

# AKADEMIE IM DIALOG | 2

**GRENZEN DER WISSENSCHAFTLICHEN VORHERSEHBARKEIT**

**PODIUMSDISKUSSION DER ÖAW AM 15. NOVEMBER 2013  
UND ERGÄNZENDE BEITRÄGE**

HERAUSGEGEBEN VON GOTTFRIED BREM

**ÖAW**

ÖSTERREICHISCHE  
AKADEMIE DER  
WISSENSCHAFTEN



---

# **GRENZEN DER WISSENSCHAFTLICHEN VORHERSEHBARKEIT**

**HERAUSGEGEBEN UND MIT EINER EINLEITUNG VON GOTTFRIED BREM**

**PODIUMSDISKUSSION DER ÖAW AM 15. NOVEMBER 2013  
UND ERGÄNZENDE BEITRÄGE**



**INHALT**

BREM, Gottfried: Einleitung zur Historie und Entwicklung der Vorhersehbarkeit . . . . . 5

ZEILINGER, Anton: Begrüßung . . . . . 13

BRIEGEL, Hans: Quantenmechanik versus Himmelsmechanik: Wie offen ist unsere Zukunft? . . . . . 15

BARTH, Friedrich: Diskussionsbeitrag . . . . . 21

RAUCH, Helmut: Diskussionsbeitrag . . . . . 23

FÜRNKRANZ-PRSKAWETZ, Alexia: Exakte Vorhersagen sind „unmöglich“ – Analytische Erkenntnis versus Genauigkeit als Wert der Vorhersage in der Ökonomie und Demographie . . . . . 25

STREISSLER, Erich: Diskussionsbeitrag . . . . . 33

TOMANDL, Theodor: Diskussionsbeitrag . . . . . 35

FRAGNER, Bert: Diskussionsbeitrag . . . . . 37

SUPPAN, Arnold: Prognose und Vorhersehbarkeit in Geschichte und Geschichtswissenschaft . . . . . 39

**ERGÄNZENDE BEITRÄGE**

DRESSLER, Wolfgang U., KORECKY-KRÖLL, Katharina, MÖRTH, Karlheinz: Vorhersehbarkeit in der Sprachentwicklung und die Bedeutung elektronischer Corpora . . . . . 47

SCHUBERT, Ulrich, HÜSING, Nicola: Vorhersagbarkeit von wissenschaftlichen Entwicklungen aus chemischer Perspektive . . . . . 59

BYDLINSKI, Peter, WÜHL, Johannes: (Un-)Vorhersehbarkeit im Recht – (Un-)Vorhersehbarkeit von Recht . . . . . 65



# EINLEITUNG ZUR HISTORIE UND ENTWICKLUNG DER VORHERSEHBARKEIT

## GOTTFRIED BREM

„Es irrt der Mensch ...“, lässt Goethe den Herrn antworten, nachdem Mephistopheles ihm vorgehalten hatte: „Ich sehe nur, wie sich die Menschen plagen.“<sup>1</sup> Die Menschen plagen sich, auch in Sorge um die Zukunft. Sie wollen die Zukunft vorhersehen, um dieses „Wissen“ zur Minimierung der Risiken zu nutzen. Menschen haben ein starkes Bedürfnis nach Prognosen und Vorhersagen, weil sie planen wollen.

Der Mensch will nicht irren, er will Sicherheit. Spätestens seit der Domestikation, beginnend vor etwa 11.000 Jahren, als der Mensch das Nomadentum durch Sesshaftigkeit ersetzte, will er festhalten, was er errungen und etabliert hat. Vorher-

sehbarkeit soll Unsicherheit ersetzen, Stabilität an die Stelle von Unwägbarkeit treten. Mit der Domestikation von Pflanzen und Tieren hat die Menschheit einen epochalen Wandel hin zu mehr Sicherheit erreicht. Wichtige Bedürfnisse des täglichen Lebens (stabile Versorgungslage mit Nahrungsmitteln, Schutz vor widriger Witterung oder gefährlichen Tieren) wurden dramatisch verbessert. Dadurch entstanden Freiräume, die zu einer kulturellen Blüte nie gekanntem Ausmaßes führten, einer Blüte, die in den nächsten Jahrtausenden eingetreten ist, die aber nicht vorhersehbar, weil nicht vorstellbar war.

Der Mensch, der das Nomadische hinter sich ließ, ist zum Festhalter geworden. Mit der Domestikation begann die asynchrone Periode der Evolutionsentwicklung. Erstmals in

den Zeiten der Domestikation entwickelte sich eine auf die Zukunft gerichtete Lagerhaltung. Es etablierte sich eine Tierhaltung, die Tiere zur Vermehrung in der Obhut des Menschen hielt, und Ackerbau, der Getreidekörner als Saatgut aufbewahrte, ohne beides unmittelbar zur Befriedigung des aktuellen Bedürfnisses der Nahrungsaufnahme zu nutzen. Egalitäre Strukturen wurden ersetzt durch Strukturen, in denen sich Normen entwickelten und in denen der Familie immer mehr Bedeutung zukam, auch weil entstandener Besitzstand „vererbt“ wurde. Die Entstehung (monotheistischer) Religionen kann durchaus auch als Folge der Domestikation interpretiert und dem entstandenen Wunsch der Vorhersehbarkeit und einer Zukunft nach dem Tod geschuldet werden.

<sup>1</sup> Johann Wolfgang von Goethe, Faust – Prolog im Himmel

Bestrebungen, z.B. die Überschwemmungen des Nils in Ägypten und diverse astronomische Himmelserscheinungen wie Kometen, Sonnen- und Mondfinsternisse etc. nicht nur zu erkennen und zu beschreiben, sondern auch vorherzusehen, führten zu intensiver Beschäftigung mit Naturphänomenen. Das wiederum inspirierte Neuschöpfungen und Weiterentwicklungen von Wörtern und Begriffen, von Sprache und Schrift. Die ältesten Schriften der Sumerer (Keilschrift) und zwei Jahrhunderte später der Ägypter (Hieroglyphen) dienten auch der Dokumentation. Ziffern und Zahlen wurden zu Grundelementen wissenschaftlicher Vorhersagen. Das Zählen begann wohl schon vor etwa 50.000 Jahren, also lange vor der Domestikation, als Menschen begannen, sich über die Anzahl von Dingen Gedanken zu machen und mit systematisch angeordneten Kerben quasi Urziffern formten. Die Geschichte der Mathematik beginnt dann im Altertum und der Jungsteinzeit, in der Zeit des Übergangs von Jäger- und Sammlerkulturen zu ortsansässigen Bauern mit domestizierten Tieren und Pflanzen. Mit Schriftzeichen, denen als Wert eine Zahl zugewiesen war, entstanden Ziffern oder Zahlzeichen,

und mit der Stellenwertschrift, mit Zahlensystemen und Grundrechenarten begannen mathematische Berechnungen, die nicht von ungefähr in Babylon, im Fruchtbaren Halbmond und im alten Ägypten (Pyramidenbau) zu verorten sind. Die methodischen Entwicklungen der Wissenschaften machten aus diversen und selten auftretenden Phänomenen vorausseh- und berechenbare Ereignisse. Diese grundsätzlichen Erkenntnisse wurden nicht geschmälerlt durch die Tatsache, dass es neben voraussagbaren Ereignissen auch eine Reihe von z. B. astronomischen Vorgängen gab und gibt, die selbst bis heute nicht oder nur bedingt voraussagbar sind.

Platon (428 bis 348 v. Chr.) war noch überzeugt, dass sich die Welt irgendwann identisch wiederholen wird. Die Wissenschaft im 18. Jahrhundert wiederum hielt die Zukunft noch für exakt berechenbar, wenn man den genauen Zustand aller Dinge und der auf sie einwirkenden Kräfte der Welt kennen würde. Pierre-Simon Laplace (1749 bis 1827), französischer Mathematiker, Astronom und ein Pionier der Wahrscheinlichkeitstheorie, bezog sich auf die Erkenntnisse von Newton, der mit den Bewegungen, die durch Einwirkung

von Kräften auf Dinge ausgelöst werden, eine Art Weltformel gefunden hatte. Laplace ersann einen Dämon (Laplace'scher Dämon), der, in Kenntnis aller physikalischen Gesetze und sämtlicher Anfangsbedingungen, durch das Lösen der die Welt beschreibenden Differentialgleichungen die zukünftige Entwicklung des kompletten Universums vorhersagen könnte.

Nach der Idee des klassischen Determinismus hat alles, was passiert, eine Ursache, und bei genauer Kenntnis der Beziehung zwischen Ursache und Wirkung ließe sich auch alles im Voraus berechnen. Das grundsätzliche Problem ist dabei aber allein schon die theoretische und praktische Unmöglichkeit der exakten Kenntnis der Anfangsbedingungen. Eine Weltformel, wie immer sie auch aussehen würde, müsste auf die Positionen und Geschwindigkeiten aller  $10^{80}$  Elementarteilchen in unserem Universum zu einem bestimmten Zeitpunkt zugreifen können! Und um diese Informationen speichern und damit die Zukunft errechnen zu können, bräuchte es einen Computer, der so groß sein müsste wie eben diese Welt. Die Unmöglichkeit ist offensichtlich, die Zukunft ist definitiv nicht bestimmbar.

Der Biochemiker Isaac Asimov (1919 bis 1992) schilderte in einem seiner futuristischen Werke einen Wissenschaftler, der die Evolution der Gesellschaft über Jahrhunderte hinweg vorhersagen konnte. Das führte zur Frage, ob die Entwicklung der Menschheit über einen längeren Zeitraum in eine bestimmte Richtung gelenkt werden, also ob die Zukunft der Menschheit geplant werden kann? Asimov beschäftigte sich deshalb mit Religion, Wirtschaft, Politik als Triebfedern der gesellschaftlichen Entwicklung. Die Welt befindet sich in einem Wandel, der sich in seiner Tragweite noch nicht abschätzen lässt.

Die ÖAW hat sich bereits des Öfteren zu Fragen der Vorhersehbarkeit in den Wissenschaften geäußert. So führte Altpräsident Helmut Denk<sup>2</sup> anlässlich der Gesamtsitzung 2011 aus, dass Grundlagenforschung enormes Potenzial bei hohem Risiko birgt, und zitierte Thomas Stearns Eliot: *„Only those who will risk going too far, can possibly find out, how far one can go.“* Konkrete praktische Ergebnisse sind weder vorhersehbar noch einzufordern. Innovation ist kein linearer,

<sup>2</sup> Denk, Helmut (2011) Gesamtsitzung der ÖAW, Wien Almanach.

kein streng logischer Vorgang, bei dem geduldig Stein auf Stein gesetzt wird, sondern ein komplexer, ja manchmal sogar chaotischer Prozess, getragen vor allem von Kreativität und Leidenschaft. Wissenschaft und Kunst schöpfen aus der gleichen Quelle, wie Gottfried Schatz einmal gesagt hat. Die meisten neuen Ideen verdanken wir Querdenkern und Grenzgängern, besonderen Talenten, die man weder planen noch schaffen, hingegen fördern oder hemmen kann. Ein Talent braucht zur Entfaltung ein komplexes, positives Klima, und diesen Nährboden wollen wir in unseren Forschungseinrichtungen bieten.

Auch ÖAW-Präsident Zeilinger betonte in seinem Festvortrag bei der Sitzung des Wirtschaftsparlaments der Wirtschaftskammer Österreichs: „Wirklich große Durchbrüche sind nicht vorhersehbar“, und warb dafür, dass Wissenschaft und Forschung anwendungsorientiert sein und betrieben werden sollen. So habe es etwa bei der Entdeckung der Lasertechnologie am Anfang geheißt: „Die Erfindung

ist eine tolle Lösung – aber für welche Probleme?“<sup>3</sup>

Was ist Wissen? Wo liegen die Grenzen der Vorhersehbarkeit? Gibt es Grenzen der Kausalität? Diese Fragen wurden in einem Expertengespräch im Rahmen des ACADEMIA SUPERIOR Surprise Factor Symposiums 2011 in Gmunden erörtert. „Die Welt ist wesentlich offener, als irgendjemand zugeben will... Wir können nicht vorhersagen; wir können nicht einmal im Nachhinein erklären. Wir wollen immer Ursachen und Erklärungen haben ... Ich möchte nicht in einer Welt leben, in der alles vorherbestimmt ist.“<sup>4</sup>

Die Methodik der Naturwissenschaften umfasst die Gewinnung und Überprüfung von Fakten. Wissenschaftler beobachten die Welt und bauen auf dem auf, was Wissenschaftler bereits geschaffen haben. Die durch das Aufstellen von Hypothesen und deren experimentelle

<sup>3</sup> Zeilinger, Anton (2014) „Wissenschaft und Forschung für den Standort Österreich“. Wirtschaftsparlament der Wirtschaftskammer Österreich, Wien.

<sup>4</sup> Zeilinger, Anton (2011) „Was ist Wissen? Wo liegen die Grenzen der Vorhersehbarkeit? Gibt es Grenzen der Kausalität?“ Expertengespräch im Rahmen des ACADEMIA SUPERIOR Surprise Factor Symposiums 2011, Gmunden.

Überprüfung getriebene Forschung führt zu Fortschritt. Dieser erlangt nur dann allgemeine Gültigkeit, wenn er hinsichtlich logischer Widerspruchsfreiheit analysiert wird, und die Ergebnisse durch erfolgreiche Wiederholung und Prüfung durch andere Wissenschaftler verifiziert sind. Naturwissenschaft ist, weil sie von Menschen gemacht wird, fehlbar wie jeder Einzelne.

Der aus Schottland stammende James Clerk Maxwell (1831 bis 1879), der wohl bedeutendste Physiker des 19. Jahrhunderts, publizierte schon 1877, also lange vor den Entwicklungen der Quantenmechanik und der heutigen Formulierung vom deterministischen Chaos, in seinem Buch *Materie und Bewegung* folgende aufschlussreiche Überlegungen zur Kausalität und Vorhersagbarkeit: „Es ist ein metaphysischer Grundsatz, dass dieselben Vorgänger stets dieselben Nachfolger haben. Niemand kann dies leugnen. Nur ist das nicht von viel Nutzen in dieser Welt, in der dieselben Vorgänger niemals wieder auftreten und nichts zweimal geschieht. ... Es gibt mancherlei Erscheinungen, bei denen ein kleiner Fehler in den Daten ein nur geringes Verschieben im Ergebnis bewirkt. ... Es gibt aber auch andere

Klassen von Phänomenen, in denen Einflüsse, deren physische Größe zu klein ist, um von irgendeinem endlichen Wesen bemerkt zu werden, Ergebnisse von größter Wichtigkeit hervorrufen.“

Für Karl Popper war die Falsifizierbarkeit wissenschaftlicher Thesen ein wichtiges Unterscheidungskriterium zwischen Wissenschaft und Pseudowissenschaft. Der durch die wissenschaftliche Gemeinschaft anerkannte Konsens über Annahmen und Vorstellungen, die es ermöglichen, für eine Vielzahl von Fragestellungen Lösungen zu bieten, wird als Paradigma bezeichnet. Fortschritt verläuft nicht in Phasen, sondern oft genug in Sprüngen. Wissenschaft braucht Inspiration und Vorhersagbarkeit. Inspiration und Kreativität führen zu Neuem und vorher nicht Dagewesenem, Vorhersagbarkeit spannt den Bogen zwischen wissenschaftlichem Wunsch und der Wirklichkeit. Die Frage nach der Vorhersagbarkeit zukünftiger Ereignisse war ein Ursprung der Wissenschaft und ist deshalb im Prinzip sogar älter als die Wissenschaften. Wer die Zukunft verstehen will, muss akzeptieren, dass man das Chaos der Gegenwart nicht komplett verstehen kann, die Zukunft nicht völlig

vorhersehen, aber sie doch gestalten kann. Nachdem die Quantenmechanik den Laplace'schen Dämon in der mikroskopischen Welt bereits ausgeschlossen hatte, zeigte die Entwicklung der Chaostheorie dies auch für die makroskopische Welt.

Nicht vorhersehbare Ereignisse waren auch die „Völkerwanderungen“ in Europa, die als friedliche und kriegerische Migrationsbewegungen heterogen zusammengesetzter, relativ überschaubarer Gruppen von der Spätantike bis zum frühen Mittelalter erfolgten. Gründe für Flüchtlingsströme waren und sind die Flucht vor Aggressoren oder allgemein die Suche nach besseren Lebensbedingungen. Zigmillionen Vertriebene, global aktuell etwa 50 Millionen Menschen, die aus ethnischen, religiösen oder sozialen Gründen gezwungen waren oder wurden, ihre Heimat zu verlassen, und die aus der begründeten Furcht vor Verfolgung und Misshandlung wegen ihrer Rasse, Religion oder Nationalität flüchteten. Flüchtlingsbewegungen im eigenen Land (Binnenvertriebene) oder in andere Länder (Flüchtlinge, Asylbewerber) sind hinsichtlich Vorhersehbarkeit problematisch. Auch deshalb werden Massenvertreibungen und Fluchtbewegungen häufig

mit Termini von Naturkatastrophen (Flüchtlingsströme, -wellen) bezeichnet. Das suggeriert, dass sie nicht vorhersehbar waren und sind. Derzeit läuft eine heftige politische und gesellschaftliche Debatte darüber, ob der Anstieg der Flüchtlingszahlen in Europa, also die Zunahme der Zuwanderung aus dem östlichen Balkan, dem Nahen Osten, Afghanistan und Afrika, vorhersehbar war oder nicht.

Anders ist die Situation der Vorhersehbarkeit der lokalen und globalen Mobilität bei Menschen, die nicht auf der Flucht sind. In einer US-amerikanischen Studie (Song et al. 2010) wurde kürzlich demonstriert, dass sich beispielsweise Bewegungsprofile anhand von Mobiltelefonaten sehr gut vorhersagen lassen. Es wurden Mobilitätsnetzwerke angelegt und Bewegungsmuster ermittelt, die Auskunft darüber geben, wann und wo sich jeder der 50.000 anonymen Telefonbenutzer mit hoher Wahrscheinlichkeit (93%) aufhalten wird. Die Bewegungsmuster von Menschen (mit eingeschaltetem Telefon) folgen einer starken Regelmäßigkeit und sind deshalb in hohem Maße vorhersehbar. Solche Analysen der Fortbewegung sollen u.a. zur Vorhersage der Ausbreitung

von biologischen und elektronischen Viren genutzt werden. Das Interesse von Strafverfolgungs- und Sicherheitsbehörden wecken solche Möglichkeiten genauso wie der drohende Missbrauch zu kriminellen und terroristischen Zwecken.

In der Medizin ist die Vorhersage oder Voraussage (z.T. auch Prädiktion) eine Prognose über Ereignisse, Zustände oder Entwicklungen in der Zukunft. Aber Medizin ist sicherlich keine Vorhersehbarkeitsdisziplin. Die Entstehung bösartiger Tumoren nach Mutationen, von tödlichen Embolien und der Schlaganfall bedingte Ausfall bestimmter Hirnfunktionen sind vielmehr typische Beispiele für chaotisches Verhalten und eben nicht vorhersehbar.

Eine neue, weltweit durchgeführte Studie zeigte, dass die Risikofaktoren, einen Herzinfarkt zu erleiden, global gesehen praktisch gleich sind. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% lässt sich voraussagen, ob ein bestimmtes Individuum mit den Risiken schlechte Blutfette, Rauchen, Diabetes mellitus, seelischer Stress, Bluthochdruck, Übergewicht einen Herzinfarkt bekommen wird oder nicht. Am Herzinfarkt zu sterben ist kein unentrinnbares Schicksal! Was bedeutet diese Aussage? Persönlich

konnte ich nachträglich feststellen, dass ich gemäß den Risikofaktoren zu 90% einen Herzinfarkt bekommen würde. Dass es mich dann tatsächlich erwischt hat, war also wahrscheinlich, aber eine Vorhersage im eigentlichen Sinn war das nicht. Eine Wahrscheinlichkeitsaussage sagt für den konkreten Einzelfall nichts. Eine wirkliche Vorhersage im Sinne von definitivem Faktum, Zeitpunkt, Ort und Umständen gibt es eben nicht! Ähnliches gilt für unerwünschte Arzneimittelwirkungen, die auch nicht wirklich vorhersehbar sind. Auf den Beipackzetteln werden Informationen mitgegeben, dass bestimmte Nebenwirkungen mit einer sehr hohen, hohen, mittleren oder sehr geringen Wahrscheinlichkeit auftreten. Im Einzelfall kann alles passieren: nichts, etwas oder ein dramatischer Zwischenfall. Die Einnahme des Medikamentes ist also letztendlich eine persönliche Güterabwägung. Der Hersteller kommt seiner gesetzlichen Sorgfaltspflicht nach, indem er über bekannte Nebenwirkungen informiert. Eine Vorhersage ist das nicht, und eine solche ist auch nicht möglich. Auch bei medizinischen Behandlungen und Eingriffen in Kliniken (außer bei der nicht legalen Hilfestellung zur Euthanasie) gibt es

keine echten Vorhersagen, sondern es sind nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich.

Eine andere Art von Vorhersehbarkeitsfrage betrifft Aktivitäten des Gehirns. Ist es möglich, schon vor dem Probanden zu erkennen, was er/sie plant, bevor er/sie sich tatsächlich entscheidet? Neurowissenschaftler können bei Probanden im Magnet-Resonanz-Tomographen (MRT) bei einfachen Rechenaufgaben zu fast 70% offensichtlich schon einige Sekunden, bevor die Person es weiß, feststellen, was der Proband tun wird, also zu dem Zeitpunkt, in dem das Gehirn die Entscheidung prägt. Tröstlich oder nicht, Schulleistungen von Kindern sind wohl auch in Zukunft langfristig nur schwer vorhersehbar.

Auch die Psychologie befasst sich mit Vorhersehbarkeit. Sie versteht darunter eine Form der kognizierten Kontrolle, also der Überzeugung einer Person, ihr stünde zur Verringerung der Bedrohlichkeit eines Ereignisses eine Reaktionsmöglichkeit zur Verfügung.

Auch an der Vorhersehbarkeit von Materialversagen wird gearbeitet. Materialermüdung durch Risse oder Schwachstellen im Inneren eines Materialblocks können von außen

kaum erkannt werden. Sie trotzdem rechtzeitig festzustellen ist eine technisch schwierige Aufgabe, die helfen könnte, desaströse Unfälle, wie das durch Materialermüdung in einem Radreifen ausgelöste ICE-Unglück in Eschede 1998, zu verhindern.

Weil die Methoden zu ungenau sind und geeignete Instrumente fehlen, können Erdbeben nicht exakt vorhergesagt werden. Für die allgemeine Erdbebengefahr erlaubt die Messung der Bodenbeschleunigung einer Zone eine Vorhersehbarkeit auf Basis der Kenntnis aufgestauter Spannungen. Es sind Wahrscheinlichkeiten schätzbar, aber mangels exakter Messungen können weder der Zeitpunkt noch die Ausdehnung oder Stärke eines Bebens vorhergesagt werden, da es sich letztendlich um chaotische Prozesse handelt.

Ein ähnliches Prinzip bietet die Wettervorhersage: Das Wetter kann nur für einen kurzen Zeitraum vorhergesagt werden, und mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit ist die Wettervorhersage falsch. Exakte Temperaturen werden nicht genannt, sondern nur Temperaturintervalle vorhergesagt.

Aber Unvorhersehbarkeit ist nicht generell als negativ zu werten. Oft ist sie Quelle größten Glücks, z.B. in der

Liebe und den Familien, wo unvorhersehbare Begegnungen und Ereignisse alles auch zum Positiven verändern können. Wer einen „Bund fürs Leben“ eingeht, hofft auf Vorhersehbarkeit und lebt mit dem Gegenteil.

Der vorliegende Band ist eine Zusammenstellung von bei der Podiumsdiskussion vorgetragenen Impulsreferaten zur Vorhersehbarkeit in einzelnen Wissenschaften und Diskussionsbeiträgen dazu, die durch die Einleitung und drei nach der Veranstaltung zum Thema eingegangene Beiträge ergänzt werden. Im ersten Beitrag referiert Kollege Briegel über die Gesetze der Physik, die von den kleinsten Teilchen bis zu den größten Strukturen in unserem Universum handeln und einen nahezu universellen Gültigkeitsanspruch haben. Dennoch ist die Frage nach der Vorhersehbarkeit, oder Vorhersagbarkeit, unserer Zukunft auch für die Physik eine Herausforderung und beinhaltet subtile und zum Teil sehr grundlegende Aspekte. Zum Thema „Ist die Zukunft vorhersehbar?“, führt Briegel aus, dass der Mensch als Denker und Handelnder seine Welt auf eine bisher nicht da gewesene Weise verändert. Die Frage, inwieweit die Zukunft des Menschen vorhersagbar ist, hat auch einen prin-

zipten Aspekt, bei dem es letztlich um unsere Einstellung zu uns selbst geht. Es handelt sich dabei um die Frage nach der menschlichen Freiheit (S. 15ff.).

Im zweiten Beitrag (S. 25ff.) positioniert sich Frau Alexia Fürnkranz-Prskawetz mit der Aussage: Exakte Vorhersagen gibt es nicht! Sie legt dar, dass sie den Wert von Vorhersagen in ihrer analytischen Erkenntnis sieht. Die Tatsache, dass Vorhersagen unvermeidbar sind, gilt insbesondere auch in der Demographie und Ökonomie. Sie unterscheidet zwischen Projektionen und Vorhersagen. Projektionen sind Modellrechnungen, welche unter hypothetischen Annahmen mögliche Verläufe von Systemvariablen zeigen. Wesentlich für die Interpretation von Vorhersagen sind Angaben zu den Unsicherheiten von Modellannahmen. Sie plädiert für die verhaltensorientierte Wirtschaftstheorie, die versucht, das Verhalten individueller Agenten zu verstehen, um Vorhersagen über Systementwicklungen auf der Makroebene herleiten zu können. Die Herausforderung der Vorhersage in Ökonomie und Demographie liegt dabei darin, dass keine ökonomischen und gesellschaftlichen Ge-

setze wie jene in den Naturwissenschaften existieren.

Kollege Suppan formuliert im dritten Beitrag (S. 39ff.), dass der Historiker grundsätzlich nicht für Prognosen zuständig ist und besonders auch die Vorhersehbarkeit aus dem Spiel lassen sollte. Das Metier des Historikers ist der quellengestützte Nachvollzug menschlicher Erfahrungen und menschlichen Handelns sowie die Analyse gesellschaftspolitischer Bedingungen, Prozesse und Entscheidungen. Aber beim Eintreten dramatischer Ereignisse werden immer wieder auch Historiker nach Analyse und Prognose befragt. „Geschichte“ besitzt eine Skala möglicher Erfahrungen: von Handlungsspielraum und Prozess, Fortschritt und Entwicklung, Sinnstiftung und Schicksal bis hin zu Ereignis und Tat.

Nach diesen im vorliegenden Band abgedruckten drei Impulsreferaten und den Diskussionsbeiträgen folgen mehrere Beiträge, die von Mitgliedern der Akademie auf Bitte des Präsidiums zum Thema der Podiumsdiskussion nach dieser Veranstaltung erarbeitet wurden. Die Auswahl der bearbeiteten Themenkreise erfolgte, im Gegensatz zu den Impulsreferaten, zu denen die Vortragenden gezielt angesprochen worden waren,

nicht gerichtet, sie war allgemein an alle Mitglieder adressiert. Es war sozusagen nicht vorhersehbar, wer zu welchem Thema einen Beitrag liefern würde. Dieser „Zufallsprozess“ führte zu einer, die Thematik der Veranstaltung überaus bereichernden Erweiterung von disziplinären Vorstellungen zur Vorhersehbarkeit in den Sprachwissenschaften, in der Chemie und den Rechtswissenschaften.

Dressler et al. (S. 45ff.) führen aus, dass Begriffe wie Vorhersehbarkeit und, stärker, Voraussagbarkeit innerhalb der Sprachwissenschaften in verschiedenen Bereichen und dann dementsprechend oft unterschiedlich diskutiert werden. Ein großes Problem für die Vorhersehbarkeit des Erstspracherwerbs eines Kindes liegt darin, wie man die vielen Faktoren hierarchisiert und gewichtet. Ein zweiter Bereich der Vorhersehbarkeit von Sprachentwicklung ist die diachrone Veränderung von Sprachen im Lauf der Geschichte, also der Sprachwandel. Das Ausmaß der Vorhersehbarkeit ist in der Sprachwissenschaft größer als beispielsweise in der Geschichtswissenschaft (S. 39ff.). In der Computerlinguistik haben sich Methoden durchgesetzt, die auf probabilistischen Modellen basieren.

Chemie versucht Strukturen und Charakteristika von Stoffen auf atomarer, molekularer oder supramolekularer Ebene zu verstehen, aber wie Schubert und Hüsing (S. 57ff.) ausführen, sind große Entdeckungen auch in der Chemie nicht vorhersehbar, aber gewisse Entwicklungstrends sind aus heutiger Perspektive durchaus vorhersehbar. Die zukünftige Entwicklung chemischer Forschung wird auch durch Synergien mit anderen Disziplinen, der Physik, Biologie, Material- und Ingenieurwissenschaften beeinflusst werden und diese beeinflussen.

Peter Bydlinski und Johannes Wühl (S. 63ff.) stellen fest, dass nahezu jeder Jurist bejahen wird, dass die Vorhersehbarkeit oder Unvorhersehbarkeit bestimmter (zukünftiger) Ereignisse von rechtlicher Relevanz sein kann, aber dass die (Un-) Vorhersehbarkeit im Recht von der (Un-) Vorhersehbarkeit von Recht zu unterscheiden ist. Beim Begriff der Vorhersehbarkeit handelt es sich um keinen (einheitlichen) gesetzlichen Terminus, weshalb auch keine (einheitliche) Definition besteht. Das Fazit zur (Un-)Vorhersehbarkeit im Recht ist, dass es sich um einen unscharfen Begriff handelt, ohne den aber Rechtspraxis und Rechtswissenschaft nicht

auskommen. Die Vorhersehbarkeit künftiger Ereignisse ist auch für die Jurisprudenz ein großes Thema, aber allgemeine Aussagen dazu lassen sich nicht machen, weshalb bis heute eine gesetzliche Definition von (Un-) Vorhersehbarkeit fehlt.

## LITERATUR

- Asimov, Isaac (2012) Die Foundation-Trilogie: Foundation / Foundation und Imperium / Zweite Foundation. Kindle Edition.
- Laplace, Pierre Simon de (1814), Philosophischer Versuch über die Wahrscheinlichkeit, Leipzig 1932, 2. Auflage, Frankfurt a. Main 1996.
- Maxwell, James Clerk (1877) Matter and Motion, London, 2. Auflage herausgegeben von Joseph Larmor 1924, Reprint Dover 1991.
- Popper, Karl (1934) Logik der Forschung. Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft. Springer-Verlag Wien GmbH 1935.
- Song, Chaoming, Zehui Qu, Nicholas Blumm, Albert-László Barabási (2010) Limits of Predictability in Human Mobility. Science 19 February 2010: Vol. 327 no. 5968 pp. 1018–1021.

# BEGRÜSSUNG

## ANTON ZEILINGER

Ich begrüße Sie alle sehr herzlich zu unserem ersten Versuch eines – wie wir es nennen – Diskussionsforums. Die Idee dahinter ist, dass wir uns hier Themata vornehmen, die in mehreren Wissenschaften gleichermaßen von Interesse sind. Deren gibt es sicher einige. Wir bitten Sie um Themenvorschläge, wobei unsere Vorstellung ist, dass es jeweils kurze Vorträge zu einem Thema aus verschiedenen Wissenschaftsbereichen und daran anschließend eine Diskussion geben soll. Selbstverständlich muss es nicht unbedingt sein, dass unser heutiges Thema mit den Vorträgen, die wir hier heute hören, erschöpft wird – das wird es sicherlich nicht. Man kann darauf durchaus auch wieder zurückkommen und dabei Präsentationen aus anderen Gebieten eine Plattform bieten.

Als erstes Thema habe ich vorgeschlagen: Grenzen der wissenschaftlichen Vorhersehbarkeit. Wir haben übrigens lange diskutiert, ob es „Vorhersehbarkeit“ oder „Vorhersag-

barkeit“ heißen soll. Die Wahl dieses Themas ist sicherlich auch – das möchte ich schon sagen – zum Teil durch diesen Raum hier motiviert, der ja der Festsaal der Universität Wien war, wo wir die Allegorien der vier klassischen Fakultäten sehen. Die Allegorie der philosophischen Fakultät, die einmal auch zumindest mein Fach umfasst hat, trägt das Motto: „Causarum investigatio.“

Und da liegt natürlich die Frage auf der Hand, ob es dafür grundsätzliche Grenzen gibt. Wir haben heute drei Vortragende aus ganz verschiedenen Wissensgebieten. Ich darf sie in der Reihenfolge ihrer Präsentationen ganz kurz vorstellen und begrüßen. Kollege Hans Briegel, korrespondierendes Mitglied im Inland, Physiker, wird sprechen über „Quantenmechanik versus Himmelsmechanik: Wie offen ist unsere Zukunft?“. Herr Briegel ist am Institut für Theoretische Physik der Universität Innsbruck und gleichzeitig auch am Institut für Quantenoptik und Quanteninfor-

mation der ÖAW tätig. Er ist interessiert an fundamentalen Aspekten der Quantenphysik bis hin zu einem neuen Arbeitsgebiet, der Quantenphysik biologischer Systeme. Herrn Briegel möchte ich auch noch besonders danken: Er ist derzeit Gastprofessor in New Mexico. Ich habe ihn angerufen, und er hat gemeint, während der Zeit ist er in New Mexico, und ich habe geantwortet, naja, dann machen wir es gern zu einem anderen Zeitpunkt. Da hat er gesagt, nein, nein, da komme ich. Also ist er heute extra für diese Präsentation aus New Mexico angereist. Die zweite Präsentation wird von unserem wirklichen Mitglied Frau Kollegin Alexia Fürnkranz-Prskawetz gehalten, zum Thema „Exakte Vorhersagen sind ‚unmöglich‘.“ Unter Anführungszeichen. Mir gefallen diese Anführungszeichen. Da bin ich schon gespannt, was das bedeuten wird. Sie kennen sie. Vielleicht darf ich kurz erwähnen: Sie ist Professorin für Mathematische

Ökonomie am Institut für Stochastik und Wirtschaftsmathematik der TU Wien und ebenfalls an einem Akademieinstitut, am Institut für Demographie der ÖAW. Ihre Forschungsgebiete umfassen insbesondere die Modellierung von Auswirkungen demographischer Entwicklungen auf ökonomische Prozesse. Weitere Forschungsschwerpunkte sind so interessante Fragen wie die Bedeutung der Altersstruktur der Bevölkerung und damit zusammenhängend und generell die Untersuchung von ökonomischen Prozessen im Spannungsfeld zwischen Mikro- und Makroebene.

Schließlich begrüße ich unser wirkliches Mitglied Arnold Suppan, der bis vor Kurzem Vizepräsident und vorher Generalsekretär dieser Akademie war. Sie kennen auch ihn sehr gut. Sein Thema wird die „Prognose und Vorhersehbarkeit in Geschichte und Geschichtswissenschaft“ sein. Herr Suppan ist Professor für Osteuropäische Geschichte an der Universität Wien, und er leitete das Österreichische Ost- und Südosteuropa-Institut. Herr Suppan hat sehr interessante Arbeiten über länder- und regionenübergreifende Zusammenhänge des 19. und 20. Jahrhunderts publiziert, insbesondere in Verbindung mit

Nationalitäten- und Minderheitenfragen in Ost-, Mittel- und Südosteuropa. Derzeit ist ein Schwerpunkt von ihm die Geschichte der Tschechoslowakei und Jugoslawiens unter der NS-Besetzung.

So weit meine kurze Vorstellung. Ich freue mich, die drei Sprecher/-innen heute hier zu haben.

# QUANTENMECHANIK VERSUS HIMMELSMCHANIK: WIE OFFEN IST UNSERE ZUKUNFT?

HANS BRIEGEL

Die Gesetze der Physik handeln von den kleinsten Teilchen bis zu den größten Strukturen in unserem Universum, und sie haben einen nahezu universellen Gültigkeitsanspruch. Dennoch ist die Frage nach der Vorhersehbarkeit, oder Vorhersagbarkeit, unserer Zukunft auch für die Physik eine Herausforderung und beinhaltet subtile und zum Teil sehr grundlegende Aspekte. Lassen Sie mich mit einem Beispiel beginnen. Betrachten wir folgendes Experiment aus der Quantenphysik. Ein einzelnes Photon wird auf einen Strahlteiler (siehe Abb. Deckblatt) geschickt, an dessen beiden Ausgängen jeweils ein Photodetektor angebracht ist. Während ein klassischer Lichtstrahl

in zwei Teilstrahlen mit gleicher Intensität aufgespalten wird, ist die Situation beim Durchgang eines einzelnen Photons eine grundlegend andere. Beim Durchgang einzelner Photonen wird in etwa 50% der Fälle der hintere Detektor und in 50% der Fälle der untere Detektor sich melden, aber jedenfalls immer nur einer der beiden. Eine Vorhersage, welcher der beiden Detektoren sich bei einem bestimmten Photon melden wird, ist unmöglich. Es handelt sich um einen reinen Zufallsprozess.

Eine ähnliche Situation hat man in vielen anderen Experimenten der Quantenmechanik, beispielsweise bei der Beobachtung von sogenannten „Quantensprüngen“ in Atomen oder

Ionen, wenn man sie auf geeignete Weise mit Laserlicht bestrahlt, oder beim radioaktiven Zerfall. Die Quantentheorie erklärt die Zufälligkeit der Messergebnisse in den verschiedenen Experimenten auf eine einheitliche Weise: nämlich als Konsequenz einer fundamentalen Unbestimmtheit des Wertes der gemessenen Observablen, wie sie in der Heisenberg'schen Unbestimmtheitsrelation oder im Bohr'schen Komplementaritätsprinzip zum Ausdruck kommt.

Die genannten Beispiele sind nicht nur von akademischem Interesse. Basierend auf den Gesetzen der Quantenmechanik gibt es moderne Anwendungen in der Informationstechnologie, wie zum Beispiel die

Quantenkryptographie oder sogenannte Quanten-Zufallszahlengeneratoren, die man käuflich erwerben kann. Anwender dieser Systeme verlassen sich dabei auf die Gesetze der Quantentheorie.

Hinter diesen Anwendungen steckt eine lange Geschichte scharfsinniger wissenschaftlicher Argumente und Experimente zur Interpretation der Quantenmechanik. Beginnend mit den berühmten Diskussionen zwischen Albert Einstein und Niels Bohr über die Frage, ob die Quantenmechanik eine vollständige Beschreibung der physikalischen Realität liefert – was Einstein bezweifelte (Einstein et al. 1935) –, gilt dies insbesondere seit den Arbeiten von John Bell (Bell 1964), dem es gelang, die verschiedenen philosophischen Positionen in eine Form zu bringen, die man experimentell testen konnte.

Ich kann auf die einzelnen Argumente und Experimente hier nicht im Detail eingehen, aber die meines Erachtens zentrale Erkenntnis, die wir aus den heutigen Experimenten mit verschränkten Teilchen ziehen müssen – und ich nehme an, dass Sie darüber in der letzten Sitzung von unserem Präsidenten schon mehr erfahren haben –, lässt sich vielleicht in folgender Metapher zusammen-

fassen: Allein die Vorstellung, dass es im Sinne Einsteins irgendwelche zusätzliche verborgene Parameter geben könnte, die das Schicksal eines Photons determinierten – sozusagen in Form eines kleinen „Zettelchens“ (Mermin 1985), das jedes Photon mit sich trägt und auf dem geschrieben steht, in welche Richtung es bei jedem Strahlteiler abgelenkt werden wird –, ist mit den experimentellen Fakten nicht vereinbar.

Die Konsequenz, die wir daraus für unsere gegenwärtige Diskussion ziehen, lautet: Bei Experimenten mit einzelnen Quantensystemen sind zukünftige Ereignisse – also welcher Detektor wann klicken wird – im Allgemeinen nicht vorherbestimmt und deshalb auch nicht vorhersagbar.

Nun ist die Quantenmechanik nicht die einzige Erfindung der Physik, und es wäre deshalb voreilig, zu behaupten, „die Zukunft“ per se sei offen oder die Entwicklung der Welt sei generell dem Zufall überlassen. In der Tat zählen zu den frühesten und größten Triumphen der modernen Naturwissenschaft die exakte Berechnung und Vorhersage der Planetenbahnen im Rahmen der Himmelsmechanik. Diese ist ein Teil der klassischen Physik, die, zusammen mit ihren Weiterentwicklungen, über

die Störungstheorie bis zu Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie, heute die theoretische Grundlage darstellt, auf der die Bewegungen verschiedener Himmelskörper bis hin zur Entwicklung des gesamten Kosmos berechnet und prognostiziert werden.

Die sogenannten Ephemeriden – Tabellen, in denen die Positionen der jeweiligen astronomischen Objekte für verschiedene Zeiten vorausberechnet sind (hier sehen Sie Keplers Rudolphinische Tafeln als ein historisches Beispiel) – sind in diesem Fall ganz reale „Zettel“, die die Zukunft eines Himmelskörpers im Vorhinein abbilden. Das ist ein Unterschied zur Quantenmechanik. Die klassische Physik, und insbesondere die Himmelsmechanik, spielen auch in modernen Anwendungen weiterhin eine wichtige Rolle. So etwa im Bereich der Raumfahrt für die exakte Berechnung von Satellitenbahnen, und damit auch für Anwendungen wie das GPS, sowie für Bahnberechnungen von Asteroiden, die der Erde möglicherweise nahekommen könnten.

Hier sehen Sie zum Beispiel die vorhergesagte Bahn des Asteroiden Apophis, wie sie von der NASA im Jahr 2005 vorausberechnet wurde, einschließlich eines Fehlerbalkens.

Im Jahr davor, im Jahr 2004, wurde der Asteroid mit ca. 300 m Durchmesser zum ersten Mal entdeckt. Aufgrund der vorliegenden Daten konnte man damals eine Kollision mit der Erde zunächst nicht ganz ausschließen, was anfänglich zu einer gewissen Besorgnis und jedenfalls zu einem großen Medienecho geführt hat. Neueste Berechnungen der NASA schließen eine Kollision für 2029 und für spätere Zeiten praktisch aus, mit einer kumulativen Kollisionswahrscheinlichkeit von ein paar Millionstel<sup>5</sup>. Dieses Beispiel illustriert den Grad der Vorhersagbarkeit für manche, wenn auch bei Weitem nicht für alle astronomischen Ereignisse, die für unsere Zukunft doch eine gewisse Relevanz haben.

Das Thema unserer Veranstaltung, „Ist die Zukunft vorhersehbar?“, erhält allerdings beim Menschen selbst und bei seinem Handeln seine eigentliche Brisanz. Als Denkender und Handelnder verändert der Mensch seine Welt auf eine bisher nicht da gewesene Weise. Die Frage, inwieweit die Zukunft des Menschen – sei es als Individuum, als Gesellschaft oder als Spezies – vorhersagbar ist,

<sup>5</sup> <http://neo.jpl.nasa.gov/risk/a99942.html>

hat sehr konkrete und für unser Zusammenleben wichtige praktische Aspekte, über die wir in den nachfolgenden Vorträgen sicher mehr erfahren werden. Sie hat aber auch einen prinzipiellen Aspekt, bei dem es letztlich um unsere Einstellung zu uns selbst geht. Es handelt sich dabei um die Frage nach der menschlichen Freiheit.

Letztere wird heute in zunehmendem Maße infrage gestellt, vor allem durch die experimentellen Befunde der Hirnforschung – Stichwort Libet Experimente – und deren Interpretation durch die Neurowissenschaften. In den Worten eines ihrer prominenten Vertreter, Wolf Singer, lässt sich die Position des Neurodeterminismus knapp zusammenfassen (Singer 2004):

„Verschaltungen legen uns fest. Wir sollten aufhören von Freiheit zu reden.“

Ich denke, dass wir die faszinierenden Experimente der Neurowissenschaften sehr ernst nehmen sollten. Ginge es allein um diese Experimente und ihre Interpretationen, so könnte man die Meinung vertreten, das gehe die Physik nichts an und sie könne auch nichts weiter dazu beitragen. Andererseits gibt es wichtige Stimmen, die in dieser Frage

direkt auf die Physik verweisen, wie zum Beispiel der amerikanische Philosoph John Searle. Hier ein Zitat aus seiner bekannten öffentlichen Vorlesungsreihe *Minds, Brains and Science* (Searle 2008):

„So it really does look as if everything we know about physics forces us to some form of denial of human freedom.“

Die Interpretationen mancher Hirnforscher sollten uns deshalb nicht überraschen. Wenn anscheinend schon die Physik keine Freiheit erlaubt, wieso sollten es dann die Neurowissenschaften?

In der Tat stellt sich für uns die zentrale Frage: Wie ist Freiheit überhaupt möglich, wenn wir ausnahmslos und auf jeder Skala unseres Körpers den Gesetzen der Physik unterworfen sind? Um sich dieser Frage anzunähern, ist es meines Erachtens hilfreich, sie vom Menschen zu entkoppeln und damit aus einer teils moralisch überladenen Diskussion herauszulösen. Meine Arbeitshypothese lautet, dass sich die Frage nach der Möglichkeit von Freiheit bereits auf einer niedrigeren Ebene in künstlichen Systemen und in Modellen der Informationsverarbeitung darstellen und verstehen lassen muss. Diese Frage hängt auch mit dem philo-

sophischen Problem der Zurechenbarkeit von Handlungen („Agency“) in einer Welt, die scheinbar vollständig durch Naturgesetze beschrieben ist, zusammen.

Die Möglichkeiten und Grenzen von Computern, also die Frage, wie mächtig ein Computer prinzipiell – das heißt, auf der Grundlage der physikalischen Gesetze – sein kann, ist eines der Themen, mit denen sich die Quanteninformationsverarbeitung – mein Fachgebiet – befasst. Bekannte Beispiele sind sogenannte Quantencomputer und Quantensimulatoren, die bei der Lösung gewisser Probleme eine dramatische Effizienzsteigerung gegenüber klassischen Computern versprechen. Dazu gehören gewisse mathematische Probleme, aber auch die Simulation von komplexen Vielteilchensystemen und die Vorhersage ihrer zeitlichen Entwicklung, mit potenziell sehr hoher praktischer Relevanz.

Interessant für unsere Podiumsdiskussion ist einerseits die Vorhersagbarkeit komplexer Prozesse mithilfe von Computern. Eine andere, meines Erachtens ebenso interessante Frage ist die nach der Vorhersagbarkeit von Computern selbst. Genauer gesagt geht es hier nicht um Computer im eigentlichen Sinn, sondern um

lernfähige intelligente Systeme – sogenannte Agenten oder *agents* im Englischen – und ihr Verhalten in einer Umgebung, von der sie lernen und die sie selbst verändern können. Die Frage, was die Quantenphysik zum Problem der künstlichen Intelligenz beitragen kann, ist sehr spannend. Die Forschung dazu steckt aber noch in den Kinderschuhen. Auch wenn die Firma Google bereits Anfang dieses Jahres die Einrichtung eines „Quantum Artificial Intelligence Lab“<sup>6</sup> angekündigt hat, ist man hier noch nicht sehr weit gekommen. Die Versprechen der Quantenmechanik in diesem Zusammenhang sind andererseits sehr konkret. Zum einen geht es um die Möglichkeit, die für einen lernfähigen Agenten relevanten Informationen in Superposition zu verarbeiten – Stichwort „Quantenparallelismus“ – mit einer potenziell ähnlich dramatischen Effizienzsteigerung wie bei Quantencomputern, was für das Problem des maschinellen Lernens sehr interessant sein könnte (Lloyd et al. 2013, Paparo et al. 2014).

Darüber hinaus liefert die Integration quantenmechanischer Prozesse

<sup>6</sup> <https://research.googleblog.com/2013/05/launching-quantum-artificial.html>

in das Design künstlicher Agenten neue, qualitative Aspekte, die für unsere Diskussion zur Vorhersagbarkeit der Zukunft potenziell sehr relevant sind. So behaupte ich, dass die quantenmechanische Unbestimmtheit – richtig eingesetzt als Element der Informationsverarbeitung eines lernfähigen Agenten – einen physikalisch fundierten Begriff einer *Option* ermöglicht, den es in der klassischen deterministischen Physik so nicht gibt und der im Rahmen von Agency-Modellen einen echten Handlungsspielraum begründen kann (Briegel 2012, Briegel und Müller 2015).

Durch quantenmechanische Prozesse, etwa durch Messungen, können im Agenten prinzipiell neue Situationen erzeugt werden, die weder durch seine Umgebung noch durch seine eigene Vergangenheit vollständig determiniert („vorprogrammiert“) sein können. Es kann, um auf unsere Metapher zurückzukommen, kein „Schicksalszettelchen“ geben, auf dem bereits festgeschrieben wäre, wie sich der Agent in jeder Situation genau verhalten wird. So wie ich die Bitte der Organisatoren verstanden habe, sollen die Vorträge mit ein paar griffigen Thesen enden. Hier sind meine Thesen:

Erstens. Die Idee einer offenen Zukunft im Sinne der Quantenmechanik bietet interessante neue Ansätze für physikalische Modelle von intelligenten und lernfähigen Agenten.

Zweitens. Die Offenheit der Zukunft für solche lernfähige (quantenmechanische) Agenten ist subtil und vermutlich eine andere als die des Photons oder des Planeten.

Drittens. Die Handlungen solcher Agenten sind nur in gewissen Grenzen vorhersagbar. Der Grad der Vorhersagbarkeit hängt von der Kenntnis ihrer Vorgeschichte ab, wobei selbst die komplette Kenntnis der Vorgeschichte eines Agenten im Allgemeinen keine sichere Vorhersage seiner Handlungen in einer bestimmten Situation erlaubt.

## LITERATUR

Einstein, A., Podolsky, B., Rosen, N. (1935). Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Physical Review* 47, 777–780.

Bell, J. S. (1964). On the Einstein-Podolsky-Rosen paradox. *Physics* 1, 195–200.

Mermin, N. D. (1985). Is the moon there when nobody looks? Reality and the quantum theory. *Physics Today* 38, 4, 38–47.

Singer, W. (2004). Verschaltungen legen uns fest: Wir sollten aufhören von Freiheit zu sprechen. In: C. Geyer (Hrsg.) *Hirnforschung und Willensfreiheit. Zur Deutung der neuesten Experimente*. Suhrkamp, Frankfurt/Main, 30–65.

Searle J. (1985). *Minds, Brains and Science*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Lloyd, S., Mohseni, M., Rebentrost, P. (2013). Quantum algorithms for supervised and unsupervised machine learning. E-print <http://arxiv.org/abs/1307.0411>.

Paparo, G. D., Dunjko, V., Makmal, A., Martin-Delgado, M. A., Briegel, H. J. (2014). Quantum speedup for active learning agents. *Physical Review X* 4, 031002.

Briegel, H. J. (2012). On creative machines and the physical origins of freedom. *Scientific Reports* 2, 522.

Briegel H. J., Müller, T. (2015). A chance for attributable agency. *Minds and Machines* 25, 261–279.



# DISKUSSIONSBEITRAG

## FRIEDRICH G. BARTH

1. Meine kurzen Kommentare passen gut zu den letzten Wortmeldungen. Mir scheint, eine ganz wesentliche Frage, die vor allem im Vortrag von Herrn Briegel anklang und allen Detailfragen vorangestellt werden sollte, lautet: Ist es nur schwierig, jedoch nicht prinzipiell und vermutlich nur vorläufig unmöglich, Vorhersagen zu machen, oder aber sind Vorhersagen in manchen Gebieten der Wissenschaft (oder in der Wissenschaft generell) prinzipiell unmöglich?
2. Diese Unterscheidung ist, glaube ich, von fundamentaler Bedeutung. Ich gehe als Naturwissenschaftler davon aus, dass die Physik, also auch die Quantenphysik, überall Gültigkeit hat, also auch in der Biologie, möglicherweise in einem bislang völlig unverstandenen Nano- oder Quantenbereich. Zugleich bin ich natürlich davon beeindruckt, dass ich fast alles, was ich in der Biologie beschreiben will, scheinbar ohne Quantenphysik machen kann. Das ist vielleicht auch ein Grund dafür, weshalb die Quantenphysik bisher keinen oder kaum Eingang in die Biologie gefunden hat.
3. Zu dem Beispiel von Libet, das immer wieder in aller Munde ist, möchte ich anmerken, dass es m.E. oft nicht ganz richtig zitiert wird. Wenn Herr Singer sagt, dass wir von Schaltkreisen abhängig sind, dann würde das ja die Vorhersagbarkeit unseres Verhaltens nur befördern. Und die Neurowissenschaft hat in den letzten Jahren ja auch verstärkt und deutlich gezeigt, dass wir sehr viel vorhersehbarer sind, als man das jemals zuvor gedacht hat und denken wollte.
4. Schließlich eine letzte Anmerkung: Ich glaube, neben dem eingangs genannten ist ein zweiter Punkt für die Debatte wesentlich, nämlich, dass wir mit Vorhersagbarkeit auch stets den Begriff der Zeit verbinden und diesen deshalb in das Nachdenken miteinbeziehen müssen. Eigentlich wissen wir nicht genau, was Zeit wirklich ist. Es geht dabei immer nur um die Beschreibung von Veränderungen, besonders ausgeprägt in der Biologie. Und diese Veränderungen sind von so vielen Parametern abhängig, insbesondere aus der Sicht der Biologie, dass wir bezüglich der Vorhersagbarkeit des Geschehens in große Schwierigkeiten kommen. Dennoch bedeutet dies nicht grundsätzliche Nicht-Vorhersagbarkeit im eingangs genannten Sinn.



# DISKUSSIONSBEITRAG

## HELMUT RAUCH

Ich möchte nochmals auf Herrn Briegel zurückkommen, obwohl vielleicht einige Aspekte auch für die anderen Redner gelten mögen. Und zwar, es ist so schön gezeigt worden: Da ist ein Photon, und ich weiß nicht, ob es zu Detektor A oder B geht. Aber als Experimentator muss ich sagen, wir können Experimente nur mit mehreren Photonen durchführen, und diese können nicht voll identisch sein. Das heißt, auch wenn wir hier Photonen haben, so sind die alle irgendwie unterschiedlich, etwa in der Energie oder in der Phase. Und das wissen wir nicht. Das heißt, wir sollen nicht so überrascht sein, dass wir nicht wissen, ob der Detektor A oder B anspricht, denn wir wissen auch am Beginn unseres Experiments nichts genau. Wir wissen, dass ein Photon da ist. Aber viele Parameter wissen wir eben nicht. Und wir müssen uns dessen bewusst sein. Und ich glaube, deshalb sollten wir nicht

so überrascht sein, dass wir am Ende auch nicht alles wissen, d.h. nicht sicher voraussagen können, welcher Detektor anspricht.

Auch wenn die Frage so klingen mag, dass ich verborgene Parameter unterstelle, möchte ich doch ergänzen, ich bin absolut gegen verborgene Parameter. Ich vermute nur, viele nicht gemessene Parameter existieren.

Aber es sind einige Kenngrößen, die man einfach nicht misst und einfach darüber mittelt. Etwa die genaue Energie, oder genau die Phase dieses Wellenzuges, ist uns praktisch nicht bekannt. Das sind nicht verborgene, sondern sind einfach nicht gemessene Parameter. Diese Parameter könnten zwar gemessen werden, aber entsprechend der Heisenberg'schen Unschärferelation nicht beliebig genau, wodurch auch eine genaue Vorhersage zukünftiger Ereignisse unmöglich ist.



# EXAKTE VORHERSAGEN SIND „UNMÖGLICH“

## ANALYTISCHE ERKENNTNIS VERSUS GENAUIGKEIT ALS WERT DER VORHERSAGE IN DER ÖKONOMIE UND DEMOGRAPHIE

### ALEXIA FÜRNKRANZ-PRSKAWETZ

Zunächst möchte ich mich herzlich für die Einladung bedanken, im Rahmen unseres heutigen Diskussionsforums meine Sichtweise zu den Grenzen der wissenschaftlichen Vorhersehbarkeit präsentieren zu dürfen. In den folgenden 15 Minuten möchte ich Ihnen meine Sichtweise zu diesem Thema mit dem Bezug zu den Wissenschaftsdisziplinen Ökonomie und Demographie vorstellen.

Wie Sie meinem Titel entnehmen können, positioniere ich mich sofort: Exakte Vorhersagen gibt es nicht! Jedoch möchte ich Ihnen in meinem Impulsreferat darlegen, wo ich den Wert der Vorhersagen sehe: in ihrer analytischen Erkenntnis!

Lassen Sie mich mit einem Zitat von einem der führenden mathematischen Demographen des letzten Jahrhunderts, Nathan Keyfitz, beginnen: *Numbers provide the rhetoric of our age ... but to forecast in the sense of making an estimate that will turn out to coincide with what is actually going to happen is beyond human capacity.* (Keyfitz 1987)

... and definitely beyond my capacity today!

Nun gilt es – wiederum in Worten von Nathan Keyfitz –, den folgenden Widerspruch zu diskutieren: *Forecasting is impossible yet unavoidable.* (Keyfitz 1987)

Die Tatsache, dass Vorhersagen unvermeidbar sind, erkennen wir besonders auch in der Demographie und Ökonomie, den Wissenschaften die ich in meinem Vortrag heute vertrete. Denken Sie nur an Wirtschaftsprognosen oder an demographische Prognosen, welche wesentlich für die zukünftige Planung unserer Entscheidungsträger sind. Es ist unsere Aufgabe als Wissenschaftler, entsprechende Informationen zur Verfügung zu stellen, jedoch auch auf die Beschränkungen in unseren Prognosen und Unmöglichkeiten exakter Vorhersagen hinzuweisen.

## NUTZEN VON VOHERSAGEN

Zunächst möchte ich Ihnen einige Anregungen zum Nutzen von Vorhersagen bieten, obgleich der offensichtlichen Grenzen von Vorhersagen.

Die Bewertung von Vorhersagen basiert meist auf dem normativen Argument der Genauigkeit und vernachlässigt die analytische Erkenntnis, welche wir durch Vorhersagen gewinnen. Mit den Worten von einem weiteren bekannten Demographen, John Hajnal, *Der Wert der Vorhersage liegt in ihrer analytischen Erkenntnis.* (Hajnal 1955), möchte ich hier für die analytische Erkenntnis von Vorhersagen als einen der wesentlichen Nutzen der Vorhersagen argumentieren – Sie werden in meinem Vortrag noch drei Beispiele kennenlernen in denen ich Ihnen dieses Argument etwas näher erläutern möchte.

Einen weiteren wesentlichen Nutzen bzw. ein Konzept, wie der Nutzen von Vorhersagen bewertet werden soll, sehe ich in der Beurteilung, wie weit Vorhersagen Entscheidungsfindungen unterstützen.

*Does the forecast add value – provide information that helps make better decisions? This criterion may be the most important factor in deciding whether a*

*forecast is good or not – forecasts as a way of decision making!* (Swanson and Tayman 1995)

In der Ökonomie als auch in der Demographie werden Vorhersagen zur Entscheidungsfindung herangezogen. Natürlich mag es nicht die perfekte und auch nicht eine eindeutige Entscheidung sein. Aber ein System zu verstehen – wie es für Vorhersagen zwingend ist – bildet die Voraussetzung für jede Entscheidungsfindung.

## INTERPRETATION DER VORHERSAGE

Neben dem Nutzen der Vorhersage erscheint es mir auch besonders wichtig, kurz auf die Interpretation von Vorhersagen einzugehen. Leider divergieren hier die Ansichten zwischen den Produzenten und den Konsumenten von Vorhersagen beträchtlich.

Um unsere Konzepte klar zu kommunizieren, unterscheiden wir zwischen Projektionen und Vorhersagen. Projektionen stellen Modellrechnungen dar, welche unter hypothetischen Annahmen mögliche Verläufe von Systemvariablen zeigen – *what the world would be like if a particular set of stated assumptions turned out to be true.*

Im Unterschied zu Projektionen ist es das Ziel von Vorhersagen, die Zukunft möglichst treffsicher vorherzusagen.

Ein häufiges Problem besteht darin, dass das Ergebnis einer Projektion – sobald es in die Öffentlichkeit dringt – zu einer Vorhersage wird. D.h. es werden nur die Ergebnisse und nicht die Annahmen unserer Projektionen kommuniziert, und die Ergebnisse der Projektionen werden oft ohne Diskussion ihrer Unsicherheiten präsentiert.

Unsere Vorsicht, zwischen diesen beiden Konzepten zu unterscheiden, ist leider oft vergeblich!

Eine weitere Möglichkeit, unsere Techniken der Vorhersage besser zu kommunizieren, wäre die Anwendung von normativen Vorhersagen. Wir betrachten in diesem Fall das inverse Problem und fragen nach den Politiken/Aktionen, welche man setzen soll, um ein erwünschtes Ergebnis zu erzielen. *Creating rather than simply discovering the future.*

Wesentlich für die Interpretation von Vorhersagen sind Angaben zu den Unsicherheiten von Modellannahmen. Eine der am häufigsten verbreiteten Methoden basiert auf der Berechnung von alternativen Modellvarianten. So unterscheiden

wir in demographischen Projektionen meist zwischen drei Varianten (low, medium, high). Leider gelingt es oft nicht, die zugrunde liegenden Annahmen entsprechend zu kommunizieren. Konkret liegen der Variante „low“ Annahmen zu Fertilität, Mortalität und Migration zugrunde, welche eine niedrige Variante der Projektion der Bevölkerung implizieren. Entsprechend werden bei den Varianten „medium“ und „high“ Annahmen über die drei Bevölkerungsprozesse Fertilität, Mortalität und Migration getroffen, sodass die Vorhersage der Bevölkerungsgröße einen mittleren bzw. hohen Wert ergibt. Diese drei Varianten der Bevölkerungsprojektion werden oft angewandt, um entsprechende Indikatoren, wie z.B. die Alten- oder Kinderabhängigkeitsquotienten, herzuleiten. Da diese Indikatoren jedoch eine nichtlineare Transformation der Bevölkerungsgrößen unterschiedlicher Altersgruppen darstellen, wird hierbei oft ein mathematischer Fehler begangen: Man darf aus der nichtlinearen Kombination von Altersgruppen nicht darauf schließen, dass der resultierende Indikator wieder eine „low“-Variante darstellt. Eine weitere Möglichkeit der Interpretation von Vorhersagen stellt die

Quantifizierung von Unsicherheiten dar. Besonders intuitiv sehe ich hier die Anwendung probabilistischer Bevölkerungsvorhersagen, wie ich sie in Beispiel zwei nachfolgend zeigen möchte.

Betreffend der Unsicherheit müssen wir natürlich eingestehen, dass hier auch zu unterscheiden ist, inwieweit diese Unsicherheiten überhaupt in das Modell inkludiert werden können. Besonders treffend finde ich hier ein bekanntes Zitat des ehemaligen Verteidigungsministers Donald Rumsfeld:

*... it is useful to distinguish between known knowns, known unknowns, and unknown unknowns.*

Ein recht komplexer Satz, aber ein recht intuitiver Satz. Ich berufe mich hier auf einen Artikel (Makridakis et al. 2009), wo diese „known knowns, known unknowns and unknown unknowns“ natürlich auch inhaltlich betrachtet werden.

Ein Problem besteht darin, dass wir Unsicherheiten in vielen Fällen nicht quantifizieren können. Das größte Problem stellen natürlich die „unknown unknowns“ dar, sowohl in der Ökonomie als auch in der Demographie. Dies darf aber nicht als Entschuldigung gesehen werden, „known knowns“ oder im anderen

Fall „known unknowns“ nicht zu quantifizieren.

Nachdem ich Ihnen jetzt einen Einblick, und dieser kann in Anbetracht der zur Verfügung stehenden Zeit nur rudimentär sein, gegeben habe, wo ich den Wert/Nutzen einer Vorhersage sehe, aber auch eine Gefahr der Interpretation erkenne, möchte ich Ihnen jetzt in Kürze drei Beispiele aus meiner eigenen Forschung zeigen.

Ich habe bewusst drei Beispiele ausgewählt, mittels derer ich Ihnen zeigen möchte, wo die analytische Erkenntnis von Vorhersagen versagt hat, oder wo ich glaube, dass wir diese erfolgreich zeigen konnten.

## BEVÖLKERUNGSPROGNOSEN

Zunächst möchte ich Ihnen zwei Beispiele aus der Demographie vorstellen. Im ersten Beispiel möchte ich Ihnen anhand von Vorhersagen der Fertilität der Statistik Austria zeigen, dass analytische Erkenntnisse bei Vorhersagen nicht ignoriert werden dürfen. Im zweiten Beispiel sehen wir eindrucksvoll, wie Unsicherheiten quantifiziert werden können.

Betrachten wir zunächst den prognostizierten Verlauf der Gesamtfertilitätsrate für Österreich, wie dieser in der ausgewählten Bevölkerungs-

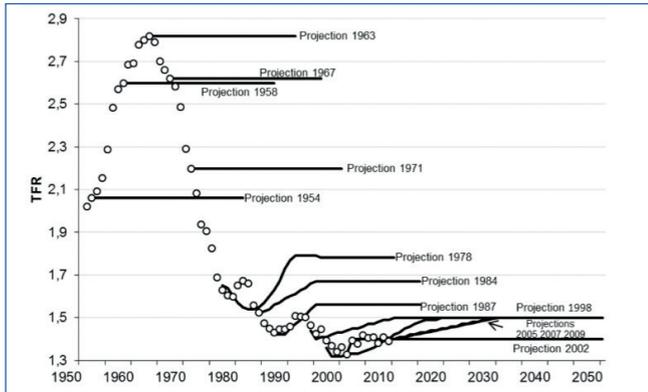


Abb. 1: Fertilitätsprognosen  
Tatsächlicher (Ringe) und prognostizierter (durchgezogene Linie) Verlauf der TFR in ausgewählten Bevölkerungsvorausschätzungen für Österreich  
Quelle: Goldstein et al. (2011)

vorausschätzung der Statistik Austria in den letzten Jahrzehnten modelliert wurde (Abb. 1).

Seit 1953 bis 1977 wurde die zuletzt beobachtete Geburtenziffer (TFR) in die Zukunft fortgeschrieben, wobei ungefähr alle drei bis vier Jahre eine neue Prognose angegeben wurde. Ab 1977 wird jedoch ein nicht-monotoner Verlauf der Fertilitätsrate prognostiziert, wobei auf ein anfängliches Absinken ein moderater Anstieg der Fertilität erfolgt. Grundlage dieser neuen Prognosen, verstärkt insbesondere ab 1987, war die Einbeziehung

fachspezifischen Wissens. Wesentlich war die Betrachtung der Verschiebung der Fertilität in höhere Altersgruppen und somit die Änderung des „timing“ der Geburten. Jedoch waren diese Annahmen zum „timing“ der Fertilität nicht konsistent mit den entsprechenden Annahmen zu den Änderungen im Quantum der Fertilität, d.h. der aggregierten Anzahl der Kinder über den Lebensverlauf (vgl. Goldstein et al. 2011). Analytische Erkenntnisse wurden daher ignoriert. Unsere Kritik richtet sich nicht gegen die Prognosen selbst, sondern die In-

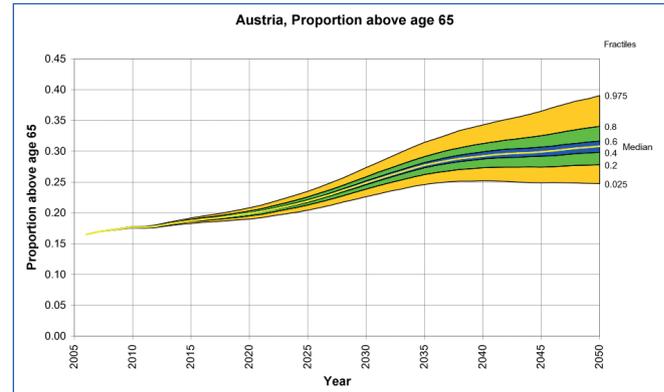


Abb. 2: Probabilistische Vorhersagen  
Quelle: Scherbov et al. (2008)

konsistenz der zugrunde liegenden Annahmen.

Das zweite Beispiel, probabilistische Vorhersagen, basiert auf den Arbeiten meines Kollegen Wolfgang Lutz und zeigt die Quantifizierung der Unsicherheiten von Vorhersagen (Scherbov et al. 2008). Betrachtet wird die Entwicklung der österreichischen Bevölkerung im Alter von 65 oder mehr Jahren für den Zeitraum 2005 bis 2050. Es ist wohl unausweichlich, dass der Anteil der Personen 65+ ansteigen wird (Abb. 2). Die Unsicherheit liegt jedoch im Ausmaß

dieses Anstiegs. Um diese Unsicherheit zu quantifizieren, können Konfidenzintervalle konstruiert werden, wodurch wir z.B. angeben können, dass mit 95% Wahrscheinlichkeit der Anteil der 65+-Jährigen im Jahr 2050 zwischen 25% und 40% liegen wird. D.h. wir können die Unsicherheit unserer Prognosen quantifizieren.

## WONDERLAND

Abschließend möchte ich ein drittes Beispiel aus meiner eigenen Forschung – der mathematischen Modellierung der Wechselwirkungen von Bevölkerung, Umwelt und Ökonomie – vorstellen, welches wir gemeinsam mit Kollegen an der IIASA entwickelt haben (Milik et al. 1996). Ich bin davon überzeugt, dass unsere Kenntnis über die Systemdynamiken der komplexen Modelle der Interaktion von Umwelt, Wirtschaft und Bevölkerung unsere Vorhersagbarkeit dieser Systeme verbessern kann. Ziel war es, anhand eines einfachen 4-dimensionalen dynamischen Modelles zu zeigen und insbesondere zu verstehen, wie Jahre gemeinsamer demographischer und ökonomischer Entwicklung zu scheinbar unvorhersehbaren Entwicklungen der Umwelt führen können.

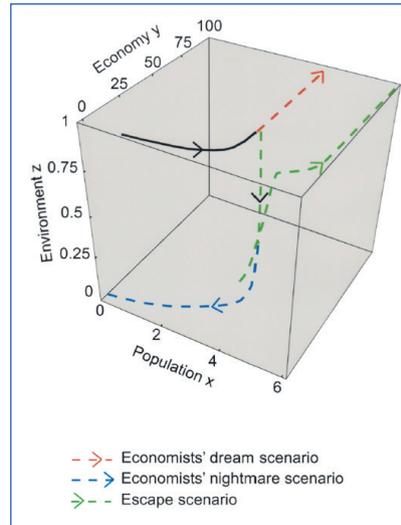


Abb. 3: *Wonderland*  
Quelle: Milik et al. (1996)

Die Systemdynamiken können in einem Phasenraum, der von den Variablen Bevölkerung  $x$ , Umwelt  $z$  und Ökonomie  $y$  aufgespannt wird, dargestellt werden. Sie sehen drei unterschiedliche Szenarien (Abb. 3), welche sich anfänglich in ihrem Verlauf nicht unterscheiden, jedoch nach einiger Zeit vollkommen unerwartet divergieren. Langfristig können drei Szenarien unterschieden werden: a. das „economists’ dream scenario“, b. das „economists’ nightmare scenario“ und c. das „escape scenario“. Im

ersten Fall (a) beobachten wir, dass langfristig die Umwelt auf ihrem höchsten Niveau verharret, die Bevölkerung gegen einen stationären Wert konvergiert sowie die Ökonomie kontinuierlich wächst. Fall (b) zeigt eine Simulation, bei welcher langfristig die Umwelt vollkommen zerstört wird und die Bevölkerung sowie die Ökonomie gegen den Wert 0 streben. Das dritte Szenario (c) zeigt die Möglichkeit, dass selbst nach einem extremen Abfall der Umweltqualität eine Regeneration der natürlichen Ressource möglich ist und das System langfristig einen nachhaltigen Entwicklungspfad (stationäre Bevölkerung, wachsende Ökonomie) erreichen kann.

Wir könnten mit Methoden aus der Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme (insbesondere der singulären Störungstheorie) mögliche Mechanismen zeigen, wie es zu solchen unvorhersehbaren Katastrophen kommen kann bzw. welche Parameterkonstellationen eine nachhaltige Entwicklung des Systems ermöglichen.

Wir werden Umweltkatastrophen natürlich nie exakt vorhersehen können, aber Ziel unseres Ansatzes ist es, Einblicke in das Systemverhalten zu erzielen, sodass wir vielleicht im

besten Fall Zeichen erkennen, wie weit wir von solchen „tipping points“, an welchen sich die Systemdynamiken abrupt ändern, entfernt sind. Oder wie unser Kollege Prof. Tichy in einem wunderbaren Artikel anlässlich der Finanzkrise geschrieben hat (Tichy 2010), *dass es unser Ziel sein muss die „Überlebensfähigkeit“ in Krisen zu sichern, und dazu müssen wir die Systemelemente identifizieren die weniger anfällig gegenüber Krisen sind.*

## HERAUSFORDERUNGEN

Abschließend möchte ich noch für die nachfolgenden Diskussionen die Herausforderungen für die Vorhersage in der Ökonomie und Demographie zusammenfassen, welchen wir uns stellen müssen.

Unsere Disziplin beschäftigt sich mit der Erklärung und den Folgen menschlicher Aktionen und Reaktionen. Historische Erfahrungen sowie Erwartungen über die Zukunft werden das menschliche Verhalten bestimmen. Annahmen über die Erwartungsbildung („rational expectation“, „bounded rationality“ etc.) werden daher wesentlich unsere Vorhersagen bestimmen.

Erschwerend kommt hinzu, dass Prognosen selbst wieder das Systemverhalten des Prognosemodells beeinflussen werden. Wir bezeichnen diese Rückkoppelungen als selbsterfüllende bzw. selbstzerstörende Prophezeiungen. So führt die Angst vor Unfällen oft zu mehr Unfällen. Andererseits kann die Vorhersage eines negativen Ereignisses zu Maßnahmen führen, welche diese Ereignisse zu verhindern versuchen. Ein weiteres Beispiel wäre die Prophezeiung eines Wahlsieges, wodurch Wähler den Anreiz erhalten, der Wahl fern zu bleiben.

Eine weitere große Herausforderung stellt die Unterscheidung von Mikro- und Makroverhalten dar. Zu oft wird der Fehler begangen, individuelles Verhalten auf die Makroebene zu aggregieren und Korrelationen von der Mikroebene auf die Makroebene zu übertragen. Wir wissen jedoch, dass die Heterogenität auf der Mikroebene gemeinsam mit Externalitäten und sich selbst verstärkenden oder zerstörenden Dynamiken ein sehr unterschiedliches Makroverhalten implizieren kann.

Zusammenfassend möchte ich für die verhaltensorientierte Wirtschaftstheorie plädieren. D.h. wir müssen das Verhalten individueller Agenten

verstehen, um Vorhersagen über Systementwicklungen auf der Makroebene herleiten zu können.

Die Herausforderung der Vorhersage in Ökonomie und Demographie liegt in der Tatsache, dass keine ökonomischen und gesellschaftlichen Gesetze wie in den Naturwissenschaften existieren. Parameter sozioökonomischer Beziehungen sind meist Funktionen struktureller Parameter (wie Wirtschaftspolitik, Präferenzen etc.), welche sich wiederum über die Zeit verändern. Dies zeigt, dass temporäre Beziehungen über die Zeit ihre Gültigkeit verlieren können. Man könnte sogar so weit argumentieren, dass Stabilität sogar neues Risiko mit sich bringen kann. Dies war oft ein Argument für die Ereignisse in der Zeit der Finanzkrise. So brach in dieser Zeit offensichtlich ein lange Zeit stabiles Informations- und Vertrauenssystem zusammen.

Als Vertreter einer stark quantitativ orientierten Wissenschaftsdisziplin möchte ich Ihnen noch eines meiner favorisierten Zitate für die anschließende Diskussion mitgeben:

*Vereinfachende Modelle sind aber nicht das Problem. Jeder Versuch, die komplexe Welt zu verstehen, braucht vereinfachende Modelle. Das Problem entsteht dann, wenn das Bewusstsein über die*

*beschränkte Aussagekraft der Modelle verloren geht.* (Markus Diem Meier 2012)

Dieses Verständnis ist leider manchmal verloren gegangen!

Wo sehe ich die Zukunft?

Ich sehe die Zukunft in der Akzeptanz von Unsicherheiten, diese zu kommunizieren und zu quantifizieren, d.h. realistische Einschätzungen und Erweiterungen dieser Unsicherheiten vorzuschlagen. Es erscheint mir als vorrangig, die Robustheit gegenüber Modellunsicherheiten zu analysieren und unsere Modelle dynamisch an neue Realitäten anzupassen. Die analytische Erkenntnis bildet einen der wesentlichen Werte jeder Vorhersage.

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

## LITERATUR

- Goldstein, J.R., Rößger, F., Jaschinski, I. and Prskawetz, A. (2011) Fertilitätsprognosen im deutschsprachigen Raum: Bisherige Erfahrungen und Verbesserungsmöglichkeiten. *Comparative Population Studies* 36, 693–728.
- Hajnal, J. (1995) The prospects of population forecasts, *Journal of The American Statistical Association* 50, 309–322.
- Keyfitz, N. (1987) The social and political context of population forecasting, in: W. Alonso and P. Starr (eds.) *The Politics of Numbers*, Russell Sage Foundation, New York, 235–258.
- Makridakis, S., Hogarth, R.M. and Gaba, A. (2009) Forecasting and uncertainty in the economic and business world, *International Journal of Forecasting* 25, 4, 794–812.
- Meier, M.D. (2012) Die fehlgeleitete Ökonomenschelte. *Tagesanzeiger*. Schweiz.
- Milik, A., Prskawetz, A., Feichtinger, G. and Sanderson, W.C. (1996) Slow-fast dynamics in Wonderland, *Environmental Modeling and Assessment* 1, 3–17.
- Scherbov, S., Mamolo, M. and Lutz, W. (2008) Probabilistic Population Projections for the 27 EU Member States Based on Eurostat Assumptions, *European Demographic Research Papers*, Vienna: Vienna Institute of Demography of the Austrian Academy of Sciences, pp. 75.
- Swanson, D.A. and Tayman, J. (1995) Between a rock and a hard place: The evaluation of demographic forecasts. *Population Research and Policy Review* 14, 233–249.
- Tichy, G. (2010) War die Finanzkrise vorhersehbar? *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 11(4), 356–382.



# DISKUSSIONSBEITRAG

## ERICH STREISSLER

Ich möchte ein sehr einfaches Prognoseproblem in der Ökonomie darstellen, das in den grundsätzlichen Referaten von Frau Prskawetz nicht vorgekommen ist, das aber in der Praxis eine große Rolle spielt. Das Problem liegt darin, dass die Vorhersagen von mehreren Strukturparametern abhängen. Und diese Strukturparameter werden nun einmal von verschiedenen Leuten ganz unterschiedlich abgeschätzt. Es geht ja eigentlich um das einfache Problem von Potenzreihen: eine Potenzreihe über die Zeit – zum Beispiel das Wachstum der Staatsschulden oder etwas anderes Zentrales wie die Zinssätze. Ob diese über die Zeit mit 1% steigen – geringe Prozentsätze – oder mit 2% oder mit 4%, macht nach ein paar Jahren einen enormen Unterschied. Aber die verschiedenen Prognostiker haben kein sicheres Urteil, was eigentlich diese Parameter sind! Und der eine nimmt dies an und der andere jenes, und damit kommt es zu ganz unter-

schiedlichen Aussagen aufgrund der sehr primitiven Tatsache, dass die zugrunde liegenden Parameter, deren Größenunterschiede sich schon nach wenigen Jahren deutlich auswirken, verschieden angenommen werden. Ein außerordentlich einfaches Problem, das sich aus der Unkenntnis der Öffentlichkeit, die die Prognosen aufnimmt, und aus der Unkenntnis und der sehr persönlichen Abschätzung derjenigen Personen, die die Prognosen machen, ergibt. Also ein sehr viel einfacheres Problem als die Schwierigkeiten, die Frau Prskawetz dargestellt hat. Wobei ich bezüglich der von ihr geschilderten Schwierigkeiten völlig ihrer Meinung bin. Und noch viel einfacher zu den Problemen von Briegel, die in gewisser Hinsicht schon große Ähnlichkeit mit den historisch unterschiedlichen Bedingungen aufweisen, bei denen es im Grunde auch um zentrale Parameter geht, in Bezug auf welche ganz unterschiedlich gehandelt wird.

Die Prognosegrundlage ist also vielfach keineswegs klar, lässt sich nicht wissenschaftlich eindeutig darstellen und führt zu markanten und folgenreichen Unterschieden in den praktischen Ergebnissen.



# DISKUSSIONSBEITRAG

## THEODOR TOMANDL

Ich möchte zum Vortrag von Frau Fürnkranz-Prskawetz etwas aus meiner Erfahrung als Vorsitzender der Pensionskommission beitragen. Für eine Pensionsreform ist die Frage natürlich sehr maßgeblich: Wie könnte sich die Zukunft entwickeln? In der Pensionskommission konnte ich feststellen, dass die Erwartungshaltung sehr maßgeblich die Annahmen beeinflusste. Im Allgemeinen war die Erwartungshaltung immer: Dem System darf nichts passieren, das System wird Bestand halten. Die Prognosen waren daher fast stets günstiger als die spätere tatsächliche Entwicklung.

Auf der anderen Seite stellte sich die Frage: Welche Bedeutung haben die Prognosen dann? Ein führender Sozialpolitiker im Parlament hat dazu erklärt: „Wozu brauchen wir sie überhaupt? Sie stimmen doch sowieso nicht.“ Und ich erinnere mich, war es Herr Lutz, oder Herr Fassmann, der zur Bevölkerungsprognose gesagt hat: „Eines wissen wir mit fast

hundertprozentiger Sicherheit: Dass die realen Ergebnisse anders aussehen werden als unsere Prognose.“

Diese Unsicherheit hat eine besonders große Rolle bei der Frage der Entwicklung der Bevölkerung, insbesondere der Erwerbsbevölkerung gespielt. Hier kommt der Migration eine ganz große Bedeutung zu. Blickte man auf die Bevölkerungsprognose, konnte man deutlich erkennen, mit welchen Erwartungshaltungen operiert wurde. Vor allem für die Jahre nach 2030, zu denen man mit großer Sicherheit nur sagen konnte, dass das Potenzial aus der EU und aus den benachbarten Staaten erschöpft sein wird und es nur mehr um den Rest der Welt gehen würde. Da sind sehr hohe Erwartungshaltungen hineingeflossen.

Angesichts dieser Situation stellt sich die Frage: Was kann man wirklich tun? Aus wissenschaftlicher Sicht wird zunehmend die Auffassung vertreten, wir wollen gar keine Prognose, sondern eine analytische

Darstellung dessen, was geschehen würde, wenn unsere Annahmen sich nicht bewahrheiten. Ich glaube, das ist ein ganz wichtiger Gesichtspunkt, bei dem sich auch der Zusammenhang mit der Geschichte einstellt.

Meiner Meinung nach hängt es bei der Ausarbeitung von Prognosen entscheidend auch davon ab, welchen Zwecken sie dienen. Aus rein wissenschaftlicher Sicht ist ganz klar, dass man versucht, die wahrscheinlichste Entwicklung darzustellen. Üblicherweise will man aber auch zeigen, welche Folgen eintreten werden, wenn die Entwicklung etwas schlechter oder etwas besser verläuft. Bei der Verwertung der Ergebnisse kommt die Politik ins Spiel. Sie will sich bei der Frage der Finanzierbarkeit der Pensionen an der (von Erwartungshaltungen beeinflussten) wahrscheinlichsten Variante orientieren. Da man jedoch weiß, dass die Entwicklung abweichend verlaufen wird, müsste man, wenn man vorsichtig ist – und bei Prognosen über

die langfristige Finanzierbarkeit der Pensionen müsste man das sein –, eine Art Risikoabschlag vornehmen. Sollte sich die Lage später besser entwickeln, kann der Gesetzgeber sofort eingreifen und zusätzliche Leistungen vorsehen. Doch die Politik will diesen Risikoabschlag nicht vornehmen, und deshalb landen wir mit großer Regelmäßigkeit von einer Pensionsreform zur nächsten.

Zusammenfassend stehen wir speziell bei Pensionsprognosen vor folgenden Fragen: Welche Bedeutung haben sie? Was kann man aus ihnen ableiten? Was kann man nicht ableiten? Und vor allem, wie kann man die Gefahr ihres politischen Missbrauchs ausschalten?

# DISKUSSIONSBEITRAG

## BERT FRAGNER

Ich möchte auf einen wichtigen Punkt von Frau Fürnkranz-Prskawetz' Ausführungen zurückkommen: Sie hat am deutlichsten die Frage aufgeworfen, wie sehr das Problem der wissenschaftlichen Vorhersage gar nicht aus den inneren Konzepten wissenschaftlicher Disziplinen entsteht, sondern von außen, von einer vor allem medial angesprochenen Öffentlichkeit an uns herangetragen wird. Sie hat deutlich hervorgehoben, dass nicht der Prozess der reflektierten, viele Komponenten berücksichtigenden Projektion von großen Teilen dieser Öffentlichkeit mit Neugierde zur Kenntnis genommen wird, sondern letztlich resultative Aussagen als verbindliche Vorhersage, als gültige Prognose entgegengenommen werden.

Hieraus ergibt sich für uns ein wissenschafts- und gesellschaftspolitischer Aspekt, der für unser Selbstverständnis, aber auch für das öffentliche Verständnis von der Nützlichkeit wissenschaftlichen For-

schens wesentlich ist. Wir sollten in Betracht ziehen: Was geschieht, wenn wir so klare und deutliche Aussagen über die Begrenztheit unserer „predictability“, unserer Fähigkeiten zur Vorhersage, so klipp und klar, deutlich und uneingeschränkt der Öffentlichkeit gegenüber einräumen, ja eingestehen? Das interessiert mich: Was wären die Folgen eines solchen Eingeständnisses? Mit welchen Reaktionen hätten wir zu rechnen? Würde man uns in einem solchen Fall mehr ernst nehmen und schätzen, oder würden wir eher mit der schon oft gehörten, nachgerade „klassischen“ wissenschaftsfeindlichen Aussage konfrontiert werden: „Wozu brauchen wir den ganzen Forschungsaufwand überhaupt? Warum soll der Steuerzahler das alles finanzieren?“ Mit letzterem Argument könnte uns ja leicht der Geldhahn abgedreht werden! Ich sehe das jetzt fürs Erste nicht nur als ein theoretisches Problem, sondern darüber hinaus auch als eine pragmatische Angelegenheit.

Aber es lohnt – auch im Sinn unserer aller banalen materiellen Selbsterhaltung und der unserer Institutionen –, sich einmal zu vergegenwärtigen, was geschähe, wenn wir alle von unserer wissenschaftlichen Prognosefähigkeit so überzeugten Menschen in unserer Gesellschaft darüber aufklären wollten, wie es um Gültigkeit unserer „Vorhersagen“ tatsächlich steht. Das könnte ja durchaus ins Auge gehen! Danke schön.



# PROGNOSE UND VORHERSEHBARKEIT IN GESCHICHTE UND GESCHICHTSWISSENSCHAFT

ARNOLD SUPPAN

Am 24. März 1990 lud die britische Premierministerin Margaret Thatcher einige prominente britische und amerikanische Historiker auf ihren Landsitz Chequers ein, um sich über mögliche Gefahren der deutschen Wiedervereinigung ins Bild setzen zu lassen. Plötzlich fragte die „eiserne Lady“: „Und wann kommt es zum Anschluss?“ – Gemeint war nicht der Anschluss der DDR an die Bundesrepublik Deutschland, der sich nach den ersten freien Wahlen in der DDR Mitte März klar abzeichnete, sondern ein möglicher „Anschluss“ Österreichs an das wiedervereinigte Deutschland. Der deutsch-jüdisch-amerikanische Historiker Fritz Stern, gebürtig aus Breslau, der diese Epi-

sode überlieferte, dürfte ob der Frage ebenso überrascht gewesen sein wie seine Kollegen. Die Expertenrunde hielt aber wohl eine Wiederholung von 1938 für völlig unvorstellbar. Ich weiß freilich nicht, ob sie die gegenüber der deutschen Wiedervereinigung skeptische Thatcher schon damals beruhigen konnten. Für mich stellt sich die Frage, ob Thatcher wirklich nicht wusste, dass die österreichische Öffentlichkeit dem Prozess der deutschen Wiedervereinigung ziemlich teilnahmslos gegenüberstand, vielmehr mit der Öffnung des Eisernen Vorhangs und den Auf-

lösungstendenzen in Jugoslawien beschäftigt war.<sup>7</sup>

Der Historiker ist grundsätzlich nicht für Prognosen zuständig und sollte besonders auch die Vorhersehbarkeit aus dem Spiel lassen. Denn sein Metier ist der quellengestützte, Raum und Zeit berücksichtigende Nachvollzug menschlicher Erfahrungen und menschlichen Handelns, die Analyse von gesellschaftspolitischen Bedingungen, Prozessen und Entscheidungen sowie der Vergleich und die Bewertung bereits Geschichte

<sup>7</sup> Gregor Schöllgen, Geschichte der Weltpolitik von Hitler bis Gorbatschow 1941-1991 (München 1996) 443.

gewordener Entwicklungen.<sup>8</sup> Und doch werden immer wieder nicht nur Politik- und Sozialwissenschaftler sondern eben auch Historiker vor allem bei Eintreten dramatischer Ereignisse nach Analyse und Prognose befragt. Nicht zufällig geschah dies relativ oft an der Zeitenwende 1989 bis 1991, und erstaunlicherweise wurden gerade im Jahre 1990 nach demokratischen Wahlen sowohl in Ungarn als auch in Slowenien und Kroatien Historiker zu Ministerpräsidenten ernannt.

Mir widerfuhr eine solche Anfrage nach einer Prognose Ende Juni 1991. An einem Nachmittag rief mich ein Redakteur des Bayerischen Rundfunks in meinem Zimmer im Institut für Osteuropäische Geschichte der Universität Wien an. Er wolle für eine Live-Sendung ab 17 Uhr meine Meinung zum eben beginnenden militärischen Jugoslawien-Konflikt hören und wolle gleich nach einem Lösungsansatz fragen. Gerade mit der Korrektur von schriftlichen Arbeiten beschäftigt, antwortete ich ziemlich

spontan: „Um eine Eskalation des militärischen Konflikts zu stoppen, muss die NATO eingreifen.“ – Dem deutschen Redakteur dürfte beinahe der Hörer aus der Hand gefallen sein, und er bat mich sofort, dies in der Live-Sendung keineswegs zu sagen und mich stärker auf die Analyse der Konfliktursachen zu beschränken. Ich hielt mich daher in der Live-Sendung an diese Vorgabe und hielt mich mit einer Prognose zurück, die sich leider sehr bald ziemlich blutig bestätigen sollte.

Was hatte mich zuerst veranlasst, so forsch zu reagieren? – Aufgrund meiner 20-jährigen Beschäftigung mit der Geschichte Jugoslawiens und der südslawischen Völker besaß ich sehr gute Kontakte zu vielen Historikerinnen und Historikern in Belgrad, Zagreb, Laibach und Sarajevo. Mit der Zuspitzung der innerjugoslawischen Verhältnisse seit 1986 – ich erinnere an das eher zufällig veröffentlichte Memorandum der Serbischen Akademie der Wissenschaften – wurden einige der mir bekannten Kolleginnen und Kollegen Berater der aktiven, andere der späteren Präsidenten und Ministerpräsidenten. Dies hinderte sie nicht daran, mir in Vier-Augen-Gesprächen ziemlich ungeschminkte Einschätzungen

der Krisenlage zu geben. So warnte mich eine serbische Kollegin schon im Herbst 1987 eindringlich vor den Machenschaften des Herrn Milošević, die später auch bis zur Ermordung seines Vorgängers Stambolić führen sollten.<sup>9</sup> Ein slowenischer Kollege machte mich nach dem Prozess gegen slowenische Journalisten vor dem Militärgerichtshof in Laibach im Juni 1988 darauf aufmerksam, dass der Bruch zwischen der slowenischen Gesellschaft und der Jugoslawischen Volksarmee nicht mehr zu kitten sei. Im Mai 1989 hielt ich einen Vortrag im ehemaligen Institut des nunmehrigen Oppositionschefs Tuđman in Zagreb und erhielt neue Informationen über die spannungsgeladene Atmosphäre. Die Kriseneskalation schritt voran, als Belgrad einen Boykott gegen Importe aus Slowenien verhängte und als die slowenischen und kroatischen Kommunisten im Jänner 1990 den letzten gemeinsamen Kongress der Kommunisten Jugoslawiens in Belgrad verließen. Im Jänner 1991 hörte ich dann von Laibacher und Zagreber Bankdirektoren ganz direkt, dass sie sich den Griff

8 Reinhart Koselleck, *Geschichte, Historie*, in: Otto Brunner, Werner Conze, Reinhart Koselleck (Hgg.), *Geschichtliche Grundbegriffe. Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland*, 2. Bd. (Stuttgart 1979) 593f., 691–717.

9 Holm Sundhaussen, *Geschichte Serbiens, 19.-21. Jahrhundert* (Wien – Köln – Weimar 2007) 402–406.

Milošević' in die gemeinsame jugoslawische Staatskasse nicht mehr gefallen ließen. Andererseits sagten mir zwei Belgrader Professoren bereits im Oktober 1990 ganz unverblümt, dass bei Scheitern von politischen Verhandlungen der Konflikt eben anders „ausgetragen“ werden müsse. Auf meine naive Nachfrage, was unter „austragen“ zu verstehen sei, erhielt ich die freundschaftliche Nachhilfe: „Aber, Herr Kollege Suppan, sie kennen doch unsere Geschichte!“ – Ich benötigte einige Monate, um zu verstehen, dass damit wirklich ein militärischer Konflikt gemeint war. Niemand im Westen wollte das bevorstehende Auseinanderbrechen Jugoslawiens wahrhaben, weder die wiedervereinigten Deutschen noch die Franzosen, Engländer und US-Amerikaner, die 1918/20 Geburtshelfer Jugoslawiens gewesen waren. Auch Milovan Đilas, der montenegrinische Revolutionär, Intellektuelle und enge Weggefährte Titos (bis er im Jänner 1954 aus allen Partei- und Staatsfunktionen entlassen und für 13 Jahre inhaftiert worden war), dachte – trotz seiner harten Kriegserfahrungen – nicht im Entferntesten an eine bevorstehende Auflösung. In einem ausführlichen Artikel in der „Neuen Zürcher Zeitung“ am 16./17.

Juni 1984 schrieb er sogar sehr verständnisvoll über die wechselvollen Beziehungen zwischen „Alt-Österreich und den Südslawen“. Er lobte die Unterstützung der Habsburger bei der Befreiung der Südslawen aus der „Türkenherrschaft“, hob die Rolle Wiens in der Förderung südslawischer Intellektueller hervor und sah schließlich das neue Österreich als „Oase für Unabhängigkeit und Demokratie“. Freilich schränkte er ein: „Die Geschichte läuft weder nach den Wünschen noch nach den Erwartungen ihrer Protagonisten ab.“<sup>10</sup> – Ich darf hinzufügen: auch nicht nach denen der Prognostiker aller Couleur.

Die Relevanz dieser Feststellung wurde mir bereits am 19. August 1991 klar. Am zweiten Tag des Putschversuches eines sogenannten „Notstandskomitees“ gegen den sowjetischen Präsidenten Michail Gorbatschow, es war ein Dienstag, lud der ORF zu einem Club 2. Weder die international bekannten Politikwissenschaftler Prof. Gasteiger aus Genf und Prof. Czempel aus Frankfurt am Main noch ein erfahrener Journalist und

ein hoher österreichischer Offizier schafften eine exakte Lageeinschätzung. Ich selbst beschränkte mich auf eine allgemeine Analyse der Rolle des militärisch-industriellen Komplexes innerhalb des Sowjetsystems. Niemand wagte eine Prognose, niemand getraute sich die Rollen von Gorbatschow, seinem putschenden Stellvertreter und die des russischen Präsidenten Boris Eltsin einzuschätzen. Uns fehlten einfach Informationen über die tatsächliche Machtkonstellation im Kreml. Niemand sah auch voraus, dass sich die Sowjetunion in vier Monaten auflösen werde. Immerhin hatten wir die Bilder vom Tiananmen-Platz in Beijing vor Augen, auf dem Anfang Juni 1989 auf Befehl der KP-Führung chinesische Panzer eine beginnende Volksbewegung niedergewalzt hatten.<sup>11</sup> Der Emeritus für politische Philosophie an der Universität Zürich, Hermann Lübke, erinnerte am 2. November 2013 in der „Neuen Zürcher Zeitung“ an drei prominente

<sup>10</sup> Milovan Djilas, Alt-Österreich und die Südslawen, in: Neue Zürcher Zeitung, 16./17. Juni 1984. 65f.

<sup>11</sup> Bernhard Schalthorn, Michail Sergeewitsch Gorbatschow, in: Hans-Joachim Torke (Hg.), Historisches Lexikon der Sowjetunion 1917/22 bis 1991 (München 1993) 100-102.

Prognosen, die nicht eintraten.<sup>12</sup> In seiner 1949 publizierten Utopie „Nineteen Eighty-four“ kündigte George Orwell an, dass die Welt nach den beiden Schreckensregimen des Nationalsozialismus und des Stalinismus hinkünftig von drei totalitären Polizeistaaten im Dauerkriegszustand dominiert werde und alle Kleinstaaten verschwinden würden. – Stattdessen trat erfreulicherweise eine Pluralisierung der Staatenwelt ein, die besonders durch die Prozesse der Entkolonialisierung in Südasien und Afrika sowie die Auflösung der Sowjetunion und Jugoslawiens zu einer Versiebenfachung der UNO-Mitglieder führte. Hierbei ist festzustellen, dass trotz internationaler Zusammenschlüsse innerhalb und außerhalb Europas Tendenzen staatlicher Verselbstständigung weiterhin wirksam sind – von Schottland bis Katalonien, von Abchasien bis Quebec. Die Unabhängigkeitserklärung des Kosovo im Februar 2008 wird vermutlich in Europa nicht die letzte bleiben.

12 Hermann Lübke, Die Welt in der wir leben. Drei prominente Prognosen und das, was stattdessen der Fall ist, in: Neue Zürcher Zeitung, 2. November 2013, 27.

Irrtum blieb auch das Theorem unaufhaltsamer Ausbreitung der sozialen und kulturellen Vermassung, wie es von José Ortega y Gasset und Karl Jaspers in Bestsellern bereits in der Zwischenkriegszeit vertreten worden war. Ortega hatte 1929 in „Der Aufstand der Massen“ doziert: „Die Masse vernichtet alles, was anders, was ausgezeichnet, persönlich, eigenbegabt und erlesen ist“, und Jaspers schärfte 1931 in „Die geistige Situation der Zeit“ nach: „Die Welt scheint in die Hände der Mittelmäßigkeit geraten zu müssen, der Menschen ohne Schicksal, ohne Rang und ohne eigentliche Menschlichkeit.“ – Lübke meint hingegen in durchaus komplizierter Diktion: „Je massenhafter die Teilhabe an selbstbestimmungsabhängigen Betätigungen sich entfaltet, umso höher heben sich die außerordentlichen Niveaus erlangter Kompetenz und Leistung heraus – kraft Wirkungen ungleich verteilter und in letzter Instanz indisponibler Faktoren unserer jeweiligen Selbstbestimmungsfähigkeit.“ Das erfolgreiche Nebeneinander von Breitensport und sportlichen Großveranstaltungen einerseits, von immer besseren Spitzenleistungen andererseits scheint ihm recht zu geben. Dies gilt auch für die Nutzung der Lernchan-

cen in differenzierten Schulsystemen – von der allgemeinen Schulpflicht bis zu Studienbeihilfen für mittellose Begabte. Schon der deutsche Soziologe Georg Simmel hatte im späten 19. Jahrhundert erkannt: Die rechtspolitisch egalisierende Liquidation der Ständegesellschaft löste wie nie zuvor Prozesse sozialer und kultureller Differenzierung aus.

Viele prominente europäische Intellektuelle – von Auguste Comte über Karl Marx bis zu Sigmund Freud – rechneten mit Religionsschwund. Tatsächlich ist der Anteil kirchengehöriger Bürger in einigen christlichen Ländern in den letzten Jahrzehnten auf unter 50 % abgesunken – besonders in Tschechien, aber auch in den Niederlanden oder in Städten wie Berlin und Hamburg. Andererseits ist der Islam in den letzten Jahrzehnten zu einem Faktor der Weltpolitik geworden – von Marokko bis Indonesien und von Bosnien bis in den Sudan. Aber auch der US-Präsident schließt seine großen Reden noch immer mit „God bless you!“. Trotz stupender Fortschritte in den medizinischen Wissenschaften und in der bemannten Raumfahrt benötigen wir offensichtlich die Religionen als variantenreich weltweit verbrei-

tete Kulturen der Anerkennung aller Unverfügbarkeiten.

Wir erleben heute viele Spekulationen zum Ausgang der Finanzkrise, zum Erhalt der Euro-Zone, zum Weiterbestand der Europäischen Union, zur Entwicklung der Imperien USA und China, zum „arabischen Frühling“ etc. Manche Zeitgenossen haben das Jahr 2013 mit 1913 verglichen, als ob wir vor dem Beginn eines neuen Weltkrieges stünden. Gott sei Dank gibt es keine vergleichbar feindliche Mächtekonstellation wie die Triple-Entente und den Zweibund, die beide 1914 unbedingt die Oberhand gewinnen wollten.<sup>13</sup> Auch die NSA-Affäre ist nicht wirklich friedensbedrohend. Die G8- und die G20-Treffen scheinen die mächtigen Politikerinnen und Politiker dieser Welt doch zu vernünftigen Lösungen von internationalen Konflikten zu stimulieren, wie die jüngsten Entwicklungen in Syrien und im Iran zeigen.

Dennoch möchte ich Ihnen zum Abschluss ein Fallbeispiel mitteilen, dass man als Wissenschaftler durchaus gefährliche Einzelkonstellatio-

nen erahnen kann. Während meiner Gastprofessur an der Reichsuniversität Leiden im Sommersemester 1995 erhielt ich die ehrenvolle Einladung, Mitte Mai 1995 vor dem renommierten Klub „De Witte“ in Den Haag über die Jugoslawien-Krise zu sprechen. In der Diskussion meldete sich ein pensionierter höherer Offizier und ersuchte mich um eine Lageeinschätzung zu Srebrenica in Ostbosnien, wo von der NATO im März 1994 ein niederländisches Bataillon stationiert worden war. Da ich bereits 1970 Bosnien bereist hatte und mehrere Male dorthin zurückgekehrt war – auch mit einer studentischen Exkursion –, hatte ich mit großer Aufmerksamkeit den Krieg und die ethnischen Säuberungen seit April 1992 verfolgt und immer wieder auch Berichte von nach Österreich geflüchteten Bosniern erhalten. Daraus zog ich den Schluss, dass ein weiteres Zusammenleben zwischen muslimischen und serbischen Bosniern kaum mehr möglich schien. Die Situation im gemischt besiedelten Talkessel von Srebrenica spitzte sich bereits seit dem Frühjahr 1992 zu, als bosnisch-muslimische Einheiten die dort stationierten bosnisch-serbischen Einheiten vertrieben. Daraufhin flüchteten viele Muslime nach Srebrenica, so-

dass die Bevölkerung innerhalb von zwei Jahren von 6.000 auf 60.000 zunahm. Der UN-Sicherheitsrat erklärte zwar Srebrenica zur Schutzzone („Safe Area“), verabsäumte aber eine effektive Verteidigung. Diese Lage im Mai 1995 bezeichnete ich nun in Den Haag als eine Falle für die nur schwach bewaffneten niederländischen Soldaten und empfahl den sofortigen Abzug. Als Anfang Juli 1995 Armeeeinheiten der Republika Srpska unter dem Kommando von General Ratko Mladić tatsächlich zur Besetzung der Schutzzone Srebrenica ansetzten, forderte der niederländische Kommandant Thomas Karremans Luftunterstützung an, die vom NATO-Kommando abgelehnt wurde, weil man Vergeltungsschläge gegen UN-Truppen befürchtete. Daraufhin mussten die gut 500 Niederländer der Besetzung und der Separierung der Frauen und Kinder von den Männern zusehen. Erst später – nach ihrem Rückzug nach Kroatien – erfuhren die niederländischen Soldaten, dass Mladić den Befehl gegeben hatte, alle muslimischen Männer, etwa 7.500 bis

<sup>13</sup> Vgl. Christopher Clark, Die Schlafwandler. Wie Europa in den Ersten Weltkrieg zog (München 4. Aufl. 2013).

8.000, in den Wäldern um Srebrenica zu erschießen.<sup>14</sup>

Der Massenmord von Srebrenica hatte ein zweifaches Nachspiel: General Mladić wurde erst Ende Mai 2011 – nachdem er sich lange versteckt gehalten hatte – in Serbien verhaftet, wegen Völkermordes, Verbrechen gegen die Menschlichkeit und Kriegsverbrechen an den bosnischen Muslimen angeklagt und vor den Internationalen Strafgerichtshof für das ehemalige Jugoslawien gestellt. In den Niederlanden aber trat 2002 die Regierung als Geste der späten politischen Verantwortung zurück, und noch 2013 anerkannte ein niederländisches Gericht Entschädigungs-

ansprüche für eine bosnisch-muslimische Familie.<sup>15</sup>

Wie steht es also um die „historia magistra vitae“, wie es Cicero formulierte. Niemand folgt heute Machiavelli, der noch meinte, aufgrund der Gleichheit wesentlicher Eigenschaften der menschlichen Natur typische Verlaufsformen geschichtlicher Ereignisse konstruieren und Handlungsvorschläge unterbreiten zu können.<sup>16</sup> Immerhin nannte Samuel Pufendorf bereits 1682 die „Historie die anmutigste und nützlichste Wissenschaft“. Mit der Aufklärung und der Französischen Revolution wurde aber die „Geschichte“ zum Reflexionsbegriff, der die Vergangenheit erklärend, begründend oder legitimierend vermittelt. Bismarck verwahrte sich zwar dagegen, Geschichte machen zu können, meinte aber

doch aus ihr zu lernen, „wie man das politische Leben eines großen Volkes seiner Entwicklung und seiner Bestimmung entsprechend zu leiten hat“. Aber der Begriff „Geschichte“ besitzt eine schillernde Skala möglicher Erfahrungen: „Handlungsspielraum und Prozess, Fortschritt und Entwicklung, Sinnstiftung und Schicksal, Ereignis und Tat.“ Daher wird der Begriff der „Geschichte“ das Rätsel der Geschichte nicht zu lösen imstande sein.<sup>17</sup>

14 Erwin Schmidl, Exkurs: Das Massaker von Srebrenica, in: Jörg Aschenbrenner – Wolfram Pihoda (Hgg.), *Militäroperationen und Partisanenkampf in Südosteuropa*. Vom Berliner Kongress zum Ende Jugoslawiens (Truppendienst-Handbuch, Wien 2009) 414f.; Dunja Melčić, *Kriegsverbrechen: Srebrenica 1995*, in: Agilolf Kesselring (Hg.), *Wegweiser zur Geschichte. Bosnien-Herzegowina (MGFA, Paderborn 2007) 147-156*; Charles Ingrao and Thomas A. Emmert (eds.), *Confronting the Yugoslav Controversies. A Scholar's Initiative* (West Lafayette, Indiana 2009).

15 faz.net vom 03.06.2011 [<http://www.faz.net/aktuell/politik/ausland/ratko-mladic-vor-dem-un-tribunal-habe-keine-muslime-umgebracht-17243.html>]; Ratko Mladić vor dem UN-Tribunal: „Habe keine Muslime umgebracht“; focus.de vom 12.07.2012: [[http://www.focus.de/politik/ausland/kriegsverbrechertribunal-in-den-haag-mladic-in-krankenhaus-eingeliefert-prozess-unterbrochen\\_aid\\_780994.html](http://www.focus.de/politik/ausland/kriegsverbrechertribunal-in-den-haag-mladic-in-krankenhaus-eingeliefert-prozess-unterbrochen_aid_780994.html)].

16 Horst Günther, *Historisches Denken in der frühen Neuzeit*, in: *Geschichtliche Grundbegriffe*, Bd. 2, 629.

17 Reinhard Koselleck, „Geschichte“ als moderner Leitbegriff, in: *Geschichtliche Grundbegriffe*, Bd. 2, 715f.

---

# ERGÄNZENDE BEITRÄGE



# VORHERSEHBARKEIT IN DER SPRACHENTWICKLUNG UND DIE BEDEUTUNG ELEKTRONISCHER CORPORA

WOLFGANG U. DRESSLER, KATHARINA KORECKY-KRÖLL, KARLHEINZ MÖRTH

Austrian Centre for Digital Humanities der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Begriffe wie Vorhersehbarkeit und, stärker, Voraussagbarkeit (vgl. Barrett & Stanford 2006) werden innerhalb der Sprachwissenschaften in verschiedenen Bereichen und dann dementsprechend oft unterschiedlich diskutiert. So werden in der Experimentalphonetik Ergebnisse von Experimenten aus Hypothesen mithilfe methodologischer Operationalisierung in ähnlicher Weise vorausgesagt wie in anderen Experimentalwissenschaften. In der Soziolinguistik wird Vorhersehbarkeit analog zu anderen Sozialwissenschaften verstanden. In formalen Grammatiken bedeutet gewöhnlich Voraussage, nach dem

Muster Noam Chomskys (1957 und wiederholt später), der die Grammatiktheorie in eine ähnlich exakte Wissenschaft wie Physik und Astronomie umwandeln wollte, dass das Grammatikmodell einer Sprache vorausagt, welche aktuell gesprochenen oder denkmöglichen Sätze dieser Sprache als entweder korrekt oder inkorrekt „vorausgesagt“, d.h. klassifiziert werden.

Schwächer sind Wahrscheinlichkeitsvorausagen, wie in unserer Behauptung (Dressler & Mörth 2012a), dass bei Beziehungen zwischen Komposita und deren Gliedern zwischen dem Titel eines Textes und dem Text

selbst, die Komposita eher im Titel (z.B. *Ausfuhrzölle*) und deren Glieder eher im Text (z.B. *Ausfuhr und Zölle*) als umgekehrt auftreten und dies durch das Zusammentreffen des heutigen Strebens, Titel möglichst kurz zu halten, und des Faktums, dass Komposita kürzer sind als die syntaktische Kombination ihrer Teile, z.B. in *Meeresfreiheit* vs. *Freiheit der Meere*, vorausgesehen werden kann (vgl. allgemein zum Zusammentreffen von Motivationen in der Sprachwissenschaft Dressler, Korecky-Kröll & Libben 2014). Die empirische Überprüfung dieser probabilistischen Voraussage wäre durch Lektüre

schriftlich ausgedruckter Texte sehr mühsam, im Gegensatz zur corpuslinguistischen Analyse annotierter elektronischer Texte. So konnte für die Arbeit von Dressler & Mörth (2012) durch automatische Zerlegung von Komposita in ihre Glieder (mithilfe des ICLTT-Programms Noun Splitter) die Zahl der zu untersuchenden Texte von 13000 auf 2087 und schon dadurch die Textlesezeit um mehr als 80% reduziert werden. Die Textlesezeit konnte noch dadurch weiter stark reduziert werden, dass Komposita und alle identifizierten möglichen Glieder derselben im Text automatisch ausgeleuchtet wurden, wobei natürlich diese Ergebnisse im Textzusammenhang überprüft werden mussten.

Komposita stellen eine beträchtliche Herausforderung für die menschliche Verarbeitung (im Sinne von Natural Language Processing) dar, insbesondere da sie die Basis für viele Verfahren in den Bereichen Machine translation oder Information retrieval darstellen. Während es zahlreiche Versuche zur Automatisierung der Kompositazerlegung gibt – es werden unter anderem Machine-learning-Techniken angewendet –, haben unsere Studien mit dem Noun Splitter gezeigt, dass sich das Prob-

lem in vielen Fällen derzeit nur durch den Einsatz großer digitaler Wörterbücher lösen lässt, die leider nur in geringer Zahl zur Verfügung stehen (s. z.B. <http://www.canoo.net/services/MorphologyBrowser/>).

In diesem Beitrag wollen wir uns aber auf zwei Bereiche der Sprachentwicklung konzentrieren, einerseits auf den frühkindlichen Spracherwerb (besonders Grammatikerwerb), andererseits auf die diachrone Veränderung von Sprachen im Lauf der Geschichte, wobei wir auch einen Vergleich mit den klassischen historischen Wissenschaften (vgl. den Beitrag von Suppan, S. 39ff.) versuchen werden.

Wenden wir uns also zunächst dem frühen Erst- und dann dem frühen sukzessiven Zweitspracherwerb von Kindern zu. Hier können wir, unbeschadet interindividueller Unterschiede, bei den Erwerbspfaden von Kindern im Sinne der Sprachtypologie z.B. vorhersehen, dass die Schnelligkeit des Erwerbs der Morphologie, hier speziell der Flexion, vom relativen Reichtum, der Transparenz und Eindeutigkeit der Morphologie der Zielsprache abhängt (Slobin 1985-1997, Dressler 2010, Xanthos et al. 2011). So wird von den in den genannten Werken untersuchten Spra-

chen der Plural zuerst im Türkischen erworben, denn Türkisch hat eine eineindeutig vorhersehbare Pluralbildung, d.h. die Pluralendung ist, je nach dem vorausgehendem Vokal, immer *-ler* oder *-lar*, z.B. in *ev-ler* ‚Häuser‘, *oda-lar* ‚Zimmer‘, während es z.B. im Deutschen grammatisch weitgehend unvorhersehbar (aber fast immer konventionell je nach Einzelwort fixiert) ist, welche der Endungen *-(e)n*, *-s*, *-e*, *-er* zu verwenden sind (zu Tendenzen in der partiellen Vorhersagbarkeit deutscher Pluralformen vgl. Köpcke 1993, Wegener 1995).

Voraussetzung, besonders für die Untersuchung von Longitudinaldaten der Spontansprache, ist allerdings eine genaue corpuslinguistische, elektronische Bearbeitung der Daten, wie z.B. mithilfe des CLAN-Programmpakets (vgl. MacWhinney 2000), das eine weitgehend automatisierte Kodierung und Auswertung großer Datenmengen ermöglicht (vgl. Laaha & Korecky-Kröll im Druck, Korecky-Kröll eingereicht). Dabei werden die Aufnahmen in einem genau definierten Format, dem CHAT-Format (MacWhinney 2000), zunächst transliteriert und schließlich auf drei verschiedene Arten kontrolliert: Zuerst erfolgt das Kon-

trollhören durch eine zweite Person, um Hörfehler zu minimieren, danach kommt das Programm CHECK, das der formalen Überprüfung der CHAT-Richtlinien dient, zum Einsatz, und anschließend wird die Standardisierungskontrolle durchgeführt, die fehlende Standardisierungen gesprochener Wörter im Hinblick auf vorhandene Lexikoneinträge aufzeigen soll (z.B. gehma [: gehen wir]). Sobald diese Kontrollschritte erfolgreich durchlaufen wurden, wird mithilfe des Programmes MOR sowie eines elektronischen Lexikons überprüft, welche Einträge aus dem neu zu kodierenden Transkript bisher noch nicht ins Lexikon aufgenommen wurden. Die Kodierungen dieser Einträge müssen manuell zum Lexikon hinzugefügt werden, wobei man abhängig vom jeweiligen Forschungsinteresse frei entscheiden kann, ob weitere Annotationen hinzugefügt werden, d.h. wie detailliert diese Kodierungen aussehen sollen (z.B. ob schwache von starken Verben unterschieden und diese jeweils eine weitere Subklassifizierung erfahren sollen).

Danach wird ebenfalls mithilfe des Programms MOR automatisch zu jeder Zeile der Transkription eine morphologische Kodierungszeile erstellt,

die die Kodierungen sämtlicher in dem Transkript vorkommender Wörter enthält. Da hier jedoch alle möglichen ambigen Formen aufgelistet werden, ist noch ein weiterer Schritt, nämlich der des Desambiguierens, nötig: Dabei muss entschieden werden, welche der möglichen Kodierungen im konkreten Kontext zutrifft, z.B. dass das Wort „der“ in „da ist der Hund“ nur ein Artikel, aber kein Demonstrativpronomen und auch kein Relativpronomen sein kann. Mithilfe diverser Auswertungsprogramme können diese kodierten Daten nun sehr rasch quantitativ analysiert werden.

Der Erwerb des Plurals im Türkischen wird auch dadurch erleichtert, dass die türkische Pluralbildung transparent ist, weil es in *ev-ler*, *oda-lar* usw. ganz leicht ist, das Signal des Plurals vom Wortstamm abzutrennen. Hingegen kennt das Deutsche zwei Signale, die Endung und bei vielen Wörtern, generell kaum vorhersehbar, den Umlaut: In den deutschen Pluralen *Häuser*, *Mütter* kann man aber nicht so leicht das Pluralsignal vom Wortstamm Haus, Mutter abtrennen wie im Türkischen. Noch dazu gibt es auch Plurale ohne ein Signal am Wortstamm, wie in *der* vs. *die Lehrer*. Damit haben

wir ein drittes Pluralsignal, welches aber auch nicht transparent und generell eindeutig ist. Denn am Plural *die* vom Singular *der/das* kann man wieder keine transparente Pluralendung abtrennen, außerdem gibt es *die* als femininen Singular, und der unbestimmte Artikel fällt im Plural weg. Dies zeigt auch, dass die Pluralbildung im Deutschen weder eindeutig noch eindeutig, sondern mehrdeutig ist.

Schließlich kommt hinzu, dass das Türkische morphologisch (speziell in der Flexion) viel reicher ist als das Deutsche, d.h. dass es viel mehr grammatische Kategorien morphologisch ausdrückt, z.B. oft Endungen statt Nebensätze verwendet. Sehr arm an Flexion ist das Englische, mit dem Ergebnis, dass türkische Kinder dem Erwerb der Flexion (z.B. des Plurals oder der verschiedenen Verbalformen) viel mehr Aufmerksamkeit widmen als Kinder, die als Erstsprache Englisch erwerben. Dazu ist die englische Flexion auch weder eindeutig (z.B. *cow-s* vs. *ox-en*) noch immer transparent (z.B. bei der Pluralbildung *wife*, Plural *wiv-es*, *mouse* vs. *mice*). Als vorhersehbares Ergebnis erwerben englischsprachige Kinder die Morphologie viel später und langsamer als türkische Kinder. Und,

wie vorhersehbar, erwerben deutschsprachige Kinder die Flexion, z.B. die Pluralbildung, früher und schneller als englischsprachige Kinder, aber langsamer und später als türkische. Auch slawische Sprachen wie Russisch haben eine wenig transparente und meist mehrdeutige Flexion, z.B. in der Pluralbildung, aber sie haben eine reichere Flexion als das Deutsche, wenn auch eine weniger reiche als das Türkische. Aus dem Zusammenspiel der drei Faktoren des Reichtums an Morphologie sowie ihrer Eindeutigkeit und Transparenz ist also die empirisch festgestellte Reihenfolge des Erwerbs der Morphologie vorhersehbar: Türkisch – Russisch – Deutsch – Englisch.

Dies gilt nicht nur für den unauffälligen, typischen Erstspracherwerb, sondern auch für den auffälligen, d.h. gestörten oder verzögerten Spracherwerb. Allerdings ist für den gestörten Spracherwerb die Art und der Schweregrad der Störung wichtiger (vgl. z.B. Bavin 2009, Bartke & Siegmüller 2004). Hier ist die Sprachentwicklung in ähnlicher Weise vorhersehbar wie der Krankheitsverlauf bei Prognosen in der Medizin. Der Unsicherheitsgrad der Prognosen kann allerdings in der Kindersprachforschung (noch?) nicht quantitativ

angegeben werden (vgl. den Beitrag von Fürnkranz-Prskawetz in diesem Band).

Bei unseren vorigen sprachtypologischen Vorhersagen haben wir allerdings eine starke Vereinfachung vorgenommen. Denn es ist natürlich nicht die Struktur der zu erwerbenden Sprache, die direkt auf die Entwicklung des Spracherwerbs wirkt, sondern die Realisierung dieser Sprachstruktur in der an das Kind gerichteten Sprache, dem sogenannten Input des Kindes, von dem der analysierte Output des Kindes abhängt. Und dieser Input, den besonders die Hauptbezugsperson (meist die Mutter) an ihr kleines Kind richtet, kann sich stark von der Sprache von Erwachsenen unterscheiden (Cameron-Faulkner 2003, Ravid et al. 2008, Xanthos et al. 2011). So hat etwa die türkische Morphologie einige Schwierigkeiten, besonders in den langen Flexionsformen, d.h. in der möglichen Verkettung vieler Endungen hintereinander, von denen noch dazu vier Endungen ihren Platz in der Anordnung untereinander vertauschen können, ohne die morphologische Bedeutung zu verändern. Aber keine Mutter spricht mit solchen komplexen Formen zu ihren kleinen Kindern. In unserem „Crosslinguistic

Project on Pre- and Protomorphology in Language Acquisition“ (Dressler 2010, Xanthos et al. 2011) registrieren und untersuchen wir daher Input und Output der verschiedenen Kinder aus insgesamt 18 Ländern in ihrer longitudinalen Entwicklung. Dabei spielt schon die relative Frequenz des Vorkommens gewisser Strukturen im Input eine Rolle für die Sprachentwicklung.

Aber auch zwischen Input und Output des Kindes gibt es keine direkte Beziehung, denn Menschen sind ja keine Papageien. Vielmehr besteht die Kausalkette zwischen kindlichem Input und Output aus:

Input → Intake → Uptake → Output.  
Der Intake ist derjenige Ausschnitt des Inputs, den das Kind tatsächlich aufnimmt, was schon an der unterschiedlichen Wahrnehmbarkeit der Elemente des Inputs liegt. So werden betonte Silben besser wahrgenommen als unbetonte. Weiters nehmen (zumindest kleine) Kinder das Ende von Struktureinheiten, wie etwa der Nominalphrasen *des klein-en Kind-es*, *die klein-en Kind-er*, besser wahr als den Anfang. Obwohl nun die Artikel viel häufiger im Input vorkommen als die Flexionsendungen (wie in obigen Beispielen *-en*, *-es*, *-er*), werden doch die Endungen zumindest von

einzelnen Kindern früher erworben als die Artikel (Korecky-Kröll 2011: 190).

Der eben angesprochene interindividuelle Unterschied zwischen Kindern hängt von weiteren Faktoren ab, so in der Zwischenstufe des Uptake, d.h. der Form, wie Kinder ihre Grammatik auf Grund des Intake konstruieren. Und bei der Beziehung zwischen kindlichem Uptake und Output kommen Faktoren der jeweiligen Datengewinnung dazu: So machen Kinder in ihrer Spontansprache weniger „Fehler“ (vom Standpunkt der Erwachsenensprache aus) als in formalen Tests, wie wir z.B. für den Plural- und Kasuserwerb des Deutschen nachgewiesen haben (Korecky-Kröll 2011, Korecky-Kröll & Dressler im Druck). Deshalb darf sich die Forschung nicht auf formale Tests beschränken, was jedoch für Diagnose- und Therapiezwecke die gängigen psychologischen und pädagogischen Tests tun (ohne Berücksichtigung des jeweiligen Inputs und des Verlaufs der individuellen Sprachentwicklung).

D.h. die Vorhersehbarkeit des Erstspracherwerbs eines Kindes hängt von vielen Faktoren ab und ein großes Problem liegt darin, wie man diese Faktoren hierarchisiert und ge-

wichtet. Die Reihenfolge der Faktoren in unserer Darstellung reflektiert unseren Hierarchisierungsvorschlag. Bei der Datengewinnung gibt es bei der Vorhersehbarkeit eine weitere Variable, und zwar eine soziolinguistische. Kindersprachliche Untersuchungen, besonders der Spontansprache, werden in den meisten Fällen mit bildungsnahen Familien durchgeführt, weil dies in vielfacher Hinsicht einfacher ist (so auch in unserem „Crosslinguistic Project on Pre- and Protomorphology in Language Acquisition“). Wie steht es aber mit der Sprachentwicklung in bildungsfernen Familien?

Dies untersucht systematisch und in corpuslinguistischer Weise sowie in Anlehnung an US-amerikanische und kleinere israelische Untersuchungen (Hart & Risley 1995, Weisleder & Fernald 2013) unser laufendes Projekt INPUT (gefördert vom Wiener Wissenschafts- und Technologiefonds, s. Korecky-Kröll et al. 2014a, b). Die soziokulturelle Variable der Höhe des sozioökonomischen Status (SES) und der damit interdependenten Bildungsferne bzw. -nähe bestimmt den Grad an Reichtum des kindlichen Inputs, denn in der Regel widmen sich bildungsnaher Mütter (bzw. die jeweilige Hauptbezugsperson

des Kindes) ihren Kindern auch sprachlich mehr und effizienter als bildungsferne Hauptbezugspersonen. Die oben gegebene Kausalkette wird also erweitert zu:

Höhe des SES → Reichtum des Inputs → Intake → Uptake → Output.

Es lässt sich also zweierlei voraussehen: Der Output von Kindern aus bildungsfernen Familien ist erstens weniger reich als derjenige von Kindern aus bildungsnahen Familien; zweitens verzögert sich der Spracherwerb von Kindern aus bildungsfernen Familien. Beides wurde seit den Sechzigerjahren des 20. Jh. mehrfach festgestellt (vgl. Oevermann 1972). Aber es besteht eben keine direkte Verbindung zwischen SES und kindlichem Output, sondern diese wird durch das kindgerichtete kommunikative Verhalten der Eltern vermittelt.

Reichtum des Inputs und des Outputs können nun mit verschiedenen Maßen gemessen werden. Wir verwenden in unserem Projekt die durchschnittliche relative Satzlänge, die Diversität des verwendeten Wortschatzes, die Zahl der verwendeten Wörter, verschiedene Maße der Grammatik, des Textaufbaus einer Nacherzählung sowie die Form, wie sich die Eltern an ihre Kinder wenden (z.B. wie sie auf kindliche Fehler

reagieren, vgl. Kilani-Schoch et al. 2009). Überall zeigen sich SES-bezogene Unterschiede im Input und Output, derzeit in der Mitte des Projekts zumindest in Trends, wobei wir nach dem Ende der Datenanalyse bei allen Maßen statistische Signifikanz zu erreichen hoffen. Dazu kommt, wie vorhergesehen, eine Verzögerung der Sprachentwicklung bei Kindern aus bildungsfernen Familien. Sogar beim Spracherwerb von Konsonantengruppen, wie im Wortauslaut von *Obst, du lobst*, zeigt sich eine Verzögerung bei diesen Kindern (Korecky-Kröll & Dressler 2014a). Was wir nicht untersuchen können, was aber für den Grad an Komplexität von Sätzen und Wörtern erwartet werden kann (vgl. schon Oevermann 1972), ist die Frage, ob Kinder bildungsferner Familien auch als Erwachsene nicht das sprachliche Niveau bildungsnaher Familien erreichen.

In unserem Projekt beschäftigen wir uns auch mit der Wirkung des kindlichen Inputs im Kindergarten. Hier ist die Wirkung noch schwerer vorherzusehen, z.B. inwieweit die Kindergärtnerinnen in ihrer Kommunikation mit den ihnen anvertrauten Kindern deren heinputbedingte Defizite kompensieren. Denn außer

persönlichkeitsbedingten pädagogischen Variablen kommen noch Faktoren wie spezifische Aus- und Fortbildung der Kindergärtnerin, Größe und Zusammensetzung der jeweiligen Kindergruppe und andere kindergartenspezifische Faktoren hinzu.

Gehen wir jetzt auf den zweiten Bereich der Vorhersehbarkeit von Sprachentwicklung ein, auf die diachrone Veränderung von Sprachen im Lauf der Geschichte, also auf Sprachwandel. Dieser hängt mit dem ersten Bereich insofern zusammen, als die Ergebnisse des Spracherwerbs nicht mit allen Einzelheiten der Eltern- bzw. allgemein der Erwachsensprache übereinstimmen müssen, was Sprachwandel bedeutet. Wie weit hier kindlicher Spracherwerb eine Rolle spielt, ist aber sehr umstritten (Dressler 1997, Labov 2001, 2014).

Beginnen wir mit einem Typ der Vorhersehbarkeit, der eine Sprache als Ganzes betrifft, nämlich die häufigen, auch populären Voraussagen, dass eine von einer Mehrheitsprache eines Staates bedrohte Minderheitsprache in Bälde aussterben wird – was sehr oft nicht der Fall gewesen ist. Hier handelt es sich oft um eine – sehr unsichere – demographische

Projektion (vgl. Fürnkranz-Prskawetz, S 25ff.) des Rückgangs der Zahl der muttersprachlichen Sprecher einer Minderheitssprache in die Zukunft. Wichtiger als diese Reduktion ist aber die Reduktion des Sprachsystems im Sinne eines Verfalls. Innerhalb der Bereiche des Sprachverfalls habe ich als aussichtsreichen prädiaktiven Faktor das Versiegen der sprachlichen Kreativität vorgeschlagen, welches sich in der Unfähigkeit zeigt, neue Begriffe durch eigene neue Wörter (Neologismen) auszudrücken, welche dann auch akzeptiert werden (Dressler 2011). Z.B. im Bretonischen wurden im 19. Jahrhundert nicht nur französische Neologismen übersetzt, z.B. Frz. *batt-euse* ‚Dreschmaschine‘ wörtlich als Bret. *dorn-erezh*, sondern auch kreative Neubildungen geschaffen wie Bret. *marc'h-houarn* ‚Fahrrad‘ (wörtlich ‚Eisenpferd‘, vgl. Deu. *Drahtesel*). Nach dem Ersten Weltkrieg war dies aber nicht mehr der Fall, vorgeschlagene bretonische Neubildungen wurden nicht mehr akzeptiert. Ein derartiger und darauf allgemeinerer Sprachverfall kann nicht aufgehalten werden, es sei denn, es gäbe energische und vor allem erfolgreiche Wiederbelebungsversuche wie im Neuhebräischen.

Für Sprachwandel innerhalb einer vitalen, nicht von Sprachverfall und Untergang bedrohten Sprache möchten wir als Beispiel für partielle Vorhersehbarkeit die deutsche Pluralbildung von Fremdwörtern nehmen. Wegener (2004) hat festgestellt, dass Fremdwörter im Deutschen zunächst die Pluralendung *-s* erhalten, die dann später durch geläufigere Endungen ersetzt wird, also zuerst *Ballon-s*, dann *Ballon-e*. Dies erlaubt vorherzusehen, dass die *s*-Plurale derzeitiger Fremdwörter in Zukunft durch andere Pluralendungen ersetzt werden. Dies sagt natürlich nicht voraus, wann dies der Fall sein sollte. Aber man kann diese Vorhersage auch auf Fremdwörter anwenden, die früher entlehnt worden sind. Damit stellt man nicht eine Prädiktion im eigentlichen Sinn auf, sondern eine Retrodiktion (Barrett & Stanford 2006). Dies trifft für Fälle zu, wie zunächst *die General-s*, dann *General-e* und schließlich *Generäl-e*. Wir haben aber (Dressler & Mörth 2012b, Mörth & Dressler 2014) in unseren elektronischen Corpora viele Fälle gefunden, in denen seit den ersten auffindbaren Belegen *s*-Plurale und andere Plurale vom selben Wort verwendet werden, z.B. seit dem frühen 19. Jahrhundert *Pizza-s* und *Pizz-en*,

*Scheich-s* und *Scheich-e*. Wir können also nur einen Trend voraussehen, dessen Wahrscheinlichkeit auch von anderen Faktoren abhängt.

Solche Retrodiktionen sind gewöhnlich nur probabilistisch, oft auch sehr unsicher. Eine seltene Ausnahme bildet unsere retrodiktive Voraussage über die Entwicklung der ersten Person Plural Präsens der italoromanischen Dialekte seit ihrer Entstehung bis heute (Spina & Dressler 2011), d.h. derjenigen romanischen Dialekte (inklusive des Standards), die nicht zu einer anderen romanischen Sprache Italiens gehören. Im Protoitalienischen, d.h. der mit großer Sicherheit rekonstruierten Zwischenstufe zwischen Vulgärlatein und den ältesten Belegen des Italienischen, können wir von folgenden Formen der ersten Person Plural Präsens ausgehen, eingeteilt nach drei Flexionsklassen, exemplifiziert durch die Verben „lieben, fürchten, enden“:

Indikativ: *-amo* (z.B. *amamo*), *-emo* (z.B. *tememo*), *-imo* (z.B. *finimo*),  
 Konjunktiv: *-emo* (*amemo*), *-iamo* (*temiamo*), *-iamo* (*finiamo*).

Die Verteilung dieser sechs Formen ist in mehreren Dialekten bis heute gleich geblieben.

Natürlich können wir weder retrodiktiv voraussagen, in welchem Dia-

lekt sich welche Veränderung ergeben hat, noch wann dies der Fall war (das sogenannte „actuation problem“, s. Labov 2001: 466). Auch interessiert hier nicht, ob und wie sich die überall auftretende Flexionsendung *-mo* verändert hat, sondern das Schicksal der davor erscheinenden Stammvokale *-a-*, *-e-*, *-i-* und von *-ia-*. Auch können wir nicht voraussagen, dass sich betontes *-e-* in einigen Dialekten lautgesetzlich generell zu *-i-* entwickelt hat. Wir beschränken das Feld unserer Retrodiktion auf die morphologische Verteilung der Stammvokale in den Flexionsklassen, welches weitgehend von den Veränderungen der anderen Personalformen (sogar der zweiten Person Plural) unabhängig war. Wir sagen zwei Resultate für den Bereich der ersten Person Plural Präsens voraus: erstens, welche Nachfolgesysteme des oben beschriebenen protoitalienischen Systems deduktiv möglich und welche unmöglich sind; zweitens, wie wahrscheinlich das Vorkommen bestimmter möglicher Systeme ist. Beides wird mit der Entwicklung zu allen heutigen italoromanischen Dialekten, soweit es dafür Daten gibt, verglichen. D.h. das Untersuchungsfeld ist groß, was eine bessere Falsifizierbarkeit der Retrodiktionen erlaubt. Ein großes Hilfsmittel für

die älteren schriftlichen italienischen Texte war das elektronische „Corpus testuale del Tesoro della Lingua Italiana delle Origini“ der Accademia della Crusca (Florenz).

Erstens können wir durch Deduktion aus dem Modell der Theorie der Natürlichen Morphologie und speziell ihrer Anwendung auf die Sprachgeschichte (Dressler 2002, Kilani-Schoch & Dressler 2005) Voraussagen treffen, welche denkmögliche Veränderungen der protoitalienischen Distribution der Stammformen diese Theorie erlaubt, und welche sie ausschließt. Dieses Voraussagefeld wird weiter auf innermorphologische Veränderungen eingeschränkt, d.h. Veränderungen, die in der Phonologie oder Syntax entstanden sind, werden von der Untersuchung ausgeschlossen, letzteres z.B. in Dialekten, in denen ein syntaktischer Wandel analog zum jetzt ablaufenden französischen Ersatz von *nous parlons* ‚wir sprechen‘ durch *on parle* ‚man spricht‘ (jetzt: ‚wir sprechen‘) stattgefunden hat. Eine Zusatzprämisse ist schließlich, dass in der sprachtypologischen Entwicklung vom Lateinischen zum Italienischen und den meisten anderen romanischen Sprachen die Flexionsmorphologie nur reduziert worden

ist oder nur einzelne Formen einander ersetzt haben, während es keine Erweiterung der Morphologie gegeben hat (vgl. den Untergang der lateinischen Kasus, des Futurpartizips, Supinums, Gerundiums, Gerundivums, Passivs, zweiten Imperativs, Infinitivs der Vergangenheit, Konjunktivs Imperfekt und Perfekt und den Rückgang anderer Kategorien in den romanischen Sprachen), m.a.W. es ist allgemein ein Verlust der morphologischen Komplexität eingetreten. Es kommt daher nur darauf an, welche der oben angegebenen sechs Flexionsformen einander ersetzt haben bzw. untergegangen sind. Letzteres ist am radikalsten im Standarditalienischen und in den zugrunde liegenden toskanischen Dialekten geschehen, welche alle anderen Formen durch *-iamo* ersetzt haben.

Auf diese Weise können wir aus dem Modell morphologischer Entwicklungen und ihrer Anwendungen auf die italienischen Dialekte (für mehr als ein Jahrtausend) 64 denkmögliche Veränderungen voraussagen, wovon die Theorie 52 Veränderungen als unmöglich ausschließt und zwölf Veränderungen erlaubt. Die theoretisch ausgeschlossenen Veränderungen kommen nach unserem Wissen tatsächlich nicht vor. Unter den zwölf

erlaubten Veränderungen kommen nur zwei nicht tatsächlich vor, und dies, weil sie Folgeveränderungen von sehr selten auftretenden anderen Veränderungen sind: D.h. es handelt sich wahrscheinlich um zufällige Lücken, weil eben kleine Dialektareale sich oft nicht weiter in noch kleinere Dialekte aufspalten.

Da das Modell der Natürlichen Morphologie eine Präferenztheorie ist, lässt sich zweitens voraussehen, welche von der Theorie erlaubten Veränderungen wahrscheinlicher sind als andere. Diese Retrodiktionen müssen mit der relativen Zahl unterschiedlicher Dialekte, die denselben Wandel durchgemacht haben, kompatibel sein. D.h. je präferierter (in der deduktiven Ableitung aus der Theorie) eine bestimmte Veränderung ist, desto häufiger sollte sie unter den italoromanischen Dialekten auftreten. Und tatsächlich haben sechs belegte Veränderungen ein viel weiteres und oft nicht zusammenhängendes Areal, während vier Veränderungen auf ganz kleine Areale beschränkt sind. Dieser Gegensatz ist mit den theoretischen Annahmen kompatibel, die genaue Zahl der Dialekte, die eine bestimmte Veränderung zeigen, kann freilich nicht vorausgesagt werden. Dieses Beispiel einer großen Vorher-

sehbarkeit historischer sprachlicher Veränderungen ist ein Ausnahmefall, der ein Ergebnis der großen Einschränkungen von Prämissen und Bedingungen der Retrodiktionen ist, normalerweise ist die Vorhersehbarkeit sprachlicher Veränderungen unsicher und nur partiell.

Dennoch ist das Ausmaß der Vorhersehbarkeit in der Sprachwissenschaft größer als in der Geschichtswissenschaft (s. Arnold Suppan S. 39ff.), denn weder die kindliche Entwicklung des individuellen Spracherwerbs noch die historische (diachrone) Entwicklung von Sprachen findet in einem mit dem Gegenstand der Geschichtswissenschaft vergleichbaren „Handlungsspielraum“ (Suppan, S. 39ff.) statt, denn Intentionen von handelnden Personen und Gruppen spielen in beiden sprachlichen Bereichen eine viel geringere Rolle.

Wie andere Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften hat auch die Sprachwissenschaft mit komplexen Phänomenen tun, z.B. in der Sprachentwicklung. Diese sind nur zum Teil quantitativ erfassbar, und ihre Vorhersehbarkeit ist wegen der vielen Faktoren nur mit unterschiedlichen Graden der Wahrscheinlichkeit gegeben.

Die umfassendste Überprüfung vor-

hergesehener sprachlicher Phänomene erfolgt durch die computerlinguistische Analyse großer elektronischer Sprachcorpora, was unseres Erachtens das Wesen der Corpuslinguistik ausmacht. In der Computerlinguistik haben sich im Laufe der Zeit weitgehend Methoden durchgesetzt, die auf probabilistischen Modellen basieren. Dies trifft besonders auch auf ganz grundlegende corpuslinguistische Aufgaben zu, wie automatische Lemmatisierung (d.h. Zuweisung von Wortformen wie *Haus*, *Häuses*, *Häuser* zum selben Lemma *Haus*) oder die automatische Zuweisung von Wortklassen zu allen Lemmata (z.B. Nomen zu *Haus*, Adjektiv zu *häuslich*, Verb zu *hausen*). Dies stellt in allen textorientierten Analyseverfahren die unterste Ebene dar. Der hohe Grad an Verbreitung dieser Technologien hängt insbesondere damit zusammen, dass sich statistische Methoden beim Anwenden auf neue Daten als robuster und effizienter erwiesen haben. So kann beispielsweise die Adaption corpuslinguistischer Tools an neue Sprachen mithilfe stochastischer Ansätze in vielen Fällen schneller durchgeführt werden und oft genau so gute oder sogar bessere Resultate erzielen, als dies mit regelbasierten Ansätzen möglich

wäre. Hidden-Markov-Modelle gehören hierbei wohl zu den am häufigsten angewandten Algorithmen in der modernen Computerlinguistik (s. Carstensen et al. 2010: 130–133).

## LITERATUR

- Barrett, Jeff & P. Kyle Stanford. 2006. „Prediction“. The Philosophy of Science: An Encyclopedia, ed. by J. Pfeifer and S. Sarkar. New York: Routledge.
- Bartke, Susanne & Julia Siegmüller eds. 2004. Williams Syndrome across Languages. Amsterdam: Benjamins.
- Bavin, Edith L. Ed. 2009. The Cambridge Handbook of Child Language. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cameron-Faulkner, T., Elena Lieven & Michael Tomasello. 2003. A Construction Based Analysis of Child Directed Speech. *Cognitive Science* 27. 843–873.
- Carstensen, K.-U., Ch. Ebert, S. Jekat, R. Klabunde & H. Langer. eds. 2010. Computerlinguistik und Sprachtechnologie. 3. Auflage. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Chomsky, Noam. 1957. Syntactic Structures. The Hague: Mouton.
- Dressler, Wolfgang U. 1997. „Scenario“ as a concept for the functional explanation of language change. In: Jadranka Gvozdanović ed. Language Change and Functional Explanations. Berlin: Mouton de Gruyter. 109–142.
- Dressler, Wolfgang U. 2002. Naturalness and morphological change. In: Brian D. Joseph & Richard D. Janda eds. The Handbook of Historical Linguistics. Oxford: Blackwell. 461–471.
- Dressler, W. U. (2010): A typological approach to first language acquisition. In: M. Kail, & M. Hickmann. eds. Language acquisition across linguistic and cognitive systems. Amsterdam: Benjamins. 109–124.
- Dressler, Wolfgang U. 2011. Early linguistic indicators of language decay. In E. Miola & P. Ramat eds. Language Contact and Language Decay: Socio-political and linguistic perspectives. Pavia: IUSS Press. 89–108.
- Dressler Wolfgang U., Gary Libben & Korecky-Kröll. 2014. Conflicting vs. convergent vs. interdependent motivations in morphology. In: B. MacWhinney, A. Malchukov & E. Moravcsik eds. Competing Motivations in Grammar and Usage. Oxford: Oxford University Press. 181–196.
- Dressler, Wolfgang U. & Karlheinz Mörth 2012a. Produktive und weniger produktive Komposition in ihrer Rolle im Text an Hand der Beziehungen zwischen Titel und Text. In: L. Gaeta & B. Schlücker eds. Das Deutsche als kompositionsfreudige Sprache. Berlin: de Gruyter. 219–233.
- Dressler, Wolfgang U. & Karlheinz Mörth 2012b. Vom Einfluss der Pragmatik auf die Grammatik, insbesondere in der Entwicklung der Pluralbildung. Eine corpusbasierte Untersuchung. In: P. Ernst ed. Historische Pragmatik. Jahrbuch für Germanistische Sprachgeschichte 3. 75–93.

- Hart, Betty & Todd R. Risley. 1995. Meaningful differences in the everyday experience of young American children. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Kilani-Schoch, Marianne & Wolfgang U. Dressler. 2005. Morphologie naturelle et flexion du verbe français. Tübingen: Narr.
- Kilani-Schoch, Marianne, Ingrida Balčiuniene, Katharina Korecky-Kröll, Sabine Laaha & Wolfgang U. Dressler. 2009. On the role of pragmatics in child-directed speech for the acquisition of verb morphology. *Journal of Pragmatics* 41. 219–239.
- Köpcke, Klaus-Michael. 1993. Schemata bei der Pluralbildung im Deutschen: Versuch einer kognitiven Morphologie. Tübingen: Narr.
- Korecky-Kröll, Katharina. 2011. Der Erwerb der Nominalmorphologie bei zwei Wiener Kindern: Eine Untersuchung im Rahmen der Natürlichkeitstheorie. Universität Wien: Dissertation.
- Korecky-Kröll, Katharina. Im Druck. Kodierung und Analyse mit CHILDES: Erfahrungen mit kindersprachlichen Spontansprachkorpora und erste Arbeiten zu einem rein erwachsenensprachlichen Spontansprachkorpus. Eingereicht bei: C. Resch & W.U. Dressler. eds. Korpusbasierte Linguistik. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Korecky-Kröll, Katharina, Christine Czinglar, Kumru Uzunkaya-Sharma & Wolfgang U. Dressler. 2014a. Der NP/DP-Erwerb bei monolingual deutschsprachigen und bilingual türkisch-deutschsprachigen Kindern. In: K. Kazzazi, K. Luttermann, S. Wahl & T. A. Fritz. eds. Worte über Wörter. Eine Festschrift zu Ehren von Elke Ronneberger-Sibold. Tübingen: Stauffenburg Verlag. Im Druck.
- Korecky-Kröll, Katharina, Christine Czinglar, Kumru Uzunkaya-Sharma & Wolfgang U. Dressler. 2014b. Das INPUT-Projekt: Herausforderungen auf dem Weg zum Bildungserfolg von ein- und zweisprachigen Wiener Kindergartenkindern. In: P. Anreiter, I. Hajnal, E. Mairhofer & C. Posch eds. Festschrift für Manfred Kienpointner. Wien: Praesens. Im Druck.
- Korecky-Kröll, K. & Wolfgang U. Dressler. 2014a. (Mor)phonotactics in high vs. low SES children. In: K. Dziubalska-Kołaczyk & J. Weckwerth. eds. Rajendra Singh in memoriam. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM, 25–40.
- Korecky-Kröll, Katharina & Wolfgang U. Dressler. 2014b. The acquisition of case in German: A longitudinal study of two Viennese children. *Studi e Saggi Linguistici* 53; 9–36.
- Laaha, Sabine & Katharina Korecky-Kröll. Verschriftung, Kodierung und Analyse von Kindersprache mit CHILDES. Im Druck. Erscheint in: Eveline Wandl-Vogt & Katharina Korecky-Kröll. eds. Transkriptionssysteme im Vergleich: Sprache – Ton – Bild. Codierung gesprochener Sprache. Wien: Praesens.

- Labov, William. 2001. *Principles of Linguistic Change: Social factors*. Oxford: Blackwell.
- Labov, William. 2014. The sociophonetic orientation of the language learner. In: C. Celata & S. Calamai eds. *Advances in Sociophonetics*. Amsterdam: Benjamins. 17–29.
- MacWhinney, Brian. 2000. *The CHILDES Project: Tools for Analyzing Talk*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Mörth, Karlheinz & W.U. Dressler. 2014. German plural doublets with and without meaning differentiation. In: F. Rainer, W.U. Dressler, F. Gardani & H.C. Luschützky eds. *Morphology and Meaning*. Amsterdam: Benjamins. 249–258.
- Oevermann, Ulrich. 1972. *Sprache und soziale Herkunft. Ein Beitrag zur Analyse schichtenspezifischer Sozialisationsprozesse und ihrer Bedeutung für den Schulerfolg*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Ravid, Dorit, W.U. Dressler, Bracha Nir-Sagiv, Katharina Korecky-Kröll, Agnita Souman, Katja Rehfeldt, Sabine Laaha, Johannes Bertl, Hans Basbøll & Steven Gillis. 2008. Core morphology in child directed speech: Crosslinguistic corpus analyses of noun plurals. In: H. Behrens ed. *Corpora in Language Acquisition Research*. Amsterdam: Benjamins. 25–60.
- Slobin, Dan I. ed. 1985–1997. *The Crosslinguistic Study of Language Acquisition*. 5 Bände. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Spina, Rossella & Wolfgang U. Dressler. 2011. How far can diachronic change be predicted: the case of Italo-Romance first person plural present indicative. *Diachronica* 28. 499–544.
- Wegener, Heide. 1995. *Die Nominalflexion des Deutschen – verstanden als Lerngegenstand*. Tübingen: Niemeyer.
- Wegener, Heide. 2004. „Pizzas und Pizzen, die Pluralformen (un)assimilierter Fremdwörter im Deutschen“. *Zeitschrift für Sprachwissenschaft* 23. 47–112.
- Weisleder, Adriana & Anne Fernald. 2013. Talking to children matters: Early language experience strengthens processing and builds vocabulary. *Psychological Science* 24 (11): 2143–2152.
- Xanthos, Aris, Sabine Laaha, Steven Gillis, Ursula Stephany, Ayhan Aksu-Koç, Anastasia Christofidou, Natalia Gagarina, Gordana Hrzica, F. Nihan Ketrez, Marianne Kilani-Schoch, Katharina Korecky-Kröll, Melita Kovačević, Klaus Laalo, Marijan Palmović, Barbara Pfeiler, Maria D. Voeikova & Wolfgang U. Dressler. 2011. On the role of morphological richness in the early development of noun and verb inflection. *First Language* 31. 461–479.

# VORHERSAGBARKEIT VON WISSENSCHAFTLICHEN ENTWICKLUNGEN AUS CHEMISCHER PERSPEKTIVE

**ULRICH SCHUBERT** Institut für Materialchemie, Technische Universität Wien

**NICOLA HÜSING** Fachbereich Chemie und Physik der Materialien, Universität Salzburg

Wissenschaftlicher Fortschritt ist unaufhaltsam, verläuft aber nicht linear. Der Erkenntnisgewinn einer bestimmten Disziplin durchläuft Blütezeiten, manchmal auch Perioden der (scheinbaren) Stagnation und gelegentlich Richtungsänderungen oder Sprünge als Folge grundlegender Entdeckungen. Auch wenn grundlegende neue Entdeckungen (die „Sprünge“) nicht plan- und vorhersehbar sind, lassen sich trotzdem Mutmaßungen über Entwicklungen anstellen.

Chemie als wissenschaftliche Disziplin versucht Strukturen und Charakteristika von Stoffen auf atomarer,

molekularer oder supramolekularer Ebene zu verstehen und aus diesem Verständnis heraus neue Stoffe („Verbindungen“) mit bestimmten Eigenschaften oder Funktionen zu kreieren. Auch wenn es immer noch große richtungsweisende Entdeckungen gibt, erfolgt Fortschritt in der Chemie oft durch Zusammenführung einzelner, nicht immer auf den ersten Blick zusammenhängender Erkenntnisse. Bei Begründungen für Chemie-Nobelpreise findet sich daher häufig die Formulierung „für die Entwicklung von ...“ (seltener als „für die Entdeckung von ...“). Die Fähigkeit, den Schlussstein für einen

wissenschaftlichen Durchbruch zu setzen, aus der Summe von Einzelergebnissen neue, übergreifende Erkenntnisse zu gewinnen, ist auch ein Merkmal großer Forscher.

Große Entdeckungen sind nicht vorhersehbar, aber – rückwirkend betrachtet – „lag etwas in der Luft“. Jeder Wissenschaftler verfügt über eine breitere Erkenntnisbasis als seine Vorgänger im gleichen Gebiet. Das bringt der Isaac Newton zugeschriebene Satz „Wenn ich weiter gesehen habe als andere, so deshalb, weil ich auf den Schultern von Riesen stehe“ zum Ausdruck. Das Periodensystem der Elemente war ein Durchbruch im

Verständnis chemischer Zusammenhänge. Es wurde 1869 in der, mehr oder weniger, uns bekannten Form von D. Mendelejew und L. Meyer aufgestellt. Das war jedoch keine plötzliche Eingebung zweier großer Wissenschaftler, sondern die geniale Vollendung einer langen Entwicklung.<sup>18</sup> „I am forever reminding my students that there are no firsts in science.“<sup>19</sup> Auch in unserer Zeit liegen bestimmte Entwicklungen „in der Luft“.

Was „große richtungsweisende Entdeckungen“ sind, ist aber aus der Perspektive von Zeitgenossen oft schwer einschätzbar (was alljährlich anlässlich der Vergabe der Nobelpreise in unser Bewusstsein zurückkehrt), bedarf also eines zeitlichen Abstandes. Ein Beispiel: Im Jahre 1973 erhielten E. O. Fischer (TU München) und G. Wilkinson (Imperial College London) den Nobelpreis für Chemie für Pionierarbeiten über die sogenannten metallorganischen Sandwich-Verbin-

dungen. In einer Pressemitteilung<sup>20</sup> begründete dies die Königliche Akademie wie folgt: „Chemistry is a scientific discipline with very wide applications ranging from biological-medical to the technological field. In most cases it is therefore easy to indicate potential practical application of discoveries which have motivated a Nobel Prize in chemistry. This year the prize has been awarded for work, practical applications of which are not very obvious, it is a prize in ‚chemistry for chemists‘.“ Aus damaliger Sicht war diese Bemerkung vielleicht berechtigt, sie stellte sich jedoch nachträglich als völlig unzutreffend heraus. Die Pionierarbeiten von Fischer und Wilkinson veränderten nicht nur das Bild von der chemischen Bindung in grundsätzlicher Weise, sie sind heute auch die Grundlage für neuartige chemische Verbindungen und Reaktionen, auch solche, die industriell genutzt werden. Chemistry for chemists? Ganz allgemein galt in den 1970er- bis 1980er-Jahren die metallorganische Chemie (die Chemie von Verbindun-

gen mit Metall-Kohlenstoff-Bindung) als eine etwas esoterische Disziplin. Heute sind metallorganische Reagenzien oder Zwischenstufen aus dem Methodenspektrum der präparativen organischen Chemie und bei großtechnischen katalytischen Reaktionen nicht mehr wegzudenken. Die Kolloidchemie hatte ihre Blütezeit im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts; grundsätzliche Erkenntnisse sind 50 Jahre später im Gewand der Nanochemie wieder ins Bewusstsein gerückt. Flüssigkristalle wurden 1888 von dem österreichischen Chemiker Friedrich Reinitzer entdeckt, aber erst nach einem langen Dornröschenschlaf haben sie, beispielsweise in Flüssigkristallbildschirmen, unseren Lebensstil nachhaltig verändert. Die Beispiele ließen sich beliebig fortsetzen.

Aber gewisse Entwicklungstrends in der Chemie sind aus heutiger Perspektive durchaus vorhersehbar. Der eine ist Erkenntnisgewinn durch Erforschung komplexer Systeme. Ein prominentes Beispiel hierfür ist die Supramolekulare Chemie, also eine Chemie jenseits isolierter Moleküle. Sie hat sich zu einem eigenen Teilgebiet der Chemie entwickelt und beschäftigt sich mit Selbstanordnung und Selbstorganisation von

18 J. W. van Spronsen, *The Periodic System of Chemical Elements – A History of the First Hundred Years*, Elsevier, Amsterdam, 1969.

19 J. F. Stoddard, *Thither supramolecular chemistry?*, *Nature Chem.* 1 (2009) 14–15.

20 Pressemitteilung der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften vom 23.10.1973 ([http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1973/press.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1973/press.html))

Molekülen zu Supra-Strukturen durch schwache intermolekulare Kräfte. Beispiele für supramolekulare Systeme reichen von Enzym-Substrat-Aggregaten über Wirt-Gast-Systeme bis hin zu Koordinationspolymeren. „If the atoms are the letters, if the molecules are the words, and if the supermolecules are the phrases, than the language we call chemistry took less than half a century to make the revolutionary transition from molecules to supramolecules, on the back of having taken well over a century to make the painstaking journey from atoms to molecules .... We are looking at no more than a child of two who is just starting to string a few words together. The chemist has still to learn how to construct sentences that adhere to some grammatical rules .... and so produce coherent paragraphs .... that ultimately tell a story.“ (Ref. 15)

Zunehmendes Verständnis komplexer Systeme wird aber auch in vielen anderen Bereichen der Chemie zu wissenschaftlichem Fortschritt führen, mit nicht absehbaren praktischen Konsequenzen. Einige wenige Beispiele, die aus heutiger Sicht möglich erscheinen: Das Zusammenwirken chemischer Prozesse bei Lebensfunktionen ist hochkomplex. Ein besseres

Verständnis der molekularen Grundlagen könnte weite Teile von Biologie und Medizin revolutionieren. „What can chemically driven strategies do to help navigate through this complex universe and provide new and complementary insight into the fundamental processes of life?“, fragt Barbara Imperiali<sup>21</sup>. Auch in der organischen Synthese werden komplexe Reaktionsfolgen zunehmend attraktiv, nicht zuletzt auch unter dem Aspekt von Ressourcen- und Energieeffizienz. „Current step-by-step organic syntheses must be a combination of all thermodynamically downhill reactions, limiting the overall efficacy. Therefore, cascade reactions, or those that combine multiple components in a single step, are particularly appealing.“<sup>22</sup>

Im Bereich der Festkörperchemie setzt sich zunehmend die Erkenntnis durch, dass die (chemischen) Eigenschaften der Oberflächenatome einen ganz entscheidenden Einfluss auf die Eigenschaften des Gesamtsystems haben (was bei Nanostrukturen zu einem der dominierenden Faktoren

21 B. Imperiali, Interrogating biology with a chemical lexicon, *Nature Chem.* 1 (2009) 9–10

22 R. Noyori, *Synthesizing our future*, *Nature Chem.* 1 (2009) 5–6

wird). Das sowieso schon komplexe Zusammenwirken von Oberflächen- und „bulk“-Atomen wird noch komplexer, wenn es sich um heterogene Systeme handelt. Also Stoffe, die aus mehr als einer chemischen Phase bestehen, wie etwa bei heterogenen Katalysatoren. Nur in Einzelfällen ist es bisher gelungen, die dort ablaufenden Vorgänge im Detail zu verstehen. Ein anderes Beispiel sind hierarchisch organisierte Materialien, die in der Materialchemie eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Es wird erwartet, dass Werkstoffe mit völlig neuen Eigenschaften oder Eigenschaftskombinationen durch Zusammenwirken von unterschiedlichen Strukturen und Funktionen auf verschiedenen Längenskalen, den Hierarchieebenen, entwickelt werden können.

Das Beispiel von supramolekularen Strukturen oder hierarchisch organisierten Materialien zeigt, dass heutige chemische Forschung oft von biologischen Systemen inspiriert wird. Inspiration, nicht Nachahmung! Knochen sind ein herausragendes Beispiel von hierarchisch strukturierten Materialien mit besonderen mechanischen Eigenschaften. Die chemische Zusammensetzung von Maus- und Elefantenknochen ist na-

hezu identisch, aber der komplexe strukturelle Aufbau ist unterschiedlich. Es macht wenig Sinn, Knochenstrukturen (als Strukturmaterialien) künstlich herzustellen, aber es ist ein lohnenswertes Ziel, Synthesestrategien für hierarchisch strukturierte Materialien zu entwickeln, die auf den gleichen Konstruktionsprinzipien beruhen, mit ähnlich herausragenden mechanischen Eigenschaften. Spinnenseide mit ihren außergewöhnlichen Materialeigenschaften, der Haftmechanismus von Gecko-Füßen oder der Selbstreinigungseffekt von Lotusblättern sind andere Beispiele. In Blättern laufen komplexe chemische Prozesse ab, die Kohlendioxid und Wasser mithilfe von Sonnenlicht in chemische Verbindungen umwandeln (die dann letztlich zu den uns bekannten Lebensvorgängen führen). „Künstliche Photosynthese“ ist eines der großen Zukunftsthemen, also die photochemische Erzeugung von Grundchemikalien (als Brennstoffe oder Ausgangsverbindungen für die chemische Industrie) aus Kohlendioxid und Wasser. Allerdings ist die Nachahmung von Pflanzen nicht sinnvoll, da der Wirkungsgrad zu gering ist; künstliche Systeme müssen effizienter sein. Die physikalischen und chemischen Pro-

zesse, die in Pflanzen ablaufen, und ihr Zusammenwirken zeigen aber Wege auf, die möglicherweise zum Ziel führen. Dazu reicht es nicht aus, bekanntes Wissen zusammenzuführen, es müssen neue, grundlegende wissenschaftliche Erkenntnisse erarbeitet werden.

Künstliche Photosynthese ist ein Beispiel für einen anderen Trend, der in der Chemie (als wissenschaftliche Disziplin) zu beobachten ist, die Funktion von chemischen Verbindungen in den Vordergrund zu stellen; Chemie als Problemlösungsdisziplin. Die Europäische Union hat sieben „Grand Societal Challenges“ zur Grundlage ihres Programms Horizon2020 gemacht.<sup>23</sup> Den dort beschriebenen globalen Herausforderungen kann in fast allen Fällen nur durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse der Chemie begegnet werden. Mögliche Beiträge chemischer Forschung, und auch Erkenntnisdefizite, wurden von der European Association for Molecular and Chemical Sciences (EuChemS) in

<sup>23</sup> <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/societal-challenges>

einer Roadmap zusammengefasst.<sup>24</sup> Die Ausrichtung auf funktionelle, ganz besonders multi-funktionelle Systeme im Kontext gesellschaftlicher oder globaler Herausforderungen steht nicht im Widerspruch zur Freiheit von Grundlagenforschung, selbstbestimmt Forschungsthemen definieren zu können. Wohl aber wird die Wahrscheinlichkeit größer, dass im Bereich der als „gesellschaftlich relevant“ deklarierten Herausforderungen wichtige wissenschaftliche Entdeckungen gemacht werden. Dass jedoch monetäre Anreize, sich einem bestimmten Thema zuzuwenden, keine Garantie für wissenschaftliche oder technische Durchbrüche sind, zeigt das Beispiel der Stickstofffixierung. Trotz intensiver finanzieller Förderung über längere Zeiträume in den 1970er- bis 1980er-Jahren wurde bis heute kein Katalysator gefunden, der unter Umgebungsbedingungen ähnlich effizient ist wie Mikroorganismen, z.B. Knöllchenbakterien. Die großtechnische Umwandlung von Luft-Stickstoff in Ammoniak erfolgt auch heute noch nach dem vor ca. hundert Jahren ent-

<sup>24</sup> [http://www.euchems.eu/wp-content/uploads/EuChemS\\_Roadmap\\_gesamt\\_final2\\_555b2f890bec5.pdf](http://www.euchems.eu/wp-content/uploads/EuChemS_Roadmap_gesamt_final2_555b2f890bec5.pdf)

wickelten, unter hohem Druck und bei hoher Temperatur ablaufenden Haber-Bosch-Verfahren.

Noch vor nicht allzu langer Zeit waren die klassischen naturwissenschaftlichen Disziplinen mehr oder weniger voneinander getrennte Inseln im Meer (nachdem sie sich aus gemeinsamen Ursprüngen entwickelt hatten). Wir erleben, dass sich zunehmend Landbrücken zwischen den Inseln ausbilden und diese immer breiter werden. Dies dokumentiert sich nicht nur in sprachlichen Hybriden wie „molekulare Biologie“, „bioorganische Chemie“, „molekulare Materialien“ usw., sondern auch darin, dass die Zuordnung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu einer bestimmten Disziplin zunehmend schwieriger wird. Die Chemie- und Physik-Nobelpreise des Jahres 2014 (für hochauflösende Lichtmikroskopie bzw. blaue Leuchtdioden) sind ein gutes Beispiel. Es ist naheliegend, dass in den Übergangsbzw. Grenzbereichen zwischen den klassischen Disziplinen, in der terra incognita, die Chancen für grundlegend neue Entdeckungen/Entwicklungen groß sind. Die zukünftige Entwicklung chemischer Forschung wird also zu einem nicht unerheblichen Teil durch Synergien mit

anderen Disziplinen, der Physik, Biologie, Material- und Ingenieurwissenschaften usw. mit ihren unterschiedlichen Denkweisen und Problemlösungsansätzen, beeinflusst werden. Das gilt natürlich auch in umgekehrter Richtung.



# (UN-)VORHERSEHBARKEIT IM RECHT – (UN-)VORHERSEHBARKEIT VON RECHT

PETER BYDLINSKI/JOHANNES WÜHL<sup>25</sup>

## I. EINLEITUNG

Wohl nahezu jeder Jurist wird auf die Frage, ob die Vorhersehbarkeit oder Unvorhersehbarkeit bestimmter (zukünftiger) Ereignisse von rechtlicher Relevanz sein kann, ohne zu Zögern mit „ja“ antworten. Damit ist die erste Facette der Thematik angesprochen, die hier behandelt werden soll: In welchen Fällen oder Konstellationen differenziert „das Recht“,

unter Umständen auch eine ganz konkrete Rechtsnorm, danach, ob etwas vorhersehbar war oder nicht.

Von dieser **(Un-)Vorhersehbarkeit im Recht** ist die **(Un-)Vorhersehbarkeit von Recht** zu unterscheiden. Gemeint ist damit die – praktisch überaus bedeutsame – Schwierigkeit, in einer konkreten Situation zu entscheiden, wie die Rechtslage tatsächlich aussieht: Ob etwa ein bestimmtes beabsichtigtes Verhalten erlaubt ist (oder doch zumindest keinen Straftatbestand erfüllt) oder ob ein in Aussicht genommenes Vorgehen wie die Einbringung einer Klage oder eines Rechtsmittels nach Lage der Dinge wohl Erfolg verspricht. Ähnliches gilt für den Abschluss von Verträgen: Ist der beabsichtigte Vertragsinhalt zulässig; löst er Gebühren- oder Steuer-

pflichten aus; und wenn ja, welche?

Eine Rechtsordnung ist unter dem damit angesprochenen, sehr wesentlichen Aspekt der **Rechtssicherheit** umso positiver zu bewerten, je seltener an sich sorgfältige Personen nachträglich (unerfreuliche) Überraschungen erleben, weil sich ihre Einschätzung im Endeffekt als unzutreffend erwiesen hat.

In manchen Rechtsbereichen ist Klarheit ex ante ganz besonders wichtig. Das gilt speziell für das Strafrecht, wo die Straftatbestände deutlich umschrieben sein müssen und deshalb auch ein Analogieverbot zu Lasten des Handelnden herrscht (dazu noch unter III. 2.). Schon ein wenig anders sieht es im Privatrecht aus, wo ein Ausgleich widerstreitender Interessen angestrebt wird und daher

25 KMI Dr. Peter Bydliński ist o. Univ.-Prof. am Institut für Zivilrecht, Ausländisches und Internationales Privatrecht der Karl-Franzens-Universität Graz.

Dr. Johannes Wühl war dort bis Ende September 2015 Universitätsassistent; seine unter dem Titel „Sicherungsmehrheit und Wegfall einzelner Kreditsicherungsmittel“ im Jahre 2015 publizierte Dissertation wurde mehrfach prämiert; so mit dem Award of Excellence des BMWFW.

auch die sog. **Einzelfallgerechtigkeit** größeres Gewicht hat. Differenzierung zum Zwecke der Erzielung sachgerechter Ergebnisse geht nun aber nahezu zwingend auf Kosten der Rechtssicherheit, weshalb dieser Grundsatz trotz seiner großen Bedeutung niemals absolut gesetzt werden darf.<sup>26</sup>

## II. DIE RECHTLICHE RELEVANZ VON VORHERSEHBARKEIT UND UNVORHERSEHBARKEIT KÜNFTIGER EREIGNISSE

### 1. Allgemeines

Auf den zweiten Blick ist sogar ein Jurist, dem das Problem der Unvorhersehbarkeit aus seiner täglichen – praktischen oder wissenschaftlichen – Arbeit geläufig ist, durchaus überrascht, wie selten sich dieser oder ein ähnlicher Terminus unmittelbar in Gesetzestexten findet. Nicht wirklich erstaunlich ist nach dieser

Bestandsaufnahme hingegen die daran anknüpfende Feststellung, dass eine gesetzliche Definition von (Un-)Vorhersehbarkeit schon überhaupt nicht zu finden ist. Das ist allerdings durchaus verständlich, handelt es sich doch um einen kaum klar abgrenzbaren Begriff, der überdies – wie gleich zu zeigen ist – in ganz unterschiedlichen Regelungszusammenhängen Bedeutung erlangt. Daraus folgt nahezu zwingend, dass Vorhersehbarkeit nicht in jedem Kontext genau dasselbe bedeutet, sondern eine Bandbreite der Auslegung besteht, sodass der Begriff je nach Regelungszweck einmal enger und einmal weiter zu verstehen ist.

### 2. Unvorhersehbares und Unvorhergesehenes: konkrete Gesetzesbestimmungen

Explizit verwendet werden die Worte „vorhersehbar“ und „Vorhersehbarkeit“ etwa in § 31 **Insolvenzordnung (IO)**. Dort geht es um die objektive (Un-)Vorhersehbarkeit der Nachteiligkeit bestimmter Rechtshandlungen für die Insolvenzmasse bzw. für andere Insolvenzgläubiger. Vom Masseverwalter zwecks Vergrößerung der zu verteilenden Insolvenzmasse anfechtbar sind demnach Rechtsgeschäfte, bei denen unter anderem

der Eintritt eines Nachteils (für die Insolvenzmasse) von der mit dem zahlungsunfähigen Schuldner vertragschließenden Partei objektiv vorhersehbar war, wobei eine solche objektive Vorhersehbarkeit des Nachteils insbesondere dann vorliegt, wenn das Sanierungskonzept offensichtlich untauglich war (§ 31 Abs. 1 Z. 3 IO). Vergibt also eine Bank an einen sich schon in der Bredouille befindlichen Unternehmer kurz vor der Eröffnung eines Insolvenzverfahrens noch einen (Sanierungs- bzw. Überbrückungs-)Kredit, so kann dieses Geschäft vom Masseverwalter später angefochten werden, wenn dessen Nachteiligkeit (z.B. Hinauszögerung des Insolvenzverfahrens, Erhöhung des Schuldenstandes) von der Bank – zumindest objektiv – hätte vorhergesehen werden können. Zwar nicht exakt von Vorhersehbarkeit, aber zumindest von einem *unvorhergesehenen Ereignis* spricht § 146 Abs. 1 **Zivilprozessordnung (ZPO)**. Diese Norm gibt einer Partei, die durch ein solches Ereignis eine Tagsatzung oder eine befristete Prozesshandlung versäumt (und der zumindest nicht mehr als ein Versehen minderen Grades daran vorzuwerfen ist), die Möglichkeit, eine Wiedereinsetzung in den vorigen Stand zu

<sup>26</sup> Zum schwierigen Austarieren der Rechtssicherheit durch klare und einfache (damit aber zugleich auch wenig differenzierende) Regelungen mit der „gerechten“ Entscheidung des Einzelfalls siehe statt mancher F. Bydlinski, Allgemeines Gesetz und Einzelfallgerechtigkeit, in Starck (Hrsg), Die Allgemeinheit des Gesetzes. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen (1987) 49.

beantragen, um die versäumte (Prozess-)Handlung nachzuholen. In ähnlicher Weise räumt § 364 Abs. 1 Z. 1 Strafprozessordnung (StPO) den Beteiligten eines Strafverfahrens die Möglichkeit ein, sich gegen eine verpasste Frist mit einer Wiedereinsetzung in den vorigen Stand zu behelfen, wenn deren Einhaltung *aufgrund eines unvorhersehbaren Ereignisses unmöglich* war (und dem Säumigen gleichfalls höchstens ein Versehen minderen Grades anzulasten ist). Sowohl im Straf- als auch im Zivilprozessrecht wird in diesem Zusammenhang – unabhängig der verschiedenen Terminologie (unvorhersehbar bzw. unvorhergesehen) – davon ausgegangen, dass ein solches Ereignis insbesondere dann vorliegt, wenn es von der säumigen Partei bzw. dessen Vertreter nicht einkalkuliert wurde und man dessen Eintritt unter Berücksichtigung der zumutbaren Aufmerksamkeit und Vorsicht auch nicht erwarten konnte (subjektiver Maßstab)<sup>27</sup>. So entspricht es der ständigen Rechtsprechung des OGH, dass das Versäumen einer zivilprozessualen

Frist etwa dann „unvorhergesehen“ i.S.d. § 146 Abs. 1 ZPO ist, wenn dieses Versäumen bloß auf einem einmaligen Versehen eines bewährten und verlässlichen Mitarbeiters beruht; so etwa bei irrtümlicher Eintragung eines Termins im Kalender erst für die Folgewoche. Um in der Folge tatsächlich eine Wiedereinsetzung erwirken zu können, darf der unterlaufene Fehler freilich nicht an einer mangelhaften Organisation (die mehr als einen minderen Grad des Versehens bedeuten würde) liegen, wobei von berufsmäßigen Parteienvertretern (Rechtsanwälten) in diesem Zusammenhang eine erhöhte Sorgfalt einzuhalten ist<sup>28</sup>. Ohne auf weitere Details einzugehen, wird deutlich: Sogar der Begriff „unvorhersehbar“ (und nicht nur die stärker subjektiv gefärbte Wendung „unvorhergesehen“) wird auch für Konstellationen verwendet, in denen bei hoher Sorgfalt alles korrekt abgelaufen wäre. Dem üblichen Sprachgebrauch entspricht ein solches Ergebnis durchaus noch: Oft ist es eben nicht konkret vorherzusehen, dass – und wann – eine sorgfältige und erfahrene Mitarbeiterin einen solchen Fehler macht, auch wenn

es der Lebenserfahrung entspricht, dass so etwas im Laufe der Zeit irgendwann einmal geschieht, also in gewisser Weise abstrakt zu erwarten ist. Das allein soll aber eben nicht schaden, da man solcher Fehler – die statistisch gesehen vielleicht einmal in zehn Jahren unterlaufen – auf zumutbare Weise nicht Herr werden kann.

In das Zentralgesetz des Privatrechts, das **Allgemeine Bürgerliche Gesetzbuch (ABGB)**, haben die Begriffe (un-)vorhersehbar bzw. (Un-)Vorhersehbarkeit überhaupt keinen Eingang gefunden. Wenn es um die Einhaltung/Versäumung bestimmter Fristen (im Abstammungsrecht) geht, wird jedoch auch dort – wie im Prozessrecht – mitunter von *unvorhergesehenen Ereignissen* gesprochen, die dann insbesondere zu einer Hemmung des Fristenlaufs führen können (§ 146 Abs. 2 und § 153 Abs. 2 ABGB). Auch § 1170a ABGB spricht im Bereich der Kostenvoranschläge für Werkverträge von *unvorhergesehenen* Veränderungen bzw. Kostspieligkeiten, die aber bei einem Kostenvoranschlag mit Richtigkeitsgewähr ausdrücklich zu keiner Erhöhung des Werklohns führen sollen.

Für das hier zu behandelnde Thema ebenfalls Einschlägiges findet

<sup>27</sup> *Rechberger/Simotta*, Zivilprozessrecht<sup>8</sup> (2010) Rz 668; *Lewis* in Fuchs/Ratz (Hrsg.), Wiener Kommentar zur Strafprozessordnung § 364 Rz 19 (Stand Dezember 2007, rdb.at).

<sup>28</sup> OGH 7 Ob 18/13t Anwaltsblatt (AnwBl) 2014, 12.

sich etwa auch im **UN-Kaufrecht**, welches vor allem Rechte und Pflichten bei (manchen) grenzüberschreitenden Kaufverträgen regelt; so die Anordnung, dass Schadenersatz nur für all jene Verluste zu leisten ist, die die Partei (im Zeitpunkt des Vertragsschlusses) als mögliche Folge ihrer Vertragsverletzung *zumindest voraussehen hätte müssen* (Art. 74 Satz 2 UN-K).<sup>29</sup> Diese Bestimmung, die grundsätzlich eine verschuldens-unabhängige Haftung für alle aus der Vertragsverletzung entstehenden Schäden vorsieht, macht also die Ersatzpflicht der vertragsverletzenden Partei durch diese „Voraussehbarkeitsgrenze“ im Vorfeld abschätzbar bzw. versicherbar.<sup>30</sup>

Aber nicht nur im Zivil- und Straf (prozess)recht finden sich – zumindest ansatzweise – Anordnungen, die mit Vorhersehbarkeitsbegriffen hantieren, sondern auch in manchen öffentlich-rechtlichen Bestimmungen wie etwa in **§ 30f Wasserrechtsgesetz (WRG)**. Dort ist vorgesehen, dass eine vorübergehende Verschlechte-

rung des Zustands bestimmter Gewässer nicht gegen die in den §§ 30a, c und d WRG festgelegten (Umwelt-) Ziele verstößt, wenn diese – neben anderen Kriterien – durch nach vernünftiger Einschätzung *nicht vorhersehbare* Unfälle entstanden ist. In diesem Zusammenhang wird vor allem darauf abgestellt, inwieweit derartige „Unfälle“ (z.B. Hochwässer, Lawinen) in dem jeweiligen Gebiet in einer bestimmten Größe regelmäßig auftreten und damit als – offenbar: abstrakt – vorhersehbar angesehen werden können.<sup>31</sup>

Des Weiteren bietet in öffentlich-rechtlichen Verfahren **§ 71 Allgemeines Verwaltungsverfahrensgesetz (AVG)** Parteien eine Handhabe, sich bei prozessualen Versäumnissen *aufgrund unvorhergesehener Ereignisse* in den vorigen Stand versetzen zu lassen (sofern, wie schon bekannt, die Partei kein Verschulden oder höchstens ein milderer Grad des Versehens daran trifft). Ähnlich wie im Justizbereich geht auch der Verwaltungsgerichtshof (VwGH) davon aus, dass ein solches Ereignis vor allem dann vorliegt, wenn es die Partei tatsächlich nicht einberechnet

hat und dessen Eintritt auch unter Bedachtnahme auf zumutbare Aufmerksamkeit und Voraussicht (von dieser Partei) nicht erwartet werden konnte; es wird also auch in diesem Kontext der Wiedereinsetzung in den vorigen Stand beim Antragsteller ein *subjektiver Maßstab* angelegt.<sup>32</sup> Als Anwendungsfall für ein derartiges Ereignis wurde beispielsweise der Umstand anerkannt, dass ein Schriftstück (wenn auch nicht eingeschrieben) bei der Post aufgegeben wird, dieses bei der Behörde später aber nicht einlangt, wodurch eine Frist – für die Partei laut VwGH<sup>33</sup> insoweit unvorhergesehen – versäumt wird.

### 3. Privatrechtliche Beispiele für die „übergesetzliche“ Bedeutung der Unvorhersehbarkeit

Auch wenn die Begriffe Vorhersehbarkeit bzw. Unvorhersehbarkeit in privatrechtlichen Normen nur ganz sporadisch vorkommen, spielen sie in vielen Bereichen der Privatrechtsdogmatik eine – mitunter von der Rechtsprechung so vorgezeichnete – durchaus wesentliche Rolle.

<sup>29</sup> Dazu etwa *Faust*, Die Vorhersehbarkeit des Schadens gemäß Art. 74 Satz 2 UN-Kaufrecht (CISG) (1996).

<sup>30</sup> *Posch* in Schwimann/Kodek (Hrsg.), ABGB Praxiskommentar IV<sup>4</sup> (2014) Art 74 Rz 5 ff UN-K.

<sup>31</sup> *Oberleitner/Berger*, WRG-ON<sup>1.02</sup> § 30f Rz 2 (Stand März 2014, rdb.at).

<sup>32</sup> *Oberleitner/Berger*, WRG-ON<sup>1.02</sup> § 30f Rz 2 (Stand März 2014, rdb.at).

<sup>33</sup> 26.5.1999, 99/03/0078 und 29.9.2000, 99/02/0356.

Man denke bloß an etwaige **Aufklärungspflichten**, welche in ganz unterschiedlichen Rechtsbeziehungen einzuhalten sind, um Personen über mögliche (vorhersehbare?) Konsequenzen einer in Aussicht genommenen Handlung zu informieren. In diesem Zusammenhang wird ganz regelmäßig angeführt, dass eine solche Aufklärung/Information insbesondere nicht über Folgen/Risiken erfolgen muss, welche nur in „äußerst seltenen Fällen“ auftreten und damit (objektiv) nicht geeignet sind, die Entscheidung der zu informierenden Person zu beeinflussen. So wird beispielsweise regelmäßig davon ausgegangen, dass der Umfang der ärztlichen Aufklärungspflicht nicht alle nur denkbaren Folgen der Behandlung umfasst, sondern sich vor allem auf „typische Gefahren“ bezieht<sup>34</sup>. Auch wenn der Oberste Gerichtshof (OGH) dabei sehr zurückhaltend mit der Verwendung statistischer Wahrscheinlichkeiten in Bezug auf den Eintritt – allenfalls auftretender – nachteiliger Konsequenzen ist, hat er beispielsweise geurteilt, dass zumindest bei nicht notwendigen Operationen über Risiken, die mit ei-

ner Wahrscheinlichkeit von 3 bis 5 % einzutreten drohen, jedenfalls aufzuklären ist.<sup>35</sup> Hingegen muss etwa bei einer grundsätzlich vorteilhaften (Mumps-, Masern-, Röteln-)Impfung nicht über äußerst seltene Nebenwirkungen, die statistisch lediglich in 0,000075 bis 0,000135 % der Fälle auftreten, informiert werden.<sup>36</sup> In Anlehnung an diese Rechtsprechung zur ärztlichen Aufklärungspflicht wird etwa auch im Bereich der Anlageberatung angenommen, dass eine Aufklärung des Anlegers über das allgemeine Insolvenzrisiko (des Emittenten) jedenfalls dann entfallen kann, wenn dieses Risiko – insbesondere aufgrund guter Bewertungen führender Rating-Agenturen – so gering erscheint, dass ein Einfluss dieser Information auf die zu treffende Anlegerentscheidung nicht zu erwarten ist.<sup>37</sup> Insoweit knüpft der OGH in den angeführten Aufklärungsbereichen die Frage, ob über ein bestimmtes Risiko vom (Medizin- bzw. Anlage-)Berater aufzuklären ist, also

35 OGH 12.11.1992, 8 Ob 646/92 und 10.5.2001, 8 Ob 103/01g.

36 OGH 1 Ob 14/12h Recht der Medizin (RdM) 2012, 110.

37 OGH 4 Ob 20/11m Evidenzblatt (EvBl) 2011/119 mit Anmerkung von *Klausberger*.

mitunter an dessen Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. an die (objektive) Vorhersehbarkeit der Relevanz einer Information für die aufzuklärende Person.

Im **Schadenersatzrecht** nimmt das Kriterium der Vorhersehbarkeit unter gleich mehreren weiteren Gesichtspunkten eine wesentliche Rolle ein. Ganz allgemein muss im Bereich der ABGB-Verschuldenshaftung ein Schaden vom Schädiger rechtswidrig und schuldhaft verursacht worden sein, um einen Ersatzanspruch des Geschädigten auszulösen. Von Rechtswidrigkeit spricht man in diesem Zusammenhang, wenn sich der Schädiger – aufgrund Verletzung einer gesetzlichen oder vertraglichen (Verhaltens-)Pflicht – objektiv sorgfaltswidrig verhält (**Verhaltensunrecht**). Schäden, die zwar durch rechtswidriges Verhalten verursacht wurden, vom sogenannten Schutzzweck der übertretenen (Verhaltens-)Norm jedoch nicht erfasst sind, werden nun aber von vornherein nicht dem – sich objektiv sorglos verhaltenden – Schädiger „zugerechnet“. Der **Schutzzweck einer Norm** ist generell-abstrakt durch Auslegung zu ermitteln, wobei sich dieser, sofern nichts anderes bestimmt ist, aber grundsätzlich nur auf jene Folgen

34 RIS-Justiz RS0026529.

einer Normverletzung bezieht, die *objektiv vorhersehbar* waren<sup>38</sup>; bei *unvorhersehbaren* (Folge-)Schäden ist der sogenannte Rechtswidrigkeitszusammenhang hingegen in aller Regel durchbrochen bzw. der Schaden dem Schädiger nicht zurechenbar und damit dessen Haftung ausgeschlossen. So trug es sich vor nicht allzu langer Zeit zu, dass ein Polizist im Zuge seines routinemäßigen Streifendienstes einen Pkw-Lenker infolge dessen auffälligen Fahrverhaltens anzuhalten versuchte. Der – wie sich später herausstellte alkoholisierte – Lenker flüchtete allerdings zunächst mit seinem Pkw und als er sich schließlich in einer Sackgasse befand, zu Fuß. Bei der Verfolgung des Lenkers stürzte der Polizist (im Dunkeln) über eine Stützmauer, zog sich dabei schwere Verletzungen zu und versuchte daraufhin, vom Lenker Schadenersatz/Schmerzensgeld zu erlangen. Der OGH<sup>39</sup> gab den Ansprüchen des Polizisten statt, weil er die Verfolgung des Lenkers für gerechtfertigt erachtete, zumal dieser durch

sein Weglaufen nach dem Verlassen des Pkw seine Verfolgung geradezu „herausgefordert“ habe. Daher habe der Flüchtende für alle nicht atypischen (dazu gleich unten) Folgen seines rechtswidrigen und schuldhaften Verhaltens einzustehen. Nicht erforderlich – so der OGH – sei, dass er den beim Verfolger tatsächlich eingetretenen Verletzungserfolg voraussehen konnte oder gar vorausgesehen hat; vielmehr genügt es, um dem Lenker die entstandenen Schäden zurechnen zu können, dass diesem durch seine Flucht die erhöhte Verletzungsgefahr des Verfolgers zumindest *bewusst sein musste*<sup>40</sup>. Die erlittenen Schäden des Verfolgers lagen damit nach Ansicht des OGH im Schutzzweck (Rechtswidrigkeitszusammenhang) der vom Flüchtenden verletzten Verhaltensnormen – insbesondere weil dieser seine Verfolgung zumindest objektiv hätte vorhersehen können – und wurden damit grundsätzlich für ersatzfähig erachtet.

40 Zur Zurechenbarkeit von Verfolgungsschäden auch schon *Wagner*, Zur Haftung aus Verfolgungsjagden, Juristische Blätter (JBl) 1984, 525 (530), der anführt, dass insbesondere ein Schaden aus einer Verfolgung, die so unsinnig ist, dass sie objektiv nicht vorhergesehen werden kann (Verfolgungsexzess), dem Flüchtenden nicht mehr zuzurechnen ist.

Scheitert eine Schadenersatzhaftung aus den genannten „unvorhersehbaren Gründen“ nicht schon am **Rechtswidrigkeitszusammenhang**, kann diese aber noch immer aufgrund fehlender (rechtlicher) **Adäquanz** der – an sich vorhandenen – (natürlichen) Kausalität des rechtswidrigen und schuldhaften Verhaltens am Schaden ausgeschlossen sein. Allgemein liegt der sogenannten Adäquanztheorie der Gedanke zugrunde, dass nicht für untypische Schäden gehaftet werden soll, die nur durch ein zufälliges, objektiv unvorhersehbares Zusammentreffen von Umständen entstanden sind.<sup>41</sup> So besagt eine auch in der Rechtsprechung gängige Formel, dass die Adäquanz eines (natürlichen) Kausalzusammenhanges danach zu beurteilen ist, was dem Schädiger objektiv ex ante vorhersehbar war, bzw. dieser Zusammenhang insbesondere dann unterbrochen ist, wenn mit dem Geschehensablauf *nach der Lebenserfahrung nicht*

41 *Koziol*, Österreichisches Haftpflichtrecht I: Allgemeiner Teil<sup>3</sup> (1997) Rz 8/3.

38 *Kodek* in Kletečka/Schauer (Hrsg), ABGB-ON<sup>1.01</sup> § 1295 Rz 13ff. (Stand Oktober 2013, rdb.at).

39 OGH 10 Ob 55/11b Zeitschrift für Verkehrsrecht (ZVR) 2012/42; ganz ähnlich jüngst 1 Ob 97/15v Zivilrecht aktuell (Zak) 2015/540.

zu rechnen war<sup>42</sup>. Insoweit stellt die Adäquanz darauf ab, ob ein konkretes (pflichtwidriges) Verhalten in Bezug auf einen bestimmten Schadensereignis objektiv gefährlich erscheint, während der Rechtswidrigkeitszusammenhang bzw. die Frage, welche Schäden von einer Verhaltensnorm verhindert werden sollen, generell-abstrakt durch Auslegung der Norm zu überprüfen ist; aufgrund der zum Teil ähnlichen Zielsetzung wird die Haftung eines Schädigers für von ihm (pflichtwidrig) verursachte objektiv unvorhersehbare (Folge-)Schäden in aller Regel aber an beiden Instrumenten der Haftungsbegrenzung scheitern.<sup>43</sup> Urteile, in denen der OGH eine Haftung des Schädigers ausdrücklich aufgrund fehlender Adäquanz des (natürlichen) Kausalzusammenhangs ablehnt, sind selten. Beispielsweise hat er aber einen Fall, bei dem ein Busfahrer einen Lichtmast beschädigte, was in der Folge zu einem Kurzschluss bzw. Brand in einem Kraftwerk führ-

42 RIS-Justiz RS0022940; RIS-Justiz RS0022621. Vgl. aus der jüngeren Vergangenheit nur OGH 4 Ob 154/13w Medien und Recht (MR) 2014, 66, wo eine Haftung des Beklagten explizit an diesem Kriterium scheiterte.

43 Koziol, Haftpflichtrecht I<sup>3</sup> Rz 8/75.

te, genau mit dieser Begründung – haftungsabweisend – entschieden<sup>44</sup>; dies vor allem unter dem Gesichtspunkt, dass der Schaden (Brand im Kraftwerk) hier insbesondere deshalb eintrat, weil das Kraftwerk nicht dem Stand der Technik entsprechend gegen derartige Kurzschlüsse abgesichert war. Es handle sich daher um einen atypischen (Folge-)Schaden, für den – nach der Adäquanztheorie – die für die Beschädigung des Lichtmastes haftpflichtigen Personen (= Lenker, Halter und Versicherer des Busses) nicht mehr einzustehen hätten.

Wird vom Gericht eine Ersatzpflicht des Schädigers dem Grunde nach festgestellt, kann das Kriterium der Vorhersehbarkeit unter einem weiteren Gesichtspunkt, dem der **Verjährung**, eine wichtige Rolle spielen. So beginnt nämlich nach ständiger Rechtsprechung mit Kenntnis des Geschädigten vom Eintritt des (ersten) Schadens nicht nur die – grundsätzlich dreijährige – Verjährungsfrist für diesen (Primär-)Schaden, sondern auch die Frist für alle künftigen, aus demselben Schadensereignis entstehenden vorhersehbaren Folgeschä-

44 OGH 8 Ob 10/85 Sammlung zivilrechtlicher Entscheidungen (SZ) 58/128.

den zu laufen (sogenannte „gemäßigte Einheitstheorie“)<sup>45</sup>. Deshalb muss ein Geschädigter fristgerecht (auch) eine Feststellungsklage, die auf die Feststellung der Haftung des Schädigers für etwaige Spätschäden gerichtet ist, einbringen, um so die Gefahr einer Verjährung seiner vorhersehbaren zukünftigen (Schadenersatz-) Ansprüche zu unterbinden. Nicht vorhersehbare später eintretende Schäden verjähren hingegen frühestens ab dem Zeitpunkt, in dem mit diesen „mit Wahrscheinlichkeit zu rechnen ist“<sup>46</sup>. Abgestellt wird – auch in diesem Bereich – auf die *objektive Vorhersehbarkeit* eines zukünftigen Schadens, wobei an den Geschädigten, der in diesem Bereich ja in aller Regel Laie ist (etwa in Bezug auf mögliche gesundheitliche Spät- und Dauerfolgen), keine zu hohen Anforderungen gestellt werden; jedenfalls unvorhersehbar sind in diesem Zusammenhang Schäden, die auf das Hinzutreten zusätzlicher Zwischenursachen zurückzuführen sind.

45 Dazu jüngst m.w.N. Brandstätter, Die verjährungsrechtliche Relevanz der Unterscheidung von Primär- und Folgeschäden, *ecolex* 2015, 448.

46 *Dehn* in Koziol/P. Bydlinski/Bollenberger (Hrsg), *Kurzkommentar zum ABGB*<sup>4</sup> (2014) – in der Folge zitiert als KBB<sup>4</sup> – § 1489 Rz 4.

Eine solche Unvorhersehbarkeit in Bezug auf den späteren Eintritt eines (Teil-)Schadens wurde vom OGH<sup>47</sup> etwa in einem Fall angenommen, bei dem sich für die Bemessung einer Hinterbliebenenrente (§ 1327 ABGB) maßgebliche Umstände ganz unerwartet änderten und sich so der Schaden (bzw. Rentenanspruch) nachträglich erhöhte. Dieser nachträgliche Eintritt eines Folgeschadens (hier aufgrund unvorhersehbaren Wegfalls einer Ausgleichszulage) könne daher in einem späteren Rechtsstreit geltend gemacht werden, auch wenn – neben dem schon Jahre zurückliegenden Ersturteil – kein Feststellungsurteil des Hinterbliebenen gegenüber dem Schädiger vorliege.

Aber nicht nur im gesetzlich stark vorgegebenen Schadenersatzrecht, sondern auch im grundsätzlich von Privatautonomie geprägten Vertragsrecht können Rechte und Pflichten der beteiligten (Vertrags-)Parteien von der (Un-)Vorhersehbarkeit bestimmter Umstände abhängen. So verliert beispielsweise ein **Vorvertrag** (§ 936 ABGB), der auf den zukünftigen Abschluss eines (Haupt-)Vertrags gerichtet ist, nach h.A. seine

Verbindlichkeit, wenn sich vertragswesentliche Umstände nachträglich wesentlich und unvorhersehbar ändern (Umstandsklausel bzw. **clausula rebus sic stantibus**)<sup>48</sup>. Eine solche Änderung der Umstände wurde etwa in einem Fall ins Treffen geführt, in dem sich nach Abschluss eines Vorvertrags, der auf den Abschluss eines (Haupt-)Mietvertrags gerichtet war, der ursprünglich vereinbarte Mietzins vom aktuell ortsüblichen deutlich entfernte. In diesem Zusammenhang sprach der OGH<sup>49</sup> aus, dass jedenfalls dann keine Bindung an einen solchen Vorvertrag mehr bestehe, wenn der vereinbarte Mietzins infolge exorbitanter Änderung der wirtschaftlichen Verhältnisse vom nunmehr ortsüblichen Mietzins erheblich abweicht und diese Änderung der Mietzinse vor allem auch nicht (objektiv) vorhersehbar gewesen sei.

Ähnlich wird in der **Lehre vom Wegfall der Geschäftsgrundlage** davon ausgegangen, dass dieser nicht voraussehbar sein durfte, um – bei Vorliegen weiterer Voraussetzungen – eine Aufhebung des Vertrags

unter Berufung auf einen solchen Geschäftsgrundlagewegfall zu erreichen.<sup>50</sup> Allerdings ist zu beachten, dass in diesem Zusammenhang die Störung der Umstände bzw. deren Unvorhersehbarkeit wohl in der Regel besonders stark ausgeprägt sein muss, weil es sich dabei ja um die mögliche Beseitigung eines (Haupt-)Vertrags handelt, auf dessen Durchführung der andere Teil regelmäßig vertraut hat, und nicht „nur“ um die eines bloßen Vorvertrags.

Einen weiteren Anwendungsbereich für im Vertragsabschlusszeitpunkt unvorhersehbare bzw. von den Vertragsparteien zumindest nicht ausdrücklich bedachte, also unvorhergesehene Entwicklungen bietet auch die **(ergänzende) Vertragsauslegung gem. § 914 ABGB**. Dazu ein Beispiel aus jüngster Zeit: Banken vereinbaren mit ihren Kreditnehmern regelmäßig keinen fixen Zinssatz, sondern Zinsen, die an einen Referenzzinssatz (z.B. Euribor, Libor) gekoppelt sind. Rutscht nun dieser Referenzzinssatz überraschenderweise ins Minus, stellt sich die – sowohl in

48 P. Bydlinski in KBB<sup>4</sup> § 936 Rz 4.

49 8 Ob 504 92 Wohnrechtliche Blätter (wobl) 1992/87; i.d.S. später auch 5 Ob 138/02h Recht der Wirtschaft (RdW) 2002, 731.

50 Bollenberger in KBB<sup>4</sup> § 901 Rz 10.

47 1 Ob 66/08z JBl 2009, 453.

der Fachliteratur<sup>51</sup> als auch in der Tagespresse<sup>52</sup> kontrovers diskutierte – Frage, ob solche Kreditnehmer nun allenfalls gar keine Zinsen schulden bzw. die Banken ihren Kunden sogar sogenannte „Negativzinsen“ bezahlen müssen. In der Diskussion wird dazu etwa ins Treffen geführt, dass für derartige unvorhersehbare (Referenzzinssatz-)Entwicklungen regelmäßig keine entsprechende Vorsorge in den Kreditverträgen getroffen wird. Diese „Vertragslücke“ lasse sich jedoch mit einer (ergänzenden) Kreditvertragsauslegung in dem Sinn schließen, dass der Kreditgeber dem Kreditnehmer – schon aufgrund des Wesens eines Kreditvertrags (= entgeltlicher Darlehensvertrag über Geld) – zumindest keine „Negativzinsen“ zu bezahlen hat.<sup>53</sup>

51 Siehe etwa jüngst *Zöchling-Jud*, Zum Einfluss von negativen Referenzwerten auf Kreditzinsen, ÖBA 2015, 318.

52 Z.B. Die Presse, Franken-Kredit: Wer profitiert von den Negativzinsen? 8.2.2015; Frankfurter Allgemeine Zeitung, Die neue Welt der Negativzinsen, 16.2.2015.

53 *Zöchling-Jud*, ÖBA 2015, 329f.; anderer Ansicht – also für die (mögliche) Auszahlung von Negativzinsen – beispielsweise *Leupold*, Negativzinsen beim Kreditvertrag, VbR 2015, 82.

#### 4. Definition der Unvorhersehbarkeit?

Bereits die bisherigen Ausführungen sollten hinreichend deutlich gemacht haben, dass es sich beim Begriff der Vorhersehbarkeit um *keinen (einheitlichen) gesetzlichen Terminus* handelt, weshalb für diesen auch keine (einheitliche) Definition besteht. Die Beantwortung der Frage, was unter Vorhersehbarkeit zu verstehen ist, hängt damit stets vom jeweiligen Kontext ab. Verschiedene Bereiche, in denen das Kriterium der (Un-)Vorhersehbarkeit eine mitunter entscheidungserhebliche Rolle spielen kann, wurden unter 2. und 3. vorgestellt. Im Folgenden wird versucht, mögliche Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede herauszufiltern, um so wenn schon zu keiner einheitlichen Definition, so doch zumindest zu gewissen Grundlinien im Verständnis von (Un-)Vorhersehbarkeit zu gelangen. Im Grundsatz können **zwei Verständnismöglichkeiten** unterschieden werden; und zwar die *subjektive* und die *objektive* (Un-)Vorhersehbarkeit. Subjektiv würde bedeuten, dass für eine Person der (mögliche) Eintritt eines Umstandes insoweit vorhersehbar war, als diese aufgrund

ihrer individuellen Fähigkeiten dazu tatsächlich in der Lage war. Dann kann man ihr das Nicht-vorhergesehen-Haben in gewisser Weise vorwerfen. Bei objektiver Betrachtung würde die Vorhersehbarkeit hingegen an die Fähigkeiten einer Durchschnittsperson geknüpft, wobei sich dann freilich die Frage nach den von einer solchen „Maßfigur“ zu erwartenden Kenntnissen und dem Grad der Aufmerksamkeit stellt.

In manchen der oben vorgestellten Bereiche wird in Bezug auf die mögliche (Un-)Vorhersehbarkeit des Eintritts bestimmter Umstände jedenfalls von einem subjektiven, in anderen hingegen wieder von einem objektiven Maßstab ausgegangen. So wird etwa bei der Frage nach dem Vorliegen eines Wiedereinsatzgrundes nach der Versäumung verfahrensrechtlicher Fristen sowohl im Zivil- als auch im Strafprozessrecht angenommen, dass der dazu nötige unvorhergesehene (§ 146 Abs. 1 ZPO) bzw. unvorhersehbare (§ 364 Abs. 1 Z. 1 StPO) Hinderungsgrund an den subjektiven Voraussetzungen des Antragstellers zu messen ist, sein Nichteintritt also für den Betroffenen aus dessen subjektiver Perspektive

erwartet wurde.<sup>54</sup> Andererseits wird, wenn es beispielsweise um das Auftreten eines (Folge-)Schadens geht, davon ausgegangen, dass dieser objektiv unvorhersehbar sein muss, um – als Schädiger – einer sonst möglichen Haftung von vornherein zu entgehen. Speziell im Bereich der adäquaten Verursachung wird hierzu als „Messlatte“ etwa auf die Vorhersehbarkeit des Schadenseintritts für einen „einsichtigen Menschen“ bzw. einen „Durchschnittsmenschen“ abgestellt.<sup>55</sup>

### 5. Fazit

Das Fazit zur (Un-)Vorhersehbarkeit im Recht ist aus wissenschaftlicher Sicht wenig erfreulich, für Rechtsfragen aber nicht untypisch (und daher zumindest für Juristen auch nicht überraschend): Wir haben es mit einem *unscharfen Begriff* zu tun, ohne den Rechtspraxis und Rechtswissenschaft jedoch nicht auskommen. Die Kunst liegt wie so oft auch hier in der

sachgerechten Konkretisierung und Differenzierung.

### III. DIE VORHERSEHBARKEIT VON RECHT (INSBESONDERE BEI DER PROGNOSE DES AUSGANGS EINES RICHTSVERFAHRENS)

1. Damit nunmehr – kürzer – zum zweiten Aspekt, nämlich der Vorhersehbarkeit von Recht. Dieser eng mit einem **zentralen Prinzip des Rechts** überhaupt, nämlich der **Rechtssicherheit**, verbundene Gesichtspunkt<sup>56</sup>, ist ein weites Feld, das hier nur oberflächlich betreten werden kann.

Die Vorhersehbarkeitsfrage – was sieht die Rechtsordnung im Einzelnen vor? – stellt sich dem Bürger vor allem in **zwei Konstellationen**: Wenn er ein bestimmtes Tätigwerden plant, und wenn er überlegt, sich auf einen gerichtlichen Rechtsstreit einzulassen, also etwa von einer bestimmten Person eine Schadenersatzleistung einzuklagen.

2. Überlegt jemand, eine Handlung vorzunehmen, eine rechtsgeschäftli-

che Erklärung abzugeben oder einen Vertrag zu schließen, möchte er vorher – zumindest grob – Bescheid wissen, was die Konsequenzen dieses Tuns sein werden: Ist der beabsichtigte Vertrag mit all seinen Bestandteilen wirksam (oder womöglich ganz oder zum Teil gesetz- oder sittenwidrig)? Löst das Verhalten negative steuerrechtliche oder gar strafrechtliche Folgen aus?

Je komplexer die Sachverhalte, desto schwieriger sind **Prognosen ex ante**. Die an den Gesetzgeber gerichtete Forderung, rechtliche Regeln so klar und eindeutig wie möglich zu formulieren sowie Systembrüche zu vermeiden, ist nun zwar vollkommen berechtigt, aber sogar dann ein frommer Wunsch, wenn sich alle Beteiligten redlich bemühen: Zum einen ist Menschenwerk – und das sind Rechtsnormen nun einmal – immer fehlerhaft; zum anderen führt die Abstraktionshöhe rechtlicher Normen zwingend zu Graubereichen, die ex ante kaum beherrschbar sind. Oft klärt sich das Verständnis erst nach längerer Zeit, wenn zu einer bestimmten Auslegungsfrage bereits mehrere (idealerweise gleichlautende) Entscheidungen eines Höchstgerichts ergangen sind, die als Orientierungshilfe dienen.

<sup>54</sup> *Gitschthaler* in Rechberger (Hrsg.), Kommentar zur ZPO<sup>4</sup> (2014) § 146 Rz 3; *Lewisch*, WK-StPO § 364 Rz 19.

<sup>55</sup> *Koziol*, Haftpflichtrecht P Rz 8/10 mit ausführlichen Beschreibungen der in diesem Zusammenhang verwendeten „Formeln“.

<sup>56</sup> Neben der Rechtssicherheit werden als weitere zentrale Prinzipien der „Rechtsidee“ üblicherweise noch die Gerechtigkeit und die Zweckmäßigkeit genannt: siehe nur *Radbruch*, Rechtsphilosophie<sup>8</sup> (1973).

Dort, wo es besonders brenzlich werden kann, sieht die Rechtsordnung selbst eigene Mechanismen vor, um die Vorhersehbarkeit zu erhöhen. Markantes Beispiel dafür ist das **strafrechtliche Analogieverbot**: Eine Bestrafung kommt nur in Betracht, wenn ein klar umschriebener Straftatbestand erfüllt ist. Dieses Prinzip („nulla poena sine lege“) wird als so bedeutsam angesehen, dass es in § 1 Absatz 1 StGB und damit ganz an der Spitze des Strafgesetzbuchs steht. Der Richter darf also nicht sagen, die vorgenommene Handlung sei von ihrem Unwert her einem gesetzlichen Straftatbestand gleichwertig, sodass die Norm im Analogieweg angewendet würde, um zu einer Bestrafung zu gelangen. Anders ist das etwa im Privatrecht, wo die Rechtsnormen einen gerechten Ausgleich zwischen den Interessen gleichwertiger Personen anstreben. Im Wissen, nicht perfekt zu sein, hat hier der Gesetzgeber selbst seit über 200 Jahren die analoge Anwendung von Rechtsnormen auf vom Wortlaut nicht erfasste, aber wertungsmäßig „gleichwertige“ Fälle in § 7 ABGB sogar ausdrücklich angeordnet.

Die Vorhersehbarkeit von Rechtsfolgen wird durch den allgemeinen Grundsatz verstärkt, dass neu erlas-

sene Gesetze nicht *zurückwirken*, also nicht auf davor liegende Sachverhalte Anwendung finden. Diese Anordnung des § 5 ABGB wird allerdings als bloße Zweifelsregel verstanden, weshalb eine ausdrückliche Rückwirkungsanordnung im Einzelfall immer wieder zur Frage führt, ob die Rückwirkung nicht womöglich unter Vertrauensschutzaspekten den Gleichheitsgrundsatz des § 7 Bundes-Verfassungsgesetz (B-VG) verletzt und daher verfassungswidrig ist. 3. Weitgehende Vorhersehbarkeit ist selbstverständlich auch dann nützlich, wenn man entscheiden soll, ob man sich auf einen **(Zivil-)Prozess** einlässt. Auch wenn der bekannte Spruch „*Auf hoher See und vor Gericht ist man in Gottes Hand!*“ aus der Sicht einer modernen Justiz mitteleuropäischer Prägung grob übertrieben erscheint, so gibt es doch eine Vielzahl von Unsicherheiten und Unwägbarkeiten, die den Ausgang eines Gerichtsverfahrens nicht selten schwer prognostizierbar machen (weshalb es oft vernünftiger ist, mittels eines raschen Vergleichs den Spatz in die Hand zu bekommen, als über Jahre mit ungewissem Ausgang nach der Taube auf dem Dach zu streben).

**Zwei Arten von Unsicherheiten** kommen in Betracht; nur die zweite

betrifft „das Recht“ selbst und soll daher noch ein wenig näher beleuchtet werden. Die erste ist eine solche *im Tatsächlichen*: Was ist eigentlich wirklich passiert und welche Folgen sind eingetreten oder drohen zumindest? Hier geht es also um Tatsachenfeststellung bzw. Sachverhaltsermittlung. Beispiel: Wurde der Schadenersatzkläger an seinem Körper verletzt und welche Folgen hat diese Verletzung bzw. könnte sie in Zukunft haben? War es tatsächlich der Beklagte, der diese Verletzung zugefügt hat?

Hinzu kommen wie bereits angedeutet die – hier primär interessierenden – Unsicherheiten *im Rechtlichen*: Wie wird das zuständige Entscheidungsorgan eine bestimmte Rechtsfrage behandeln? Wie wird es etwa entscheiden, ob und inwieweit das schädigende Verhalten eines an sich noch nicht deliktfähigen Minderjährigen über die wenig exakte Norm des § 1310 ABGB zu dessen Haftung führt? So hatte in einem vom OGH erst vor Kurzem entschiedenen Fall<sup>57</sup> ein – zum Unfallzeitpunkt – gerade zehn Jahre alt gewordener Bub aufgrund Missachtung der Straßenver-

57 2Ob31/15w Zivilrecht aktuell (Zak) 2015, 237.

kehrregeln mit seinem Fahrrad eine andere Person (den späteren Kläger) am Körper verletzt. Der Bub hatte zwar kurz zuvor die freiwillige Radfahrprüfung bestanden, war aber, weil er Hilfe für einen beim Fußballspielen verletzten Freund suchte, aufgeregt und abgelenkt. Der OGH sprach unter Berücksichtigung dieser Umstände aus, dass im vorliegenden Fall der nicht deliktstfähige<sup>58</sup> Bub, welchem dennoch ein sogenanntes Quasiverschulden anzulasten ist, dem Kläger gem § 1310 ABGB aus Billigkeitsgründen *ein Viertel* des Schadens zu ersetzen habe. Das Erstgericht ließ den beklagten Minderjährigen übrigens noch *zur Hälfte* und die zweite Instanz sogar *zu drei Viertel* für die entstandenen Schäden haften. (Dieser Fall steht zugleich exemplarisch dafür, dass in manchen Konstellationen eine einigermaßen sichere Prognose des Ergebnisses eines Rechtsstreits nahezu unmöglich ist.) Was kann demjenigen, der die Einbringung einer Klage erwägt und die Beweisfragen sorgfältig abgewogen hat, aber nun vorweg **Orientierung im Rechtlichen** geben? Zum ersten

58 Deliktstfähigkeit wird mit Vollendung des 14. Lebensjahres erreicht (§ 176 i.V.m. § 21 Abs. 2 ABGB).

natürlich das *Gesetz* selbst. Schon wegen dessen unvermeidbarer Abstraktionshöhe sind aber die zu vergleichbaren Sachverhalten bereits ergangenen *Gerichtsentscheidungen* (vor allem solche der Höchstgerichte) praktisch besonders bedeutsam.<sup>59</sup> Zumindest unter empirischen Aspekten ist ja davon auszugehen, dass eine Rechtsfrage beim dritten oder vierten Mal nicht anders entschieden wird als vorher.

Für den Juristen stellt sich damit jedoch sofort die Frage, ob das **Vertrauen in die bisherige (höchstgerichtliche) Rechtsprechung** Schutz verdient und genießt. Anders gefragt: Darf ein Gericht ohne Weiteres von der sog. ständigen Judikatur abgehen, bzw. was sind die Konsequenzen, wenn es nunmehr trotzdem anders als früher entscheiden will? In der Praxis kommt eine solche „**Judikaturwende**“ übrigens gar nicht so selten vor; und meist wird sie von der Rechtswissenschaft angestoßen, die die bisherige Rechtsprechung mit konkreten Argumenten als nicht dem Gesetz entsprechend kritisiert hat.

59 Diese beziehen sich immer wieder auch auf das *rechtswissenschaftliche Schrifttum*, womit dieses mittelbar auch praktische Bedeutung erlangen kann.

Als ein (aktuelles) Beispiel von vielen sei hier bloß die *Kreditsicherung durch Dritte* genannt. § 1346 ABGB verlangt für die Wirksamkeit einer *Bürgschaft* die eigenhändig unterschriebene Verpflichtung des Bürgen, um übereilte (riskante) Haftungsübernahmen zu verhindern. Für den nicht weniger belastenden und riskanten *Beitritt zu einer fremden Schuld* (§ 1347 ABGB) findet sich ein solches ausdrückliches Formgebot nicht, weshalb der OGH lange auch formfreie Schuldbeitritte für wirksam ansah, nunmehr aber eine Analogie zu § 1346 vertritt<sup>60</sup>. Der im zitierten Verfahren unterlegene Gläubiger hatte im Ergebnis also zu Unrecht auf das Weiterführen der bisherigen Rechtsprechung vertraut. Das ist aber hinzunehmen; zumal dann, wenn die neue Position des OGH – wie hier – materiellrechtlich zutreffend ist.

Abschließend seien noch zwei speziellere Aspekte aus diesem Problemfeld zur Sprache gebracht. Der erste betrifft einen mehr formalen Gesichtspunkt, nämlich die bewusste gesetzliche Erschwerung

60 OGH 4 Ob 205/09i, Bank-Archiv (ÖBA) 2010, 610 mit Anmerkung von *Apathy*. Zitate der „Diskussion“ zwischen Rechtsprechung und Rechtswissenschaft bei *P. Bydlinski* in *KBB*<sup>4</sup> § 1347 Rz 4.

solcher Judikaturänderungen, womit zugleich tendenziell ein verstärkter Schutz des Vertrauens auf die bisherige Rechtsprechung verbunden ist. Will der für ein konkretes Verfahren zuständige (fünfköpfige) Senat des OGH eine Rechtsfrage von grundsätzlicher Bedeutung anders entscheiden, als es der bisherigen ständigen Rechtsprechung dieses Höchstgerichts entspricht, so ist nach § 8 OGHG ein um sechs weitere Richter *verstärkter Senat* zu bilden. (Die Erfahrung zeigt, dass dieser große Spruchkörper eher zur Beharrung neigt.)

Eine schwierige materiellrechtlich-methodische Frage ist hingegen, wann eine Abweichung vom bisher Judizierten überhaupt *zulässig* ist. Während § 12 ABGB früheren Entscheidungen über den Einzelfall hinaus keinerlei rechtliche Wirkung zuzubilligen scheint, spricht der Vertrauensschutz und damit das wichtige Prinzip der Rechtssicherheit eher dafür, zumindest im Zweifel bei der bisher vertretenen Rechtsansicht zu bleiben. Frühere Rechtsanwendungs- und Rechtsauslegungsfehler dürfen und müssen selbstverständlich behoben werden, wenn man sie erkennt. Ist das Entscheidungsorgan jedoch der Meinung, dass die Argumente

für eine andere Sicht der Dinge nicht überwiegen, wird heute wohl herrschend ein Abweichen vom bisher Judizierten als nicht erlaubt angesehen. So wird das „**Richterrecht**“ neben dem Gesetz zur **subsidiären Rechtsquelle**.<sup>61</sup>

#### IV. SCHLUSSBETRACHTUNG

Das Ergebnis dieses Streifzugs fällt – vor allem für Vertreter „exakter“ Wissenschaften – wohl eher ernüchternd aus: Zwar ist die Vorhersehbarkeit künftiger Ereignisse auch für die Jurisprudenz ein großes Thema. Allgemeine Aussagen dazu lassen sich aber schon wegen seiner Vielschichtigkeit nicht machen. Das ist wohl auch der zentrale Grund dafür, dass bis heute eine gesetzliche Definition von (Un-)Vorhersehbarkeit fehlt.

61 Ausführlich in diesem Sinn insb. *F. Bydliniski*, Juristische Methodenlehre und Rechtsbegriff<sup>2</sup> (1991) 501ff.; zur Diskussion siehe auch *ders.*, Hauptpositionen zum Richterrecht, (deutsche) Juristenzeitung (JZ) 1985, 149 sowie aus jüngerer Zeit die Beiträge von *Fenyves* und *Neumayr* in *Fenyves/Kerschner/Vonkilch* (Hrsg.), 200 Jahre ABGB – Evolution einer Kodifikation (2011).



## **IMPRESSUM**

Herausgeber:

Österreichische Akademie der Wissenschaften

Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, 1010 Wien

[www.oeaw.ac.at](http://www.oeaw.ac.at)

## **COVERBILD**

© Gregor Weihs, Universität Innsbruck

Alle Rechte vorbehalten

Copyright © 2016

Die inhaltliche Verantwortung und das Copyright für die jeweiligen Beiträge liegen bei den einzelnen Autoren.



[WWW.OEAW.AC.AT](http://WWW.OEAW.AC.AT)