

Warum Wissen nicht nur eine Ressource ist

Jürgen Renn

Vortrag im Rahmen der Ringvorlesung der International Max Planck Research School
„Knowledge and Its Resources: Historical Reciprocities“, 17. Februar 2022

Wenn man Wissen als Ressource bezeichnet oder von den Ressourcen des Wissens spricht, als handele es sich um Stoffe, über die man verfügen kann, übersieht man allzu leicht die komplexen und dynamischen Strukturen, die die Geschichte des Wissens charakterisieren. In meinem Vortrag möchte ich diese Strukturen näher beschreiben, und zugleich die zentrale Rolle deutlich machen, welche die Wissensgeschichte als Teil der Gattungsgeschichte für die kulturelle Evolution und für unsere Zukunft im Anthropozän spielen kann.

Aber beginnen wir ganz traditionell mit der Wissenschaftsgeschichte und ihren methodischen Herausforderungen. Es gibt bekanntlich viele Zugänge zur Wissenschaftsgeschichte. Ich will meine Position dazu gleich am Beginn deutlich machen: die älteren, traditionsreichen Zugänge zur Wissenschaftsgeschichte, etwa die sorgfältige Exegese von Texten oder die detaillierte Rekonstruktion von Erkenntnisprozessen, sind durch die neueren Trends, Turns und Moden keineswegs obsolet geworden, während diese zumeist ihrerseits bedeutende neue Perspektiven eröffnet haben. Wir sollten nicht der Versuchung nachgeben, unterschiedliche methodische Zugänge und Erkenntnisinteressen gegeneinander auszuspielen. Sie sind fast alle nützlich und werden auch noch in Zukunft gebraucht. Vor allem aber ergänzen sie sich gegenseitig und nur eine pluralistische Zugangsweise schützt uns vor ideologischen Einseitigkeiten.

Nehmen wir beispielsweise den materiellen Turn, der uns die produktive Rolle von epistemischen Objekten und Experimentalsystemen so deutlich vor Augen geführt hat, dessen einseitige Radikalisierung allerdings dazu verführen kann, die kognitiven und sozialen Dimensionen von Wissenssystemen zu unterschätzen. Oder nehmen wir den sozialkonstruktivistischen Versuch, wissenschaftliches Handeln aus der Perspektive epistemischer Tugenden zu verstehen, der uns neue Erkenntnisse über Prozesse der kulturellen Vermittlung wissenschaftlichen Wissens ermöglicht hat, zugleich aber den Blick fast ausschließlich auf lokale Kontexte richtet, während größere ökonomische und politische Zusammenhänge eher in den Hintergrund treten.

Oder nehmen wir schließlich den „Megatrend“, von der Wissenschafts- zur Wissensgeschichte überzugehen. Er hat lange vernachlässigte Dimensionen auch des wissenschaftlichen Wissens in den Fokus gerückt, etwa das intuitive, das praktische und das handwerkliche Wissen innerhalb und außerhalb der Wissenschaft. Wissenschaftliches Wissen erscheint heute immer mehr als die Spitze eines Eisberges, dessen Substanz vielfältige Formen des Weltwissens sind. Die Wissensgeschichte hat der Geschichtswissenschaft insgesamt neue Möglichkeiten eröffnet, indem sie gerade auch dem Verständnis langfristiger kultureller Entwicklungen eine neue Analysedimension eröffnet hat, wie zuletzt nur die Umwelt- oder die Globalgeschichte.

Allerdings droht der Wissensgeschichte die Wissenschaft selbst gewissermaßen abhanden zu kommen. Sie riskiert die zentrale Rolle, die Wissenschaft und Technologie in unserer heutigen Welt spielen, aus den Augen zu verlieren und nimmt die scheinbare Sonderrolle, die diese gegenüber anderen kulturellen Prozessen spielen, nicht länger als Herausforderung. Sie leugnet die alte Fortschrittsgeschichte und andere große Erzählungen, stellt ihr jedoch kaum etwas entgegen. Das gibt der Wissensgeschichte insgesamt eine postmoderne Grundierung, oder muss man schon sagen: Orientierungslosigkeit?

Warum aber betreiben wir überhaupt Wissenschaftsgeschichte? Ist sie immer noch Teil einer Aufklärungsbewegung? Hoffen wir immer noch auf Wissenschaft als Modellfall der Vernunft, wie es einst der Wiener Kreis tat? Oder ist Wissenschaftsgeschichte vielmehr eher eine Gegenbewegung, die die Übermacht bestimmter Formen der Rationalität oder der Spaltung von Subjekt und Objekt kritisiert? Geht es uns um Gerechtigkeit, etwa um globale Gerechtigkeit oder Gendergerechtigkeit, oder um reine Erkenntnis? Kann die Wissensgeschichte die Wissenschaft kritisch begleiten und vielleicht sogar auf vernachlässigte Alternativen aufmerksam machen? Innerhalb der Wissenschaftsgeschichte bleiben solche Motive oft implizit, aber wir sollten uns immer wieder bewusst machen, dass der Zugang zur Wissenschaftsgeschichte ausgehend von aktuellen Fragen durchaus legitim ist und nicht mit gedankenlosen Pauschalurteilen wie „whiggishness“ oder „Eurozentrismus“ einfach abgetan werden kann.

Darwins Evolutionstheorie, Marx' politische Ökonomie und Freuds Psychoanalyse verfolgten emanzipatorische Ziele, indem sie umfassendere Perspektiven auf die Bedingungen des Menschseins eröffneten. Darwins Theorie kann als Kritik an der Tatsache betrachtet werden, dass die menschliche Verwurzelung in der biologischen Evolution verdrängt wurde. Marx

protestierte mit seiner Kritik der politischen Ökonomie gegen den Anspruch der Bourgeoisie, die gesamte Spezies zu repräsentieren – ein Anspruch, der die Abhängigkeit der Reproduktion menschlicher Gesellschaften von der Arbeit leugnete. Freud wiederum begehrte gegen die Verdrängung der menschlichen Bedürfnisse und Triebe durch ihre Unterwerfung unter die Zivilisation auf.

Sollte sich daher eine Geschichte des Wissens nicht in vergleichbarer Weise gegen seine Unterwerfung unter einen einseitigen Wissenschaftsbegriff auflehnen – einen Begriff, der das, was wir unter Wissen verstehen, im Dienste formaler Standards, akademischer Rivalitäten und der Interessen von Profit und Macht einschränkt? Einen Begriff, der die Wissenschaft von anderen Formen der Reflexion trennt und so den Prozess der Reflexion selbst, durch den Wissen überhaupt erst zu wissenschaftlichem Wissen wird, in ein Instrument der Verdrängung oder gar Unterdrückung verwandelt? Hier sehe ich auch im Begriff des Wissens als Ressource Gefahren der Einseitigkeit und vor allem der Konzentration auf eine bloße Verfügbarkeit und Nützlichkeit des Wissens und damit aber zugleich der Entpolitisierung einer Wissensgeschichte und einer Neutralisierung ihres emanzipatorischen Potenzials als Teil einer Selbstreflexion der Gattung.

In Theorien des Wissens ist das Politische häufig lediglich implizit vorhanden, fehlt jedoch nie ganz. In der Vergangenheit wurde die politische Dimension durch „externalistische“ Auffassungen von Wissenschaft explizit gemacht, in denen die bestimmende Rolle von ökonomischen, sozialen und politischen Strukturen für die Wissenschaft hervorgehoben wurde. Dagegen blieb diese Dimension in den „internalistischen“ Ideengeschichten, die nicht selten mit einer Betonung der geistigen Leistungen heroischer (und zumeist männlicher) Wissenschaftler einhergingen, eher implizit.

In der aktuellen Diskussion wird die Wissenschaft oft als entweder sozial konstruiert (zum Beispiel durch „epistemische Werte“) oder als von „epistemischen Dingen“ geprägt betrachtet. Die erste Position treibt eine subjektivistische Auffassung von Wissenschaft auf die Spitze und läuft Gefahr, ihre Gegenstände und Inhalte zugunsten einer Narration von geteilten Überzeugungen und Praktiken innerhalb begrenzter Gemeinschaften und kultureller Kontexte an den Rand zu drängen. In diesem Zusammenhang bezieht sich die „soziale Konstruiertheit“ so gut wie nie auf die umfassenderen ökonomischen und politischen Kräfte (etwa den Kapitalismus, der die Wissenschaft als soziale Praxis bestimmt), sondern auf lokal situierte kulturelle Ressourcen.

Die zweite Position spitzt die Rolle der noch undeutlich definierten Forschungsgegenstände zu, läuft aber ihrerseits Gefahr, die Subjekte samt ihrer intentionalen und perzeptiven Zustände an den Rand zu drängen. Zudem bietet sie nicht wirklich einen Rahmen, um sich explizit mit den allgemeineren gesellschaftlichen Kontexten der Wissenschaft auseinanderzusetzen.

Eine dritte Alternative besteht darin, den Unterschied zwischen der menschlichen Handlungsmacht (*agency*) und der Wirkmacht der Dinge herunterzuspielen, wodurch entweder das Handeln entpolitisiert oder sogar enthumanisiert wird oder der natürlichen Welt menschliche Eigenschaften zugeschrieben werden, etwa, wenn die Erde als „Gaia“ mystifiziert und als erdgeschichtlicher Akteur betrachtet wird.

Wo also liegt die Zukunft der Wissenschaftsgeschichte? Meiner Ansicht nach ist sie auf jeden Fall jenseits ihrer eigenen engeren fachspezifischen Themen und Fragestellungen zu finden und verlangt nach einem weiter gesteckten Horizont. Wissenschaftshistorikerinnen und Wissenschaftshistoriker haben ein umfassendes Repertoire an Methoden und Ansätzen entwickelt, die es ihnen erlauben, zahlreiche unterschiedliche Aspekte der historischen Wissenschaftsentwicklung zu analysieren. Doch in einem gewissen Sinne ist die Wissenschaftsgeschichte auch scholastisch geworden und beschäftigt sich mehr mit ihren inneren Angelegenheiten und ihren Verbindungen zu eng verwandten Bereichen der Geisteswissenschaften als mit der Welt der Wissenschaft und ihrem Einfluss auf die missliche Lage, in der die Menschheit sich befindet.

Während wissenschaftliches und technisches Wissen unseren Alltag dominieren und das Überleben der Menschheit im Anthropozän von einer umsichtigen Umsetzung wissenschaftsbasierter Lösungen abhängt, trägt der gegenwärtige Mainstream der Wissenschaftsgeschichte kaum etwas zu diesen Diskussionen bei. Wie können wir das ändern? Was für ein Ansatz könnte einer Auffassung von Wissenschaft als einer menschlichen Praxis gerecht werden, die irreduzibel sowohl eine mentale als auch eine materielle und auch eine soziale Dimension einschließt? Wie lässt sich Wissen als durch lokale und übergreifende politische und ökonomische Strukturen zwar geprägt, aber nicht determiniert begreifen? Und was für eine historische und politische Epistemologie könnte dazu beitragen, dem wissenschaftlichen Erkenntnistreben die Dimension der moralischen Verantwortlichkeit zurückzugeben?

Das Anthropozän ist eine aktuelle Herausforderung gerade auch für die Wissenschaftsgeschichte. Der Begriff des Anthropozäns wurde im Jahre 2000 vom Chemienobelpreisträger Paul Crutzen auf einer Konferenz zur Erforschung des Erdsystems in Mexico-City vorgeschlagen. Er empfand plötzlich eine Abneigung gegen die Charakterisierung des gegenwärtigen Zustands als Teil des Holozäns, da ihm diese Charakterisierung den Einfluss des Menschen auf das Erdsystem zu verharmlosen schien. Er forderte die Delegierten auf, den Begriff Holozän nicht mehr zu verwenden und suchte noch während seiner Rede nach einem besseren Begriff: „Wir sind nicht mehr im Holozän, wir sind in dem... dem... dem Anthropozän!“ Später stellte sich heraus, dass der Begriff schon eine längere Vorgeschichte hatte, auf die ich noch näher eingehen werde.

Wissenschafts- und Wissenschaftsgeschichte können nach meiner Überzeugung einen entscheidenden Beitrag zum Verständnis des Anthropozäns leisten, aber nur, wenn sie die angedeuteten Einseitigkeiten überwinden. Mit anderen Worten: das Thema des Anthropozäns ist auch für die Wissenschaftsgeschichte eine Chance, aus ihrer gelegentlich scholastisch anmutenden Zersplitterung aufzubrechen, um sich an einem wirklich großen Thema abzuarbeiten. Das lädt zugleich dazu ein, viele der Lehren der Vergangenheit zusammenzubringen: ohne eine zur Wissenschaftsgeschichte erweiterte Wissenschaftsgeschichte wird sich das Anthropozän nicht verstehen lassen, ebenso wenig ohne wirklich langfristige Entwicklungsprozesse, aber auch die Globalgeschichte zu berücksichtigen. Von einer Fortschrittsgeschichte kann angesichts des Anthropozäns keine Rede sein, wohl aber von einer Evolutionsgeschichte des Wissens, für die materielle, kognitive und soziale Dimensionen gleichermaßen relevant sein dürften.

Auch mit den Mitteln von Wissenschaft und Technologie haben Menschen den Planeten massiv verändert, mit dramatischen Folgen. Es gibt praktisch keine unberührte Natur mehr. Ein großer Teil der nicht von Eis bedeckten Erdoberfläche wurde von Menschen verwandelt. Das Polareis schmilzt, der Meeresspiegel steigt, und die Küsten und marinen Lebensräume haben massive Veränderungen erfahren. Mehr als die Hälfte der verfügbaren Süßwasserressourcen werden von Menschen ausgebeutet. Die Meere sind übersäuert und durch Aquakulturen und Plastik kontaminiert. Der Bau tausender Dämme und extensive Abholzung haben massive Auswirkungen auf den Wasserkreislauf sowie die Erosionsrate und damit auf die Entwicklung und geographische Verbreitung zahlreicher Arten. Der Verlust der Biodiversität ist um ein Vielfaches größer, als dies ohne den Eingriff des Menschen der Fall

wäre. Im Schnitt wurde mindestens jedes dritte Stickstoffatom der Biosphäre schon einmal von der Düngemittelindustrie verarbeitet. Die höchste Biomasse aller lebenden Säugetiere bilden der Mensch und die von ihm domestizierten Tiere.

Menschen haben neue Materialien in Umlauf gebracht, zum Beispiel elementares Aluminium, Blei, Kadmium und Quecksilber, sowie Flugascherückstände aus der Verbrennung von Kohle und Öl, die unter natürlichen Bedingungen nur selten vorkommen; aber auch Beton, Plastik und andere künstliche Materialien, von denen viele Eigenschaften besitzen, die neu und anders sind als die der natürlichen Materialien. Das Plutonium aus Kernwaffentests in der Atmosphäre verbleibt für die nächsten zig 100.000 Jahre in den Sedimentablagerungen, zerfällt dabei zunächst zu Uran und dann zu Blei. Wir messen die höchste atmosphärische Konzentration der Treibhausgase Kohlendioxid und Methan seit mindestens 800.000 Jahren. Selbst wenn der Einsatz fossiler Energieträger sofort gestoppt wird, würde es Tausende Jahre dauern, bevor diese Konzentration auf vorindustrielle Werte sinkt.

Einige dieser Veränderungen liefen sehr viel rascher ab, als dies bei natürlichen Prozessen der Fall ist. Die heutige Kohlendioxidkonzentration ist mindestens zehnmals, möglicherweise hundertmal schneller gestiegen als jemals zuvor im Laufe der letzten 420.000 Jahre.

Gleichzeitig verbreiten sich neue Krankheiten durch Erreger, deren kurze Lebenszyklen eine schnelle Anpassung an neue Bedingungen ermöglichen, wie wir es gerade im Falle der Covid-Pandemie erleben. Wie schnell werden sich menschliche Gesellschaften an die neuen Bedingungen anpassen können, mit denen uns der rasante Klimawandel konfrontiert? In jedem Fall wirken sich die aktuellen Veränderungen in den verschiedenen Teilen der Welt unterschiedlich aus. Da am Wasser gelegene Städte zunehmend von Überschwemmungen bedroht sind, entstehen neue Formen der Gentrifizierung, durch die trockenere und sichere Orte teurer und die Armen verdrängt werden. Vormals fruchtbares Ackerland trocknet aus, weil der Regen ausbleibt, Verteilungskämpfe und Migration in reichere Länder sind die Folge. Letztendlich aber werden alle verlieren, denn es gibt kein Entrinnen, auch nicht für die Reichen.

Kurz gesagt, die Erde verändert sich mit irreversiblen Folgen. Es besteht keine Hoffnung, dass wir je zu einem „natürlichen Stand“ der Dinge zurückkehren könnten. Menschen handeln nicht vor dem Hintergrund einer unveränderbaren Natur, sondern sind tief mit ihrer Struktur verwoben und prägen sowohl ihre unmittelbare wie ihre ferne Zukunft. Die grundlegende Revision unseres Verständnisses des Zustandes dieses Planeten lässt sich nur mit den

Umwälzungen der physikalischen Vorstellungen von Raum und Zeit vergleichen, zu denen es in der Nachfolge von Einsteins Relativitätstheorien kam. In der klassischen Physik schienen Raum und Zeit die feste Bühne zu sein, auf der die Ereignisse der Welt stattfanden.

Dagegen ist diese Bühne nach Einsteins Theorie kein unveränderlicher Rahmen mehr, sondern selbst Teil des Stücks, es gibt keine absolute Unterscheidung zwischen den Handelnden und dem Bühnenbild. Raum und Zeit bleiben nicht im Hintergrund der physikalischen Prozesse, sondern nehmen an ihrer Dynamik teil. Die neue Situation der Erde konfrontiert uns mit einer ähnlich radikalen Notwendigkeit, unsere Situation zu überdenken: Wir leben nicht in einer stabilen Umwelt, die lediglich als Bühne und Ressource für unsere Handlungen dient, wir gehören zu einer Dynamik, in dem der Mensch und die nicht-menschliche Welt gleichermaßen eine Rolle spielen.

Durch den Anthropozänbegriff war mit einem Male eine Brücke zwischen geologischer und historischer Zeit hergestellt. Es wurde deutlich, dass die Zeitskala der Menschheitsgeschichte untrennbar mit der geologischen Zeitskala verknüpft ist. Unser wirtschaftlicher Stoffwechsel zehrt von fossilen Energien und verbraucht innerhalb einer Zeitspanne von Jahrzehnten Ressourcen, die über Hunderte von Millionen Jahren gewachsen sind. Um es anders auszudrücken: Zurzeit verbrennen wir weltweit an einem Tag so viel Kohle, Erdgas und Erdöl wie die Natur in 500.000 Tagen angesammelt hat – Tendenz steigend!

Und genau so, wie aus geologischer Zeit historische Zeit wird, macht unser Einfluss als geologische Kraft die Geschichte des Menschen zu einem wesentlichen Teil der geologischen Geschichte. Zugleich konstituiert das Anthropozän eine eigene, völlig neue Zeit, in der geologische Veränderungen schneller ablaufen als in früheren geologischen Epochen und zwar Veränderung von einer Art, dass die kulturelle Evolution der Menschheit als ganzer gefährdet ist. Angesichts der massiven Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt des Planeten, sind die traditionellen Trennlinien zwischen Natur und Kultur mittlerweile problematisch geworden, da wir, wie Karl Marx es bereits formulierte, in einer „anthropologischen Natur“ leben, die aus diesen Eingriffen resultiert.

Wann aber hat das Anthropozän begonnen? Diese Frage hat eine doppelte Bedeutung, die mit der komplexen begrifflichen Konfiguration des Anthropozäns zu tun hat: zunächst ist sie eine stratigrafische Frage, denn das Anthropozän wird ernsthaft als geologische Epoche untersucht. Die geologische Bedeutung des Begriffs wird von der „Anthropozän

Arbeitsgruppe“ analysiert, die wiederum der „Unterkommission für Quartärstratigraphie der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik“ Bericht erstattet.

Wie auch immer die endgültige Entscheidung der Geologiefachwelt ausfallen mag, der Anthropozänbegriff hat schon jetzt unsere Augen für eine grundlegend veränderte globale Umwelt geöffnet. Es ist übrigens bemerkenswert, dass in der Anthropozän-Arbeitsgruppe auch Historiker und Wissenschaftshistorikerinnen mitarbeiten, denn die untersuchten Sedimente, wie z. B. das von den Atombomben-Explosionen herrührende Plutoniumsignal, sind schließlich das Ergebnis historischer und insbesondere auch wissenschafts- und technikhistorischer Prozesse. Die gegenwärtige Empfehlung läuft auf eine Festlegung des Beginns des Anthropozäns auf die Zeit unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg hinaus.

Aber eine Festlegung des stratigrafischen Anfangspunktes ist noch keine kausale Erklärung des Anthropozäns. Und hier kommen die anderen Dimensionen des Anthropozäns ins Spiel: Das Anthropozän als Begriff ist auch das Ergebnis einer neuen Art von Erdwissenschaften, eines Übergangs von der Geologie zur Erdsystemwissenschaft, nach der wir unseren Planeten als nicht-lineares, komplexes System mit vielen Rückkopplungsschlaufen verstehen können. Das Erdsystem ist nach diesem neuen Verständnis nicht nur gleichförmigen und allmählichen Veränderungsprozessen unterworfen, sondern kann auch Umschlagspunkte erreichen, die zu katastrophalen Veränderungen wie z. B. zu einer Schneeball-Erde führen können. Man spricht deshalb auch von einem neuen Kathrophismus. Es war schon lange bekannt, dass dabei die Biosphäre seit dem Beginn ihrer Existenz eine entscheidende Rolle gespielt hat.

Heute haben Erdsystemwissenschaftler realisiert, dass das auch für die Anthroposphäre gilt. Die Rekonstruktion früherer Klimata und Klimaveränderungen spielt dabei eine Schlüsselrolle auch für die Beurteilung der Randbedingungen des zukünftigen globalen Klimas. Dieser Abgleich der durch Menschen verursachten globalen Erwärmung mit früheren Klima-Ereignissen zeigt nicht nur, dass, wenn wir so weitermachen, das Erdsystem unweigerlich zu einem Treibhauszustand geführt wird, in dem wir völlig neuen, äußerst unwirtlichen Lebensbedingungen ausgesetzt sind. Es zeigt auch, dass die Geschwindigkeit der Veränderungen und der Zustand in den dies uns versetzt, kaum ein Analogon in der Erdgeschichte kennen. Erdsystemwissenschaftler sprechen daher nicht nur von dringenden politischen und ökonomischen Maßnahmen, um dies zu verhindern, sondern von der Notwendigkeit eines „kuratierten“ Erdzustandes innerhalb planetarer Belastungsgrenzen. Das wirft fundamentale ethische und politische Fragen auf.

Aber welche Maßnahmen auch immer wir ergreifen, sie werden wesentlich vom verfügbaren Wissen über die Wechselwirkung zwischen dem Erdsystem und seiner menschlichen Komponenten abhängig sein. Wir führen ein globales Experiment mit einem System durch, das sich selbst bereits verändert; unsere Eingriffe sind zwar wissenschaftsbasiert, haben aber stets auch nicht intendierte Konsequenzen, sie führen gewissermaßen zu Veränderungen des Erd-Mensch-Systems zweiten Grades. Folglich haben wir uns selbst mehr denn je von unserem Verständnis dieses komplexen dynamischen Systems und unserer Eingriffe darin abhängig gemacht. Das Verständnis der Evolution des Wissens ist daher von zentraler Bedeutung für unsere Zukunft im Anthropozän.

Für einen Historiker steht zunächst einmal die Frage im Vordergrund: Wie sind wir nur in diese Situation hineingeraten? Niemand wollte ernsthaft den Planeten zerstören – oder vielleicht doch? Eine naheliegende Antwort ist der Verweis auf die Industrialisierung und insbesondere den Ressourcen fressenden globalen Kapitalismus. Es gibt daher auch den Vorschlag, statt vom Anthropozän vom „Kapitalozän“ zu sprechen, um nicht abstrakt die Menschheit, sondern den verantwortlich oder besser: unverantwortlich handelnden Teil der Menschheit ins Zentrum der Aufmerksamkeit zu rücken. Aber eine solche semantische Verschiebung würde aus meiner Sicht das Problem eher verharmlosen, weil es ja nicht in erster Linie um die Benennung von Schuldigen geht, sondern um ein Verständnis komplexer Prozesse – gerade auch mit der Perspektive, diese in Zukunft anders gestalten zu müssen. Vor allem aber würde eine Aufgabe des Anthropozänbegriffs die Brücke abbrechen, die dieser Begriff zwischen den Naturwissenschaften und den Humanwissenschaften geschaffen hat und der auch für die Wissenschafts- und Technikgeschichte völlig neue Perspektiven eröffnet.

Die Frage, welche Prozesse und Dynamiken uns ins Anthropozän geführt haben, wird gegenwärtig breit diskutiert. Vorschläge reichen vom durch Menschen verursachten Aussterben von Megafauna seit dem späten Pleistozän, über das Neolithikum, die frühe Neuzeit, die industrielle Revolution bis zur so genannten „Großen Beschleunigung“ der 50er Jahre, auf die ich noch ausführlicher zurückkommen werde. Alle diese Meilensteine haben Spuren in der Erdgeschichte hinterlassen: der Verlust von Biodiversität und die Dominanz domestizierter Tiere und Pflanzen, die Verschiebung der nächsten Eiszeit durch den Ausstoß von Treibhausgasen, die Zusammenführung erdgeschichtlich getrennter Biota durch die Kolonisierung von Amerika, der rapide Anstieg des CO₂ Ausstoßes seit der industriellen Revolution, der exponentielle Anstieg kritischer Parameter des Erdsystems seit der Großen

Beschleunigung Mitte des 20. Jahrhunderts. Alle diese Meilensteine haben zugleich menschliche Handlungsmöglichkeiten verändert, und zwar sowohl erweitert, als auch im Sinne von Pfadabhängigkeiten eingeschränkt.

Diese großräumigen Zusammenhänge lassen sich nur vor dem Hintergrund einer Auffassung der kulturellen Evolution verstehen, die dem Wissen und dann auch der Wissenschaft eine wichtige Rolle einräumt. Das gibt auch der Wissenschaftsgeschichte umgekehrt eine neue Bandbreite. Die historische Epistemologie hat Wissenschaftsgeschichte und Philosophie miteinander verbunden, leider nur ausnahmsweise auch mit der Psychologie und den Kognitionswissenschaften. Ich sage „leider“, weil Einsichten in die historischen Zusammenhänge von individueller und sozialer Kognition von zentraler Bedeutung für die Bewältigung zukünftiger Menschheitsherausforderungen sein könnten. Der materielle Turn hat die Wissenschaftsgeschichte enger mit den Medien-, den Technik- und den Kunstwissenschaften zusammengebracht, der soziale Konstruktivismus hat Perspektiven der Soziologie und der *science studies* eingebracht. Das Anthropozän lässt sich allerdings nur verstehen, wenn alle diese Dimensionen mobilisiert werden und wenn dazu noch die Herausforderung angenommen wird, die großräumige Dynamik kultureller Evolution zu verstehen.

Erlauben Sie mir an dieser Stelle ein kurzes Wort zur Kulturevolution: Bisher wurde die Kulturevolution in mehr oder weniger enger Analogie zur biologischen Evolution gesehen, oder genauer gesagt, zu einer traditionellen Auffassung der Evolution, bei der klassischerweise Mechanismen der Transmission und der Selektion und die Rolle von Fitnesslandschaften im Vordergrund stehen. Als Grundlage für ein Verständnis der Kulturevolution ist das eine reduktionistische Sicht, die von den meisten Kulturwissenschaftlern aus den Geistes- und Sozialwissenschaften zu Recht skeptisch gesehen wird. Aber auch aus Sicht der modernen Evolutionstheorie greift eine Sichtweise, die ausschließlich die statistische Populationsdynamik betont, zu kurz, wenn es um das Verständnis der Ermöglichung, Bewahrung und Verhinderung von Innovationen geht.

Zwei weitere Faktoren spielen dabei eine wichtige Rolle, zum einen die regulativen Mechanismen komplexer Systeme, also die organismische Entwicklungsdynamik, die unter dem Stichwort „Evo-Devo“ verhandelt wird, und zum anderen die Rolle der durch die Organismen selbst bewirkten und auf diese zurückwirkenden Umweltveränderungen, die unter dem Stichwort der *niche construction* verhandelt werden. Aus der Sicht der

Kulturevolution sind beides offensichtlich ganz entscheidende Faktoren. Die Kultur menschlicher Gesellschaften ist nicht einfach eine Ansammlung von Memen, von denen einige tradiert werden und andere nicht, sondern sie unterliegt komplexen regulativen Mechanismen, die traditionell Gegenstand der Kultur- und Sozialwissenschaften sind. Erst eine Berücksichtigung dieser vielfältigen regulativen Strukturen sozialer Systeme macht eine Beschreibung von Kulturentwicklung realistisch, ohne sie auf simple Analogien zu Mechanismen der Tradierung und der Selektion von Einzelelementen der Kultur zu reduzieren. Und menschliche Kultur besteht natürlich wesentlich in einer *niche construction*, also in der Konstruktion und Tradierung materieller Umwelten, von der Architektur über die Technik bis hin zu den Symbolsystemen, auf denen insbesondere die Tradierung von Wissen beruht.

Die Rolle von Wissen wird in der gegenwärtigen, zum Teil sehr technischen Diskussion über Kulturevolution dramatisch unterschätzt. Deshalb könnte eine wichtige Aufgabe der Wissenschafts- und Wissensgeschichte darin bestehen, genau diese Lücke zu füllen, um auch umgekehrt von der breiten Perspektive der Kulturevolution zu profitieren. Sie hätte dabei sogar eine wichtige Einsicht für das Verständnis von Evolution einzubringen: Konstruierte Nischen wirken auf den Evolutionsprozess nicht nur dadurch zurück, dass sie die äußere Fitnesslandschaft verändern, unter denen sich Systeme entwickeln, sondern sie fungieren auch als erweiterte Bestandteile der sich entwickelnden Systeme selbst. Die Möglichkeiten von Handeln und Denken sind schließlich wesentlich durch die jeweils verfügbare materielle Kultur geprägt. Sie ist integraler Bestandteil der regulativen Strukturen der komplexen Systeme, über die wir reden, also insbesondere von Handlungs- und Wissenssystemen, und kann in diesem Sinne auch als eine Ressource der Wissensevolution betrachtet werden.

Die Entstehung abstrakter Begriffe, wie der Begriffe von Zahl, Gewicht, Raum, Zeit oder Energie zum Beispiel, wurden erst auf der Grundlage bestimmter materiell vermittelter Erfahrungen möglich, der Energiebegriff etwa erst nachdem eine tatsächliche Transformation der Bewegungskraft, z. B. der Ersatz der menschlichen Kraft durch Wind- oder Wasserkraft und später durch die Dampfmaschine, historisch als materielle Praxis entstand. Oder man denke an die entscheidende Rolle von „externen Repräsentationen“ und „paper tools“ (Ursula Klein) wie Schrift- oder Symbolsystemen, die ja ebenfalls Teil der materiellen Kultur sind, für die Entstehung bestimmter Denk- und Handlungsformen, wie die Entstehung der Mathematik oder der Formelsprache der Chemie.

Aus einer solchen umfassenden Perspektive gilt es zu verstehen, wie sich im Laufe der Geschichte regulative Strukturen menschlicher Gesellschaften in Veränderungen unserer materiellen Umwelt niedergeschlagen haben und wie diese Veränderungen umgekehrt neue regulative Strukturen ermöglicht oder verhindert haben. Erhellend ist dabei der Blick auf die durch diese Prozesse ausgelösten langfristigen Pfadabhängigkeiten, die darin bestehen, dass sich materielle Kontingenzen und soziale Konjunkturen auch dann noch auf Entwicklungen auswirken können, wenn ihre unmittelbare kausale Wirkung schon lange nicht mehr vorhanden ist.

Das eröffnet auch einen neuen Blick auf die Wissenschaftsgeschichte und erlaubt es, ihrer Ambivalenz von Fortschrittsdenken und Historismus zu entrinnen: Denn auf der einen Seite sind wir berechtigt, von funktionaler Ausdifferenzierung und der Akkumulation von Handlungsmöglichkeiten zu sprechen, müssen aber auf der anderen Seite erkennen, dass es sich immer nur um lokale Anpassungen und Optimierungen unter kontingenten Randbedingungen handeln kann, dass veränderte Bedingungen wiederholt neues Denken und Handeln nötig gemacht haben und auch heute wieder nötig machen, und dass es schließlich keine Garantie dafür gibt, dass die Prozesse der Wissensproduktion, die uns ins Anthropozän gebracht haben, auch ausreichen werden, um darin zu überleben.

Was aber bedeutet vor diesem Hintergrund eine Wissenschaftsgeschichte für das Anthropozän konkret? Sie stellt Fragen nach der Dynamik der sich über lange Zeiträume intensivierenden Mensch-Umwelt Wechselwirkungen und sie untersucht das Zusammenwirken materieller und epistemischer Praktiken im Rahmen spezifischer Wissensökonomien. Die „Wissensökonomie“ bezeichnet dabei die Gesamtheit der gesellschaftlichen Institutionen und Prozesse, die das einer Gesellschaft zur Verfügung stehende Wissen und insbesondere das Wissen, auf dem ihre Reproduktion als Ganzes beruht, produzieren und reproduzieren. Während Wissen Einzelpersonen ermöglicht, ihre Handlungen zu planen und über die Ergebnisse nachzudenken, kann eine Gesellschaft oder eine Institution nicht „denken“, sondern lediglich die Folgen ihres Handelns innerhalb ihrer Wissensökonomie antizipieren. Die Grenzen von Wissensökonomien dürften eine entscheidende Rolle für Kollapsphänomene historischer Gesellschaften gespielt haben, wie sie z. B. der Evolutionsbiologe Jared Diamond betrachtet hat. Eine Wissensgeschichte des Anthropozäns sollte deshalb auch eine Geschichte der Wissensökonomien einschließen, in denen Wissen mit letztlich planetaren Auswirkungen produziert, geteilt und reproduziert wurde – oder eben gerade nicht produziert wurde.

Entscheidend für den Wandel von Wissen und Wissensökonomien ist die materiell vermittelte Koevolution von Wissenssystemen und Wissensgemeinschaften, die sich allerdings nur aus einer *longue-durée* Perspektive erschließt und kaum durch den die Wissenschaftsgeschichte immer noch dominierenden, wenn auch etwas angestaubten *case studies* Ansatz. Die Koevolution von Wissenssystemen und Wissensgemeinschaften ist natürlich kein neues Thema, es ist vielmehr im Grunde das alte Problem, das Thomas Kuhn mit seinem Konzept des Paradigmenwechsels zu lösen versuchte. Allerdings waren bei ihm die wissenschaftlichen Gemeinschaften in sich abgeschlossene, elitäre und von der Tendenz her konservative Gemeinschaften von Experten, die unter sich bleiben. Hier war Kuhn offenbar vom antikommunistischen Geist des Kalten Krieges beeinflusst: Die Rolle ökonomischer Kontexte und von praktischem Wissen hat er ebenso vernachlässigt wie die einer breiter aufgefassten *epistemic community*. Das unterscheidet ihn z. B. von Ludwik Fleck und erst recht von der marxistischen Tradition eines Boris Hessen und Henryk Grossmann. Kuhn hat insbesondere die Rolle der materiellen Kultur unterschätzt, die erst bestimmte Erkenntnishorizonte eröffnet, ohne sie allerdings zu determinieren, wie in einer vulgärmarxistischen Verkürzung der Hessen-Grossmann These angenommen wurde.

Für ein Verständnis des Anthropozäns ist die Rolle von Materialität schon deshalb von entscheidender Bedeutung, weil dieser Begriff die strikte Unterscheidung der Sphären von Natur und Kultur in Frage stellt. Wenn etwa die Sedimente, auf die sich die Stratigrafie des Anthropozäns bezieht, keine Ablagerungen natürlicher Prozesse mehr sind, sondern hybride Residuen, in denen natürliche und menschliche Prozesse und ihre jeweiligen Zeitdimensionen unentwirrbar verschmolzen sind, dann bilden diese natur-kulturellen Schichten und die in ihnen enthaltenen „Technofossilien“ herausfordernde Objekte nicht nur für die Geologie und die Geschichtswissenschaft, sondern überhaupt für ein Wissenschaftsverständnis, dem die Unterscheidung zwischen Natur- und Kulturwissenschaften als Organisationsform eingeschrieben ist.

Das Anthropozän lässt sich jedoch auch als begriffliche Transformation der Erdwissenschaften keineswegs als Kuhn'scher Paradigmenwechsel verstehen. Wie eigentlich alle Transformationsprozesse von Wissenssystemen und Wissensökonomien war dieses Konzept nicht das Ergebnis einer revolutionären Wende, sondern Resultat einer langfristigen Entwicklung. Die Idee, dass die Erde durch menschliche Aktivitäten grundlegend verändert wurde ist jedenfalls alles andere als neu. Die Popularisierung des Anthropozänkonzeptes hat

sogar zu einer inzwischen kanonisch gewordenen Liste von Vorläufern geführt, zu denen Georges-Louis Leclerc de Buffon im 18. Jahrhundert gehören, George Perkins Marsh im 19. Jahrhundert und der russische Biogeochemiker Vladimir I. Vernadsky in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Allerdings eröffnet eine solche Liste noch keinen Blick auf die systematischen Veränderungen von Wissensproduktion, die der neuen Konzeption zugrunde liegen. Hier haben Systemtheorie und Kybernetik sowie die Institutionalisierung der Erdsystemwissenschaften eine entscheidende Rolle gespielt, ebenso wie das International Geosphere-Biosphere Programme (auf dessen Tagung in Mexiko Paul Crutzen seinen eingangs erwähnten Einwand zum Holozän vorbrachte) sowie auch und allgemeiner die zunehmende Bedeutung internationaler *governance* von Umweltprogrammen.

Will man einen so langfristigen, verwickelten Prozess genauer untersuchen, an dem neben Wissenschaftlern auch NGOs und Politiker teilhatten, reichen einzelne Fallstudien kaum aus, sondern man benötigt auch Verfahren, um mit großen Datenmengen umzugehen. Das setzt Methoden der *Computational Humanities* voraus, insbesondere auch Analysemethoden, die sich auf Zehntausende von Publikationen aus den verschiedensten Gebieten anwenden lassen, aber auch einen grundsätzlich neuen Zugang zum Verständnis der Koevolution von Wissen und Wissensgemeinschaften.

Wie kann man nun die verschiedenen Vorschläge für den Beginn des Anthropozäns aus der Perspektive einer solchen umfassenden Theorie der Wissensrevolution aufeinander beziehen? Sie haben jedenfalls in einer noch näher zu klärenden Art und Weise aufeinander aufgebaut: Ohne die sog. Neolithische Revolution wäre die Urbane Revolution nicht denkbar gewesen, ohne die Urbane Revolution hätte es wohl – mangels Arbeitsteilung – keine Wissenschaft und gewiss keine wissenschaftlichen Revolutionen gegeben und ohne die sog. Wissenschaftliche Revolution der Frühen Neuzeit wohl auch weder Kolonialismus noch Industrielle Revolution. Das ist natürlich keine zwangsläufige Kausalkette und ob meine Behauptung, dass es sich hierbei immerhin um eine Abfolge notwendiger Voraussetzungen handelt, überhaupt richtig ist, bleibt im Einzelnen zu überprüfen.

Bemerkenswert scheint mir jedenfalls der Umstand, dass sich einige dieser Entwicklungszusammenhänge als die kontingente Entstehung und Akkumulation von sich selbst verstärkenden Rückkopplungsmechanismen innerhalb eines zunehmend komplexer werdenden Weltsystems auffassen lassen. Nehmen wir einmal den – insbesondere im Kontext der Thesen von Joel Mokyr – viel diskutierten Zusammenhang von wissenschaftlicher und

industrieller Revolution. Wie es auch im Einzelnen um den genetischen Zusammenhang dieser gesellschaftlichen Transformationen bestellt sein mag, so ist jedenfalls unzweifelhaft, dass spätestens in der sog. Zweiten Industriellen Revolution Wissenschaft und technologische Entwicklung zunehmend in den Dienst industrieller Produktion genommen wurden. Seitdem treiben sich technologische, aber auch wissenschaftliche Innovationen und ökonomisches Wachstum nicht nur gegenseitig an, sondern beziehen immer weitere Bereiche sozio-ökonomischer Entwicklung in ein beschleunigtes Wachstum ein, einschließlich Bevölkerungswachstum, globaler Ressourcenausbeutung, sowie globaler Mobilität und Vernetzung.

Diese bereits erwähnte Große Beschleunigung spiegelt sich, spätestens seit den 50er Jahren deutlich erkennbar, in entsprechend rasanten Veränderungen kritischer Parameter des Erdsystems, wie dem Anstieg von Treibhausgasen und der Erosion von Böden wider. Mit anderen Worten: das Erdsystem ist eigentlich kein Erdsystem mehr, sondern eine gekoppeltes Mensch-Erde-System oder vielmehr Techno-Erde System. Denn neben die Atmosphäre, Lithosphäre und Biosphäre ist eine neue Erdsphäre, die Technosphäre, mit eigener Dynamik getreten.

Die sich selbst verstärkende globale Rückkopplung ökonomischer und wissenschaftlich-technologischer Expansion ist nur das offensichtlichste Beispiel solcher dynamischen Mechanismen. Wie sich die verschiedenen, daran beteiligten Rückkopplungsmechanismen im Einzelnen entfaltet haben, ist eine Frage, die weiterer Forschung an der Schnittstelle zwischen Wissenschafts- und Technikgeschichte und anderer Disziplinen bedarf, und zwar nicht nur mit der Wirtschafts- und Sozialgeschichte, sondern auch mit der Umwelt- und Stoffgeschichte. Hier ist nämlich nicht einfach ein universeller Mechanismus am Werk, sondern historisch spezifische Wechselwirkungen, die zutiefst von der Materialität der beteiligten Stoffe geprägt sind.

Ein bekanntes Beispiel für den Beginn solcher Dynamiken ist der Einsatz primitiver Dampfmaschinen für das Abpumpen von Grundwasser in den englischen Kohleminen im 18. Jahrhundert. Da hier wegen des ausreichend zur Verfügung stehenden Brennmaterials die geringe Effektivität kein Hinderungsgrund für den Einsatz solcher Maschinen war, entstand durch das Zusammenwirken spezifischer ökologischer und technologischer Faktoren ein Inkubator für die graduelle Weiterentwicklung solcher Maschinen. So entwickelte sich die zunächst sehr ineffektive Dampfmaschine in einer lokalen Umgebung, in der Effektivität

praktisch keine Rolle spielte. Erst allmählich verschob sich die „Grundlast“ in der britischen Brennstoffwirtschaft im 18. Jahrhundert von der Heizwirtschaft zur Produktion. Erst gegen Ende des Jahrhunderts, als die Dampfmaschine, die Verkokung und neue Schmelzöfen sich durchgesetzt hatten, hatte der Verbrauch von Brennstoff den der Haushalte mengenmäßig überholt. Die Energiewende von Holz zu Kohle war wesentlich eine Folge gesellschaftlicher und technischer Innovationen, die sich im Laufe ca. eines Jahrhunderts unter günstigen lokalen ökologischen Bedingungen durchgesetzt haben. Ich erwähne das auch deshalb, weil der historische Rückblick auf vergangene Energiewenden die Einzigartigkeit der heute notwendigen Energiewende von fossilen zu erneuerbaren Energien deutlich macht: Nie zuvor musste eine Energiewende so rasch, so umfassend und so global wirksam werden wie die gegenwärtige.

Neben den lokalen gab es allerdings auch globale Faktoren der Energiewende von Holz zu Kohle, vor allem den europäischen Kolonialismus. Auch in den Kolonialgebieten, ebenso in China und den unabhängigen lateinamerikanischen Staaten kam es zu Umwandlungen der Produktionssysteme. Durch den Einsatz von mehr Arbeitskräften konnten in Europa nachgefragte Produkte in großen Mengen angefertigt werden. Diese so genannte „industrious revolution“ (Hayami, de Vries) erhöhte nicht nur das Konsumangebot auf dem europäischen Markt, sondern stellte auch eine gewisse Konkurrenz dar. Die globale Dominanz der europäischen Mächte hielt diese Konkurrenz jedoch klein und stärkte letztlich die Stellung der auf Kohle setzenden europäischen Kapital-Industrie gegenüber möglichen Wettbewerbern und alternativen Formen der Wirtschaft. Das geschah z. B. durch die Investition von britischem Kapital in nicht-europäischen Bergbau oder durch die Monopolisierung der europäischen Produktion, etwa durch den Ausschluss indischer Baumwollindustrie vom europäischen Markt.

Viele weitere Kopplungen, etwa die zwischen Kohle als Energieträger und Eisen als Baustoff für Maschinen, haben schließlich zu der großen Transformation beigetragen, die wir als industrielle Revolution bezeichnen. Während solche Kopplungen gerade für die industrielle Revolution recht gut untersucht sind, sind andere Mechanismen, die uns ins Anthropozän katapultiert haben, noch weitgehend Forschungsdesiderate, z. B. die Rolle der Katalyse, einem der Grundpfeiler der chemischen Industrie des 20. Jahrhunderts, auf die ich abschließend kurz eingehen möchte.

Das Haber-Bosch Verfahren zur Ammoniaksynthese, das auf einer katalytischen Reaktion beruht, war entscheidend sowohl für die Düngemittel- wie für die Munitionserzeugung. Aufgrund dieser *dual-use* Problematik konnte der Erste Weltkrieg zu einem Katalysator werden, der die Entwicklung eines bestimmten Typs der chemischen Industrie erheblich beschleunigt hat. Die Ammoniaksynthese hat in eines der grundlegendsten metabolischen Systeme überhaupt eingegriffen, in die für alle weiteren Leistungen des Menschen zentrale Produktion von Nahrungsmitteln. Noch bis zum Anfang des 20. Jahrhundert war die Landwirtschaft und damit die Ernährung einer schon im 19. Jahrhundert merklich wachsenden Weltbevölkerung auf natürliche Stickstoffdünger auf der Basis von Chilesalpeter angewiesen, also auf geostrategisch ungünstig gelegene und zudem begrenzte Ressourcen. Mit der Ammoniaksynthese traten synthetische, chemisch-industriell hergestellte Stickstoffdünger auf den Plan. Und nur aufgrund dieser synthetischen Düngemittel lässt sich die heutige Menschheit ernähren. Ohne Mineraldünger könnte die Erde nur etwa 1,5 Milliarden Menschen ausreichend ernähren. Der Rest lebt – zugespitzt formuliert – dank der Einsichten der modernen Chemie.

Andererseits sorgen jedoch die jährlich produzierten ca. 150 Millionen Tonnen Ammoniak nicht nur für erwünschtes und positives Wachstum. Weltweit wird aktuell in Haber-Bosch-Anlagen ebenso viel Stickstoff aus der Luft in Ammoniak fixiert, wie von allen globalen Bakterien zusammengenommen. Längst können die überdüngten Böden die Flut der Nitrate nicht mehr aufnehmen. Aus einer Mangelsituation ist ein Szenario unbeherrschbarer Überflüsse geworden. Die Stickstoffkreisläufe, von deren Kontrolle und Schließung Chemiker wie Liebig und Haber geträumt hatten, sind in dramatischem Maßstab wieder geöffnet. Die Landwirtschaft hat sich als Gesamtsystem von einer Einrichtung zur Akkumulation von Sonnenenergie zu einem Subsystem der fossilen Energietransformation gewandelt. Nicht zuletzt über Kunstdünger aus Ammoniak wird längst mehr fossile Energie in Nahrungsmittel investiert als an solarer Energie über Photosynthese in ihnen gebunden ist. Wir erkennen hier also als Charakteristikum des Anthropozäns eine zunehmende Abhängigkeit von Kreisläufen des Erdsystems von menschlichen Eingriffen, die zwar auf wissenschaftlich-technisches Wissen zurückgreifen, aber weit davon entfernt sind, auch die systemischen Konsequenzen dieser Eingriffe zu beherrschen.

Eine weitere, bemerkenswerte Kopplung verschiedener Transformationsprozesse, auf die ich hier jedoch aus Zeitgründen nicht weiter eingehen kann, ist der Zusammenhang der digitalen

Transformation mit der Großen Beschleunigung der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Offenbar hängt die Digitalisierung eng mit anderen globalen Transformationsprozessen zusammen, aber diese Zusammenhänge sind bisher noch kaum verstanden. Klar ist jedenfalls: Ohne die neuen Kommunikations- und Informationstechnologien wäre das rasante wirtschaftliche Wachstum nach Ende des Zweiten Weltkriegs, die Große Beschleunigung in allen Bereichen menschlicher Produktivität und Ressourcenausbeutung undenkbar gewesen. Ebenso klar ist, dass wir angesichts globaler Herausforderungen wie dem Klimawandel und der notwendigen Transformation unserer Energiesysteme in Zukunft die entstandenen neuen digitalen Steuerungsmöglichkeiten brauchen und gestalten müssen, andererseits aber zunehmend von den von uns geschaffenen Steuerungsinstrumenten selbst gelenkt werden. Wie lässt sich dieses Dilemma überwinden? Wie kann eine Koevolution technischer und menschlicher Zivilisation überhaupt aussehen? Was das gegenwärtige Verständnis der digitalen Transformation betrifft, sind wir jedenfalls etwa auf der Erkenntnisstufe, auf der die Klimaforschung vor 30 Jahren war, also am Beginn der Erdsystemforschung. Ein weiteres hoch aktuelles Thema auch für die Wissensgeschichte!

Lassen Sie mich zum Schluss noch einmal auf die Herausforderung zurückkommen, die das Anthropozän für die Wissenschaftsgeschichte bedeutet: Ihre Chancen liegen nicht nur in neuen Fragestellungen, Themen und methodischen Zugängen, wie ich sie hier kurz anzudeuten versucht habe. Die Wissenschaftsgeschichte gewinnt in diesem Zusammenhang vielleicht auch neue Möglichkeiten, ihre Einsichten und ihr reflexives Potential für die Entwicklung innovativer Formen der Wissensproduktion zu nutzen. Ich denke dabei z. B. an die Notwendigkeit einer Neuorientierung der gegenwärtigen Wissensökonomie weg von zunehmend spezialisierter, immer mehr fragmentierter Wissensproduktion hin zu mehr Reflexion und größerer globaler Verantwortung, einschließlich einer stärkeren Berücksichtigung lokaler Perspektiven und historischer Kontexte.

Gegenwärtig erproben wir solche neuen Formen kooperativer Wissensproduktion gemeinsam mit dem Haus der Kulturen der Welt in Berlin, im Rahmen der gemeinsamen Plattform „Anthropocene Curriculum“. Das ist eine Art Labor für neue Formen von Forschung und Bildung, an dem mehr als 300 internationale Wissenschaftler und Künstler beteiligt sind, und das zu zwei großen Anthropozän-Campus Events in Berlin und zahlreichen Spin-Off-Projekten auf der ganzen Welt geführt hat. Durch die Kuratierung neuer Formen des Engagements an der Schnittstelle von Naturwissenschaften, Geisteswissenschaften, Design

und Kunst versuchen wir, die zahlreichen Facetten der Anthropozän-Forschung produktiv miteinander zu verbinden und dabei natürlich auch für eine Wissenschafts- und Wissensgeschichte neue Anregungen zu finden und umgekehrt die Wissenschaftsgeschichte in zahlreiche andere Diskurse einzubringen. Sie alle sind herzlich eingeladen, sich an diesem Experiment zu beteiligen! Aber wenn Sie vorher noch etwas nachlesen wollen, ein Buch zu diesen Themen ist 2020 in englischer Sprache bei Princeton University Press unter dem Titel *The Evolution of Knowledge: Rethinking Science for the Anthropocene* veröffentlicht worden, die deutsche Übersetzung erscheint noch in diesem Jahr beim Suhrkamp Verlag.

Danksagung

Der vorliegende Text beruht auf Ergebnissen der Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen sowie assoziierten Mitgliedern der Abteilung 1 „Strukturwandel von Wissenssystemen“ des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte, insbesondere mit Benjamin Johnson, Ursula Klein, Manfred Laubichler, Giulia Rispoli, Christoph Rosol, Benjamin Steininger, Thomas Turnbull und Helge Wendt. Ein besonderer Dank gilt auch Bernd Scherer, Intendant des Hauses der Kulturen der Welt in Berlin, für seine weitreichende Initiative, das Anthropozän gemeinsam mit uns und in neuen Formen der Kooperation zwischen Wissenschafts- und Kulturinstitutionen zu erforschen. Für die Überarbeitung des Vortragstextes danke ich Jascha Schmitz und Lina Schwab.

Max Planck Institute for the History of Science

Preprints since 2014 (a full list can be found at our website)

- 454 Klaus Geus and Mark Geller (eds.) **Esoteric Knowledge in Antiquity** (TOPOI - Dahlem Seminar for the History of Ancient Sciences Vol. II)
- 455 Carola Sachse **Grundlagenforschung. Zur Historisierung eines wissenschaftspolitischen Ordnungsprinzips am Beispiel der Max-Planck-Gesellschaft (1945–1970)**
- 456 David E. Rowe and Robert Schulmann **General Relativity in the Context of Weimar Culture**
- 457 F. Jamil Ragep **From Tūn to Turun: The Twists and Turns of the Ṭūsī-Couple**
- 458 Pietro Daniel Omodeo **Efemeridi e critica all'astrologia tra filosofia naturale ed etica: La contesa tra Benedetti e Altavilla nel tardo Rinascimento torinese**
- 459 Simone Mammola **Il problema della grandezza della terra e dell'acqua negli scritti di Alessandro Piccolomini, Antonio Berga e G. B. Benedetti e la progressiva dissoluzione della cosmologia delle sfere elementari nel secondo '500**
- 460 Stefano Bordonì **Unexpected Convergence between Science and Philosophy: A debate on determinism in France around 1880**
- 461 Angelo Baracca **Subalternity vs. Hegemony – Cuba's Unique Way of Overcoming Subalternity through the Development of Science**
- 462 Eric Hounshell & Daniel Midena **"Historicizing Big Data" Conference, MPIWG, October 31 – November 2, 2013 (Report)**
- 463 Dieter Suisky **Emilie Du Châtelet und Leonhard Euler über die Rolle von Hypothesen. Zur nach-Newtonschen Entwicklung der Methodologie**
- 464 Irina Tupikova **Ptolemy's Circumference of the Earth** (TOPOI - Towards a Historical Epistemology of Space)
- 465 Irina Tupikova, Matthias Schemmel, Klaus Geus **Travelling along the Silk Road: A new interpretation of Ptolemy's coordinates**
- 466 Fernando Vidal and Nélia Dias **The Endangerment Sensibility**
- 467 Carl H. Meyer & Günter Schwarz **The Theory of Nuclear Explosives That Heisenberg Did not Present to the German Military**
- 468 William G. Boltz and Matthias Schemmel **Theoretical Reflections on Elementary Actions and Instrumental Practices: The Example of the Mohist Canon** (TOPOI - Towards a Historical Epistemology of Space)
- 469 Dominic Olariu **The Misfortune of Philippus de Lignamine's Herbal or New Research Perspectives in Herbal Illustrations From an Iconological Point of View**
- 470 Fidel Castro Díaz-Balart **On the Development of Nuclear Physics in Cuba**
- 471 Manfred D. Laubichler and Jürgen Renn **Extended Evolution**
- 472 John R. R. Christie **Chemistry through the 'Two Revolutions': Chemical Glasgow and its Chemical Entrepreneurs, 1760-1860**
- 473 Christoph Lehner, Helge Wendt **Mechanik in der Querelle des Anciens et des Modernes**
- 474 N. Bulatovic, B. Saquet, M. Schlender, D. Wintergrün, F. Sander **Digital Scrapbook – can we enable interlinked and recursive knowledge equilibrium?**
- 475 Dirk Wintergrün, Jürgen Renn, Roberto Lalli, Manfred Laubichler, Matteo Valleriani **Netzwerke als Wissensspeicher**
- 476 Wolfgang Lefèvre **„Das Ende der Naturgeschichte“ neu verhandelt**
- 477 Martin Fechner **Kommunikation von Wissenschaft in der Neuzeit: Vom Labor in die Öffentlichkeit**
- 478 Alexander Blum, Jürgen Renn, Matthias Schemmel **Experience and Representation in Modern Physics: The Reshaping of Space** (TOPOI - Towards a Historical Epistemology of Space)
- 479 Carola Sachse **Die Max-Planck-Gesellschaft und die Pugwash Conferences on Science and World Affairs (1955–1984)**
- 480 Yvonne Fourès-Bruhat **Existence theorem for certain systems of nonlinear partial differential equations**
- 481 Thomas Morel, Giuditta Parolini, Cesare Pastorino (eds.) **The Making of Useful Knowledge**

- 482 Wolfgang Gebhardt **Erich Kretschmann. The Life of a Theoretical Physicist in Difficult Times**
- 483 Elena Serrano **Spreading the Revolution: Guyton's Fumigating Machine in Spain. Politics, Technology, and Material Culture (1796–1808)**
- 484 Jenny Bangham, Judith Kaplan (eds.) **Invisibility and Labour in the Human Sciences**
- 485 Dieter Hoffman, Ingo Peschel (eds.) **Man möchte ja zu seinem Fach etwas beitragen**
- 486 Elisabeth Hsu, Chee Han Lim **Enskilment into the Environment: the *Yijin jing* Worlds of *Jin* and *Qi***
- 487 Jens Høyrup **Archimedes: Knowledge and Lore from Latin Antiquity to the Outgoing European Renaissance**
- 488 Jens Høyrup **Otto Neugebauer and the Exploration of Ancient Near Eastern Mathematics**
- 489 Matteo Valleriani, Yifat-Sara Pearl, Liron Ben Arzi (eds.) **Images Don't Lie(?)**
- 490 Frank W. Stahnisch (ed.) **Émigré Psychiatrists, Psychologists, and Cognitive Scientists in North America since the Second World War**
- 491 María Sánchez Colina, Angelo Baracca, Carlos Cabal Mirabal, Arbelio Pentón Madrigal, Jürgen Renn, Helge Wendt (eds.) **Historia de la física en Cuba (siglo XX)**
- 492 Matthias Schemmel **Everyday Language and Technical Terminology: Reflective Abstractions in the Long-term History of Spatial Terms**
- 493 Barbara Wolff **„Derartige kolossale Opfer ...“ Der Nobelpreis für Physik für das Jahr 1921 – was geschah mit dem Preisgeld?**
- 494 Thomas Horst **The Reception of Cosmography in Vienna: Georg von Peuerbach, Johannes Regiomontanus, and Sebastian Binderlius**
- 495 Markus Asper **Science Writing and Its Settings: Some Ancient Greek Modes**
- 496 Dagmar Schäfer, Zhao Lu, and Michael Lackner (eds.) **Accounting for Uncertainty: Prediction and Planning in Asian History**
- 497 Joachim Nettelbeck **Verwalten von Wissenschaft, eine Kunst**
- 498 Carla Rodrigues Almeida **Stellar equilibrium vs. gravitational collapse**
- 499 Victoria Beyer **How to Generate a Fingerprint**
- 500 Jens Høyrup **From Hesiod to Saussure, from Hippocrates to Jevons: An Introduction to the History of Scientific Thought between Iran and the Atlantic**
- 501 Noga Shlomi **The *Tacuinum sanitatis*: Practices of Collecting and Presenting Medical Knowledge Between the Middle Ages and the Renaissance**
- 502 Jens Høyrup **Reinventing or Borrowing Hot Water? Early Latin and Tuscan algebraic operations with two Unknowns**
- 503 Maria Rentetzi, Flavio D'Abramo, Roberto Lalli **Diplomacy in the Time of Cholera**
- 504 Stefano Furlan **John Wheeler Between Cold Matter and Frozen Stars: The Road Towards Black Holes**
- 505 Ursula Klein **Experten in der Corona-Krise und Geschichte**
- 506 Pietro Daniel Omodeo, Gerardo Ienna, Massimiliano Badino **Lineamenti di Epistemologia Storica: Correnti e temi**
- 507 Jens Høyrup **Fifteenth-century Italian Symbolic Algebraic Calculation with Four and Five Unknowns**
- 508 Angelo Baracca **Scientific Developments Connected with the Second Industrial Revolution: A. Baracca, S. Ruffo, and A. Russo, *Scienza e Industria 1848-1945*, 41 years later**
- 509 Jürgen Renn **Warum Wissen nicht nur eine Ressource ist**