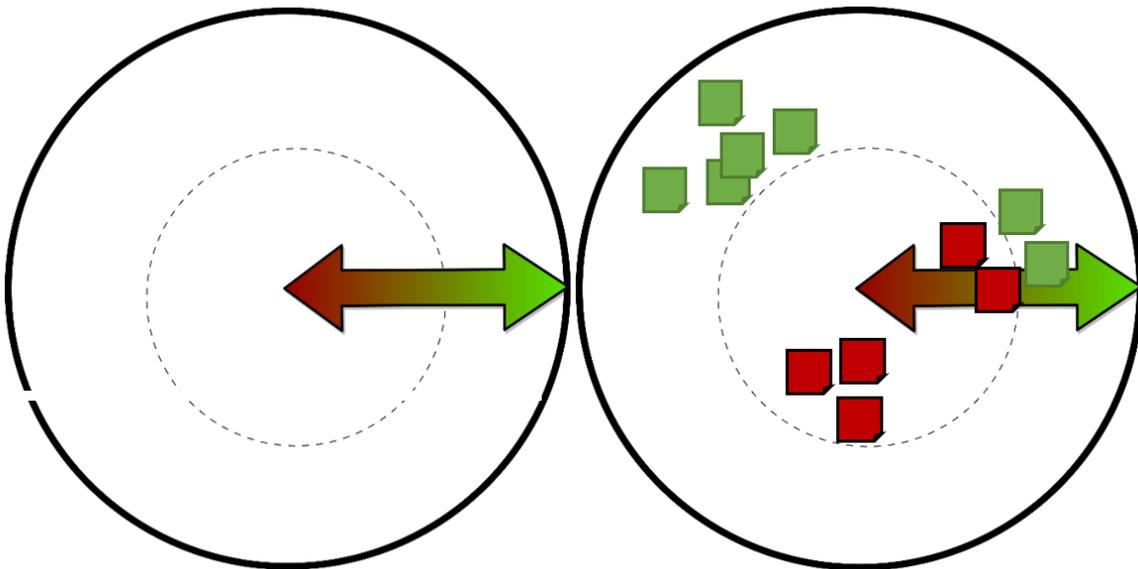
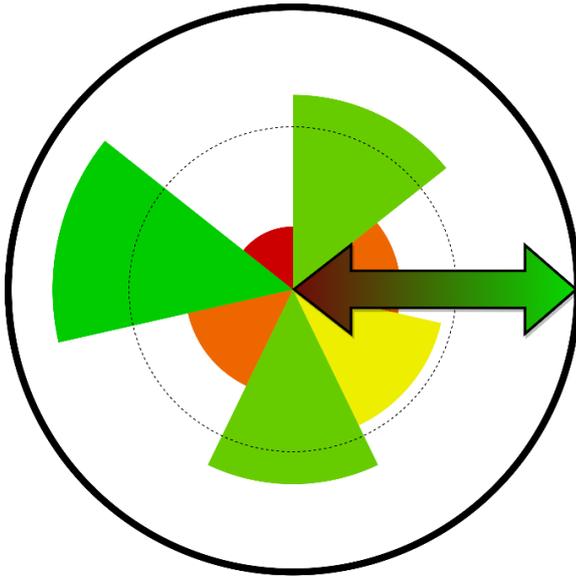


Abb. 7: Links eine leere Schablone für das Wheel of NOA. Die Nulllinie repräsentiert Bedürfnisneutralität. Rechts ist die Schablone beispielhaft ausgefüllt. Eine Kategorie (links oben) weist viele markante Vorteile auf. Eine zweite Kategorie (links unten) signalisiert erhebliche Risiken. Eine dritte Kategorie (rechts oben) umfasst sowohl Vorteile wie auch Risiken.



Die sieben Bedürfnisbereiche werden als „Kuchensstücke“ visualisiert, sodass jedes Segment eine Bedürfniskategorie repräsentiert (Abb 8).

Alle Vorteile und Risiken, die im jeweiligen Bedürfnisbereich gefunden wurden, platzieren die Beurteiler dann grafisch im zugehörigen „Kuchensegment“. Beim Platzieren erfolgt auch eine Gewichtung, sodass „extrem wichtige“ Auswirkungen stärker in den grünen oder roten Bereich jenseits der Nulllinie sortiert werden, während weniger wichtige Konsequenzen um die Nulllinie sortiert werden.

Abb. 8: Ein ausgefülltes NOA Wheel. Die sieben Bedürfnisbereiche sind entsprechend dem erwarteten Risiko und Nutzen pro Kategorie visualisiert.

Aus dem Wheel of NOA sind Handlungsanregungen unmittelbar ablesbar (Abb. 9). Diese können je nach Intention der NOA-Anwendung gelesen werden.

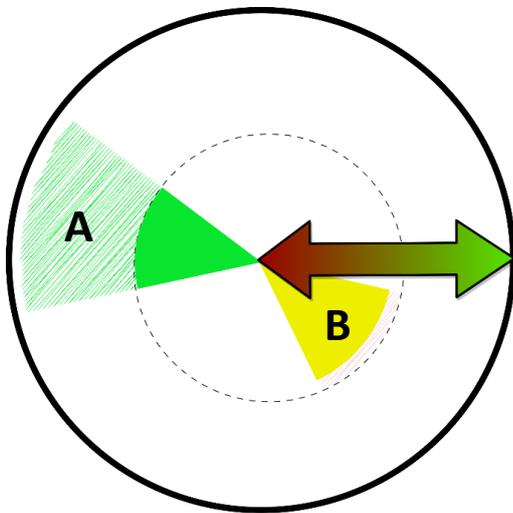


Abb. 9: Call to Action des NOA Wheels: 'Wenn mithilfe des vorgesehenen Konzepts Vorteil A realisiert werden soll, muss gleichzeitig das Risiko B beachtet und minimiert werden.'

In der Frühphase einer Innovation stehen oft die Möglichkeiten einer Neuentwicklung im Vordergrund. Dabei kann auch ein Vergleich zwischen verschiedenen Konzepten erfolgen. Die NOA-Anwender können so bspw. herauslesen:

„Wenn <Vorteil> verfolgt werden soll, ist Konzept <x> aussichtsreich.“ Dies ist der Fall, wenn die NOA-Analyse zu Konzept x auf eine besonders vorteilhafte Wirkung im intendierten Bedürfnisbereich hinweist.

Ebenso kann eine NOA-Analyse zu zwei oder mehr Konzepten durchgeführt werden, die alternative Mittel für einen bestimmten Zweck darstellen. So könnte etwa ein neues Staubsaugerkonzept mit einem bereits existierenden Staubsauger oder einem Besen

verglichen werden. Ablesbar ist dann die Handlungsempfehlung: *„Wenn Konzept <x> dieselben oder mehr Vorteile bietet wie Konzept <y> bei vergleichbaren oder geringeren Risiken, bietet Konzept <x> eine erprobungswürdige Handlungsalternative zu <y>.“*

Wird die Implementierung eines Konzepts ernsthaft in Erwägung gezogen, gebietet es das Prinzip des verantwortungsbewussten Entwickelns, dass mögliche Risiken oder Nachteile durch Verbesserung des Konzeptes adressiert und nach Möglichkeit überwunden werden. Bezogen auf ein gewähltes Konzept gilt dann:

„Wenn mit Konzept <x> der Vorteil <A> realisiert werden soll, ist Risiko zu minimieren und im Idealfall zu beseitigen.“

4.3 Erhebungsformate

Das NOA-Framework ermöglicht eine umfassende Bewertung von Vorteilen und Risiken neuer Lösungen. Der Prozess lässt sich in folgende Schritte gliedern:

Einleitend erhalten die Teilnehmer des Beurteilungsverfahrens eine kurze Einführung in das Ziel und die sieben Bedürfnisbereiche der NOA-Analyse.

Das Konzept wird vorgestellt, dessen Auswirkungen zu beleuchten sind (bspw. eine kreative Idee, eine Erfindung oder ein Gesetzesentwurf).

Szenario 1 befasst sich mit der Nutzung der neuen Lösung, so sie vom Entwickler des neuen Konzepts vorgesehen ist. Dabei konzentrieren sich die Beurteiler auf Bedürfnisse des unmittelbaren Lösungsempfängers. Jeder der sieben Bedürfnisbereiche wird einzeln betrachtet, um möglichst viele Vorteile und Risiken zu identifizieren.

Szenario 2 widmet sich anderen Betroffenen, die nicht selbst über die Nutzung der Lösung entscheiden, aber trotzdem betroffen sind. Die sieben Bedürfnisbereiche werden erneut durchgegangen und Vorteile sowie Risiken aufgeschrieben.

Szenario 3 beschäftigt sich mit Defekten oder dem Missbrauch einer Lösung. Es wird erörtert, wer betroffen sein könnte und welche Konsequenzen drohen.

Die gefundenen Vorteile und Risiken werden in das NOA-Wheel (Abb. 7) eingetragen und intuitiv bewertet, von „extrem wichtig“ bis „vernachlässigbar“. Als „extrem wichtig“ werden Auswirkungen vor allem dann eingestuft, wenn sie inhaltlich bedeutsam sind (z.B. Rettung oder Verlust von Menschenleben) und die Eintrittswahrscheinlichkeit als realistisch eingeschätzt wird.

Als Beispiel kann das Konzept eines neuen Staubsaugers dienen. In Szenario 1 geht es um den unmittelbaren Nutzer, also um diejenige Person, die das Gerät bedient. Dieser Nutzer wäre möglicherweise mit der besonders hohen Saugleistung des innovativen Staubsaugers zufrieden, würde jedoch gleichzeitig die geplante Schwere und Größe des Geräts unpraktisch finden. In Szenario 2 geht es um andere Betroffene. So profitieren die Kinder im Haushalt möglicherweise vom Hygienezuwachs durch den neuen Staubsauger, wobei sie durch ein Übermaß an Hygiene vielleicht gar Allergien entwickeln könnten. Ebenso werden die Kinder, Haustiere und Nachbarn möglicherweise durch den Lärm des Geräts belästigt. Das moderne Design des Staubsaugers mag Besucher erfreuen. Andererseits könnten die Staubbeutel mit herausfallendem Unrat in den Mülltonnen des Wohngebäudes als unappetitlich empfunden werden. Verkäufer würden sich darüber

freuen, regelmäßig neue Staubbeutel an die Familie zu verkaufen, während die Produktion der Staubbeutel einen erheblichen CO₂-Abdruck mit sich brächte. Die Stadt müsste zudem Plastik und anderen Müll handhaben, wenn das Gerät schließlich entsorgt wird usw. Bezogen auf Defekte und Missbrauch könnte im Szenario 3 etwa bedacht werden, ob der Staubsauger ggf. in Brand gerät, wenn er zu lange benutzt wird oder wenn die Verkabelung kleine Defekte aufweist. Auch wäre ggf. zu erwägen, welche Situationen entstehen, wenn das Gerät nicht nur Staub einsaugt, sondern bspw. auf Tiere gerichtet wird. Könnten etwa kleine Haustiere in Gefahr geraten, usw.?

Das NOA-Framework legt nicht fest, welche Personen die Wirkungsanalyse durchführen sollen. Die Bewertung kann von Einzelpersonen oder Kleingruppen vorgenommen werden, von mehreren unabhängigen Beurteilungsgruppen, bis hin zu Stichproben einer großen Bevölkerung. Im Allgemeinen ist zu erwarten, dass der Beurteilungsprozess mit mehreren Personen eine bessere Wirkungsanalyse liefert als ein Prozess unter Beteiligung von weniger Personen. Idealerweise sollten Inhaltsexperten für die geplante Innovation und Vertreter verschiedener Interessensgruppen involviert werden. Allerdings werden im Laufe einer NOA-Analyse in der Regel viele weitere Interessensgruppen identifiziert, an die zu Beginn noch niemand gedacht hatte. Auch können einige betroffene Gruppen keine eigenen Vertreter entsenden, wie zum Beispiel „Kinder, die in der Zukunft geboren werden“ oder „Pflanzen und Tiere im Wald“. Diese sind zwar von einer neuen Lösung möglicherweise betroffen, haben jedoch keine Gelegenheit, selbst an der Diskussion teilzunehmen. Allgemein empfiehlt sich die Arbeit mit Beurteilern, die möglichst viele verschiedene Perspektiven vertreten, wie etwa unterschiedliche Kulturhintergründe, Altersgruppen, Wohnorte, soziale Schichten usw. Dies kann dazu beitragen, zumindest die Chance auf unerwartete, wichtige Entdeckungen zu erhöhen, wenn die Vorteile und Risiken eines Konzepts beleuchtet werden.



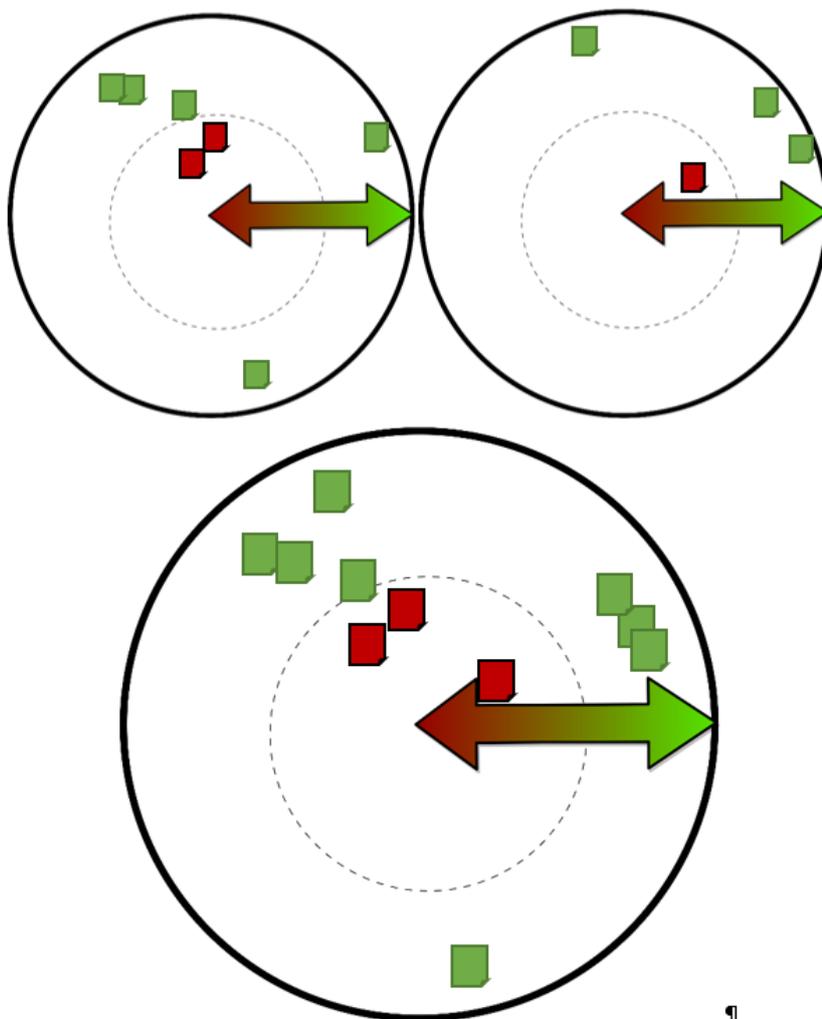
Ein häufig genutztes Format zur Durchführung von NOA-Analysen ist der Workshop (Abb. 10), der mindestens zwei Stunden dauert und ein ausgewähltes Konzept intensiv beleuchtet. Der NOA-Workshop wird von einem oder mehreren Mediatoren geleitet und kann beliebig viele Teilnehmer umfassen. Die Teilnehmer werden in Gruppen aufgeteilt und durchlaufen mit Hilfe des Karten-Sets und unter Anleitung der Mediatoren die sechs Prozess-Schritte.

Abb. 10: Rege Diskussion während eines NOA-Workshops.

In der *Explorationsphase* (Szenarien 1 bis 3) geht es darum, stichpunktartig so viele Risiken und Vorteile wie möglich zu finden, ohne sich mit ihrer Gewichtung auseinanderzusetzen. Das Ziel ist es, den Raum möglicher Wirkungen umfassend zu erkunden. Sollten sich die Teilnehmer einer Gruppe in Diskussionen über die Bedeutsamkeit oder Wahrscheinlichkeit von Wirkungen verstricken, erinnert der Mediator sie daran, diese Einschätzungen auf eine spätere Phase im Prozess zu verschieben.

Anschließend beginnt die *Fokusphase* (Schritt 6 im Prozessmodell). Jede Analysegruppe diskutiert die gefundenen Vorteile sowie Risiken, um ein gemeinsames Verständnis zu erarbeiten. Die wichtigsten Vorteile und Risiken sollen im NOA Wheel dargestellt werden. Vorteile, die als extrem wichtig gelten, platziert die Gruppe an den Außenrand des Wheels, also in den „ganz grünen Bereich“. Risiken, die als extrem wichtig eingeschätzt werden, platziert die Gruppe in der Mitte des Wheels, also in den „ganz roten Bereich“. Auswirkungen, die als vernachlässigbar gelten, werden um die Nulllinie zwischen Rot und Grün sortiert. So kann jede Diskussionsgruppe ihre Intuition über die Auswirkungen der geplanten Innovation grafisch kommunizieren.

Wenn ein Workshop mehr als eine Analysegruppe umfasst, folgt anschließend die *Aggregationsphase*. Dabei werden die verschiedenen NOA Wheels der Gruppen verglichen, um zu sehen, wie vielfältig oder homogen die Sichtweisen auf Vorteile und Risiken sind. Wenn sich die Wheels der verschiedenen Arbeitsgruppen ähneln, kann das ein Indiz dafür sein, dass die gefundenen Elemente allgemein verbreitete Ansichten gut repräsentieren. Eine hohe Unterschiedlichkeit der NOA Wheels kann hingegen zustande kommen, wenn die Beurteiler wenig Erfahrung mit dem



Konzept haben und daher eher spekulativ vorgehen. Die Vielfalt kann aber auch bedeuten, dass die Arbeitsgruppen jeweils über unterschiedliche Expertisen verfügen – bspw. eine Analysegruppe bestehend aus Wirtschaftsexperten, eine andere Gruppe bestehend aus Umweltschützern. In einem solchen Fall sind die unterschiedlichen Arbeitsergebnisse der Gruppen besonders wertvoll, um in Zukunft die möglichen Vorteile und Risiken der Lösung umfassender zu verfolgen. In allen Fällen werden die Inhalte der verschiedenen Wheels nochmals in einer Gesamtdarstellung visualisiert, also erneut in ein Wheel aggregiert (Abb. 11).

Abb. 11: Zwei NOA Wheels, welche von verschiedenen Arbeitsgruppen erstellt wurden (oben), werden zu einem NOA Wheel zusammengefasst (unten), das die Gesamtheit der gefundenen Vorteile und Risiken darstellt.

Insgesamt liefert die NOA-Analyse damit Hypothesen und Hinweise zu den erwarteten Auswirkungen einer Innovation, die anschließend durch gezielte wissenschaftliche Messungen fundiert werden können. Darüber hinaus werden Interessensgruppen identifiziert, die vielleicht selbst gar nicht gewusst hätten, in welcher Weise sie von einer geplanten Lösung betroffen sind, sowohl im Positiven wie im Negativen. Dies kann den Betroffenen helfen, sich eine Meinung zu bilden und aktiv an der gesellschaftlichen Diskussion teilzuhaben. Auch können sie durch Kaufentscheidungen oder sogar aktive Entwicklungsinitiativen den Gang der Dinge in ihrer Gesellschaft mitgestalten.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Das NOA-Framework bietet eine klare Definition von „Wünschbarkeit“ (Desirability) in der Innovationsentwicklung, die auch für Regulierungen (Governance) von Innovation interessant sein kann. Das Ziel der Innovationsentwicklung ist es demnach, in mindestens einem von sieben Bedürfnisbereichen eine signifikant positive Wirkung zu erzielen, während die neue Lösung möglichst keine negativen Auswirkungen in einem oder mehreren dieser Bereiche haben sollte. Mit dem NOA-Framework wird das Design Thinking auf eine breite theoretische Basis gestellt, die Wünschbarkeit nicht isoliert auf den Menschen zentriert. So ist der Umweltschutz ebenfalls einer von sieben Bedürfnisbereichen und trägt zum Kern der Definition von Wünschbarkeit bei – in Übereinstimmung mit fundamentalen menschlichen Werten.

Darüber hinaus bietet das Framework eine empirische Methode, um die erwarteten Vorteile und Risiken einer Neuentwicklung systematisch abzuschätzen, noch bevor umfassende wissenschaftliche Ergebnisse vorliegen oder überhaupt möglich sind. Das Verfahren wird frühzeitig eingesetzt, um potenzielle positive oder negative Auswirkungen einer Lösung in verschiedenen Lebensbereichen zu identifizieren. Durch genaue Beobachtungen und Messungen können später, parallel zum Einsatz von Neuentwicklungen, reale Auswirkungen in den entsprechenden Lebensbereichen präziser erfasst und gemessen werden. Das NOA-Framework wird als Werkzeug vorgestellt, um Innovation verantwortungsvoll zu gestalten. Es kann helfen, Innovationen von vornherein so zu gestalten, dass positive Auswirkungen erzielt und negative soweit wie möglich vermieden werden. Gleichzeitig kann das Verfahren dazu beitragen, die Regulierung von Innovation auf eine empirisch erweiterte Grundlage zu stellen.

Derzeit existiert das methodische Grundgerüst von NOA und das Verfahren kann in der Praxis eingesetzt werden. Bisher wurden NOA-Analysen hauptsächlich in der Arbeit mit lokalen Kleingruppen durchgeführt. Eine sinnvolle Weiterentwicklung in der Zukunft könnte die Exploration digitaler Möglichkeiten sein, die über sieben analoge Bedürfniskarten und lokale Workshops hinausgehen. Mit dem bereits bewährten NOA-Prozess – von Exploration bis Aggregation – könnten große Mengen an Feedback-Daten zu einem Konzept (einer Innovation) aus der Gesamtgesellschaft eingeholt werden, wenn zum Beispiel über das Internet Befragungen mit großen Probandenzahlen durchgeführt werden.

Referenzen

- Alesina, A., Giuliano, P., & Nunn, N. (2013). On the origins of gender roles: Women and the plough. *The Quarterly Journal of Economics*, 128(2), 469-530.
- Arnold, J. E. (1953/2016). *The Arcturus IV case study. Edited with an Introduction by John E. Arnold, Jr.* (Stanford University, Engineering Case Program (1948–1972), Stanford Digital Repository) (Original work published 1953).
- Arnold, J. E. (1959/2016). Creative engineering. In W. J. Clancey (Ed.), *Creative engineering: Promoting innovation by thinking differently* (pp. 59–150). Stanford Digital Repository. <http://purl.stanford.edu/jb100vs5745> (Original manuscript 1959).
- d.school (2010). *Bootcamp Bootleg*. Stanford University.
- Eris, O. (2002). *Perceiving, comprehending, and measuring design activity through the questions asked while designing* (Doctoral dissertation, Stanford University).
- Fisher, E. C., Jones, J. S., & von Schomberg, R. (Eds.). (2006). *Implementing the precautionary principle: Perspectives and prospects*. Cheltenham: Elgar.
- General Assembly (2015). Resolution adopted by the General Assembly on 11 September 2015. *New York: United Nations*.
- Kelley, T., & Kelley, D. (2013). *Creative confidence*. New York: Crown Publishing.
- Leifer, L. J., & Steinert, M. (2011). Dancing with ambiguity: Causality behavior, design thinking, and triple-loop-learning. *Information Knowledge Systems Management*, 10, 151-173.
- Mabogunje, A. O. (1997). *Measuring conceptual design process performance in mechanical engineering: A question based approach* (Doctoral dissertation, Stanford University).
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370-396.
- Maslow, A. H. (2016). Emotional blocks to creativity. In W. J. Clancey (Ed.), *Creative engineering: Promoting innovation by thinking differently* (pp. 188–197). Stanford Digital Repository. <http://purl.stanford.edu/jb100vs5745> (Original manuscript 1959).
- McKim, R. H. (1972). *Experiences in visual thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing.
- McKim, R. H. (2016). Designing for the whole man. In W. J. Clancey (Ed.), *Creative engineering: Promoting innovation by thinking differently* (pp. 198–217). Stanford Digital Repository. <http://purl.stanford.edu/jb100vs5745>. (Original manuscript 1959)
- Meinel, C., & von Thienen, J. P. A. (2022). Design Thinking—Enabling Digital Engineering Students to be Creative and Innovate. In *Design Thinking in Education: Innovation can be Learned* (pp. 9-23). Cham: Springer.
- Meinel, C., Weinberg, U., & Krohn, T. (Eds.). (2015). *Design thinking live: Wie man Ideen entwickelt und Probleme löst*. Hamburg: Murmann.
- Mitchell, H. J., & Bartsch, D. (2020). Regulation of GM organisms for invasive species control. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 1-11.
- Plattner, H., Meinel, C., & Weinberg, U. (2009). *Design-thinking*. Landsberg am Lech: Mi-Fachverlag.
- Sandin, P. (1999). Dimensions of the precautionary principle. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 5(5), 889-907.

von Thienen, J. P. A., Borchart, K.-P., Bartsch, D., Walsleben, L. & Meinel, C. (in Druck). Predicting creativity and innovation in society: The importance of places, the importance of governance. In H. Plattner, C. Meinel and L. Leifer (eds.), *Design thinking research*. Cham: Springer.

von Thienen, J. P. A., Clancey, W. J., Corazza, G. E. & Meinel, C. (2018). Theoretical foundations of design thinking. Part I: John E. Arnold's creative thinking theories. In H. Plattner, C. Meinel and L. Leifer (eds.), *Design thinking research. Making distinctions: Collaboration versus cooperation* (pp. 13-40). Cham: Springer.

von Thienen, J. P. A., Clancey, W. J. & Meinel, C. (2019). Theoretical foundations of design thinking. Part II: Robert H. McKim's need-based design theory. In H. Plattner, C. Meinel and L. Leifer (eds.), *Design thinking research. Looking further: Design thinking beyond solution-fixation* (pp. 13-38). Cham: Springer.

von Thienen, J. P. A., Hartmann, C. & Meinel, C. (2022). Different concepts of human needs and their relation to innovation outcomes. In H. Plattner, C. Meinel and L. Leifer (eds.), *Design thinking research. Achieving real innovation* (pp. 209-226). Cham: Springer.

Weinberg, U. (2015). *Network thinking*. Murmann Publishers.

**Kurzvorträge der Gewinner:innen des
Promotionspreis der BWG 2019**

Dr. Katrina Meyer

A peptide-based interaction screen on disease-related mutations

Es sind über hunderttausend Mutationen in unserer Erbsubstanz bekannt, die Krankheiten auslösen. Nur von den allerwenigsten weiß man hingegen, wie genau es dazu kommt. Der molekulare Krankheitsmechanismus ist unbekannt.

In vielen Fällen sind einzelne Nukleotide in der DNA ausgetauscht, was wiederum dazu führt, dass einzelne Aminosäuren verändert werden und somit die Struktur der Proteine zusammenbricht. Somit können diese Proteine ihre Funktion in der Zelle nicht mehr erfüllen und das erklärt die Krankheit. In einem kleineren, doch nichtsdestotrotz nicht weniger interessanten Anteil, haben die Änderungen der Aminosäuren nicht so weitgreifende Auswirkungen. Sie betreffen ohnehin unstrukturierte Bereiche der Proteine.

Wie diese Mutationen die Funktionen der Proteine dennoch beeinträchtigen und zu Krankheit führen können, war das Thema meiner Doktorarbeit. Obwohl diese Regionen keine Struktur besitzen, sind sie trotzdem funktional; können zum Beispiel Interaktionen mit anderen Proteinen vermitteln.

In einem großangelegten Experiment untersuchten wir 128 Mutationen aus dem neurologischen Bereich, die in sogenannte intrinsisch ungeordnete Proteinregionen fallen. Wir nutzen dazu eine von uns auf diese Art der Fragestellung hin entwickelte Methode der Massenspektrometrie. Wir verglichen die Interaktionspartner von wildtyp Proteinen mit denen ihrer mutierten Gegenstücke. Wir fanden insgesamt 180 verschiedene Protein-Protein Interaktionen, wobei in manchen Fällen Interaktionen des Wildtyps durch die Mutation verloren gingen und in anderen Fällen durch die Mutation erst neue Interaktionen entstanden. Eine Gruppe von Mutationen erregte dabei ganz besonders unsere Aufmerksamkeit: In drei Fällen war durch die Mutation eine neue Interaktion mit Clathrin hinzugekommen. Die Proteine hatten noch mehr Gemeinsamkeiten: In allen drei Fällen war ein Prolin zu einem Leucin mutiert, wodurch sich zwei Leucine in der Proteinsequenz aneinanderreihen, ein bekanntes Bindemotif für Clathrin. Außerdem handelte es sich bei allen drei Proteinen um Transmembranproteine. Der neue Interaktionspartner Clathrin ist an der Einstülpung von Zellmembranen und der Bildung von Vesikeln, der Endozytose, beteiligt und damit stand unsere Hypothese fest: Vielleicht werden diese mutierten Proteine fälschlicherweise in die Zelle transportiert, können somit ihre eigentlichen Aufgaben nicht mehr erfüllen und es kommt zu Krankheiten.

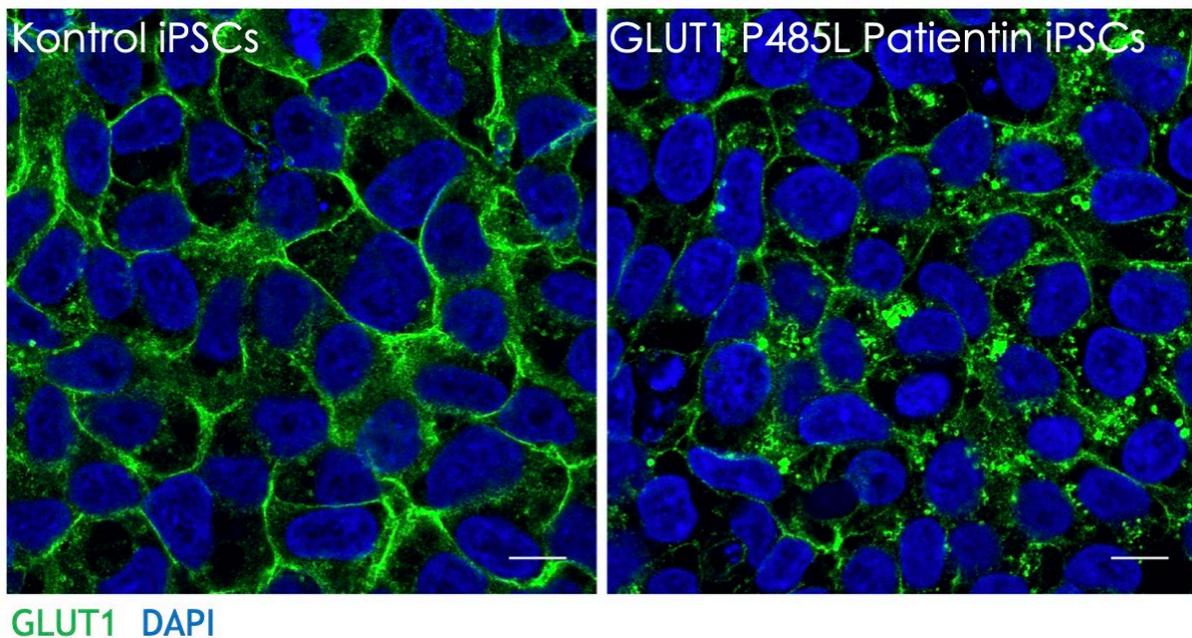
Um dieser Hypothese nachzugehen, konzentrierten wir uns auf eine Mutation in GLUT1, die zum GLUT1-Defizit-Syndrom führt. GLUT1 ist ein wichtiger Membrantransporter für Glukose. Seine wichtigste Funktion hat GLUT1 an der Blut-Hirn-Schranke. Ein Mangel dort an GLUT1 führt zu Unterversorgung des Gehirns und neurologischen Störungen. Tatsächlich konnten wir mikroskopisch eine veränderte Lokalisierung von mutiertem GLUT1 feststellen. Anstatt an der Zellmembran, hielt sich die mutierte Variante in Vesikeln innerhalb der Zelle auf. Als wir die Endozytose durch Knock-down eines Adaptorproteins unterbanden, fanden wir das veränderte GLUT1 auch folgerichtig an der Membran wieder. Somit war nicht nur die korrekte Lokalisierung wiederhergestellt, sondern wir

konnten auch nachweisen, dass wieder signifikant mehr Glukose in die Zelle aufgenommen werden konnte.

All diese Ergebnisse konnten wir in einer Modellzelllinie erzielen. Besonders überzeugend war dann aber auch für uns selbst der Moment als wir in Zellen einer Patientin mit genau dieser Mutation, die gleiche Mislokalisierung vorfanden (siehe Bild).

Das gehäufte Auftreten ähnlicher Mutationen in unserem Screen machte uns neugierig, wie viele weitere ähnliche Mutationen in Datenbanken hinterlegt sind. Wir fanden insgesamt 11 Mutationen nach dem gleichen Schema in zytoplasmatischen, ungeordneten Regionen von Transmembranproteinen. In einem ersten Experiment schienen auch die Mehrheit von diesen zu Zunahme von Endozytose zu führen.

Wir sind überzeugt, dass die von uns benannten «Dileucineopathien» eine Klasse von Mutationen darstellt, die durch fehlgeleitete Endozytose Krankheit verursacht. Die von uns entwickelte Methode wird sich in Zukunft auch auf andere Krankheitsfelder anwenden lassen und hoffentlich zur Entschlüsselung vieler weitere Krankheitsmechanismen beitragen.



**Kurzvorträge der Gewinner:innen der
Erhard-Höpfner-Studienförderung 2019 -2021**

Koloniale Depression: Ghana und die Weltwirtschaftskrise (1929-1939)

Denken wir an die Weltwirtschaftskrise (von circa 1929 bis 1939), im Englischen als Great Depression bezeichnet, so sind unsere Assoziationen an Fotos in schwarz-weiß geknüpft, auf welchen Heerscharen arbeitsloser Industriearbeiter vor Suppenküchen in New York oder Berlin stehen. Die Great Depression beschränkte sich jedoch keineswegs auf die westlichen Industrieländer; vielmehr war sie aufgrund der jahrhundertelangen Integration der Weltwirtschaft ein globales Phänomen. In diesem Kontext beschäftigte sich die Masterarbeit mit den ökonomischen und politischen Auswirkungen der Weltwirtschaftskrise auf Ghana (zwischen 1874 und 1957 die britische Kronkolonie Gold Coast). Die konkrete Fragestellung lautete, inwieweit es eine Kausalität zwischen der Weltwirtschaftskrise und der Entstehung der anti-kolonialen Unabhängigkeitsbewegung in Ghana gab. Die Arbeit verband das Forschungsfeld der globalen Wirtschaftsgeschichte mit dem der politischen Kolonialgeschichte, was eine Kombination von quantitativen und qualitativen Methoden erforderte. Neben Sekundärliteratur zur Geschichte Ghanas wurden diverse Quellen herangezogen, unter anderem britische Kolonialberichte und von Ghanaern verfasste Bücher und Zeitungsartikel.

Drei Gründe für die Themenwahl

Welche Gründe waren ausschlaggebend für die Themenwahl? Einerseits stellt Ghana in der Forschungsliteratur zur Weltwirtschaftskrise bis dato einen blinden Fleck dar. Außerdem ist in der Historiographie zur Dekolonisation nicht nur eine zu geringe Berücksichtigung der Entwicklungen vor 1945 festzustellen, sondern auch eine Vernachlässigung der ökonomischen Faktoren. Andererseits ist die explizite Verknüpfung von politischer und ökonomischer Geschichtsschreibung noch relativ selten anzutreffen: Finanzstatistiken werden von vielen Kultur- und Politikhistorikern ebenso gemieden wie Diskursanalysen von Wirtschaftshistorikern. Die Situation in Ghana während der Weltwirtschaftskrise ist ein fruchtbares Fallbeispiel dafür, wie unmittelbar materielle und immaterielle Faktoren einander bedingen: Ohne die Berücksichtigung des fallenden Kakaopreises können die politischen Proteste, die in eine nationale Unabhängigkeitsbewegung mündeten, nicht richtig eingeordnet werden – ebenso kann die britische Wirtschaftspolitik in Ghana ohne die Analyse der soziopolitischen Atmosphäre vor Ort nicht verstanden werden. Die oft zu einseitige, auf ein primäres Handelsexportgut ausgerichtete Wirtschaftsstruktur und die damit einhergehende Abhängigkeit von Rohstoffpreisen, prägend für koloniale Wirtschaftsstrukturen und weiterhin charakteristisch für das postkoloniale Afrika, erweist sich gerade in Krisenzeiten als problematisch. Politische Turbulenzen erhalten dadurch Auftrieb.

Drei Haupterkenntnisse der Arbeit

Solche Krisenphänomene konnten auch in Ghana während der 1930er-Jahre festgestellt werden. Die Weltwirtschaftskrise verschlechterte nicht nur nachweislich den materiellen Lebensstandard der ghanaischen Bevölkerung, sondern regte auch anti-koloniale Proteste im Zuge der aufkommenden Unabhängigkeitsbewegung an. Drei Erkenntnisse, die mit dieser Kernthese in Zusammenhang stehen, möchten wir hier kurz skizzieren.

Erstens hob die Weltwirtschaftskrise die ökonomische Vulnerabilität der Kolonie hervor. Da Ghana zwischen 1911 und 1978 der weltgrößte Kakaoexporteur war, führte der Crash des Kakaopreises ab 1929 zu einer allgemeinen Rezession. Aufgrund der mangelnden Diversifikation fungierte der Kakaopreis als Barometer des wirtschaftlichen Wohlergehens der Kolonie. Die allgemeine Bevölkerung – und nicht nur die Hunderttausenden von Kakaobauern – litt daher unter einer Verringerung ihrer Kaufkraft, zumal es kein soziales Absicherungssystem gab.

Zweitens wurden während der Krise die strukturellen Defizite britischer Wirtschaftspolitik offenkundig. Die mangelhaften, da hauptsächlich den britischen Selbstinteressen dienenden Maßnahmen erhöhten das Bewusstsein der Bevölkerung bezüglich ihrer inhärenten Benachteiligung im kolonialen Machtsystem. Es war unverkennbar, dass die Kolonialregierung mit allen Mitteln versuchte, die finanzielle Last der Krise auf die kolonisierte Bevölkerung abzuwälzen. Beispielsweise erließ London in den Kolonien protektionistische Maßnahmen zwecks Förderung des Handels mit dem Mutterland (*imperial preference*), was in vielen Fällen den wirtschaftlichen Interessen der Ghanaer zuwiderlief.

Drittens nahm daher der antikoloniale Widerstand in den 1930er-Jahren zu. Vereinzelt, lokale, oft unkoordinierte Proteste verschmolzen zunehmend zu einer Massenbewegung. Ebenfalls fand eine Konvergenz zwischen ruralen und urbanen Protest statt; beispielsweise unterstützte die aufstrebende urbane Bildungselite die beiden *cocoa hold-ups* (1930/31 und 1937/38) der Kakaobauern, die den Verkauf ihrer Ernte als Reaktion auf Kartellabsprachen zwischen den westlichen Handelskonzernen boykottierten. Zugleich lässt sich eine Radikalisierung der politischen Atmosphäre feststellen. Während zuvor meist eine größere Autonomie *innerhalb* der Kolonialherrschaft angestrebt wurde, fanden Forderungen für die *vollständige* Unabhängigkeit in den 1930er-Jahre wachsenden Anklang. Dadurch wurden die Weichen für die Unabhängigkeitsbewegung nach 1945 gestellt, die mit der Gründung des souveränen Nationalstaates Ghanas 1957 ihr Ziel erreichen sollte.

Weiterführende Fragen

Die Arbeit bietet in mehrfacher Hinsicht Anlass für weiterführende Fragen. Auf welche Weise interagieren Lebensverhältnisse mit politischen Ideen? Inwiefern verschieben ökonomische Auf- und Abschwünge die politischen Machtverhältnisse? Wie wirkten sich jüngere Wirtschaftskrisen in den Ländern des Globalen Südens aus? Im Rahmen des globalhistorischen Forschungsfeldes stellt sich zudem die Frage, welche Folgen die Rezession der 1930er-Jahre auf Unabhängigkeitsbewegungen in anderen Kolonien hatte. Als heuristisches Werkzeug verspricht hier ein interkontinental-komparativer Ansatz spannende Erkenntnisse, weshalb wir im Rahmen eines Dissertationsprojektes die Folgen der Weltwirtschaftskrise auf die beiden rohstoffexportierenden britischen Kolonien Malaya (heute der westliche Teil Malaysias) und Ghana miteinander vergleichen werden. Auf diese Weise soll der Kenntnisstand über die Bedeutung der Great Depression für die ökonomische und politische Entwicklung des Britischen Empires weiter vertieft und Forschungslücken geschlossen werden.

Kerkmann, Tim Ruben. *From Economic Decline to Anti-Colonial Protests? Colonial Ghana and the Great Depression*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin, 2022.

Helena Koch und Prof. Dr. Markus Egg

Morphologische Prozesse in Polari und modernem LGBTQ+-Slang auf Twitter Eine vergleichende Registeranalyse

“How bona to vada your dolly old eek!” - Round The Horne (BBC Radio, 1965-8)

Was heute wie eine zufällige Aneinanderreihung englischer und nicht-englischer Begriffe wirkt, war einst eine weitverbreitete Begrüßung unter Sprechern von Polari und bedeutete so viel wie „How good to see your pretty old face“. In den 1940er und 50er Jahren wurde Polari als eine Art Geheimsprache unter homosexuellen Männern und Drag Queens in England gesprochen, um sich unbemerkt vor Beistehenden unterhalten zu können und sich vor negativen sozialen und rechtlichen Konsequenzen zu schützen. Die Masterarbeit (Koch 2021), auf die dieser Beitrag Bezug nimmt, untersucht weitere Funktionen und morphologische Eigenschaften von Polari im Vergleich zu modernem LGBTQ+-Slang auf Twitter.

Polari und sein gesellschaftlicher Hintergrund

Homosexualität und andere queere (nicht-normative) Identitätsformen und Sexualitäten waren im England der Nachkriegsjahre illegal. Queere Menschen hatten keinen gesetzlichen Schutz, und Homosexuelle wurden strafrechtlich verfolgt und waren mit einer sehr feindseligen Gesellschaft konfrontiert (Baker, 2013). In dieser prekären Situation entstand Polari als eine Art Geheimsprache, die ihren Sprechern eine offenere Kommunikation untereinander erlaubte, aber auch spielerische Aspekte in sich trug.

Polari basiert auf der englischen Grammatik, es ist keine eigenständige Sprache, sondern ein „Register“ (situationsabhängige Variante) des Englischen. Sein Wortschatz besteht v.a. aus Nomen, z.B. Bezeichnungen für Körperteile, wie *eek* für *face*, *lally* für *legs* oder *barnet* für *hair*. Weiterhin finden sich Verben wie *jogger* (*play, sing, entertain*) und Adjektive, die sich auf das Aussehen sowie romantische und sexuelle Orientierungen beziehen, etwa *bona, fabulosa* und *fantabulosa* für *good* oder *great*.

LGBTQ+-Slang und Twitter

Die Abkürzung LGBTQ+ steht für *Lesbian, Gay, Bisexual, Transsexual* oder *Transgender, Queer* oder *Questioning* und weitere nicht-normative (d.h., nicht heterosexuelle und cis-gender) Identitätsformen in Bezug auf Geschlecht und sexuelle und romantische Orientierung (Goldberg, 2016, 716). Twitter ist ein soziales Netzwerk, in dem Benutzer kurze Nachrichten mit maximal 140

Zeichen veröffentlichen, auf andere Beiträge mit Emojis oder in Textform antworten und Beiträge weiterverbreiten. Auf dieser Plattform kommunizieren auch Mitglieder der LGBTQ+-Gemeinschaft, was neue Wörter, Abkürzungen und Wortspiele als Teil eines Twitter- und LGBTQ+-spezifischen Slangs entstehen lässt.

Methodisches Vorgehen

Voraussetzung für eine vergleichende Registeranalyse ist, dass die untersuchten Register zentrale Merkmale teilen. Bei Polari und LGBTQ+-Slang auf Twitter sind dies zum einen die Gemeinsamkeiten der jeweiligen Gesprächsteilnehmer, zum anderen besitzen beide Register trotz ihrer unterschiedlichen mündlichen bzw. schriftlichen Realisierung Merkmale „konzeptioneller Mündlichkeit“, d.h., prototypische Eigenschaften mündlicher Sprache, z.B. Informalität, geringer Planungsaufwand und der Einsatz nonverbaler Mittel wie Gestik und Mimik (auf Twitter nachgeahmt durch Emojis).

Die Masterarbeit untersucht situative Merkmale und morphologische Eigenschaften von Polari und LGBTQ+-Slang auf Twitter, und wie beide jeweils miteinander verbunden sind. Die Analyse ist qualitativ und folgt den Registeranalysen in Biber & Conrad (2019). Für beide Register wurden geeignete Quellen ausgewählt, was sich bei Polari als deutlich schwieriger erwies als bei Twitter. Grundlage für Polari ist v.a. die Forschung Paul Bakers (2002 & 2020), das BBC Radioprogramm *Round the Horne* (1965-1968), dessen Hauptprotagonisten häufig Polari verwenden, und weitere mediale Ressourcen.

Zentrale Ergebnisse

Unter den untersuchten morphologischen Phänomenen bilden Abkürzungen, Akronyme und Komposita die größte Schnittmenge zwischen Polari und LGBTQ+-Twitter. Während moderne Abkürzungen wie *LGBTQ+*, *AFAB* (*Assigned Female At Birth*) oder *QPOC* (*Queer People Of Colour*) v.a. der Effizienz dienen, nutzten Polari-Sprecher Abkürzungen wie *HP* (*Homee-Palone = gay man*) oder *BMQ* (*Black Market Queen = secretly gay*) als Code, um sich vor Mithörern und der Polizei zu schützen. Einige Komposita aus dieser Zeit, wie z.B. *drag queen*, finden sich auch heute auf Twitter und wurden der Realität angepasst, z.B. durch eine Erweiterung um *drag king* oder *drag princess*. Zudem dienten Komposita in Polari oftmals der Belustigung, z.B. *hearing cheat* (*hearing thing = ear*) oder *fake riah* (*fake hair = wig*). Es gab eine Vielzahl an Bezeichnungen für die Polizei, welche als Code wie als humorvolle Bezeichnung dienten, z.B. *Lily Law*, *Hilda Handcuffs* oder *Jennifer Justice*. Moderne Komposita auf Twitter erleichtern zum Teil eine Spezifizierung der

sexuellen oder geschlechtlichen Identität, z.B. *homoromantic*, *greysexual*, *genderqueer* oder *cishet* (*cisgender and heterosexual*).

Weitere wichtige Quellen für das Vokabular in Polari waren Entlehnungen v.a. aus dem Italienischen, Französischen oder der auf mediterranen romanischen Sprachen basierenden *Lingua Franca* (Verkehrssprache) der Seeleute, z.B. *vada* (*to look*) oder *nanti* (*no/none/not*). Auf Twitter werden dagegen eher englische Wörter entlehnt. Einige LGBTQ+ Ausdrücke stammen auch aus dem *African American Vernacular English*, z.B. *yass queen*, *slay* oder *throwing shade*. Weiterhin war in Polari *Back Slang* beliebt, wobei Wörter umgedreht und z.T. gekürzt wurden, z.B. *riah* (*hair*) oder *eek* (für *ecaf* = *face*). Eine bereits in Polari und bis heute verwendete Strategie ist *Reclaiming*: Queere Menschen verwenden Schimpfwörter, z.B. *faggot* (*homosexual*) oder *dyke* (*lesbian*), selbst und gewinnen so Macht zurück.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass beide Register dazu beitragen, Machtstrukturen anzugleichen, sprachliche Lücken zu füllen und sozialen Funktionen wie Unterhaltung oder Gruppenzusammenhalt zu dienen. Diese Funktionen ergänzen in Polari die Schutzfunktion und Geheimhaltung.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- Baker, P. (2013). "Polari: the lost-and-found language of gay men." *Babel The Language Magazine*. 2: 31-37.
- Baker, P. (2002). *Fantabulosa - The dictionary of Polari and gay slang*. London: Continuum.
- Baker, P. (2020). *Fabulosa! - The Story of Polari, Britain's Secret Gay Language*. London: Reaktion Books.
- BBC Radio (1965-8). "Round the Horne". www.bbc.co.uk/programmes/b00c7q4l/episodes/guide.
- Biber, D., & Conrad, S. (2019). *Register, Genre, and Style*. Cambridge: Cambridge UP.
- Goldberg, A. E. (2016). *The SAGE Encyclopedia of LGBTQ Studies*. Thousand Oaks: Sage.
- Koch, H. (2021). Morphological Processes in Polari and Modern LGBTQ+ Slang on Twitter – A Comparative Register Analysis. Masterarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Anglistik und Amerikanistik.

Verbale Reduplikation im Mandarin Chinesischen: Ein HPSG-Ansatz

In dieser Arbeit geht es um eine neue Analyse für das linguistische Phänomen der verbalen Reduplikation im Mandarin Chinesischen (kurz: Reduplikation) im Rahmen der Head-Driven Phrase Structure Grammar (HPSG, Pollard & Sag 1994; Sag 1997; Müller u. a. 2021).

1 Das Phänomen

Im Mandarin Chinesischen können Verben (*kan* ‘ansehen’) redupliziert werden (*kan-kan* ‘ansehen-ansehen’), um die Bedeutung des delimitativen Aspektes auszudrücken. Das bedeutet, dass das vom Verb denotierte Ereignis in einer kurzen Dauer und/oder in einer geringen Häufigkeit (*kan-kan* ‘ein bisschen ansehen’) stattfindet.

Einsilbige Verben können in den folgenden Formen redupliziert werden: AA (*kan-kan* ‘ansehen-ansehen’), A-*yi*-A (*kan-yi-kan* ‘ansehen-eins-ansehen’), A-*le*-A (*kan-le-kan* ‘ansehen-Perfektiv-ansehen’), A-*le-yi*-A (*kan-le-yi-kan* ‘ansehen-Perfektiv-eins-ansehen’). Und die Reduplikation eines zweisilbigen Verbs kann die Form ABAB (*guan-cha-guan-cha* ‘beobachten-beobachten’) oder AB-*le*-AB (*guan-cha-le-guan-cha* ‘beobachten-Perfektiv-beobachten’) haben. Während das Element *yi* keine Veränderung in der Bedeutung verursacht, führt die Benutzung von *le* zu einer zusätzlichen perfektiven Bedeutung: *le* markiert, dass das (kurze) Ereignis vorüber ist. Die vorliegende Arbeit versucht, eine einheitliche Analyse für alle diese Formen zu entwickeln.

2 Vorherige Analysen

Bestehende Ansätze analysieren die Reduplikation als verbalen Klassifikator (z.B. Chao 1968), ein Aspektaffix (z.B. Basciano & Melloni 2017), oder eine spezielle Konstruktion (Ghomeshi u. a. 2004). Die Analyse der Reduplikation als ein verbaler Klassifikator scheint unangemessen zu sein, weil die beiden sich syntaktisch unterschiedlich verhalten. Ein konstruktionsbasierter Ansatz scheint geeigneter zu sein als eine Affixanalyse, weil ersterer das semantisch leere phonologische Element *yi* besser als ein Teil der Konstruktion erklären kann und eine formale Erklärung für die Phonologie der Reduplikation liefert.

Ein früherer HPSG-Ansatz von Fan, Song & Bond (2015) bietet eine einheitliche Analyse für die adjektivische und die verbale Reduplikation im Mandarin Chinesischen. Diese kann aber die Kombination der verbalen Reduplikation mit dem perfektiven Aspektmarker *le* nicht erklären.

Zudem sind nicht alle produktiven Formen der Reduplikation mit den dort vorgeschlagenen Lexikonregeln ableitbar.

3 Eine neue HPSG Analyse

Die von Lu (2021) entwickelte neue HPSG-Analyse verwendet Lexikonregeln (LR) für die Reduplikation. Die LR nimmt ein Verb als Input, redupliziert seine Phonologie und fügt eine delimitative Bedeutung zu seiner ursprünglichen Bedeutung hinzu. Zwischen den beiden phonologischen Kopien ist eine unter-spezifizierte Liste, die leer sein kann. Dabei kann das Input-Verb einsilbig (A) oder zweisilbig (AB) sein. Die Ausgabe ist ein Verb mit einer reduplizierten Phonologie und einer delimitativen Bedeutung. Die Phonologie und die Semantik der verschiedenen Formen können in einer Vererbungshierarchie erfasst werden. Dabei erben die Formen mit dem Perfektivmarker *le* sowohl von der allgemeinen verbale-Reduplikation-lr als auch von der Perfektiv-lr. Nimmt man die *A-le-yi-A*-Form als Beispiel, erbt die *A-le-yi-A-lr* die Beschränkungen von der verbale-Reduplikation-lr und von der Perfektiv-lr. Die Beschränkungen von der Perfektiv-lr sorgen dafür, dass das phonologische Element <le> in der Struktur vorkommt und der Output eine perfekte Bedeutung bekommt. Wie in der verbale-Reduplikation-lr wird die Phonologie des Input-Verbs redupliziert und zu der Bedeutung des Input-Verbs kommt die delimitative Bedeutung hinzu. Zusätzlich spezifiziert die *A-le-yi-A-lr* die phonologische Liste zwischen den beiden Kopien mit <le, yi>. Das Ergebnis entspricht der Phonologie und der Semantik von *A-le-yi-A*. Eine ähnliche Analyse wird für die anderen Formen der Reduplikation angenommen. Wenn kein zusätzliches Element zwischen den beiden phonologischen Kopien vorkommt, bleibt die unterspezifizierte Liste leer. Somit können alle produktiven Formen der Reduplikation mittels Lexikonregeln abgeleitet werden.

4 Fazit

Die vorliegende Arbeit bietet einen neuen HPSG-Ansatz für die verbale Reduplikation im Mandarin Chinesischen, der die Unzulänglichkeiten der vorherigen Ansätze vermeidet. Die Reduplikation kann mit Lexikonregeln analysiert werden. Die verschiedenen Formen der Reduplikation werden mit einer Vererbungshierarchie erfasst und das Zusammenspiel von Reduplikation und Aspektmarkierung wird mit Mehrfachvererbung behandelt. Die Analyse wurde als ein Teil des CoreGram-Projektes (Müller 2015) in einer chinesischen Grammatik im TRALE-System (Meurers, Penn & Richter 2002; Penn 2004) implementiert.

Literatur

- Basciano, B. & C. Melloni. 2017. Event delimitation in Mandarin: The case of diminishing reduplication. *Italian Journal of Linguistics* 29(1). 143–166.
- Chao, Y. R. 1968. *A grammar of spoken Chinese*. Berkeley: University of California Press.
- Fan, Z., S. Song & F. Bond. 2015. Building Zhong, a Chinese HPSG shared-grammar. In S. Müller (Hrsg.), *Proceedings of the 22nd International Conference on HPSG*, 96–109. Stanford: CSLI.
- Ghomeshi, J. u. a. 2004. Contrastive focus reduplication in English (The salad-salad paper). *Natural Language & Linguistic Theory* 22(2). 307–357.
- Lu, Y. 2021. *Verbal Reduplication in Mandarin Chinese*. Humboldt-Universität zu Berlin. (Magisterarb.).
- Meurers, W. D., G. Penn & F. Richter. 2002. A web-based instructional platform for constraint-based grammar formalisms and parsing. In *Proceedings of ETMTNLP '02*, 19–26. Philadelphia: ACL.
- Müller, S. 2015. The CoreGram project: Theoretical linguistics, theory development and verification. *Journal of Language Modelling* 3(1).
- Müller, S. u. a. (Hrsg.). 2021. *Head-Driven Phrase Structure Grammar: The Handbook*. Berlin: Language Science Press.
- Penn, G. 2004. Balancing clarity and efficiency in typed feature logic through delaying. In *Proceedings of ACL '04*, 239–246. Stroudsburg: ACL.
- Pollard, C. & I. A. Sag. 1994. *Head-Driven Phrase Structure Grammar*. University of Chicago Press.
- Sag, I. A. 1997. English Relative Clause Constructions. *Journal of Linguistics* 33(2). 431–483.

Untersuchung zur digitalen Hochschullehre im Kontext der COVID-19 Pandemie

Die Lehre an Hochschulen wurde durch die COVID-19 Pandemie stark beeinflusst. Lehrangebote mussten teilweise vollständig online organisiert werden und die Lehrenden waren – oft im Modus Learning by Doing – darauf angewiesen, ihre Lehrkompetenzen an digitale Lehrformate anpassen (vgl. Kaiser & Nonnenkamp, 2021). Die unerwartete und unvorbereitete Umstellung des Lehrbetriebs und die Reaktionen der Hochschullehrenden auf die veränderten Anforderungen haben Auswirkungen auf den Lernprozess der Studierenden, die unabhängig von deren eigener Anpassung an die veränderte Situation sind. In der Masterarbeit wurde untersucht, wie zufrieden Lehrende selbst mit der pandemiebedingten Umstellung auf die digitale Lehre sind und inwiefern sie eigene Ressourcen der Lehrkompetenz mobilisieren konnten, um die Anforderungen zu bewältigen.

Mixed-Methods Forschungsansatz

Die Daten für die Untersuchung wurden durch einen Mixed-Methods-Online-Fragebogen generiert. Im Wintersemester 2020/21 wurde eine Stichprobe von 70 Hochschullehrenden des Fachbereichs Erziehungswissenschaft und Psychologie der Freien Universität Berlin gezogen, die Fragen zur Selbsteinschätzung ihrer Lehrkompetenz und zur individuellen Bewältigung der Distanzlehre beantworteten.

Mit quantitativen Forschungsmethoden wurde die Lehrkompetenz in den Dimensionen der didaktischen Kompetenz und der akademischen Medienkompetenz beschrieben und deren Zusammenhang mit der Zufriedenheit der Hochschullehrenden mit ihrer digitalen Lehre untersucht. Darüber hinaus wurden mit qualitativen Methoden die individuellen Faktoren zur Steigerung und Hemmung der Zufriedenheit der Hochschullehrenden beleuchtet. Die quantitativen Ergebnisse zeigen im Mittel eine Tendenz zur Zufriedenheit mit der digitalen Lehre. Zudem bestehen statistisch signifikante positive Zusammenhänge mittlerer Effektstärke zwischen den Selbsteinschätzungen der didaktischen Kompetenz sowie der akademischen Medienkompetenz und der allgemeinen Zufriedenheit in der digitalen Lehre. Eine multiple Regression zeigt, dass durch die didaktische Kompetenz und akademische Medienkompetenz 18% der Varianz der Zufriedenheit mit der digitalen Lehre Hochschullehrender aufgeklärt werden können. Dabei haben beide Dimensionen – sowohl die didaktische Kompetenz als auch die akademische Medienkompetenz – einen eigenständigen Einfluss auf die Zufriedenheit. Die selbsteingeschätzten Kompetenzressourcen begünstigen somit die Zufriedenheit mit der tatsächlich erfolgten Umsetzung der Lehre im Distanzbetrieb.

Mehr Zufriedenheit, weitere Entwicklungsmöglichkeiten

Die Auswertung der qualitativen Daten zeigt, dass die Lehrenden mehr Aspekte angeben, die zur Steigerung der Zufriedenheit mit der digitalen Lehre beitragen, als solche, die diese einschränken. Insbesondere der Aspekt der Zeit- und Ortsunabhängigkeit, sowie eine neugewonnene Flexibilität im Kontext der Arbeitsbedingungen wurde von den Hochschullehrenden geschätzt. Als Aspekte, welche die Zufriedenheit mit der digitalen Lehre hemmen, wurden solche genannt, welche auf die verminderten sozialen Kontakte und die reduzierte Interaktion mit den Studierenden zurückzuführen

sind. Dies betrifft die veränderten und visuell minimierten Kommunikations- bzw. Interaktionsmöglichkeiten der Hochschullehrenden mit den Studierenden, aber auch das Ausbleiben des direkten Feedbacks und informeller Gespräche vor und nach der Lehrveranstaltung. Aus den in der Masterarbeit ausgeführten Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die Lehrkompetenzen in diesem Forschungskontext als Ressourcen für hohe Zufriedenheit von Hochschullehrenden angesehen werden können. Darüber hinaus können die Stärken und Schwachpunkte der digitalen Lehre von Seiten der untersuchten Hochschullehrenden erfasst werden, welche einen Einfluss auf ihre persönliche Zufriedenheit nehmen, und somit Entwicklungsmöglichkeiten zur Förderung der Zufriedenheit von Hochschullehrenden im digitalen Umfeld identifiziert werden.

Die der Masterarbeit zugrunde liegende Studie macht nicht nur aus der Not der unvermittelt eingeschränkten Lehr-Lern-Organisation an Hochschulen die Tugend eines produktiven studentischen Lehr-Lern-Projektes, sondern sie trägt auch zur Aufklärung der neu entstandenen Situation bei. Die ohnehin auch im Präsenzbetrieb oft durch Rückmeldearmut gekennzeichnete Hochschullehre ist mit der Distanzlehre unter erschwerten Bedingungen noch stärker auf rein individuelle Reflexion der Lehrenden angewiesen. Jede objektivierende, den Rahmen einzelner digitaler Lehrveranstaltungen überschreitende Betrachtung trägt dazu bei, die Erfahrungen aus der Lehre unter Pandemiebedingungen konstruktiv im Sinne der Lehrqualität zu nutzen. Neben vielen studentischen Projekten, die sich mit den Erfahrungen der Studierenden beschäftigten, nimmt das vorliegende die Perspektive der Lehrenden auf und identifiziert eine Ausgangslage für weitere Entwicklungen digitaler Lehre, die in motivationaler und konzeptioneller Hinsicht aufschlussreich ist. Die Rückmeldung der Befunde an die Studienorganisation des Fachbereichs bietet Anknüpfungspunkte für die Verbesserung nicht nur der digital gestützten Lehre.

Literatur:

Kaiser, Nora & Nonnenkamp, Dora (2021): Digitale Lehre und Zufriedenheit von Hochschullehrenden. *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik*, 21, 1-14.
<https://doi.org/10.21240/lbzm/21/13>

Nonnenkamp, Dora, (2022), Digitale Hochschullehre im Kontext der COVID-19 Pandemie, unveröffentlichte Masterarbeit, Freie Universität Berlin.

Émile Zolas *Germinal* in deutscher Sprache: Übersetzungen im Wandel

Émile Zola, der als Begründer des Naturalismus in die Geschichte eingegangen ist, gehört zweifellos zu den bedeutendsten französischen Schriftstellern. Bis heute erfreuen sich seine Werke weitreichender Bekanntheit, sind über die Grenzen Frankreichs hinaus bei einer großen Leserschaft beliebt und seit jeher ein interessanter Betrachtungsgegenstand für die Literaturwissenschaft. Als Zolas Hauptwerk gilt der zwanzig Bände umfassende Romanzyklus *Les Rougon-Macquart*. Obgleich der erste Teil bereits vor rund 150 Jahren erschienen ist, ist die als *Natur- und Sozialgeschichte einer Familie im Zweiten Kaiserreich* konzipierte Reihe keineswegs in Vergessenheit geraten und nach wie vor fester Bestandteil der französischen und internationalen Literaturgeschichte.

Einer der berühmtesten Romane des Zyklus ist der sich um einen Streik von Bergarbeitern in Nordfrankreich drehende 13. Teil, welcher den Titel *Germinal* trägt. Seit seiner erstmaligen Publikation im Jahr 1885 sind zahlreiche Übersetzungen ins Deutsche erschienen, von denen einige besonders herausstechen: Dazu gehören Armin Schwarz' Übertragung von 1895, die 1955 herausgegebene Übersetzung von Johannes Schlaf in der umfassenden Neubearbeitung von Rita Schober und Hans Balzer sowie jene von Caroline Vollmann aus dem Jahr 2002. Die drei Übersetzungen unterscheiden sich trotz jeweils weitreichender Vollständigkeit in feinen Nuancen, welche Aspekte ihres jeweiligen Entstehungsumfelds preisgeben und uns aus heutiger Perspektive einen vergleichenden Blick auf die Zusammenhänge zwischen Rezeptionskontext und Übersetzungspraktik ermöglichen. Zu untersuchen, wie Émile Zola und seine Werke im Wandel der Zeit wahrgenommen und rezipiert wurden, ist sehr aufschlussreich im Hinblick auf die Art und Weise der jeweiligen Übersetzung in die deutsche Sprache. Befragt man den Roman nach seinen Schlüsselbegriffen, seinen Gestaltungsmitteln sowie den naturalistisch verankerten Prinzipien seines Urhebers und konfrontiert diese mit den Rezeptionskontexten der Übertragungen, so lassen sich die Divergenzen greifbar machen und einordnen. Im Umkehrschluss wird es auf diese Weise auch möglich, zu untersuchen, inwiefern die Übersetzungen die Rezeption Zolas und seiner Werke im deutschsprachigen Raum beeinflusst haben.

Wie der Entstehungskontext die Übersetzung beeinflusst

Die rezeptionskontextuelle Einbettung der Übersetzungsarbeit von Schwarz, Schober und Vollmann unterscheidet sich signifikant. Armin Schwarz nimmt eine der ersten Übertragungen von *Germinal* vor, welche ohne Genehmigung des Autors im Grimm-Verlag in Budapest erscheint. Zu diesem

Zeitpunkt handelt es sich hierbei um die einzig vollständige deutsche Ausgabe – das liegt unter anderem daran, dass Schwarz von Budapest aus die Zensur umgehen kann. Der Grimm-Verlag ist dafür bekannt, mit Skandalerfolgen Gewinne zu erzielen, was sich in Schwarz' Ausgabe darin äußert, dass er den Text nicht, wie andere Übersetzende zu dieser Zeit, moralischen Sittenvorstellungen unterwirft, sondern die meisten als gewagt wahrgenommenen Stellen detailgetreu überträgt. Auch spielt der im deutschsprachigen Raum fortwirkende Idealismus für seine Übersetzungstätigkeit kaum eine Rolle. Dennoch lassen sich durchaus Einflüsse durch sein Umfeld feststellen: So ist es interessant, zu beobachten, wie Schwarz' Übertragung zwischen zwei Extremen oszilliert, nämlich auf der einen Seite dem Willen zur Erfüllung von Skandalerwartungen und auf der anderen Seite der Vorsicht bei anderweitig möglicherweise Anstoß erregenden Textstellen, beispielsweise bei biologisch-körperlicher Metaphorik. Dabei scheint er vor allem eins im Sinn zu haben: die Anpassung an die zeitgenössische Leserschaft. Daran, dass er an manchen Stellen technisches Vokabular nicht korrekt übersetzt oder bestimmte stilistische Intentionen nicht übernimmt, zeigt sich auch, dass zu seiner Zeit noch kein Zugang zu Forschungserkenntnissen über Zola und seine Werke besteht. Schwarz' Übersetzung ist von einer Tendenz zur Wörtlichkeit und zur Beibehaltung von Satzstrukturen geprägt, was ab und an zu abgeflachten oder komplizierten Formulierungen führt, die an das erinnern, was die Forschung Übersetzungsdeutsch nennt, wobei die Zolaschen Absichten zuweilen unvollkommen zur Geltung kommen.

Als sehr interessant erweist sich die Untersuchung der Übersetzung von 1955. Sie ist besonders anschaulich belegbar, da Rita Schober eine umfangreiche Dokumentation ihrer Beschäftigung mit Zola und seinen Werken sowie Reflexionen ihrer eigenen Tätigkeit hinterlässt. Obwohl sie sich ihrer wissenschaftlichen Verantwortung als Romanistin an der Humboldt-Universität zu Berlin bewusst ist und sich um eine nicht verfälschende Übersetzung bemüht, zeugen immer wiederkehrende Nuancen von einer Beeinflussung durch Aspekte ihres durch die Kulturpolitik der DDR geprägten Schaffenskontextes. So führen Elemente des sozialistischen Realismus und des Marxismus, wie etwa die Förderung eines positiven Heldenbildes des Arbeiters, die objektive Darstellung der Realität oder die Beschreibung des Wesentlichen und Typischen dazu, dass bestimmte Textstellen eine merkliche politische Färbung erhalten. In Schobers Übersetzung wird das positive Bild des Proletariats stärker hervorgehoben und negative Darstellungen häufig subtil abgeschwächt. Auf möglichst große Korrektheit bei der Übertragung von bergarbeiterspezifischem Vokabular und von Szenen, in denen die Arbeit als solche im Vordergrund steht, wird stark geachtet. Eine schärfere Kritik am Kapitalismus als bei den anderen beiden Übersetzungen und vor allem eine Betonung der Notwendigkeit des Klassenkampfes und der Absurdität der bürgerlichen Überlegenheit ist deutlich herauszulesen. Zudem ist immer wieder erkennbar, dass Schober darum bemüht ist, Zolas

Naturalismus im Sinne des Realismus von Georg Lukács, der zu dieser Zeit ihre Anschauungen bestimmt, zu konjugieren. Ihre umfassende Auseinandersetzung mit Zola lässt sich anhand vieler Beispiele veranschaulichen, in denen sie die genaueste und originalgetreueste Übertragung vornimmt und dabei auf Feinheiten achtet, wodurch sie ihrer Rolle als Literaturwissenschaftlerin und Zola-Spezialistin, in der sie sich von den anderen beiden Übersetzenden abhebt, gerecht wird. Zur Erweiterung des Vergleichshorizontes ist es zuletzt sinnvoll, eine aktuelle Ausgabe heranzuziehen, in diesem Fall handelt es sich um die im Manesse-Verlag in Zürich erschienene Übersetzung von Caroline Vollmann. In ihrer Übertragung zeigt sich der Einfluss durch den Rezeptionskontext vor allem daran, dass sie in einer Zeit tätig ist, in der die Abwendung von einem revolutionären Verständnis der Arbeiterbewegung stattgefunden hat. Ihre Version charakterisiert sich durch eine freiere Art der Übersetzung und eine gewisse Neutralität, die sie gegenüber den handelnden Figuren walten lässt. Dass sie hinreichende Forschungsliteratur und Zugang zu weitreichendem Wissen über Zola und seine Werke hat, schlägt sich etwa in ihrer wohl überlegten Übertragung von Zolas Phonetik nieder. Ihre Übersetzung ist von der Intention der Lesbarkeit für ein modernes Publikum geleitet: Sie übersetzt in einer Sprache, die auch heute gebräuchlich ist, und tendiert zur Erläuterung von nicht eindeutigen Textstellen, die zum Beispiel symbolischen Charakter haben.

Wie die Übersetzung die Rezeption durch die Leserschaft beeinflusst

Der dargestellte Einfluss durch die jeweiligen Rezeptionskontexte erfährt eine direkte Weiterleitung auf die Rezeption durch die zeitgenössische Leserschaft, deren Lektüre und Verständnis durch die Übertragungen maßgeblich gelenkt wird: Änderungen im rezipierten Text führen somit auch zu einem Wandel der Textwahrnehmung. So nimmt Armin Schwarz noch zu Lebzeiten Zolas etwa direkten Einfluss auf das Bild, das im deutschsprachigen Raum von ihm herrscht, und lässt die Leserschaft durch seine integrale Ausgabe Teil haben an einem Stück Literaturgeschichte. Rita Schobers Text reiht sich in den Kanon des literarischen Erbes und der Weltliteratur in der DDR ein und trägt so in gewissem Maße zur sozialistischen Erziehung der Lesenden bei, erweitert aber auch ihren Horizont auf französische Literatur und Historie. Caroline Vollmann schließlich aktualisiert die Bedeutung Zolas und seiner Werke durch eine modernere Übertragung, die für heute Lesende gut verständlich ist und das Fortbestehen der Rezeption seiner Werke auf diese Weise fördert. Abschließend lässt sich vor allem festhalten, dass es unbestreitbar lohnenswert ist, Übersetzungen vergleichend zu lesen – denn auch, wenn sie auf den ersten Blick ähnlich erscheinen mögen und viele Gemeinsamkeiten aufweisen, verbergen sich hinter kleinen Details und feinen Nuancen, in denen sie divergieren, doch Hinweise auf die herrschenden gesellschaftspolitischen sowie literaturtheoretischen

und -kritischen Umstände der Zeit, in der sie geschaffen wurden und die den Erwartungshorizont der Leserschaft prägen.

Literatur

Zola, Émile, (1885). *Germinal*. Paris, G. Charpentier et Compagnie,

Zola, Émile, (1895). *Germinal*. (Übersetzt: A. Schwarz). Budapest, Gustav Grimms Verlag.

Zola, Émile, (1955). *Germinal*. (Übersetzt: J. Schlaf, Hrsg. R. Schober u. H. Balzer). Berlin, Rütten & Loening.

Zola, Émile, (2002). *Germinal*. (Übersetzt: C. Vollmann). Zürich, Manesse Verlag.

Rehberg, Ulrike, (2021). Émile Zolas *Germinal* in deutscher Sprache: Übersetzungen im Wandel.

Unveröffentlichte Masterarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Romanistik der sprach- und literaturwissenschaftlichen Fakultät.

Ilgaz Yalçınoğlu M.A. und Dr. Stefanie Alisch

Gemeinsame Gedanken: Trans-Theorie und Populäre Musik

*Die Autor*innen dieses Beitrags haben sich für ein Gesprächsformat entschieden, um die Austauschdynamik zwischen dem Studierenden und der Betreuerin während der Konzeption der Masterarbeit mit den Leser*innen zu teilen.*

IY: Dann fange ich an mit meinen ersten Gedanken im Rückblick auf die Themenfindung für die Masterarbeit, also mit der Frage "Warum Trans-Theorie und Popular Music Studies?" Während meiner Studienzeit ist mir immer wieder aufgefallen, wie transgeschlechtliche Phänomene meistens als Randerscheinungen dargestellt werden oder als Beispiele für die Performativität von Gender. Frustriert mit diesem Zustand, der die Kluft zwischen dem vermeintlich Stablen und Überschreitenden vertieft, wollte ich untersuchen, welche Potenziale Trans-Theorie für die Erforschung Populärer Musik bietet. Bei dieser Analyse bilden transgeschlechtliche Phänomene den Ausgangspunkt. Das bewirkt einen Perspektivenwechsel und eine Art *Transing* der Popular Music Studies. Dieses *Transing* geschieht, wenn wir mit trans als Methode körperliche und klangliche Kategorien hinterfragen.

SA: Bei diesem fluiden und non-binären Ansatz denke ich sofort an das Stück "Transome" (Rostron 2018) von Planningtorock. Xier¹²⁸ verwendet u.a. Stimmarbeit, Synthesizerklänge, Video und Performance Art, an Pride-Flaggen orientierte Farbgebung und queere Empowerment-Hymnen für ein *Transing* Populärer Musik. Weiterhin denke ich an die Aussage einer Teilnehmer*in beim "Desire Lines"-Event am Haus der Kulturen der Welt in Berlin im August 2022, wo wir beide uns ja auch begegnet sind. Sie sagte im Zuge einer Gruppendiskussion "Queerness is the origin of the world, of humanity - you are made straight". Einige Kulturtheorien postulieren Transkulturalität als Grundmodus, so z.B. das *Archipelagische Denken* von Édouard Glissant. Er schreibt von einem Recht auf Opazität, welches Differenzen und Partikulares schützt. Glissant fand Begriffe wie Chaos-Welt oder All-Welt und argumentiert, dass jede Sprache letztendlich kreolisch ist in ihrem Ursprung. Glissant entwickelte eine Poetik der Beziehungen, in der weit verzweigte Rhizome sich mit anderen Wurzelsystemen verbinden und nicht einzelne Wurzeln in die Tiefe bohren. An diese drei Ansätze

128 Planningtorock bevorzugt „xier“ als Personalpronomen für sich, das – ähnlich dem englischen „they“ – non-binäre Gender-Identität bezeichnet, siehe Michalik (2018). Eine Motivation zum Kreieren neuer Personalpronomen ist das Bedürfnis, zu hinterfragen, wie Sprachgebrauch Geschlechterstereotypen normalisiert. Wenn also einige Personen durch neue Pronomen in ihrem Leseprozess irritiert werden, ist das gut so. Ein weiterer Effekt könnte sein, dass sich Leser*innen beim Lesen des Pronomens "xier" wiedererkennen, sich wahrgenommen und bestärkt fühlen.

aus kultureller und politischer Praxis und Theorie erinnert mich der epistemologische Entwurf, den Sie mit Ihrer Arbeit anbieten. Wie sind Sie selbst beim *Transing* der Popular Music Studies vorgegangen? Welche Fallbeispiele, theoretischen Ansätze, Methoden haben Sie gewählt?

IY: Meine eigene Positionalität in Bezug auf Transsein als Ausgangspunkt für meine Arbeit war ja nicht nur von den langen vorherrschenden pathologisierenden medizinischen Diskursen geprägt, sondern von Begegnungen mit anderen trans* Menschen in der Türkei, die ihre Erfahrung selbst bestimmen und mit eigenen Worten wiedergeben. Populäre Musik ist wichtiger Referenzpunkt für einige dieser Aktivist*innen. Für meine Masterarbeit war es deswegen wichtig, Interviews mit Aktivistin*nen/Musiker*innen aus der Community zu führen. Die Analyse meiner sechs Interviews habe ich in den Fokus gestellt und davon ausgehend eine trans* Leseart Populärer Musik ausgearbeitet in Bezug auf Stimme, Körper, Genrebildung, Technologien und auf Musikkollektive. Mit Sandy Stone gedacht, kann dieses *Transing* der Popular Music Studies neue Narrative produzieren "außerhalb der Grenzen von Gender, jenseits konstruierter gegensätzlicher Knotenpunkte, die als einzig mögliche diskursive Anfangspositionen gesetzt wurden" (1991/2006, S. 232). Genau das macht eben auch Planningtorock mit xieren Werk.

In einem historischen Kapitel der Arbeit habe ich mich mit der Geschichte der Populären Musik in der Türkei auseinandergesetzt. Das war notwendig, denn diese längere Geschichte prägte die öffentlichen Diskussionen über Transgeschlechtlichkeit im Verhältnis zu Populärer Musik maßgeblich. Auf Bülent Ersoy trifft das ganz besonders zu. Sie ist eine der größten Popstars in der Türkei. Ihre Geschlechtsangleichung wurde in den 1970er Jahren breit in den Medien diskutiert, was schließlich zu einem Bühnenauftrittsverbot für sie und andere transgeschlechtliche Musikerinnen führte. Die meisten dieser Musikerinnen sangen außerdem Arabesk-Lieder. Diesem populären Genre warfen westlich orientierte türkische Eliten vor, dass es "zu östlich" klinge und somit der modernen Republik schaden würde. Diese Beziehung zwischen Genre und Gender ist höchst interessant und eine trans* Leseart lässt uns fragen, inwiefern die Taxonomien der Musik und Othering-Prozesse in einer Gesellschaft ineinandergreifen.

SA: Wir hatten zunächst angedacht, dass Sie Klangproduktion per Synthesizer und Trans-Identität anhand der Arbeit von Musikelektronik-Pionierin Wendy Carlos untersuchen. Davon sind Sie abgekommen, als Sie sich näher mit dem Material aus der Türkei beschäftigt haben. Welches Resultat Ihrer Arbeit hat Sie besonders überrascht und warum?

IY: Bei Wendy Carlos hatte ich die Sorge, dass ich ihr Werk am Ende auf Transgeschlechtlichkeit reduziere und dabei körperliche "Optimierung" und "Erweiterung" zu stark mache, wenn ich vom

Synthesizer als einer Körpertechnologie ausgehe. Vielleicht musste ich auch erst einmal fragen, woher diese Fixierung auf Körper kommt und inwiefern sie unsere Perspektive bestimmt. Bei der Beschäftigung mit der Musikreform in der frühen türkischen Republik hat mich die Argumentation im Buch "Grundlagen des Türkismus" von Ziya Gökalp (1923/2019) sehr überrascht. Gökalp war einer der einflussreichsten Ideologen dieser Zeit. Er unterschied östliche und westliche Musik nach Begriffspaaren wie natürlich/künstlich, krank/gesund, traurig/heiter. Diese Ideen haben die Kulturreformen in der modernen säkulären Türkei geprägt. In einem kurzen Abschnitt über Musik versucht Gökalp, seine Argumente in einer Musiktheorie zu verorten und behauptet, dass die östliche Musik aufgrund der Mikrointervalle künstlich und krank sei, traurig und monoton. Er betrachtet Musik so wie die moderne Medizin menschliche Körper betrachtet, evaluiert und pathologisiert sie - er macht also eine Biopolitik der Musik! Ich hatte nicht erwartet, dass Gökalp dieselbe Sprache verwendet wie frühe medizinisch-psychiatrische Studien zu Transgeschlechtlichkeit, die trans* Menschen als kranke und depressive Anomalien bezeichnen. Dabei denke ich auch daran, wie eng die Geschichte der modernen Medizin mit Kolonialisierung, Sklaverei und Eugenik verknüpft ist.

Auch die Resultate bzgl. der Stimme haben mich überrascht. Aktuell thematisieren global bekannte trans* Musiker*innen wie Planningtorock, Sophie oder Arca die Vergeschlechtlichung der Stimme. Aber meine Interviewpartner*innen interessierten Stimmperformances überhaupt nicht! Ich könnte spekulieren, dass es mit lokal verschiedenen ästhetischen Vorstellungen zusammenhängt, aber wahrscheinlich weist diese Differenz vielmehr darauf hin, dass wir Themen wie Transsexualität trotz ihres kollektiven Charakters in ihrer Partikularität betrachten müssen.

SA: Was war Ihren Interviewpartner*innen denn wichtiger als Stimm-Performance? Welche Themen haben sie in den Mittelpunkt gerückt?

IY: Ihnen war wichtiger, wie Stimme Affekte übertragen kann und damit politisierende Referenzen. Da denke ich an die authentifizierende Funktion der Gesangstimme für das singende Subjekt und wie wichtig diese Funktion ist für die Interaktion mit dem Publikum. Auch wie Musikgenres hierarchisiert werden und wie dieses Ranking soziale Diskriminierung befördert, fanden die türkischen trans* Musik-Aktivist*innen relevant. Jilet Sebahat ist eine interessante Figur in diesem Sinne. Als DJ spielt sie viel Arabesk im Clubkontext und auch Musik der Unterdrückten.

Nach Abgabe meiner Arbeit sind neue Figuren in der queeren Musikszene Istanbuls aufgetaucht, die sich noch expliziter auf Trans-Theorie beziehen in ihren Shows, z.B. die kurdische Dragqueen Babykilla. Diese Entwicklungen zeigen eindringlich, wie wichtig es ist, Ansätze der Trans-Theorie und der Popular Music Studies zusammen zu denken. Dabei sollten wir trans* Phänomene in der

Musik einerseits als Praktiken zur Selbstbestimmung verstehen, sie andererseits aber auch in ihrem kulturellen und politischen Kontext betrachten.

Quellen:

Glissant, Édouard. (1997). *Poetics of Relation*. Ann Arbor 1997.

Gökalp, Ziya (2019, erste Veröffentlichung 1923). *Türkçülüğün Esasları*. Gökhan Tunç Hrsg., Eskişehir.

Michalik, Lisa Tracy (2018): *Queeres Worldbuilding*. Planningtorock schafft auf dem neuen Album queere Intimität, Freund*innenschaft und politische Partyhymnen. In: *Missy Magazine*. Online verfügbar unter <https://missy-magazine.de/blog/2018/12/20/queeres-worldbuilding/>, zuletzt geprüft am 07.11.2022.

Rostron, Jam (2018): *Transome*. Planningtorock. In: *Planningtorock: Powerhouse: Human Level* under exclusive licence to DFA[PIAS]. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=FUYK0RcWw8s>, zuletzt geprüft am 07.11.2022.

Stone, Sandy (2006, erste Veröffentlichung] 1991). *The Empire Strikes Back: A Posttranssexual Manifesto* in: *The Transgender Studies Reader 1*. Susan Stryker und Stephen Whittle Hrsg. New York. S. 221-236.

Yalcinoglu, Ilgaz (2021). *Trans/forming Sound: Anwendung von Trans* Theorien in Popular Music Studies am Beispiel der populären Musik in der Türkei*, unveröffentlichte Masterarbeit, Humboldt Universität zu Berlin.

Autorenverzeichnis zu den Beiträgen der Erhard-Höpfner-StudienpreisträgerInnen 2021 und deren BetreuerInnen

Dr. Stefanie Alisch, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft

Prof. Dr. Wolfgang Asholt, Humboldt-Universität zu Berlin, Sprach- und literaturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Romanistik

Prof. Dr. Markus Egg, Humboldt-Universität zu Berlin, Sprach- und literaturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anglistik und Amerikanistik

Tim Ruben Kerkmann, M.A., Preisträger der Studienförderung 2021 der Erhard-Höpfner-Stiftung

Helena Koch, M. A., Preisträgerin der Studienförderung 2021 der Erhard-Höpfner-Stiftung

Prof. Dr. Harm Kuper, Freie Universität Berlin, Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, Arbeitsbereich Weiterbildung und Bildungsmanagement

Prof. Dr. Baz Lecocq, Humboldt-Universität zu Berlin, Lehrstuhl für Afrikanische Geschichte, Institut für Afrika- und Asienwissenschaften

Yanru Lu, M.A., Preisträgerin der Studienförderung 2021 der Erhard-Höpfner-Stiftung

Prof. Dr. Stefan Müller, Humboldt-Universität zu Berlin, Sprach- und literaturwissenschaftliche Fakultät, Institut für deutsche Sprache und Linguistik

Dora Nonnenkamp, M. A., Preisträgerin der Studienförderung 2021 der Erhard-Höpfner-Stiftung

Ulrike Rehberg, M.A., Preisträgerin der Studienförderung 2021 der Erhard-Höpfner-Stiftung

Ilgaz Yalçinoğlu, M.A., Preisträger der Studienförderung 2021 der Erhard-Höpfner-Stiftung

Sonderbeiträge

Evolutionäre Medizin und molekulare Medizin: Konsequenzen für die medizinische Praxis und Lehre

Einleitung

Molekulare Medizin und evolutionäre Medizin unterscheiden sich in einem wesentlichen Punkt: Die erstere ist methodisch definiert, die andere hingegen theorie-geleitet. Dank des Humangenomprojektes, des bisher größten biologisch-medizinischen Forschungsvorhabens, wurde die Abfolge der einzelnen Bausteine des menschlichen Erbguts und Tausender weiterer Spezies entschlüsselt. Damit konnte die molekulare Medizin in den evolutionären Kontext gestellt werden, mit weitreichenden Folgen für ein tieferes Verständnis allgemeiner medizinischer Sachverhalte, aber auch für die medizinische Praxis und die individualisierte Medizin^{129,130, 131}.

Das immer wieder zitierte Credo von Theodosius Dobzhansky (1900-1975) „Nichts in der Biologie macht Sinn, außer im Lichte der Evolution“ kennzeichnet das wissenschaftliche Fundament der gesamten Biologie. Da die Biologie aber zugleich die Grundlage für weite Bereiche der Medizin abgibt, sollte der evolutionären Betrachtungsweise auch eine zentrale Rolle im Medizinstudium zukommen^{132,133,134}.

In der traditionellen Medizin mit der Einteilung der Krankheiten nach Manifestationsalter, Geschlecht bzw. betroffenem Organsystem geht es, vereinfacht gesprochen, um die unmittelbaren (proximaten) Krankheitsursachen mit der Frage, wie kommt es zu einer Erkrankung (Gegenstand ist der Phänotyp). In der evolutionären Medizin wird der Organismus als das Produkt einer 3 Milliarden Jahre langen Geschichte angesehen und gefragt, warum tritt diese Krankheit bei dieser Person zu diesem Zeitpunkt auf (Gegenstand ist der Genotyp). Beide Sichtweisen ergänzen sich. Die Antworten der evolutionären Medizin reichen jedoch tiefer, da es hier um die grundlegenden (ultimaten) Krankheitsursachen geht¹³⁵. Dies hat selbstverständlich auch Konsequenzen für die Ausbildung der Medizinstudenten. So wird in einem Positionspapier zur Lehre festgestellt „Wer die genetische

¹²⁹ Nesse RM, Stearns SC. The great opportunity: Evolutionary applications to medicine and public health. *Evol Appl* 1: 28-48, 2008.

¹³⁰ Ganten D, Nesse RM. The evolution of evolutionary molecular medicine: genomics are transforming evolutionary biology into a science with new importance for modern medicine. *J Mol Med* 90: 467-470, 2012.

¹³¹ Stearns SC. Outstanding research opportunities at the interface of evolution and medicine. *Nature Ecology & Evolution* 2: 3-4, 2017.

¹³² Sperling K. Das Humangenomprojekt: Medizin im Licht der Evolution. *Deutsche medizinische Wochenschrift* 125: A15–A20, 2000

¹³³ Sperling K. Das Humangenomprojekt und die Evolution des Menschen. In: *Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin*. (Sudhaus W, Wessel A, Hrsg.). 54: 67-88, 2020.

¹³⁴ Sperling K, Marek RM, Rühli F, Bender N, Flahault A, Ganten D. Ein holistisches Gesundheitskonzept: Die Evolutionäre Medizin. In: *Was ist Gesundheit? Interdisziplinäre Perspektiven aus Medizin, Geschichte und Kultur* (van der Eijk P, Ganten D, Marek R, Hrsg). Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Band 18 Reihe Humanprojekt, de Gruyter Vlg 2021: 236-259.

¹³⁵ Childs B. *Genetic Medicine. A Logic of Disease*. JHU Press, 1999

Grundlage von Krankheiten richtig beurteilen kann, wird nicht auf humangenetische Kenntnisse verzichten können. Schließlich können viele Krankheitsursachen aus der Evolution des Menschen abgeleitet werden“¹³⁶.

Als Sachverständiger am Mainzer Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP) hatte der Autor für den 2003 eingeführten Gegenstandskatalog einen Vorschlag zur Integration der Evolutionären Medizin eingebracht, der letztendlich daran scheiterte, dass es im Gegensatz zum angelsächsischen Bereich bei uns kein Lehrbuch der Medizin gab, in dem dieser Sachverhalt nachzulesen war. Dies hat sich seit 2015 geändert¹³⁷. Allerdings wurde diese Thematik bereits gut verständlich für die breite Öffentlichkeit aufbereitet^{138,139,140}. Noch heute fehlt in den aktuellen Gegenstandskatalogen des IMPP für den Ersten und Zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (IMPP-GK-1; GK-2) der Begriff „Evolutionäre Medizin“, da in der neuen Fassung (2. Abschnitt) nicht mehr nach Prüfungsfächern gegliedert wird, sondern nach Krankheiten. „Auf diese Weise soll der Forderung nach Fächer übergreifenden Prüfungen...auch bei der Übersicht über die möglichen Prüfungsinhalte besser entsprochen werden“¹⁴¹. Dies ist sicherlich gut gemeint. Nur, wer vertritt dann in der Lehre im Rahmen einer naturwissenschaftlich orientierten Medizin diesen Fächer übergreifenden Anspruch, wie er sich aus der evolutionären Sichtweise ergibt?

Die moderne, synthetische Evolutionstheorie geht von dem Zusammenspiel mehrerer Faktoren aus: Den Evolutionsfaktoren Mutabilität und Selektion, Zufall (Drift) und Isolation, in Verbindung mit der geschlechtlichen Fortpflanzung, durch die die Evolutionsgeschwindigkeit als Folge der genetischen Rekombination extrem gesteigert wird¹⁴². Die Evolutionstheorie wird noch stetig erweitert, z. B. durch die Berücksichtigung epigenetischer Veränderungen, weshalb sogar über eine „neue“ Evolutionstheorie diskutiert wird¹⁴³. Zudem stellt die Möglichkeit des Sequenzvergleichs mit Tausenden anderer Spezies die evolutionäre Medizin auf eine ganz neue Grundlage (Tabelle 1). In der Schweiz gibt es bereits ein „Institut für Evolutionäre Medizin“ an der Universität Zürich.

¹³⁶ Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Humangenetik. Das Fach Humangenetik im Medizinstudium nach Einführung der neuen Approbationsordnung. Medgen 14:359-362, 2002.

¹³⁷ Buselmaier W. Evolutionäre Medizin. Springer Vlg. 2015.

¹³⁸ Nesse RM, Williams GC. Warum wir krank werden. Die Antworten der Evolutionsmedizin. Beck Vlg. 1997

¹³⁹ Ganten D, Spahl T, Deichmann T. Die Steinzeit steckt uns in den Knochen: Gesundheit als Erbe der Evolution. Piper Vlg. 2011.

¹⁴⁰ Ganten D, Niehaus J. Die Gesundheitsformel: Die großen Zivilisationskrankheiten verstehen und verhindern. Knaus Vlg. 2014.

¹⁴¹ Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP). Gegenstandskatalog 2 (GK2); 2019.

¹⁴² Lüers H, Sperling K, Wolf BE. Genetik und Evolutionsforschung bei Tieren. In: Evolution der Organismen (Heberer G, Hrsg). Fischer Vlg; Band II/1:176-363, 1974.

¹⁴³ Laland K, Uller T, Feldman M et al. Does evolutionary theory need a rethink? Nature 514:161-164, 2014.

	2001	2007	2015	2020
Viren	612	1275	4026	Eukaryoten 1.760
Phagen	89	347	2010	- Protozoen 237
Archaeobakterien	10	35	202	- Pilze 1.103
Eubakterien	46	421	3316	- Pflanzen 71
Eukaryoten	5	47	179	- Invertebraten 111
				- Vertebraten 238

Tab. 1. Zunahme der Anzahl komplett sequenzierter Genome von 2001 bis 2015 (European Bioinformatics Institute) sowie der Eukaryoten bis 2020.

Hier sei ergänzt, dass England als erstes Land weltweit 2018 die Sequenzierung des gesamten Genoms bereits in die Routinediagnostik eingeführt hat. 2020 plant jetzt auch das Bundesministerium für Gesundheit im Rahmen von genomDE in Deutschland die Integration der Genommedizin in die Gesundheitsversorgung zu fördern. Dies wird nach Ansicht der Bundesregierung „zu einem tieferen Verständnis von Krankheitsmechanismen beitragen und neue Wege für die Diagnostik, Prävention und personalisierte Behandlung von Patientinnen und Patienten aufzeigen. Von diesen Entwicklungen werden nach Ansicht der Bundesregierung zunächst insbesondere Patientinnen und Patienten mit seltenen und onkologischen Erkrankungen profitieren“¹⁴⁴. Es bleibt zu hoffen, dass es gelingt, im Rahmen von genomDE den bestehenden Rückstand in Deutschland aufzuholen, worauf immer wieder hingewiesen wurde^{145,146,147}. Damit sollte aber auch die Vermittlung der theoretischen (evolutionären) Grundlagen Eingang in die medizinische Ausbildung bei uns finden.

¹⁴⁴ Sperling K, Ropers H-H. genomDE' – eine Chance für die deutsche Genommedizin und –forschung. In: Denkanstöße 5: Nachhaltige Medizin (Radbruch A, Reinhart K, Hrsg.). Schriftenreihe der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, 2021:32-46.

¹⁴⁵ Propping P, Bartram C, Brandis M et al. Stellungnahme: Prädiktive genetische Diagnostik als Instrument der Krankheitsprävention. (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Hrsg). 2010. S. 1-90.

¹⁴⁶ Ropers HH, Diekämper J, Hümpel A. Themenbereich Gendiagnostik: Hochdurchsatz-Sequenzierung - eine Chance für die genetische Krankenversorgung in Deutschland. In: Dritter Gentechnologiebericht. Analyse einer Hochtechnologie (Nediljko B, Müller-Röber B, Diekämper J et al.,Hrsg.). Nomos Vlg, Bd. 32: 91-147, 2015.

¹⁴⁷ Ropers HH. Medizinische Genomsequenzierung: Warum Deutschland nicht länger abseits stehen darf. Analysen und Argumente (Konrad-Adenauer-Stiftung Hrsg). 324:1-9, 2018.

Die folgenden kurzen Ausführungen zur Evolutionären Medizin stützen sich im Wesentlichen auf bereits publizierte Texte^{4-6,148,149,150,151}. Es werden daher hier auch nur einige ausgewählte Referenzen angeführt. Selbstverständlich kann das Gebiet nicht in seiner ganzen Breite abgehandelt werden, da nahezu jedes medizinische Fach davon betroffen ist. Bedingt durch das Humangenomprojekt betrifft der Schwerpunkt hier die molekulare Humangenetik.

Grundlage der evolutionären Medizin

Bis in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts bildete Virchows Cellularpathologie die fachübergreifende Grundlage für weite Bereiche der Medizin. Heute nimmt die molekulare Pathologie diese Position ein, die sich auf ein tiefer liegendes Erklärungsprinzip stützt, nämlich Veränderungen im Erbgut. Damit ist der direkte Anschluss an die Evolutionstheorie und die evolutionäre Medizin gegeben. Die Begründung hierfür resultiert aus der 1885 von August Weismann aufgestellten Theorie von der Kontinuität der Keimbahn. Danach wurde die Weitergabe der genetischen Information seit Anbeginn des Lebens niemals unterbrochen. Das Erbgut eines jeden Individuums repräsentiert daher die im Laufe der Stammesgeschichte bis zu ihm angesammelten Veränderungen. Die Funktion der einzelnen Bausteine erschließt sich nicht zuletzt aus dem evolutionären Kontext, wobei etwas vereinfacht gilt: Je wichtiger ein Abschnitt in der DNA ist, desto stärker ist er in der Evolution konserviert.

Komprimiert man die Evolution des Lebens von der Entstehung der Erde an auf ein Jahr (Abb. 1), entstanden die ersten Lebensformen (Protobiont) Ende Februar. Die „Universalität“ des genetischen Codes ist noch heute Beleg aus dieser Zeit. Mitte Mai traten die ersten prokaryotischen Zellen (Bakterien) auf. Dass Bakterien heute z.B. menschliches Insulin bilden können, ist auf die die Übereinstimmung im genetischen Übersetzungsapparat zurückzuführen. Die Eukaryoten, zu denen alle Pflanzen und Tiere einschließlich des Menschen zählen, treten erstmals Anfang September auf. Sie sind im Meer entstanden, weshalb auch die elektrolytische Zusammensetzung des Cytoplasmas dem des Meerwassers ähnelt und eine 0,9%ige Kochsalzlösung für die Zellen des Menschen wie der Zwiebel isoton ist¹⁵².

¹⁴⁸ Sperling K. Die Genkarte des Menschen: Grundlage einer molekularen Anatomie. In: Jahrbuch 1998, Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (Parthier B, Hrsg.) 1999. S. 431-447.

¹⁴⁹ Sperling K. Das Humangenomprojekt: heutiger Stand und Zukunftsperspektiven. In: Unsere Welten der Information -- Gene, Neurone, Qubits & Co (Ganten D, Hrsg.). Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. Tagungsband zur 120. Versammlung in Berlin, Wiss. Verlagsges.m.b.H., Stuttgart, 1999. S. 207-215.

¹⁵⁰ Sperling K. Humangenetik: Von der Theorie zum ärztlichen Handeln. In: Aufbruch der Biowissenschaften (vdbiol, Hrsg). Sammelband der Vorträge auf der Jahrestagung des Verbandes Deutscher Biologen und biowissenschaftlicher Fachgesellschaften e.V. München 2000. S. 77-90.

¹⁵¹ Sperling K. „Altes“ Genom und moderne Umwelt - Lehren aus der Wissenschaft und Problem der Medizin. In: Genom und Umwelt. Berliner Studien zur Wissenschaftsphilosophie & Humanontogenetik. K.-F. Wessel K-F, K.S. Zänker KS, Dörner G, Tembrock G, Vogel F, Hrsg). Kleine Verlag Bielefeld, 2001; 19:31-47.

¹⁵² Koolman J, Röhm KH. Taschenatlas der Biochemie. 3. Auflage. Thieme Vlg. 2003.

Ebenso stimmt die zelluläre Ultrastruktur der Eukaryoten noch weitgehend überein, ebenso der Ablauf von **Mitose**, **Meiose** und der (Grund-) **Metabolismus** (3 M-Regel). Diese Prozesse werden überwiegend durch sog. Haushaltsgene („housekeeping genes“) gesteuert, von denen sich in den meisten Fällen homologe (orthologe) Gene bereits bei einzelligen Pflanzen (*Chlamydomonas reinhardtii*) und einzelligen Pilzen, wie der Hefe *Saccharomyces cerevisiae*, finden. Die **Mitochondrien** und **Plastiden** eukaryotischer Zellen gehen zudem auf Prokaryoten zurück (Endosymbiontentheorie), wobei deren Gene weitgehend in das Kern-Genom integriert wurden. Sie verfügen aber noch über eigene prokaryotische Ribosomen für die Proteinsynthese. Dies ist durchaus auch medizinisch von Relevanz. So inhibiert das Breitbandantibiotikum Chloramphenicol die Proteinsynthese der 70S-Ribosomen der Prokaryoten, nicht jedoch die der 80S-Ribosomen der Eukaryoten. Allerdings weisen diese in den Mitochondrien noch 70S-Ribosomen auf. Chloramphenicol wird wegen seiner Nebenwirkungen nur als Reserveantibiotikum eingesetzt, nicht zuletzt wegen der Hemmung der mitochondrialen Proteinsynthese.

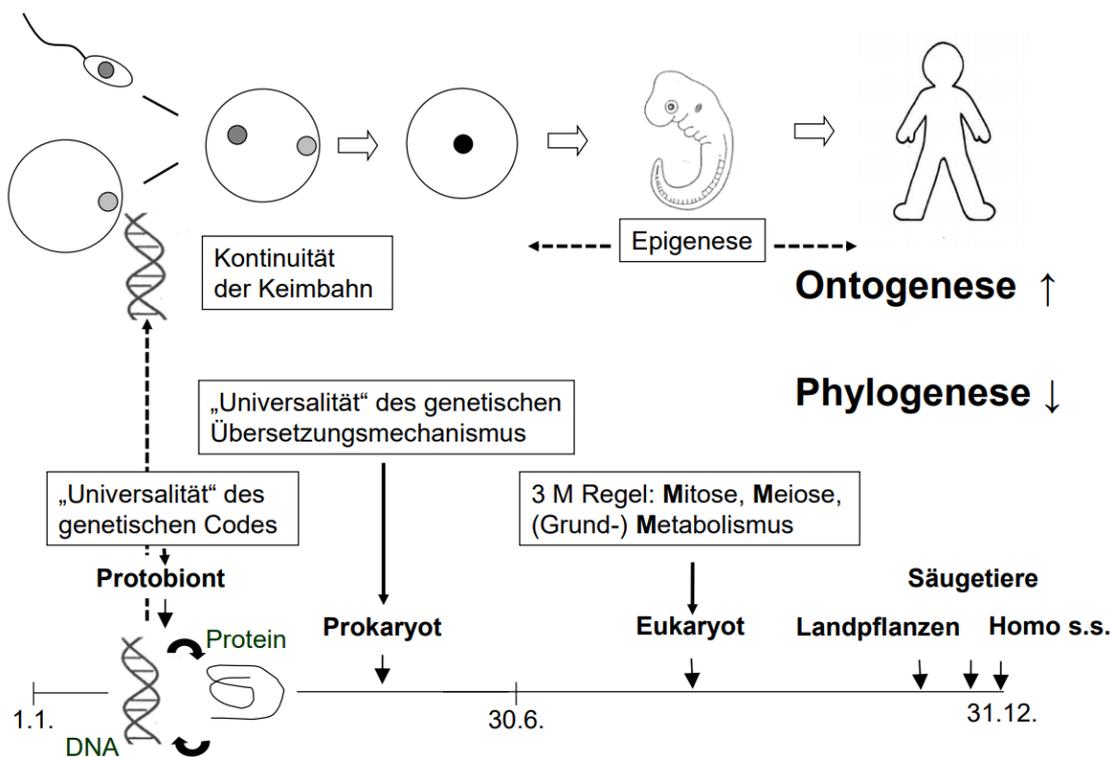


Abb. 1 Schemazeichnung zur Verbindung der Ontogenese mit der Phylogenese über die „Kontinuität der Keimbahn“ (DNA). Die Phylogenese (Evolution) ist seit Entstehung der Erde bis heute auf ein Zeitjahr abgebildet. Die Ontogenese beruht auf der Weitergabe des vollständigen Erbguts auf nahezu sämtliche Zellen des Organismus. Entscheidend für die Entwicklung ist daher die Regulation der Genaktivität durch epigenetische Prozesse. Nähere Einzelheiten s. Text (nach⁵).

Die vielen Tausend monogen bedingten Krankheiten beruhen ganz überwiegend auf Mutationen in sog. Haushaltsgenen, die ubiquitär exprimiert werden. Nur etwa fünf Prozent dieser Gene treten erst

bei Vielzellern auf¹⁵³. Insgesamt wurden viele der Gene, die beim Menschen z. B. den Zellzyklus oder die DNA-Reparatur steuern, zuerst bei Einzellern identifiziert. Es überrascht daher nicht, dass grundlegende physiologische Eigenschaften an Modellorganismen entdeckt und danach auf den Menschen übertragen wurden, wie umgekehrt auch die Analyse monogen bedingter Krankheiten des Menschen zum Verständnis derart fundamentaler Vorgänge beigetragen hat.

So wurde bei der Hefe ein Komplex aus 3 Proteinen (RAD50, MRE11 und XRS2) identifiziert, der in die Reparatur von DNA-Doppelstrangbrüchen (DSBs), den schwerwiegendsten Veränderungen des Erbguts, involviert ist. Für die beiden ersten Gene finden sich Homologe bei dem Prokaryoten *Escherichia coli* und dem Bakteriophagen T4 sowie eine Übereinstimmung in ca. 30% der Aminosäuren zwischen den Genen von Hefe und Mensch. Das Hefe *XRS2* Gen hat mit nur noch 19% die größte Übereinstimmung mit dem *NBN* Gen des Menschen. Mutationen im *NBN* Gen führen zum Nijmegen Breakage Syndrom, das durch seine Chromosomeninstabilität und Strahlenempfindlichkeit sowie sein extremes Krebsrisiko gekennzeichnet ist^{154,155} (s. u.). Tatsächlich vermag das *XRS2* Gen den Defekt in menschlichen NBS Zellen teilweise zu korrigieren, wie umgekehrt das normale menschliche Gen *XRS2*-defiziente Hefezellen partiell „heilen“ kann²⁷. Beim Säuger ist dieser Proteinkomplex RAD50, MRE11 und XRS2 u.a. in das Immunsystem, die V(D)J Rekombination und den Klassenwechsel (Isotyp-Switch) einbezogen, die allesamt auf der „Reparatur“ von DSBs beruhen. Der Unterschied in der Aminosäuresequenz könnte daher auf adaptiven Prozessen beruhen, der speziell das *NBN* Gen betrifft und der positiven Selektion unterlag.

Die überragende Bedeutung, die der Reparatur von Schäden am menschlichen Erbgut zukommt, geht schon daraus hervor, dass die DNA das einzige Makromolekül der Zelle ist, welches bei einer Schädigung repariert und nicht durch ein neues Molekül ersetzt wird. Dies ist eine Voraussetzung für das Leben schlechthin. Die Reparaturprozesse gehören daher zu den evolutiv besonders alten Errungenschaften.

Die meisten Haushaltsgene sind in vielfältige Entwicklungsprozesse einbezogen. Veränderungen wirken sich daher auf verschiedene Prozesse gleichzeitig aus und sind deshalb prinzipiell eher nachteilig. Aus diesem Grund genießen sie einen besonderen „Schutz“ und sind evolutionär konserviert.

Die Kartierung des Genoms: Grundlage einer vergleichenden „molekularen Anatomie“

Die gesetzmäßige Weitergabe der Gene wurde durch Kreuzungsexperimente an Erbsen erschlossen, ihre Entsprechung fand sich im Verhalten der Chromosomen bei der Keimzellbildung (Meiose), die ganz entscheidend an dem Pferdespulwurm (*Ascaris*) erarbeitet wurde und die Chromosomentheorie

¹⁵³ Lee CE, Singleton KS, Wallin M, Faundez V. Rare Genetic Diseases: Nature's Experiments on Human Development. *iScience* 23:101123, 2020.

¹⁵⁴ Connelly JC, Leach DR. Tethering on the brink: the evolutionarily conserved Mre11-Rad50 complex. *Trends Biochem Sci.* 27:410-418, 2002.

¹⁵⁵ Demuth I, Krebs SK, Dutrannoy V et al. Yeast XRS2 and human NBN gene: Experimental evidence for homology using codon optimized cDNA. *PLoS One* 15;13(11):e0207315, 2018.

der Vererbung begründete¹⁵⁶. Es waren danach die Kreuzungsexperimente an der Taufliege *Drosophila*, die zum Nachweis der linearen Anordnung der Gene auf den Chromosomen und zur Erstellung von Genkarten führten. Aus medizinischer Sicht war klar, dass diese grundlegenden Ergebnisse auch für den Menschen gelten. Der *Drosophila* Genetiker Thomas Hunt Morgan erhielt daher 1933 als erster Biologe den Nobelpreis für Medizin.

Die Basenabfolge des Genoms ist zugleich die genetische Karte mit der höchsten Auflösung überhaupt. Dieser „Atlas“ der menschlichen Gene steht an Bedeutung dem 1543 erschienen Atlas der menschlichen Anatomie des holländischen Anatomen Andreas Vesalius (1514-1564) nicht nach, der eine neue Epoche der Anatomie, ja der Medizin insgesamt, einleitete (Abb. 2). Die Genkarte dient als generelles Ordnungsprinzip (molekulare Anatomie) und ist Ausdruck des evolutionären Geschehens (molekulare Archäologie^{20,157}).

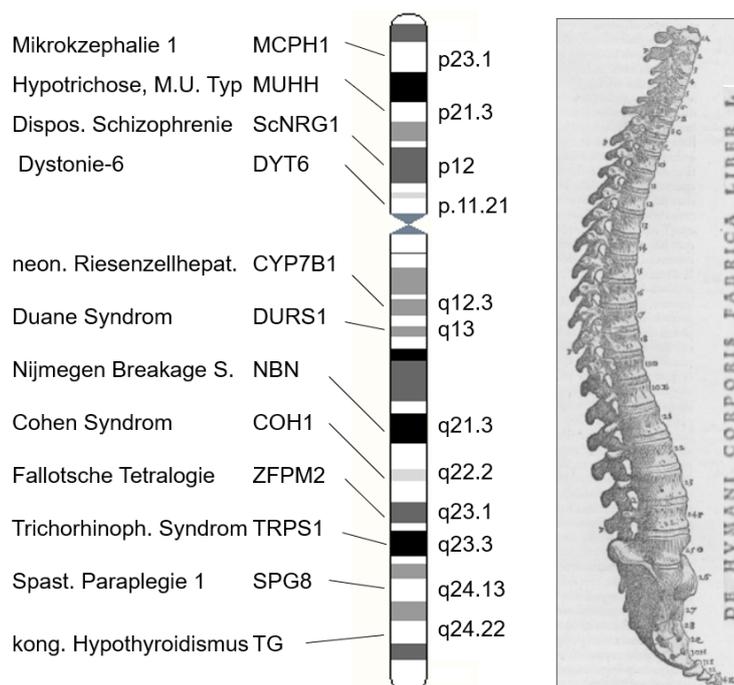


Abb. 2 links: Ausschnitt aus dem Genatlas für das menschliche Chromosom 8. Dieses weist insgesamt 927 Gene auf und 145.908.738 Basenpaare (www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/guide/human/).

Rechts: Darstellung der Wirbelsäule in dem Anatomieatlas „De humani corporis fabrica“ (1543) von Andreas Vesalius (1514 – 1564).

¹⁵⁶ Sperling K, Neitzel H. Zytogenetische Grundlagen der molekularen Medizin. In: Grundlagen der Molekularen Medizin. 2. Auflage (Ganten D, Ruckpaul K, Hrsg.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, S 54-88, 2003

¹⁵⁷ Bridger JM, Bickmore WA. Putting the genome on the map. TIG 14:403-409, 1998.

Die Genkarte vermittelt zugleich Einblick in die Regulation der Genaktivität. So sind in der Regel prokaryotische Gene, die aufeinanderfolgende Schritte eines Stoffwechselprozesses steuern, auch nacheinander angeordnet und werden durch ein vorgeschaltetes Operatorengen reguliert. Beim Menschen liegen derartige Gene in der Regel auf unterschiedlichen Chromosomen bzw. chromosomalen Abschnitten und werden individuell gesteuert. Nahe verwandte Gene hingegen sind oftmals als Cluster angeordnet, wie z.B. die 8 Gene der Homöobox (Hox)-Genfamilie bei *Drosophila*. Ihre chromosomale Reihenfolge entspricht zugleich der Reihenfolge der von ihnen gesteuerten Körperabschnitte sowie der Abfolge ihrer Aktivierung. Beim Menschen finden sich vier derartige Gencluster auf den Chromosomen 2, 7, 12 und 17. Sie werden als ein Beleg dafür angesehen, dass es in der Evolution der Vertebraten zwei komplette Genomduplikationen gegeben hat (Abb. 3). Bei Vertebraten steuern diese Gene u.a. die Ausbildung der Wirbelsegmente und Rippen. Wer hätte es vor diesem molekularen Nachweis für möglich gehalten, dass es derartige Übereinstimmungen in der Steuerung der Embryogenese von Insekten und Mensch gibt? Mutationen in dem *Drosophila* Hox-Gen *Antennapedia* (*Antp*, Abb. 3) führen dazu, dass anstelle der beiden Fühler ein Beinpaar am Kopf auftritt. Das Gleiche kann auch durch Einfügen und Überexpression des homologen Mausgens *Hoxb6* erzielt werden¹⁵⁸. Dies ist ein Paradebeispiel für die evolutio-*nären Entwicklungsbiologie (englisch: *evolutionary developmental biology* „Evo-Devo“).

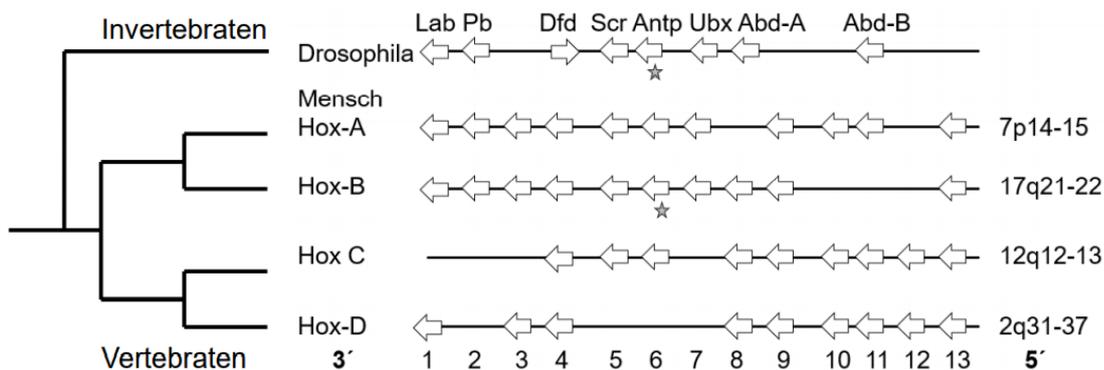


Abb. 3 Schematische Darstellung der *Hox*-Gene von *Drosophila* (Invertebrat) und Mensch (Vertebrat). Vor 400 bis 500 Mio Jahren hat es danach zwei Verdoppelungen des Genoms gegeben, sodass der Mensch vier homöotische Genkomplexe aufweist, die auf den Chromosomen 2, 7, 12 und 17 gelegen sind (Maus: 2, 6, 11, 15). Eine Mutation im *Antp*-Gen von *Drosophila* führt dazu, dass anstelle der Antennen am Kopf ein Beinpaar ausgebildet wird. Dies kann auch durch Einfügen des *Hoxb6* Gens der Maus (s.*) erreicht werden (nach¹⁵⁹).

¹⁵⁸ Malicki J, Bogarad LD, Martin MM et al. Functional analysis of the mouse homeobox gene *HoxB9* in *Drosophila* development. *Mech Dev.* 42:139-50, 1993.

¹⁵⁹ Grier DG, Thompson A, Kwasniewska A et al. The pathophysiology of HOX genes and their role in cancer. *The Journal of Pathology* 205: 154-171, 2005.

Mutationen in den Homöobox-Genen haben auch zu bemerkenswerten Einsichten in die Entstehung von Fehlbildungen beim Menschen geführt¹⁶⁰. So geht die Mesomele Dysplasie Typ Kantaputra, die u.a. durch eine symmetrische Verkürzung der Mittelsegment/e der Gliedmaßen gekennzeichnet ist, offensichtlich bei Mensch und Maus (Mutante „ulnaless“) auf eine Deregulation der HOXD Genexpression zurück¹⁶¹. Durch die Analyse der dreidimensionalen Anordnung der Gene im Zellkern aus evolutionärer Sicht konnten zudem am Beispiel seltener Entwicklungsstörungen regulatorische Domänen als grundlegende Einheiten zur Steuerung der Genaktivität nachgewiesen werden^{162,163}.

Generell beruht die Ontogenese der Wirbeltiere auf der Musterbildung sog. Entwicklungsfelder, bei denen es sich „um die fundamentalen Einheiten der Entwicklung und der Evolution“ handelt¹⁶⁴. Daran beteiligte Genfamilien finden sich bereits bei Invertebraten. Allgemein gilt, dass angeborene Fehlbildungen sog. Entwicklungsfelddefekte darstellen. Sie haben daher auch eine evolutionäre Entsprechung. In einigen Fällen handelt es sich um die Persistenz eines Embryonalstadiums, wie Neuralrohrdefekte (Spina bifida), das Vorhandensein eines Schwanzes oder Schwimmhäute zwischen den Fingern. Andere dieser Fehlbildungen betreffen Strukturen, die aus evolutionärer Sicht noch relativ neu und damit fehleranfälliger sind. So ist z.B. bei den meisten Reptilien, also unseren evolutionären Vorfahren, eine einfache Gaumenspalte normal, ebenso wie zwei unvollständig getrennte Herzkammern. Beim Menschen aber zählen Gaumenspalten und Ventrikelseptumdefekte zu den häufigsten Fehlbildungen. Bei den meisten Reptilien wird das Geschlecht zudem modifikatorisch durch die Temperatur bestimmt, der die Embryonen ausgesetzt sind. Sie weisen daher alle Erbanlagen zur Ausbildung des männlichen und weiblichen Geschlechts auf (allgemein bisexuelle Potenz). Dies gilt auch für den Menschen, nur dass hier die Geschlechtsbestimmung genetisch erfolgt. Das Vorhandensein des *SRY*-Gens führt zur Entwicklung in männliche Richtung, fehlt dieses Gen oder weist eine relevante Punktmutation auf, geht die Entwicklung in weibliche Richtung¹⁶⁵. Überraschend ist, dass weibliche Maulwürfe (*Talpa occidentalis*) Ovotestes und entsprechend hohe Testosteronwerte aufweisen. Dies geht mit erhöhter Muskelkraft einher, was unter deren Lebensbedingungen offensichtlich von Vorteil ist. Ursächlich hierfür waren chromosomale Umbauten in der Evolution, deren regulatorische Wirkung im Mausexperiment verifiziert wurde¹⁶⁶.

¹⁶⁰ Goodman FR. Limb malformations and the human HOX genes. *Am J Med Genet.* 112:256-265, 2002.

¹⁶¹ Kantaputra PN, Klopocki E, Hennig BP et al. Mesomelic dysplasia Kantaputra type is associated with duplications of the HOXD locus on chromosome 2q. *Eur J Hum Genet.* 18:1310-1314, 2010.

¹⁶² Spielmann M, Brancati F, Krawitz PM et al. Homeotic arm-to-leg transformation associated with genomic rearrangements at the PITX1 locus. *Am J Hum Genet.* 91: 629-635, 2012.

¹⁶³ Spielmann M, Lupiáñez DG, Mundlos S. Structural variation in the 3D genome. *Nat Rev Genet.* 19:453-467, 2018.

¹⁶⁴ Opitz JM, Rauch A. Von der befruchteten Eizelle zum Menschen: genetische Defekte als Schlüssel zum Verständnis der menschlichen Ontogenese. In: *Unsere Welten der Information – Gene, Neurone, Qubits & Co.* (Ganten D, Hrsg.). Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsges. 1999; S. 237-254.

¹⁶⁵ Sperling K. Geschlechtsbestimmung,-differenzierung und Intersexualität beim Menschen (aus evolutionärer Sicht). IN: *Jahrbuch 2015/2016 der Berliner Wissenschaftlichen Gesellschaft* (Heger H, Hrsg.). Vlg Peter Lange, 2018; S. 51-74.

¹⁶⁶ Real F, Haas SA, Franchini P et al. The mole genome reveals regulatory rearrangements associated with adaptive intersexuality. *Science* 370: 208-214, 2020.

Die Embryonalentwicklung ist aber kein genetisch vorgegebener, sondern ein epigenetischer Prozess, der auf dem Wechselspiel vieler tausend Erbanlagen mit exo- und endogenen Umweltfaktoren beruht und auch den Zufall miteinschließt, worauf immer wieder hingewiesen wurde^{167,168,169}. Eine Besonderheit stellt dabei das elternspezifische Imprinting von mehr als 200 Genen dar, wobei das Gen eines Elternteils inaktiviert ist und nur das Gen des anderen Elternteils aktiv ist. Der am besten analysierte Mechanismus hierfür ist die DNA-Methylierung. Das Imprinting erfordert eine evolutionsbiologische Erklärung, da es der allgemeinen Annahme widerspricht, dass die Aktivität beider elterlichen Gene einen evolutiven Vorteil bedeutet. Die dem Imprinting unterliegenden Gene beim Säuger sind bevorzugt in der Plazenta und dem Fetus aktiv. Nach der sog. genetischen Konflikthypothese hinsichtlich der elterlichen Interessen wird angenommen, dass die betreffenden väterlichen Gene die Embryogenese ohne Rücksicht auf die mütterlichen Ressourcen steigern, während die mütterlich exprimierten Gene dem entgegenwirken^{170,171}. Die medizinischen Konsequenzen fehlerhaften Imprintings hängen deshalb davon ab, von welchem Elternteil das veränderte Gen stammt^{172,173,174}. Zugleich aber gilt, dass die genetische Information nur über die Keimzellen weitergegeben wird. Daher können Eigenschaften, die während des individuellen Lebens erworben wurden, nicht vererbt werden. Damit steht jedoch nicht im Widerspruch, dass bestimmte epigenetische Veränderungen sehr wohl an die Nachkommen weitergegeben werden¹⁷⁵.

Evolutionäre Medizin und Evolution des Menschen.

Vor 50 Jahren besagte die Lehrmeinung, dass die Menschenaffen, Schimpanse, Gorilla und Orang Utan der Familie Pongidae angehören und der Mensch der einzige rezente Vertreter der Familie Hominidae ist. Die Menschenaffen weisen 48 Chromosomen auf, der Mensch im diploiden Satz 46 Chromosomen. Dann zeigte sich, dass auf Protein- und DNA-Niveau der Schimpanse mehr Übereinstimmung mit dem Menschen als dem Gorilla aufweist. Es kommt daher zu dem Paradoxon,

¹⁶⁷ Horsthemke B. Was ist Epigenetik? *Medgen* 17: 251-253, 2005.

¹⁶⁸ Hortshemke B. The inheritance of epigenetic defects. *Medgen* 29:1-7, 2017.

¹⁶⁹ Feinberg AP, Irizarry RA. Evolution in health and medicine Sackler colloquium: Stochastic epigenetic variation as a driving force of development, evolutionary adaptation, and disease. *Proc Natl Acad Sci U S A*.107 Suppl 1:1757-1764, 2010.

¹⁷⁰ Haig D. Transfers and transitions: parent-offspring conflict, genomic imprinting, and the evolution of human life history. *Proc Natl Acad Sci U S A*.107 Suppl 1:1731-1735, 2010.

¹⁷¹ Kaneko-Ishino T, Ishino F. Evolution of viviparity in mammals: what genomic imprinting tells us about mammalian placental evolution. *Reprod Fertil Dev*. 31:1219-1227, 2019

¹⁷² Walter J, Paulsen M. **Genomic Imprinting – Evolution eines neuen Konzepts der Genregulation bei Säugetieren.** *Medgen* 17: 270-274, 2005.

¹⁷³ Haaf T. **Epigenetische Genomreprogrammierung im frühen Säugerembryo: Mechanismen und Pathologie.** *medgen* 17: 275-279, 2005.

¹⁷⁴ Lacal I, Ventura R. Epigenetic Inheritance: Concepts, Mechanisms and Perspectives. *Frontiers in Molecular Neuroscience* 11: Article 292, 2018.

¹⁷⁵ Haaf, T. Imprintingstörungen in der Reproduktionsmedizin. *medgen* 22: 424–428, 2010.

dass die phänotypischen Unterschiede zwischen Mensch und Schimpanse eine Zuordnung zu verschiedenen Familien rechtfertigten, während die genetischen Unterschiede nicht größer als die zwischen Arten einer Gattung sind. Etwas vereinfacht gilt als Erklärung hierfür, dass die genetischen Unterschiede nicht die hoch konservierten Haushaltsgene betreffen, sondern überwiegend regulatorischen Elemente, die die Entwicklungsabläufe steuern (Neotenie-Hypothese⁵).

Überraschend war auch, dass die genetischen Unterschiede innerhalb einzelner Ethnien größer als die Unterschiede zwischen ihnen sind und zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen in Afrika größer als z.B. zwischen Europäern und Asiaten¹⁷⁶. Die Erklärung hierfür ist, dass der Ursprung der heutigen Menschen in Afrika liegt und die Auswanderung erst vor weniger als 100.000 Jahren erfolgte.

Danach kam es u.a. zu einer sexuellen Verbindung des Homo sapiens sapiens mit dem Neandertaler (Homo sapiens neanderthalensis), dessen Gene, die bevorzugt Haut und Haar betreffen, sich bei Eurasiern aber nicht Afrikanern nachweisen lassen und eine Anpassung an die kälteren klimatischen Bedingungen begünstigt haben dürften.

Gesichert ist auch, dass der Neandertaler bereits wie der Homo sapiens 46 Chromosomen aufwies. Die Reduktion der Chromosomenzahl von 48 bei den Menschenaffen zu 46 beim Menschen beruht auf der Fusion zweier akrozentrischer Chromosomen zu dem Chromosom 2 des Menschen. Die Fusionsstelle ist dadurch gekennzeichnet, dass hier die sog. Telomerrepeats in umgekehrter Anordnung aufeinander folgen (Abb. 4). Diese Anordnung kommt nur einmal im Genom vor und findet sich auch beim Neandertaler und Denisova Menschen⁴⁹.

Mit der Auswanderung aus Afrika änderten sich auch die Umweltbedingungen, woraus sich heute weitreichende medizinische Konsequenzen ergeben, worauf hier kurz hingewiesen werden soll.

¹⁷⁶ Owens K, King MC. Genomic views of human history. Science 286:451-453, 1999.

eher unter einem Mangel an Vitamin D zu leiden, der das Risiko für bestimmte Krebsarten (Brust, Prostata, Dickdarm) erhöht¹⁸⁰ und außerdem zu mangelhafter Knochenbildung (bis hin zu Rachitis) führen, aber auch das Immunsystem (mit einem erhöhten Risiko für Autoimmunkrankheiten) und die Zellproliferation beeinträchtigen kann. Tatsächlich wirkt Vitamin D eher wie ein Hormon und beeinflusst die Aktivität von mehr als 200 Genen¹⁸¹.

Hier soll nur noch darauf hingewiesen werden, dass als Folge der neolithischen Revolution und der Sesshaftigkeit die Infektionskrankheiten als stärkste Selektionsfaktoren gewirkt und ihren Niederschlag im Erbgut gefunden haben, hinzu kamen Veränderungen in Anpassung an die neuen Ernährungsbedingungen^{10,11}. So muss man immer bedenken, dass der Mensch die weitaus längste Zeit seiner Stammesgeschichte nomadisch als Jäger und Sammler lebte und seine genetische Ausstattung daher auch primär diesen Lebensumständen angepasst ist. Damals gab es kein Überangebot an Nahrung, keinen Bewegungsmangel und keine Computerspiele. Evolutionär sind wir nur eingeschränkt an die globalisierte Welt angepasst, was auch die Zunahme psychischer Störungen (mit) erklären könnte.

Die weltweit unterschiedliche Verteilung der Blutgruppen hängt auch damit zusammen, dass ihre Träger widerstandsfähiger gegenüber bestimmten Infektionskrankheiten waren. Unter den heutigen Lebensbedingungen bei uns scheint die Blutgruppe 0 einen kleinen Vorteil zu bieten^{182,183}.

Der häufigste Enzym“defekt“ betrifft Mutationen der X-gebundenen Glukose-6-Phosphat Dehydrogenase (G6PD). Die G6PD Defizienz ist in Gebieten mit Malaria weit verbreitet und betrifft ~400 Millionen Personen weltweit¹⁸⁴. Ebenso wie die Träger des Gens für Sichelzellanämie weisen die Personen mit G6PD Defizienz offensichtlich einen Vorteil gegenüber der Malaria auf. Sie sind ansonsten gesund, entwickeln jedoch nach Einnahme bestimmter Medikamente (Antimalaria Mittel, Sulfonamide, ASS/Aspirin, Nitrofurantoin, Quinidine, Purin Glycoside) eine Hämolyse.

Dieses ist nur ein Beispiel für die individuell unterschiedliche Reaktion auf die Einnahme von Medikamenten. So wird derzeit (Stand September 2020) für 72 Wirkstoffe eine genetische Diagnostik vor der Behandlung verlangt und für weitere 9 Wirkstoffe empfohlen (www.vfa.de/personalisiert). Derartige pharmakogenetische Reaktionen können auch deutliche ethnische Unterschiede zeigen, z. B. in Abhängigkeit von der Zahl der Gene. Das bekannteste Beispiel dafür ist die Cytochrom-P450-abhängige Monooxygenase, CYP2D6, die bei der Verstoffwechslung von nahezu 25% der gebräuchlichsten Arzneistoffe beteiligt ist. Dabei wird zwischen langsamen, schnellen und sehr schnellen Metabolisierern unterschieden. In Deutschland

¹⁸⁰ Parra EJ. Human pigmentation variation: Evolution, genetic basis, and implications for public health. *Am J Phys Anthropol* 134: 85-105, 2007.

¹⁸¹ Balk SJ. Ultraviolet radiation: a hazard to children and adolescents. *Pediatrics* 127: e791-817, 2011.

¹⁸² Jörgensen G. ABO-Blutgruppen bei über 75jährigen Ärzten. Ein weiterer Beitrag zur Hypothese der „little-more-fitness“ der Blutgruppe 0. *Munch Med Wochenschr* 116: 649-652, 1974.

¹⁸³ Jörgensen G. ABO-Blutgruppen und Lebenserwartung, *Dtsch Med Wochenschr* 105: 103-106, 1980.

¹⁸⁴ Howes RE, Piel FB, Patil AP et al. G6PD deficiency prevalence and estimates of affected populations in malaria endemic countries: a geostatistical model-based map. *PLoS Med* 9:e1001339, 2012.

finden sich ca. 3% sehr schnelle Metabolisierer, im Mittelmeerraum und in Teilen Afrikas 10 bis 20%¹⁸⁵.

Generell gilt hierbei, dass so, wie sich die Menschen aufgrund ihrer Erbanlagen äußerlich unterscheiden, sie auch verschieden im Hinblick auf ihre normalen physiologischen Eigenschaften sind. In vielen Fällen dürfte diese genetisch bedingte Variabilität Ausdruck einer früheren Anpassung an bestimmte Umweltbedingungen sein. Dies ist auch eine Erklärung, dass die genomweiten Assoziationsstudien an tausenden Probanden mit komplexen Krankheiten des höheren Alters (sog. Volkskrankheiten) regelmäßig eine große Anzahl disponierender Loci mit jeweils geringem Effekt fanden. Auch heute noch gilt die Feststellung aus dem Jahr 2010: „Die meisten der häufig auftretenden Erkrankungen entstehen durch ein komplexes Zusammenwirken von genetischen Faktoren und äußeren Einflüssen... Die wissenschaftlichen Voraussetzungen für eine valide prädiktive genetische Diagnostik sind gegenwärtig nicht erfüllt“¹⁷. Erst recht trifft diese Aussage auf normale quantitative Merkmale wie die Körpergröße zu. So wurden in einer großen internationalen Studie an mehr als 250.000 Individuen etwa 700 Varianten gefunden, die jedoch nur einen kleinen Teil der genetisch bedingten Varianz erklären konnten¹⁸⁶. Es war ein Zeitgenosse Mendels, Sir Francis Galton, der Vetter Darwins, der u.a. die mathematische Bearbeitung dieser quantitativen Merkmale begründet hat. Heute hat diese Richtung wieder an Aktualität gewonnen¹⁸⁷, gerade auch hinsichtlich der präventiven Medizin.

Eine der wohl bemerkenswertesten Folgerungen dieser evolutionären Sichtweise ist, dass es sich bei der genetisch begründeten Existenz unterschiedlicher menschlicher Rassen um einen Fehlschluss mit tragischen Konsequenzen handelt. So wurde der Rassismus durch natürlich gegebene Unterschiede begründet, moralisch gerechtfertigt und hat über Rassenhygiene/Eugenik auch Eingang in die Medizin gefunden. Anlässlich des 100. Todestages des „deutschen Darwins“ Ernst Haeckel wurde 2019 eine Jenaer Erklärung verfasst, in der es heißt „Das Konzept der Rasse ist das Ergebnis von Rassismus und nicht dessen Voraussetzung... Der Rassismus unter den Menschen besteht jedoch weiter. Rassenforschung, Rassenkunde und Rassenhygiene bzw. Eugenik im 20. Jahrhundert als scheinbar wissenschaftliche Disziplinen waren dabei nur einige Auswüchse rassistischen Denkens und Handelns“¹⁸⁸. Gerade auch vor dem Hintergrund der aktuellen Auseinandersetzungen in den USA haben Cooper und Rotimi¹⁸⁹ hierzu festgestellt „This vast array of genomic data confirms what should in fact have long since been uncontroversial: as a species, we are all Africans in diaspora. ... It is indeed a testament to the depth of Euro-centric racism that “hard data” were required to establish

¹⁸⁵ Kirchheiner J. Arzneitherapieempfehlungen auf pharmakogenetischer Basis. Habilitationsschrift. Charité 2003; <https://core.ac.uk/download/pdf/127604127>.

¹⁸⁶ Wood AR, Esko T, Yang J et al. Defining the role of common variation in the genomic and biological architecture of adult human height. *Nat Genet* 46:1173-1186, 2014.

¹⁸⁷ Tautz D, Reeves RG, & Pallares LF. New experimental support for long standing concepts of polygenic genetics implies that the Mendelian genetic paradigm needs to be revised. In: *The New (Old) Genetics* (Wittinghofer A, Jäckle, H Hrsg). Halle, NAL-live 2020.1, v1.0.

¹⁸⁸ Jenaer Erklärung. Friedrich Schiller Universität Jena, 2019; https://www.uni-jena.de/190910_JenaerErklaerung

¹⁸⁹ Cooper RS, Rotimi CN. The Practice of Anti-racist Science Requires an International Perspective. *Am J Hum Genet* 107:793-796, 2020.

as irrefutable the truth that human demographic history is the exodus from Africa, and that “races,” as discrete genetic categories, cannot be delineated”. Diese Einsicht zu vermitteln ist Aufgabe und Pflicht der universitären Lehre.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Evolutionären Medizin ist die Erkenntnis, dass unsere Entwicklungsgeschichte primär nicht auf ein langes Leben ausgerichtet war, sondern auf reproduktive Fitness¹⁹⁰. So besagt das Konzept der antagonistischen Pleiotropie¹⁹¹, dass es bestimmte Genvarianten geben wird, die im jugendlichen Alter, d.h. der reproduktiven Phase, vorteilhaft sind und weitergegeben werden. Im höheren Alter wirken diese sich dann aber negativ aus, nur unterliegen sie dann nicht mehr der darwinschen Selektion. Ein Beispiel dafür könnte eine Mutation im Faktor V Gen der Blutgerinnung sein, die sich bei ~5% der kaukasischen Bevölkerung findet und die das Thromboserisiko bei älteren Menschen erhöht. Als Erklärung für die erhöhte Häufigkeit wird angenommen, dass im jugendlichen Alter eine raschere Blutgerinnung nach Verletzungen und dem Geburtsvorgang von Vorteil ist, jedoch mit einem Nachteil (Thrombosebildung) in höherem Alter einhergeht¹⁹². Es gibt experimentelle Belege und Untersuchungen an Modellorganismen, die die Theorie der antagonistischen Pleiotropie stützen, ebenso eine Reihe von Beobachtungen am Menschen, bei denen es sich jedoch überwiegend um Korrelationen und keine direkten kausalen Beweise handelt. Insgesamt dürfte die antagonistische Pleiotropie den wichtigsten evolutionären Mechanismus darstellen, um das Altern von Organismen und ihren natürlichen Tod zu erklären^{193,194,195,196,197,198,199}.

Bei den meisten Tieren ist die durchschnittliche Lebenserwartung mit dem Ende der Fortpflanzungsfähigkeit erreicht. Eine der wenigen Ausnahmen ist der Mensch. Die Lebenserwartung der Frauen reicht weit über die Menopause hinaus. Als eine Erklärung wird der Großmutter-Effekt angenommen. Als Folge der enormen Zunahme des Gehirns sind menschliche Neugeborene nicht nur hilfsbedürftiger als die aller anderen Säugetiere, sondern der Geburtsvorgang für die Mutter auch besonders riskant. Die Großmutter kann sie unterstützen und im Falle des Todes sogar an die Stelle

¹⁹⁰ Jasienska G, Bribiescas RG, Furberg AS et al. Human reproduction and health: an evolutionary perspective. *The Lancet* 390: 510-520, 2017.

¹⁹¹ Williams GC. Pleiotropy, Natural Selection, and the Evolution of Senescence. *Evolution* 11: 398-411, 1957.

¹⁹² Kujovich, J. Factor V Leiden thrombophilia. *Genet Med* 13: 1–16, 2011.

¹⁹³ Austad SN, Hoffman JM. Is antagonistic pleiotropy ubiquitous in aging biology? *Evolution, Medicine, and Public Health* 2018: 287-294.

¹⁹⁴ Barbi E, Lagona F, Marsili M et al. W. The plateau of human mortality: Demography of longevity pioneers. *Science* 360:1459-1461, 2018.

¹⁹⁵ Barbi E, Lagona F, Marsili M et al. Response to Comment on “The plateau of human mortality: Demography of longevity pioneers. *Science* 362: eaav3229, 2018.

¹⁹⁶ Beltrán-Sánchez H, Austad SN, Finch CE. Comment on “The plateau of human mortality: Demography of longevity pioneers. *Science* 361: eaav1200, 2018.

¹⁹⁷ Burger O, Baudisch A, Vaupel JW. Human mortality improvement in evolutionary context. *Proc Nat Acad Sciences USA* 109:18210-18214, 2012.

¹⁹⁸ Byars SG, Voskarides K. Genes that improved fitness also cost modern humans: evidence for genes with antagonistic effects on longevity and disease. *Evolution, Medicine, and Public Health* 2019: 4-6.

¹⁹⁹ Dong X, Milholland B, Vijg J. Evidence for a limit to human lifespan. *Nature* 538: 257-259, 2016

der Kindsmutter treten. Hinweise auf diesen Großmuttereffekt haben sich in ursprünglichen (prä-modernen) Bevölkerungen in Finnland und Kanada gefunden^{200,201}.

Evolutionäre Medizin am Beispiel monogen bedingter Krankheiten

Die Identifizierung von Genen mit Krankheitswert ist ein zentrales Anliegen der Humangenetik. Hier soll an zwei Beispielen, die maßgeblich auf Arbeiten der eigenen Arbeitsgruppe basieren, die damit verbundene evolutionäre Sichtweise veranschaulicht werden.

***LBR* Gen**

Die Zellkerne der Granulozyten fast sämtlicher Wirbeltiere sind im Gegensatz zu nahezu allen anderen Zellkernen segmentiert und dadurch besonders flexibel. Im Falle einer Infektion können sie so zwischen den endothelialen Zellen der Blutgefäße an den Infektionsort gelangen. Die Granulozyten der meisten Wirbellosen haben hingegen ovoide Zellkerne. Dies zeichnet auch Individuen mit homozygoten Mutationen im *LBR* (Lamin B Rezeptor) Gen aus²⁰², bei denen also beide elterlichen *LBR* Gene eine Mutation aufweisen. Homozygote *LBR* Nullmutationen, bei denen praktisch kein funktionstüchtiges Protein mehr gebildet wird, wirken sich letal aus^{203,204}, ganz entsprechend wie derartige Mutationen in dem homologen Mausgen²⁰⁵.

²⁰⁰ Hawkes K. The grandmother effect. *Nature* 428: 128-129, 2004

²⁰¹ Lahdenperä M, Lummaa V, Helle S et al. Fitness benefits of prolonged post-reproductive lifespan in women. *Nature* 428: 178-181, 2004.

²⁰² Hoffmann K, Dreger CK, Olins DE, Olins AL et al. Mutations in the gene encoding the lamin B receptor produce an altered nuclear morphology in granulocytes (Pelger-Huët anomaly). *Nat. Genet* 31: 410-414, 2002.

²⁰³ Waterham HR, Koster J, Mooyer P et al. Autosomal recessive HEM/Greenberg skeletal dysplasia is caused by 3 beta-hydroxysterol delta 14-reductase deficiency due to mutations in the lamin B receptor gene. *Am. J. Hum. Genet* 72: 1013-1017, 2003.

²⁰⁴ Clayton P, Fischer B, Mann A et al. Mutations causing Greenberg dysplasia but not Pelger anomaly uncouple enzymatic from structural functions of a nuclear membrane protein. *Nucleus* 1:354-366, 2010.

²⁰⁵ Shultz LD, Lyons BL, Burzenski LM et al. Mutations at the mouse ichthyosis locus are within the lamin B receptor gene: a single gene model for human Pelger-Huët anomaly. *Hum. Mol. Genet* 12: 61-69, 2003

Erst diese evolutionäre Sichtweise führte zu der Erkenntnis, dass LBR nicht nur ein Strukturprotein mit Einfluss auf die Kernmorphologie ist, sondern auch ein Enzym des Cholesterin-Stoffwechsels, dessen vollständiger Ausfall sich letal auswirkt (Greenberg Dysplasie) und klinisch Übereinstimmung zu anderen Defekten der Cholesterolbiosynthese zeigt, wie dem Smith-Lemli-Opitz Syndrom. Die in Abb. 5 gezeigte Basensubstitution R583Q betrifft die Aminosäure Arginin, die hoch konserviert ist und zum Ausfall der enzymatischen Funktion führt, jedoch nicht der als Strukturprotein. Im Hefeexperiment konnte dieses mutierte Allel die Sterolreduktase Aktivität einer Hefe *ERG24* Mutante nicht korrigieren, im Gegensatz zu dem menschlichen *LBR* wildtyp Allel⁷⁶. Homozygotie für die Intronmutation IVS12-5-10del führt zu einem „milden“ Phänotyp, die Granulozyten hingegen weisen runde Zellkerne auf⁷⁴. In diesem Fall hat sich die Mutation primär auf das LBR als Strukturprotein, nicht als Enzym ausgewirkt. Wer hätte es noch vor kurzer Zeit für möglich gehalten, dass Untersuchungen an einem Hefegen zu grundsätzlichen Einsichten in die Funktion eines menschlichen Gens führen können?

***NBN* Gen**

Es wurde bereits erwähnt, dass das Hefe *XRS2* Gen offensichtlich homolog zu dem *NBN* Gen des Menschen ist, das dem Nijmegen Breakage Syndrom zugrunde liegt. Die Identifizierung des *NBN* Gens beruhte auf der sog. Kopplungsanalyse mit molekularen Markern, die angesichts ihrer Variabilität auch für das DNA-Fingerprinting in der forensischen Medizin eingesetzt werden. Dabei ergab sich ein überraschender Befund für einen Marker auf Chromosom 8 (D8S1811). Nahezu sämtliche Chromosomen mit dem mutierten Gen wiesen die gleiche Variante dieses einen Markers auf, die sich nur einmal bei 35 Kontrollchromosomen fand (Abb. 6)²⁰⁹. Die Antwort aus evolutionsbiologischer Sicht lag nahe: Das gesuchte Gen liegt in der Nähe des Markers auf Chromosom 8 und die Betroffenen sind weitläufig verwandt und weisen alle die gleiche Mutation auf. Dies bestätigte sich nach Identifizierung des Gens. Es handelt sich um eine Deletion von 5 Basenpaaren, c.657del5²¹⁰. Tatsächlich kamen die meisten Familien aus Osteuropa, Polen und der Tschechei, so dass es sich um eine slawische Gründermutation handelt.

Wann ist diese erstmals aufgetreten? Gestützt auf mehr als 180 Chromosomen mit der Gründermutation, wurde ein Bereich von 5,7 Mio Basenpaaren um das *NBN* Gen herum in den verschiedenen Bevölkerungsgruppen auf spezifische Varianten und ihre Entfernung von der Gründermutation hin analysiert. Mit einem speziellen Computerprogramm konnte so das Koppelungsungleichgewicht („linkage disequilibrium“) und das Alter der Mutation ermittelt werden (Abb. 6). Im vorliegenden Fall ergab sich z. B. für eine Generationsdauer von 20 Jahren und ein Bevölkerungswachstums von 1% bzw. 0,5% ein Alter der Mutation von ca. 5.300 bis 7.100 Jahren und betrifft damit die Ausbreitung der Slawen nach der letzten Eiszeit²¹¹.

Überraschend war zudem, dass in verschiedenen Bevölkerungsgruppen Osteuropas, auch bei den Sorben in der Oberlausitz, fast 1% der Bevölkerung Träger dieser Gründermutation ist (Abb. 6). Da

²⁰⁹ Saar K, Chrzanoska KH, Stumm M et al. The gene for the ataxia-telangiectasia variant, Nijmegen breakage syndrome, maps to a 1-cM interval on chromosome 8q21. *Am J Hum Genet* 60:605-10, 1997.

²¹⁰ Varon R, Vissinga C, Platzer M et al. Nibrin, a novel DNA double-strand break repair protein, is mutated in Nijmegen breakage syndrome. *Cell* 93: 467-476, 1998.

²¹¹ Seemanova E, Varon R, Vejvalka J et al. The Slavic *NBN* Founder Mutation: A Role for Reproductive Fitness? *PLoS One* 11:e0167984, 2016.

die homozygot Betroffenen keine Kinder haben, stellt sich aus evolutionsbiologischer Sicht die Frage, ob die große Häufigkeit der Gründermutation auf Zufall („genetic drift“) oder einem Selektionsvorteil („selective advantage“) beruht. Es zeigte sich, dass die weiblichen Heterozygoten, die klinisch unauffällig sind und nur ein verändertes *NBN* Gen aufweisen, signifikant mehr Kinder und etwas weniger Spontanaborte hatten als ihre Verwandten mit zwei wildtyp Allelen. Dies spricht für eine etwas höhere reproduktive „Fitness“ der weiblichen Genträgerinnen⁸³.

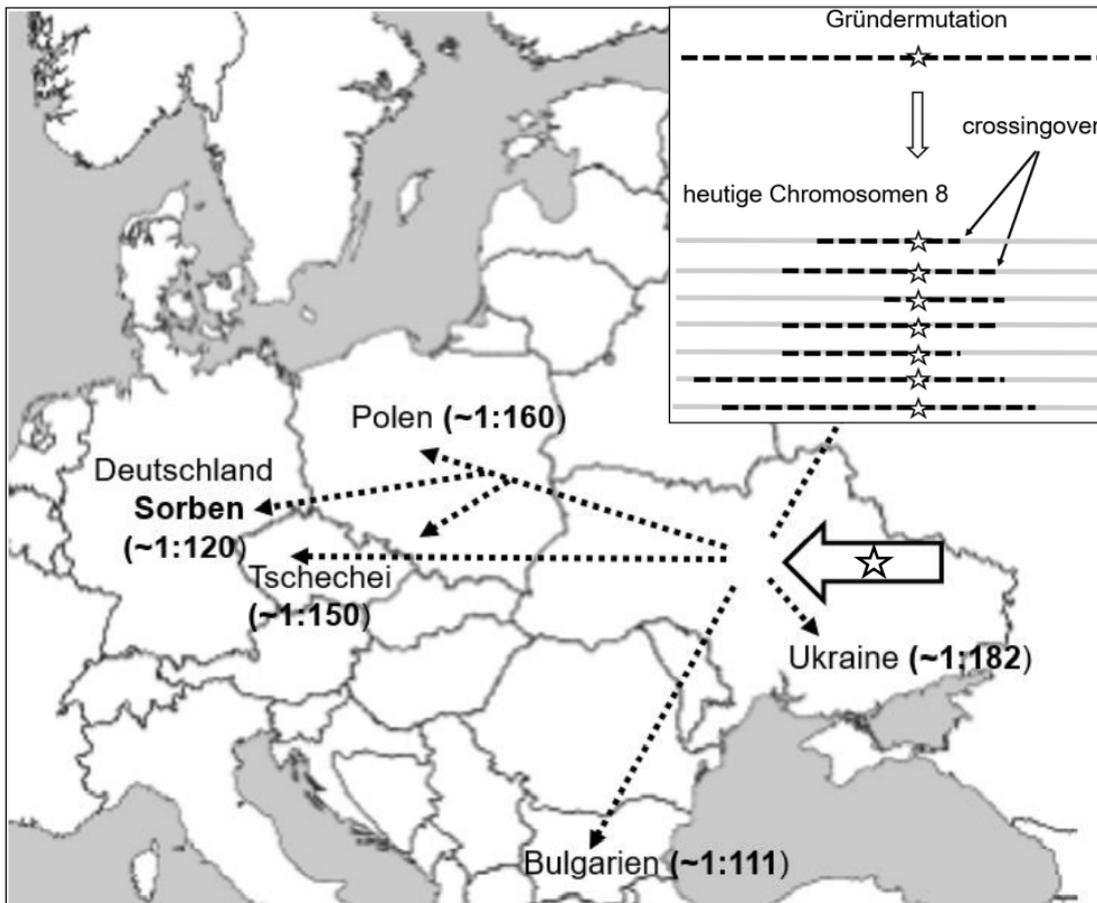


Abb. 6 Ausbreitung der slawischen Gründermutation im *NBN* Gen c.657del5 in Europa und Angabe der Häufigkeit heterozygoter Genträger in verschiedenen Bevölkerungsgruppen. Das Inset zeigt schematisch die Haplotypen einzelner Chromosomen mit der Gründermutation (☆) und den crossover Ereignissen als Grundlage für die Altersbestimmung (nach⁸³).

Im Rahmen einer großen epidemiologischen Untersuchung in Tschechien wurde auch der Frage nachgegangen, ob die Verwandten (Heterozygoten) mit nur einem mutierten *NBN* Gen auch ein erhöhtes Krebsrisiko aufweisen. Hierzu wurden alle persönlich nach einem standardisierten Protokoll befragt und ihnen erst danach Blut abgenommen, um den genetischen Status, heterozygot oder homozygot für das wildtyp Allel, zu bestimmen. Insgesamt wurden mehr als 240 Personen interviewt. Von 14 Familien konnten alle 56 Großeltern erfasst werden, je 28 waren heterozygot bzw. homozygot für das normale Allel. Die Altersverteilung zwischen beiden Gruppen war identisch,

ebenso die Umwelt, da die jeweiligen Großeltern zusammenwohnten. Von den Heterozygoten hatten 10 Krebs, aus der Kontrollgruppe nur einer²¹². Inzwischen ist an einer Vielzahl von Studien gezeigt worden, dass die Heterozygoten hinsichtlich verschiedener Tumore ein etwas erhöhtes Risiko aufweisen^{213,214}. Dies ist damit zugleich ein Beleg für die Auswirkung dieser genetischen Veränderung auf ein komplexes Merkmal (Tumordisposition) und ein Beispiel für die individualisierte (personalisierte) Medizin.

Es ist hier nicht der Platz, auf die große Zahl tierexperimenteller Untersuchungen einzugehen, in denen die Pathogenese von *NBN* Mutationen analysiert wurden. DSBs treten ja auch als normales zelluläres Geschehen auf, z. B. beim crossingover in der Meiose oder bei Umbauten der Immunglobulin- und T-Zell-Rezeptorgene. Im Prinzip stellt jedes Chromosomenende (Telomer) einen DSB dar. Tatsächlich haben unsere Untersuchungen und die vieler anderer Kolleginnen und Kollegen gezeigt, dass das *NBN* Gen in all diese Prozesse involviert ist²¹⁵. In einem Fall wurde an einem Mausmodell, das nur das menschliche *NBN* Gen mit der Gründermutation aufwies, ein erster Versuch einer somatischen Gentherapie unternommen²¹⁶.

Ergänzt werden soll hier noch, dass die DNA Reparatur nicht perfekt funktioniert. So konnte nach Sequenzierung des gesamten Genoms gesunder Eltern und Kinder gezeigt werden, dass pro Generation etwa 70–80 Basenaustausche als Neumutationen auftreten, die meisten davon paternalen Ursprungs. Mit jedem väterlichen Lebensjahr nimmt deren Zahl um 1–2 zu²¹⁷. Diese spontanen Mutationen können auch von erheblicher klinischer Relevanz sein. So weisen von 10.000 Neugeborenen 50 eine mentale Retardierung auf, von denen 30 auf einer Neumutation basieren und nur eine vererbt wurde, 19 Fälle waren ungeklärt²¹⁸. Kürzlich haben wir gezeigt, dass auch als Folge einer väterlichen Strahlenexposition die Rate sog. geclusteter Mutationen erhöht und klinisch von Bedeutung ist²¹⁹.

Möglich wurden diese diagnostischen Fortschritte dank des Humangenomprojektes und der damit einhergehenden Entwicklung der Technologie und Bioinformatik, aber auch infolge der drastischen Kostenreduktion für die Hochdurchsatzsequenzierung. Die Konsequenzen dürften zukünftig jeden

²¹² Seemanová E, Jarolim P, Seeman P et al. Cancer risk of heterozygotes with the *NBN* founder mutation. *J Natl Cancer Inst* 99:1875-1880, 2007.

²¹³ Demuth I, Digweed M. The clinical manifestation of a defective response to DNA double-strand breaks as exemplified by Nijmegen breakage syndrome. *Oncogene* 26: 7792–7798, 2007.

²¹⁴ Digweed M, Sperling K. DNA-Reparaturdefekte und Krebs. *Medgen* 19: 191–196, 2007.

²¹⁵ Sperling K. Das Humangenomprojekt und die Identifizierung von Krankheitsgenen: DNA-Reparaturdefekte als Modell. In: *Sitzungsberichte der Ges Naturforschender Freunde zu Berlin* (Sudhaus W, Hrsg). 52:55-87, 2016.

²¹⁶ Salewsky B, Hildebrand G, Rothe S et al. Alternative Splicing in Nijmegen Breakage Syndrome: Proof of principle concerning its therapeutical application. *Mol Ther* 24:117-124, 2016.

²¹⁷ Veltman JA, Brunner HG. De novo mutations in human genetic disease. *Nat Rev Genet* 13:565-575, 2012.

²¹⁸ Gilissen C, Hahir-Kwa JY, Thung DT et al. Genome sequencing identifies major causes of severe intellectual disability. *Nature* 511:344-347, 2014.

²¹⁹ Holtgrewe M, Knaus A, Hildebrand G et al. Multisite de novo mutations in human offspring after paternal exposure to ionizing radiation. *Sci Rep* 8:14611, 2018.

betreffen, nicht nur die Patienten mit den monogen bedingten Krankheiten. Die Information darüber muss im Medizinstudium vermittelt, die Diskussion darüber auch in der Öffentlichkeit geführt werden.

Ausblick

Die Bedeutung einer Theorie bemisst sich daran, wie sie ansonsten nebeneinander stehende Fakten zusammenführen und einheitlich verständlich machen kann. In dieser Hinsicht wird für die Biologie/Medizin die Evolutionstheorie von keiner anderen übertroffen, gefolgt von der Gen- und Zelltheorie. Diesem Aspekt kommt deshalb auch in der Lehre eine zentrale Bedeutung zu, geht es doch darum, Zusammenhänge aufzuzeigen. Die Evolutionäre Medizin ist eine Wissenschaft, die der Heil“kunst“ dient und Erkenntnisse ganz unterschiedlicher Fachgebiete umfasst.

Die Evolutionstheorie reicht in der Medizin aber weit über die hier genannten Beispiele hinaus. Der Sequenzvergleich über die Artgrenzen hinaus ergab auch Hinweise auf horizontalen Transfer von Genen in der jüngeren menschlichen Stammesgeschichte^{220,221}. Nicht erwähnt wurde bisher, dass die protein-kodierenden Gene weniger als 2% des menschlichen Genoms ausmachen, während etwa die Hälfte aus repetitiven Elementen besteht. Diese werden derzeit mit der Genomsequenzierung (Illumina-Technologie) nicht erfasst, hingegen mit der Nanoporen-Sequenzierung und ihren großen Leselängen. Wenn sich dieses als zuverlässiges, preiswertes „whole genome sequencing“ Verfahren durchsetzt, würde damit nicht nur aus diagnostischer, sondern auch aus evolutionsmedizinischer Sicht eine neue Ära eingeleitet. So haben bestimmte Retrotransposons wie die LINE-1, Alu und SVA Elemente vor etwa 80 Mio Jahren das Genom unserer Primatenvorfahren besiedelt und sich darin so vermehrt, dass sie jetzt ein Drittel unserer DNA ausmachen. Einige sind auch heute noch aktiv („jumping genes“) und können durch Insertion zu Keimbahnmutationen führen. Sie beeinflussen aber auch die Genexpression und die genomische Instabilität²²² und unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Verteilung auf den Chromosomen²²³. Etwa 8% des Genoms geht auf Retroviren zurück, gekennzeichnet durch ihre „long terminal repeats“, die vor etwa 25 Mio Jahren das Erbgut unserer Vorfahren besiedelt haben. Wenn diese Abschnitte in der Routinediagnostik miterfasst werden, dürften sich auch für die evolutionäre Medizin ganz neue Aspekte ergeben.

Mutabilität und Selektion sind auch die entscheidenden Evolutionsfaktoren der Cancerogenese und die Genomsequenzierung heute die entscheidende diagnostische Grundlage für eine gezielte Therapie. Diese basiert daher auf der Ursache, nicht nur auf der Behandlung der Symptome. Symptome wie Schmerzen und Fieber, Angst und Depressionen, Appetitlosigkeit und Müdigkeit

²²⁰ Crisp A, Boschetti C, Perry M et al. Expression of multiple horizontally acquired genes is a hallmark of both vertebrate and invertebrate genomes. *Genome Biol* 16:50, 2015.

²²¹ Huang W, Tsai L, Li Y et al. Widespread of horizontal gene transfer in the human genome. *BMC Genomics* 18:274, 2017.

²²² Cordaux R, Batzer MA. The impact of retrotransposons on human genome evolution. *Nat Rev Genet* 10:691-703, 2009.

²²³ Holmquist GP. Chromosome bands, their chromatin flavors, and their functional features. *Am J Hum Genet* 51:17-37, 1992.

haben auch eine evolutionäre Grundlage als Schutzmechanismen, Fieber z. B., um die Vermehrung von Bakterien einzuschränken. So anfällig unser Körper einerseits für Krankheiten ist, so überraschend widerstandsfähig und anpassungsfähig ist er aber gleichzeitig²²⁴.

Als Folge der neolithischen Revolution, verbunden mit Sesshaftigkeit, Ackerbau und Viehzucht, vor ca. 10.000 Jahren haben die Infektionskrankheiten zugenommen und als starke Selektionsfaktoren gewirkt, was seinen Niederschlag im Erbgut gefunden hat (s.o. G6PD Defizienz, Sichelzellanämie). Heute liefert uns die Infektiologie regelmäßig Beispiele für selbst-erlebte evolutionäre Medizin. Die Corona-Pandemie steht exemplarisch dafür. Sogar die Bundeskanzlerin hat sich am 29. Oktober 2020 in ihrer Regierungserklärung aus „evolutionärer Sicht“ dazu geäußert. Um die medizinischen Maßnahmen besser zu verdeutlichen, zitierte sie die Wissenschaftsjournalistin Mai Thi Nguyen-Kim. Es geht dabei um ein „Hineinversetzen in das Virus.“ Wenn es denken könnte, würde es die Menschen mit ihren sozialen Kontakten, dem Reisen und Feiern immer als perfekten Wirt sehen. „Nein Virus, hast Du denn gar nicht aus der Evolution des Menschen gelernt? Da haben wir mehrfach gezeigt, dass wir verdammt gut darin sind, uns in schwierigen Situationen anzupassen. Wir werden dir zeigen, dass Du dir den falschen Wirt ausgesucht hast“ (der Tagesspiegel 30.10. 2020). Leider gilt aber auch, dass manche Äußerungen zur Corona Pandemie die Feststellung von Konrad Lorenz (1973 Nobelpreis für Medizin) bestätigen: „Reinen Unsinn zu glauben ist ein Privileg des Menschen“. Wer wollte ihm da widersprechen. Unser Verstand ist ja das jüngste Ergebnis der menschlichen Evolution und deshalb durch die natürliche Selektion am wenigsten erprobt²²⁵. Es bleibt aber die Hoffnung, dass sich später einmal das Gesundheitsministerium im Rahmen von genomDE so äußert: Nein, liebe Medizinerinnen und Mediziner, habt ihr denn gar nicht aus der Evolution des Menschen gelernt? Ihr habt doch schon mehrfach gezeigt, neue Erkenntnisse in die Lehre zu integrieren. Zeigt das doch, indem ihr in den kommenden Gegenstandskatalog die evolutionäre Medizin integriert. ([Manuskript, Nov. 2020](#))

²²⁴ Nesse RM, Stearns SC. The great opportunity: Evolutionary applications to medicine and public health. *Evol Appl* 1: 28-48, 2008.

²²⁵ Sperling K. Die Natur-Kultur-Grenze im Licht des Humangenomprojektes. *medgen* 27: 7 – 17, 2015.

Legenden zu den Abbildungen

Abb. 1

Schemazeichnung zur Verbindung der Ontogenese mit der Phylogenese über die „Kontinuität der Keimbahn“ (DNA). Die Phylogenese (Evolution) ist seit Entstehung der Erde bis heute auf ein Zeitjahr abgebildet. Die Ontogenese beruht auf der Weitergabe des vollständigen Erbguts auf nahezu sämtliche Zellen des Organismus. Entscheidend für die Entwicklung ist daher die Regulation der Genaktivität durch epigenetische Prozesse. Nähere Einzelheiten s. Text (nach⁵).

Abb. 2

links: Ausschnitt aus dem Genatlas für das menschliche Chromosom 8. Dieses weist insgesamt 927 Gene auf und 145.908.738 Basenpaare (www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/guide/human/).

Rechts: Darstellung der Wirbelsäule in dem Anatomieatlas „De humani corporis fabrica“ (1543) von Andreas Vesalius (1514 – 1564).

Abb. 3

Schematische Darstellung der *Hox*-Gene von *Drosophila* (Invertebrat) und Mensch (Vertebrat). Vor 400 bis 500 Mio Jahren hat es danach zwei Verdoppelungen des Genoms gegeben, sodass der Mensch vier homöotische Genkomplexe aufweist, die auf den Chromosomen 2, 7, 12 und 17 gelegen sind (Maus: 2, 6, 11, 15). Eine Mutation im *Antp*-Gen von *Drosophila* führt dazu, dass anstelle der Antennen am Kopf ein Beinpaar ausgebildet wird. Dies kann auch durch Einfügen des *Hoxb6* Gens der Maus (s. Stern) erreicht werden (nach³¹).

Abb. 4

Das menschliche Chromosom Nr. 2 (HSA2) ist durch Fusion zweier akrozentrischer Chromosomen entstanden. Beim Schimpansen sind dies die Chromosomen 12 und 13 (PTR12, 13). Die Telomerrepeats der Fusionsstelle sind in umgekehrter Anordnung und unter Verlust von 4 Basenpaaren miteinander verbunden. Diese Sequenz findet sich nur einmal im menschlichen Genom und auch beim Neandertaler und Denisova Menschen. (nach⁴⁹).

Abb. 5

Abb. 5 Schematische Darstellung des Lamin B Rezeptor (*LBR*) Gens und seiner Exons (a) und des Proteins aus 615 Aminosäuren (b). Evolutionärer Proteinvergleich (c) und Nachweis der Konserviertheit von Arginin (R) an der Mutation R583Q (d). * weist auf die Mutation IVS12-5-10del im Intron 12. Homozygotie dafür führt zu einem „milden“ Phänotyp und Granulozyten mit rundem Zellkern. Nähere Einzelheiten s. Text (nach^{74,76,77}).

Abb. 6

Ausbreitung der slawischen Gründermutation im *NBN* Gen c.657del5 in Europa und Angabe der Häufigkeit heterozygoter Genträger in verschiedenen Bevölkerungsgruppen. Das Inset zeigt schematisch die Haplotypen einzelner Chromosomen mit der Gründermutation () und den crossingover Ereignissen als Grundlage für die Altersbestimmung (nach⁸³).

Eine Buchbesprechung als Danksagung

Prof. Dr. Martin Heger

Wilhelm Langenbeck: Die Lehre von der Theilnahme am Verbrechen, Jena, Mauke's Verlag 1868

Innerhalb der (nicht nur Straf-)Rechtswissenschaft ist in den letzten Jahren eine Diskussion ausgebrochen, welche Funktion(en) Rezensionen von juristischen Monographien aller Art zukommen sollen. Dabei gehen die Diskutanten wie selbstverständlich davon aus, dass es um eine fachlich-kritische Besprechung aktuell – und sei es in soundsovielter Auflage – neu aufgelegter Werke zumindest im Regelfall noch lebender und in der fachwissenschaftlichen Community auch aktiver Juristinnen und Juristen geht; für diese Gruppe sind Rezensionen ja auch ein wesentlicher Gradmesser, sei es für ihr Fortkommen etwa bei der Besprechung der Qualifikationsschriften, sei es für ihr aktuelles Standing in der Fachwelt oder auch rückblickend – wenn es um die Besprechung des Spätwerks in Form eines die Summe der bisherigen Forschungsleistungen ziehenden Opus Magnum geht – die Bewertung ihres wissenschaftlichen Lebenswerkes. Daneben gibt es natürlich auch Besprechungen der Werke prominenter fachlicher Vorväter, nicht nur wenn diese in einer historisch-kritischen Ausgabe posthum oder aus Anlass eines Jubiläums neu aufgelegt bzw. herausgegeben werden.

1. Vor diesem Hintergrund erscheint es mir zumindest begründungsbedürftig, sich in einer Besprechung mit einer Monographie eines heutzutage faktisch nicht mehr bekannten Jenaer Juraprofessors aus der Zeit unmittelbar vor der Schaffung des vor gut 150 Jahren am 15.5.1871 in Kraft getretenen und formal – wenngleich natürlich massiv umgearbeiteten – Strafgesetzbuch für das Deutsche Reich (RStGB; heute mangels Fortbestand des Reiches – auch wenn das mancher heutige „Reichsbürger“ nicht wahrhaben will und vielleicht gerade deshalb mit den heutigen Gesetzen in Konflikt gerät – nur noch StGB) zu befassen. Dass mir dieses wunderbar erhaltene, gleichwohl aber offensichtlich – wie handschriftliche Eintragungen belegen - seinerzeit sehr wohl benutzte Büchlein zum Abschied vom Vorsitz der BWG von den anderen Vorstandsmitgliedern verehrt worden ist, ist zwar sicherlich ein genügender Anlass, wäre ich doch sonst keinesfalls auf die Idee zu diesem Text gekommen, nicht aber auch im wissenschaftlichen Sinne ein rechtfertigender Grund. Auch dass ich seit einigen Jahren Mitglied des Fakultätsbeirats der Jenaer Juristenfakultät bin und mich somit beim Schreiben eines Beitrags über einen lang verstorbenen Jenaer Juraprofessor mit der Vorgeschichte der heutigen Fakultät befassen kann, dürfte wohl noch nicht als hinreichender Grund durchgehen können. Betrachtet man aber eben Erscheinungszeitpunkt und -ort etwas genauer, sieht man als rechtshistorisch interessierter Leser durchaus Interessantes. Die Stadt Jena mit ihrer altherwürdige, auf das Jahr 1558 zurückgehenden, für die sächsischen Territorien der ernestinischen Linie errichteten Universität war als Teil des Herzogtums Sachsen-Weimar-Eisenach (seit 1741) in Folge des deutsch-österreichischen Krieges von 1866 seit 1867 Teil des Norddeutschen Bundes; dieser

wiederum gab sich zum 31.5.1870 ein eigenes, für das gesamte damalige Bundesgebiet geltendes Strafgesetz, welches freilich angesichts der Gründung des Bismarckreiches 1871 bereits nach nicht einmal einem Jahr durch das RStGB abgelöst worden ist.

2. Zur Zeit des Abschlusses des vorliegend zu besprechenden Werkes – ausweislich des Vorworts im August 1867 – gab es aber in ganz Deutschland noch kein einheitliches Strafrecht, wenngleich sich seit Beginn der Neuzeit und wesentlich „befeuert“ durch den Erlass der „Peinlichen Halsgerichtsordnung“ (PGO, im Buch abgekürzt als „peinl. G.-O.“) Kaiser Karls V. – landläufig daher bekannter unter dem lateinischen Titel „Cautio Criminalis Carolina“ (CCC) und eben verkürzt auf die „Carolina“ – im Jahre 1532, welche aufbauend auf ein regionales Vorgängergesetz – die sog. „Bambergensis von 1597 – und unter Übernahm des zunächst in Italien rezipierten römischen Rechts als dem danach im Reich sog. römisch-gemeinen Recht für das Strafrecht im gesamten deutschen Teil des Hl. Römischen Reichs Deutscher Nation eine subsidiäre Gesetzesgrundlage geschaffen hat. Wie heute auf der Ebene der Europäischen Union bedeutete auch damals der Subsidiaritätsgrundsatz, dass das örtliche (Statuten-)Recht dem bloß subsidiären Reichsrecht zwar vorgehen sollte, letzteres aber – wenn und solange es kein lokales (Straf-)Gesetz gegeben hat – seinerseits anzuwenden sein sollte. Und da es in der frühen Neuzeit zwar in fast allen Territorien des Reiches Stadt- und Landrechte gegeben hat, diese aber häufig keine oder keine vollständigen Regelungen zum Strafrecht enthielten, galt in Ermangelung solcher eben doch häufig die Carolina direkt. Dies ist jüngst wieder in den Blick geraten in der hoch interessanten Darstellung des Kampfes von Johannes Kepler gegen den gegenüber seiner Mutter im damaligen Herzogtum Württemberg angestregten Strafprozess wegen Hexerei (*Rublack*, Der Astronom und die Hexe, Johannes Kepler und seine Zeit, 2018); die Autorin kann hier darauf verweisen, dass in dem seinerzeit geltenden und durchaus wirkmächtigen Württembergischen Landrecht von 1610 keine Regelungen zum Strafrecht enthalten waren, weshalb sich die im Prozess wider die Witwe Kepler stehenden Rechtsfragen allein an den Regelungen der Carolina messen lassen mussten.

Wollte man – wie Langenbeck – bis 1870/71 eine Darstellung des geltenden (nicht nur Straf-) Rechts für den deutschsprachigen Raum und damit die 1815 vollends selbständig gewordenen Territorialstaaten des vormaligen deutschen Reichsteils verfassen, musste man mithin neben den – im 19. Jahrhundert freilich merklich zahlreicher gewordenen – Partikularstrafgesetzen (in Preußen, Bayern, Sachsen, nunmehr auch in Württemberg etc.) immer (und zwar nicht allein aus rechtshistorischer Warte) noch einen Blick auch auf die Carolina und das römisch-gemeine (Straf-)Recht werfen. Daneben spielte auch noch das kanonische, d.h. vor allem das katholische Strafrecht eine – freilich an Bedeutung abnehmende – Rolle (aufgrund von Luthers Absage an das kanonische Recht gab es ein solches Rechtsgebilde protestantischerseits nicht – und das jüdischrechtliche Strafrecht (dazu jüngst fulminant *Pekárek*, Verbrechen und Strafe in der jüdischen Rechtstradition, 2021), das im Laufe des Mittelalters auch innerhalb der jüdischen Gemeinden und auch zwischen diesen durchaus eine Rolle spielte, wurde tendenziell zurückgedrängt, war aber vor allem kein Gegenstand der Erörterung in der „klassischen“ rechtswissenschaftlichen Literatur im 19. Jahrhundert.

Diese – zugegeben nicht eben kurzen – Vorbemerkungen möchte ich mit ein paar Worten zum Autor des zu besprechenden Werkes schließen. Wilhelm Langenbeck schrieb das Buch als Professor der Rechte an der Universität Jena. Dass er sich nicht etwa als Strafrechtsprofessor – oder wie damals

wohl üblicher: Criminalrechtsprofessor – bezeichnete, ist nicht nur der formalen Stellung geschuldet, dass man (bis heute) als Juraprofessor oder eben als Professor der Rechte firmiert, wenn man an einer Juristenfakultät lehrt. Vielmehr hat er zwar – das offenbart das vorliegende Buch überdeutlich – ein großes und wissenschaftlich vertieftes Interesse am Strafrecht, beschränkt sich darauf aber nicht wissenschaftlich wie schriftstellerisch; so hat er fünf Jahre zuvor – **ebenfalls bereits in Jena** – ein Buch unter dem Titel „Rechtsfälle für die Civilprocess-Praxis“ herausgebracht, das zeigt, dass er dem Zivilrecht ebensoviel Interesse gegenüber gebracht hat. Dass der Titel dieses Buches stark auf die Rechtspraxis fokussiert war, während das hier zu besprechende Buch rein von seinem Titel explizit auf die „Lehre“ und damit einen wissenschaftlichen Zugang zu der abzuhandelnden Materie ausgerichtet scheint, stellt sich bei näherem Hinsehen dann doch nicht als ein so fundamentaler Unterscheid heraus, denn ausweislich des Vorworts des besprechenden Buches sollen doch auch darin primär „die Resultate der neuesten auf die Lehre von der Theilnahme am Verbrechen sich beziehenden Forschungen kurz, aber doch so ausführlich zusammengestellt [sein], daß sich Richter, Staatsanwälte und Defensoren ... möglichst rasch informiren können“ sollen. Die Lehre(n) für die Rechtspraxis fruchtbar zu machen, war offensichtlich ein Hauptanliegen des Juraprofessors Langenbeck, so dass man ihn heute nicht bloß bei der Ausbildung von Studierenden, sondern auch bei der Weiterbildung studierter Juristen verorten könnte. Zwei Jahre nach dem Erscheinen der „Lehre von der Theilnahme am Verbrechen“ brachte er schließlich die 4. Auflage der zuvor von Wilhelm Girtanner, zuerst 1852 noch als Privatdozent in Jena, verfassten „Rechtsfälle zu Puchta's Pandekten“ heraus; die Pandekten (oder Digesten) als der Kern des römisch-gemeinen Rechts waren bis zum Ende des 19. Jahrhunderts standen auch noch im Zentrum der wissenschaftlichen Befassung und Lehre an den deutschen Universitäten (die Rede war hierzulande von der Pandektistik), so dass er damit auch dieses wesentliche Gebiet eines umfassend wissenschaftlich wirkenden zeitgenössischen Juraprofessors für sich beanspruchen konnte. Der Weg ins universitäre Lehramt war bei ihm wohl nicht von Anfang an vorbestimmt. Auf dem Deckblatt seiner noch auf Lateinisch verfassten und 1857 ebenfalls schon in Jena verteidigten Dissertation zum Fremdenrecht („De principiis juris peregrini, quomodo probentur coram iudice patriae in causis civilibus, observationes“) findet sich jedenfalls nach der Erwähnung des dadurch erlangten Doktors beider Rechte der Hinweis, dass er zuvor Assessor am Hannoverschen Ober-Gericht gewesen war. In Jena war er dann – wie er auf dem ersten Deckblatt der Rechtsfälle von 1861 vermerkt – zunächst Dozent, der dann in dem dortigen Vorwort von 1862 aber bereits – wie dann eben auch 1868 – als Professor der Rechte firmiert. Dass er nach seinem Übertritt aus der Justiz in die Rechtswissenschaft weiterhin diese für jene fruchtbar zu machen suchet, zeigte sich schließlich auch an seinem umfänglichen – wohl – second book, das 1861 unter dem Titel **„Die Beweisführung in bürgerlichen Rechtsstreitigkeiten“ als „Theoretisch-praktisches Handbuch“** erschienen ist. **Ob es eine echte Habilitationsschrift gewesen ist, vermag ich nicht zu sagen. Da er offensichtlich spätestens seit der Promotion seiner Jenaer Universität treu geblieben ist und vom Doktorand bis zum Professor avancierte, würde man heute eine Tenure Track vermuten, für welche auch nicht eine formell als solche eingereichte Habilitationsschrift, sondern eben ein „nur“ ein zweites wissenschaftlich fundiertes Buch genügen würde.**

3. Genug der Prolegomina. Nunmehr möchte ich einen kurzen Blick in das zu besprechende Werk selbst werfen. Wie im 19. und noch bis weit ins 20. Jahrhundert hinein auch in durchaus auf praktische Relevanz zielenden wissenschaftlichen Lehrwerken üblich beginnt Verf. in seinem „Allgemeinen Theil“ mit einem ersten, sehr umfänglichen Kapitel zum Römischen Recht, dem dann

noch Kapitel zum „Canonischen Recht“, wobei angesichts der längst stattgefundenen weitgehenden Säkularisierung der Staats- und Rechtsordnung und der gerade in protestantischen Gebieten verbreiteten Zurückhaltung gegenüber dem kanonischen als nunmehr vorrangig katholischen Recht (als solches gibt es dieses ja bis heute in Form des Codex Iuris Canonici von 1917 bzw. dann in überarbeiteter Version 1983, doch beansprucht dieses Gesetz natürlich außerhalb der lateinischen Kirche keine Geltung und wird auch nicht mehr an deutschen Juristenfakultäten gelehrt – allerdings gibt es an katholisch-theologischen Fakultäten Lehrstühle für Kirchenrecht, die dieses weiterhin (rechts-)wissenschaftlich pflegen) zunächst dessen unveränderter Wert für die vorliegende Darstellung ausgeführt wird. Den Abschluss dieses Teils bildet das „Deutsche Recht“, wobei nach dessen Geschichte mit Abschnitten über die „peinl. G-O.“ und die „neueren deutschen Gesetze“, d.h. die Partikularstrafgesetze der deutschen Territorialstaaten aus dem 18. und 19. Jahrhundert, letztlich der Großteil des zzt. des Erscheinens dieses Buches noch geltenden deutschen Strafrechts beschreiben wird. Bedenkt man, dass trotz dieser Aktualität und Praxisnähe dem deutschen Recht insgesamt – einschließlich der weit zurückgreifenden, bis in die Volksrechte reichenden historischen Ausführungen – nur 13 der insgesamt 39 Abschnitte des Allgemeinen Teils gewidmet sind, während das Römische Recht mit nicht weniger als 19 Abschnitten nicht nur innerhalb des Buches, sondern eben auch bei der Intensität seiner Befassung den Spitzenplatz einnimmt, zeigt sich deutlich, welche Bedeutung diesem – sogar im Strafrecht trotz der Carolina und dem in den Startlöchern stehenden StGB für den Norddeutschen Bund – unverändert zugekommen ist.

Der von Verf. ebenfalls in guter Juristentradition mit „Spezieller Theil“ (heute sprechen wir regelmäßig vom „Besonderen Teil“ eines Gesetzes oder auch einer wissenschaftlichen Abhandlung) betitelten zweite Teil des Buches befasst sich dann mit den beiden damals wie heute in der deutschen Rechtstradition säuberlich getrennten Formen strafbarer Teilnahme. Im ersten Kapitel dieses Teils behandelt Verf. ausführlich den „intellectuellen Urheber“ einer Straftat; wir würden heute primär – und in der Diktion des heutigen § 26 StGB – vom „Anstifter“ sprechen, doch gebraucht auch schon Verf. diesen Begriff gleichsam synonym bereits in der Definition des „intellektuellen Urhebers (Anstifters)“. Und im zweiten Teil geht es dann noch ausführlicher um die „Beihilfe“; hier ist nur eine minimale Lautverschiebung zum heutigen Recht auszumachen, sprechen wir doch zwischenzeitlich von „Beihilfe“, weshalb der diese Leistende auch nicht mehr – wie bei Verf. und natürlich konsequent – als „Gehülfe“, sondern heute als „Gehilfe“ firmiert.

Im Einzelnen behandelt Verf. fast alle Fragen, die man noch heute stellen könnte und würde bzw. die sich in bestimmten Fallkonstellationen vor Gericht stellen und die eben dafür entscheidend sind, ob jemand wegen Anstiftung oder Beihilfe bestraft werden kann, oder ob er straffrei ausgeht. Dabei grenzt er etwa die Anstiftung zur mittelbaren Täterschaft – und damit generell das von ihm behandelte Gebiet der Teilnahme gegenüber der Täterschaft – weitgehend so ab, wie man es heute auch noch tun könnte. Beim heute vollkommen anerkannten Gleichlauf der Strafe von Täter und Anstifter – bei Verf. dem physischen bzw. intellektuellen Urheber der Straftat – referiert er verschiedene in der Rechtsgeschichte vertretene Positionen, tendiert aber offensichtlich durch einen abschließenden Rekurs auf die Carolina ebenfalls zur gleichen Strafdrohung. Schließlich diskutiert er auch noch die Konstellation eines Rücktritts des Anstifters nach erfolgter Anstiftung sowie die bloß versuchte Anstiftung.

Auch die Beihilfe grenzt er in grundsätzlich bis heute überzeugender Weise von der Täterschaft ab; nur wenn eine Haupttat vorliegt, an der der Gehilfe nicht selbst aktiv Tatbestandsmerkmale verwirklicht hat, sei eine (mildere) Strafbarkeit (nur) wegen Beihilfe möglich. Wie unser heutiges Strafrecht (in § 30 StGB ist die Rede nur von der Strafbarkeit „versuchter Anstiftung“, woraus sich in klassischer Juristenmanier der Umkehrschluss ziehen lässt, dass die bloß versuchte Beihilfe gerade nicht strafbar sein soll), schließt Verf. eine Strafbarkeit wegen bloß versuchter Beihilfe aus.

4. Verf. kannte bei Abschluss des Buches im August 1867 zwar die neuen territorialen Realitäten, die jedenfalls für den Norddeutschen Bund die Schaffung eines einheitlichen Strafgesetzes wahrscheinlich erscheinen ließen, so dass sein Buch bei dem Erscheinen im darauffolgenden Jahr wahrscheinlich nur noch kurze Zeit das im deutschsprachigen Raum geltende (Straf-)Recht wiedergeben sollte. Dass es bereits drei Jahre später ein StGB für das ganze (wenngleich Klein-) Deutsche Reich geben sollte, war demgegenüber schwerlich absehbar. Der von Verf. so stark gemachte praktische Bezug dürfte durch die doppelte Neukodifizierung des gesamten Strafrechts – jeweils in enger Anlehnung an das Preußische Strafgesetzbuch von 1851 – recht schnell an Bedeutung verloren haben, mussten sich die von ihm adressierten Richter, Staatsanwälte und – in der Diktion der zum 1.10.1879 ebenfalls für das gesamte Reich neu geschaffenen Strafprozessordnung – „Vertheidiger“ doch am neuen und allein noch geltenden Strafgesetz – die subsidiäre Geltung der Carolina kam mit der reichsweiten Kodifikation des gesamten Strafrechts notwendig zu einem Ende – orientieren. Das heißt aber nicht, dass das Werk von Langenbeck nicht weiterhin und bis ins 21. Jahrhundert in der deutschen Rechtswissenschaft Beachtung finden sollte. So hat es noch Eingang gefunden in die Habilitationsschrift von Karsten Altenhain, Das Anschlussdelikt, veröffentlicht 2002.

5. Für mich als Leser rund 150 Jahre nach dem Erscheinen dieses Buches war dessen Lektüre eine reine Freude, denn es zeigte sich immer wieder – und gerade auch bei den zahlreichen Rekursen von Verf. ins Römische Recht und damit in die antike Rechtsgeschichte, dass sich doch – sieht man einmal von den jeweils aktuellen technischen Herausforderungen und für diese erlassenen Spezialregelungen (wie heute etwa Digitalisierung und Recht) ab – zahlreiche Rechtsfrage letztlich in ihrem Kern immer wieder aufs Neue stellen und es – betrachtet man die Vorgängernormen – oft schon alle heute noch hierzu ventilierten Lösungsansätze gegeben hat. Das kann und soll natürlich nicht heißen, dass altes gutes Recht ist; es zeigt aber, dass juristische Grundfragen sich nicht selten letztlich in jeder Rechtsordnung sei es im horizontalen (internationalen) oder vertikalen (historischen) Vergleich stellen und dass damit die Lektüre auch von Texten, die mit den aktuellen Gesetzen naturgemäß nicht vertraut sein können, auch für die heutige Juristengeneration noch einen großen Gewinn darstellt.

Mir bleibt noch Danke zu sagen für dieses großartige Geschenk, dessen Wert ich bei der Lektüre erst richtig erfassen konnte und den ich mit dieser kurzen Besprechung zu würdigen versucht habe.

Vorstand und Beirat der Berliner Wissenschaftlichen Gesellschaft e.V.

Stand 29.04.2021

Vorstand:

Prof. Dr. Detlef Bartsch (Vorsitzender)
Prof. Dr. Martin Heger (Stellvertretender Vorstand)
Dr. Aljoscha Burchardt (Stellvertretender Vorstand)

Erweiterter Vorstand:

Prof. Dr. Gabriele Metzler
Dr. habil. Svenja Sander
Prof. Dr. Barbara Sandner
Prof. Dr. PhD. Eckehard Schöll
Prof. Dr. Dr. Peter Scholz
Prof. Dr. Franz Theuring
Dr. Julia von Thienen

Stellvertretender Vorstand:

Prof. Dr. Ralf Einspanier
Prof. Dr. Klaus-Dirk Henke
Prof. Dr. Roland Hetzer
Prof. (em.) Dr. Bernd Söseman

Beirat:

Prof. Dr. Hans-Peter Berlien
Elke Frommann
Dr. Mathias Hellriegel
Dr. Vanessa Kisseler
Prof. Dr. rer. nat. Karin Mölling
Prof. (em.) Dr. Peter-Theodor Wilrich

Autorenverzeichnis

Bartsch, Detlef	Professor, RWTH Aachen, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berlin
Blass-Simmen, Birgit	Kunsthistorikerin Mitglied des Vorstands des Kaiser-Friedrich-Museumsverein Berlin
Bühler, Klaus (†)	Facharzt für Gynäkologie und Geburtshilfe mit Schwerpunkt auf Endokrinologie und Reproduktionsmedizin
Borchert, Kim-Pascal	Master-Absolvent im Fach Design Thinking am Hasso-Plattner- Institut Potsdam
Heger, Martin	Professor, Juristische Fakultät, Humboldt-Universität zu Berlin
Meinel, Christoph	Professor für Informatik Direktor des Hasso-Plattner-Instituts Potsdam von 2004-2023
Meyer, Katrina	Biophysikerin am Max-Planck-Institut für Molekulare Genetik Gewinnerin des Promotionspreises der BWG 2019
Sander, Bertil	Jurist, Stellvertretender Leiter des Sekretariats des Normenkontrollrats der Bundesregierung
Sperling, Karl	Humangenetiker, Professor em., ehemaliger Leiter des Instituts für Humangenetik an der Charité Berlin
Thienen, Julia von	Psychologin, Leiterin der Fachgruppe Neurodesign am Hasso- Plattner-Institut Potsdam

Das Autorenverzeichnis der Preisträger:innen der Erhard-Höpfner-Studienförderungen ist separat aufgeführt direkt im Anschluss an deren Beiträge.

Jahrbuch 2019/2020

Mit diesem Jahrbuch informiert die gemeinnützige Gesellschaft über ihre Aufgaben und Ziele. Sie pflegt und fördert mit ihren 310 Mitgliedern die Zusammenarbeit unter den im Großraum Berlin tätigen Wissenschaftlern aller Disziplinen und Institutionen, bietet besonders dem Nachwuchs aller Fächer ein Diskussionsforum, verleiht Preise für ausgezeichnete Leistungen und greift in die hochschulpolitischen Auseinandersetzungen ein, um der Politik und der Öffentlichkeit eine bessere Meinungsbildung zu ermöglichen. Im Verlauf des Jahres werden Vorträge aus unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen angeboten.

Die Beiträge folgender Autoren werden publiziert:

Stefanie Alisch	Baz Lecocq
Wolfgang Asholt	Yanru Lu
Detlef Bartsch	Christoph Meinel
Birgit Blass-Simmen	Katrina Meyer
Kim-Pascal Borchert	Stefan Müller
Klaus Bühler	Dora Nonnenkamp
Markus Egg	Ulrike Rehberg
Martin Heger	Bertil Sander
Tim Ruben Kerkmann	Karl Sperling
Helena Koch	Julia von Thienen
Harm Kuper	Ilgaz Yalcinoglu

