

Revolution am Himmel : die kopernikanische Wende

Autor(en): **Nussbaumer, Harry**

Objekttyp: **BookReview**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **69 (2011)**

Heft 362

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Revolution am Himmel

Die kopernikanische Wende

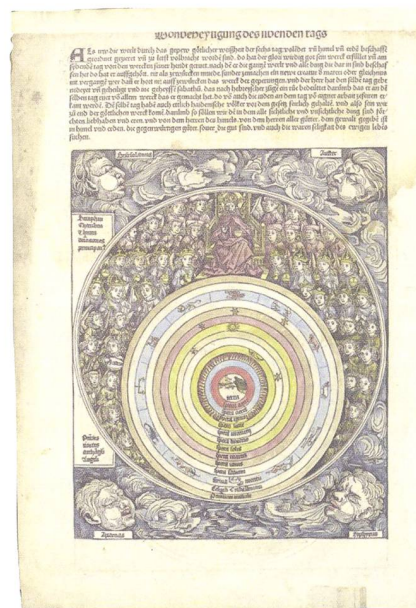
■ Von Harry Nussbaumer

Die kopernikanische Wende geschah nicht an einem einzigen Tag; sie dauerte an die 150 Jahre. Auch beschränkte sie sich nicht auf die Ablösung des geozentrischen vom heliozentrischen Weltbild. In Frage gestellt wurde das philosophische Fundament des christlichen Abendlandes. Auch das Verkündigungsrecht der Wahrheit stand zur Debatte. Wer entscheidet, wenn Bibel und Wissenschaft verschiedene Wahrheiten verkünden? – Wir greifen hier einige Aspekte auf, die im Buch «Revolution am Himmel – Wie die kopernikanische Wende die Astronomie veränderte» in breiterem und vertieftem Rahmen vorgestellt werden.

Im Heiligen Jahr 1500, das von PAPST ALEXANDER VI. prachtvoll gefeiert wurde, befand sich auch NIKOLAUS KOPERNIKUS in Rom. Astronomie interessierte ihn. Eben war aus griechischen Handschriften eine Teilübersetzung des *Almagest* ins Lateinische gedruckt worden. Das war aktueller Lesestoff, wurde doch an den Universitäten noch immer die fast 2000-jährige Astronomie des antiken Griechenland gelehrt. Nun konnte KOPERNIKUS wenigstens auszugswise sich den Aufbau des Universums direkt von PTOLEMÄUS erklären lassen, Zwischen 400 v. Chr. und 150 n. Chr. entwickelte sich im hellenistischen Kulturraum die Astronomie zu einer mathematischen Wissenschaft; sie wurde von PTOLEMÄUS (ca. 100 - 170 n. Chr.) im *Almagest* zusammengefasst. Der arabische Name *Almagest* erinnert daran, dass uns ein bedeutender Teil jenes Vermächtnisses durch Spaniens islamische Kultur übermitteln wurde. Aus diesen Kontakten entstand im 13. und 14. Jahrhundert die *Scholastik* als Gesamtheit der christlich-abendländischen Bildung, in der die christlich modifizierten Lehren des ARISTOTELES einen wichtigen Anteil hatten. Die antike Astronomie war geozentrisch: Die Erde ruht in der Mitte der Welt. Um die Erde kreisen, geführt in Schalen, der Mond, Merkur,

Venus, die Sonne, Mars, Jupiter, Saturn und zäusserst die Sterne. Das ganze Gebilde dreht jeden Tag einmal um die Erde. Allerdings führen die sieben erwähnten Himmelskörper gesonderte, langsame Bewegungen gegenüber der Schale der Sterne und liefern damit die Grunddaten für die Astrologie. Dieser «heidnische» Himmel wurde in einen umfassenderen christlichen Himmel eingebaut, wie SCHEDELS Weltchronik zeigt. Auf die Astrologie wollte man allerdings

nicht verzichten. Da war es dringend, die Bahnen der Wandelsterne zu verstehen. Doch die sind komplex, wie die Schleifen der Marsbahn zeigen. Da half der *Almagest*, erlaubte er doch sehr genaue Berechnungen der Planetenbahnen. Allerdings war das System von Deferenten und Epizyklen, also von Kreisen, die auf Kreisen geführt werden, und deren Bewegungen von einem Äquanten her dirigiert wurden, schwierig zu beherrschen. Das war auch philosophisch unbefriedigend, denn durch

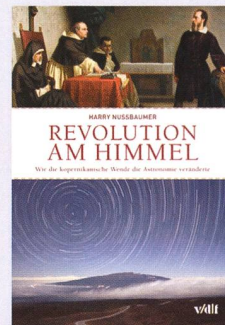


Das Weltbild des Mittelalters. Schedels Weltchronik von 1493. Das antike astronomische Modell ist umgeben vom christlichen Himmel. (Bild: Schedels Weltchronik 1493. © Zentralbibliothek Zürich)

WIE DIE KOPERNIKANISCHE WENDE VOR 400 JAHREN UNSER WELTBILD REVOLUTIONIERTE

HARRY NUSSBAUMER

Revolution am Himmel
Wie die kopernikanische Wende die Astronomie veränderte
2010, 272 Seiten, zahlr. Fotos und Grafiken, durchg. farbig, Format 17 x 24 cm, broschiert
CHF 48.– / EUR 36.– (D)
ISBN 978-3-7281-3326-7



- Zahlreiche farbige Grafiken, Bilder und Originalabbildungen
- Biografien der wichtigsten Astronomen: Kopernikus, Kepler, Galilei, Tycho Brahe, Giordano Bruno, Newton, Descartes u.a.



vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, VOB D, Voltastrasse 24, 8092 Zürich
Tel. 044 632 42 42, Fax 044 632 12 32, verlag@vdf.ethz.ch, www.vdf.ethz.ch

seine Komplexität liegt das ptolemäische System weit vom platonisch-aristotelischen Ideal einfacher Kreisbewegungen entfernt.

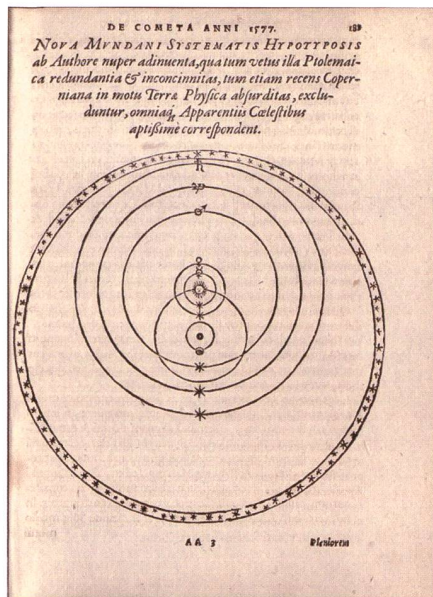
Kopernikus sucht die platonische Einfachheit

KOPERNIKUS empfand die komplexe ptolemäische Verbindung von Äquant und Epizykel als ästhetischen Greuel. Im *De Revolutionibus* von 1543 will er zurück zu gleichmässig durchlaufenen Kreisen. Er findet, dass ein heliozentrisches Modell die astronomischen Erscheinungen, z. B. die Schleifen der Planeten, viel einfacher deutet, als das alte ptolemäische Modell. Das erste Kapitel des *De Revolutionibus* erklärt das heliozentrische System, die übrigen fünf Kapitel enthalten technische Anweisungen zum Berechnen der Bahnen von Sonne, Mond und Planeten. Das Buch verkaufte sich gut, allerdings nicht wegen des ersten, sondern wegen der übrigen fünf Kapitel.

Das Werk war Papst PAUL III. gewidmet. Es warf vorerst keine hohen Wellen. Das hatte auch mit dem Vorwort zu tun. OSIANDER, der anonyme Autor, war Korrekturleser des Buches und ahnte wohl das explosive Potential: *De Revolutionibus* widersprach der Bibel. So schob er sein Vorwort als Kuckucksei ins Buch, es sagt: Seid ob dem neuen Weltmodell nicht beunruhigt, betrachtet es als eine mathematische Methode zur einfacheren Beschreibung der Planetenbahnen. – KOPERNIKUS konnte sich nicht mehr wehren; als das Buch erschien, lag er im Sterben. *De Revolutionibus* war bald der gesamten wissenschaftlichen Welt bekannt. Zum zentralen astronomischen Thema wurde das heliozentrische Universum aber erst mit JOHANNES KEPLER (1571-1630) und GALILEO GALILEI (1564-1642).

Das Gegenmodell des Tycho Brahe

TYCHO BRAHE (1546-1601) war der bedeutendste Beobachter des 16. Jahrhunderts. Er erkannte die Notwendigkeit einer Abkehr vom aristotelisch-ptolemäischen Bild des Himmels. Aber den kopernikanischen Vorschlag lehnte er ab und schuf ein eigenes Modell. Der Aufbau ist derselbe wie bei KOPERNIKUS. Doch statt die Sonne als ruhenden Körper zu betrachten, setzte BRAHE



Das Modell des Tycho Brahe von 1588. Die Erde steht ruhend in der Mitte. Um sie kreisen der Mond und die Sonne und in einer äussersten Schale die Sterne. Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn kreisen langsam um die Sonne und werden mit ihr jeden Tag einmal um die Erde geführt. (Bild: Tycho Brahe, *De Mundi Aetherei*. © ETH-Bibliothek Zürich, Sammlung Alte Drucke)

die Achse der Welt in die Erde. Die war nun wieder fixiert und das ganze Gebilde fegte einmal pro Tag um die Erde. Das tychonische Modell war während mehr als 100 Jahren das ebenbürtige Gegenmodell zu KOPERNIKUS; es wurde insbesondere von den Jesuiten adoptiert. – Tatsächlich gab es damals keine Beobachtungen, die eines der beiden Systeme als das bessere hätten zeigen können.

Kepler, der Begründer einer neuen Astronomie

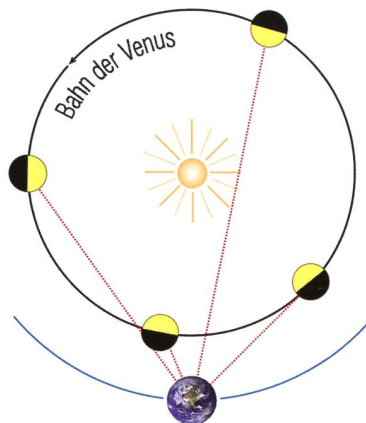
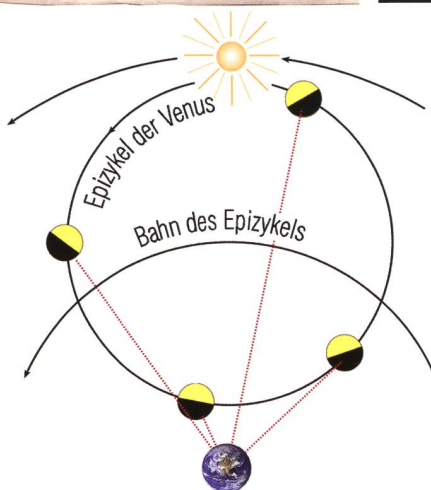
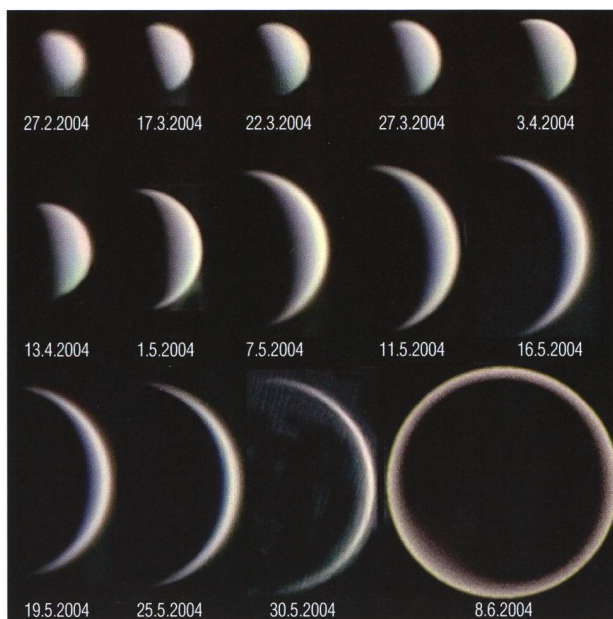
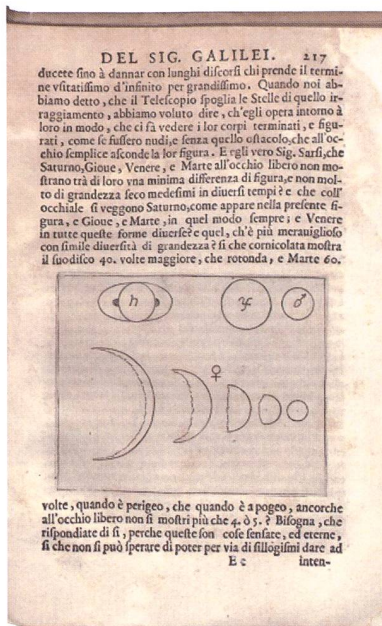
Nachdem TYCHO BRAHE wegen mangelnder finanzieller Unterstützung durch den neuen dänischen König sein Observatorium verlassen hatte, fand er in Kaiser RUDOLF II., der in Prag residierte, einen neuen Gönner. Dorthin lud er 1599 KEPLER zur Mitarbeit ein, der zögerte nicht und zog nach Prag.

KEPLER war ein hervorragender Mathematiker und damit genau der Mann den BRAHE benötigte, um seine Beobachtungen auszuwerten um, wie er hoffte, damit die Richtigkeit des tychonischen Systems zu beweisen. TYCHO BRAHE starb am 24.

Oktober 1601, die erneute Exhumierung im November 2010 soll helfen, die Umstände seines Todes zu klären. KEPLER wurde vom Kaiser zum Nachfolger bestimmt, nun war er kaiserlicher Mathematiker. KEPLER analysierte BRAHES lange Beobachtungsserie des Mars. In der *Astronomia Nova*, einem der bedeutendsten naturwissenschaftlichen Werke, warf KEPLER die fast 2000-jährigen Dogmen der immer gleichbleibenden Kreisbewegungen, an die auch KOPERNIKUS geglaubt hatte, über Bord und begründete eine neue Astronomie. Kepler bewies, dass die Planeten auf Ellipsen mit wechselnder Geschwindigkeit um die Sonne ziehen. Dieser Fund war derart revolutionär, dass selbst GALILEO ihn nicht akzeptierte. Er kam auch der Entdeckung der Gravitationskraft sehr nahe. So sah er in der Anziehungskraft des Mondes die Ursache von Ebbe und Flut. Er suchte nach den bewegenden Kräften im Universum und wurde dadurch zum ersten Astrophysiker. KEPLERS Werk ist ein wesentlicher Teil der kopernikanischen Wende. Er ging weit über KOPERNIKUS hinaus und war der Wegbereiter für NEWTONS Gravitationstheorie.

Galileo sieht, was andere nicht sahen

GALILEO ist aus anderem Holz geschnitzt als KEPLER. Die beiden Grossen empfanden Respekt für einander. Aber während KEPLER sich an jeder neuen Entdeckung begeistert freute, ob es seine eigene oder die eines Andern war, pflegte GALILEO eifersüchtig seinen Ruhm und verniedlichte was andere taten. Die Beiden waren die bedeutendsten Astronomen des 17. Jahrhunderts. KEPLER stellte die theoretische Astronomie auf eine neue Grundlage und suchte nach der Physik hinter den astronomischen Erscheinungen. GALILEO revolutionierte die Astronomie durch seine Beobachtungen mit dem Teleskop. Beide kämpften für die Freiheit der Forschung, unbehindert von religiösen Vorurteilen: Falls die Wissenschaft der Bibel widerspreche, so müsse die Bibel neu interpretiert werden. Als GALILEO von der Existenz eines Fernrohrs hörte und sich ein eigenes baute, war er nicht der erste, der die Sonnenflecken sah und er war vermutlich auch nicht der erste, der die Jupitermonde sah, aber er war der erste, der die weltanschauli-



Die Phasen der Venus beweisen: Ptolemäus liegt falsch. Links: Galleos Zeichnung der Venusphasen. Im oberen Band gibt er zudem seine Sicht von Saturn, Jupiter und Mars. Rechts: Teleskopaufnahmen der Venus vom 27. Februar bis zum 8. Juni 2004. Unten: Bei Ptolemäus (links) bewegt sich Venus immer zwischen Erde und Sonne, sie wird deshalb nur von hinten oder seitlich beleuchtet, nie von vorne. Bei Kopernikus kreist sie um die Sonne. Steht sie zwischen uns und der Sonne, so erscheint sie gross und dunkel, dann zunehmend heller und kleiner, bis sie als «Vollmond» hinter der Sonne verschwindet; das entspricht Galileos Beobachtungen. (Bilder: © ETH-Bibliothek Zürich, Sammlung Alte Drucke (links). Rechts: Stasis Kalyvas, © vt-2004 Photo archive ESO. Unten: © H. Nussbaumer, Revolution am Himmel)

che Bedeutung dieser Beobachtungen voll erfasste: sie widersprachen dem ptolemäisch-aristotelischen Weltbild. GALILEOS verstand es, seine Entdeckungen anschaulich und wirkungsvoll zu präsentieren, sie wurden zum Tagesgespräch der gebildeten Gesellschaft. Mit den Jupitermonden zeigte GALILEO, dass die aristotelische Behauptung, alle kosmischen Bewegungen hätten ihr Zentrum in der Erde, falsch war. Und als er im Herbst 1610 die Phasen der Venus fand – wohl seine bedeutendste Entdeckung – stand fest: Venus kreist um die Sonne und nicht um die Erde. Das alte aristotelisch-ptole-

lemäische Weltbild war offensichtlich falsch! Das war allerdings noch kein Sieg für KOPERNIKUS, denn das Modell von BRAHE erklärt die Venusphasen ebenfalls. GALILEO gab sich als Anhänger des Kopernikus zu erkennen. Den Widerspruch mit der biblischen Bewegung der Sonne wischte er beiseite, das sei eine zu enge Interpretation der Bibel. Damit rief er Kardinal BELLARMIN auf den Plan, der bereits bei der Verurteilung von GIORDANO BRUNO mitgewirkt hatte. GALILEO erhielt ein Verbot, kopernikanische Ideen zu verbreiten; er gehorchte. Zudem wurden 1616 *De Revolutionibus* und

1619 KEPLERS *Epitome* auf den Index der verbotenen Bücher gesetzt.

Als Kardinal MAFFEO BARBERINI 1623 als URBAN VIII. den päpstlichen Thron bestieg, witterte GALILEO Morgenluft. Er reiste 1624 nach Rom. Mit seiner Theorie über Ebbe und Flut wollte er die kopernikanische Lehre beweisen. Gott habe wohl noch andere Möglichkeiten Ebbe und Flut zu bewirken, antwortete der Papst. Da hatte er Recht: KEPLER vertrat eine viel bessere Theorie, die GALILEO aber als Kinderei bezeichnete. Immerhin einigten sich Papst und GALILEO: Er, GALILEO wird ein Buch über das ptolemäische und kopernikanische System schreiben, aber ganz deutlich die Überlegenheit des alten, ptolemäischen zeigen. Das ist – stark verkürzt – die Vorgeschichte zum *Dialogo*.

Dieser wurde eine offensichtliche Verteidigungsschrift für das kopernikanische Weltbild. Das war aber nicht die heldenhafte Tat eines Märtyrers der Wissenschaft; GALILEO war schlicht zum Opfer seiner eigenen Verblendung und Selbstüberschätzung geworden. Auf den *Dialogo* von 1632 reagierte Rom ohne Verzögerung. GALILEO wurde vor die Inquisition zitiert, im Februar 1633 traf er in Rom ein. Nach drei Verhören fiel das Urteil am 22. Juni. Kniend schwor er der kopernikanischen Lehre ab.

Als Busse erhielt er lebenslangen Hausarrest in seiner Villa in Arcetri bei Florenz. Sein Landgut lag nahe beim Kloster, in das er 1610 seine zwei noch minderjährigen Töchter gesteckt hatte. Mit der älteren der beiden stand er in enger Verbindung, 124 Briefe der Tochter an den Vater sind erhalten. Es war ihm ein harter Schlag, als sie 1634 starb. Er wandte sich wieder seinen physikalischen Forschungen zu. Mit den *Discorsi* schuf er das Werk, das ihm den Titel des Vaters der modernen Physik eintrug. Seine bekannteste Untersuchung galt dem freien Fall und dem Wurf, mit ihr entzog er der aristotelischen Physik den Boden.

Wo bleibt die Wende?

KEPLER war 1630 gestorben, GALILEO starb 1642. PTOLEMÄUS hatte ausgedient und ARISTOTELES war stark angeschlagen, aber noch war nicht entschieden ob BRAHE oder KOPERNIKUS der Wirklichkeit entsprach. Und mit GALILEOS Abschwörung hatte die Kirche nochmals ihre Befehlsgewalt bewiesen, aber die war nun auf die katholischen Gegenden beschränkt.

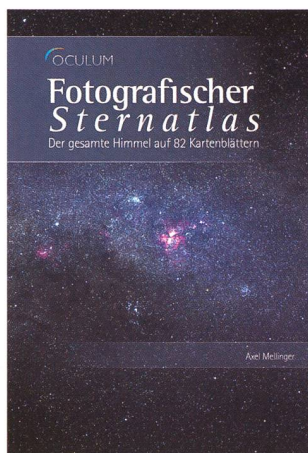
KEPLERS neue Astronomie gab viel genauere Resultate bei der Berechnung der Planetenbahnen als das ptolemäische, tychonische oder kopernikanische Modell, was die Abkehr von den scholastisch-aristotelischen Dogmen hin zu einer neuen Wissenschaft stark förderte. Aber noch 1651 publizierte der Jesuitenpater RICCIOLI ein TYCHO BRAHE nachempfundenes Gegenmodell zu KOPERNIKUS. In Frankreich wagte RENÉ DESCARTES (1596-1650) einen Frontalangriff auf die Schöpfungsgeschichte der Bibel, indem er unser Universum und selbst den Menschen als Produkt einer Entwicklung und nicht eines einmaligen Schöpfungsaktes beschrieb. In England zeigte NEWTONS Gravitationstheorie von 1687, dass die Erde um die Sonne und nicht die Sonne um die Erde zog. Der astronomische Beweis folgte 1728 mit der Entdeckung der Aberration durch BRADLEY. KOPERNIKUS hatte gewonnen. Aber bereits wusste man, dass seine Welt viel zu eng war. Die Sonne ist nicht das Zentrum des Universums, sondern einer unter unzählbar vielen Sternen.

Wesen der kopernikanischen Wende

Die kopernikanische Wende war weit mehr als die Ablösung des geozentrischen Weltbildes durch das heliozentrische, es war ein radikaler Paradigmenwechsel, eine verwirrende Änderung des Blickwinkels auf das Universum, und wir werden Zeugen der Emanzipation des Denkens aus den kirchlich vorgegebenen Dogmen zur eigenständigen Erkenntnis, wo Zweifel am Althergebrachten nicht mehr als sündhafter Hochmut, sondern als Merkmal des neuen Menschen der Renaissance und als Grundlage der wissenschaftlichen Forschung gilt.

Harry Nussbaumer

Institut für Astronomie ETH Zurich



Fotografischer Sternatlas

Der gesamte Himmel auf 82 Kartenblättern

Axel Mellinger & Ronald Stoyan

Oculum Verlag, 2010

ISBN: 978-3-938469-42-2

€: 39,90

In einem zweijährigen Projekt dokumentierte Axel Mellinger die Ansicht des gesamten Himmels. Das beeindruckende Ergebnis wurde nun in einem großformatigen Buch veröffentlicht.

Das Kartenmaterial, das heute Amateurastronomen zur Verfügung steht ist ausgesprochen vielfältig: Neben den klassischen drehbaren Sternkarten, die meist nur Sterne bis zur 4,5m Größenklasse enthalten, aber gerade wegen ihrer Übersichtlichkeit gute Begleiter bei einer Beobachtungsnacht sind, gibt es zahlreiche Versionen klassischer gedruckter Sternkarten und -atlanten in ganz unterschiedlicher Ausführung und auch sehr verschieden bezüglich der verzeichneten Objekte. Seit einigen Jahren stehen dem Interessenten zudem digitale, PC-basierte Sternkarten zur Verfügung, die auf eine grosse Fülle von Objektdaten im Internet zugreifen und so detailliert die Vorbereitung einer Beobachtungsnacht unterstützen – und erst seit kurzer Zeit sind auch digitale Sternkarten für Smartphones verfügbar, die iPhone & Co. zu nächtlichen Begleitern technikaffiner Beobachter machen. Einen gänzlich anderen Weg ist AXEL MEININGER bei seinem (zusammen mit RONALD STOYAN veröffentlichten) «Fotografischen Sternatlas» gegangen: AXEL MEININGER machte sich die Möglichkeiten aktueller grossformatiger CCD-Chips zu Nutze um einen fotografischen Sternatlas des gesamten Himmels zu erstellen. Das Unterfangen kann nicht nur durch sein nun publiziertes Ergebnis und dessen hohe grafische Qualität beeindrucken, sondern auch durch das dahinterstehende Projekt der Erstellung der Sternkarten: Zwei Jahre lang bereitete MELLINGER die Nord- und die Südhalbkugel um an geeigneten, d.h. dunklen, Aufnahmeorten in Südafrika und den USA seine digitale Astrokamera SBIG STL-11000 aufzubauen und mit einem 50mm-Objektiv den Himmel in insgesamt mehr als 3000 Aufnahmen zu dokumentieren. Rein rechnerisch bildet die Aufnahmeoptik in Verbindung mit

dem 24 mm x 36 mm grossen Chip der CCD-Kamera ein Bildfeld von 40 x 37 Grad ab, bedingt durch die notwendigen Überlappungen der Bilder mussten 70 verschiedene Himmelsausschnitte fotografiert werden, jeweils 5 Aufnahmen mit Rot-, Grün- und Blaufilter und jeweils mit drei unterschiedlichen Belichtungszeiten. Die enorme Fülle der so gewonnenen Daten (rund 70 Gigabyte) wurde anschliessend (halb-)automatisiert verarbeiten und zu einem einzigen Bild zusammengefügt: Das so entstandene Himmelspanorama weist die beachtliche Auflösung von 36000 x 18000 Bildpunkten auf. Dieses Bild bildet die Grundlage des «Fotografischen Sternatlas»: Neben einer kurzen Einführung in die Entstehung des Atlases und einem umfangreichen Objektverzeichnis bilden 82 Kartenblätter das Herz des Atlas: Auf den tiefen Fotografien sind Sterne bis zu 14 Grössenklasse abgebildet, 2500 Sterne/Doppelsterne sind namentlich identifiziert und markiert. Zudem sind fast 1600 Deep Sky-Objekte verzeichnet. Alle Kartenblätter sind sowohl als unbeschriftete Farbaufnahme enthalten, als auch (jeweils direkt auf der gegenüberliegenden Seite) als invertierte und beschriftete Aufnahme (hierbei handelt es sich um die inverse Darstellung des Rotauszugs, so dass sich in dieser Darstellung die Nebelgebiete besonders deutlich abzeichnen). Fazit: Der handwerklich und grafisch überzeugende «Fotografische Himmelsatlas» ist ein Atlas, der sich gleichermassen zur Vorbereitung einer Himmelsführung eignet, wie auch dazu, an einem bewölkten Tag den Blick einfach über die beeindruckenden Fotos schweifen zu lassen und den Himmel in einer tiefen und detailreichen Ansicht zu geniessen, wie wir ihn über Mitteleuropa nur selten noch vorfinden. (udit)