



DAS ENDE DES KOSMOS

VON PROF. MARTIN WILKENS

Wenn wir in den Wissenschaften heute über den Zustand und die Entwicklung der Welt nachdenken, und dabei auch ihren Anfang und ihr Ende in den Blick nehmen, unsere Hypothesen formulieren und unsere Theorien entwickeln, dann schreiben wir ein Programm fort, das zu Zeiten eines Thales von Milet, also etwa 600 v.Chr., seinen Anfang nahm: „Natürliche Phänomene haben natürliche Ursachen, und die menschliche Vernunft kann diese Zusammenhänge erkennen“, ist seit mehr als zweieinhalb tausend Jahren das Credo von Wissenschaft. „Die Überwindung des Mythos durch den Logos“ lautet seitdem der Schlachtruf der modernen Wissenschaften, aber in Bezug auf die Kosmologie, die Wissenschaft von der Welt als Ganzes, wird es sich wohl weniger um eine Überwindung denn um eine Paarung handeln.

Hunderte Milliarden von Galaxien, jede mit Hunderte Milliarden von Sternen bevölkern einen einsehbaren Raum, der sich über knapp hundert Milliarden Lichtjahre erstreckt – aber was sagen uns all diese Milliarden? Die Welt im Ganzen ist kein Experiment, weil sie für uns Menschen auch unter den mildesten Standards der Wiederholbarkeit schlicht nicht wiederholbar ist. Und die Welt im Ganzen erlaubt keine systematische Aufteilung in das interessierende System und einen von diesem System kausal getrennten Rest – eine Aufteilung, die für die empirischen Wissenschaften so konstitutiv und schlechthin unverzichtbar ist. Im Jargon meiner eigenen Disziplin, der Quan-

tenmechanik: Wer um Himmels willen wäre denn der externe Beobachter einer Welt im Ganzen, und von welcher Art wären denn seine Messgeräte? Die Welt im Ganzen ist ein unfassbarer Gegenstand, den wir uns in den Naturwissenschaften immer nur indirekt erschließen können, indem wir uns seinen fassbaren Bestandteilen zuwenden. Indem wir Kerzenlicht studieren, lernen wir etwas über die Sonne. Und Untersuchungen an fallenden Äpfeln erklären uns die Bewegung im Sonnensystem oder gar unserer Milchstraße. Aber Kerzen sind keine Sterne, und Äpfel sind keine Galaxien. Weil wir den Bogen notgedrungen überspannen, wenn wir von Kerzen auf Sterne und von Äpfel auf Galaxien schließen, sind unsere naturwissenschaftlichen Theorien über die Welt im Ganzen im Kern immer spekulativ, mehr oder weniger plausible Metaphysik - wobei es für den Naturwissenschaftler natürlich entscheidend auf das „mehr“ vs. „weniger“ ankommt. Die Theorie brennender Kerzen, und das ist die Quantenmechanik, und die Theorie fallender Äpfel, also die Allgemeine Relativitätstheorie Einsteins, sollten schon irgendwie zueinander passen, um als vernünftiges Fundament einer befriedigenden Metaphysik der Welt im Ganzen als Resonanzboden zu dienen. Dass sie bis heute nicht recht zueinander passen, tut diesem fundamentalen Anspruch keinen Abbruch. Thales formulierte schließlich ein Programm, und der Auftrag in diesem Programm lautet schlicht, so lange weiter zu arbeiten, bis die Bestandteile zueinander passen.

DIE BESTE ALLER ZEITEN... IST JETZT

Wir leben – auf kosmischen Skalen betrachtet – nicht in einer apokalyptischen Epoche der Zuspitzung auf ein nahes Ende, sondern in der besten aller möglichen Zeiten. Hinter uns liegen die Wirren des Urknalls, in dem vor ca. 14 Milliarden Jahren die Welt geboren wurde. Vor uns liegt eine beträchtlich lange Zeit, in der wir uns am Rande unserer Milchstraße, in einer komfortablen dritten Reihe in unserem Sonnensystem vor tödlicher Strahlung durch das Erdmagnetfeld geschützt, aufgehoben und geborgen fühlen dürfen. Tagsüber in gleißendem Sonnenlicht, das unser Klima bestimmt, das es regnen und schneien lässt, das uns wärmt und nährt. Des Nachts ist der Himmel so wunderbar dunkel, in klaren Nächten übersät mit einem funkelnden Band von Sternen und entfernten Galaxien. Ab und an, wenn wir genau hinschauen, blitzt für einige Tage ein Lichtpunkt besonders hell auf bevor er dann einige Zeit später mit einem guten Fernrohr nur noch als glimmende Wolke auszumachen ist. Wir haben den Tod eines Sterns gesehen, der wenn er nur groß genug ist, immer auch die Wiege für die nächste Generation von Sternen darstellt. Wenn die Verhältnisse es gestatten zieht die Schwerkraft der glimmenden Trümmerwolke genügend interstellaren Wasserstoff an, der sich nun zunehmend in einem Wirbel verdichtet und unter dem Druck seiner eignen Schwerkraft irgendwann zur Kernfusion zündet – und los gehts aufs Neue. A Star has died – a Star was born.

DER TOD DER STERNE

Doch wie es ist, wird es nicht ewiglich sein. In einigen Jahrtausenden wird unsere Sonne den Dienst versagen. Ihre Brennstoffvorräte sind verbraucht, sie greift erst auf die leichtere, dann zunehmend auf die schwereren Elemente zurück, bis hin zum Kohlenstoff, und wird im letzten Aufbäumen zum roten Riesen, bevor sie in sich zusammensackt, zum weißen Zwerg degradiert und schließlich zu einem gigantischen Diamanten erstarrt. Für direkte Nachkommen ist sie wohl zu klein. Mit dem Ende der Sonne ist auch das Schicksal der Erde besiegelt, sie verdampft in ihren letzten Blähungen, aber auf der kosmischen Skala wird dieses Ereignis keinerlei Eindruck hinterlassen. Noch wird das Universum jung sein und in Saft und Kraft stehen. Aber weitere Ereignisse dieser Art werden folgen. Überall im Kosmos. Durch die Jahrtausende und Jahrtausende bis hin zu den Jahrbillionen. Das Werde-Wirke, Stirb und Werde der Sterne wird nun seltener werden. Allmählich geht der Wasserstoffvorrat zur Neige, die ultimative Ressource eines lebendigen Universums; der Stoff, der die Sterne leuchten lässt, der Stoff, der uns mit dem Urknall geschenkt wurde. Der Stoff, der in den Sternen zu dem Stoff gebacken wird, aus dem wir sind: Kohlenstoff, Sauerstoff und all die anderen chemischen Elemente. Geht der interstellare Wasserstoff zur Neige, beginnt ein langes Siechtum im Universum. Sterne verlöschen und zeugen keine Nachkommen. Erst verlöschen die Großen, ihr Leben ist sowieso meist kurz und gewaltig. Dann die Mittleren, die so groß sind wie unsere

Sonne, am Schluss die Kleinen. Die sind zwar zäh, aber auch ihre Zeit ist irgendwann gekommen. Am Himmel gehen nun die Lichter aus. Das Universum wird dunkel und kalt. Alle paar Milliarden Jahre torkelt ein kalter Klumpen aus Eisen vorbei, zuweilen ein riesiger Diamant, hin und wieder ein wahnwitzig kreiselnder Neutronenstern, ein einsames Photon oder ein schwarzes Loch. Doch auch diese gespenstischen Ereignisse, die von einer längst untergegangenen Epoche zeugen, werden immer seltener. Bis in der Asymptotik (*Asymptote, griech. mathem. Begriff für Kurven, die sich einer Geraden anschmiegen, aber nicht mit ihr zusammenfallen, Anm. d. Red.*) einer unendlichen Zeit sich die Welt total vergisst, und das Universum als unermessliches Nichts in ewige Nacht gehüllt endgültig ruht.

DAS ENDE DER WELT – JE NACH ZEITGESCHMACK...

Das melancholische Szenario einer ultimativen Erschöpfung des Universums ist die zwingende Konsequenz seiner beschleunigten Expansion, deren Entdeckung mit dem Nobelpreis in Physik 2011 geehrt wurde. Noch vor dreißig Jahren hatte man in der Physik noch andere Enden vor Auge. Unter anderem ein „Big-Bang-Big-Crunch“ Szenario, indem das Universum, nachdem es den Gipfel seiner Ausdehnung erreicht hat, wieder in sich zusammenfällt, um in einem gewaltigen Höllenfeuer, dem Big-Crunch, unterzugehen. Spekuliert werden durfte damals über eine anschließende Wiedergeburt der Welt, etwa als Kosmos 2.0. Die „Höllensmetaphorik“ des kosmischen Big Crunch korrespondiert mit der Domsday-Metaphorik der damals äußerst präsent empfunden atomaren Bedrohung. Und die Wiedergeburtphantasien befanden sich in trefflicher Resonanz mit einem pseudo-buddhistischen „Tao der Physik“, das für einige Zeit die Talkshows – nicht nur in Kalifornien – beschäftigte.

Die Erschöpfungsmetaphorik im aktuellen Szenario korrespondiert aufs engste mit der derzeitigen Debatte um die Phänomenologie und Ursachen des grassierenden Burn-Out, sei es auf individueller Skala, oder auf der Skala ganzer Kulturkreise. Es scheint, dass in jüngster Zeit die naturwissenschaftlichen Untergangsszenarien des Kosmos immer auch die jeweils aktuellen soziokulturellen Untergangsszenarien reflektieren. Ob Höllenfeuer oder finale Agonie – beide Szenarien vom Ende des Kosmos lassen uns vergleichsweise unberührt. Es sind mehr oder weniger plausible Schauergeschichten. Sie mögen Geschichtenträchtig sein, Geschichtsträchtig sind sie sicherlich nicht. Sie sind eben nicht apokalyptisch, in ihnen enthüllt sich keine geschichtliche Zuspitzung, sie offenbaren nichts über das menschliche Schicksal. Ihre Poesie mag einer aktuell empfundenen Stimmung entsprechen, die Modellbildung gar von ihr inspiriert sein. Angesichts der unermesslichen Zeitskalen ist das Ende des Kosmos für unser alltägliches Handeln aber bedeutungslos.

Zur Person: Prof. Martin Wilkens ist Quantenphysiker an der Universität Potsdam im Bereich Quantenoptik