



Die Himmelspolizey

AVL Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V.



46

04/16

ISSN 1867-9471

Schutzgebühr 3 Euro,
für Mitglieder frei

SCHMUCKKÄSTCHEN AM HIMMEL

Sternhaufen

ASTRONOMISCHE ABENTEUER AUF DEN GEWÜRZINSELN

Die Sonnenfinsternis vom 9. März 2016

Die Himmelspolizey
Jahrgang 12, Nr. 46
Lilienthal, April 2016

INHALT

Die Sterne	3
Sternhaufen - Funkelnde Vielfalt am Nachthimmel. Teil 1	4
Positionsbestimmung	
Eine Erzählung über die Reise des Planeten Erde vom Mittelpunkt des Weltalls zur Randerscheinung (Teil 2).....	8
Handhabung eines APO-130-Refraktors mittels Autoguiding und Cudzi-Maske	14
200. Todestag von Johann Hieronymus Schroeter	20
First Light am 27-Füßer	24
Was machen die eigentlich?	
Die Chandrasekar-Grenze.....	25
Das Schaltjahr - oder warum Peter nur alle vier Jahre Geburtstag hat	26
Impressum	28
Neues aus der AVL-Bibliotheksecke	29
Geister, gegrillte Hunde und „Gerhana Matahari“	
Durch Indonesiens Inselwelt zur Sonnenfinsternis.....	30

Unser Titelbild zeigt den Perlschnur-Effekt am Ende einer totalen Sonnenfinsternis. Der Mond löst sich gerade vom Sonnenrand, und die ersten Sonnenstrahlen erreichen wieder die Erdoberfläche. Doch noch scheint die Sonne erst durch die Täler der Mondoberfläche hindurch. Dort, wo Berge stehen, wird das Licht noch blockiert. Der Beobachter auf der Erde sieht für wenige Sekunden einzelne Lichtflecken, die sich wie an einer Schnur aufgereiht an der Sonnenoberfläche entlangziehen. Am Ende dieser Ausgabe lesen Sie mehr über Alexander Alins Reise nach Indonesien, um die letzte Sonnenfinsternis zu beobachten.

Da der Astronom zur Beobachtung gerne mal ein Teleskop benutzt, berichtet Kai-Oliver Detken über seine Erfahrungen mit einem Apochromaten. Einem Beispiel für die Objekte, die man dabei zu sehen bekommt und natürlich fotografiert, widmet sich Gerald Willems in seinem Artikel über Sternhaufen.

Und auch die Geschichte der Astronomie, nicht nur hier in Lilienthal, wird in dieser Ausgabe der Himmelspolizey wieder beleuchtet.

Titelbild: Alexander Alin. Sonnenfinsternis vom 9. März 2016. Belichtungszeit 1/250 Sek. bei f/11, 600 mm Brennweite.



Die Sterne, liebe AVL-Mitglieder und Freunde, sind nach ihrer Geburt alles andere als „Einzelwesen“. Ganz im Gegenteil, sie kommen in ganzen Gruppen oder sogar Haufen zur Welt und bleiben eine gewisse Zeit beieinander. Sie formieren sich in so genannten Molekülwolken. Diese Ansammlungen von Gas und Staub verdichten sich durch ihre eigene Schwerkraft und bilden dabei Nester, in denen sich diese Materie so verdichtet, dass es zu einem regelrechten Kollaps kommen kann. Das ist der Moment, indem ein neuer Stern sein atomares Feuer zündet und beginnt, sich von seiner noch um ihn herum befindlichen Gaswolke zu befreien. Er, bzw. sie blasen mit ihren Sternwinden Gas und Staub fort und werden nun als Sternhaufen für uns sichtbar. Es ist ein komplexer Prozess, von dem man meinen könnte, er wäre nur für uns so erschaffen worden, damit wir daran teilnehmen dürfen. Das ist er natürlich nicht – aber es ist ein Prozess, der andauert und in zahlreichen Bereichen der Milchstraße zu beobachten ist.

In diesem Heft möchte ich dieses Thema einmal etwas genauer unter die Lupe nehmen. In zwei Teilen sollen Sternhaufen und ihre unterschiedlichen Erscheinungsformen behandelt werden. Es ist auch mal wieder eine schöne Gelegenheit, unseren Beobachtern diese Objektkategorie näherzubringen. Denn Sternhaufen sind dankbare Objekte wenn es darum geht, sie überhaupt beobachten zu können. Bei ihnen müssen die Dunkelheit des Himmels und die Durchdicht der Atmosphäre nicht von so großer Qualität sein, wie wir es bei Galaxien und Nebelgebieten kennen. Auch die kommenden hellen Nächte eignen sich, Sternhaufen zu beobachten. Daher mein Aufruf an euch, sich dieser vielfältigen Gattung von Deep-Sky-Objekten einmal gezielt zuzuwenden. Bleibt noch zu erwähnen, dass Sternhaufen, sofern es sich um die Gruppe der offenen Sternhaufen handelt, ihren Familienverband beizeiten verlassen und später nicht mehr als zusammengehörige Objekte erscheinen.

Liebe Freunde, in diesem Jahr hatten wir unsere Jahreshauptversammlung mit der satzungsgemäßen Neuwahl des Vorstands verbunden. Drei Mitglieder des Vorstands und zwei Mitglieder des erweiterten Vorstands mussten neu gewählt werden. Wir werden also unsere Aufgaben neu ordnen und verteilen müssen. Unser Dank gilt dabei den ausscheidenden Vorstandsmitgliedern, denen ich auch an dieser Stelle für ihren Einsatz danken möchte. Die drei Positionen, die neu belegt werden mussten, betreffen den Schriftführer, den Schatzmeister und die Öffentlichkeitsarbeit. Mit Jürgen Gutsche als Schatzmeister haben wir einen Fachmann für Finanzielles gefunden. Die Schriftführung wird Jürgen Ruddek übernehmen, der in diesen Dingen bereits Erfahrung hat. Die Öffentlichkeitsarbeit übernimmt Peter

Bielicki, bei dem wir uns freuen, eines unserer jüngeren Mitglieder gefunden zu haben. Auf der planmäßigen Mitgliederversammlung haben wir diese Positionen neu gewählt und nun müssen sich diese Drei in ihre Aufgaben einarbeiten. Der weitere Vorstand, bestehend aus Kai-Oliver Detken als zweiter Vorsitzender wie bisher und mir selber. An dieser Stelle möchte ich mich für euer Vertrauen bedanken. Dass wir im Vorstand unsere Aufgaben bewältigen konnten, liegt nicht zuletzt an eurer Unterstützung. Bitte unterstützt den neuen Vorstand in gleicher Weise.

Weiterhin ist der Erweiterte Vorstand neu gewählt worden. Ernst-Jürgen Stracke, der als Kassenwart ausscheidet, Eugen Bechmann, dessen besonnene Art wir gut gebrauchen können, Alexander Alin und Volker Kunz, deren beider Erfahrungen wertvoll für den Vorstand sind, bilden diesen Erweiterten Vorstand. Schön, dass wir euch gewinnen konnten.

Nun noch zu unserem neuen Dauerthema:

Der eine oder andere kann es vermutlich nicht mehr hören. Dennoch möchte ich erneut auf das Projekt Telescopium eingehen, das inzwischen so weit vorangeschritten ist, dass der reguläre Betrieb beginnen kann. So ganz langsam formiert sich etwas wie eine Betreuergruppe. Es ist zwar nicht das, was ich selber gerne gesehen hätte, es ist aber immerhin ein Kreis von Mitgliedern entstanden, der bereit ist, sich um den Betrieb des riesigen Fernrohrs zu kümmern. Ich möchte mich natürlich nicht endlos wiederholen, dennoch rufe ich alle dazu auf, da, wo es möglich ist, diese Projekt zu unterstützen. Schließlich haben wir mit der AVL seit über 15 Jahren bereits vielfältige Aufgaben übernommen, die fast gänzlich in Öffentlichkeitsarbeit enden. Das ist ein Beitrag für die Kultur- und Freizeitwelt in der Lilienthaler Region, der nicht zu unterschätzen ist. Mit dem Telescopium kommt nun eine Aufgabe dazu, die, so stellt es sich nun heraus, sich noch mehr auf die Mitwirkung der AVL stützen soll. Denn die ursprünglich im Boot befindliche Betreibergesellschaft, der Macht Wissen AG, steht nicht mehr zur Verfügung. Ich hoffe und wünsche, dass unsere AVL bei diesem Projekt eine Rolle übernimmt, die angemessen und zu bewältigen ist.

Liebe AVL-Mitglieder, liebe Freunde,

ich wünsche euch allen einen schönen astronomischen Frühling.

Herzliche Grüße,

Gerald Willems, Vorsitzender

STERNHAUFEN – FUNKELNDE VIELFALT AM NACHTHIMMEL. *Teil 1*

VON GERALD WILLEMS, Grasberg

Auf die Frage, was man nachts am Himmel sieht, würde wohl jeder antworten: den Mond und die Sterne. Nun, den Mond sehen wir nicht immer bzw. unvollständig, die Sterne sind des Nachts aber immer sichtbar – einen einigermaßen klaren Nachthimmel vorausgesetzt. In einigen Bereichen des Nachthimmels bemerkt bereits unser bloßes Auge, dass es Gebiete gibt, in denen sich Sterne zu einer Gruppierung angeordnet haben. Da sind die bekannten Plejaden und die Hyaden im Stier und dann war es das auch schon, was uns ohne Sehhilfe auffällt. Vielleicht sollte man noch den großen Sternhaufen im Krebs, die Präsepe (Messier 44), nennen. Da der Krebs aber selber schon kaum erkennbar ist, fällt die Präsepe ebenfalls kaum auf. Nehmen wir einen Feldstecher zu Hilfe, ändert sich das augenblicklich. Ein Blick auf die Bereiche der Milchstraße zeigt uns nun, dass es unzählige mehr oder weniger diffuse Lichtflecken gibt, die bei näherer Betrachtung als eine Anhäufung von Sternen zu erkennen sind. Ein Blick durch ein Fernrohr zeigt nicht selten bis zu hundert Sterne, die einer solchen Anhäufung anscheinend angehören. Diese Gattung kosmischer Objekte möchte ich nun etwas genauer betrachten.

Zwei grundverschiedene Arten von Sternhaufen

Wir unterscheiden zwei Arten von Sternhaufen, die nicht verschiedener sein können. Das, was wir mit einem Feldstecher im Bereich der Milchstraße finden, sind die so genannten „offenen Sternhaufen“. Sie bilden ein lockeres Erscheinungsbild und scheinen mehr oder weniger konzentriert und ein wenig „wie zufällig angeordnet“ zu sein. Dieser Eindruck täuscht nicht. Offene Sternhaufen befinden sich von uns aus gesehen ausnahmslos im Bereich der Milchstraße, an deren äußeren Bereiche wir uns mit der Erde und dem Sonnensystem ebenfalls befinden. Könnten wir auf die Spiralstruktur der Galaxis draufblicken, würden wir diese offenen Sternhaufen innerhalb der Spiralarms vorfinden. Die Entfernung zu offenen Sternhaufen wird damit von der Ausdehnung der Galaxienspirale bestimmt und beträgt zwischen einigen hundert bis einigen Tausend Lichtjahren. Geschlossene Sternhaufen gibt es übrigens nicht.

Bei der anderen Sorte Sternhaufen verhält es sich anders. Kugelsternhaufen erscheinen nicht nur in der Form einer Kugel, sie sind tatsächlich so geformt. Könnte man einen dieser Kugelhaufen mit einem Raumschiff umfliegen, so würden wir von allen Seiten diese Kugelgestalt sehen. Bei einem offenen Stern-



Abb. 1: Messier 13 ist für uns auf der Nordhalbkugel lebende der größte und schönste Kugelsternhaufen. Man schätzt die Anzahl seiner Sterne auf viele Hunderttausend – bis zu einer Million ist schon ermittelt worden. M 13 befindet sich wie alle Kugelhaufen im Halo der Milchstraße und ist ca. 25 000 Lichtjahre entfernt.

Alle Bilder vom Autor.

haufen sähen wir aus jeder Perspektive eine andere Anordnung der Sterne. Kugelhaufen befinden sich nicht innerhalb der Spiralarms. Größere Galaxien sind von einem kugelförmigen Halo umgeben, der sich bis weit außerhalb der eigentlichen Galaxie in den Kosmos erstreckt – so auch bei unserer Milchstraße. In diesem Halo müssen wir uns Kugelsternhaufen vorstellen. Das ist auch

der Grund, warum die Entfernungen zu Kugelhaufen deutlich größer sind. Von 25.000 bis zu 50.000 Lichtjahren betragen die Entfernungen zu Kugelhaufen in der Milchstraße. In dieser Betrachtung sind allerdings nur die bekannten Vertreter enthalten. Der Halo der Milchstraße befindet sich natürlich auch in Bereichen, die von der Milchstraße selber verdeckt werden. Damit können wir annehmen,



Abb. 2: Vollinder 399, der so genannte Kleiderbügel-Sternhaufen. Es ist ein locker aufgebauter offener Sternhaufen, der vor allem durch seine hellen Sterne auffällt. Sobald die Sternkonstellation an Figuren des Alltagslebens erinnern, bekommen kosmische Objekte nicht selten Namen. In diesem Fall eben Kleiderbügel-Sternhaufen. Collinder 399 ist nur ca. 300 Lichtjahre von uns entfernt.

dass es weitere Kugelhaufen auch in noch größeren Entfernungen zu uns gibt. Soviel vorab zu den grundlegenden Fakten.

Kugelsternhaufen – was macht sie für uns so interessant? Betrachtet man einen Kugelhaufen (Abb. 1), so erscheint er kompakt und aus unzähligen Sternen zu bestehen. Einige Hunderttausend, bis zu einer Million Einzelsterne kann ein Kugelhaufen enthalten. Betrachtet man die Helligkeit einzelner Sterne, so stellt man fest, dass es sich um sehr leuchtschwache Sterne handelt, die fast nie an die Helligkeit der Sterne eines offenen Sternhaufens heranreichen. Die Lichtspektren der enthaltenen Sterne (im 2. Teil dazu mehr) zeigen, dass sich kaum schwere Elemente gebildet haben. Die Einzelmasse eines Sterns beträgt bei Kugelhaufen oft nur den Bruchteil einer Sonnenmasse. Entsprechend langsam laufen dort die Fusionsprozesse ab und entsprechend alt können Sterne innerhalb eines Kugelhaufens werden. Ein großer Teil dieser Sterne gehört zur so

genannten Population II. Damit wird nachgewiesen, dass Kugelhaufen mit einem Alter von bis zu ca. 14 Milliarden Jahren zu den ältesten Objekten im Universum gehören und damit fast so alt

sind wie unser Universum selber. Dass Astronomen sich für diese „Spezies“ besonders interessieren, wird damit sicher deutlich. In diesem Zusammenhang möchte ich anmerken, dass nahezu alle für uns sichtbaren Sterne der Population I angehören. Sie bilden die jüngste Generation Sterne, die bereits schwere Elemente, bis hin zum Eisen, ausbilden konnten. Sterne der Population III, die sehr bald nach der Entstehung des Universums entstanden sein mussten, hat man bis heute nicht nachweisen können. Auffällig bei Kugelhaufen ist die Verteilung der Sterne unterschiedlicher Farbe. Vergewährtigen wir uns, dass Kugelhaufen sehr alt sind, leuchtet es ein, dass es dort zahlreiche gelbliche Sterne gibt. Mit ihrer geringen Masse sind sie zwar noch leuchtkräftig, durch ihr großes Alter aber schon weit in ihrer Entwicklung fortgeschritten. Ältere Sterne erscheinen generell farblich ins Rötliche versetzt. Die gelbliche Färbung erscheint damit plausibel. Wir sehen aber bei den meisten Kugelhaufen auch bläuliche Sterne; wie passt das zusammen? Nun, die Sternen-



Abb. 3: h und chi persei (NGC 869 und NGC 884, der Doppelhaufen im Perseus. h und chi stellen wohl einen der schönsten und eindrucksvollsten offenen Sternhaufen dar. Zwar kann man diese beiden bereits mit dem bloßen Auge erkennen, entfalten aber erst im Fernrohr bei kleiner Vergrößerung ihre unbeschreibliche Pracht. h und chi sind ca. 6800 Lichtjahre von uns entfernt.

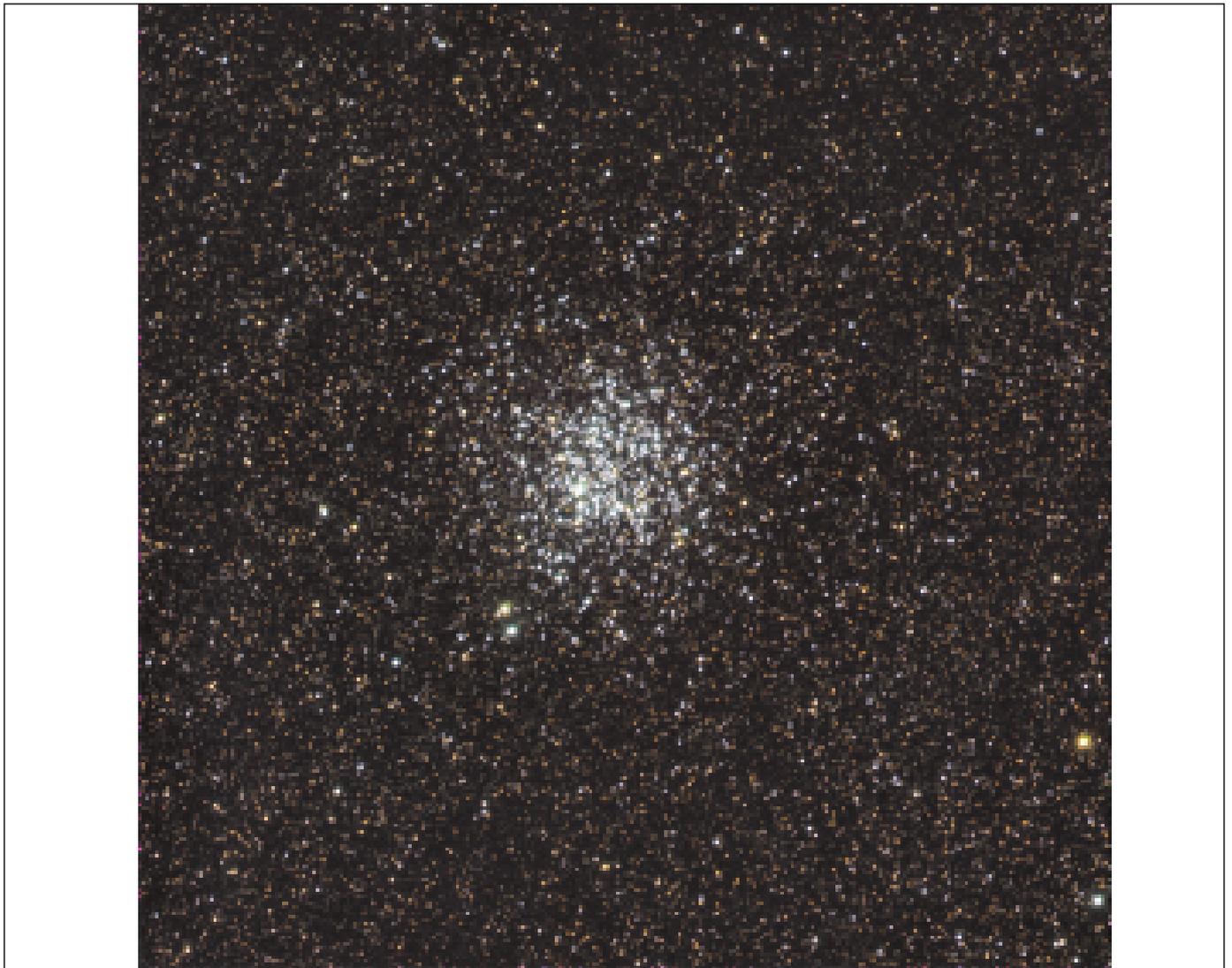


Abb. 4: Messier 11, der Wildentsternhaufen im Sternbild Schild. Mitten in der Milchstraße gelegen bildet dieser schöne kompakte Sternhaufen eine auffällige Erscheinung. Man könnte ihn fast für einen Kugelhaufen halten, so dicht sind die Sterne darin angeordnet. M 11 ist ca. 6000 Lichtjahre entfernt und enthält die beachtliche Zahl von 2900 Einzelsternen.

dichte innerhalb eines Kugelhaufens ist um das mehrere Tausendfache höher als in der Umgebung unserer Sonne. Und bis zu einige hundertmal so hoch wie in einem offenen Sternhaufen. Ich denke, das macht verständlich, dass es zu nahen Begegnungen zwischen den enthaltenen Sternen kommt. Dabei kann es passieren, dass Materie von einem Stern auf den anderen übergeht. Einem bis dahin rötlich erscheinenden Stern, der seinem Ende entgegengeht, wird damit regelrecht neues Leben eingehaucht und er beginnt erneut leuchtkräftig im blauen Bereich des Lichtspektrums zu strahlen. Einen weiteren Aspekt sollte man bei Kugelhaufen beachten. Durch das hohe Alter wurde in einem Kugelhaufen das Materi-

al, das diesen Haufen einmal gebildet hat, verbraucht. Aus dem bereits erwähnten äußerst materiarmeren Halo der Galaxis, kann weitere Sternentstehung nicht ausgelöst werden. Ich denke, damit wird deutlich, warum Kugelhaufen so interessant für Astronomen sind. Die Möglichkeit, Sterne zu untersuchen, die fast so alt sind wie das Universum selber, ist für die Fachastronomie und für uns Amateure einer der spannendsten Bereiche der Forschung.

Offene Sternhaufen Im Gegensatz zu den Kugelhaufen entstehen die enthaltenen Sterne eines offenen Sternhaufens innerhalb der Spiralarme der Milchstraße, bzw. einer Galaxie. An Orten, die genug

Materie in Form von Gas und Staub enthalten, verklumpt die Materie und ballt sich unter der eigenen Gravitation immer weiter zusammen. Der Druck in dem sich langsam bildenden Protostern wird immer größer und schließlich erreicht die Temperatur Größen, die das atomare Feuer entfachen. Auf diese Weise entstehen ganze Familien von neuen jungen Sternen. Oft sind sie noch innerhalb der Molekülwolke verborgen, werden aber im weiteren Verlauf mit ihren Sternwinden die Nebelanteile fortblasen.

Offene Sternhaufen und Gasnebel Eine der faszinierendsten Objektgruppen der Milchstraße sind Gasnebel. Wie bereits angemerkt, entstehen Sterne inner-

halb von Molekülwolken. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um molekularen Wasserstoff, der sich bei sehr niedrigen Temperaturen zu Molekülen anordnet. Eine Molekülwolke kann ungeheure Ausmaße annehmen, die mehrere hundert Lichtjahre betragen kann. Durchsetzt ist sie von winzigen Staubpartikeln, die dafür sorgen, dass Licht absorbiert wird und Sterne von dieser Wolke verdeckt werden. Unzählige Beispiele von leuchtenden Wasserstoffwolken zeigen uns, dass innerhalb dieser Gasgebiete noch ganz andere Prozesse ablaufen müssen. Es sind die jungen, heißen gerade entstandenen Sterne, die mit ihrer UV-Strahlung Wasserstoffatome ionisieren und damit zum Leuchten anregen (Abb. 5). Offene Sternhaufen und Molekülwol-

ken sind etwas, was immer zusammen gehört. Auch, wenn man von der ursprünglichen Molekülwolke kaum noch etwas erkennt. Im weiteren Verlauf verteilen sich die Sterne im Raum. Das erklärt, dass es sich bei offenen Sternhaufen, wie wir sie heute vorfinden, um eher junge Objekte handeln muss. Spannend wird es, wenn wir verschiedene offene Sternhaufen miteinander vergleichen. Im Gegensatz zu Kugelhaufen weisen offene Sternhaufen sehr unterschiedliche Erscheinungsbilder auf. In einigen Fällen sind sie so dicht mit Sternen angeordnet, dass man sie von Kugelhaufen kaum unterscheiden kann (Abb. 4). In anderen Fällen erkennt man sie kaum in der Fülle von Sternen der Milchstraße (Abb. 2). Sind sie weit ent-

fernt, erscheinen sie schwach und mitunter rötlich, oder sie nehmen beträchtliche Bereiche des Himmels ein, wie es im Beispiel der Päsepe im Krebs ist. Ganz besonders eindrucksvoll erscheint dabei der Doppelhaufen η und χ im Perseus (Abb. 3), der allerdings erst bei der Betrachtung im Fernrohr seine Pracht entfaltet.

Die Sterne eines Sternhaufens genauer zu betrachten soll Gegenstand der Fortsetzung im 2. Teil sein. Dazu wollen wir uns der grafischen Darstellung der Leuchtkräfte und Farben zuwenden. Das Hertzsprung-Russel-Diagramm und das Farben-Helligkeits-Diagramm geben Aufschluss über weitere Zusammenhänge der verschiedenen Sternhaufen.

Mehr dazu also im 2. Teil.



Abb. 5: Melotte 15 im Herznebel IC 1805. Im Sternbild Kassiopeia befindet sich der leuchtende Gasnebel IC 1805. Das Leuchten des Wasserstoffgases wird durch den offenen Sternhaufen Melotte 15 (im rechten Bildteil) durch starke UV-Strahlung angeregt. Hier sind die Prozesse der Sternentstehung noch aktiv. Der Herznebel mit Melotte 15 sind ca. 7500 Lichtjahre entfernt.

POSITIONSBESTIMMUNG

Eine Erzählung über die Reise des Planeten Erde vom Mittelpunkt des Weltalls zur Randerscheinung (Teil 2)

VON PETER KREUZBERG, Achim

Das Ende der himmlischen Kreise

Brahe war es, dem es vergönnt war, ein unvergleichliches himmlisches Schauspiel zu erleben. Am 11. November 1572 erblickte Brahe einen so hell scheinenden Himmelskörper, dass er der Venus gleichkam. Die Leuchterscheinung stand im Sternbild Kassiopeia. Ein Fixstern konnte es nicht sein – ja, durfte es nicht sein. Die Fixsterne waren unveränderlich und zeigten seit ewig ihre Beständigkeit. Ein ganzes Jahr leuchtete die geheimnisvolle Erscheinung am Himmel. Brahes Versuche, eine Bewegung des Himmelskörpers nachzuweisen, waren erfolglos. Seine Position in Bezug auf die übrigen Sterne blieb unverändert. Schließlich ordnete Brahe diese Erscheinung nun doch der Fixsternebene zu. Es konnte nicht anders sein. Somit war die Unveränderlichkeit der Fixsterne, die seit Aristoteles zur festen Weltanschauung gehörte, erstmals durchbrochen. Brahe beobachtete eine Supernova, einen explodierenden Stern.

Mit dem Kometen von 1577 und dessen

Bahnvermessung kamen Brahe erstmals ernsthafte Zweifel am Geozentrischen Weltbild des Ptolemäus. Entgegen der Ansicht aller Astronomen, ordnete Brahe die Kometen in der planetaren Sphäre an und nicht als atmosphärische Erscheinung zwischen Erde und Mond. Getreu seinem Wahlspruch „Weder hohe Ämter noch Macht, einzig die Zepter der Wissenschaft überdauern“, setzte er sich über den Spott seiner astronomischen Zeitgenossen hinweg.

Johannes Kepler arbeitete während des letzten Lebensjahres von Brahe als mathematischer Assistent bei Brahe in Prag. Sie verstanden sich nicht gut. Der aufbrausende Brahe war in seinem Wesen und seiner Arbeitsweise so ziemlich das Gegenteil von Kepler. Erst nach dem Tode Brahes, im Oktober 1601, standen Kepler sämtliche Aufzeichnungen zur

Verfügung. Besonders jene über viele Jahre aufgezeichneten Positionen des Mars (s. Abb. 8). Kepler erkannte nach jahrelangen Auswertungen, dass die Positionsdaten des Mars keiner Kreisform entsprachen. Sie wichen um einige Grad von einer Kreisform ab. Die Bahn des Mars glich eher einem Oval. Damit konnten auch die unterschied-

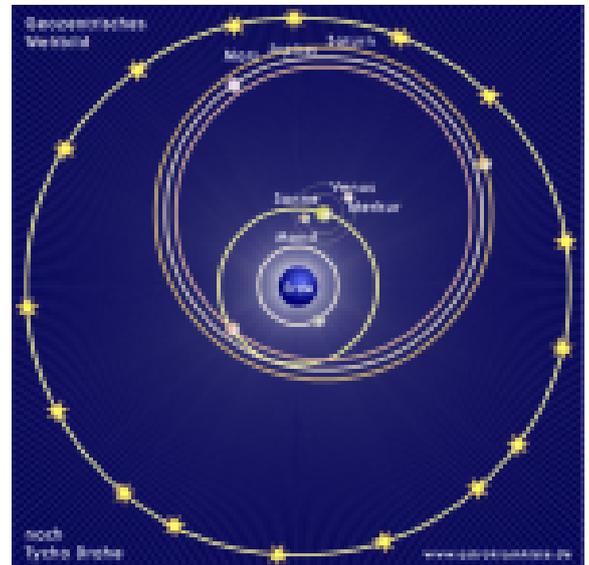


Abb. 7: Das Weltbild des Tycho Brahe
Quelle: s. Bilderverzeichnis

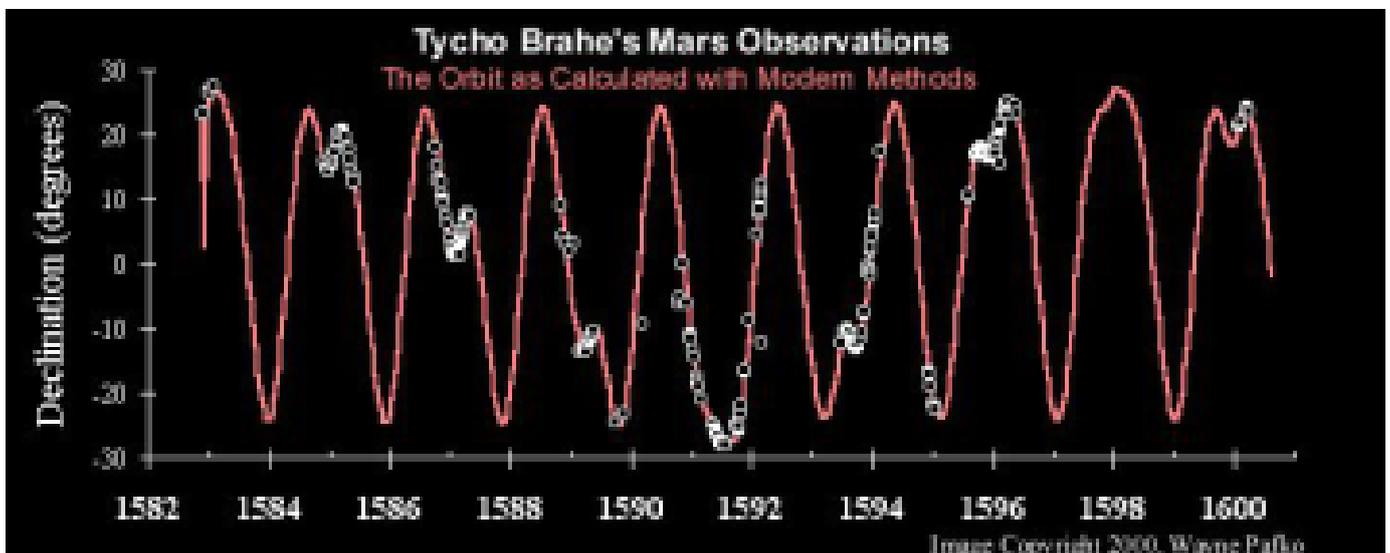


Abb. 8: Der Datenschatz Brahes über die Bahn des Planeten Mars. Quelle: s. Bilderverzeichnis

lichen Bahngeschwindigkeiten erklärt werden, die den Astronomen schon zu Kopernikus Zeiten bekannt waren. Wenn die Position der Sonne nicht die der Mitte einer Kreisbahn war, sondern die, einer in der ovalen Bahn des Planeten versetzte, war Kepler klar, dass immer dann, wenn die Bahngeschwindigkeit eines Planeten zunahm, sich der Planet dem sonnennächsten Punkt seiner Bahn näherte. Die wie immer geartete Anziehungskraft der Sonne, deren Wesen zu dieser Zeit noch der Erklärung Newtons harnte und zu Keplers Zeiten von „magnetischer Art“ war, beschleunigte die Planeten auf ihrem sonnennahen Weg und verlangsamte ihren Lauf auf ihrem weiteren Weg zum sonnenfernsten Punkt der ellipsenförmigen Bahn. Dies einmal verinnerlicht, bedurfte es keinerlei Epizyklen-Kunststückchen mehr, die Nikolaus Kopernikus in sein Heliozentrisches Weltbild einbaute, um genau diesen Effekt zu beschreiben (s. Abb. 9). Johannes Kepler schuf die berühmten drei Planetengesetze, mit deren Hilfe heute noch die Bahnen der natürlichen und künstlichen Himmelskörper berechnet werden können. Vor allem das dritte Gesetz, die entdeckte Proportionalität zwischen den Umlaufzeiten der Planeten und ihren Abständen zur Sonne, war eine unglaubliche Leistung. Man bedenke, dass als Basis hierfür „nur“ umfangreiche Tabellen von Positionsdaten der Planeten zur Verfügung standen, Positionsdaten, die über nahezu Jahrzehnte hinweg gemessen und aufgeschrieben wurden. Tabellenarbeit ohne Computer – heute wirklich kaum vorstellbar und vielleicht auch nicht mehr zu leisten.

Keplers Berechnungen machten endgültig Schluss mit der Harmonie der Bewegungen der Himmelskörper, die sich seit der Antike in wohlgeformten göttlichen Kreisen manifestierte. Und wieder rückte die Stellung der Erde und damit die Stellung des Menschen aus

dem Zentrum. Seine Berechnung machte Kepler ohne dass er jemals durch ein Fernrohr schaute. Das tat er erst 1611 und gleich mit einer Eigenkonstruktion: dem heute bekannten Kepler-Teleskop.

Blick durchs Schlüsselloch
Das eine gute Brille dabei helfen kann, ohne Unfälle durch die Welt zu laufen, ist allgemein bekannt. Dass eine Sehhilfe aber auch ein Fenster für die Sicht auf eine neue Welt sein kann, wissen wir

seit der Erfindung des Fernrohrs. Wer es erfunden hat, ist nicht genau einem einzigen klugen Menschen zuzuordnen, sondern vielmehr zwangsläufiges Ergebnis einer 250jährigen Entwicklung. Konvexe und konkave Linsen zum besseren Sehen zu verwenden, waren schon seit dem 13. Jahrhundert bekannt. Die Niederländer haben sich hier besonders hervorgetan. Jedenfalls meldete ein Herr Hans Lippershey im Jahre 1608 bei der niederländischen Regierung das Fernrohr als Patent an. Um es auch an dieser Stelle deutlich hervorzuheben: Galileo Galilei ist nicht der Erfinder des Fernrohrs. Er hat es aber die Menschen eine kurze Zeit lang glauben lassen. Galilei besorgte sich Linsen und verbesserte das holländische Fernrohr. Galilei war auch nicht der erste, der das Fernrohr in den Himmel richtete, dies nur der Vollständigkeit halber. Zum Beispiel war ein Franke, Arzt und Astronom, Simon Marius, ebenfalls mit dem Fernrohr am Himmel unterwegs. Seine Veröffentlichungen hierüber erfolgten aber später als die des Galilei, der es nicht versäumte, Herrn Marius umgehend des Plagiats zu bezichtigen. Typisch für Galilei.

Die Geschichte Galileis ist bedeutsam für den Schritt der Menschen in ein neues Weltbild. In dem Augenblick, als Galilei die Objekte des Himmels mit seinem

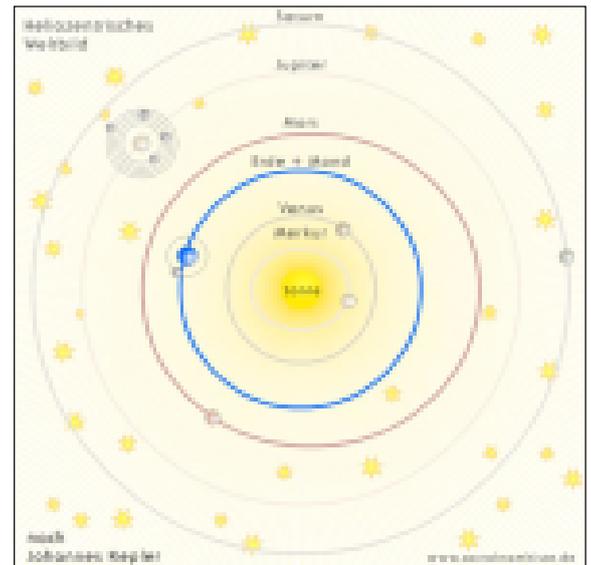


Abb. 9: Das Weltbild des Johannes Kepler
Quelle: s. Bilderverzeichnis

Fernrohr betrachtete, wurde trotz des Widerstandes der katholische Kirche, dem Geozentrischen Weltbild endgültig der Todesstoß versetzt. Wenn auch nicht sofort, so war die Erkenntnis über die Bedeutung dessen, was im Fernrohr zu sehen war, nicht zu leugnen. Dies wird am Beispiel der Beobachtung des Planeten Jupiter besonders deutlich, den Galilei am 7. Januar 1610 das erste Mal mit seinem Fernrohr anvisierte. Galilei entdeckte, dass der Jupiter von vier kleinen Pünktchen begleitet wurde, die bei längerer Beobachtung über mehrere Nächte eine deutliche Bewegung um den Jupiter herum vollzogen (s. Abb. 10). Wie kann das sein? War nicht die Erde im Zentrum des Weltalls und bewegten sich nicht alle Himmelskörper um die Erde herum? Hier gab es einen Planeten, der eigene Begleiter hatte. Es war also offensichtlich, dass auch andere Planeten Zentrum einer Bewegung für Himmelskörper sein konnten. Das verstieß so eklatant gegen das herrschende Weltbild, dass man sich die Aufregung Galileis sehr gut vorstellen kann. Aber das sollte nicht die einzige Beobachtung bleiben, welche gegen die Weltenordnung verstieß. Galilei beobachtete die Phasen der Venus, die also offenbar um die Sonne kreiste. Kaum vorstellbar, aber so scheint es zu sein. Die Venus umkreist

also nicht die Erde; das war durch seine Beobachtung bewiesen. Als Galilei dann auch noch Landschaften auf dem Mond, Berge, Täler und Krater entdeckte (s. Abb. 11), war zumindest ihm klar, dass es neben der Erde noch andere Weltenlandschaften gab. Man bedenke, dass bis zu diesem Zeitpunkt niemand etwas über die Beschaffenheit von Planeten wusste. Bestenfalls waren es leuchtende Pünktchen, die sich gegen den Sternenhimmel bewegten. Dann der ungeheure Sternenstrom der Milchstraße. Selbst die Sonne war nicht von reiner Natur, sondern von Flecken verunziert. Galilei versuchte, seine Entdeckungen der herrschenden Klasse mitzuteilen und lud wichtige Leute zur Beobachtung mit seinem Teleskop ein, was sich als schwierig bis unmöglich herausstellte. Das Geozentrische Weltbild mit der Erde im Mittelpunkt der Welt, ja sogar im Mittelpunkt des göttlichen Interesses, war so fest in den Herzen und Köpfen der Menschen verankert, dass selbst jene, die den Blick durch sein Fernrohr wagten, glaubten, dass sie einem Trick aufsitzen oder einer Täuschung erliegen. Sie waren nicht fähig, das Gesehene als Tatsache zu akzeptieren. Ein weiterer Umstand erschwerte die Akzeptanz: Wer einmal mit einem Nachbau des Galilei Fernrohrs den Jupiter betrachtet hat weiß um dessen mangelhafte Qualität. Es bedarf Übung und längere Beobachtungssitzungen, um mit diesem Teleskop überhaupt sinnvoll zu beobachten. Ein vorübergehender Blick durch das Fernrohr des Galilei genügte nicht, die Menschen zu überzeugen. Es war bestenfalls ein Blick durchs Schlüsselloch.

Galilei fehlte es gewiss nicht an Arroganz aber er wurde geschätzt, ohne Zweifel. Auch in Rom. Seine zahlreichen Beziehungen brachten ihm Lob und Anerkennung. Er war als Mathematiker, Physiker und Philosoph auf vielen Gebieten gefragt und erfolgreich. Seine

zahlreichen Veröffentlichungen schenkten den Menschen seiner Zeit zahlreiche Einblicke in die Natur. Er brach häufig mit den naturphilosophischen Ansichten des Aristoteles, obwohl die Naturbetrachtungen des großen griechischen Denkers in den Köpfen aller Menschen seiner Zeit waren. Er wog die Luft und bewies zudem, dass Eis leichter war als Wasser. Beides Entdeckungen, die Aristoteles widersprachen. Seine überwältigenden astronomischen Entdeckungen sprachen dem Heliozentrischen Weltbild des Nikolaus Kopernikus zu. Das war ihm klar. Endgültige Beweise waren seine Beobachtungen aber dennoch nicht. Die Phasen der Venus beispielsweise waren mit dem Weltbild des Tycho Brahe erklärbar. Auch hier stand die Erde im Zentrum aber Venus und Merkur umkreisen gemeinsam mit Mars, Jupiter und Saturn die Sonne, die wiederum die Erde umrundete. Obwohl Galilei, wie jedem Gelehrten seiner Zeit, das Tychonische Weltbild bekannt war, ignorierte er es, offenbar weil er in Tycho Brahe einen wichtigen Konkurrenten sah.

Im Jahre 1616 wurde die päpstliche Inquisition um Kardinal Robert Bellarmine aktiv. Sie setzte verschiedenen Versuchen, das Weltbild des Kopernikus auch mit der Bibel zu versöhnen, ein Ende, indem sie diesbezügliche Veröffentlichungen auf den Index setzte. Auch und besonders das Werk von Kopernikus „De revolutionibus orbium coelestium“. Gleich-

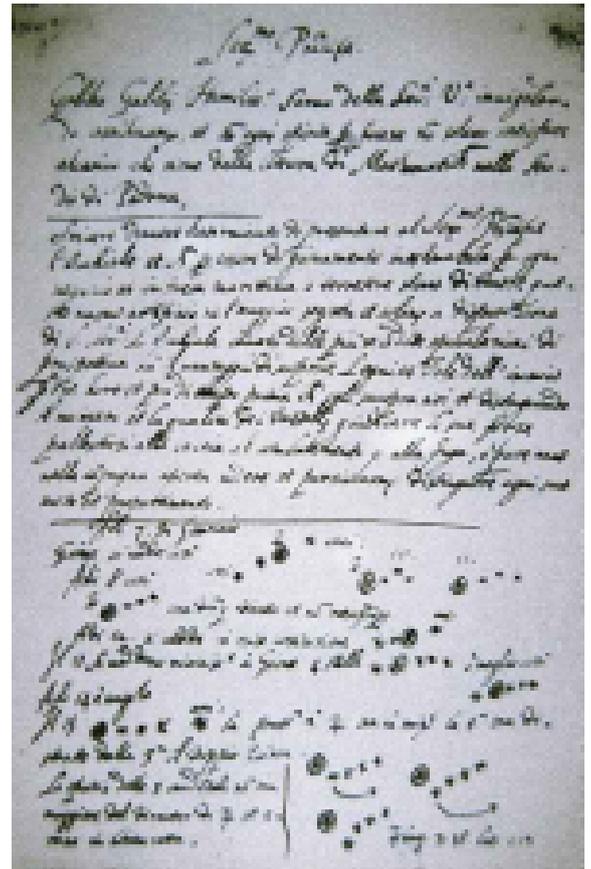


Abb. 10: Galileis Notizen zu den Monden des Jupiter aus einem Brief an den Dogen von Venedig, Leonardo Donato
Quelle: s. Bilderverzeichnis

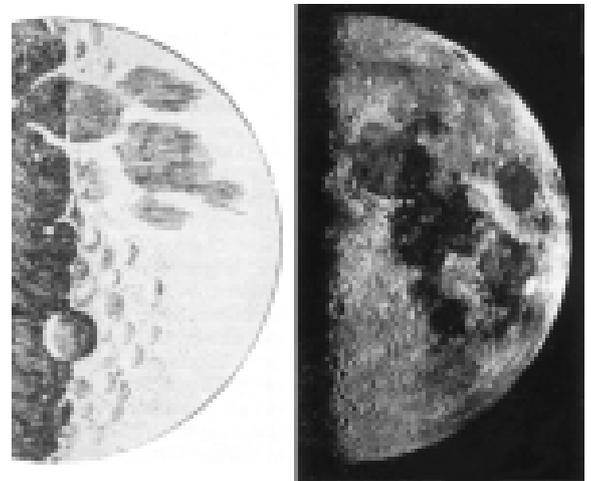


Abb. 11: Landschaften auf dem Mond; ohne Fernrohr nur Flecken. Links eine Zeichnung von Galilei.
Quelle: s. Bilderverzeichnis

zeitig erhielt Galileo Galilei mehrfach Ermahnungen, das Heliozentrische Weltbild keinesfalls als wahr zu vertreten. Alle weiteren Wirrungen und Ränkespiele, die letztlich zum finalen Inquisitionsprozess gegen Galilei führten, sind zwar höchst interessant und deren Studium ist sehr empfehlenswert, sprengen jedoch den Rahmen dieser Ausarbeitung. Nur so



Abb. 12: Bild von Joseph Dieses Nicolas Robert-Fleury von 1847 zeigt Galilei vor der päpstlichen Inquisition im Juni 1633. Quelle: s. Bilderverzeichnis

viel: die Arroganz Galileis war nicht hilfreich. Er war letztlich sehr erfolgreich darin, sich besonders in den Kreisen der Wissenschaft ohne Not und oft auch ohne Grund viele Feinde zu machen. Am 22. Juni 1633 machte die Kirche Galilei den Prozess wegen Ketzerei (s. Abb. 12). Er widerrief seine Gefolgschaft des Kopernikanischen Systems. Wurde aber dennoch zu lebenslangem Kerker verurteilt, der aber wegen seiner Verdienste, seines schlechten Gesundheitszustandes und seiner Beziehungen zu Hausarrest gewandelt wurde. Publikationen wurden ihm verboten. Galilei erblindete 1638 und verstarb im Januar 1642. Dass das Urteil der Inquisition nicht einstimmig war, ist bemerkenswert und macht Hoffnung. Papst Urban der IIX. hat das Urteil nie ratifiziert.

Erst 1757, am 17. April, verkündete Papst Benedikt XIV. das Ende der Verbannung von Werken, die das Heliozentrische System vertraten. Aber erst 1822 wurde seitens der katholischen Kirche der Druck von Schriften, welche die Planetenbewegung gemäß moderner Astronomie zum Inhalt hatten, erlaubt. Das Heliozentrische System etablierte sich allmählich als Weltbild. Während der kommenden 100 Jahre verblassten das Geozentrische Weltbild des Ptolemäus

und das des Tycho Brahe. Es wurde nach und nach überblendet von der heliozentrischen Sichtweise. Der Mensch hatte seine Reise vom Mittelpunkt der Welt zum Allgemeinplatz der Schöpfung begonnen.

Zwischenstand Das Maß der Beschwerlichkeit, Wissenschaft und Glauben zu versöhnen und so den Weg zur Wahrheit zu bereiten, ist beängstigend hoch. Wir wissen, dass dies in vielerlei Hinsicht auch heute noch gilt, sollte uns allen aber Antrieb sein, es immer wieder zu versuchen. Wie schwierig es ist, den gegenseitigen Respekt von Glauben und Wissen möglich zu machen und beides nicht als Gegner, sondern als gleichberechtigte Möglichkeiten anzusehen auf die Welt zu schauen, zeigt die Ansprache von Papst Johannes Paul II. an die päpstliche Akademie der Wissenschaften vom 31. Oktober 1992. Es ist das Datum, an dem die katholische Kirche Galileo Galilei endgültig rehabilitiert. Sehr lesenswert.

Die Kraft der Ellipsen Ganz so, als ob die Natur den Schwung in das Zeitalter der großen Entdeckungen nicht verlieren wollte, ließ sie ein Jahr nach dem Tode Galileis, den nicht minder großen Isaak Newton das Licht der Welt erblicken. Wir merken, wie plötzlich eins ins andere greift. Wie die mühevollen, verlustrei-

chen Entdeckungen der Vergangenheit in die Zahnräder der jungen Neuzeit greifen, um dort weitere, für die Zukunft der Menschen bedeutende Entdeckungen anzustoßen. So wie zum Beispiel die Ellipsen Keplers Isaak Newton anregten, über diese Bewegung und die magnetische Wirkung der Sonne nachzudenken. Er veröffentlichte 1686 die berühmte *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* oder kurz *Principia* (s. Abb. 13). Eine mathematische Abhandlung, abgeleitet aus den Keplergesetzen, die eine Kraft beschreibt, welche umgekehrt zum Quadrat der Entfernung abnimmt; die Gravitationskraft. Nein, Newton hat nicht unter einem Baum gelegen und wurde nicht von einem herabfallenden Apfel zur „Erfindung“ der Schwerkraft inspiriert. Diese hübsche Anekdote wird Voltaire zugeschrieben. Newton wurde von Edmond Halley nachdrücklich dazu überredet, diese Gesetze zu veröffentlichen. In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass häufig auch andere gelehrte Zeitgenossen über solche Probleme nachdachten, aber oft zu Unrecht kaum Erwähnung finden. So zum Beispiel Robert Hooke, der Newton bereits 1674 in mehreren Briefen zu Gedanken über ein Kraftgesetz aufgrund der Ellipsenbahnen von Kepler informierte, dessen beschriebene Kraft im umgekehrten Quadrat zur Entfernung abnehme. Die *Principia* hatte deshalb auch im Vorlauf ihrer Veröffentlichungen Prioritätsstreitigkeiten mit Hooke zu überstehen. Wie dem auch gewesen sei, Newtons Schwerkraftgesetze und seine Lehre von sich bewegenden Körpern, sind heute und vermutlich bis in alle Ewigkeit, selbst zur Beschreibung der Anziehungskraft von Schwarzen Löchern geeignet. Was hier 1686 geschehen ist, ist nicht weniger, als der Einzug der Physik in die Philosophien über die Natur. Keplers Gesetze sind von nun an durch die Physik legitimiert.

Newton hat sich auch intensiv mit dem Phänomen Licht beschäftigt. Er bewies, dass das weiße Licht in Wahrheit aus mehreren Farben bestand, indem er es mit einem Glasprisma zerlegte. Die in der Projektion erscheinenden Spektralfarben des Lichtes führte er über ein zweites Prisma wieder zusammen und erhielt wieder das ursprüngliche weiße Licht. Diesem, zunächst als Spielerei erscheinende Versuch, wird später in der Astronomie eine bedeutende Rolle zukommen. Zunächst jedoch spielt eine für die Astronomie bedeutsame Erfindung Newtons die entscheidende Rolle bei der Erkenntnisgewinnung der gesamten neuzeitlichen Himmelsforschung: das Spiegelteleskop. Teure Linsen und komplizierte Bauweisen der Fernrohre finden durch das unkomplizierte Spiegelteleskop eine ideale Ergänzung.

Geputzte Fenster Nachdem wir uns angemessen ausführlich der geo- und der heliozentrischen Sicht auf die Welt gewidmet haben – schließlich überstanden sie mehr als 1600 Jahre – müssen wir jetzt dem Gaul namens *astronomia fabula* die Sporen geben. Denn die letzten 400 Jahre bis zum Zeitpunkt dieser Erzählung laufen hinsichtlich des Weges der Menschen, vom Mittelpunkt zur Randerscheinung, wie im Zeitraffer ab. Gerade so als könne es den Menschen mit der Einreihung in den Alltag des Universums nicht schnell genug gehen, folgen die Entdeckung Schlag auf Schlag. Obwohl wir uns nur auf solche Entdeckungen gemäß dem Schwerpunkt dieser Abhandlung konzentrieren sollten, kommen wir an manchen Nebenhandlungen nicht vorbei.

Wir nehmen vorweg, dass der Mensch sich jetzt auf den Weg macht, zu erkennen, dass auch das Heliozentrische Weltbild unzutreffend ist.

Die Fenster des Hauses Erde werden nun mächtig geputzt und immer klarer und weiter wird der Blick ins Weltall. Die

Fernrohre sind jetzt überwiegend Newtonsche Spiegelteleskope und durch Anpassungen der Konstruktionen werden sie größer und besser. Man überbietet sich förmlich in den Ausmaßen der optischen Geräte zum Betrachten des Sternenhimmels. Was Menschen seit der Frühgeschichte immer schon getan haben, nämlich Sternwarten bauen, findet jetzt in großer Zahl statt. Viele regionalen Herrscher, ob Königshaus oder Landadel, wollten eigene Sternwarte und eigene Hofastronomen haben. Astronomen waren seinerzeit offenbar nicht, so wie heute, von Arbeitslosigkeit bedroht.

Es können nicht alle großartigen Astronomen seit Mitte des 17. Jahrhunderts Erwähnung finden. Sie sind einfach zu zahlreich. Ihre Spuren findet man aber heute noch überall. Wo beginnt man – wo hört man auf?

Christiaan Huygens, der in einer Veröffentlichung bereits 1690 seine Gedanken zu fremden Planeten und außerirdischem Leben zu Papier brachte. Er fand den Saturnmond Titan. Wie gerne hätten wir ihm bei seinen Beobachtungen des Mondes Titan über die Schulter geschaut und ihm zugeflüstert, dass einmal eine Weltraumsonde mit seinem Namen auf der Oberfläche von Titan landen würde. Der Planet Saturn gab ihm auch preis, dass die Erscheinung der „Henkel“, die Galilei am Planeten Saturn entdeckte und ihn zu der Äußerung veranlasste „Ich habe den Oberen dreifach gesehen“, in Wahrheit ein flacher Ring war (s. Abb. 14). Und zwar ein Ring, der nicht mit dem Planetenkörper verbunden war sondern ihn frei umschwebte. Christiaan Huygens, der rechtzeitig der Welt die Wellentheorie des Lichts schenkte und so

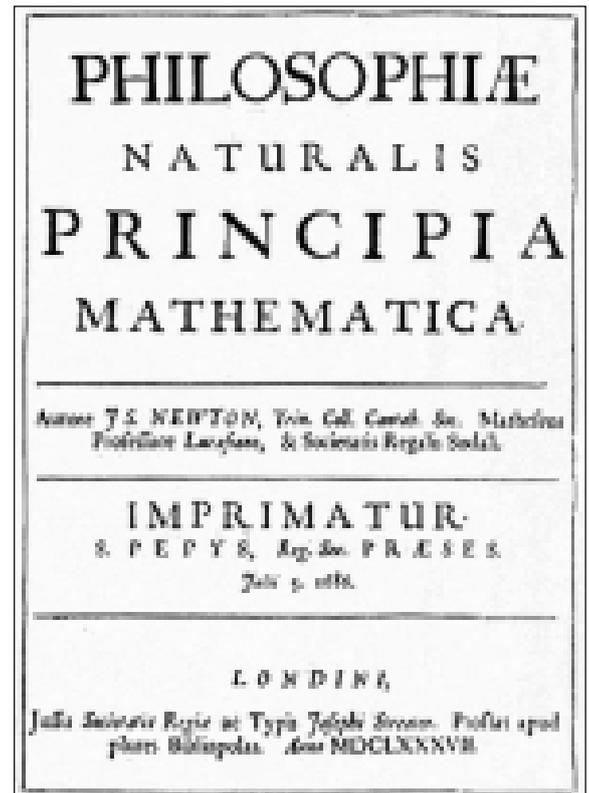


Abb. 13: Das Titelblatt der Niederschrift der Schwerkraftgesetze - die Physik hält Einzug in die Naturphilosophie. Quelle: s. Bilderverzeichnis

den Linsenbauern half, die Abbildungsfehler der damaligen Linsen wesentlich zu verbessern, so dass bessere Fernrohre und Teleskope gebaut werden konnten. Praktisch wie vorherbestimmt ist zur richtigen Zeit jemand da, welcher der weiteren Entwicklung hin zu neuen Weltansichten einen erheblichen Anschlag gab. Giovanni Domenico Cassini erweiterte ebenfalls mit zahlreichen Entdeckungen das zeitgenössische Wissen vom Sonnensystem. Erstaunlich, warum er dem Geozentrischen Weltbild nachging. Seine genauen Beobachtungen schenken den Menschen seiner Zeit das Wissen über die Neigung der Erdbahn und die Rotationsdauer der Planeten Jupiter, Mars und Venus. Der Ring des Saturn wurde im Fernrohr von Cassini noch besser aufgelöst, als im Fernrohr von Huygens, so dass er eine Teilung im Ring fand, die heute als Cassinische Teilung bekannt ist (s. Abb. 14), und der Raumsonde, die seinen Namen trägt, als Durchflugsröhre diente.

Da wäre zum Beispiel der englische



Abb. 14: Huygens (links) und Cassini. Ihre großartigen Entdeckungen nur auf den Planeten Saturn zu reduzieren, ist nicht fair aber optisch wirkungsvoll. Quelle: s. Bilderverzeichnis

Astronom John Flamsteed, dessen Sternenkataloge heute noch bekannt sind, und ohne dessen präzise Beobachtungen der Planetenbewegungen Sir Isaac Newton die Entwicklung seiner Mathematik zur Beschreibung der Schwerkraft vermutlich wesentlich schwerer gefallen wäre. Oder Edmond Halley, der alte Sternkarten mit modernen Beobachtungen verglich und mit seiner Theorie von der Eigenbewegung der Sterne die vorherrschende Ansicht von der Unantastbarkeit des ewigen, unvergänglichen Fixsternhimmel gehörig ankratzte.

Und dann Herschel! Friedrich Wilhelm Herschel. Er und seine Schwester Caroline hatten sich große astronomische Ziele gesetzt. Herschel baute um 1760 die besten Spiegelteleskope seiner Zeit. Die Ausbeute der Beobachtungen der Familie Herschel ist gewaltig: Die Entdeckung des Planeten Uranus und die Polkappen des Mars. Er fand Doppelsterne, nicht nur visueller, sondern auch physikalischer Art, die gravitativ gebunden waren – einander also umkreisten. Er entdeckte die Uranus Monde Oberon und Titania und die Saturnmonde Mimas und Enceladus. Die Entdeckung zahlreicher Nebel, die er zum Teil in Einzelsterne auflösen konnte, führten ihn zu den ersten kosmologischen Theorien. Er spekulierte darüber, dass die Sterne aus

ebenen solchen Nebeln entstanden sein könnten. Er sprach als erster von kosmologischen Entwicklungen und entzauberte nach Halley einmal mehr den heiligen unveränderlichen Fixsternhimmel.

Und letztlich entdeckte Herschel die Infrarotstrahlung, indem er, gemäß Newton, ein Spektrum erzeugte und rechts neben dem roten Ende ein Thermometer anbrachte. Herschel war auch der erste, der eine Schätzung der Menge an Sternen der Milchstraße vornahm und versuchte

die Form der Milchstraße zu ermitteln, die er letztlich als linsenförmig beschrieb. Seine Schwester Caroline entdeckte acht Kometen und zehn weitere Nebelobjekte, die sich später als Galaxien herausstellten. Welch ein Schatz an Entdeckungen und neuen Erkenntnissen.

Ende des zweiten Teils

In der kommenden Ausgabe gewinnen die Menschen Erkenntnisse über die wahre Größe des Weltalls und die Beschaffenheit der Sterne. Sie schaffen das Kosmologische Weltbild durch die gemeinsame Anwendung von Physik und Beobachtung und bereiten den Weg zu wahrhaft umwälzenden Erkenntnissen, die neben ihren kaum fassbaren Konsequenzen auch ebenso viele neue Fragen stellen.



Literaturhinweise Quellenverzeichnis

- Vieweg Verlag, John North, Viewegs Geschichte der Astronomie und Kosmologie
- Spektrum Verlag, Neil F. Comins, Astronomie
- Geo Kompakt, Die Milchstraße
- Spektrum Verlag, Spektrum Spezial, Die Geschichte der Astronomie, vom Orakel zum Teleskop
- Scherz Verlag, Ken Croswell, Wir sind Kinder der Milchstraße
- Magnus Verlag, Jürgen Hamel, Geschichte der Astronomie
- Verlag C.H. Beck, Thomas Bührke, Sternstunden der Astronomie
- Reclam Verlag Leipzig, Stephan Cartier, Weltenbilder
- WILEY-VCH Verlag, Katharina Al-Shamery (Hrsg.), Moleküle aus dem All?

und immer wieder Wikipedia und einige versteckte Ecken meines Gehirns.

Bilderverzeichnis Quellennachweis

- | | |
|----------|---|
| Abb. 7: | Denise Böhm-Schweizer, www.astrokramkiste.de |
| Abb. 8: | Wayne Pafko |
| Abb. 9: | Denise Böhm-Schweizer, www.astrokramkiste.de |
| Abb. 10: | „Galileo.script.arp.600pix“ von Galileo Galilei - http://www2.jpl.nasa.gov/galileo/ganymede/discovery.html |
| Abb. 11: | „Galileos Moon“. Lizenziert unter Gemeinfrei über Wikimedia Commons |
| Abb. 12: | „Galileo before the Holy Office“ von Joseph Nicolas Robert-Fleury Gemeinfrei über Wikimedia Commons |
| Abb. 13: | „Newton-Principia-Mathematica 1-500x700“ von Isaac Newton. Gemeinfrei über Wikimedia Commons |
| Abb. 14: | Huygens und Cassini: Gemeinfrei über Wikimedia Commons, Saturn: NASA Raumsonde Cassini, Bildmontage des Autors |

HANDHABUNG EINES APO130-REFRAKTORS MITTELS AUTOGUIDING UND CUZDI-MASKE

VON DR. KAI-OLIVER DETKEN, Grasberg

Nachdem bei mir nach langen Jahren praktischer Astronomie nun endlich eine parallaktische Montierung zur Verfügung steht, war im letzten Jahr auch geplant, einen größeren Refraktor anzuschaffen. An meinem ED70-Refraktor hatte ich seit 2009 sehr viel Freude, weshalb ich schon längere Zeit mit einem sog. Apochromaten (APO) liebäugelte. Dieser bietet, im Gegensatz zum ED-Refraktor, erstmals eine farbreine Abbildung. Er sollte aber auch eine ausreichende Öffnung und eine bestimmte Lichtstärke für die Astrofotografie besitzen, weshalb man hier schnell an die Grenzen seines gesetzten Budgets oder von Größe und Gewicht kommt. Nach der ATT 2015 in Essen war es dann aber endlich soweit: ich hatte eine Auswahl getroffen und konnte erste Erfahrungen sammeln. Zusätzlich musste Autoguiding eingeführt werden, da die genutzte Brennweiten dies notwendig werden ließen. Die sehr sensible APO-Fokussierung wurde ebenfalls durch eine Neuerung umgesetzt: eine Cuzdi-Maske wurde statt einer Bahtinov-Maske verwendet. Genug Fallstricke also, weshalb ich meine gemachten Erfahrungen in diesem Bericht einmal zusammenfassen wollte.

Meine bisher gemachten Erfahrungen mit Refraktoren erstreckte sich auf meinen kleinen ED70, der mit 420 mm Brennweite zwar ein schönes Gesichtsfeld für Nebelregionen bietet, aber eine zu geringe Vergrößerung für Galaxien und detaillierte Betrachtungen einzelner Himmelsbereiche besitzt. Zudem fehlt ihm die Farbreinheit, da er nur aus einem Zwei-Linsen-System besteht. Trotzdem hat er eine gute Abbildung und ist dank seines geringen Gewichts ein optimales Reiseteskop. Auch als Zweitfernrohr macht er eine gute Figur, indem man ihn Huckepack auf das Hauptfernrohr befestigt (siehe Abbildung 1). Aufgrund der Bildergebnisse, die ich mit dem ED70 in der Vergangenheit erzielen konnte, war schon länger der Wunsch nach einem größeren Refraktor mit Farbreinheit entbrannt, der jetzt durch die neue parallaktische Montierung auch umgesetzt werden konnte.

Zur Auswahl standen verschiedene Refraktoren, die alle möglichst lichtstark sein sollten, aber auch genügend Brennweite bieten mussten. Diese Anforderungen stellen immer einen Kompromiss dar, weil durch die größere Öffnung auch das Gewicht eines solchen Refraktors ansteigt. Geworden ist es ein TS Photoline 130 mm f/7 Triplet APO, der FPL-53-Glas von Ohara aus Japan enthält und Multivergütung auf jeder Glas-Luft-

Fläche besitzt. Zudem wird er mit einem sehr guten 2,5"-RPA-Auszug mit 1:10 Mikrountersetzung und Zahntriebverstellung ausgeliefert. Dadurch verändert sich die Fokuseinstellung nicht mehr, die man einmal gewählt hat. Ausschlaggebend war für mich, dass er mit Flattner eine Brennweite von bereits 910 mm bietet, bei einem Öffnungsverhältnis von 1/7. Setzt man den Reducer „TS Photoline 3" 0,79x 4-Element"-Korrektor zusätzlich ein, der ebenfalls passgenau für dieses Modell geliefert wird, erhöht man das Öffnungsverhältnis bereits auf 1/5,53, während die Brennweite immer noch ordentliche 719 mm beträgt. Das Gesamtgewicht liegt mit 10,3 kg noch im tragbaren Bereich. Ohne Gegengewicht und ED70-Refraktor kann ich das Stativ, die Montierung und den APO130-Refraktor in einem Stück auf meine Terrasse tragen und bin dadurch in kürzester Zeit einsatzbereit. Das war auch ein entscheidendes Kriterium, als ich mir meine neue Montierung ausgesucht hatte, das sich jetzt bezahlt macht.

Unterschied zwischen Achromat und Apochromat Um noch einmal den Unterschied zwischen einem ED- und einem APO-Refraktor klarzumachen, kann die Abbildung 2 herangezogen werden.



Abb.1: APO130-Refraktor mit ED70-Refraktor auf CEM60-Montierung

Auf der linken Seite ist das Konstrukt eines ED-Refraktors zu erkennen, welches aus zwei Linsen (Kron- und Flintglas) besteht. Beim sog. Achromaten werden zwar auch die verschiedenen Farben versucht in einer Schnittstelle abzubilden. Aber dies gelingt nur bei zwei Farben (in diesem Fall mit blau und rot), während das grüne Licht eine geringere Brennweite aufweist und deshalb nicht an derselben Stelle gebündelt werden kann. Es entsteht die sog. chromatische Aberration, die den Abbildungsfehler optischer Linsen bezeichnet. Neben einer chromatischen Vergrößerungsdifferenz führt das zu diesem Farblängsfehler, der eine Verfärbung vor und hinter der Fokusebene ergibt. Dieser Fehler kann nur durch das Einfügen einer weiteren Linse weitestgehend kompensiert werden. Hier werden in der Schnittstelle f alle Farben einheitlich zusammengeführt. Solche Optiken bestehen aus drei verschiedenen

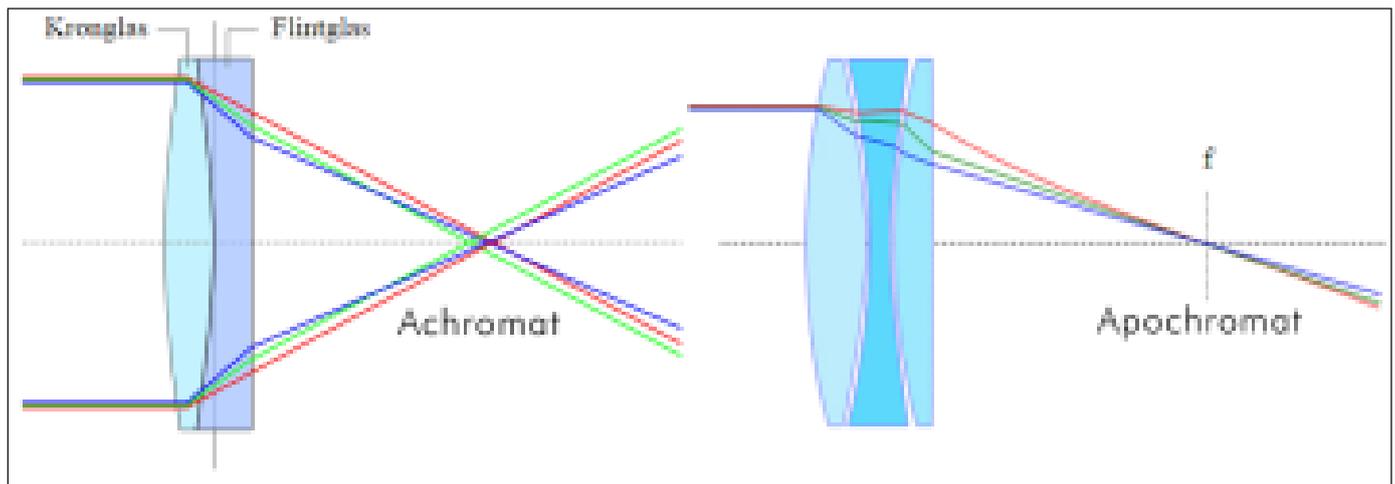


Abb. 2: Unterschied zwischen Achromaten und Apochromaten [2, 3]

Glassorten, da sich das Verhältnis von Brechungsindex und Dispersion von unterschiedlichen Glassorten unterscheidet, und stellen eine Weiterentwicklung der 2-linsigen Achromate dar. Sie sind dadurch aber auch entsprechend schwerer und unhandlicher. Je nach Qualität der Optik wird noch zwischen Apochromaten und Halbapochromaten unterschieden. Letztere schaffen es aufgrund der verwendeten Materialien nicht, dass sich die Dispersion stark genug unterscheidet, weshalb sie Abbildungsfehler enthalten bzw. nicht ganz korrigiert werden können. Sie stellen aber auf jeden Fall verbesserte Achromaten dar.

Fokussierung mit der Cuzdi-Maske

Refraktoren können sehr genau fokussiert werden. Allerdings muss nach meiner Erfahrung der richtige Schärfepunkt wesentlich exakter bestimmt werden, als bei einem Spiegelteleskop. Zudem verändert er sich während einer Aufnahme nach kontinuierlich. Aufgrund der Baulänge eines Refraktors ist dieser nämlich Temperatureinflüssen wesentlich stärker ausgesetzt, als beispielsweise ein Schmidt-Cassegrain-Teleskop. Das bedeutet zum einen, dass man eine Methode finden muss, die ein exaktes Justieren der Bildschärfe ermöglicht und zum anderen, dass nach 1-2 Stunden eine Nachjustierung ansteht. Aufgrund meiner bisher guten Erfahrungen mit einer Bahtinov-Maske, wollte ich diese auch wieder für meinen APO anschaffen. Die

Maske wird vor die Teleskopoptik gesetzt, so dass sich das Licht des Sterns durch die ausgeschnittenen Schlitze der Maske (siehe Abbildung 3) bricht. Es entsteht ein strahlenförmiges Muster aus drei Strahlen, die exakt symmetrisch eingestellt werden müssen - dann ist der Stern genau im Fokus. Auf der ATT 2015 wurde ich allerdings auf die Cuzdi-Maske [1] aufmerksam, die nach einem ähnlichen Prinzip arbeitet, aber speziell für die verwendete Optik berechnet wird. Dazu werden verschiedene Randparameter im Vorfeld benötigt, wie Pixelgröße der Kamera, verwendete Wellenlänge, Brennweite des Teleskops sowie Innen- und Außendurchmesser der Optik.

Als Wellenlänge wird normalerweise 573 nm angenommen, da dies ein guter Mittelwert zwischen verschiedenen Schmalbandfiltern (OIII bei 500 nm, H-Alpha bei 656 nm) ist. Diese Wellenlänge ist auch für eine DSLR-Kamera mit L-RGB geeignet. Für das Beugungsmuster wird Stege zu Spalten mit dem Faktor 7 sowie eine Beugungsbreite/ Linienbreite von 70 Pixeln empfohlen. Die Spalt- und Stegbreite wird automatisch aus den Teleskop und Sensordaten berechnet. Dies wird ebenfalls für die Befestigungsschrauben vorgenommen, damit die Maske direkt auf der Taukappe fest

aufliegen kann (siehe Abbildung 3). Nach der individuellen Fertigung erhält man eine Maske, die im Live-View einer DSLR-Kamera das bekannte strahlenförmige Muster anzeigt, welches zum Fokussieren benötigt wird. Das Problem war bei der Bahtinov-Maske allerdings bisher, dass man aufgrund geringer Sternhelligkeit teilweise zu kleine Muster zur Verfügung hatte und daher nur gefühlsmäßig die Symmetrie einstellen konnte. Es ist dabei auch ein Unterschied, welche Kamera und Optik verwendet wird. Bei meinem ED70-Refraktor und meiner Canon1000Da-Kamera kam es trotz Vergrößerung des Bildes manchmal zu Ungenauigkeiten, während meine Canon700D-Kamera die Brechungslinien exakter darstellen kann. Vergleicht man allerdings ein Bild der Cuzdi-Maske mit dem einer Bahtinov-Maske so liegen hier Welten dazwischen, weshalb nun die Fokussierungsergebnisse exakter sind. Zudem bin ich ebenfalls



Abb. 3: Cuzdi-Maske am APO130-Refraktor



Abb. 4: Sony-CCD-Kamera am Sucher und M-GEN-Handbox mit Verkabelung

sehr zufrieden mit der Verarbeitung (Blech statt Plastik). In den Foren wird übrigens auch des Öfteren die Sandor-Maske erwähnt. Diese ist identisch mit der Cuzdi-Maske, da der Entwickler Sandor Cuzdi sich inzwischen an die Nomenklatur von Bahtinov, Scheiner & Co. angepasst hat und neuerdings seinen Nachnamen verwendet.

Autoguiding mit Dithering Durch den Einsatz einer höheren Brennweite (statt 420 mm, nun 719/910 mm), wird der Einsatz von Autoguiding notwendig, um bei langbelichteten Aufnahmen noch runde Sterne erhalten zu können. Um die-sen Einsatz hatte ich mich seit Jahren immer erfolgreich gedrückt und lieber kurzbelichtete Aufnahmen erstellt, denn schließlich wird dadurch der Vorgang der Fotografie noch komplexer. Dabei wollte ich mir die Unabhängigkeit von einem Rechner bei Deep-Sky-Aufnahmen bewahren und setzte auf den Standalone-Autoguider M-GEN von Lacerta (siehe Abbildung 4), der einen ausgezeichneten Ruf in der Astroszene besitzt. Der M-GEN beinhaltet eine hochempfindliche CCD-Kamera mit dem Sony-Chip ICX279AL-E, wodurch sogar Sucheroptiken ab 50 mm Öffnung verwendet werden können. Dies wird ermöglicht, weil die Kamera in der Lage ist über Subpixel entsprechend genau nachzuführen. Sterne bis zu 12 mag sollten mit der CCD-Kamera ebenfalls noch erreichbar sein, wodurch man fast sicher sein kann, dass man in jeder Sternenregion

einen Leitstern findet. Es soll sogar ein Sonnenflecken-Guiding ermöglicht werden, was ich aber noch nicht ausprobiert habe. Um ein bisschen mehr Lichtstärke am Sucher nutzen zu können, entschied ich mich für ein 60mm-Leitrohr mit Mikrofokussierung und 240 mm Brennweite (siehe Abbildung 4). Die CCD-Kamera wird nun mit der Handbox verbunden, die ebenfalls wiederum mit der ST4-Schnittstelle der Montierung gekoppelt ist. So entsteht ein Regelkreislauf, da über den Sucher der Leitstern mittig gehalten wird und Steuerimpulse zur Montierung gesandt werden, die korrigierend auf die Nachführung wirken. Eine weitere wichtige Funktion ist die Nutzung von Dithering während einer Aufnahme. Die Handbox der M-GEN kann nämlich direkt mit der DSLR-Kamera verbunden werden, wodurch die Bildaufnahmen durch sie durchgeführt werden können. Es ist kein weiterer Timer mehr notwendig! Die Funktion Dithering ermöglicht hierbei nun, dass leichte Pixelverschiebungen automatisch vorgenommen werden, so dass Chipdefekte (Hot-/Coldpixel) der Kamera beim Stacken nicht mehr exakt aufeinanderliegen. Das heißt, durch das Dithering wird das Kalibrationsrauschen (Rauschanteil, der durch Dark-, Flat- und Biasframes ins Bild gelangt) ausgeglichen. Zusätzlich können mehr Details gewonnen werden. Dunkelbilder sind daher nicht mehr ganz so entscheidend, wie dies vorher der Fall war. Ob man sie

weiterhin machen sollte, wird an späterer Stelle noch diskutiert. Sehr nützlich ist nun auch die Möglichkeit, die Nachführgenauigkeit der Montierung während der Aufnahme erfassen zu können. Die Handbox besitzt einen Speicher, der die Messergebnisse festhält und sich nachträglich am Rechner über eine USB-Schnittstelle ausle-

sen lässt. Dadurch kann die Qualität der Montierung ermittelt werden, aber auch die Polaris-Ausrichtung und die Guiding-Genauigkeit. Abbildung 5 zeigt ein Messbeispiel, die eine 5min-Messung (300 sec) darstellt. Die Werte „RA mean“ und „DEC mean“ bei der Guide Star Drifts zeigen die Einnordungsgenauigkeit an. Da der Wert „0“ keine Abweichung bedeutet und das Optimum darstellt, war die Montierung exakt auf Polaris ausgerichtet. Dies ist allerdings nicht immer der Fall und variiert durchaus mal zwischen 0,01 und 0,02. Die Werte „RA std.“ und „DEC std.“ sind Standardabweichungen über die Dauer der Aufnahme. Sie sind ein Maß für die Fluktuation während des Guiding-Vorgangs und hängen von der Guiding-Brennweite ab. Bei meiner Sucherbrennweite von 240 mm sind 0,13-0,2 px auf jeden Fall tolerierbar. Da der Wert in Pixel angegeben wird, muss er noch in Bogensekunden umgerechnet werden, um eine qualitative Aussage treffen zu können. Unter der Überschrift Approx. Tracking Error of the Mount verbergen sich Abweichungen der Leitsternposition ohne Korrekturen. Das heißt, es wird der Einnordungsfehler vom periodischen Schneckenfehler überlagert angezeigt, der aufgetreten wäre, wenn man kein Autoguiding eingesetzt hätte. Der Hersteller iOptron gibt die Genauigkeit der CEM60-Montierung mit +/- 5 arcsec an, was an dieser Stelle auch eingehalten wurde, da die Fehler in der RA-/DEC-

Achse bei 1,59 arcsec und 1,63 arcsec lagen. Daher kann man auch mit diesen Werten mehr als zufrieden sein. An dieser Stelle wollen wir aber noch einmal genauer auf die Autoguiding-Werte schauen, da sie entscheidend sind, ob wir unter einer Genauigkeit von +/- 1 Bogensekunden (arcsec) bleiben, der in unseren Breitengraden nicht übertroffen werden kann. Folgende Faustformel lässt sich hier zur Berechnung heranziehen:

$$\theta \text{ [arcsec]} = 206 \times L \text{ [}\mu\text{m]} / f \text{ [mm]}$$

Der Wert L bezeichnet die Kantenlänge des Aufnahmechips, während der Wert f die Guiding-Rohr-Brennweite darstellt. Der Sony-Chip besitzt die Chipmaße von 4,85 x 4,65 μm , bei einer Pixeldiagonale von 5,13 μm . Bei einer Sucherbrennweite von 240 mm haterin Pixel des Autoguiders daher nach der erwähnten Faustformel ungefähr eine Kantenlänge von 3,99 arcsec. Dies bedeutet, dass der periodische Fehler auf +/- 0,8 arcsec (3,99 arcsec x 0,2 px) gebracht werden konnte, was absolut ausreichend ist. Jetzt standen den ersten Astroaufnahmen mit dem neuen Equipment nichts mehr im Wege.

Arbeitsschritte bis zum ersten Bild

Nun sind allerdings bis zum ersten Auslösen eines Bildes einige Arbeitsschritte zu beachten, die ich vorher bei meiner azimutalen Montierung nie ausführen musste. So findet zuerst einmal ein Ausbalancieren beider Achsen bei voller Bestückung statt, die bei der CEM60 recht ausgeglichen eingestellt werden sollte. Das heißt, es wird nicht üblicherweise wie bei anderen Montierungen ein Ungleichgewicht eingestellt, sondern im Gegenteil die Montierung genau ausbalanciert. Danach findet die Ausrichtung auf den Polarstern statt. Wenn dies erfolgreich vorgenommen wurde, ist mindestens ein One-Star-Alignment vorzunehmen, damit sich die Montierung am Himmel zurechtfinden kann. Anschließend steht die Fokussierung an einem hellen Stern auf dem Programm, was

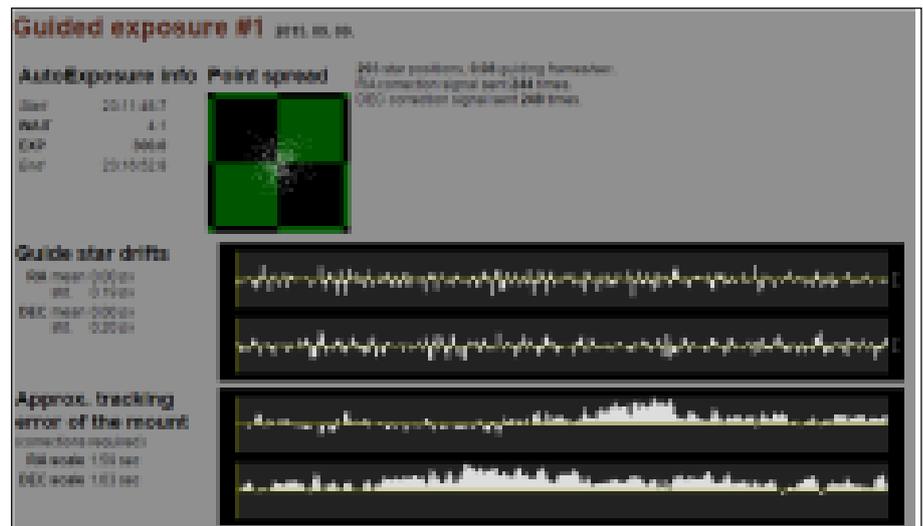


Abb. 5: Messen der Nachführgenauigkeit

man am besten mit dem Alignment verbindet. Erst jetzt kann man das gewünschte Himmelsobjekt anfahren und eine erste Probeaufnahme machen, um festzustellen, ob es zentriert in der Bildmitte eingefangen werden konnte. Falls dies nicht der Fall ist, muss der Alignment-Vorgang wiederholt werden.

Als nächstes wird das Autoguiding aktiviert und ein Stern über Live-View der M-GEN-Handbox ermittelt. Danach wird eine Kalibrierung der RA- und DEC-Achse vorgenommen, dessen Wert bei > 90% liegen sollte. Bei meiner Montierung liegen die Werte meistens zwischen 98-100%, wenn vorher alles richtig eingestellt wurde. Jetzt kann der ausgesuchte Leitstern zum Autoguiding verwendet werden, wofür verschiedene Parameter (Guide Speed, Verstärkung, Toleranz, Belichtung, Schwellwerterkennung, Aggressivität) konfiguriert werden müssen. Die Belichtungszeit ist dabei am stärksten zu beachten: je kürzer sie ist, desto größer ist die Gefahr dem Seeing hinterher zu guiden. Daher sollte man ruhig 1-2 sec einstellen. Die Werte müssen auf jeden Fall immer wieder angepasst werden, da sie von dem Sternfeld und dem Seeing abhängen. Der Autoguiding-Prozess wird gestartet und anschließend der Timer für die Aufnahmeserie eingestellt und ausgelöst. Nun beginnt die Bildserie nach den ein-

gestellten Werten zu starten, unter Berücksichtigung des eingestellten Dithering. Wenn man nun noch bedenkt, dass man ca. alle zwei Stunden nachfokussieren sollte, steht einer erfolgreichen Aufnahmeserie im Grunde nichts mehr im Wege.

Erste Bildergebnisse Nachdem alle Vorjustierungen abgeschlossen sind, kann man sich endlich den ersten Testbildern widmen. Dabei wurde der Schwierigkeitsgrad gleich relativ groß gewählt, indem eine Bildserie des Crescent-Nebels (NGC 6888) angefangen wurde. Dieser Emissionsnebel im Sternbild Schwan ist ca. 4.700 Lichtjahre von der Erde entfernt und wird auch Sichelnebel genannt. Er wird von einem sog. Wolf-Rayet-Stern mit der Bezeichnung WR 136 beleuchtet. Man vermutet, dass das Gas des Nebels ebenfalls von diesem Stern abgestoßen wurde. Im ersten Schritt ist bei den Aufnahmen noch kein Autoguiding eingesetzt worden, obwohl bereits eine Belichtungszeit von 5 min eingestellt wurde. Das entstandene Bild war dabei auch durchaus sehenswert, da kaum Bildfehler auffielen. Der Fokus konnte durch die Cuzdi-Maske exakt getroffen werden und die Sternabbildung verzerrt über den gesamten Bildbereich nicht. Dieses Phänomen hatte ich bislang noch nie, da durch meine vorherige azimutale Apparatur immer wieder Bild-

felddrehungen auftraten. Das heißt, man konnte immer nur das Bildzentrum verwenden und musste den Rand großzügig wegschneiden. Dies ist nun endlich nicht mehr der Fall. Der Reducer/Flattner leistete ganze Arbeit und konnte in beiden Disziplinen (Bildfeldebnung und Lichtstärkeerhöhung) überzeugen. Der Nebel konnte daher mit einem Öffnungsverhältnis von 1/5,53 relativ lichtstark abgelichtet werden. Ein weiterer Vorteil entsteht durch das Autoguiding (Vergleich siehe Abbildung 6). Zum einen bleiben jetzt die Sterne in ihrer runden Form erhalten und verwischen nicht mehr. Zum anderen treten auch die Nebelstrukturen deutlicher zutage. Dies hängt sicherlich auch mit dem verwendeten Dithering zusammen, da das Rauschen hierdurch klar vermindert wird, weshalb die Bildtiefe zunimmt.

Abbildung 7 zeigt das Endergebnis, welches eine Gesamtbelichtungszeit von 215 min besitzt und zwischen dem 07. und 11. September 2015 erstellt wurde. Hierbei wurde deutlich, dass die CEM60-Montierung von iOptron bei einer Belichtungszeit von 5 min noch sehr genau nachführt. Die durchgeführten Messungen der M-GEN ergaben, dass die Genauigkeit meistens bei +/- 2 arcsec lagen, was der angegebenen Herstellertoleranz entspricht, die mit max. +/- 5 arcsec angegeben wird. Trotzdem ist es ratsam, zukünftig Autoguiding einzusetzen, da die Nachführgenauigkeit auf unter +/- 1 arcsec verbessert werden kann sowie Strukturen und Sterne exakter abgebildet werden können (siehe Abbildung 6). Zudem lässt sich auch die Einzelbildbelichtungszeit auf 10 oder gar 15 min erhöhen. Mittels Dithering können dabei die gewonnenen Bilder besser genutzt und neue Tiefen erreicht werden.

Nutzung von Dunkelbildern Aus diesem Grund wurde ein weiteres Experiment gewagt, indem die Belichtungszeit auf 10 min pro Bild erhöht und hierbei keine Dunkelbilder verwendet wurden,

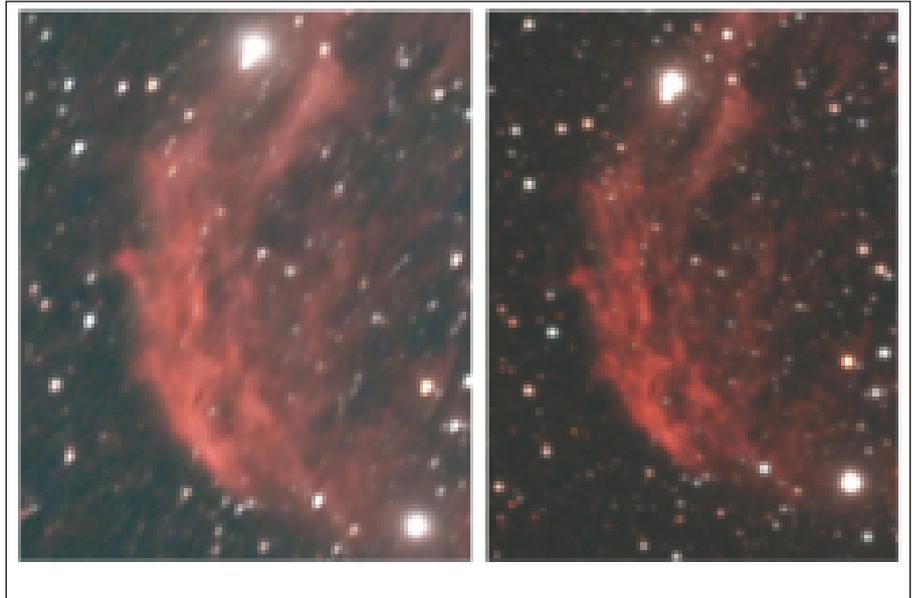


Abb. 6: Vergleich ohne / mit Autoguiding



Abb. 7: Crescent Nebel (NGC 6888), Canon 1000Da, 43 Bilder à 5 Minuten, 800 ASA, Dithering

da diese häufig einen gewissen Zeitverlust für die eigentliche Belichtungszeit beinhalten.

Dies ist am Beispiel des Cocoon-Nebel (IC 5146) durchgeführt worden. Bei diesem Nebel handelt es sich um einen astronomischen Nebel mit einem eingebettetem Sternhaufen, der ebenfalls im Sternbild Schwan zu finden ist. Der Sternhaufen besitzt die Bezeichnung Collinder 470. Der Nebel hat eine scheinbare Ausdehnung von 10 Bogenminuten und

ist ca. 3.000 Lichtjahre entfernt. Es handelt sich bei dieser Region um ein Sternentstehungsgebiet mit ionisiertem atomarem Wasserstoff. Der Nebel enthält aus diesem Grund sowohl emittierende, reflektierende als auch absorbierende Bestandteile. IC 5146 befindet sich am östlichen Ende der länglichen Dunkelwolke Barnard 168 und ist mit dieser zusammen Teil einer ausgedehnten Molekülwolke.

Vorweg sei gesagt, dass sehr unter-

schiedliche Fehler bei einer Aufnahme auftreten können, die durch die Bildverarbeitung später korrigiert werden müssen:

a. Optische Fehler:

Vignettierung, Abschattung, Staub auf dem Sensor etc.

b. Elektronische Fehler:

Hotpixel, Coldpixel, Verstärkerglühen, Ausleseartefakte.

Flatframes dienen zur Korrektur der optischen Fehler und werden meistens gegen eine gleichmäßig ausgeleuchtete Fläche (z.B. Leuchtfolie) aufgenommen. Die Kameraposition und die Fokussierung dürfen gegenüber den Rohbildern nicht verändert werden. Die Sättigung sollte ungefähr 50% der max. Bildhelligkeit betragen. Optische Fehler multiplizieren sich und werden deshalb durch Division eines Flats von einem Rohbild entfernt.

Fehler durch die Kameraelektronik werden hingegen durch Subtraktion von Dark- oder Biasframes aus den Rohbildern beseitigt. Biasframes werden dabei mit der geringstmöglichen Belichtungszeit bei abgedeckter Optik aufgenommen, wodurch Ausleseartefakte wie Streifen und Muster sowie der Offset des Ausleseverstärkers kompensiert werden. Darks werden ebenfalls bei abgedeckter Optik aufgenommen, allerdings bei gleicher Belichtungszeit, gleichem ISO-Wert und gleicher Temperatur wie die Rohbilder (Lightframes). Sie dienen zur Korrektur von Hot-/Coldpixeln, Verstärkerglühen und Zeilen- oder Clustereffekten. Die Kalibrierung der Daten erfolgt dann nach folgender Formel:

$$\text{kalibr. Rohbild} = \frac{\text{Lightframe} - (\text{Master-})\text{Darkframe}}{(\text{Master-})\text{Flatframe} - (\text{Master-})\text{Biasframe}}$$

Da das Biasframe sowohl im Lightframe, als auch im Darkframe vorhanden ist, wird es durch die Darkframe-Subtraktion bereits automatisch entfernt. Allerdings ist es auch im Flatframe enthalten und muss



Abb. 8: Cocoon-Nebel (IC 5146), Canon 1000Da, 39 Bilder à 10 min., 800 ASA, Dithering

deshalb erneut abgezogen werden. Deshalb sollte die Biasframes den gleichen ISO-Wert haben wie die Flatframes. Das heißt, wenn keine Flatframes gemacht werden, ist auch die Biasframe-Verwendung nicht notwendig bzw. im Umkehrschluss, wenn Flatframes verwendet werden, müssen auch Biasframes erstellt werden. [4]

Nun aber zu der Aufnahme der Abbildung 8: es wurde wieder Autoguiding verwendet, inkl. der Dithering-Funktionalität. Die gleiche Kamera (Canon 1000 Da) kam dabei zum Einsatz sowie das gleiche Öffnungsverhältnis von 1/5,53. Zwischen dem 30. September und dem 04. Oktober 2015 sind insgesamt 6,5 Stunden belichtet worden. Dabei musste auf den Mond und die Wetterbedingungen immer wieder Rücksicht genommen werden. Bei allen Aufnahmen wurde die Nachführgenauigkeit durchgehend gemessen. Es kam dabei eine Genauigkeit von +/- 0,5 arcsec heraus, was einem sehr gutem Wert entspricht. Insgesamt wurden 28 Flatframes und 24 Biasframes erstellt. Das Ergebnis in Abbildung 8 zeigt, dass die fehlenden Darkframes dabei kaum ins Gewicht fallen. Bei der Bildverarbeitung musste der Rauschanteil zwar bearbeitet werden, was

bei einer entsprechenden Menge an Dunkelbildern geringer ausgefallen wäre, was sich aber in Grenzen hielt. Trotzdem wird das Weglassen von Darkframes von Hobbyastronomen sehr unterschiedlich bewertet.

Da DSLR-Kameras keine Kühlung besitzen, sind sie temperaturanfällig. Das heißt, je wärmer die Umgebung ist, desto mehr Hotpixel entstehen auf einer Dunkelbilddaufnahme. Daher haben Darkframes bei höherer Umgebungstemperatur größere Auswirkungen auf das Endresultat, als bei geringerer. Zusätzlich erhöht sich das Verstärkerglühen je länger belichtet wird, was ebenfalls auf die Bildqualität Auswirkungen haben kann. Allerdings kommt bei einer Aufnahme, die über mehrere Nächte durchgeführt wird, noch eine weitere Schwierigkeit hinzu: die Umgebungstemperatur kann variieren, weshalb die aufgenommenen Darkframes nicht mehr richtig zu den Aufnahmen passen könnten. Denn sie müssen exakt mit der Temperatur übereinstimmen, bei denen die Lightframes entstanden sind. Je geringer die Umgebungstemperatur dabei ist, umso genauer müssen die Darks auf die Lights passen. Wenn dies nicht der Fall ist, entstehen bei der Bearbeitung Streifeneffekte, die

ich bei älteren Aufnahmen auch bereits entdeckt hatte. Von daher habe ich für mich festgestellt, dass ich Dark- anfertige, wenn die Möglichkeit dazu besteht, dies aber durch Dithering nicht mehr so notwendig ist.

Fazit Es konnten trotz mehrerer Premieren (APO130-Optik, Reducer/Flattner, Cuzdi-Maske, Autoguiding, Dithering) hervorragende Bildergebnisse ge-

wonnen werden. Dabei wurde zum einen die Nachführgenauigkeit der Montierung überprüft und mittels Autoguiding auf sehr gute Werte gebracht, wodurch zum ersten Mal Einzelbildaufnahmen von 5 bzw. 10 min möglich wurden. Zum anderen sind mittels Cuzdi-Maske die Fokussierung verbessert und mittels Dithering neue Bildtiefen erreicht worden. Da auch der eingesetzte Flattner/Redu-

cer eine höhere Lichtstärke, bei gleichzeitig exakter Bildfeldebung ermöglicht, sind nun neue Möglichkeiten vorhanden, die spannenden Nächte mit neu erreichbaren erwarten lassen.



Literaturhinweise:

- [1] Sandor Cuzdi Homepage: Cuzdi-Maske. URL: <http://www.bmp-profi.de>
 [2] Egmason: The apochromatic lens usually consists of three elements and brings three frequencies of light to a common focus. Wikipedia, Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license, 8th of May 2010
 [3] Andreas 06: achromatischer Zweilinser, deutsche Beschriftung. Wikipedia, Public Domain license, 12. September 2006
 [4] Thomas Henne: Distant Lights. Astrophotography-Webseite, Kalibrierung der Rohdaten, URL: http://www.distant-lights.at/tipps_kalibrierung.htm

200. TODESTAG VON JOHANN HIERONYMUS SCHROETER

von HANS-JOACHIM LEUE, Hambergen

Am 9. August ds. Jahres jährt sich der Todestag von Schroeter (1745 - 1816) zum 200. Mal. Es ist Anlass, die letzten Jahre vor seinem Tod, die wohl die schicksalsträchtigsten in seinem Leben waren, noch einmal zu beleuchten. Zeitzeugen meinen, dass sie wohl die Ursache für sein vorzeitiges Ableben gewesen sein können. Beim Rückzug der napoleonischen Truppen nach dem verlorenen Krieg in Russland im April 1813 kam es zu mehrfachen als Scharmützel bezeichneten Gefechten zwischen den nachrückenden Kosaken und französischen Linientruppen, die als Vorposten in Borgfeld stationiert waren. Im Verlaufe der Auseinandersetzungen wurde auf den Befehl des französischen Generals Van Damme am 21. April 1813 der gesamte Ort Lilienthal niedergebrannt.

Runde Jahrestage sind in der Regel Anlässe zur Freude, z.B. wenn die Oma 90 Jahre alt geworden ist! Oft werden sie jedoch, wie im vorliegende Fall, als Gelegenheit zur Erinnerung, für einen Rückblick auf Vergangenes begangen. Ob zur Wertschätzung oder als Mahnung, das sei dahin gestellt! Es ist ja inzwischen trendy, die Leistungen der Altvorderen als antiquiert zu beurteilen und man erfindet die Zukunft immer wieder neu, obwohl aus den gezeigten Leistungen kaum ein Grund dazu besteht. Es wird geflissentlich negiert, dass in der Gegenwart und in der Zukunft nichts geschehen kann ohne die Vergangenheit!

In einem Nachruf von Richard Baum, Chesterfield, UK, veröffentlicht von der

British Astronomical Association im Jahre 1991 unter dem Titel „The Lilienthal Tragedy“ heißt es zum Tode von Schroeter am 29. August 1816: „But he left a legacy, perpetuated in part by the Observing Section of the Association, and the many groups like them around the globe“.

Der Artikel widmet sich dem Leben und Werken Schroeters, mit dem tragischen Ende seiner Beobachtertätigkeit nach dem Brand Lilienthals, dessen Ursachen in einem Brief von Schroeter detailliert beschrieben werden, und welcher im Jahre 1815 von J. Hemingway in der Sammlung „The Northern Campaigns“, Manchester 1815, zitiert wird.

Schroeter dokumentierte die Ereignisse auch in den „Vorerinnerungen“ seiner

Beobachtungen und Bemerkungen über den großen Kometen von 1811“.

Dabei erwähnt er, dass seine Sternwarte nicht abgebrannt ist, sondern einige Tage nach dem Brand von französischen Truppen geplündert wurde und viele Teile zerstört worden sind.

Eine gleichartige Beschreibung findet man auch im Berliner Astronomischen Jahrbuch für das Jahr 1817, J.E. Bode, Berlin 1814 als Brief vom 14. Januar 1814:

„Unstreitig wurde ich durch die franz. Occupation einer der Unglücklichsten. Ich verlor unter anderem meinen angesehenen Dienst und mußte Ehrenämter ohne Gage annehmen. Dann durch den schändlichen Mordbrand unter andern die sämtlichen Exemplare aller meiner



©Focke-Museum, Bremer Landesmuseum für Kunst und Kulturgeschichte, George Ernest Papendiek, Inventar-Nr.: 1930.168u

Abb. 1: Aquarell von George-Ernest Papendiek, 1830 - Im Besitz des Focke-Museums Bremen. Es zeigt die Klosterstraße mit dem Amtshaus; die Klostermühle (rechts) sowie die Brücke über die Wörpe. Veröffentlichung mit freundlicher Genehmigung des Focke Museums, Bremer Landesmuseum für Kunst und Kulturgeschichte.

auf eigenen Kosten herausgegebenen astron. Schriften. Zum Glück brannte das Observatorium nebst den großen nahe dabey stehenden Teleskopen nicht ab; aber 6 Tage nachher wurde es von franz. Truppen erbrochen, geplündert und zerstört, so dass es noch nicht wieder her gestellt werden können. Mein Schade beläuft sich auf 11 bis 12000 Thl.. Das einzige, was ich an dem unglücklichen 21. April 1813 rettete, waren die Manuscripte meiner Beobachtungen des Kometen von 1811 und meiner areographischen Fragmente, die ich, bey wieder gewonnen Kräften, im Druck herausgeben werde“.

Der entstandene Schaden für den Ort Lilienthal wurde auf umgerechnet ca. zwei Millionen Euro, der persönliche auf ca. 400-tausend Euro beziffert.

Eindrucksvoll werden die Verhältnisse und Auswirkungen der Kämpfe von dem Augenzeugen Pastor Brandt aus Lilien-

thal Trupe im Hannoverschen Magazin vom Juli 1814 beschrieben. Über die Person Schroeter spricht er sogar vom Greis, der gerade das 67. Lebensjahr vollendet hatte:

„...Möge diese unglückliche Begebenheit auch künftig keinen traurigen Einfluss auf die Gesundheit dieses ehrwürdigen Greises haben, und seine Amtsgeschäfte ihm Muße verleihen, um, wenn dies möglich wäre, das verlorene einigermaßen zu ersetzen; eine Arbeit, wozu gewiss eben so viel Geld als Geistesstärke nothwendig seyn möchte. Das ist gewiss der allgemeine Wunsch aller Männer, die den Herrn Johann Hieronymus Schroeter kennen und verehren, und welchem Deutschen, der einigen Anspruch auf wissenschaftliche Bildung machen kann, sollte Er und sein reiches Observatorium in Lilienthal unbekannt sein?...“.

In der Tat, seine Amtsenthebung und

wohl auch die Vernichtung seiner kompletten Briefschaften sowie der wissenschaftlichen Aufzeichnungen müssen Schroeter schwer getroffen haben. Für die Astronomie der Zeit und zur Beurteilung seiner Leistungen sicher ein tragischer Verlust!

In einem Schreiben an den Präsidenten der Kantonalverwaltung schreibt er am 6. Mai 1813 u.a. folgendes:

„Monseigneur, unter Bezugnahme auf meine an Eure Exzellenz gerichtete Submission am 27. April, betreffend die Einäscherung des ganzen Dorfes Lilienthal, und der staatlichen Gebäude Seiner Exzellenz des Kultusministers, bitte ich untertänigst um Entschuldigung für die weitere Bemerkung, dass ich mit dem Schrecken erfüllt bin von dem Verlust aller Exemplare meiner astronomischen Werke, deren Herausgabe auf meine Kosten gemacht wurde, an die ich aber bis jetzt nicht gedacht habe. Sie sind in

sehr großen Kisten gleichfalls verbrannt, und dieser Schaden beläuft sich außer dem bereits angezeigten Verlust auf wenigstens 12.000 Franken. Auch haben unsere französischen Truppen in meiner Abwesenheit am 25. und 26. April einige kleine Instrumente und Bücher meines Observatoriums gestohlen, wo sie die Uhren und mehrere Stücke demoliert haben; indessen bin ich bei der gegenwärtigen Unordnung nicht in der Lage, eine Aufstellung darüber zu machen. Ich bin gleichwohl in jeder Hinsicht sehr unglücklich und völlig ruiniert, und ich bitte alleruntertänigst, daß Eure Exzellenz die hohe Gnade haben möge, mich – auf welche Weise es auch sei – zu unterstützen. Mein Dank wird unendlich sein, und ich bezeuge usw.usw...“.

Der Präfekt des Departements Wesermünde reicht das Schreiben weiter an das Innenministerium. Das Anschreiben endet mit der Bitte: „Ich bitte Eure Exzellenz, einiges Interesse an diesem alten Mann zu nehmen, dessen Vernachlässigung nur einen schlechten Eindruck hervorrufen könnte in Gebieten, wo es mehr als anderswo geboten ist, Wohltun gegen Repressalien und Strafen zu setzen, die von der Regierung zur Behauptung ihrer Rechte verhängt werden...“

Wie schwierig die Zeiten insgesamt waren, geht aus einer Denkschrift Schroeters vom Juli 1812 hervor, indem er die Komplikationen schildert, die nach der Eingliederung im Jahre 1810 in das Königreich Westfalen unter dem Napoleonbruder Jerome entstanden sind. Aus den mit der Kaufsumme des Instrumentariums des Königs von England anfallenden Zinsen und einem zusätzlichen Darlehen wollte Schroeter die Reparaturen an den Geräten bestreiten.

„Das 27-Fuß-Teleskop benötigt eine völlig neue Bewegungsmaschinerie und neues Seilwerk und das größte parallaktische Fernrohr von 10 Fuß eine neue Kuppelschale seines Gebäudes; so aber gehen diese kostbaren Instrumente mehr und

mehr ihrem Verfall entgegen, und es war zu gefährlich, sie zur Beobachtungen des großen Kometen von 1811 zu gebrauchen....

... dass sie einen verdienstvollen Astronomen nicht im Stich lassen wolle, damit er durch irgendeinen bescheidenen Lebensunterhalt dem Staat und den Wissenschaften länger nützlich sein kann...“.

Schroeter betrachtet inzwischen die französische Regierung als Rechtsnachfolgerin der britischen Krone und stößt mit seinem Gesuch auch nicht auf taube Ohren, die Geräte erneut abzutreten und fordert die entgangenen Zinsen in Höhe von ca. 30.000 Euro ein. Die französische Regierung hätte ihn sehr wahrscheinlich finanziell unterstützt, aber die nachfolgenden Ereignisse haben das zunichte gemacht.

So berichtet J.E. Bode auch erst bei der Themenübersicht Ende 1813 zum Jahrbuch von 1816, dass Schroeter keine Beobachtungen mehr machen kann: „Da auch die literarische Correspondenz bei dem, durch Kriegsvorfälle gehemmten Postenlauf nach Westen hin, seit mehreren Monaten unterbrochen worden: so konnte ich von meinen verehrten Freunden aus Göttingen, Bremen, Lilienthal, Düsseldorf, Augsburg, Nürnberg, Wittmund etc. diesmal keine Beiträge zum Jahrbuch erwarten. Ich hoffe aber mit Sicherheit, für den künftigen Band dieses politische Hindernis beseitigt zu sehen. Meine dorthin gesandten Briefe sind auch vielleicht nicht zur Stelle gekommen. Durch einen Reisenden habe ich unterdessen mit Bedauern erfahren, dass der rechtschaffene Schroeter bei dem Mordbrande von Lilienthal, einen beträchtlichen Theil seines Vermögens, und mehrere seiner astronomischen Instrumente eingebüßt“.

Schroeter versucht noch, seine Geräte wieder herzustellen und bereitet die Drucklegung zu den Beobachtungen des Kometen von 1811 und den Merkurbeobachtungen vor, ist aber vor allen Din-

gen mit dem Wiederaufbau von Lilienthal beschäftigt. Es entsteht auf den Grundmauern das neue Amtshaus (Bild 1), welches im Jahr 1978 dem Neubau des jetzigen Rathauses weichen muss. Auch die auf der Rekonstruktion des Sternwartenkomplexes als Modell von Dr. Felix Lühning sichtbare alte Klostermühle musste den Baumaßnahmen weichen! (Bild 2). Sie war durch zwischenzeitliche Umbauten aber schon lange nicht mehr im Originalzustand.

Schroeter schafft es nicht mehr, die Marsbeobachtungen druckfertig zu machen. Sie werden erst 1881 anlässlich der vermeintlichen Entdeckung der Marskanäle im Jahre 1877 durch Schiaparelli vom Direktor der Universität in Leiden, Van de Sande Bakhuisen, herausgegeben. Schroeter beschreibt sich nach dem Lilienthaler Brand selbst als kränklich und schwach. Er stirbt einen Tag vor seinem 71. Geburtstag wahrscheinlich an einem Schlaganfall.

Bodes Nachruf im Astronomischen Jahrbuch für das Jahr 1819 hat folgenden Wortlaut:

„Am letzten Abend seines 71sten Lebensjahrs d. 29. Aug. d.J. starb zu Lilienthal bei Bremen, Hr. Doct. Joh. Hieronym. Schröter, Königl. Justizrath und Oberamtmann, Ritter des Guelphen-Ordens etc. Er war seit 1783 mein innigst verehrter astronomischer Freund und hat sich seit dem um die beobachtende physische Astronomie höchst verdient gemacht, wie seine in den astron. Jahrbüchern gelieferten Beobachtungen und seine besonders herausgegebenen Werke über merkwürdige Entdeckungen auf der Oberfläche und Beschaffenheit des Mondes und der Sonne, der Kometen, der neuern und älteren Planeten, des Fixstern- Himmels etc. bezeugen.

Er verwandte rühmlichst einen Theil seines Vermögens auf die Anschaffung kostbarer Teleskope und anderer astron. Werkzeuge. Noch vor einiger Zeit schickte er mir seine Beobachtungen und

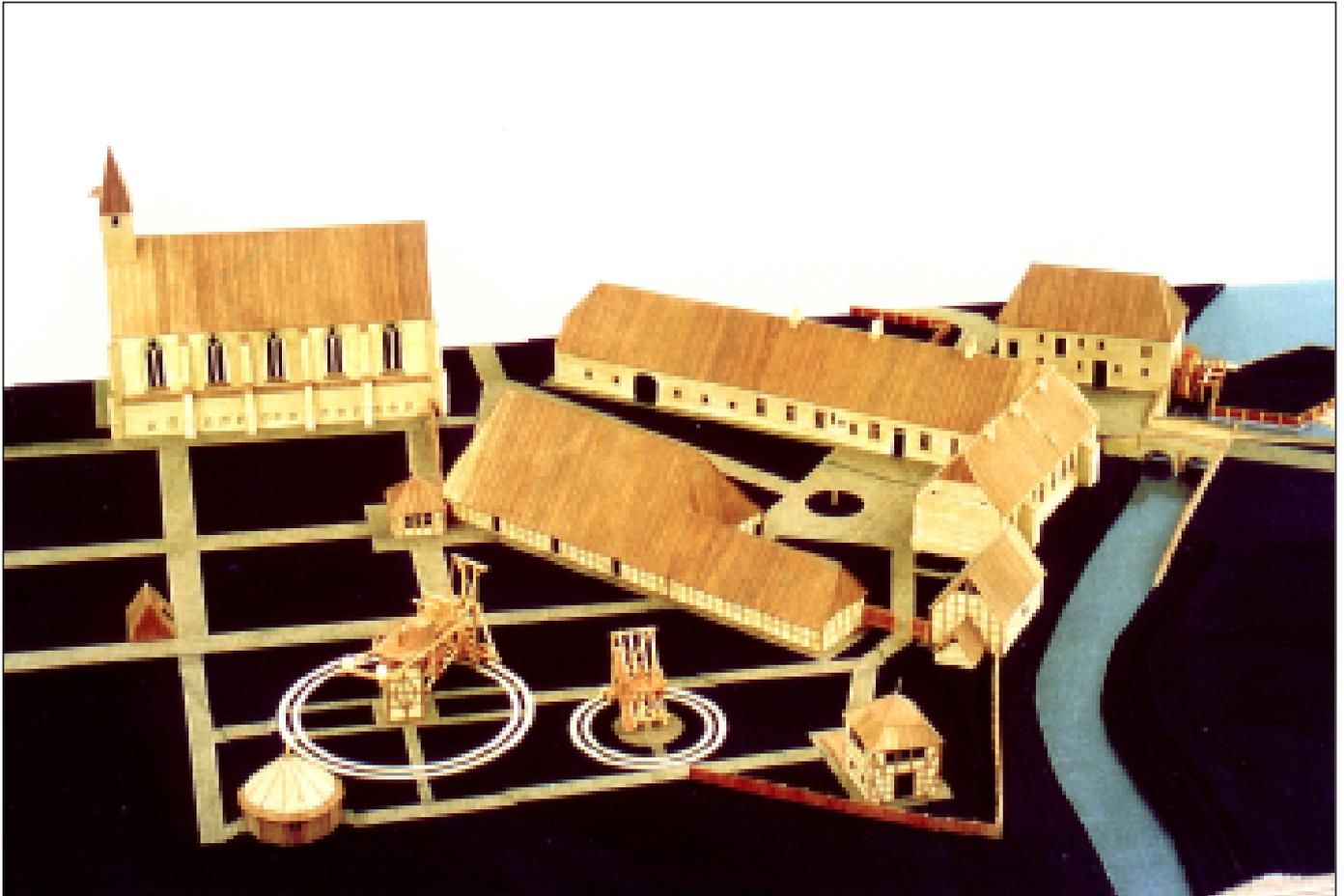


Abb. 2: Rekonstruktion des Sternwartenkomplexes vor dem Lilienthaler Brand.
Von Dr.-Ing. Felix Lühning aus dem Jahre 2000.

Bemerkungen über der Großen Kometen von 1811, 21 Bogen in 8vo mit 4K. Göttingen 1815, und seine Hermographischen Fragmente zur genauern Kenntniss des Planeten Merkur zweiter Theil nebst den Beobachtungen des Planetoiden Vesta, 19 Bogen in 8vo mit 5 K. Göttingen 1816.“

Wilhelm Olbers schreibt am 5. Oktober 1816 an Bode:

„Der Tod meines alten würdigen Freundes Schroeter (am 29. August 1816) ist mir sehr, sehr nahe gegangen. Gern hätte ich ihm ein längeres Leben gewünscht, ob er gleich die beiden letzten Jahre in jeder Rücksicht an körperlichen und geistigen Kräften sehr abgenommen hatte.

Den Theil seiner Instrumente, den Se. Majestät der König von Großbritannien schon im Jahr 1798 für die Universität Göttingen gekauft hatte, und der den ganzen damals in Lilienthal vorräthigen Apparat befaßte, hat unser seeliger Freund im vorigen Herbst nach Göttingen

verabfolgen lassen, ob er ihn, der Kaufbedingung zufolge, bis an sein Lebensende benutzen konnte. Allein es ist doch noch ein schöner Vorrath an Teleskopen zurückgeblieben, die Schroeter erst nach dem Kauf wieder hatte verfertigen lassen, unter andern ein 20füßiges und ein 15füßiges....

.... Der Verewigte hat ein vollendetes Manuscript, wozu auch sämtliche 16 Kupferplatten schon gestochen sind, unter dem Titel: „Areographische Beiträge zur genauern Kenntniss und Beurtheilung des Planeten Mars in mathematisch-physischer Hinsicht“ nachgelassen, dessen Druck sehr zu wünschen wäre.“

In der Tat gehören Schroeters Marsbeobachtung wohl zu den besten, die er im Laufe seines Lebens gemacht hat. Was aus den daraus gemachten Schlussfolgerungen nun Intuition ist oder auf tatsächlich Gesehenem beruht, kann nur schwer beurteilt werden. Angesichts der bisherigen, wenigen Erfahrungen mit

dem Nachbau des 27-füßigen Teleskops und mit dem 7-füßigen Schrader-Teleskop kann die Leistung der Beobachter der Zeit, die mit Wilhelm Herschel und J.H. Schroeter sicher ihren Zenit erreichte, nicht hoch genug eingeschätzt werden.

FIRST LIGHT AM 27-FÜßER

VON HANS-JOACHIM LEUE, Hambergen

Zum ersten Kennenlernen des 27-füßigen Teleskops inklusive einer oberflächlichen Einweisung in das Handling mit dem Gerät trafen sich am 15. März 2016 die AVL-Mitglieder, die später die Abendführungen im Beobachtungsprogramm der Firma machtWissen.de übernehmen wollen. Die Event-Agentur hatte einen Vertreter geschickt; als Gast war Christian Harder aus Scheeßel anwesend, der auch schon an Beobachtungsprogrammen der AVL mit eigenen Fernrohren teilgenommen hat.

Die Beobachtungen bei guter Transparenz aber mäßigem Seeing der Objekte Mond, Orion-Nebel und Jupiter waren auch für das Projektteam Uhdn, Leue und Minkus, von vorherigen kurzen Tests an der Sonne abgesehen, das erste richtige Ereignis, um die Funktionalität des Gerätes bei nächtlichem Einsatz eingehend zu studieren.

Der Refraktor ist ohne Tadel und liefert trotz des großen Öffnungsverhältnisses von 1:5 als Fraunhofer-Typ ein scharfes Bild. Der große Spiegel zeigt bei mittleren Vergrößerungen an flächenhaften Objekten ein verträgliches Bild, allerdings an Sternen deutlichen Astigmatismus. Der Abbildungsfehler ist symmetrisch

und deutet auf ein Verspannen des Hauptspiegels hin. Die Ursache muss gefunden und behoben werden. Auch wird der Einbau einer zusätzlichen Winde für die Grobeinstellung des Tubus die schnellere Positionierung wesentlich verbessern.

Insgesamt darf die erste „intime Berührung“ mit dem großen Instrument als eindrucksvoll beschrieben werden; so

war zumindest die Resonanz vieler Beteiligten.

Es werden weitere Übungen am Gerät



Abb. 1: Die Gruppe sammelt sich vor der Teleskop-Anlage.
Bild: Stefan vom Bruch, machtWissen.de



Abb. 2: K.D. Uhdn am Refraktor; Helmut Minkus am Okular des 27-Füßers, beobachtet von Dr. Heinrich Köhler
Bild: H.J. Leue

notwendig sein sowie eine Einweisung in die Geschichte, die mit diesem Gerät verbunden ist.

WAS MACHEN DIE EIGENTLICH?

Die Chandrasekhar-Grenze

von der ARBEITSGEMEINSCHAFT ASTROPHYSIK DER AVL

Wenn ein Stern sozusagen sein Leben aushaucht, geschieht dies auf unterschiedliche Weise, je nach Masse des Sterns. Hat ein Stern seinen primären Kernbrennstoff, also seinen gesamten Wasserstoff in Helium umgewandelt, beginnt das sogenannte Heliumbrennen und später die Fusion zu schwereren Elementen. Dabei steigt die Temperatur stetig an, bis der Stern schließlich zu einem Neutronenstern oder gar Schwarzen Loch kollabiert. Dies gilt allerdings nur für massereiche Sterne. Die masseärmeren, wie z. B. die Sonne, verenden hingegen vergleichsweise friedlich, indem sie sich zunächst zu einem Roten Riesen aufblähen, um dann unter Abstoßung der äußeren Hülle zu einem Weißen Zwerg zu degenerieren. Das Ganze ist ein Wechselspiel zwischen dem sich in den verschiedenen Fusionsphasen im Stern aufbauenden Strahlungsdruck und der ihm entgegenwirkenden Gravitation, die von der Masse des Sterns abhängt. Normalerweise bleibt also nach dem Tod eines regulären Sterns immer eine „Leiche“ übrig. Allerdings gibt es eine Ausnahme.

Erreicht nämlich ein nicht sehr massereicher Stern durch Ansammeln von Material die sogenannte **Chandrasekhar-Grenze von $\approx 1,46$ Sonnenmassen**, dann kann dieser Stern unter bestimmten Bedingungen als Ia-Supernova schlagartig explodieren, ohne dass auch nur die Spur einer Sternleiche übrigbleibt. Diese Grenze wird nach dem indischen Astrophysiker Subrahmanyan Chandrasekhar (1910 – 1995) benannt, der das seinerzeit völlig unerwartete Schicksal eines Sterns mit 1,46 Sonnenmassen erstmalig beschrieb. Dieses Phänomen lässt sich, wie folgt, erklären, wenn man die Energiebilanz des Sterns betrachtet.

Die Dauer der Existenz von Sternen, also ihre „Lebenserwartung“ und die Art ihres Sterbens wird durch den ständigen Kampf zwischen dem, durch die verschiedenen Phasen der Kernfusion (Wasserstoff Helium Kohlenstoff, Sauerstoff bis zu Eisen, Nickel) verursachten Strahlungsdruck und der Gravitation seiner Masse bestimmt. Dabei ergibt sich folgende Energiebilanz: Gesamtenergie des Sterns:

$$E_{\text{Str}} = E_{\text{kin}} - E_{\text{grav}}$$

Stirbt nun ein Stern, d. h. erlischt die Kernfusion, so ergeben sich die o. g. Stadien seiner Überreste:

$E_{\text{Str}} > 0$ Reststern : weißer Zwerg

$E_{\text{Str}} < 0$ Reststern : Neutronenstern,

schwarzes Loch

Nun gibt es aber auch noch die Möglichkeit, dass die kinetische Energie exakt der Gravitationsenergie entspricht. Also $E_{\text{Str}} = 0$. Das hat zur Folge, dass der Stern bei Erreichen dieses Zustandes als Ia-Supernova spontan explodiert und sein gesamtes Material in den Raum schleudert ohne einen Reststern zu hinterlassen. Dieser Punkt, an dem die Masse des Sterns den Wert von genau 1,457 Sonnenmassen erreicht, ist, wie gesagt, die Chandrasekhar-Grenze bzw. Chandrasekhar-Masse.

Der Ablauf der Explosion ergibt sich daraus, dass die Vorläufersterne von Ia-Supernovae je einen Kohlenstoff-Sauerstoff-Kern bereits als Weißen Zwerg unterhalb der Chandrasekhar-Masse in sich tragen (Zentralsterne Planetarischer Nebel). Dieser Kern ist nichts Anderes als ein, unter extrem hohem Druck stehendes, hochexplosives Kohlenstoff-Sauerstoffgemisch, dessen Temperatur aber zunächst **nicht** für eine weitere Kernfusion ausreicht. Drumherum haben diese Vorläufersterne eine Hülle aus Wasserstoff und Helium, die dem Kern durch nukleares Schalenbrennen immer mehr Materie in Form von Kohlenstoff zuführen, bis die Chandrasekhar-Masse des Kerns erreicht wird und somit schlagartig das nukleare Kohlenstoffbrennen einsetzt. Sobald dies der Fall ist, explodiert

der Stern. Die bei der Explosion frei werdende Strahlungsenergie ist bei allen Ia-Supernovae so gut wie gleich, das heißt, alle Ia-Supernovae haben bis auf geringfügige Abweichungen immer die gleiche Leuchtkraft. Die spontane Explosion des Sterns selbst beruht auf sehr komplexen Vorgängen, die im Wesentlichen durch die Quantenphysik bestimmt werden.

Für die Astronomen ist dieses Ereignis ein Glücksfall, weil aus der Leuchtkraft eines strahlenden Objekts über dessen scheinbare Helligkeit, die wir messen können, auf seine Entfernung zu uns geschlossen werden kann. Allerdings sind Ia-Supernovae äußerst selten. So ist im statistischen Mittel nur eine Ia-Supernova pro Galaxie und Jahrhundert zu erwarten, sodass sie erst in jüngerer Zeit durch den Fortschritt der Großteleskope-Technik als „Leuchttürme“ / Standardkerzen zur Entfernungsbestimmung genutzt werden können.

Peter Steffen

DAS SCHALTJAHR – ODER, WARUM PETER NUR ALLE VIER JAHRE GEBURTSTAG HAT

von GERALD WILLEMS, Grasberg

Unser Tagesablauf ist derart selbstverständlich von der Tageszeit geprägt, dass wir uns kaum noch Gedanken darüber machen, nach welchen Gesetzmäßigkeiten unsere Zeit geregelt ist. Früher – na ja, sehr viel früher – waren es einfach die Sonnen-Auf- und Untergangszeiten, die unseren Tagesrhythmus bestimmten. Und den Jahreszyklus bestimmten die Jahreszeiten. Natürlich wollte man nicht unvorbereitet von den Jahreszeiten überrascht werden. Und so hatten sich schon die Menschen der Bronzezeit Hilfsmittel erdacht, die es möglich machten, die Jahreszeiten vorherzusagen. Man denke in diesem Zusammenhang nur an die Sternscheibe von Nebra, auf der kundige Menschen das Symbol für das Siebengestirns, die Plejaden, eine Sternformation am Nachthimmel, verewigten, die den beginnenden Herbst oder das beginnende Frühjahr ankündigten. Die Zeitpunkte für Aussaat und Ernte konnten damit bestimmt werden. Wer über derartiges Wissen verfügte, war von unschätzbbarer Bedeutung. Ich denke, damit wird schon deutlich, welches Gewicht diese Kenntnis für die Menschen der damaligen Zeit hatte.

Und heute? Nun, die Zeit ist zu einem derart kostbaren Gut herangewachsen, dass man es äußerst genau damit nimmt. Wie definieren wir also den Tag? Der Tag, dessen Bruchteile zu Stunden, Minuten und Sekunden unterteilt sind. Diese Größen sind schließlich Bemessungsgrundlagen für vielfältige Berechnungen, die genauestens bestimmt werden müssen. Was ist also ein Tag?

Wir definieren einen Tag tatsächlich auch heute noch mit dem Stand der Sonne an unserem Aufenthaltsort. Dort, wo die Sonne ihren höchsten Stand erreicht, ist Mittag. Da die Sonne scheinbar von Osten nach Westen über den Himmel wandert, ist an jedem Ort der Erde, der westlich vom Bezugsort liegt der Mittagszeitpunkt später. Damit wir nicht alle paar Kilometer westlich oder östlich eine andere Zeit vorfinden, wurden Zeitzonen eingerichtet, die den Umgang damit vereinfachen. Das hat allerdings zur Folge, dass wir den Sonnenhöchststand, der eigentlich den Mittag markiert, nicht unbedingt genau um 12:00 Uhr der jeweiligen Zeitzone haben. Dazu kommt, dass die Erde auf einer elliptischen Bahn um die Sonne kreist. Das beeinflusst den Höchststand der Sonne derart, dass es Abweichungen zur Mittagszeit 12:00 Uhr von bis zu 20 Minuten geben kann. Nach einem kompletten Jahr muss die Sonne

ihren Höchststand an einem bestimmten Ort aber wieder erreichen.

Und damit kommen wir zur Definition des Jahres. Das Jahr, wie wir es kennen, ist eingeteilt in 365 Tage. Ein Tag ist definiert als eine Umdrehung der Erde um sich selbst. Nun wäre es ein geradezu unglaublicher Zufall, wenn die Drehung der Erde um sich selbst ganz genau in diese Drehbewegung um die Sonne 365-mal hineinpassen würde – und sie tut es auch nicht. Es sind 365 Tage und knapp sechs Stunden – die Erde benötigt für einen Umlauf also etwas länger. Dieser Unterschied würde in einigen Jahren zu einer Verschiebung der Jahreszeiten zu unserem Kalender führen. Um dem zu entgehen, wurde durch Papst Gregor XIII im 16. Jahrhundert der Gregorianische Kalender eingeführt. Darin wurde festgelegt, dass es in bestimmten Jahren einen Schalttag geben soll, der diese Differenz wieder ausgleicht. Würde die Erde tatsächlich 365 Tage und diese sechs Stunden für einen Umlauf benötigen, müsste man nur alle vier Jahre diesen einen Tag an einer Stelle des Jahres einfügen und alles würde wieder passen. Nun wäre es ebenso ein geradezu unglaublicher Zufall, wenn diese 365,25 Tage genau mit einem Umlauf der Erde um die Sonne zusammenpassen würden. Für ei-

ne gewisse Zeit könnte man damit umgehen. Auf Dauer würde sich der noch verbleibenden Fehler aber summieren. Die genaue Umlaufzeit der Erde beträgt nämlich 365 Tage, 5 Stunden, 49 Minuten und 26,74 Sekunden. Das sind 365,2425 Tage. Um auch diese Differenz auszugleichen, werden in den Jahren der Jahrhundertwende die eigentlich vorgesehenen Schalttage nicht eingesetzt. Und selbst damit ist die Zeiteinteilung noch immer nicht völlig frei von Fehlern. Alle 400 Jahre wird es entgegen der Regel zur Jahrhundertwende keinen Schalttag einzurichten, dennoch einen geben. Mit dieser Regelung beträgt der auch damit noch nicht vollkommen beseitigte Fehler einen Tag in 3231 Jahren. Um auch diesen Fehler zu beseitigen, muss es vermutlich um das Jahr 4813 einen weiteren Schalttag geben. Bis dahin können wir aber alle mit dieser Regelung recht gut leben.

Übrigens hatte bereits Julius Cäsar im Jahr 45 v. Chr. einen Schalttag für jedes vierte Jahr vorgesehen (Julianischer Kalender). Das geschilderte Problem war nämlich bereits zu dieser Zeit bekannt. Der verbleibende Fehler summierte sich dabei in 128 Jahren zu einem ganzen Tag auf, wurde aber bis zur Einführung des Gregorianischen Kalenders in Kauf genommen. Ganz interessant aus heutiger

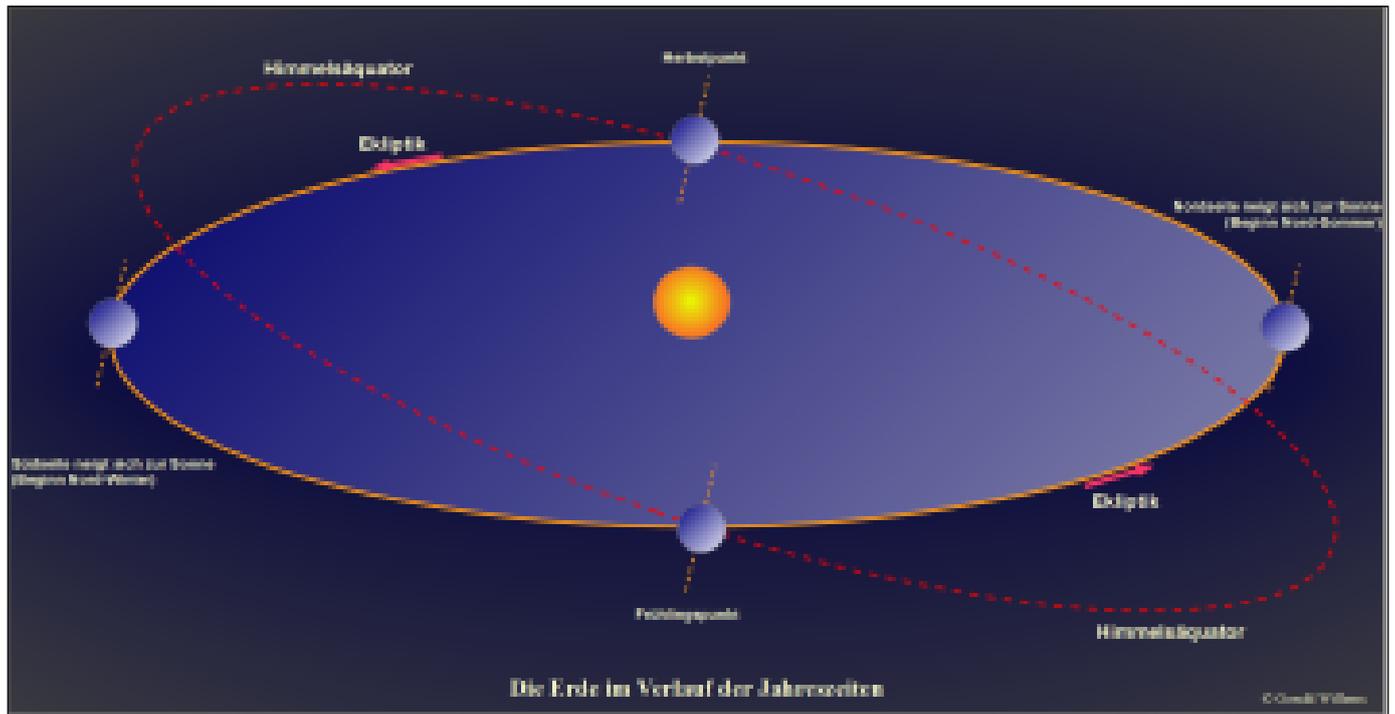


Abb. 1: Die Erde im Verlauf der Jahreszeiten. Zeichnung vom Autor.

Sicht ist der Umstand, dass man den zusätzlichen Schalttag nicht als 29. Februar dazu rechnete, sondern den 24. zweimal beging. Mit dieser Regelung müsste Peters Geburtstag natürlich nicht dreimal in Folge ausfallen.

Noch weiter in die Zukunft zu planen ist übrigens nicht vorgesehen. Nicht, weil man das nicht für nötig hält, nein, man kann es nicht. Die Einflüsse der anderen Planeten, Kleinplaneten und andere massebehaftete Körper im Sonnensystem erzeugen sehr kleine Abweichungen der Umlaufzeiten, die in Summe nicht erfassbar sind. Zu gegebener Zeit werden natürlich auch diese Einflüsse in die Berechnungen einfließen.

Warum setzt man diesen Schalttag nun gerade im Februar ein? Im römischen Kalender stand an zwölfter Stelle der Monat Februarius, der unserem Februar seinen Namen gab. Zu dieser Zeit hatte man dem Letzten Monat im Jahr den Schalttag zugefügt, was ja auch sinnvoll erscheint. Im Jahr 153 v. Chr. wurde der Beginn des römischen Amtsjahres auf den 1. Januar gelegt. Der Februar wanderte damit an die zweite Stelle der

Monate. Im Gregorianischen Kalender hat man diesen Schalttag im Februar belassen und deshalb dient auch noch heute der Februar zum Ausgleich der "Gangdifferenz" unser kosmischen Uhr.

Was bestimmt eigentlich unsere Jahreszeiten?

Klar, würde wohl jeder sagen: der Beginn des Frühlings, des Sommers, des Herbstes und des Winters. Die Meteorologen stützen sich auf langfristige, periodisch wiederkehrende Erscheinungen der Natur – ganz so, wie es unsere Vorfahren auch getan haben. Astronomen, die eben auch für die Einteilung des Kalenders zuständig sind, müssen es genauer wissen.

Der Stand der Sonne zur Erde bestimmt die Jahreszeiten – das wissen ja eigentlich alle. Was genau bestimmt nun aber den Zeitpunkt des Frühlingsanfangs? Die Meteorologen sagen: es ist der 1. März eines jeden Jahres. Für Astronomen sind es Erscheinungen der Himmelsmechanik, die diesen Zeitpunkt bestimmen. Stellen wir uns dazu vor, wir könnten die Linie, die unsere Erde auf ihrem Weg um die Sonne zieht, sehen. Dazu stellen wir uns die zur Erdbahn (Ekliptik) schräg stehen-

de Erdachse vor, die etwa 23,5 Grad zur Erdbahn geneigt ist. Wir müssen unsere Vorstellungskraft noch etwas weiter strapazieren und uns auch noch den Äquator der Erde auf das Himmelsgewölbe projiziert vorstellen. Diese imaginäre Linie gibt es übrigens wirklich – wir nennen sie, kaum zu glauben – Himmelsäquator. Beide Linien, die Ekliptik und der Himmelsäquator werden sich nun durch die Schrägstellung der Erdachse (natürlich ist auch der Himmelsäquator schräg zur Ekliptik) in zwei Punkten schneiden. Dieser Umstand ist die Ursache unserer Jahreszeiten. Denn je nach Position der Erde, neigt sich ihre Nordseite mal mehr oder wenige der Sonne zu. Für uns auf der Erde stellt es sich so dar, als würde die Sonne einmal pro Jahr in den Süden und dann wieder und den Norden wandern – das kennen wir.

Der Schnittpunkt, den die Sonne auf ihrem Weg Richtung Norden auf der Ekliptik (Linie der Erdumlaufbahn) schneidet, nennen wir den Frühlingspunkt. Und damit beginnt ganz offiziell auch der Frühling. In diesem Jahr wird das übrigens der 20. März um 05:30 Uhr sein. Die oben beschriebenen Abwei-

chungen, die auch das Schaltjahr erfordern, lassen diesen Zeitpunkt um knapp sechs Stunden von Jahr zu Jahr nach hinten verschieben. Deshalb kann es vorkommen, dass der Frühlingsanfang auch einmal auf einen 21. März fällt. Nach dem eingesetzten Schalttag im Februar passt es dann wieder. Damit eben diese Zeitpunkte für den Beginn der Jahreszeiten auch künftig stimmen, sind diese Schalttage ja vorgesehen. Bleibt höchstens noch zu erklären, was den Herbstpunkt beschreibt. Man kann es sich vermutlich bereits denken. Genau, es ist der Punkt, den die Sonne auf ihrem Weg jetzt nach Süden auf dem Himmelsäquator schneidet. Sommer und Winter sind mit den Punkten der Sonnenwende beschrieben. Im Süden der Wendepunkt des Winters und im Norden der Wendepunkt des Sommers.

Geschaltet im Sinne von Lichtschalter wird natürlich nichts!

Es werden eben zu bestimmten Zeiten Schalttage dazwischengeschaltet – Deshalb der Begriff Schaltjahr. Wobei ja kein Jahr, sondern nur ein Tag dazu geschaltet wird.

Was gäbe es Weiteres in diesem Zusammenhang zu wissen? Nun, da gibt es etwas, was nicht gerade bedeutungslos ist. Alle Bewegungen der Planeten geschehen vor dem Hintergrund der Fixsterne. Zwar stehen die so genannten Fixsterne keinesfalls vollkommen fest am Himmel; wir wissen heute, dass sie sich sehr wohl durch den Raum bewegen. Sie sind aber so weit von uns entfernt, dass wir selbst im Verlauf mehrerer Menschenleben diese Veränderungen kaum wahrnehmen. Es ist unser Mond, der nun ins Spiel kommt. Er stabilisiert die Erdachse in ihrer Neigung, sorgt aber für eine Taumelbewegung wie bei einem Brummkreisel. Keine Sorge, die Erde brummt durch ihre Drehung nicht. Die Taumelbewegung macht aber, dass wir gegenüber den Fixsternen die oben be-

sprochenen für uns so wichtigen Wegmarken vor einem veränderten Sternenhintergrund sehen. Diese Taumelbewegung wird Präzession genannt und eine komplette Taumelbewegung dauert ca. 22 000 Jahre. Als man vor ca. 2000 Jahren zur Zeit der Ägypter und der Griechen die Sternbilder erstmals festlegte, befand sich der Frühlingspunkt im Sternbild Widder. Auch heute wird dieser wichtige Punkt noch immer Widderpunkt genannt. Nur, dass der Frühlingspunkt bedingt durch die beschriebene Taumelbewegung seit diesen vergangenen 2000 Jahren in die Fische gewandert ist. An den oben beschriebenen Prinzipien ändert das allerdings nichts. Etwas naiv erscheint dabei höchstens, dass die Astrologen (das sind die mit der Glaskugel) diesen Umstand vollkommen ausblenden. Bei ihrer Pseudowissenschaft tun sie so, als hätte sich seit den vergangenen 2000 Jahren nichts verändert. Denn damit haben sich auch die Aufenthaltsorte der Sonne im Tierkreis im Moment der Geburt, der ja für das Schicksal der Menschen verantwortlich sein soll, um ein ganzes Tierkreiszeichen verschoben.

Es ist also gar nicht so einfach, sich die Grundprinzipien unserer Zeiteinteilung vor Augen zu führen. Eine spannende Geschichte, finde ich, ist es aber in jedem Fall.

Bleibt eigentlich nur noch Peter zu seinem Geburtstag zu gratulieren, auf den er ganze vier Jahre seit seinem letzten Geburtstag warten musste...

Impressum

„Die Himmelspolizey“

ist die Mitgliederzeitschrift der Astronomischen Vereinigung Lilienthal e.V. (AVL). Sie erscheint alle drei Monate. Sie wird in Papierform und online unter www.avl-lilienthal.de veröffentlicht.

Der Name der „Himmelspolizey“ leitet sich von den 24 europäischen Astronomen ab, die im Jahre 1800 auf die gezielte Suche nach dem „fehlenden“ Planeten zwischen Mars und Jupiter gingen. Entdeckt wurde letztendlich der Asteroidengürtel, von dem geschätzt wird, dass er bis zu 1,9 Millionen Mitglieder enthält.

Einer der Gründer war Johann Hieronymus Schroeter, der hier in Lilienthal eines der größten Teleskope seiner Zeit betrieb. In Anlehnung an ihn und die grandiose Geschichte der ersten Lilienthaler Sternwarte trägt diese Zeitschrift ihren Namen.

Mitarbeiter der Redaktion

Alexander Alin, Peter Kreuzberg
E-Mail: hipo@avl-lilienthal.de

Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe ist vier Wochen vor dem Erscheinen (**31. Mai 2016**). Später eingeschickte Artikel und Bilder können erst für spätere Ausgaben verwendet werden. Die Redaktion behält sich vor, Artikel abzulehnen und ggf. zu kürzen. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht zwangsläufig die Meinung der Redaktion wider. Durch Einsendung von Zeichnungen und Photographien stellt der Absender die AVL von Ansprüchen Dritter frei.

Verantwortlich im Sinne des Presserechts ist
Alexander Alin, Hemelinger Werder 24a, 28309 Bremen.

ISSN 1867-9471
Nur für Mitglieder

Erster Vorsitzender
Gerald Willems.....(04792) 95 11 96

Stellv. Vorsitzender
Dr. Kai-Oliver Detken.....(04208) 17 40

Pressereferat
Peter Bieliacki.....(0173) 60 26 884

Schatzmeister
Jürgen Gutsche.....(0421) 25 86 225

Schriftführung
Jürgen Ruddek.....(04298) 20 10

Sternwarte Würdten
Ernst-Jürgen Stracke.....(04792) 10 76

Redaktion der Himmelspolizey
Alexander Alin.....(0421) 33 14 068

AG Astrophysik
Dr. Peter Steffen.....(04203) 93 43

Deep Sky-Foto-AG
Gerald Willems.....(04792) 95 11 96

Internetpräsenz und E-Mail-Adresse der AVL:
www.avl-lilienthal.de; vorstand@avl-lilienthal.de



NEUES AUS DER AVL-BIBLIOTHEKSECKE

VON DR. KAI-OLIVER DETKEN, Grasberg



Die Bibliothek der AVL will sich auf dieser Seite den Mitgliedern vorstellen. Hier sollen in jeder Ausgabe ein oder zwei Bücher präsentiert und beschrieben werden, um einen Überblick über die vorhandenen AVL-Schätze zu gewinnen und das Interesse an einer Ausleihe zu wecken. Die komplette Bücherliste befindet sich auf den AVL-Webseiten, unter „AVL-Intern“. Anfragen werden gerne unter k.detken@avl-lilienthal.de entgegengenommen.

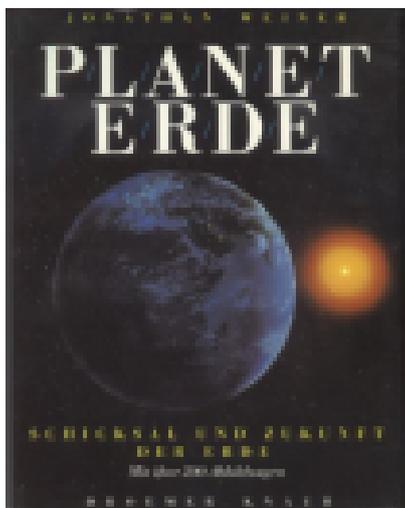
Timothy Ferris: Kinder der Milchstraße.
Birkhäuser-Verlag, 1989



Ob mit Hilfe der Kristallsphären des Aristoteles oder der neusten Quantentheorie - schon immer haben Menschen versucht, die ungeheure Weite von Raum und Zeit zu erfassen. Das Buch „Kinder der Milchstraße - die Entwicklung des modernen Weltbildes“ erzählt von diesem Bemühen. Das Buch verwebt die großen Themen der Astronomie, Physik, Religion und Philosophie mit neuen und eindrucksvollen Charakterisierungen der Menschen, die das geschafft haben, was als größter Schatz unserer Gesellschaft bezeichnet werden kann - unser Bild vom Weltall zu formen.

Timothy Ferris entlarvt laut dem Birkhäuser-Verlag mit seinem Buch das Klischee des leidenschaftslos logischen Forschers und stellt die Väter der modernen Wissenschaft als Menschen vor, die wie die Dichter danach streben, ihr Bild von der Welt mit der Wirklichkeit in Einklang zu bringen. Timothy Ferris arbeitete als Professor für Wissenschaftsjournalismus an der Universität Berkeley in Kalifornien. Für seine Berichterstattung in „Rolling Stone“ über die Viking-Landung auf dem Mars wurde er mit dem ersten Preis der Aviation/Space Writers Association ausgezeichnet. Er stellt daher in diesem Buch das moderne Weltbild anschaulich dar und unterteilt seine Erläuterungen in Raum, Zeit und die Schöpfung. Dabei stellt er abschließend fest, dass noch lange nicht alles erforscht ist und noch genug Geheimnisse auf uns warten, um entdeckt oder gar gelüftet zu werden.

Jonathan Weiner: Planet Erde - Schicksal und Zukunft der Erde. Droemer-Knaur-Verlag, 1987



In den vergangenen fünfzig Jahren haben immer neue Technologien unser Wissen über die Erde revolutioniert. Auswertungen von Satellitenaufnahmen, Messungen bemannter wie unbemannter Tiefseetauchgeräte, elektronisch gesteuerte und vergrößerte Bilder haben neue Theorien über unseren Heimatplaneten entstehen lassen. Jonathan Weiner stellt die neusten Erkenntnisse, aus der Sicht von 1987, vor, die Geowissenschaftler über Entstehung und Entwicklung der Erde sowie über alle kreativen Kräfte dieses lebendigen Planeten herausgefunden haben. Er beginnt dabei die Erde als „lebendige Maschine“ zu betrachten, den blauen Planeten separat kennenzulernen, das Klima und seine Veränderungen mit einzubeziehen sowie in andere Welten unseres Sonnensystems vorzudringen. Denn schließlich kann man über die Erde auch viel lernen, wenn man andere Planeten und ihre Entwicklungen in die Betrachtung mit einbezieht. Die Sonne, ihre Auswirkungen auf die Erde und das auf ihr vorhandene Leben, erhält ebenfalls ein eigenes Kapitel. Welche Geschenke uns der Heimatplanet offenbart und wie sein Schicksal aussehen könnte, wenn wir als Menschen unsere Lebensweise nicht verändern bzw. anpassen, beendet dieses Buch, welches mit einem Spruch von T.S. Eliot beginnt: „Wir dürfen niemals aufhören zu forschen. Am Ende unserer Bemühungen werden wir am Anfang stehen und wieder von vorne beginnen“.

GEISTER, GEGRILLTE HUNDE UND „GERHANA MATAHARI“

Durch Indonesiens Inselwelt zur Sonnenfinsternis

von ALEXANDER ALIN, Bremen

Im März dieses Jahres war es mal wieder so weit. Der Mond kreuzte die Ekliptik und verdeckte dabei für einen kurzen Moment die Sonnenscheibe. Eine totale Sonnenfinsternis trat ein. Wie es leider seit über 100 Jahren zur Regel geworden ist, passierte es natürlich nicht im Einzugsgebiet der AVL, ja, nicht einmal in Europa. Als regelmäßiger Sonnenfinsternis-Beobachter stellte sich mir die Frage: hinreisen oder nicht hinreisen? Die Recherche ergab die Inselwelt Indonesiens als bestes Ziel für mein Vorhaben. Wie Sie, lieber Leser, an der Existenz dieses Berichtes ersehen können, brach ich Ende Februar auf!

Der Finsternispfad sollte von Westen kommend einige der größten Inseln der Erde kreuzen: Sumatra, Borneo und Sulawesi, um die wichtigsten zu nennen. Leider kreuzte der Finsternispfad dabei zu dieser Jahreszeit auch die Innertropische Konvergenzzone, also das Gebiet, das den Tropen die Regenzeit bringt. Meine Recherche ergab als optimalen Beobachtungsort die Insel Ternate. Wo? Genau! Das habe ich mich auch gefragt. Dieses Fleckchen Land, so kann man es wohl nennen, hat zwar eine große Geschichte, da es einst der Hauptschlagort für Gewürze alle Art war und sowohl von Portugiesen, Spaniern, Engländern und Niederländern umworben, um nicht zu sagen „umkämpft“, wurde, aber heute ist es eher am Rand der bewohnten Welt.

Ternate ist eine fast kreisrunde Insel von 112 km² Größe, die eigentlich nur aus dem nicht sehr friedlichen Vulkan Gama-lama und einer Stadt namens Ternate be-

steht. Bis vor kurzem war es noch Hauptstadt der indonesischen Provinz Nord-Molukken, doch auch die Regierung wurde auf die nahe und sehr viel größere Insel Halma-hera verlegt. Immerhin hat die Insel einen regelmäßig angesteuerten Flughafen. Das sollte am 9. März also das Ziel meiner astronomischen Expedition sein.

Los ging es aber auf Bali, was von Hamburg aus über Dubai recht einfach zu erreichen ist. Hier lernte ich auch gleich die Nachteile der Regenzeit kennen: die ersten Tage fing es pünktlich um 13 Uhr an zu regnen - um nicht zu sagen „zu schütten“. Immerhin erleuchtet die Insel dadurch in den schönsten Grüntönen.

Die Balinesen sind zu beinahe 100% Hindus. Ihre Religion hat allerdings eine deutlich regional gefärbte Ausprägung, die durch einen starken Geisterglauben charakterisiert wird. Wie in viele Religionen werden Festtage durch den Lauf des Mondes bestimmt. Der balinesische Saka Kalender ist also ein



Abb. 2: Ein Sulawesi-Kobaldmaki.

Mondkalender. Seinen Beginn nimmt das Saka-Jahr am Tag nach dem ersten Neumond des März. Nun, Sie ahnen es, lieber Leser: der Tag der Sonnenfinsternis war Neujahr auf Bali und damit der höchste Feiertag. Nyepi, der Neujahrstag, ist in Bali ein Tag der absoluten Stille. Niemand geht aus dem Haus, man fastet und meditiert. Das Einhalten der Stille wird ebenfalls von Touristen verlangt. Ich war an diesem Tag bereits abgereist und konnte meinen Standort zur Sonnenfinsternisbeobachtung frei wählen.

Der Weg nach Ternate ging über die Insel Sulawesi. Ich blieb drei Nächte in der Stadt Manado, knapp eine Flugstunde von Ternate entfernt. Obwohl politisch im selben Land gelegen, erwartete mich hier ein andere Welt. Flora und Fauna sind anders, ich besuchte einen Nationalpark in dem Beuteltiere leben (wir sind nicht mehr weit von Australien entfernt) und lediglich 10 cm große Primaten. Auch die Religion und somit die Kultur ist völlig anders. Obwohl es Natur-



Abb. 1: In der Regenzeit ist Bali grün.
Alle Abbildungen vom Autor.



Abb. 3: Eines der vielen Sonnenfinsternis-Plakate in Ternate.



Abb. 4: Warten auf den großen Augenblick.

schutzgebiete gibt, sah ich die meisten Tiere auf einem lokalen Markt - in gegrillter Form. Tiere, die wir als Haustiere halten, sind dort Nahrungsmittel (ich verzichte auf ein Bild hier im Artikel). Probiert habe ich sie nicht, ich hatte bereits gegessen...

Und schließlich kam ich zwei Tage vor der Sonnenfinsternis auf Ternate an. Dankenswerterweise wurde mir von einem Bekannten auf Bali ein Kontakt auf der Insel vermittelt, der mich am Flughafen abholte und in ein - abenteuerliches - Hotel brachte (und mir später die Insel zeigte). Bereits zwei Monate zuvor schlug mein Versuch fehl, online noch ein Zimmer (oder zumindest ein Bett im Hostel) zu ergattern. So abgelegener der Ort auch war, so voll war er von Sonnenfinsternis-touristen aus aller Welt! Die Bevölkerung der Insel war vollkommen aus dem Häuschen! Es hingen überall Plakate, die die Touristen willkommen hießen, es wurde eine Art Touristenmesse veranstaltet, und die Menschen auf der Straße grüßten jeden Fremden und baten um ein Selfie. Schulkinder interviewten die Touristen, wahrscheinlich als Aufgabe aus dem Englisch-Unterricht, über ihre Heimat und ihre Ziele in Indonesien. Und wo die Abordnung der AVL und die Einheimischen nicht weiterkamen, verständigte man sich mit Lächeln, Händen und rudimentärem Indonesisch und Englisch. Inzwischen hatte ich gelernt, „Saya di sini untuk Gerhana Matahari“ - ich

bin wegen der Sonnenfinsternis hier. Ich wurde wirklich selten (oder nie) so herzlich zu einer Sonnenfinsternis willkommen geheißen wie auf dieser kleinen Insel der Molukken.

Am Tag vor der Sonnenfinsternis, dem 8. März, suchte ich mir in der Stadt einen geeigneten Ort, an dem ich die Finsternis in ihrem vollen Verlauf sehen konnte. Sie würde morgens um 08:40 Ortszeit starten. Die Sonne geht hier, weniger als 1° nördlich des Äquators, senkrecht im Osten auf und steigt dann in den Zenit. Glücklicherweise liegt die Stadt auf der Ostseite der Insel mit freiem Blick auf das Meer. Direkt am Ufer eben dieses Meeres, neben der Großen Moschee, denn wir sind hier in einem moslemischen Teil Indonesiens, gibt es einen kleinen Park - mit dem einzigen WLAN-Zugang, den ich gefunden habe - der mir ideal erschien. Freier Blick nach Osten, solange man sich nicht direkt unter einem Baum postiert.

Am Sonnenfinsternistag um 7 Uhr morgens stand ich mit meiner Photo-Ausrüstung, Frühstück, viel Wasser und Sonnencreme bereit. Am Abend zuvor hat es noch ein schweres Gewitter gegeben, aber nun war der Himmel

nur noch gebietsweise von „Schäfchenwolken“ überzogen. Dennoch könnten diese Ärger machen. Bis halb neun füllte sich der Park, bis kein Fortkommen mehr möglich war. In der Zwischenzeit wurde ich mindestens zwanzig Mal um ein Selfie gebeten...

Pünktlich um 08:37 Uhr berührte der Mond den Sonnenrand - es ging los. So langsam wie der Mond sich voranschob, so langsam schon sich eine Wand aus Schäfchen voran, die bald die Sonne bedeckte. Doch es stellte sich als halb so schlimm heraus. Die Sonne schien hin-



Abb. 5: Handybild von der Totalität.

durch. Im Gegenteil erzeugten die Wolken mit der Finsternis zusammen einen tollen Effekt.

Um knapp 09:52 war es dann soweit. Am Himmel stand die total verfinsterte Sonne, begleitet von ein paar Wölkchen. 2 Minuten und 45 Sekunden dauerte das Schauspiel. Meine erste totale Sonnenfinsternis seit dem 1. August 2008, die nicht hinter Wolken stattfand! Es heißt ja immer, Vögel würden verstummen sobald die Totalität einsetzt. Interessanter-

weise war es hier andersherum. Ich denke, es ist für die Vögel zu heiß, um unter Mittag aktiv zu sein. Ihre Zeit sind die kühlen Morgen- und Abendstunden wenn noch wenig Licht von der Sonne kommt. Und somit fand die Finsternis unter dem Gesang der Vögel und dem erhabenen Schweigen der Menschen statt!

Bald nachdem Mond die Sonne wieder freigelassen hatte, leerte sich der Park. Der spektakuläre Teil war vorbei, und die

Menschen gingen wieder ihrer Wege. Ich beendete noch meine Photoreihe bis ganz zum Ende und ging dann auch meiner Wege...

Über Bali und Dubai ging die Reise bald zu Ende. Aber die Planung zur ringförmigen Sonnenfinsternis am 1. September ist in vollem Gange. Es wird wieder eine Insel sein, die die Ehre hat, die Sonnenfinsternis zu „organisieren“ - la Réunion im Indischen Ozean.




Abb. 6 - 11: Collage der Sonnenfinsternis. Alle Bilder bei 600 mm Brennweite. Belichtungszeiten und Empfindlichkeit wurden jeweils den Lichtverhältnissen angepaßt.