

# „Der bestirnte Himmel über mir“

## Bemerkungen zu Immanuel Kants „Allgemeine[r] Naturgeschichte und Theorie des Himmels“

von Tobias Jung

**W**as kann uns angesichts der fortschreitenden Erkenntnis in der Astronomie und Kosmologie ein über 250 Jahre altes astronomisches Werk noch sagen? Warum könnte das Werk auch heute noch lesenswert sein? Welche heute aktuellen Fragestellungen werden behandelt?

Immanuel Kant (1724–1804) ist ins kollektive Gedächtnis als Philosoph, insbesondere als Moralphilosoph und als Erkenntnistheoretiker, eingegangen. Man zitiert seinen kategorischen Imperativ, seine Definition der Aufklärung als „Ausgang des Menschen aus seiner selbst verschuldeten Unmündigkeit“ und seine drei Fragen: „1. Was kann ich wissen? 2. Was soll ich tun? 3. Was darf ich hoffen?“, man nennt die drei großen Werke „Kritik der reinen Vernunft“ (A: 1781, B: 1787), „Kritik der praktischen Vernunft“ (1788) und „Kritik der Urteilskraft“ (1790). Dabei zeigte Kant zu Beginn seiner wissenschaftlichen Arbeit großes Interesse an naturwissenschaftlichen und insbesondere an astronomischen Fragen. Sicherlich wird dabei auch der heute mit der Bezeichnung C/173 X1 belegte Komet, der sich vom Januar 1744 an in Königsberg zeigte und über den Kants universitärer Lehrer Martin Knutzen (1713–1751) eine Schrift verfasst hatte, eine Rolle gespielt haben. In seinem 1746 verfassten und 1749 publizierten Erstlingswerk, das den Titel „Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte“ trägt, versuchte Kant im sogenannten Vis-Viva-Streit bei „eine[r] der größten Spaltungen, die itzo unter den Geometrern von Europa herrschet“ hinsichtlich der richtigen Berechnung der „Kraft“ zwischen den Anhängern von Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) und den Anhängern von René Descartes (1596–1650) zu vermitteln. Kants Lösungsvorschlag blieb allerdings weit hinter dem bereits außerhalb von Königsberg, wo er an der Universität war, erreichten Stand der Wissenschaft zurück. So musste

er sich den Spott von Gotthold Ephraim Lessing (1729–1781) gefallen lassen, dass er zwar „die lebendigen Kräfte“, nicht aber seine eigenen Kräfte „schätzt“. Kant ließ sich von seinem Misserfolg jedoch nicht entmutigen und widmete sich weiterhin naturwissenschaftlichen Fragestellungen. Im Jahre 1755 erschien anonym die von ihm verfasste „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt“.

Zu Beginn der „Vorrede“ nennt Kant das Ziel seines Werkes: Er möchte „[d]as Systematische, welches die großen Glieder der Schöpfung in dem ganzen Umfange der Unendlichkeit verbindet, [...] entdecken, die Bildung der Weltkörper selber und den Ursprung ihrer Bewegungen aus dem ersten Zustande der Natur durch mechanische Gesetze her[...]leiten“. Demgemäß präsentiert er zunächst einen „[k]urze[n] Abriss der nötigsten Grundbegriffe der Newtonischen Weltwissenschaft“. Dabei wird deutlich, dass Kant die Newtonsche Physik nicht in dem Maße durchdrungen hat, wie wir es aus heutiger Sicht erwarten würden. Dies offenbart letztlich, dass die Newtonsche Physik, wie sie damals an den Universitäten üblicherweise gelehrt wurde, noch eine Beimengung von falschen Sichtweisen aus Vorläufertheorien wie der Physik des Aristoteles (384 v. Chr. – 322 v. Chr.) oder der Impetustheorie enthielt. Im vergleichsweise knappen „[e]rste[n] Teil“ des Werkes versucht Kant den Kenntnisstand hinsichtlich der Struktur des Weltalls zusammenzufassen. Dass die Sonne und die gemäß den drei Gesetzen, die Johannes Kepler (1571–1630) formuliert hatte, um sie auf Ellipsenbahnen umlaufenden sechs Planeten Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn zusammen mit den damals zehn bekannten Monden (Erdmond,



Wikimedia

Großer Komet von 1744

Jupitermonde Io, Ganymed, Kallisto und Europa sowie Saturnmonde Titan, Iapetus, Rhea, Thetys und Dione) ein System, nämlich das Sonnensystem, bilden, war bekannt. Dass die Sonne ein Stern unter vielen war und dass alle paar Tausend Sterne, die wir mit bloßem Auge in einer klaren, mondlosen Nacht am Himmel sehen können, zusammen mit dem schimmernden Band der Milchstraße ein Sternsystem ausmachen, wurde weithin angenommen. Ob es weitere Sternsysteme – wir würden heute von Galaxien sprechen – gibt, war völlig offen, Kant geht in seinem Werk jedoch davon aus.

Im „[z]weite[n] Teil“ seines Werkes entwirft Kant eine Kosmogonie, d. h. eine Theorie, die von wenigen Gesetzen ausgehend aus einem Anfangszustand den heutigen Zustand des Weltalls herzuleiten vermag. Der Anfangszustand wird dabei als Unordnung oder Chaos vorausgesetzt. Der heutige Zustand ist ein geordneter Zustand, wie er sich u. a. in der „systematischen Verfassung“ des Sonnensystems mit den regelmäßigen Bewegungen der Planeten auf Ellipsenbahnen um die in einem Brennpunkt der Ellipse befindliche Sonne zeigt. Es geht also darum, zu erklären, wie auf naturgesetzlicher Grundlage aus Chaos Ordnung hervorgehen kann. Die Gesetze sind die Gesetze der Newtonschen Mechanik, wobei Kant davon ausgeht, dass auf materielle Partikel anziehende (attraktive) und abstoßende (repulsive) Kräfte wirken. Als anziehende Kraft war die



Immanuel Kant (Gemälde von 1768)

Gravitationskraft, beschrieben durch Newtons Gravitationsgesetz, bekannt. Die Gravitationskraft allein würde in einer Massenansammlung zu einem Gravitationskollaps führen, sofern die Materie nicht z. B. durch eine Rotationsbewegung stabilisiert ist. Über die abstoßende Kraft schreibt Kant: „Allein die Natur hat noch andere Kräfte im Vorrat, welche sich vornehmlich äußern, wenn die Materie in feine Teilchen aufgelöst ist, als wodurch selbige einander zurück stoßen [...]. [...] [D]iese Zurückstoßungskraft [offenbaret sich] [...] in der Elastizität der Dünste, dem Ausflusse starkkriechender Körper und der Ausbreitung aller geistigen Materien [...] [; sie ist] ein unstreitiges Phaenomenon der Natur [...]“ Das, was Kant hier anführt, würden wir heute als Kraft infolge eines Gasdrucks bezeichnen.

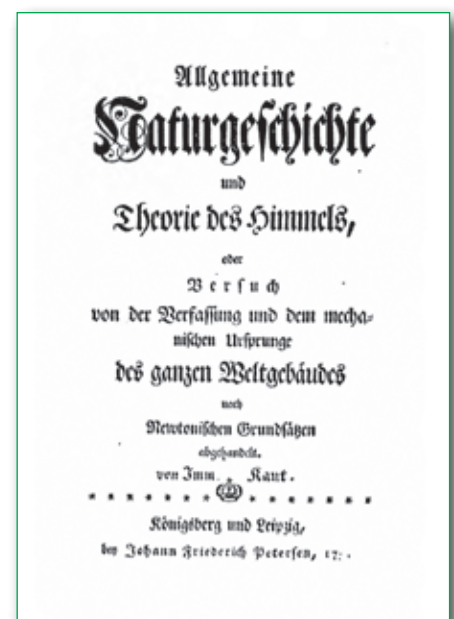
Kant geht – wie im heutigen Kosmologischen Prinzip – davon aus, dass die gesamte Materie, die sich heute in Strukturen wie Planeten, Sternen oder Sternsystemen vorfindet, gleichmäßig im Raum verteilt und anfänglich in Ruhe ist. Er nimmt des Weiteren an, dass es verschiedene „Gattungen d[es] Grundstoffes“ gibt, also gewissermaßen verschiedene Atome und Moleküle. Diese verschiedenen Atome und Moleküle unterscheiden sich zum einen in ihrer relativen Häufigkeit, zum anderen aufgrund ihrer unterschiedlichen spezifischen Dichte in ihrer gravitativen Wirkung. Die schwereren Elemente bilden gewissermaßen

gravitative Kondensationskeime für die späteren Strukturen. Aufgrund der Gravitationskraft kommt es zu einer Anziehung, die zu einer Fragmentierung der ursprünglich gleichförmigen Materieverteilung führt. Die fragmentierten Bereiche kollabieren jeweils unter der Gravitationskraft, wodurch die Dichte wächst. Dadurch erhöhen sich die Geschwindigkeiten der nachfolgend auftreffenden Teilchen. Infolge von Stoßwechselwirkungen schlagen die Teilchen nach Kant „durch die schwachen Grade der Zurückstoßung, womit selbige einander hindern, seitwärts gebeuget in Seitenbewegungen aus [...], die den Zentralkörper [...] in einem Kreise zu umfassen im Stande sein: so erzeugen sich große Wirbel von Teilchen, deren jeder vor [d. h. für] sich krumme Linien durch die Zusammensetzung der anziehenden und der seitwärts gelenkten Umwendingkraft beschreibt [...]“ Diese „auf mancherlei Art unter einander streitende Bewegungen [sind] natürlicher Weise bestrebt, einander zur Gleichheit zu bringen“. Dies führt letztlich dazu, dass die Teilchen erstens ihre Vertikalgeschwindigkeitskomponenten bezüglich der Ebene des Wirbels ausgleichen, sodass die Bewegung auf eine gemeinsame Ebene beschränkt ist. Zweitens setzt sich eine gemeinsame Bewegungsrichtung der Teilchen um den Zentralkörper durch, da entgegelaufende Teilchen ihre Richtung durch Wechselwirkungen umkehren. Drittens werden die zunächst vorkommenden Ellipsenbahnen unterschiedlicher Exzentrizität zu Kreisbahnen. Damit lassen sich grundsätzlich die Bewegungen der Planeten im Sonnensystem, aber auch Eigenbewegungen der Sterne erklären. Derartige Eigenbewegungen der Sterne meinte der englische Geistliche und Astronom James Bradley (1693–1762) anhand des Vergleichs von zu verschiedenen Zeiten zusammengestellten Sternpositionskatalogen nachgewiesen zu haben.

Kant gibt eine qualitative Darstellung der Kosmogonie und keine quantitative Herleitung durch Rechnungen aus den Grundgleichungen der Physik. Dieser aus heutiger Sicht gewichtige Mangel von Kants Methode erklärt sich aus dem Stand der Newtonschen Mechanik zu dieser Zeit. Newton selbst

hatte in seiner „Principia mathematica philosophiae naturalis“ von 1687 die Mechanik *more geometrico* formuliert. Erst im Laufe des 18. Jahrhunderts wurden die Newton-Axiome in eine algebraische Form gebracht. So geht z. B. das 2. Newton-Axiom in der Form  $F = m \cdot a$  auf Leonard Euler (1707–1783) zurück, der diese Gleichung im Wesentlichen 1750 präsentierte. Noch über vier Jahrzehnte später, im Jahre 1796, publizierte Pierre-Simon Laplace (1749–1827) im letzten Band seines fünfbändigen Werkes „Exposition du système du monde“ unabhängig von Kant ähnliche Gedanken ebenfalls in qualitativer Weise. Zusammenfassend wird von der Kant-Laplace-Theorie gesprochen. Noch Carl Friedrich von Weizsäcker (1912–2007) hielt sie, als er selbst in den 1940er Jahren auf Grundlage der Turbulenztheorie an diesem Thema arbeitete, in groben Zügen für richtig.

Nach der Beschreibung der Entstehung des Sonnensystems geht Kant daran, hieraus im Sonnensystem beobachtete Gegebenheiten wie die Einteilung der Planeten in Gesteinsplaneten und Gasplaneten sowie die unterschiedliche Dichte dieser Planeten zu erklären. Des Weiteren versucht Kant, aus der Entstehungsgeschichte des Sonnensystems und damit aus der anfänglichen Verteilung der Teilchen und ihren Bewegungen die Exzentrizitäten



Titelblatt der „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ von 1755

der Planetenbahnen sowie die Bildung von Monden und insbesondere ihre gleiche Umlaufrichtung um die Sonne plausibel zu machen. Ferner werden die Entstehung der Saturnringe und das Zodiakallicht behandelt.

Abschließend spekuliert Kant, dass es auf größeren räumlichen Skalen Systeme geben könnte, die analog zum System aus Monden um einen Planeten oder aus Planeten um eine Sonne aufgebaut sind: „Das Heer der Gestirne macht, durch seine beziehende Stellung gegen einen gemeinschaftlichen Plan [d. h. eine Ebene], eben sowohl ein System aus, als die Planeten unseres Sonnenbaues um die Sonne.“ Folglich könnte es eine Vielzahl von Galaxien geben: „[W]erden nicht mehr Sonnensystemata, und, so zu reden, mehr Milchstraßen entstanden sein, die in dem grenzenlosen Felde des Weltraums erzeugt worden?“ Diese Vermutung konnte erst in den 1920er Jahren durch Beobachtungen erhärtet werden, nachdem ein jahrzehntelanger Streit (Great Debate) zwischen verschiedenen Astronomen vorausgegangen war. Letztlich war es der amerikanische Astronom Edwin Powell Hubble (1889–1953), der Ende 1923 nachweisen konnte, dass der Andromedanebel ein eigenständiges Sternsystem außerhalb der Milchstraße, also eine Galaxie, ist.

Im „[d]ritte[n] Teil“ seines Werkes befasst sich Kant mit der „Beschaffenheit der Einwohner entlegener Welten“,

wobei er sich letztlich auf die Planeten des Sonnensystems beschränkt. Er vermutet – und zu seiner Zeit war die Thermodynamik mit dem Stefan-Boltzmann-Gesetz, aus dem sich Aussagen über die Temperatur an der Oberfläche eines Planeten treffen lassen, noch nicht ansatzweise formuliert –, dass der „Abstand [...] [...] von der Sonne“ als wesentlicher Faktor insbesondere wegen der verfügbaren Energie die Art der Lebewesen bestimmt, die auf dem jeweiligen Planeten entstehen und sich entwickeln können. Ferner schreibt Kant der Rotationsdauer eines Planeten um die eigene Achse und der Anzahl der Monde eines Planeten einen Einfluss auf diese Lebewesen zu. In den Details erscheinen aus heutiger Sicht Kants Ausführungen als naiv und zu kurz gegriffen. Ihm gebührt aber das Verdienst, überhaupt die Frage nach den astrophysikalischen Bedingungen für die Entstehung von Leben, die heute in der Astrobiologie behandelt werden, angesprochen zu haben und dabei eine naturgeschichtliche Sichtweise eingeführt zu haben, wenngleich die angegebene Zeitspanne um einen Faktor  $10^5$  ...  $10^6$  zu klein ist: „Vielleicht ist unsere Erde tausend oder mehr Jahre vorhanden gewesen, ehe sie sich in Verfassung befunden hat, Menschen, Tiere und Gewächse unterhalten zu können“. Kant geht dabei davon aus, dass nicht nur die physische Konstitution der Planetenbewohner, sondern auch ihre geistige und sittliche Verfassung von den Naturgesetzen her entstanden werden kann. Was Kant später

in einem berühmten Ausspruch in der „Kritik der praktischen Vernunft“ formuliert, klingt im „Beschluss“ seines frühen Werkes bereits an: „[S]o gibt der Anblick eines bestirnten Himmels, bei einer heitern Nacht, eine Art des Vergnügens, welches nur edle Seelen empfinden.“



**Dr. Tobias Jung** wurde 1972 in Wolfratshausen geboren. Nach dem Studium der Physik an der Ludwig-Maximilians-Universität in München und der

University of Cambridge promovierte er 2004 an der Universität Augsburg bei Prof. Dr. Klaus Mainzer in Philosophie mit einer Arbeit über „Relativistische Weltmodelle“. Anschließend machte er das Zweite Staatsexamen für Gymnasiallehrer mit den Fächern Physik und Mathematik. Von 2011 bis 2019 war er an den Lehrstuhl für Philosophie und Wissenschaftstheorie an der Technischen Universität München abgeordnet und wirkte dort insbesondere als Dozent. Mit Beginn des Schuljahrs 2018/2019 ist Jung wieder in den Schuldienst zurückgekehrt. Nach seinem freiwilligen Ausscheiden aus dem Staatsdienst ist er seit dem Schuljahr 2021/2022 am Gymnasium der Benediktiner in Schäftlarn tätig. Seit 2005 hält er regelmäßig Vorträge an der Münchner Volkshochschule.

## Vortrag

zum UNESCO-Welttag der Philosophie

Donnerstag, 16. November 2023, 19:30 Uhr, Regiomontanus-Sternwarte

# "Der bestirnte Himmel über mir" - Kants 'Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels'

*Dr. Tobias Jung*