

Das Wesen wissenschaftlicher Revolution

Prof. Gerhard R. Hochuli, Dozent für Geschichte und Sprachen

Referat an der Herbsttagung des Club NTB, 24. September 1983



Auf die Frage eines Journalisten, welches der Antrieb gewesen sei, seine universalhistorischen Studien während Jahrzehnten zu verfolgen, hat der englische Historiker *Arnold Toynbee* mit einem einzigen Wort Auskunft gegeben: *Neugier*.

Für ihn beinhaltete dies nicht nur, Neues in der Geschichte zu sehen, sondern die Geschichte neu zu sehen.

1.1 Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile

In einem monumentalen 12bändigen Werk «A Study of History» hat er dies geleistet. Der Nonkonformist Toynbee dringt dabei mit einer völlig neuen Betrachtungsweise in die Weltgeschichte ein, die methodologisch eine Kampfansage an die etablierte Geschichtswissenschaft darstellt. Die gängige Vorstellung vom historischen Kontinuum, von der fortgesetzten Höherentwicklung des Menschen, seiner Werke und seiner Institutionen im Sinne des Fortschritts wird bei ihm abgelöst durch die Entwicklung der *Quantenstruktur der Weltgeschichte*. Er entwickelt die Ansicht, dass sich der weltgeschichtliche Prozess diskontinuierlich, in sozusagen gequantelten Energiestössen, abspielt, deren sichtbares Ergebnis die grossen weltgeschichtlichen Kulturen sind.

An die Stelle der atomistischen Betrachtungsweise, welche die Bausteine der geschichtlichen Fakten sammelt und zum historischen Ganzen fügt, setzt er die *ganzheitliche* Betrachtungsweise, vom Ganzen ausgehend und die Teile aus ihm entwickelnd. Das Bemühen ist also methodisch darauf gerichtet, die in der Geschichte wirksamen Ganzheiten festzustellen, um von ihnen aus die Teile bis herab zu den historischen Einzelfakten zu interpretieren und so zu einer *Sinndeutung* der Geschichte zu gelangen. Das Einzelfaktum hat als solches keinen Wert oder Sinn, und auch die Summierung noch so vieler Einzelfakten kann niemals zu einer Sinndeutung der Geschichte führen. Geläufiger lässt sich dieser Sachverhalt mit einer heute auch von Naturwissenschaftlern immer häufiger akzeptierten Aussage fassen: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile.

Mit dieser morphologischen Denkweise, sie kommt zunehmend auch in anderen Wissenschaften als Problemlösungsstrategie zum Zuge, enthüllt Toynbee die Gemeinsamkeiten politischer und kultureller Strukturen der unterschiedlichsten Zeitepochen. Das ergibt zwar kein abstraktes Gesetz der Weltgeschichte im Sinne der Naturwissenschaften, aber doch

einen bestimmten anschaulichen Typus für Ursprung, Wachstum, Zusammenbruch, Auflösung und Wiedergeburt der Kulturen. Es ist die Entdeckung des Urphänomens der Geschichte.

Seit Toynbee sind mit einer ähnlichen Forschungsmethodik Teilgebiete der Geschichtswissenschaften durchleuchtet und in ihren Gesetzmässigkeiten begriffen worden.

2 Eine neue Betrachtungsweise der Wissenschaftsgeschichte

Vor zwanzig Jahren erschien ein bahnbrechendes Werk, das nicht nur den Fachbereich, dem es entstammt, nämlich die Wissenschaftsgeschichte, in Aufruhr brachte, sondern praktisch auch in alle Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaften hineinwirkte:

«*The Structure of Scientific Revolutions*» von Thomas Kuhn.

Kuhn, geb. 1929, in seinem wissenschaftlichen Werdegang die erlauchtsten amerikanischen Universitäten durchlaufen als Physiker in Harvard ausgebildet, als Dozent in Berkeley, als Research Fellow in Stanford und heute als Professor für Wissenschaftstheorie und -geschichte in Princeton tätig. Um einen Massstab für die Bedeutung von Kuhns Werk zu gewinnen, müssen wir vorerst unseren Blick auf die herkömmliche Art der Wissenschaftsgeschichtsschreibung werfen. Es sind im wesentlichen zwei intellektuelle Traditionen von Bedeutung.

Die erste ist die als «logischer Rekonstruktionismus» bekannte Schule von Wissenschaftsphilosophen wie Ernst Mach, Sir Karl Popper und Imre Lakatos, die die Geschichte der wissenschaftlichen Entdeckungen und Forschung nach streng rationalen Gesichtspunkten rekonstruierten. Sie sehen die wissenschaftliche Entwicklung als schrittweise sich vollziehenden Prozess, der durch viele Einzelentdeckungen angereichert wird und schliesslich durch die Vielzahl von vorhandenen Ergebnissen eine fundamentale Einsicht eröffnet, die in Form eines Gesetzes ihren Weg in die Lehrbücher findet.

Dieses Gesetz ist dann Ausgangspunkt neuer angestrebter Forschungsbemühungen, die wiederum einen Entdeckersschritt weiterführen also ein kumulativer Prozess an Erkenntnissen immer tiefer hinein in immer komplexere Rätsel der Wissenschaft. Kuhn nennt dies «Entwicklung durch Anhäufung».

Diese wissenschaftstheoretische Tradition legte grosses Gewicht auf den intellektuellen Werdegang der grossen Forscherpersönlichkeiten. Dadurch stärkte sie eine zweite einflussreiche wissenschaftliche Schule. Diese Richtung betrieb Wissenschaftsgeschichte vom überlegenen Standort der Gegenwart aus. Ausgehend von den modernen Wissenschaftsgesetzen und -theorien beobachtete sie in der Rückschau den einförmigen Weg vom damaligen Fehlurteil über immer raffiniertere Annäherungen an die heute gültige Wahrheit. Eine der unvermeidlichen Konsequenzen dieser Betrachtungsweise war ihre Tendenz, die Denkqualität der grossen Naturwissenschaftler von damals zu unterschätzen. Von heute aus gesehen scheinen Denken und Experimentieren dieser Männer angefüllt mit bizarren Irrtümern. Die wissenschaftsgeschichtliche Forschung lief deshalb oft darauf hinaus, zu untersuchen, wie es möglich war, dass derart begabte Wissenschaftler der Vergangenheit so unerklärlichen Irrtümern anheimfallen konnten.

3 Der aristotelische Denkansatz - Qualitäten statt Objekte

Solche Fragen waren es auch, die den Physiker Kuhn beschäftigten, als er mit 25 Jahren den *Ursprüngen der Mechanik im 17. Jahrhundert* nachging. Dazu musste er vorerst abklären, was die Vorgänger von Galilei und Newton darüber gewusst hatten. Die Nachforschungen führten ihn zur Physik des Aristoteles, zum Thema Bewegung. Wie die meisten Historiker trat er an diese Texte mit der Kenntnis der Newtonschen Physik und Mechanik heran und stellte sich folgende Fragen:

Wieviel war der aristotelischen Tradition über Mechanik bereits bekannt, und wieviel blieb den Wissenschaftlern des 17. Jahrhunderts noch zu entdecken übrig? Das war in Newtonscher Sprache formuliert und verlangte Antwort in derselben Sprache, die auch leicht festzustellen war: Die Aristoteliker hatten wenig mechanische Kenntnisse, und viele ihrer Aussagen waren einfach falsch.

Solche Verallgemeinerungen waren weit verbreitet. Aber Kuhn gab sich damit nicht zufrieden. Ihn störte die Feststellung, dass Aristoteles auf anderen Gebieten als der Physik ein scharfer und naturnaher Beobachter gewesen war. Wie konnten ihn diese seine Fähigkeiten auf dem Gebiete der Mechanik so im Stich gelassen haben? Wie konnte er hier so viel Absurdes behaupten? Und vor allem, warum wurden seine Auffassungen so lange von so vielen seiner Nachfolger so ernst genommen?

Kuhns Heureka-Erlebnis kam, als ihm bewusst wurde, dass das Konzept des Aristoteles eben nur absurd war, wenn man es mit dem Newtonschen Hintergrund betrachtete. Wenn man jedoch eine «andere Denkbrille» (Butterfield) anlegte, nämlich diejenige des Aristoteles, dann musste man zu einer radikal anderen Interpretation gelangen. Für Aristoteles ging es um das Problem der *Qualitätsänderung* im allgemeinen Sinn, worunter das Fallen eines Steines wie auch die Entwicklung eines Kindes zum Erwachsenen fiel. Das Gebiet, das später einmal zur Mechanik werden sollte, war in seiner Physik bestenfalls ein noch nicht genau abgrenzbarer Spezialfall. Die aristotelische Physik hielt sich, gemäss dem ontologischen Weltbild, nicht an *Objekte*, sondern an *Qualitäten*. Nun ist der Ort eine solche Qualität, und ein materielles Objekt, das seinen Ort veränderte, war also eigentlich nicht mehr dasselbe Objekt, da es eine Orts- respektive Qualitätsveränderung erlebt hatte. Es blieb also nur in jenem problematischen Sinne dasselbe Objekt, in dem das Kind dasselbe Individuum ist wie der Erwachsene, zu dem es werden wird. In einer Welt, in der Qualitäten das Grundlegende waren, konnte die Bewegung nur eine Zustandsänderung und kein Zustand sein.

4 Forderungen an eine neue Wissenschaftsgeschichte

Aus solchen Einsichten in die Denkweise eines frühen Wissenschafters gewann Kuhn die drei grundlegenden Forderungen, auf denen Wissenschaftsgeschichte zu beruhen hat:

1. Wir müssen voraussetzen, dass die allgemeine Erkenntnisfähigkeit dieser frühen Wissenschaftler gleichartig war wie die unsere. Sie waren nicht weniger vernünftig, nicht weniger logisch und nicht weniger erfinderisch. Wir sollten daher annehmen, dass ihre Überlegungen innerlich geschlossen und zusammenhängend waren. Ihre Theorien sollten daher ernst und zu dem Nennwert genommen werden, den ihnen die Autoren und Zeitgenossen zubilligten.
2. Sollten wir anerkennen, dass der theoretische Sprachgebrauch eines Wissenschafters demjenigen seiner Kultur entsprach, in der er lebte. Wir sollten deshalb z. B. Carnots Wärmetheorie nicht im Lichte der modernen Entropieforschung betrachten.
3. Wenn wir nach Erklärungen suchen, warum ein Forscher sich bestimmten Theorien widmete oder an sie glaubte, sollten wir berücksichtigen, dass jede von ihm gebotene Erklärung in engster Beziehung zur spezifischen persönlichen und geschichtlichen Situation zu sehen ist.

Die Anwendung dieser Prinzipien auf die Wissenschaftsgeschichte führte Kuhn zu einer völlig *neuen Interpretation der Geschichte der Naturwissenschaften*.

5 «Normale Wissenschaft»

Jede Wissenschaftsentwicklung ist gekennzeichnet durch zwei Hauptphasen. Die erste Phase ist der Weg der «*normalen Wissenschaft*» (normal science), eine Forschung, die fest auf einer oder mehreren Leistungen der Vergangenheit beruht, Leistungen, die von einer bestimmten wissenschaftlichen Gemeinschaft als Grundlage für die weitere Arbeit anerkannt wird. Ihre wissenschaftliche Praxis, bestehend aus Beispielen, Gesetzen, Theorien, Anwendungen und Hilfsmitteln wird als *Paradigma* (griech. paradeigma = Muster) bezeichnet. Ein Paradigma ist also ein Schema, um gewisse Aspekte der Wirklichkeit zu verstehen und zu erklären. Aus diesen Paradigmata entstehen dann bestimmte festgefügte Traditionen oder Schulen wissenschaftlicher Forschung wie etwa die ptolemäische oder kopernikanische Astronomie, die aristotelische oder Newton'sche Dynamik oder die Korpuskularoptik.

Zum Paradigma gehört auch die Bindung einer grösseren Zahl von Wissenschaftlern, die ihre Regeln und Normen für die wissenschaftliche Praxis anerkennen oder in ihm aufwachsen. Dieser Vorgang geschieht im Frühstadium einer Wissenschaft in der Regel dadurch, dass eine bestimmte Auffassung eine Vielzahl von vorliegenden Einzelbeobachtungen *besser* erklärt als die mit ihr rivalisierende; sie braucht aber *nicht alle* Tatsachen, mit denen sie konfrontiert ist, zu erklären. Wenn in der Entwicklung der Naturwissenschaften ein einzelner oder eine Gruppe erstmalig eine solche Synthese hervorbringt, die in der Lage ist, die meisten Fachleute einer nächsten Generation anzuziehen, dann verschwinden die alten Schulen.

Die so durch ein Paradigma geeinte Forschergemeinschaft beschränkt ihre Tätigkeit im Zustand der normalen Wissenschaft auf die *Lösung von Rätseln*, die sich aus beobachteten Unstimmigkeiten zwischen dem Paradigma und den Phänomenen der Wirklichkeit ergeben.

Mit einem Paradigma erwirbt sich eine wissenschaftliche Gemeinschaft zugleich auch ein *Kriterium für die Wahl seiner Probleme*, von denen sie vermutet, dass sie im Rahmen des Paradigmas eine Lösung haben. Im weiten Masse sind dies die einzigen Probleme, welche diese Gemeinschaft als wissenschaftlich anerkennt. Andere Probleme, auch solche, die früher Norm gewesen waren, werden als metaphysisch abgelehnt oder als Angelegenheit einer anderen Disziplin betrachtet.

Ein Beispiel aus Newtons Epoche zeigt dies. Die Anwendung von Newtons Dynamik auf die Astronomie in Form von Himmelsbeobachtungen ergab nur ungefähre Übereinstimmung zwischen Theorie und Wirklichkeit. Man erkannte, dass es neue theoretische Methoden für die Behandlung der Bewegung von mehr als zwei einander anziehenden Körpern brauchte. Diese Probleme beschäftigten die bedeutendsten Mathematiker des 18. und 19. Jahrhunderts. Euler, Lagrange, Laplace und Gauss entwickelten an diesem Problem einige ihrer glänzendsten Arbeiten, Lösungen, die die Newton'sche Schule und die Mechaniker aufgrund ihres Paradigmas nie versucht hätten.

Nun ist diese normale Wissenschaft, Kuhn nennt sie die Tätigkeit des Rätsellösens, ein höchst kumulatives Unternehmen, höchst erfolgreich bezüglich ihres Zieles, der stetigen Ausweitung des Umfangs und der Exaktheit wissenschaftlicher Kenntnisse. Aber diese normale Wissenschaft strebt nicht nach neuen Tatsachen und Theorien, sie ist in keiner Weise eine radikal innovative Wissenschaft. Kuhn demonstriert dies an zahlreichen Forschungsabläufen, bei denen Anomalien auftraten, die nach dem herrschenden Paradigma gar nicht sein durften, so etwa die Entdeckung des Sauerstoffs durch Lavoisier, der Priestleys Phlogiston-Theorie über den Haufen warf, oder Röntgens völlig zufällige Entdeckung der nach ihm benannten Strahlen, die alle vom Paradigma gehegten Erwartungen verletzten und einen Schock auslösten. Lord Kelvin bezeichnete sie zunächst als einen geschickten Schwindel. Die über den Rahmen des Paradigmas hinausgreifende und ihren Gesetzen gemäss unmögliche Innovation ist also ein Sakrileg.

Von einem anerkannten Paradigma nimmt man gewöhnlich an, dass es die meisten Beobachtungen und Experimente erfolgreich erklärt. Die weitere Entwicklung verlangt deshalb im allgemeinen die Konstruktion einer auf die Problemwelt des Paradigmas ausgerichteten Ausrüstung, die Entwicklung eines esoterischen Vokabulars, die Verfeinerung der Begriffe. Diese Professionalisierung führt auf der einen Seite zu einer immensen Beschränkung des Gesichtskreises der betreffenden Wissenschaftler und zu einem beträchtlichen Widerstand gegen jede Paradigmaänderung. Die Wissenschaft wird zunehmend starrer. Auf der anderen Seite führt diese normale Wissenschaft zu einer Genauigkeit der Informationen und einer Exaktheit des Zusammenspiels von Beobachtungen und Theorien, die auf keine andere Weise erreicht werden könnten. Ohne das immense Instrumentarium, das in erster Linie für die vom Paradigma erwarteten Funktionen inszeniert wurde, könnte die schliesslich zu einer neuen Entdeckung führende Anomalie gar nicht erst erkannt werden. Eine Anomalie stellt sich also nur vor dem durch das Paradigma gelieferten Hintergrund ein. Je exakter und umfassender ein Paradigma ist, desto empfindlicher ist es als Indikator für Anomalien und damit Anlass für einen Paradigmawechsel.

Normale Wissenschaft erzeugt also durch ihre Perfektionierung die Mittel, jene Anomalien zu erkennen, die ihr eigenes Paradigma aufheben.

Kein Paradigma ist perfekt, und je weiter eine Wissenschaft sich entwickelt, desto häufiger treten im Zuge ihrer Perfektionierung Anomalien auf. Dies beginnt nun eine ausgesprochen fachwissenschaftliche Unsicherheit zu erzeugen, hervorgerufen durch das dauernde Unvermögen, für die Rätsel der normalen Wissenschaft die erwartete Auflösung zu finden. Das Versagen der vorhandenen Regeln leitet die Suche nach neuen ein - die Wissenschaft tritt in die *Phase der Krise*.

6 Krisen der Wissenschaft

Alle Krisen beginnen mit der Aufweichung des Paradigmas und der sich daraus ergebenden Lockerung der Regeln für die normale Forschung. Die Wissenschaft wird zunehmend spekulativer, es beginnt ein Wuchern konkurrierender Artikulationen, ein Ausbruch offener Unzufriedenheit, das Zufluchtsuchen bei der Philosophie und eine allgemeine Grundlagendiskussion. Und alle Krisen enden auf eine von drei Arten:

Manchmal erweist sich die normale Wissenschaft letzten Endes als fähig, mit dem krisenerzeugenden Problem fertig zu werden. In anderen Fällen sperrt sich das Problem auch gegen anscheinend radikal neue Ansätze. Das Problem wird dann archiviert und künftigen Generationen überantwortet, die besser ausgerüstet sein werden. Oder schliesslich endet die Krise mit dem Auftreten eines neuen Paradigma-Anwärters und dem Streit um seine Anerkennung. Zwischen dem Ausbruch einer Krise und dem Auftreten eines neuen Paradigmas liegen in der Regel 20 bis 30 Jahre. Eine neue Theorie scheint also an die Voraussetzung einer längerdauernden Krisenphase der normalen Wissenschaft gebunden zu sein. Allfällig in einem gesicherten, selbstbewussten Paradigma auftretende neue Theorien bleiben völlig unbeachtet und werden erst in einer Krisenphase in Berücksichtigung gezogen.

7 Der Paradigmawechsel

Der Übergang von einem krisenhaften Paradigma zu einem neuen, aus dem dann eine neue Tradition der normalen Wissenschaft hervorgehen wird, ist weit von einem kumulativen Prozess entfernt. Es ist vielmehr der Neuaufbau des Gebietes auf neuen Grundlagen, der einige der elementarsten theoretischen Verallgemeinerungen wie auch die meisten seiner Paradigmenmethoden verändert. Wenn der Übergang abgeschlossen ist, hat die Fachwissenschaft ihre Anschauungen, Methoden und Ziele geändert. Man könnte diesen Vorgang als Prozess beschreiben, bei dem das gleiche Paket Daten wie vorher behandelt wird, die Daten aber in ein neues System gegenseitiger Beziehungen gestellt werden, indem man ihnen einen neuen Rahmen gibt.

Damit ist der *Paradigmawechsel* vollzogen.

Das neue Paradigma erklärt die offensichtlichen Widersprüche. Sie führt ein neues Prinzip ein, eine neue Perspektive. Weil die Krise eine umfassendere Theorie erzwingt, ist sie nicht *destruktiv*, sondern *instruktiv*.

Es stellt sich die Frage, warum ein Paradigmawechsel in der Wissenschaft als *Revolution*, also mit einem definierten historisch-politischen Begriff bezeichnet werden soll. Die Paralleltäten sind offenkundig. In der Politik wie in der Wissenschaft werden Revolutionen eingeleitet durch das Gefühl, dass die existierenden Institutionen, respektive ein bestehendes Paradigma, aufgehört haben, den Problemen gerecht zu werden. Ähnlich wie im gesellschaftlichen Vorgang der Revolution kommt es auch beim wissenschaftlichen Paradigmawechsel zu einer Polarisierung der Meinungen. Und wenn diese Polarisierung einmal eingetreten ist, dann versagt die eigentliche Auseinandersetzung. Die Wahl zwischen zwei konkurrierenden Paradigmata erweist sich als eine Wahl zwischen unvereinbaren Lebens- und Denkweisen der Gesellschaft. Es besteht keine Gemeinschaft der Begriffe mehr, mit denen man rational diskutieren und die Bewertung der sich bekämpfenden Paradigmen vornehmen könnte. Jede Gruppe verwendet ihr eigenes Paradigma zur Verteidigung eben dieses Paradigmas. Offensichtlich muss es also zwischen der einen Lehre, die eine Anomalie enthüllt, und der anderen, die später die Anomalie gesetzeskonform macht, einen Konflikt geben. Wenn neue Theorien aufgeboten werden, um Anomalien aufzulösen, dann muss die neue Theorie Voraussagen ermöglichen, die sich von dem unterscheiden, was die Vorgängertheorie ableitete. Dieser Unterschied wäre nicht möglich, wenn die beiden Theorien logisch vereinbar wären. Konkret ausgedrückt: die Kopernikanische Astronomie ist unvereinbar mit der Ptolemäischen und die Einsteinsche Theorie kann nur in der Erkenntnis akzeptiert werden, dass die Newtonsche falsch war. Nun funktioniert zwar die Newtonsche Dynamik in einem ausgedehnten Masse, aber der Physiker Kuhn weist überzeugend nach, dass die Begriffe «Masse» und «Energie» bei Newton eine voneinander abweichende Bedeutung haben und Einsteins Denken ein kategorial anderes ist.

Innerhalb des neuen Paradigmas treten alte Ausdrücke, Begriffe und Experimente in ein neues Verhältnis zueinander. Was bei Newton als Raum bezeichnet wurde, war notwendig-

gerweise eben, homogen, isotrop und unbeeinflusst durch das Vorhandensein von Materie. Wäre das nicht gewesen, so hätte Newtons Physik nicht funktionieren können. Um den Übergang zu Einsteins Universum zu finden, musste das ganze begriffliche Gewebe, also Raum, Zeit, Materie, Kraft usw. verändert und erneut über die Natur als Ganzes gelegt werden. Nur jene, die diese Umwandlung gemeinsam durchgemacht oder eben nicht durchgemacht hatten, waren in der Lage, exakt festzustellen, worüber sie sich einig oder nicht einig waren.

Paradigmawechsel veranlassen die Wissenschaftler, die Welt ihres Forschungsbereiches anders zu sehen, ja man kann sogar sagen, dass die Wissenschaftler nach einer Revolution mit einer anderen Welt, einer anderen Natur zu tun haben.

Als einfachstes Modell für solche Veränderungen der Welt erweisen sich die bekannten Darstellungen des *visuellen Gestaltwandels* als sehr lehrreich. Die Geschichte der Astronomie liefert zahlreiche Beispiele für solche Änderungen in der wissenschaftlichen Wahrnehmung, die durch ein Paradigma herbeigeführt wurden. Es ist kein Zufall, dass die europäischen Astronomen erst ein halbes Jahrhundert, nachdem das Kopernikanische Paradigma aufgestellt worden war, am vorher unwandelbaren Himmel Veränderungen entdeckten, während die Chinesen, deren Auffassung vom Kosmos Veränderungen am Himmel nicht ausschloss, das Erscheinen vieler neuer Sterne am Firmament viel früher festgestellt hatten.

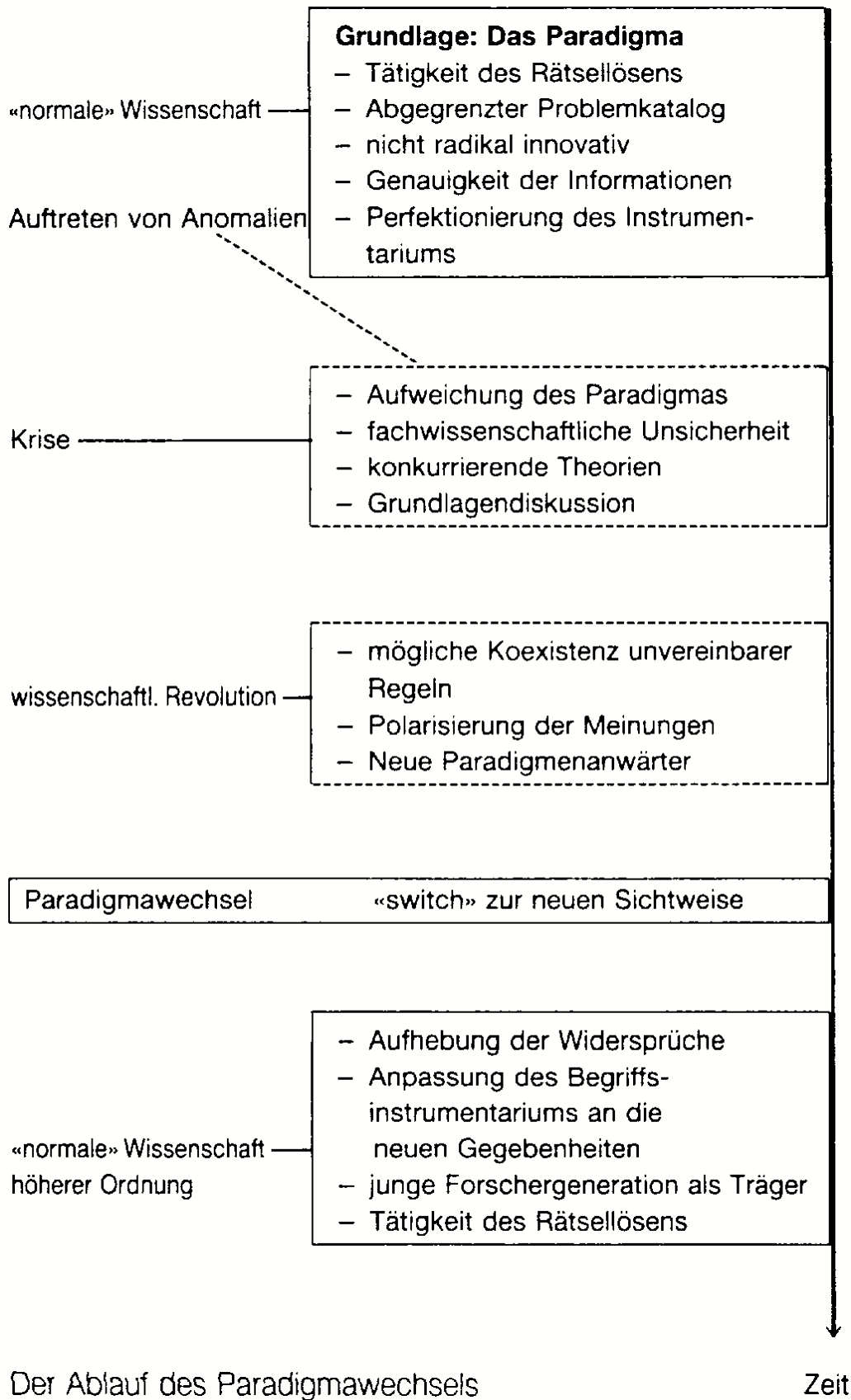
Jeder Paradigmawechsel stellt also für den betroffenen Wissenschaftler eine tiefgreifende Veränderung seines Weltbildes dar. Daraus wird auch verständlich, weshalb die Erwartung eines raschen Triumphes in der Regel praktisch nie erfüllt wird. Das Problem besteht darin, dass man das neue Paradigma wegen der erwähnten Inkommensurabilität nicht annehmen kann, solange man das alte nicht losgelassen hat. Der Wissenschaftler kann solche Veränderungen nicht schrittweise vollziehen. Genau so wie beim Gestaltwechsel (switch) muss alles zur gleichen Zeit geschehen. Das neue Paradigma wird nicht berechnet, sondern plötzlich gesehen.

Wie in exemplarischen Fällen wie Kopernikus, Galilei, Pasteur, Röntgen und anderen abzulesen ist, werden die Neuerer mit Kühle, Hohn und Feindseligkeit als Ketzer von der Gemeinschaft angefochten oder abgelehnt. Zumeist muss ihre Idee bizarr und verschwommen erscheinen, weil der Entdecker ja einen intuitiven Sprung vollzogen hat, während ihm noch längst nicht alle Daten zur Verfügung gestanden haben. Die neue Perspektive verlangt einen derart raschen Umschwung, dass etablierte Wissenschaftler die Wandlung selten mitvollziehen. Wer erfolgreich mit der alten Methode gearbeitet hat, ist emotional und gewohnheitsmäßig an sie gebunden. «Eine wissenschaftliche Wahrheit pflegt sich nicht in der Weise durchzusetzen, dass ihre Gegner überzeugt werden und sich als belehrt erklären, sondern vielmehr dadurch, dass die Gegner allmählich aussterben und dass die heranwachsende Generation von vorneherein mit der Wahrheit vertraut gemacht ist.» (Max Planck)

So sind denn auch die meisten Wissenschaftler, denen eine fundamentale Entdeckung gelang, entweder sehr jung oder auf dem Gebiet, dessen Paradigma sie änderten, sehr neu. Einstein war 26 Jahre alt. Wirklicher Fortschritt in bezug auf das Verständnis der Natur geschieht selten im Sinne einer messbaren Zunahme des Begreifens. Alle wichtigen Fortschritt-

te sind plötzliche Intuitionen und neue Sichtweisen. Diese Vorgänge werden in der Regel nicht erkannt. Kuhn bezeichnet sie als «unsichtbare Revolutionen». Aus höchst zweckgerichtetten Gründen beziehen sich die wissenschaftlichen Lehrbücher nur auf *den* Teil der Arbeit früherer Wissenschaftler, der leicht als Beitrag zur Lösung oder Aufhellung der Paradigmenprobleme angesehen werden kann. Teils durch Auslese und teils durch Verzerrung werden die Wissenschaftler ausdrücklich so dargestellt, als hätten sie an der gleichen Reihe fixierter Probleme gearbeitet, welche als letztes Paradigma der Wissenschaft den Stempel aufgedrückt hat. Es ist also nicht verwunderlich, dass Lehrbücher und die in ihnen dargestellte geschichtliche Tradition nach jeder Revolution neu geschrieben werden - und die Wissenschaft wieder weitgehend kumulativ erscheint. Das Bild einer Wissenschaft des kontinuierlichen Fortschritts.

Seit Kuhns Darstellung ist die Welt der Wissenschaftsgeschichte nicht mehr die gleiche - auch hier hat ein Paradigmawechsel stattgefunden. Seine Grundthese, dass der geschichtliche Vorgang des Paradigmawechsels wissenschaftsimmanent sei, also zwangsläufig und im Sinne der Determiniertheit des Prozesses ablaufe, hat fast selbstverständlich bohrende Fragen nach dem Standort unserer heutigen Wissenschaftsbemühungen und nach dem Weg in die Zukunft aufgeworfen.



8 Stehen wir vor einem neuen Weltbild?

Das Paradigma der Relativitätstheorie ist zweifellos eine der ganz fundamentalen Revolutionen in der Geschichte der Naturwissenschaften, vergleichbar derjenigen des Kopernikus. Begriffen wurde sie damals, 1905 und 1916, nur von wenigen Fachkollegen, darin aufgewachsen ist erst die Physikergeneration der Nachkriegszeit, und in ihrer Bedeutung als Widerspruch zur Theorie Newtons wurde sie von einer weiteren Öffentlichkeit ausserhalb der Physik erst im letzten Jahrzehnt verstanden. Dies entspricht der Aussage des Physikers Erwin Schrödinger, der eine Frist von 50 Jahren setzt, bis ein Paradigma zum allgemeinen Wissensgut geworden sei.

Bereits beginnen jedoch die Stützen der Relativitätstheorie ins Wanken zu geraten. Alle Anzeichen der von Kuhn definierten Krisenphase treten heute auf: eine Vielzahl von Theorien, die Rückkehr zur philosophischen Implikation der Wissenschaften, spekulative Gedankengebäude. Die Anomalien des Einsteinschen Paradigmas häufen sich und haben Theorien heraufbeschworen, die in den für die meisten von uns unvorstellbaren Begriffen und Dimensionen Einsteins angesiedelt sind und doch noch Unvorstellbareres verkünden. Auch Einstein konnte sich, wie die historische Diskussion mit Nils Bohr zeigt, nicht mit der Quantentheorie und ihren Konsequenzen abfinden. Er war noch durchaus im Cartesianischen Denken befangen. Da wäre *John Bells Theorem* zu nennen, ein mathematischer Beweis, experimentell untermauert, der besagt, dass, wenn paarweise angeordnete Teilchen der subatomaren Welt sich voneinander wegbewegen und die Polarität des einen Teilchens durch einen Experimentator verändert wird, sich das andere Teilchen augenblicklich ebenfalls verändert. Sie sind innerlich auf geheimnisvolle Weise miteinander verbunden.

In letzter Konsequenz führt dies zur Annahme, dass alle diese Objekte oder Wellen, was sie ja auch sind, in gewissem Sinne ein unteilbares Ganzes bilden. Das Universum ist ein unteilbares Ganzes, das bis zur Stufe der Atome in Teile zerlegt werden kann. Doch im subatomaren Bereich - und daraus besteht das Universum - gilt der Begriff der separaten Teilchen nicht mehr, sie können nicht mehr als isolierte Teile betrachtet werden, sondern lassen sich nur durch ihre Wechselbeziehungen definieren. Das Verhalten jedes beliebigen Teilchens wird von seinen Zusammenhängen mit dem Ganzen bestimmt. David Bohm drückt es so aus: «Das Universum beginnt mehr wie ein grosser Gedanke, denn wie eine grosse Maschine auszusehen.»

In die gleiche Richtung zielt Prigogines Theorie der «Dissipativen Strukturen» (Nobelpreis 1977). Sie überbrückt die entscheidende Kluft zwischen Biologie und Physik - das fehlende Zwischenglied zwischen lebenden Systemen und dem offensichtlich leblosen Universum, aus dem die lebenden Systeme entstanden sind. Mit ihrer These von der dynamischen Selbstorganisation des Lebens ist sie auf dem besten Wege zum modellhaften Paradigma für andere Bereiche, wie Wirtschafts- und Sozialwissenschaften zu werden. Der Neurophysiologe Karl Pribram sieht im Gehirn des Menschen eine holographische Struktur, ein aufre-

gendes Modell, wie das Gehirn Erinnerungen speichern könnte, mehr als das, wie es dank seiner Hologramm-Struktur nicht nur die normale Wahrnehmung vollzieht, sondern auch das Paranormale und die transzendentalen Erfahrungen aus dem Bereich des Übersinnlichen. Beides sind Teile der gleichen Natur. Pribrams Vorstellungen treffen sich mit denjenigen David Bohms, einem Schüler Einsteins, der ein holographisches Universum beschrieb und das, was wir als stabile, sichtbare, fühlbare, hörbare Welt empfinden, als Illusion bezeichnet. Sie ist ein dynamisches Geflecht von Wechselbeziehungen, die unter anderem auch abhängig ist von den Strukturen des menschlichen Bewusstseins, menschlichen Vorstellungen und Werten. Die Unterscheidung von Geist und Materie, wie sie das Cartesianische Denken fordert, kann von der Physik nicht länger aufrechterhalten werden. Darum kann auch nicht unmöglich sein, was der Physiker Fritjof Capra postuliert und schon Einstein, Heisenberg und Bohr angedeutet haben, dass die Forschungsergebnisse der modernen Physik zu den gleichen Erkenntnissen führen wie die jahrtausendealte östliche Mystik des Taoismus und Buddhismus.

Und wenn der französische Teilchenphysiker Jean Charon die Komplexe Relativitätstheorie zum Gedanken weiterentwickelt, dass die Elektronen Träger des Geistes seien und der Geist die Materie beeinflusse, so ist das genau in dem Sinne ausgeschlossen wie für Galileis Zeitgenossen die offensichtlich falsche Behauptung, dass die Erde sich um die Sonne drehe. Die Grenzen der hochspezialisierten Schubladen der normalen Wissenschaft beginnen sich aufzulösen, übergreifende Gesetzmässigkeiten lassen erkennen, dass das komplexe Riesengebilde, das wir Natur nennen, von innerlich kohärenten gleichartigen Prinzipien gelenkt wird, die Suche nach einer alles erhellenden Weltformel hat eingesetzt - ein Paradigmawechsel steht bevor.

Literaturangaben

Das Wesen wissenschaftlicher Revolutionen in neuer Sicht

Andene Othmar: Das universalhistorische System Toynbees, Humboldt, Wien 1955

Capra Fritjof: Der kosmische Reigen Scherz, Bern 1977

capra Fritjof: Wendezeit, Scherz, Bem 1983

Oharon Jean: Der Geist der Materie, Zsolnay, Wien/Hamburg 1979

Kuhn Thomas: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Suhrkamp Taschenbuch 25, Frankfurt 1981

Kuhn Thomas: Die Entstehung des Neuen, Suhrkamp Taschenbuch 236, Frankfurt 1978

Prigogine Ilya /

Stengers Isabelle: Dialog mit der Natur, Piper, München 1981

Toynbee Arnold: Menschheit und Mutter Erde Claassen, Düsseldorf 1979