Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 70 (2012)
Heft: 371

Heft

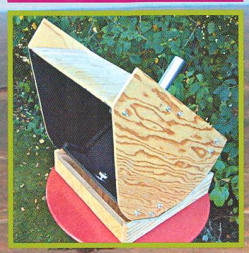
Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch



4/12

Beobachtungen
Mond und Venus vor der Sonne

Nachgedacht - nachgefragt
Analemma und Zeitgleichung – Beobachtung, Ursache und Wirkung

Raumfahrt
China: Raumfahrtkonkurrenz aus Fernost?

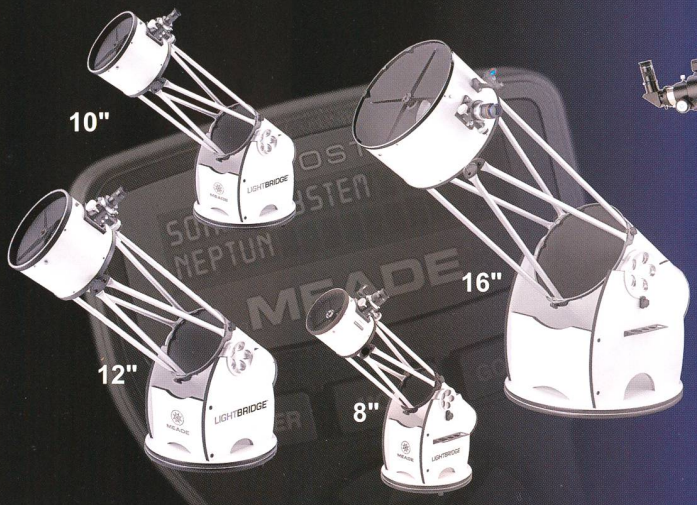
Astrofotografie
Astro-Landschaftsfotografie mit Ultraweitwinkel-Objektiven

orion

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG

MEADE Teleskope

LightBridge • Astronomie pur



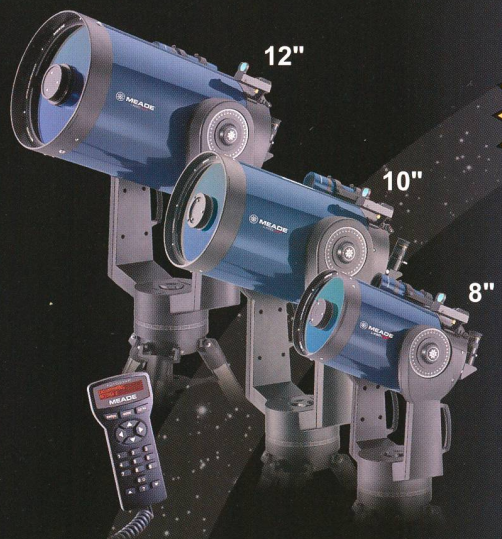
DS-2000 Serie • Der perfekte Einstieg

ETX Serie • Spitzenleistung auch für die Reise

LightSwitch • Vollautomatisch

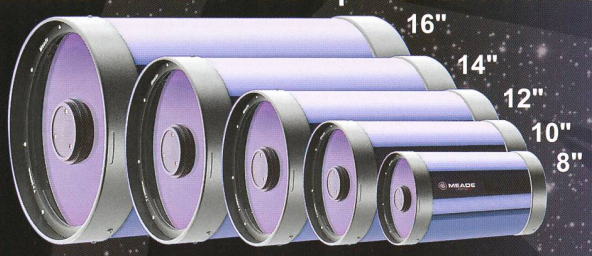
LX200ACF • Der High-End Allrounder

LX90ACF • Super transportabel



Fordern Sie unseren aktuellen Katalog noch heute an!
+49 (0) 2872 / 80 74 - 300

LX200ACF OTA • Die Optiken auch einzeln



MEADE und das M-Logo sind eingetragene Warenzeichen der Meade Instruments Corporation. © USA und ausgewählte Länder. © 2012 Meade Instruments Corp. Alle Rechte vorbehalten. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Hergestellt unter den US-Patenten Nr. 6.304.376 und 6.392.799; weitere Patente in den USA und anderen Ländern angemeldet.

www.meade.de

MEADE Instruments Europe GmbH & Co. KG
Gutenbergstraße 2 • DE-46414 Rhede • Germany • E-Mail: info.apd@meade.de
Tel.: +49 (0) 28 72 / 80 74 - 300 • FAX: +49 (0) 28 72 / 80 74 - 333

MEADE®

orion
70. Jahrgang/année - N° 371 August/Août 4/2012 - ISSN 0030-557-X
Herausgegeben von der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft - Edité par la Société Astronomique de Suisse - Edito dalla Società Astronomica Svizzera

Editorial

Steht ein neues Wettrennen in der Raumfahrt bevor? Thomas Baer 4

Raumfahrt

Das chinesische Raumfahrtprogramm
Weltraum-Konkurrenz aus Fernost? Men J. Schmidt 14

SAG-Jugend

Bebende Erde und erschütterungsfreies Teleskop
Erdbebensimulator und Führung in der Urania Sternwarte Selina Wetter 5

Beobachtungen

Albuquerque: Wiedersehen in elf Jahren
Perfekter «Ring of Fire» Benjamin Tobler 28
Venustransit: Zweimal im Leben
«Adieu» schwarze Venus Thomas Baer 30

Aus den Sektionen

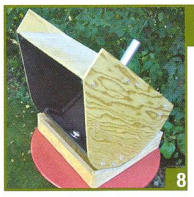
Eine Erfolgsgeschichte in Zeiten des Mitgliederschwunds
Astronomie: Proaktive Jugendförderung Thomas Baer 17

Astrofotografie

Fotos mit Ultraweitwinkel-Objektiven
Himmel und Erde: Astro-Landschaftsfotografie Jürg Alean 32

Aktuelles am Himmel

Planetenduo am Morgenhimmel
Nichts für Morgenmuffel Thomas Baer 24
Perseïden-Sternschnuppen trotz Mond
Noch Wünsche offen? Thomas Baer 25

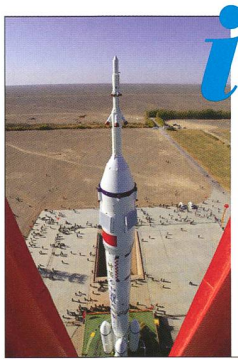


Nachgedacht - nachgefragt

Analemma und Zeitgleichung – Beobachtungen, Ursachen und Wirkungen
Das verflixte Analemma Erich Laager 8

Fotogalerie

In der Schweiz: «Venusglück» trotz miserabler Wetterprognosen
Schwarzer Punkt im Wolkenloch Alberto Ossola, Jürg Schadegg & Peter Salvisberg 40



Titelbild

Eindrückliche Perspektive der chinesischen Rakete des Typs Langer Marsch mit der Raumkapsel Shenzou-8 auf der Startrampe. Mit der sogenannten CZ-2F werden die bemannten Missionen der Chinesen durchgeführt. Am 24. Juni 2012 koppelte die Besatzung das Shenzhou-Raumschiff von der Raumstation Tiangong-1 ab und dockte danach manuell nochmals an die Raumstation an. Damit wollen die Chinesen unter Beweis stellen, dass sie sowohl die automatische wie auch manuelle Rendez-vous-Technik im Weltraum beherrschen. Die Shenzhou-Kapsel ist am 29. Juni 2012 in der Wüste Gobi mit den drei Taikonauten weich gelandet. (Bild:dpa/Archiv Schmidt)

Lieber Leser,
liebe Leserin,

Steht ein neues Wettrennen in der Raumfahrt bevor?

«Eine neue Art von Denken ist notwendig, wenn die Menschheit weiterleben will.»

(Albert Einstein)

Die NASA-Spaceshuttle-Flotte ist ausgemustert, Sojuskapseln und private Raumschiffe fliegen derzeit zur Internationalen Raumstation ISS. Die europäische Raumfahrt begann verglichen mit der amerikanischen und sowjetischen recht spät, und inzwischen bekommt der Westen aus Fernost, genauer aus China, Konkurrenz. Während Japan in den vergangenen Jahren vor allem wegen finanzieller Kürzungen seine Projekte «abspecken» musste, arbeiten Südkorea und Russland enger zusammen. Der erste Testflug der neuen NASA-Orion-Raumkapsel soll frühestens 2014 unbemannt starten. Zwar wird von Seiten der amerikanischen Raumfahrtbehörde von «Tempo» gesprochen, doch irgendwie scheint die bemannte Raumfahrt in den USA ins Stocken geraten zu sein. Barack Obama stellte die Constellation-Finanzierung (Aufbau einer Mondbasis und später Flug zum Mars) kurz nach seinem Amtsantritt ein. Bis 2017 der voraussichtlich erste reguläre Flug einer Orion-Kapsel erfolgt, sind die Amerikaner auf Mitfluggelegenheiten bei der russischen Raumfahrtagentur Roskosmos oder Privaten angewiesen. Erst als sich die U.S.-Regierung bewusst wurde, dass keine Shuttleflüge mehr möglich sind, wurde das Space Launch System / Multi-Purpose Crew Vehicle, kurz SLS/MPCV, eingeleitet. «Naiverweise dachte man bei der NASA, dass es die privaten Unternehmen schon schaukeln würden, wodurch viel Zeit verloren ging und man heute bei den Russen Mitfluggelegenheiten kaufen muss», schreibt Men J. Schmidt, Weltraumspezialist, auf Anfrage. Die Politik hat sich hier ganz klar über die Raumfahrtfachleute gestellt, und das Chaos war perfekt. In der Zwischenzeit haben sich die privaten Raumfahrtunternehmen in den USA wacker gehalten. Ihnen ist es ohne aufwändige Bürokratie gelungen in die Bresche zu springen.

Während alle westlichen Raumfahrtnationen zusammen mit Russland schon seit Jahren zusammen arbeiten und so eine effiziente Raumfahrt betreiben können, kocht China «sein eigenes Süppchen». Das rote Riesenreich braucht offenbar die Bestätigung, vor allem in politischer Hinsicht, dem Rest der Welt aufzuzeigen, dass es auch ohne Hilfe von aussen in der Lage ist, an vorderster Front mitzumischen. Beim Aufbau der Internationalen Raumstation ISS wurde auch China eingeladen, sich zu beteiligen, doch hätte eine chinesische Teilnahme deutlich gemacht, dass das Raumfahrtprogramm (noch) nicht so weit entwickelt ist, wie es oft propagandistisch dargestellt wird. Die USA fürchten sich zudem – aus guten Gründen – vor einem Technologietransfer.

Men J. Schmidt meint, dass eine komplette Zusammenarbeit zwischen Ost und West nicht viel mehr Ressourcen freisetzen, sondern höchstens die Raumfahrtetats der NASA und ESA wegen Quersubventionen an die restlichen Raumfahrtnationen zusätzlich strapazieren würde. Ein Wettstreit wie zu Zeiten des Kalten Krieges ist zwischen China und dem Westen kaum zu erwarten und auch nicht im Interesse der Raumfahrt, ganz im Gegenteil. Die Zusammenarbeit der verschiedenen Raumfahrtnationen ist wichtig für die politische Stabilität und die wirtschaftliche Prosperität. Lesen Sie den exklusiven Beitrag über die chinesische Raumfahrt unseres Weltraumspezialisten in dieser ORION-Ausgabe ab Seite 14.

Thomas Baer
Bankstrasse 22
CH-8424 Embrach
thomas.baer@orionzeitschrift.ch

Bebende Erde und erschütterungsfreies Teleskop

Erdbebensimulator und Führung in der Urania Sternwarte – trotz Regen

■ Von Selina Wetter

Aus der ganzen Schweiz trafen sich am Samstag, 12. Mai 2012, rund 20 junge Leute in Zürich, um unter der Leitung von Barbara Muntwyler (SAG, Bern) den Erdbebensimulator der ETH Zürich und die Urania-Sternwarte auszukundschaften. Tolle Eindrücke blieben, auch wenn das Wetter nicht ganz mitspielte.

Um 15 Uhr trafen sich im Hauptbahnhof Zürich einige Jungastronominnen und –astronomen aus den Regionen Bern, Luzern, Basel, Zürich, Bülach und Winterthur, um ihr gemeinsames Interesse zu pflegen. Nach einer Begrüssung brachen wir auf und erreichten bei strömendem Regen die Eingangshalle der ETH Zürich. Da unsere Empfangsperson nicht aufgetaucht war, suchten wir auf eigene Faust das Forschungszentrum der ETH und meldeten uns im focusTerra. Nach einer spannenden und aufschlussreichen Einführung über Erdbeben wurden wir in zwei Gruppen aufgeteilt. Noch ahnten wir nicht, was für ein unvergessliches Erlebnis der Besuch des Erdbebensimulators sein würde! Wir konnten bei vier verschiedenen Stärken am eigenen Körper spüren, wie sich die Erschütterungen auf die nähere Umgebung auswirken würden.

Entgegen unserer Erwartungen spürten wir die Unterschiede weniger an der Stärke des Bebens, sondern vielmehr an der Länge und Intensität der Simulation. Kurz und heftig; das war für uns die schlimmste Simulation, auch wenn es nicht das Beben mit der stärksten Magnitude war. Währenddessen erfuhr die andere Gruppe in der Ausstellung «focusTerra» weitere interessante Details über unseren Planeten.

Später verfolgten wir gemeinsam anhand einer grossen Erdkugel die Verschiebung der Kontinente (Plattentektonik). Diese Simulation zeigt, wie Pangäa «zerfiel» und sich die heutigen Weltmeere bildeten. Auch die Zukunft wird simuliert und wir erkannten, welche Länder und Küstenregionen sich in nächster Zeit vor Überschwemmungen schützen müssen. Zum Beispiel wurde anhand dieser Simulation gezeigt, welches Küstenland von Afrika in naher Zukunft von Wasser überschwemmt sein wird.

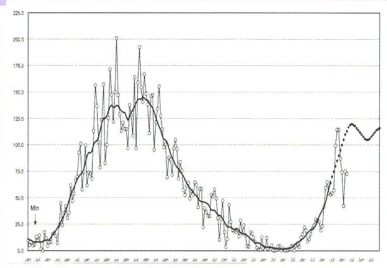
Abbildung 1: Gruppenfoto in der Kuppel der Urania Sternwarte in Zürich. (Bild: Barbara Muntwyler)

Experimente zum Sonnenlauf

Gegen 17 Uhr marschierten wir Richtung Sternwarte Urania, um nach unzähligen Treppenstufen

Swiss Wolf Numbers 2012

Marcel Bissegger, Gasse 52, CH-2553 Safnern



Beobachtete, ausgeglichene und prognostizierte Monatsmittel der Wolfschen Sonnenfleckenrelativzahl

März 2012 — **Mittel: 76.1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	25	62	84	101	94	81	77	94	107
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
122	97	83	79	65	88	72	46	55	63
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
56	50	40	93	82	79	80	84	103	78	64

April 2012 — **Mittel: 86.4**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
54	78	73	33	51	46	29	23	15	9
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
26	56	39	60	64	52	68	104	120	147
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
139	135	105	86	91	105	95	102	83	99

3/2012	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	13
	Bissegger M.	Refr 100	16
	F. Dubler	Refr 115	7
	Enderli P.	Refr 102	11
	Friedli T.	Refr 40	12
	Friedli T.	Refr 80	12
	Früh M.	Refl 300	15
	Möller M.	Refr 80	18
	Mutti M.	Refr 80	25
	Niklaus K.	Refl 250	25
	Schenker J.	Refr 120	10
	SIDC S.	SIDC 1	1
	Suter E.	Refr 70	23
	Von Rotz A.	Refl 130	22
	Weiss P.	Refr 82	27
	Willi X.	Refl 200	5
	Zutter U.	Refr 90	12

4/2012	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	10
	Bissegger M.	Refr 100	8
	F. Dubler	Refr 115	3
	Enderli P.	Refr 102	5
	Friedli T.	Refr 40	5
	Friedli T.	Refr 80	5
	Früh M.	Refl 300	9
	Möller M.	Refr 80	21
	Mutti M.	Refr 80	12
	Niklaus K.	Refl 250	5
	Schenker J.	Refr 120	8
	SIDC S.	SIDC 1	1
	Suter E.	Refr 70	14
	Von Rotz A.	Refl 130	8
	Weiss P.	Refr 82	15
	Zutter U.	Refr 90	13

und Sicherheitstüren ganz oben in der Kuppel einzutreffen. Das gigantische Teleskop mit verschiedenen Rohren, Rädern und Gegengewichten thronte in der Mitte des Beobachtungsraumes und nahm viel Platz ein. Der Astronom Andreas Weil erklärte uns mit viel Fachkenntnis, wie das Teleskop bedient und am Himmel nachgeführt wird, während der Regen auf die Kuppel prasselte. Wir erfuhren Spannendes aus der Geschichte der Sternwarte, etwa wie das sieben Tonnen schwere Teleskop mit einem Kran an seinen Platz gelangte und dass es auf einem erschütterungsfreien Betonsockel steht, der bis zum Grund reicht.

Plötzlich hörte der Regen auf und Weil öffnete von Hand mit zwei Kurbeln die riesige Kuppel, wobei sich ein Spalt auftat. In einem Stück vermeintlich freien Himmels konnten wir durch das Fernrohr einen Stern beobachten, den er mit Rädern und Hebeln angesteuert hatte. Aber Achtung! Es war kein richtiger Stern, sondern nur der Stern des Zifferblattes des nahegelegenen Münsters, wie wir gleichermassen belustigt wie enttäuscht feststellen mussten. Bald setzte der Regen wieder ein und die Kuppel musste rasch geschlossen werden, damit die teuren Geräte vor Feuchtigkeit geschützt sind.

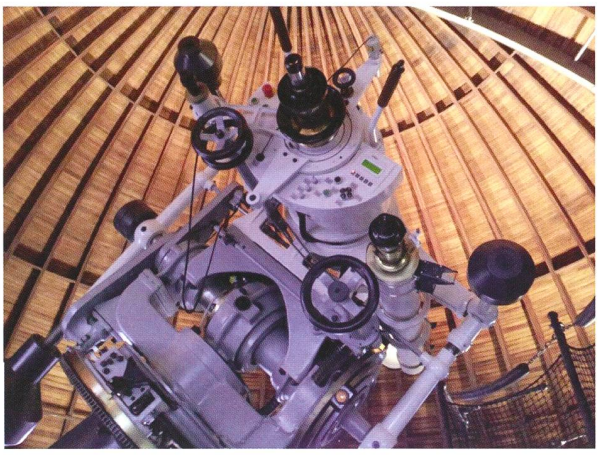


Abbildung 2: Der imposante Refraktor der Urania Sternwarte. (Bild: Barbara Muntwyler)

Mit Hilfe des Teleskops hatte Weil uns dann demonstriert, wie gross der Winkelunterschied der täglichen Sonnenbahn zwischen Sommer- und Winterhalbjahr ist.

Nach vielen weiteren Eindrücken und Infos war unser Wissenshunger getilgt und wir suchten nun mit richtigem Hunger die Pizzeria auf. Allzu bald verabschiedeten wir uns von einander und kehrten nach einem spannenden und lehrreichen Tag glücklich nach Hause zurück.

Selina Wetter
Hard 11
CH-8408 Winterthur

Der große Onlineshop für **Astronomie, Fotografie** und **Naturbeobachtung**
mit über **4000 Angeboten!**

www.teleskop-express.de
Teleskop-Service – Kompetenz & TOP Preise

Neu von Teleskop-Service: Die Photoline APO Serie

PHOTOLINE EDs
Preiswerte Refraktoren mit besserer Farbkorrektur und hervorragender Ausleuchtung

80mm f/7: 335,30 €
102mm f/7; 612,60 €
110mm f/7: 716,80 €

PHOTOLINE APOs
Farbreine Triplet-Objektive voll justierbar, top Qualität sehr gute Mechanik beste Ausleuchtung
80mm f/6: 713,44 €
102mm f/7: 1.172,27 €
115mm f/7: 1.258,82 €
130mm f/7: 1.805.88 €

PHOTOLINE Korrektoren:

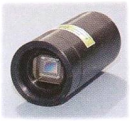
3" Vollformat Flattener
für Ausleuchtung ca. 60mm
209,24 €
(125,21 € i.V. mit Photoline Teleskop)

0,75x Reducer und Korrektor von Riccardi mit 42mm Ausleuchtung für die Triplet Apos
504,20,- €

0,8x Reducer und Korrektor
für die EDs 121,85,- €

Allen gemeinsam: 3" Crayford Auszug mit Gewindeanschluss für mehr Stabilität und bessere Ausleuchtung – hervorragende Eignung für Astrofotografie – ein geschlossenes Konzept – keine Adapterprobleme, keine falschen Korrektoren – perfekte Sterne … garantiert.

Unsere besonderen Autoguider Empfehlungen:



Starlight Xpress Lodestar
Ein Autoguider der neuesten Generation mit besonders einfacher Bedienung ,klein und leicht wie ein 1,25" Okular
Lodestar: 418,49,- €

Moravian Autoguider
ultraleichter Autoguider mit hoher Empfindlichkeit - eine Alternative zum Lodestar
Sensor: Sony ICX424AL
G0-0300: 365,54 €

Lacerta M-Gen V 2.0
Dieser Stand Alone Autoguider kann ohne Computerhilfe alle Funktionen eines Autoguiders übernehmen.
M-Gen: 461,34 €

Hinweis: Alle Preise in dieser Anzeige sind Netto-Export Preise ohne MwSt!

***Neu:* TS Expanse Okulare**
... 3,5 bis 22 mm Brennweite
... Eigengesichtsfeld: 70°
... 2" und 1,25" Anschluß integriert (22 mm nur 2")

... bequemer Augenabstand: 20 mm!
... optional: Schraub-Adapter auf T2!
83,95 €
(für alle Brennweiten)

***Neu:* TS NED Okulare**
... 5 bis 25 mm Brennweite
... Eigengesichtsfeld: 60°
... Ebenes Bildfeld für hohe Randschärfe

... hohe Farbreinheit durch ED-Element
62,18 €
(für alle Brennweiten)

***Neu:* ATIK 460 EX color + s/w**

- Kompaktes Gehäuse mit nur 60mm Durchmesser
- SONY ICX 694 Sensor mit effektivem Anti Blooming
- Sensor 12,5 x 10mm (6 MP)
- Großes Softwarepaket

2.118,- €

Telefon: +49 (0)89-1892870 • Fax: +49 (0)89-18928710 • info@teleskop-service.de
Teleskop-Service, Keferloher Marktstr. 19C, D-85640 Putzbrunn/Solalinden

Claude Nicollier am Sternwartenfest

Beziehungen machen's möglich! Harry Hofmann (links neben Claude Nicollier) war der letzte Navigator bei der Swissair, Nicollier sein ehemaliger Schüler! Dank der langjährigen Freundschaft zwischen den beiden, war es möglich, den einzigen Schweizer Astronauten anlässlich des Eröffnungsfestes der Sternwarte Bülach ins Zürcher Unterland zu holen. In einem eindrücklichen Referat vor rund 150 interessierten Besucherinnen und Besucher schilderte Nicollier auf humorvolle wie beeindruckende Art seine Eindrücke aus dem All.
Der hohe Gast zeigte sich sichtlich beeindruckt vom neuen Erweiterungsbau der Sternwarte, aber auch vom Publikumsaufmarsch. Das Team der Sternwarte Bülach bedankt sich herzlich bei Harry Hofmann und Claude Nicollier für das freundschaftliche Wiedersehen. (tba)

Astronomie: Proaktive Jugendförderung

Die Nachwuchsförderung ist nicht nur in astronomischen Vereinen schwierig. In manch einem Vorstand ist das Problem gewiss schon mehr als einmal angesprochen und diskutiert worden. Wie ist es zu schaffen, Jugendliche wieder vermehrt für die Astronomie zu begeistern?
Vorweg: Ein Patentrezept gibt es nicht. Auch in der Astronomischen Gesellschaft Zürcher Unterland, kurz AGZU, kennen wir die Situation, dass innerhalb der astronomischen Jugendgruppe immer wieder Bewegungen der Teilnehmerzahl auftreten, Jugendliche aus privaten Gründen (Ausbildung und Beruf) früher oder später der Sternwarte den Rücken kehren. Ein anderes Phänomen, das es aktiv zu steuern gilt, ist die «Überalterung» der Jugendgruppe. Was meine ich damit? Oft ist es so, dass nach astronomischen Jugendkursen, die wir im Rahmen der Sommerferienprogramme anbieten, eine Hand voll Jugendliche, zumeist gleichen Alters, hängen bleibt, unserer Gesellschaft beitritt und an den Jugendabenden, die jeden Samstagabenden stattfinden, teilnimmt. Während einiger Jahre wächst eine «neue Generation» Jugendliche heran, die der Astronomie und unserer Sternwarte die Treue hält. Irgendwann kommt es aber zu einem Vakuum im Nachwuchsbereich.
Diese Phase rechtzeitig zu erkennen, bevor es zu spät ist, scheint unser langjähriger Schlüssel zum Erfolg zu sein. Nach unserem Sternwarten-Umbau finden diesen Sommer schon zum vierten Mal nach 2003, 2005 und 2008 astronomische Sommerkurse für Jugendliche im Primar- und Oberstufenalter statt. Im Augenblick läuft für die Primarschule Bülach als Freifach an fünf Samstagnachmittagen ein «Astro-Schnupperkurs». Für mich als Leiter der Schul- und Volkssternwarte Bülach ist es wichtig, dass wir die Jugendlichen mit solchen Angeboten für die Astronomie gewinnen können. Bis nach den Sommerferien wird sich eine «neue Jugendgruppe» von mindestens sechs bis sieben Jugendlichen formiert haben. (tba)

Analemma und Zeitgleichung – Beobachtungen, Ursachen und Wirkungen

Das verflixte Analemma

Von Erich Laager

Die Anfrage eines Lesers veranlasst uns, einen immer wieder auftauchenden Themenkreis gründlich zu durchleuchten. Es wird auch gezeigt, wie weit man das Phänomen durch eigenes Beobachten erfassen kann und wo die Bemühungen um solches Tun versagen.

Herr René Müller-Gutjahr aus Zuoz gelangte vor einigen Monaten mit umfangreichen Dokumenten an die Orion-Redaktion.
Aus seinen Zuschriften zitieren wir seine wichtigsten Anliegen und Fragen: *«Als Volksschullehrer und Naturkundler war es mir immer ein Anliegen, Zusammenhänge selber herauszufinden. Ich wollte auch die Schüler (vom Kindergarten bis zur Matur) durch Denkanstösse zum Selberherausfinden animieren, Vermutungen formulieren lassen, ihnen allenfalls mit Vorgaben weiterhelfen.*
Als Primarlehrer in Basel liess ich 1985 meine Schüler die Schattenspitze der Korbballstange ein Jahr lang auf dem Schulhof markieren. So habe ich rein zufällig das Analemma entdeckt, von dem ich damals keine Ahnung hatte.
Ich habe seither mit grossem Aufwand – jedoch vergeblich – versucht, eine Erklärung für das Analemma zu finden, die dem Laien verständlich ist.
Der Grund der Nord-Süd-Sonnenbewegung im Jahreslauf ist mir klar, nicht jedoch die Ursache für die seitlichen Auslenkungen.
Ich suche nach Möglichkeiten, diesen zweiten Effekt durch geeignete Beobachtungen selber zu finden.
Erklärungen habe ich jede Menge erhalten, aber für mich keine, welche die Verbindung herstellt zwischen den objektiven astronomischen Kenntnissen und der subjektiven Sichtweise des naiven Beobachters.
Offenbar ist mein Anliegen kein Thema, das interessiert. Die Fachleute geben sich zufrieden mit dem Hinweis auf die Zeitgleichung und dass es nicht einfach sei, die Sache zu verstehen. Wäre es dem ORION möglich, mir aus der Patsche zu helfen? Im besten Fall sogar mit einer entsprechenden Veröffentlichung für weitere Analemma-Interessierte.»

Schliesslich gibt Herr Müller in folgenden Sätzen seinem Unmut Ausdruck:

«Überdies ist wahre und mittlere Sonnenzeit eine fragwürdige Ausdrucksweise. Für den Laien gibt es nur die Uhrzeit und keine wahre oder demzufolge auch falsche, unwahre Uhrzeit und schon gar keine Sonnenzeit.»

Die Antwort «des ORION»

Das heikle Unterfangen sei angepackt!
Ich möchte versuchen, Klarheit zu schaffen und beginne dabei mit einer Entgegnung auf den letzten der obigen Abschnitte.
Für den Laien gibt es sehr wohl eine Sonnenzeit! Bevor man Uhren hatte – welcher Art auch immer – war die Sonne der einzige Zeitgeber. Seit jeher bestimmt die Sonne den Tag-Nacht-Rhythmus. Da lag es wohl auf der Hand, die Mitte des täglichen Sonnenbogens als Mitte des Tages – als Mittag – zu definieren.
Die Sonne erreicht diesen Punkt im Süden, hier steht sie am höchsten über dem Horizont (Kulmination). Schon Unterschüler lernen: «Am Mittag steht die Sonne im Süden.» Jedoch: Ein aufmerksamer Beobachter in Genf würde am 20. Juli feststellen, dass die Sonne erst um 13:42 Uhr kulminiert. – Und schon sind wir mitten in der Problematik um Weltzeit, Zonenzeit, geographische Länge, Sommerzeit; und wir werden auch um den Begriff «Zeitgleichung» nicht herum kommen! Bleiben wir vorerst beim «Elementaren» und merken uns folgende Definition:
Es ist 12 Uhr wahre Sonnenzeit, wenn die wahre (d.h. die wirkliche) Sonne kulminiert. Dieser Zeitpunkt ist der «wahre Mittag».
(Ich erlaube mir, hier eine persönliche Erinnerung aus einem Sonnenuhrenkurs in Carona einzuflechten. Kursteilnehmer war auch ein wohlbeleibter, humorvoller Professor aus Österreich. Der bemerkte nach einer eher langen Vormittags-Theoriestunde: «Also für mich ist der wahre Mittag, wenn die Suppe auf dem Tisch steht!»)
Nun kulminiert die Sonne in Genf rund 10 Minuten später als in Zürich. Der wahre Mittag ist in Genf somit 10 Minuten später als in Zürich. Die wahre Sonnenzeit ist offenbar vom Ort abhängig; sie ist eine Ortszeit und heisst auch **wahre Ortszeit (WOZ).**
Alte Sonnenuhren zeigen oft die wahre Ortszeit an. Dazu genügen ein Schattenstab und eine Schar gerader Linien (Abb. 2).
Verschiedene Zeiten für verschiedene Orte in einem Land – eine höchst unpraktische Sache! Da musste der Mensch mit seiner Technik eingreifen. Er schuf Uhren, deren Zeit für ein gewisses Gebiet verbindlich war: Turmuhren, Pendeluhren für Observatorien und für Salons, Schiffs-Chronometer für die Navigation, Taschenuhren, Armbanduhren, Quarzuhren, Atomuhren, funkgesteuerte Uhren.

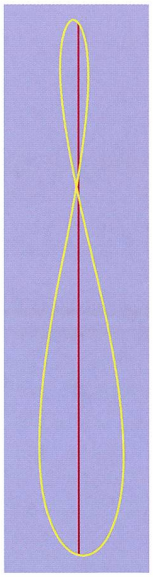


Abbildung 1: Das Analemma. Wird die Sonnenposition am Himmel jeden Tag zur gleichen Uhrzeit markiert, entsteht im Laufe des Jahres diese Achterschlaufe, das Analemma. Ohne die seitlichen Auslenkungen würde die Sonne auf der roten Linie im Laufe der Jahreszeiten auf und ab steigen. (Grafik: Max Stöckli nach Voyager 4.5, Carina Software.)

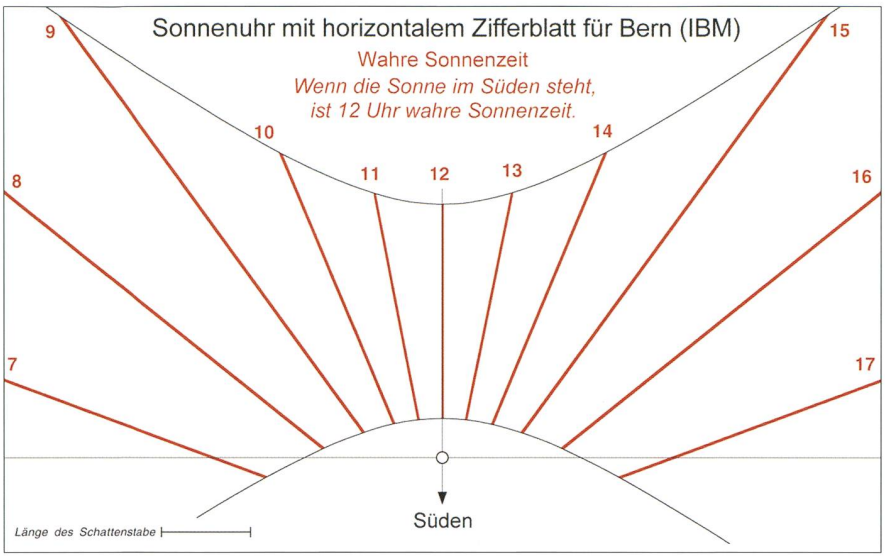


Abbildung 2: Der Schattenstab wird beim kleinen Ringlein senkrecht eingesteckt. Dessen Schatten-Ende zeigt die Zeit an. Diese Sonnenuhr nimmt die Kulmination der wahren Sonne als Referenz-Zeit 12 Uhr. Daher wird die Skala mit den geraden Stundenlinien sehr einfach. Allerdings stimmt ihre Zeitangabe nicht mit der Uhrzeit überein. Die schwarzen Kurven (Hyperbel) zeigen den Schattenverlauf am kürzesten und am längsten Tag. Diese Uhr kann an allen Orten mit gleicher geogr. Breite verwendet werden. (Grafik: Max Stöckli.)

Die Gang-Genauigkeit wurde ständig verbessert, und irgendwann wird man beim Vergleichen der Uhrzeit mit dem Sonnenstand bemerkt haben, dass nicht die Uhren ungenau laufen, sondern die Sonne.

Experimente zum Sonnenlauf

Ich möchte zwei Versuche beschreiben, mit denen wir das Phänomen der «ungenauen Sonne» präziser erfassen können.

Versuch 1: Bestimmung der Kulminationszeit der Sonne am Beobachtungsort

Mit Hilfe eines senkrecht stehenden Schattenstabes kann dieser Zeitpunkt auf wenige Minuten (im Idealfall auf etwa 1 Minute genau) bestimmt werden.
Auf einem waagrecht liegenden Brett ist eine Schar konzentrischer Kreise gezeichnet. In der Mitte der Kreise steht ein zugespitzter Nagel genau senkrecht. Dessen Länge wählen wir so, dass sein Schattenende in den mittleren Vormittags- und Nachmittagsstunden noch auf das Brett fällt. Möglichst oftmals im Laufe eines Tages markieren wir den Schatten der Nagelspitze mit einem Kreislein und schreiben die Uhrzeit (auf ganze Minuten genau) dazu. Die Verbindung aller Messpunkte ergibt eine Hyperbel, bei Tag und Nacht-Gleiche eine Gerade. Abb. 3 zeigt ein Beispiel, aufgezeichnet am 31. Oktober. Hier befinden sich Paare von Messmarken auf demselben Kreis. Der Mittelwert dieser Zeiten ist die Kulminationszeit der Sonne.
Grafische Auswertung (Abb. 4): Man bestimmt zwei Schnittpunkte der Hyperbel mit einem der Kreise, verbindet diese mit einer Strecke und errichtet auf diese die Mittelsenkrechte. Dieses Lot zeigt die Südrichtung und markiert in der Reihe der Messpunkte den wahren Mittag. Wiederholt man den Versuch an anderen Tagen, wird man feststellen, dass sich die Kulminationszeit ändert. Dazu wählt man mit Vorteil Daten, bei denen die Zeitgleichungskurve (Abb. 7) steil verläuft!

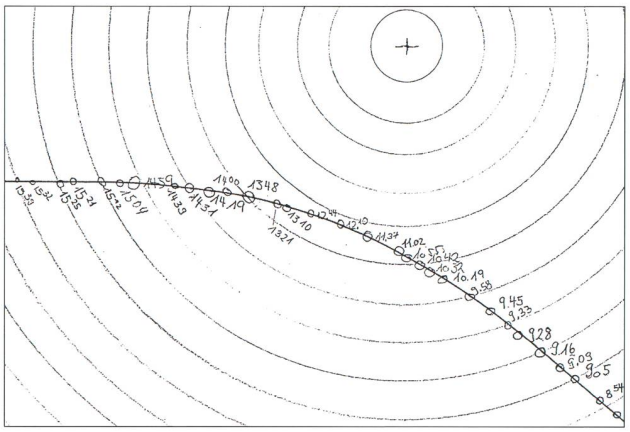


Abbildung 3: Bestimmung der Sonnen-Kulminationszeit mit einem Schattenstab. Ausschnitt aus einer Original-Messreihe von einem 31. Oktober. Der Schatten der Stabspitze wandert auf einer Hyperbel. Im Sommerhalbjahr sind die Hyperbeln gegen das Kreiszentrum zu gebogen. (Bild: Erich Laager)

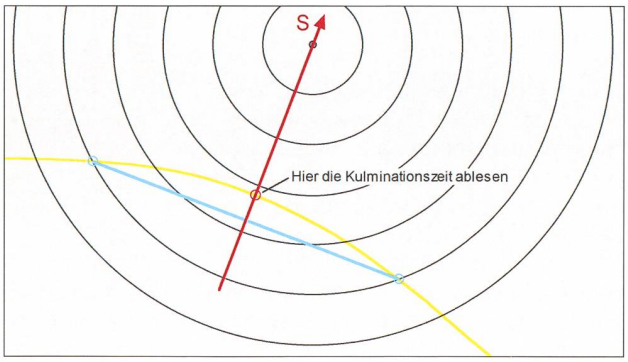


Abbildung 4: Grafische Bestimmung der Kulminationszeit der Sonne als zusätzliche Auswertung der Messreihe aus Abbildung 3. Weitere Erklärungen im Text. (Grafik: Erich Laager)

Versuch 2: Verspätung der Sonnenkulmination bereits nach einem Tag

Ich verwende das Solarscope, eine einfach-geniale Kiste zur Sonnenprojektion via Objektiv und Kugelspiegelchen (Abb. 5). Die projizierte Sonne hat einen Durchmesser von 115 mm. Sie wandert in rund 2 Minuten um ihren Durchmesser. Ich zeichne auf der weissen Projektionsfläche 12 senkrechte Linien ein und benenne diese mit A, B, C usw. Am 3. Oktober, ungefähr um die Zeit der Sonnenkulmination – die Sonne soll während der Messung einigermassen waagrecht laufen – lasse ich das Sonnenbild durch diese Linienschar laufen und messe bei jedem Linien-Kontakt des vorausgehenden Sonnenrandes die Zeit, abgelesen an einer Funkuhr (Abb. 6). Nun darf das Solarscope nicht mehr bewegt werden! Ich wiederhole die Messungen am nächsten Tag und stelle fest, dass die Sonne 20 Sekunden später durchläuft; für alle Linien ergibt sich (mit Abweichungen von höchstens 1 Sekunde) dieselbe Differenz.

Man könnte nun diesen Versuch zu verschiedenen Zeiten im Jahr wiederholen und würde dabei feststellen, dass die Sonne am folgenden Tag manchmal verspätet,

manchmal verfrüht und gelegentlich auch «pünktlich» erscheint. Dieses ständige zu spät oder zu früh Kommen während einiger Wochen bewirkt die grossen Schwankungen in der Kulminationszeit während eines Jahres.

Übrigens: Wer hat nicht schon festgestellt, dass eine Sonnenuhr «falsch geht», also nicht die Uhrzeit (MEZ) anzeigt. Auch diese Beobachtung kann direkt zu unserem Thema führen!

Mittlere Sonne und Zeitgleichung

Die Kulminationszeit der wahren Sonne eignet sich offensichtlich nicht zum «Richten» unserer gleichmässig ablaufenden Uhren. Trotzdem müssen wir die Sonne bei der Definition der Tageslänge berücksichtigen, damit sich die Erde nach 365,2563 Tagen wieder am selben Ort (in Bezug auf die Sterne) auf ihrer Jahresbahn befindet.
Zu diesem Zweck hat man die «mittlere Sonne» eingeführt. Dies ist eine gedachte, fiktive Sonne, welche stets zur genau gleichen Uhrzeit kulminiert. Sie bestimmt somit eine regelmässig ablaufende Zeit. Diese heisst **mittlere Ortszeit (MOZ).** Anders erklärt: **Die Mittlere Ortszeit (oder Mittlere Sonnenzeit) ist die übers Jahr gemittelte Sonnenzeit.**
Wie man von der MOZ zu einer Zonenzeit wie der MEZ kommt, ist eine andere Frage. Auf diese soll hier nicht eingegangen werden.
Mit der MOZ als Referenz-Zeit lässt sich für irgend einen Tag experimentell bestimmen, um wie viele Minuten die Kulminationszeit der wahren Sonne von derjenigen der (berechneten) mittleren Sonne abweicht. Diese Differenz heisst **Zeitgleichung**.
Definition: **Zeitgleichung = Wahre Ortszeit – Mittlere Ortszeit** oder abgekürzt: **ZG = WOZ – MOZ.**
Kommt die Sonne verfrüht, ist die Zeitgleichung positiv, kommt sie verspätet, ist die Zeitgleichnung negativ.
Abb. 7 gibt einen Überblick zur Zeitgleichung im Verlauf eines Jahres. Gegenwärtig schwankt diese zwischen $+16^{min}\ 26^{s}$ am 3. November und $-14^{min}\ 14^{s}$ am 11. Februar. Die Zeitgleichung ist Null am 15. April, 13. Juni, 1. September und 25. Dezember, sie hat ein Nebenmaximum am 14. Mai ($+3^{min}\ 41^{s}$) und ein Nebenminimum am 25. Juli ($-6^{min}\ 32^{s}$).

Abbildung 5: Das Solarscope als Holzmodell. Das Original besteht aus stabilem Karton; die optischen Bauteile wurden diesem Bausatz entnommen. Das Aluminiumrohr enthält das Objektiv, welches das Sonnenbild auf einen kleinen Kugelspiegel wirft. Dieser befindet sich in einer Metallfassung (unten links im Bild), welche zum Fokussieren mit einem Schraubgewinde verstellt werden kann. Das Sonnenbild erscheint gross auf der Innenseite der Vorderwand.

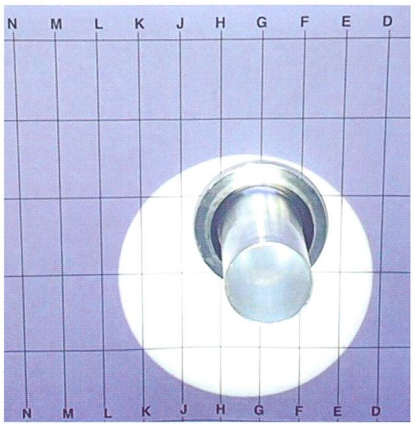


Abbildung 6: Verkehrtes Bild der projizierten Sonne im Solarscope. Die Sonne wandert zur Mittagszeit von rechts nach links. Im Herbst läuft sie am folgenden Tag weiter oben durch. Dies muss bei der Planung berücksichtigt werden. (Foto E. Laager)

Das Analemma

Abb. 8 ist durch Schattenaufzeichnungen im Engadin (bei rund 10° östlicher Länge) während eines Jahres entstanden. Die 12-Uhr-Schlaufe («Normzeit» oder MEZ) läge auf der senkrechten Symmetrieachse des Bildes, wenn die Aufzeichnung bei 15° östl. Länge entstanden wären. Dieser Meridian ist für die Zonenzeit MEZ massgebend. Die Verschiebung um 5 Längengrade ins Engadin zum Ort Cinuos-chel bewirkt eine Differenz von 20 Minuten, was in der Figur recht genau abgelesen werden kann.
Solche Achterschlaufe finden wir ebenfalls auf gewissen Sonnenuhren.
Die Figur kann auch durch sehr spezielle Langzeitfotos erzeugt werden, indem man die Sonne im Laufe eines Jahres mit fest stehender Ka-

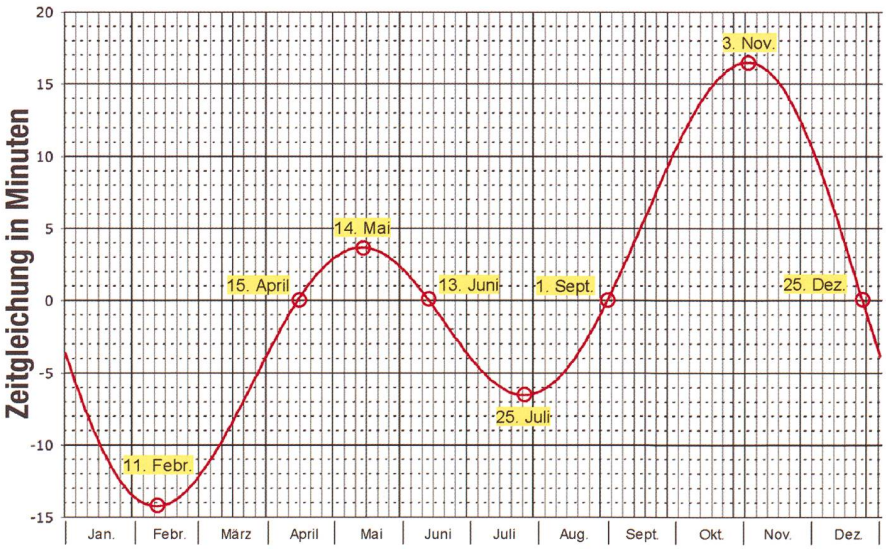


Abbildung 7: Die «klassische Kurve der Zeitgleichung». Ist die Zeitgleichung positiv, kulminiert die wahre Sonne vor der mittleren Sonne; die Sonnenuhr geht vor. Bei negativer Zeitgleichung geht die Sonnenuhr nach. Viermal im Jahr stimmen wahre und mittlere Sonne überein. (Archiv: E. Laager)

mera an verschiedenen Tagen, jedoch immer zur gleichen Zeit abbildet. (Mehrere schöne Beispiele dazu bei Wikipedia, Suchbegriff Analemma).
Das Analemma entsteht durch das Zusammenspiel zweier scheinbarer Bewegungen der Sonne im Laufe des Jahres:

- Das Aufsteigen der Sonne (zunehmende Deklination) vom kürzesten zum längsten Tag und das Absteigen (abnehmende Deklination) in der zweiten Jahreshälfte.
- Die oben beschriebene Ost-West-Pendelbewegung der verfrühten und verspäteten Sonne. Deren Ursachen werden im folgenden Abschnitt erläutert.

Wäre die Zeitgleichung immer Null – oder könnten wir die Mittlere Sonne abbilden – wäre das Analemma eine gerade Linie, am wahren Mittag senkrecht am Himmel, am Vormittag nach links geneigt, am Nachmittag nach rechts.

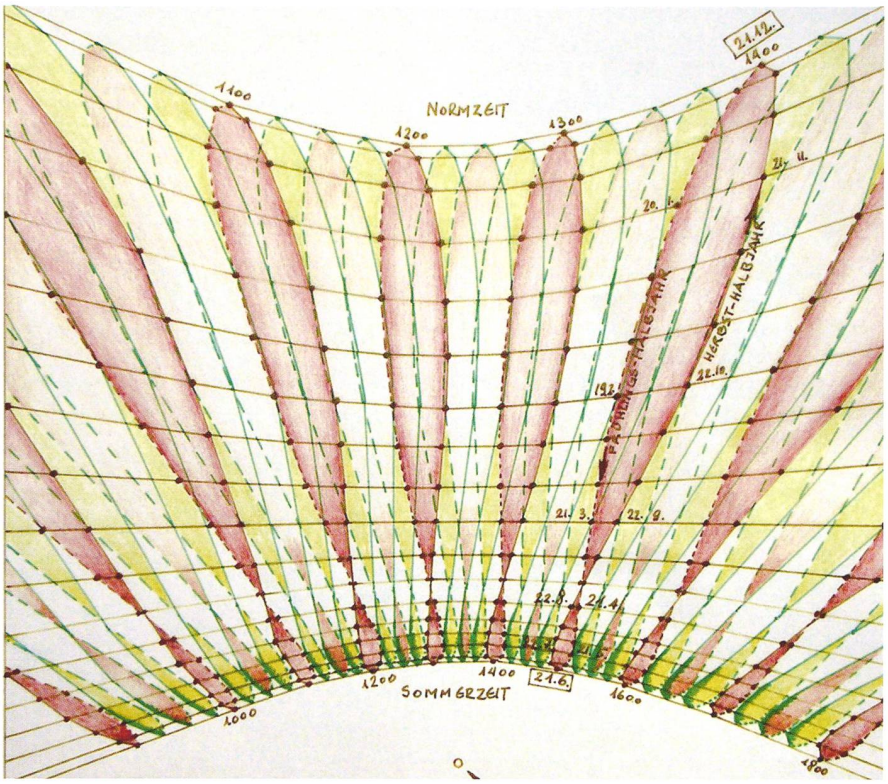


Abbildung 8: Eine Sammlung von Analemmas in Viertelstunden-Abständen, entstanden aus Schatten-Aufzeichnungen während eines Jahres. Auf eine 1 m grosse, waagrecht liegende Platte hat René Müller das Schattenende eines 25 cm langen Stabes aufgezeichnet und zwar jeweils zur vollen Stunde und 15, 30 und 45 Minuten danach. Dies wurde immer nach etwa 10 Tagen bei günstigem Wetter wiederholt. Die Verbindung aller Punkte mit gleicher Uhrzeit ergibt eine Achterschlaufe.

Zwei Ursachen für die Zeitgleichungskurve

Wir benützen eine neue Grafik, in der die Deklinations-Änderungen der Sonne unberücksichtigt bleiben. Abgebildet ist die Grösse der Zeitgleichung im Jahreslauf – eine zwar hübsche, aber irgendwie eigenwillige Kurve (Abb. 7 und 9). Der grafisch dargestellte Verlauf (d.h. die Veränderung der Zeitgleichung) hat zwei Ursachen:

- Die elliptische Umlaufbahn der Erde
- Die Schrägstellung der Erdachse

Würde die Erde mit senkrecht stehender Achse die Sonne auf einer Kreisbahn umrunden (und gäbe es keine Störungen durch Gravitationskräfte des Mondes und anderer Planeten), wäre die Zeitgleichung immer Null, die wahre Sonnenzeit würde gleichmässig ablaufen, die Sonnenuhren wären einfacher zu zeichnen – und das Leben wäre mit fehlenden Jahreszeiten wesentlich eintöniger!
Im folgenden betrachten wir die beiden Einflüsse auf die Zeitgleichung säuberlich getrennt!

- Ursache 1 (grüne Kurve in Abb. 9)

Alle Überlegungen hier gelten für eine Erde mit senkrecht stehender Achse. Man studiere die Abbildung 10 und lese die Legende dazu.

Weitere Erklärungen:
Figur I: Hat sich die Erde in Bezug auf die Sterne einmal gedreht (bis zur Stellung B), schaut der Beobachter wieder in dieselbe Richtung wie bei A. Es ist ein Sterntag von 23 Stunden 56 Minuten 4.1 Sekunden Dauer verflossen. Damit man wieder in Richtung Sonne (C) schaut, dauert es weitere 3 Minuten 55.9 Sekunden bis zum vollen Sonnentag von 24 Stunden Dauer.
Figur II: Im Perihel hat die Erde die grösste Bahngeschwindigkeit und legt somit den längsten Tagesabschnitt auf ihrer Bahn zurück. Hier ist die «Nachlaufzeit» $t = 4^{min}$

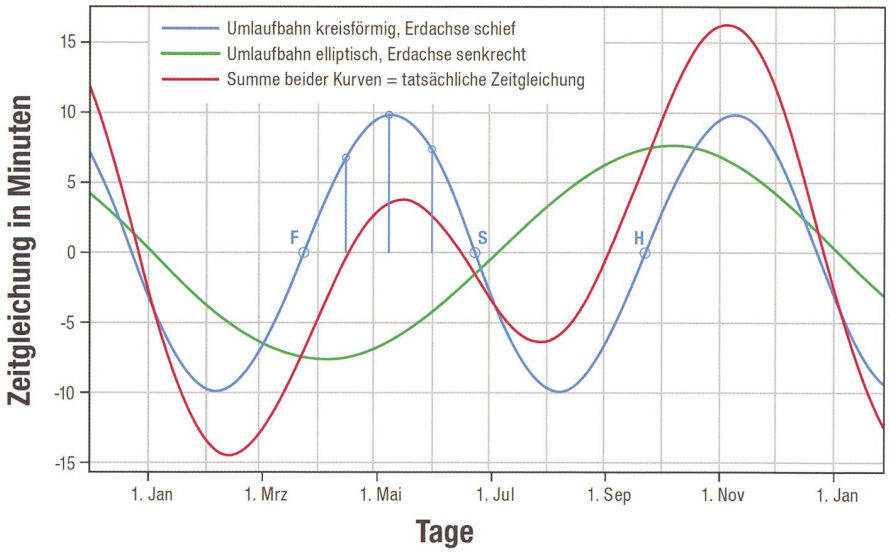


Abbildung 9: Diese Figur zeigt, wie die Zeitgleichungskurve (rot) entsteht: Sie ist die Summe der beiden anderen Kurven. Die grüne Kurve mit 1 Welle pro Jahr hat als Ursache die elliptische Bahn der Erde, die blaue Kurve mit 2 Wellen pro Jahr entsteht durch die Schrägstellung der Erdachse. Weitere Erklärungen im Text.

3.9^{s}. Die Erde muss sich 8 Sekunden länger drehen um in die Stellung C zu gelangen, der Sonnentag dauert 24^{h} 0^{min} 8^{s}, die Sonne kulminiert gegenüber dem Vortag verspätet.
Figur III: Im Aphel läuft die Erde am langsamsten, die täglichen Bahnabschnitte sind kurz. Hier ist t = 3^{min} 48.2^{s}. Die Erde braucht 7.7 Sekunden weniger lang um in die Stellung C zu gelangen, der Sonnentag dauert 23^{h} 59^{min} 52.3^{s}, die Sonne kulminiert gegenüber dem Vortag verfrüht.
Die variable Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn bewirkt, dass der Winkel α und die «Nachlaufzeit» t ständig ändern, und zwar proportional zueinander.
t wirkt sich direkt aus auf die Länge des wahren Sonnentages (Zeit von einer Sonnenkulmination zur nächsten).
Beginnend am 4. Januar (Perihel) hat dies folgende Auswirkungen: Die Sonne kulminiert jeden Tag verspätet, diese Verspätungen addieren sich und erreichen am 4. April den grössten negativen Gesamtwert.
Die täglichen Bahnabschnitte werden ab Januar zunehmend kürzer, weil die Erde immer langsamer läuft bis zur kleinsten Geschwindigkeit im sonnenfernsten Punkt (Aphel), den sie am 6. Juli erreicht. Die nötigen «Nachlaufzeiten» werden somit immer kürzer, ab anfangs April sogar kleiner als 3^{min} 56^{s}. Die Sonne kann ihre «eingefahrene Verspätung» einholen und anschliessend gehörig «Reserve anlegen», d.h. einen zunehmenden zeitlichen Vorprung erreichen. Diese Reserve erreicht am 4. Oktober das Maximum. Wegen der immer länger werdenden Tagesbahnen schmilzt der Vorsprung jetzt dahin bis er Anfangs Januar «aufgebraucht» ist.
Das Abnehmen und Zunehmen der Zeitgleichung innerhalb eines Jahres zeigt sich grafisch in einer Wellenbewegung (grüne Kurve in Abb. 9).

Ursache 2 (blaue Kurve in Abb. 9)

Alle Überlegungen hier gelten für eine Erde auf einer kreisförmigen Umlaufbahn. In Abb. 11 ist vom Jahreslauf der Sonne nur die Hälfte dargestellt, nämlich der Abschnitt zwischen dem Frühlingspunkt (Sonne am 20. März) und dem Herbstpunkt (23. September). Die Sonne läuft von rechts nach links durch die Sternbilder.
Auf dem Äquator (grüne Linie) und auf der Ekliptik (rote Linie) sind Posititionen der Sonne eingezeichnet, welche diese nach jeweils gleich langen Zeitabschnitten erreicht.
Wenn wir vorerst annehmen, die Erdachse stehe senkrecht, dann fallen Ekliptik und Himmelsäquator zusammen. Eine Sonne, die auf dem Äquator läuft (die Mittlere Sonne), wäre also bestens geeignet als Taktgeber für unsere Uhrzeit.
Bei schräg stehender Erdachse läuft die Sonne bekanntlich entlang der Ekliptik, ebenfalls mit konstanter Geschwindigkeit. Die Ekliptik ist ein Grosskreis am Himmelsgewölbe; auf diesem kann man in gleicher Art Zeitmarken eintragen wie vorher auf dem Äquator.
Himmelsobjekte, welche in dieser Karte senkrecht übereinander stehen – sie haben dieselbe Rektaszension – kulminieren gleichzeitig. (Analog: Orte mit derselben geogr. Länge haben dieselbe WOZ.)
Man sieht, dass die Sonnenpositionen auf der Ekliptik mit denen auf dem Äquator nur dreimal genau übereinstimmen. Für das ganze Jahr ergeben sich 4 Übereinstimmungen (Tag und Nach-Gleichen, längster und kürzester Tag).
Der Vergleich der beiden Sonnenreihen zeigt: Zwischen Frühling (F) und Sommer (S) kulminiert die Wahre Sonne vor der Mittleren Sonne, die Zeitgleichung ist positiv. Zwischen Sommer (S) und Herbst (H) kulminiert die Sonne verspätet, die Zeitgleichung ist negativ. Die gleiche Situation wiederholt sich im Winterhalbjahr.
Für das ganze Jahr ergibt sich also zwei-

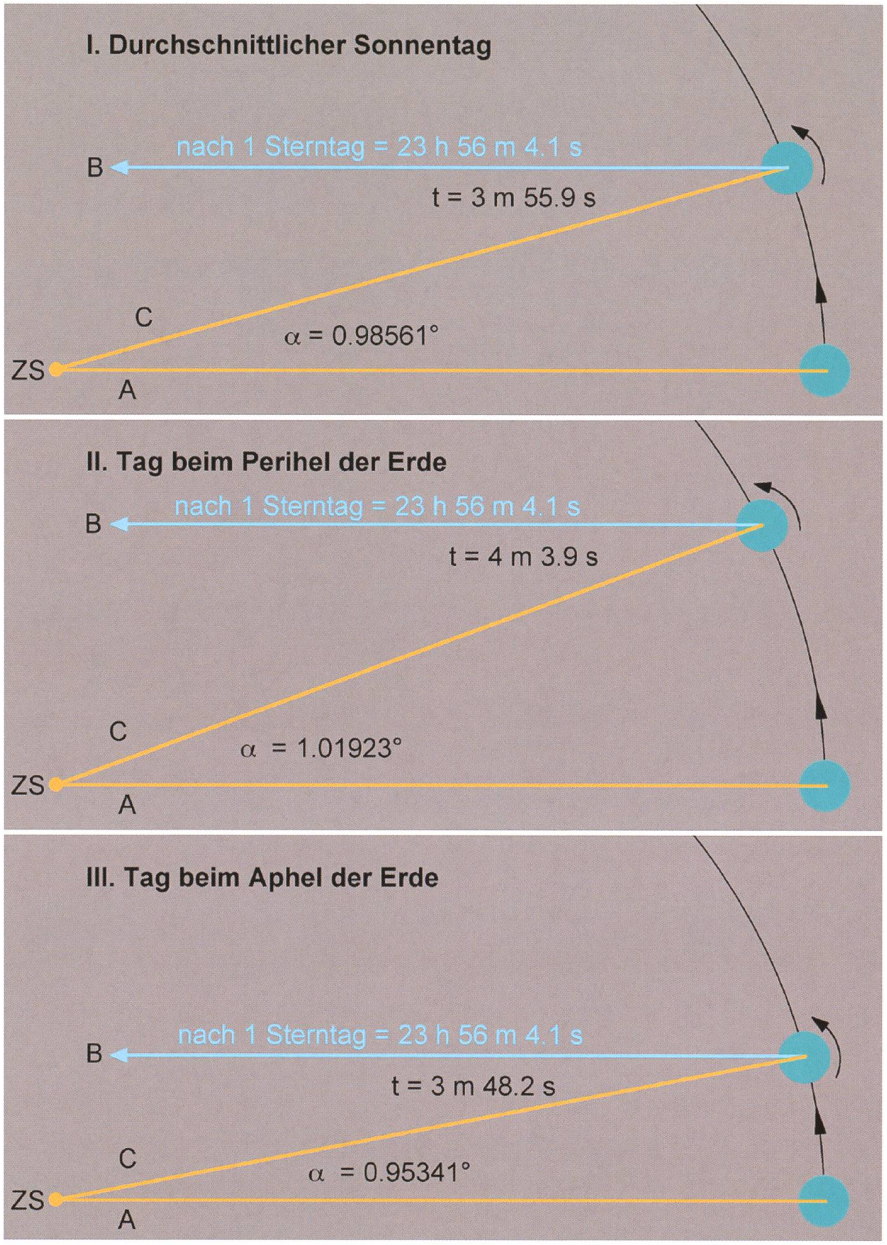


Abbildung 10: Annahme: Die Erdachse steht senkrecht zur Ekliptik, also senkrecht zur Zeichnungsebene. Diese schematischen Figuren zeigt den Blick von Norden auf die Bahn der Erde um die Sonne (ZS = Zentrum der Sonne). Die Erde wandert pro Tag um den Winkel α. A: In dieser Richtung erblickt eine Beobachter die Sonne am Tagesanfang. B: Nach Ablauf eines Sterntages hat sich die Erde um 360° gedreht; der Beobachter blickt in dieselbe Richtung wie bei A. C: Blickrichtung zur Sonne nach einem Tag. Um diese Stellung zu erreichen, muss sich die Erde um den Winkel α weiter drehen. Sie braucht dafür die «Nachlaufzeit» t. Weitere Erklärungen im Text. (Grafik: Erich Laager)

mal eine Zunahme mit anschliessender Abnahme der Kulminationszeit-Differenzen, Die Grafik dazu ist eine Linie mit 2 Wellen (blaue Kurve in Abb. 9).

René Müller hatte den Wunsch, die soeben beschriebenen Ursachen durch eigene Beobachtungen erlebbar und einsichtig zu machen. Dies ist nicht möglich, weil beide Effekte gleichzeitig wirken und wir keine Möglichkeit haben, sie «experimentell zu trennen».
Unser Leser muss also seine Hoffnung endgültig begraben, je einmal einen Versuch oder eine Beobachtung dazu durchführen zu können.

Mit einfacher Mathematik direkt zur grünen Kurve

René Müller hat anlässlich eines Besuchs bei ihm nachgefragt, ob man die grüne Kurve in Abb. 9 (Einfluss der elliptischen Erdbahn) nicht direkt aus der Grösse des «Sektorenwinkels» gewinnen könne. Er meint damit den Winkel zwischen den unterschiedlichen Richtungen von der Erde zur Sonne nach einem Tag (Winkel α in Abb. 10).
Kennt man die jeweiligen Posititionen der Erde auf ihrer Bahn, ist das tatsächlich möglich.
Hans Roth, der Verfasser des «Sternenhimmels» hat mir freundlicherweise die Positionen der Erde für jeden Tag berechnet, und zwar für den gemeinsamen Schwerpunkt des Systems Erde-Mond. Verwendet man den Erdmittelpunkt (wie in den Sonnen-Tabellen des Jahrbuchs) zeigen die Grafiken zu den Berechnungen unschöne, kurze Wellenlinien.

Grundlagen: Das siderische Jahr dauert 365,25636 Tage. In einem Tag legt die Erde durchschnittlich 0,98560912 Grad zurück. Die «Nachlaufzeit» t ist 3^{min} 55.9^{s} = 235.900^{s}. Abbildung 10 zeigt die Grösse von t und α für 3 bestimmte Tage.
Für alle Tage das Jahres machte ich in einer Excel-Tabelle folgende Berechnungen, wobei ich ausnütze, dass sich α und t proportionale zueinander verhalten.

- Spalte A: Datum
- Spalte B: α = Differenz der Ekliptiklängen in Grad (nach Angaben von Hans Roth)
- Spalte C: t in Sekunden. Aus der Proportion 0,98561 : α = 235.9 : t finde ich t = α · 235.9 / 0.98561
- Spalte D: d = Zeitdifferenz zum mittleren Sonnentag. d = 235.9 Sekunden – t
- Spalte E: s = Summe aller bisherigen Werte d in Sekunden, beginnend am 4. Januar
- Spalte F: x = modifizierte Tagesnummer im Jahr (beginnend mit 4. Januar = 1)
- Spalte G: y = Wert von s umgerechnet in Minuten dezimal

Werte (gerundet) für den 20. Januar als Beispiel: α = 1.01793° / t = 243.6 Sekunden / d = -7.7 Sekunden / s = -135.0 Sekunden / x = 17 / y = -2.25 Minuten. Die Berechnungen in Excel werden mit der vollen Zahlengenauigkeit durchgeführt.
Die Zahlen in Spalte G zeigen folgenden Verlauf:
Die Summe s wird ab 4. Januar zunehmend negativ, erreicht das negative Maximum am 4. April (-7^{min} 44^{s}) wächst dann wieder, wird Null am 6. Juli und nimmt weiter zu bis zum positiven Maximum am 6. Oktober ($+7^{min}$ 31^{s}.). Ab hier nimmt sie ab und erreicht am 3. Januar den Wert Null.

Stellt man diese Schwankungen mit den Zahlen aus Spalte F und G in einer x-y-Grafik dar, erhält man die grüne Kurve in Abb. 9.

Ein Problem für den Verfasser

Beim Zeichnen der Abb. 11 stellt sich die Frage: Wie finde ich die Sonnenpositionen auf der Ekliptik? Ich habe «mit der Lösung begonnen»: In Abb. 9 kann ich aus der blauen Kurve die Zeitgleichung für 3 gesuchten Orte zwischen Frühling (F) und Sommer (S) herauslesen ($+6{,}8^{min}$, $+9.9^{min}$, $+7{,}2^{min}$); die dazu gehörenden Linien sind blau eingezeichnet. Es gilt nun, die Sonne auf der Ekliptik so zu placieren, dass die Differenzen jeweils den Zahlen entsprechen. Für die Zeit von Sommer bis Herbst kann ich dieselben Zahlen negativ verwenden. Dies ergibt ein durchaus plausibles Bild!

Erich Laager
Schlüchtern 9
CH-3150 Schwarzenburg

Zum Nachdenken

a) In welcher Richtung läuft die Sonne auf dem Analemma in Abb. 1 und in welchen Monaten biegt sich die Kurve nach aussen?
b) Die Messreihe in Abb. 3 entstand in Schwarzenburg (7°21' östl. Länge, 46° 50' nördl. Breite) an einem 31. Oktober. Welche Kulminationszeit lässt sich damit finden? Wie gut stimmt sie mit der tatsächlichen überein? (ela)

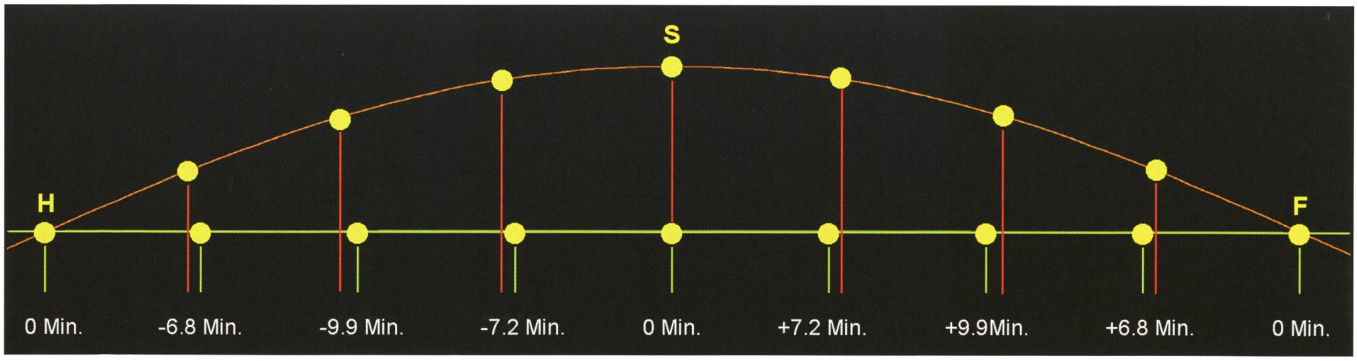


Abbildung 11: Annahme: Die Erdachse läuft auf einer ungestörten Kreisbahn um die Sonne. Die Karte zeigt die halbe Jahresbahn der Sonne von Frühling (F) bis Herbst (H). Es sind zwei Sonnenläufe dargestellt: Der tatsächliche Sonnenlauf auf der rot gezeichneten Ekliptik und der Lauf der «Mittleren Sonne» auf dem Äquator. Beide Bahnen sind in gleich lange Zeitabschnitte unterteilt. Die dazu gehörenden Sonnenpositionen stimmen nicht überein. Die Zeiten geben den jeweiligen Unterschied der Kulminationszeiten an. (Grafik: Erich Laager, nach Voyager 4.5, Carina Software)

Das chinesische Raumfahrtprogramm:

Weltraum-Konkurrenz aus Fernost?

Von Men J. Schmidt

In der zweiten Junihälfte dieses Jahres haben chinesische Taikonauten erstmals die kleine eigene Raumstation Tiangong 1 (chinesisch für «Himmlischer Palast 1») besucht und damit eine neue Ära in der Geschichte der bemannten Raumfahrt einläutet. China als aufstrebende politische und wirtschaftliche Macht, kann mit der Raumfahrt nach aussen hin hervorragend seinen angeblichen hohen technologischen Stand demonstrieren. Schliesslich waren die Chinesen das 5. Land nach Russland (damalige UdSSR), den U.S.A., Frankreich und Japan, welches 1970 (nur zweieinhalb Monate nach Japan) aus eigener Kraft einen Satelliten starten konnte. Die Kulturrevolution in den Jahren danach verhinderte, dass die Raumfahrtbemühungen weiter kamen. Der folgende Bericht soll die Geschichte, die Programme die Ziele und den Vergleich zur übrigen Weltraumfahrt durchleuchten und unter anderem die Frage beantworten: Ist China wirklich so stark im All präsent wie in der westlichen Welt vermutet wird?

Seit Auslauf des amerikanischen Space Shuttle Programms, befinden sich die U.S.A. in einer Phase zwischen dem Gestern und Morgen. Das Morgen wird einerseits vom neuen SLS-System geprägt sein. Das Space Launch System, kurz SLS, basiert auf den entwickelten Technologien für das Space Shuttle und der Saturn V-Mondrakete, verwendet diese jedoch in modernisierter Form. Es soll im Jahre 2017 zum Erstflug starten. Hinzu kommt das Multi-Purpose Crew Vehicle (MPCV, teilweise auch als Orion MPCV bezeichnet, englisch für Mehrzweck-Mannschaftsfahrzeug) dem in Entwicklung befindlichen neuen Raumschiff der NASA. Als erste unbemannte Mission ist EFT-1 (Exploration Flight Test) geplant, deren Start für das Frühjahr 2014 angesetzt ist. Das MPCV wird auf einer Delta IV-Heavy von Space Launch Complex 37 der Cape Canaveral Air Force Station gestartet und dann einen mehrstündigen Flug mit zwei Erdumrundungen absolvieren. EFT-1 soll auch eine Vorbereitung auf den ersten Start des MPCV mit der SLS-Trägerrakete 2017 sein, da man zahlreiche Funktionen der Kapsel bereits beim ersten Flug testen will. Anderseits hat das private Unternehmen SPACE –X mit dem Flug der Rakete Falcon-9 mit dem Zubringerschiff Dragon zur ISS, kürzlich bewiesen, dass in Zukunft private Unternehmungen in der Raumfahrt mitreden werden. Bis jedoch auch die Dragon Kapsel bemannt zum Einsatz kommen wird, werden noch einige Jahre vergehen. Die Durststrecke der NASA bis zur erneuten vollständigen Autonomie in der bemannten Raumfahrt, wird gegenwärtig mit dem Kauf von Flügen mit den russischen Soyuz-Kapseln überbrückt. Währenddessen unternehmen die Chinesen ab und zu eigene bemannte Raumflüge und erwecken so den Eindruck im Westen, dass sie zur Spitze der raumfahrttreibenden Nationen aufgeschlossen haben. Blenden wir deshalb zurück zu den Anfängen der chinesischen Weltraumaktivitäten und betrachten die Schritte im Einzelnen, die dazu geführt haben, dass China nach Russland und Amerika das dritte Land ist, welches in der Lage ist, Menschen in den Weltraum zu befördern und eine eigene Raumstation zu bauen.

Weiterentwickelte Interkontinentalrakete

Der Weg zu Chinas moderner Trägerraketenfamilie führte über die Interkontinentalrakete des Typs CSS-X-4. Es handelt sich hier um

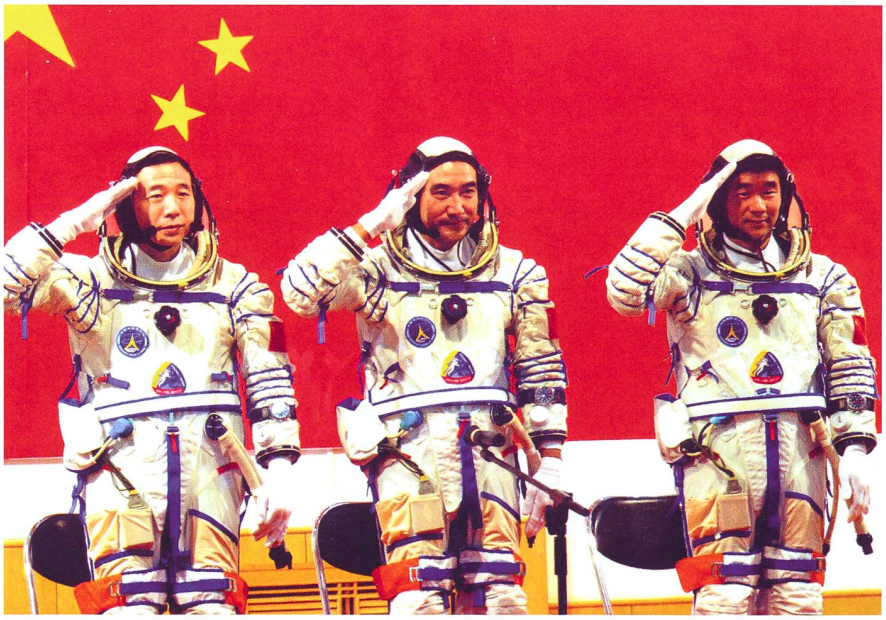


Abbildung 1: Die Besatzung der Shenzhou 7-Mission, Kommandant und EVA Astronaut Zhai Zhigang (Mitte), Flugingenieur Liu Boming (rechts) und Jing Haipeng (links), vor ihrem Raumflug im September 2008. (Bild: Xinhua/Archiv Schmidt)

Abbildung 2: Unter grossem Pomp wird jeweils der Roll-out der CZ-2F Trägerrakete auf dem Startkomplex von Jiuquan vorgenommen. Die 62 Meter hohe Trägerrakete wird auf dem Schienenweg zur 1500 Meter entfernten Abschussrampe gerollt. (Bild: Xinhua/Archiv Schmidt)

eine zweistufige Rakete mit einer Höhe von 32,57 Metern und einem Startgewicht von 191 Tonnen. Später wurde diese Rakete als «CZ-2» («Chang Zheng» = Langer Marsch 2) für Satellitentransporte in die niedere Umlaufbahn angeboten. In diese Umlaufbahnen (etwa 300 km) kann sie etwa 1300 Kilogramm transportieren. Eine kleinere Version, die CZ-1, welche aber dreistufig ist, kann auf eine 440 km hohe Kreisbahn 300 Kilo bei einer Bahnneigung von 70° transportieren. Sie wurde 1970 in den Dienst gestellt und transportierte am 24. April 1970 Chinas ersten Satelliten erfolgreich in die Erdumlaufbahn, während die CZ-2 ab dem Jahre 1974 Nutzlasten ins All transportierte.

1984 wurde die damals stärkste Version, die dreistufige CZ-3 in den Dienst gestellt. Sie wurde vor allem konzipiert, um Nutzlasten in die Transferbahn zum geostationären Orbit (etwa 36'000 km) Höhe zu befördern. Diese Umlaufbahnen sind vor allem für die Anwendungssatelliten (zum Beispiel Wettersatelliten) und Nachrichtensatelliten, also kommerzielle Nutzlasten interessant, da die Umlaufzeit des Satelliten in dieser Höhe mit der Zeit für eine Erdrotation übereinstimmt. Somit bleibt er für uns scheinbar immer über dem gleichen Ort stehen.

Der Westen wurde im Oktober 1985 auf China aufmerksam, nachdem Vertreter der östlichen Volksrepublik in Schweden weilten und eine Vereinbarung über einen Start des schwedischen Satelliten «Mail Star» mit der chinesischen Rakete «Langer Marsch 3» unterzeichneten. Dies bedeutete den ersten westeuropäischen Kunden für China, dem Neuling in der Raumfahrt. Schon ein halbes Jahr früher hatten die Chinesen dem Westen angeboten, ihre Satelliten mit der CZ-3-Rakete (Langer Marsch 3) in die Erdumlaufbahn zu befördern. Ausserdem noch etwa 15% billiger als damals ein Start mit der Europa-Rakete Ariane kostete. Zu diesem Zeitpunkt gaben die Chinesen an, bereits acht Reservierungen für Satellitentransporte auf ihrer Rakete zu haben. Diese Aussage erstaunte die Fachleute umso mehr, als China bis dahin erst einen erfolgreichen Start mit der CZ-3-Rakete durchgeführt hatte.

CZ-3 für Kommerzielle Nutzlasten

Bei der «Langer-Marsch-3»-Trägerrakete handelt es sich um eine dreistufige Transportrakete mit einer Startmasse von 202 Tonnen und einer Länge von 43,25 Metern (Ariane 1 = 47 Meter, 210 Tonnen). Der Durchmesser beträgt maximal 3,35 Meter. Bei einer Bahnneigung von 31,1° ist die CZ-3 in der Lage, einen 1400 Kilogramm schweren Satelliten in die geostationäre Transferbahn zu befördern. Sie wurde erstmals im Jahre 1984 eingesetzt und schoss einen 910 Kilogramm schweren Kommunikationssatelliten in 36000 Kilometer Höhe. Um den Kundenwünschen gerecht zu werden, boten die Chinesen schon damals zwei verschiedene Nutzlastverkleidungen an. Die erste Version besitzt eine Gesamthöhe von 5,84 Metern und weist einen Aussendurchmesser von 2,6 Metern auf. Darin finden Satelliten von 2 Metern Durchmesser Platz bei einer Höhe von 1,7 Metern. Der obere Konus kann die Antennen aufnehmen und ist etwas über 2 Meter hoch. Die zweite Version ist aussen sogar 3 Meter breit und gesamthaft 7,27 Meter hoch. Hier können grössere Satelliten untergebracht werden. Die Gliederung der chinesischen Raketen erinnert an das Konzept der europäischen Weltraumorganisation ESA mit ihrer Ariane-Familie, wobei die damals im Dienst stehende stärkste Version, die Ariane 4, 4,9 Tonnen Nutzlast zum GTO (Geo-Transfer-Orbit) transportieren konnte.

Massive Werbung

Dass die Chinesen mit ihrem Satellitentransportangebot ernst machen wollten, zeigte auch die «Space Commerce Conference» vom 16. bis 20. Juni 1986 in Montreux. An einem Ausstellungsstand, nahe des Eingangs platziert, war ein Modell im Massstab 1:10 der «Langer-Marsch 3»-Rakete aufgestellt, sowie Prospektmaterial mit relativ detaillierten Angaben über die Leistungen und Möglichkeiten der fernöstlichen Raketen. Daneben beeindruckte auch ein Videofilm eines Starts der CZ-3-Rakete, wie auch die zahlenmässig hohe Präsenz von Fachleuten am Stand. Der Ehrgeiz der Chinesen wurde durch ihre Absicht bekräftigt, bis zu 12 Raketen pro Jahr starten zu wollen. Damals wurden noch etwa 1 - 2 Satellitenträger gestartet. Das Gute an der chinesischen Kampagne Mitte der 80er-Jahre war sicher, dass China gezwungen wurde ihre Trägerraketen-Entwicklungen des Typs Langer Marsch publik zu machen.

Deutsche Experimente auf chinesischer Rakete

Einen wichtigen kommerziellen Erfolg konnte die chinesische Raumfahrt im August 1988 verbuchen. Eine Rakete des Typs «Langer Marsch 2» transportierte am 5. August eine Rückkehrkapsel mit deutscher Nutzlast zu einem achttägigen Flug in eine Erdumlaufbahn. Während des Raumfluges sollten Proteine auf die Kristallbildung in der Schwerelosigkeit hin untersucht werden. Die Kapsel wurde am 13. August wieder zur Erde zurückgesteuert und landete weich im Nordosten von China. Anschliessend wurde die Nutzlast zum Raumfahrtzentrum von Beijing transportiert und den deutschen Wissenschaftlern zur Auswertung übergeben. Insgesamt wurden im deutschen Nutzlastbehälter 104 Proben untergebracht. Das Experiment trug die Bezeichnung «Cosima». Das Bundesministerium für Forschung und Technologie hatte, vertreten durch das DLR (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt), für zwei Starts von chinesischen Raketen vom Typ (Langer Marsch 2) Mitfluggelegenheiten gebucht. Der erste Flug erfolgte wie erwähnt zwischen dem 5. und dem 13. August. Wiederholt hatten die Chinesen dem Westen angeboten, ihre Trägerraketen von Typ «Langer Marsch 2» und 3 für kommerzielle Startdienste zur Verfügung zu stellen. Dazu wurde eigens eine Organisation unter dem Namen Great Wall Industry Corporation (GWIC) gegründet. Nachdem die französische Raumfahrtbehörde CNES am 5. August 1987 einen Flug mit einer Rückkehrkapsel ausführen liess, war Deutschland das zweite westeuropäische Land, das die chinesischen Startdienste in Anspruch genommen hat.

Erste Erfolge

Am 7. April 1990 erfolgte mit dem Start des Satelliten AsiaSat-1 der erste kommerzielle Satellitenstart der Chinesen. Er erfolgte vom Startzentrum Xichang aus mit einer Trägerrakete des Typs CZ-3. Einen weiteren Erfolg auf dem Weg zum kommerziellen Raumfahrtgeschäft konnte China kurze Zeit später, am 16. Juli 1990 verbuchen. Eine Rakete des Typs «Langer Marsch 2E» wurde mit einem pakistanischen Satelliten und einer grossen Satellitenattrappe erfolgreich gestartet. Es war das erste Mal, dass dieser Raketentyp zum Einsatz kam. Die CZ-2E kann Satelliten von bis zu 9 Tonnen Gewicht in eine 300 km hohe Umlaufbahn transportieren. «Langer Marsch 2E» liegt in der gleichen Grössenordnung wie die europäische Trägerrakete Ariane 4. Demgegenüber können die amerikanischen Atlas 1 und II 4,5 beziehungsweise 6,5 Tonnen Nutzlast in diese niedere Erdumlaufbahn befördern. Für die Volksrepublik China bedeutet der jetzt durchgeführte Start einen grossen Erfolg im Bestreben, beim kommerziellen Satelliten-Transportgeschäft ein Wort mitzureden. Die gestartete Satellitenattrappe hatte die Form eines australischen Aussat-B-Satelliten. Damit wollte China demonstrieren, dass es in der Lage ist, die schweren Kommunikations-Satelliten problemlos zu starten.

Erhöhung der Startkadenz

Um im kommerziellen Bereich Fuss zu fassen, war es für China unbedingt notwendig, die Startkadenz ihrer CZ-Raketen zu steigern. Am Beispiel der Tabelle 1, wo alle CZ-2-Starts aufgeführt sind, geht dies deutlich hervor. In den ersten Jahren bis 1988 erfolgte noch 1 CZ-2-Start pro Jahr. 1990 waren es deren 2 und bereits 1992 wurde 4 Starts dieses Typs durchgeführt. In den darauffolgenden Jahren konnte diese Anzahl beibehalten werden. Hinzu kommen natürlich die Starts der übrigen Raketen der CZ-Familie. Am 29. Mai 2012 erfolgte mit dem Start einer CZ4C-Rakete bereits der 9. (!) chinesische Start in diesem Jahr.

Kommerzielle Raketenstarts erfolgen meist mit der CZ-3- oder der CZ2-Baureihe. Je nach Mission (zivil oder militärisch) kommen die unterschiedlichen CZ-Modelle zum Einsatz. So werden für die bemannten Flüge der Shenzhou-Raumkapseln die CZ-2F-Trägerraketen eingesetzt.

Die Navigationssatelliten des Typs Beidou für das eigene Satellitenavigationssystem KOMPASS werden durch die CZ-3B-Raketen ins All befördert.

Wettersatelliten mit CZ-4

Am 6. September 1988 hat China den ersten Wettersatelliten auf eine sonnensynchrone Bahn in 903 Kilometern Höhe gestartet. Wenige Tage später aber geriet der Satellit ausser Kontrolle und musste aufgegeben werden. Beim Start von «Feng Yun 1» (Wind-Wolke) war erstmals eine Rakete vom Typ «Langer Marsch 4» zum Einsatz gelangt. Es handelt sich dabei um eine abgeänderte Rakete des Typs «Langer Marsch 3». Diese besitzt eine leistungsfähige Drittstufe, die mit flüssigem Wasserstoff und Sauerstoff arbeitet und für Satellitentransporte zur geostationären Bahn eingesetzt wird. Demgegenüber wird bei der Rakete «Langer Marsch 4» eine andere Drittstufe verwendet. Damit kann diese Version Satelliten von bis zu 4 Tonnen auf die 900 km hohe sonnensynchrone polare Umlaufbahn transportieren. Fast genau zwei Jahre nach dem ersten Wettersatelliten wurde das zweite identische Exemplar auf die Erdumlaufbahn gebracht. Der Start der Trägerrakete «Langer Marsch 4» erfolgte am 3. September 1990 vom eigens dazu errichteten Startplatz Taiyun, südlich von Beijing in der Provinz Shanxi. Wenige Stunden später konnten von einer chinesischen Bodenstation aus bereits die ersten Wetterbilder empfangen werden. Der Wettersatellit «Feng Yun 2»

wurde auf einer fast polaren Erdumlaufbahn in 903 km Höhe positioniert. Alle 103 Minuten umkreist er dabei die Erde. Man nennt diese Art von Umlaufbahn eine sonnensynchrone Umlaufbahn. Ungefähr auf gleichen Orbits umkreisen auch die amerikanischen Wetter- und Fernerkundungssatelliten NOAA unsere Erde. Beim nun erfolgten Start wurde dieser Raketentyp zum zweiten Mal eingesetzt.

Die CZ-Raketenfamilie

Wie eingangs erwähnt stammen die chinesischen Trägerraketen in erster Linie von weiterentwickelten Interkontinentalraken ab. Fast alle tragen die Bezeichnung CZ (siehe Kasten). Durch neue Entwicklungen in der Antriebstechnologie (zum Beispiel kryogene Raketenmotoren) konnte die Leistung der CZ-Typen laufend gesteigert werden und entsprechend ihres Einsatzbereichs angepasst werden. Schliesslich konnte auch die Zuverlässigkeit der Projektile enorm gesteigert werden, so dass auch Menschen in die Erdumlaufbahn transportiert werden können. Damit ist China zur 3. Weltraummacht, welche bemannte Raumfahrt aus eigener Kraft betreiben kann, herangewachsen. Die verschiedenen Modelle der CZ-Raketenfamilie sind nebenstehend aufgelistet:

- CZ-1-Reihe mit den Modellen CZ-1 & CZ-1D – leichte Trägerraketen (Nutzlast LEO 0,75t)
- CZ-2-Reihe mit den Modellen CZ-2C, CZ-2D, CZ-2E und CZ-2F – leichte bis mittelschwere zwei oder dreistufige Trägerraketen (Nutzlast LEO 2C 3,5t, 2E/F 8,5t), CZ-2F bemannt. In Rückkehrkapseln werden kommerzielle Nutzlasten (Experimente) angeboten.
- CZ-3-Reihe mit den Modellen CZ-3, CZ-3A, CZ-3B und CZ-3C – mittelschwere dreistufige Trägerraketen für GTO (Nutzlast 1,5t (CZ-3).. 5,2t (CZ-3B)) und interplanetare Bahnen. Die «Langer Marsch 3B» ist derzeit stärkste Variante, und speziell zum Transport von Kommunikationssatelliten in den Geostationären Transfer Orbit, GTO ausgelegt. Diese Rakete wird zu einem verhältnismäßig günstigen Preis auf dem internationalen Satelliten Transport Markt angeboten, konnte allerdings bisher nur wenige Startaufträge erhalten, da die USA die Einfuhr von US-amerikanischer Satellitentechnik nach China sanktionierten.
- CZ-4-Reihe mit den Modellen CZ-4, CZ-4B und CZ-4C – mittelschwere dreistufige Trägerraketen für polare und sonnensynchrone Bahnen (Nutzlast LEO 2,8t bis 4,5t) Erdbeobachtungssatelliten, Wettersatelliten, militärische Fernerkundungssatelliten stellen die typischen Nutzlasten dar.
- CZ-5-Reihe – Projekt einer Familie von mittelschweren bis schweren Trägerraketen ähnlich der Delta IV oder Atlas V der Amerikaner. Die erste Rakete dieses neuen Typs soll im Jahre 2014 zum Einsatz kommen. Damit sollen grosse Strukturen in die Umlaufbahn transportiert werden können.
- Die Entwicklung eines Raumgleiters war der dritte Schritt im Rahmen des 1992 gestarteten Projekts 921, in dessen Rahmen die nötige Technologie für bemannte Raumflüge geschaffen werden sollte. Das Projekt des Raumgleiters überschritt jedoch nie die Projektphase. Von Anfang an erwiesen sich die hierfür nötigen Ressourcen als zu kostenintensiv. 1999 gab es eine offizielle Verlautbarung zu diesem Thema, als Liu Jiyuan, Präsident der China Aerospace Corporation (CASC), bekannt gab, dass China derzeit an keinem Shuttle-Programm arbeitet und kein solches in Aussicht steht.

Trotz der beachtlichen Erfolge im chinesischen Raumfahrtprogramm ist es auch in China wiederholt zu Fehlstarts gekommen. Infolge der strengen Zensur wurden die Fehlschläge von chinesischen Raketen im Westen erst mit Verspätung und abgeschwächter Form bekannt. Ein schlimmer Fehlschlag erfolgte am 25. Januar 1995, beim fünften Start der CZ 2E-Rakete mit dem Satelli-

Die Trägerraketen «Langer Marsch»

Langer Marsch (chinesisch Chángzhēng, abgekürzt CZ, Chang Zheng), ist der Sammelname der chinesischen Trägerraketen, welcher von dem militärstrategischen Marsch Mao Tse Tung gegen die Regierung der Kuomintang abstammt. Gelegentlich wird auch die Bezeichnung LM (Long March oder Langer Marsch) anstelle von CZ für die chinesischen Trägerraketen verwendet. Im Weiteren findet man in den frühen Weltraumaktivitäten Chinas noch die FB Rakete. Feng Bao 1 (chinesisch «Sturm 1», abgekürzt FB-1) war eine frühe chinesische Satelliten-Trägerrakete. Sie wurde zwischen 1972 und 1981 verwendet. Die Entwicklung der Feng Bao begann im Herbst 1969 beim Büro Nr. 2 für elektromechanische Industrie in Shanghai.
Gleichzeitig wurde in Peking an der China Academy of Launch Vehicle Technology (CALT) aber auch an der Rakete Langer Marsch 2 (CZ-2) gearbeitet, die 1974 ihren Erststart hatte, und gegen die sich die FB-1 nicht durchsetzen konnte. Zuständig für die Entwicklung und Koordination des Programms ist die China National Space Administration (CNSA) (mjs)

Abbildung 3: Die chinesische Trägerraketenfamilie CZ («Chang Zheng» = Langer Marsch) in Reih und Glied, hier von links nach rechts: CZ-1, FB-1, CZ-2, CZ-2C, CZ-2D, CZ-3, CZ-3A, CZ-3B, CZ-3C, CZ-2E, CZ-2F, CZ-4A, CZ-4B (Bild: Chinese Internet/Archiv Schmidt)

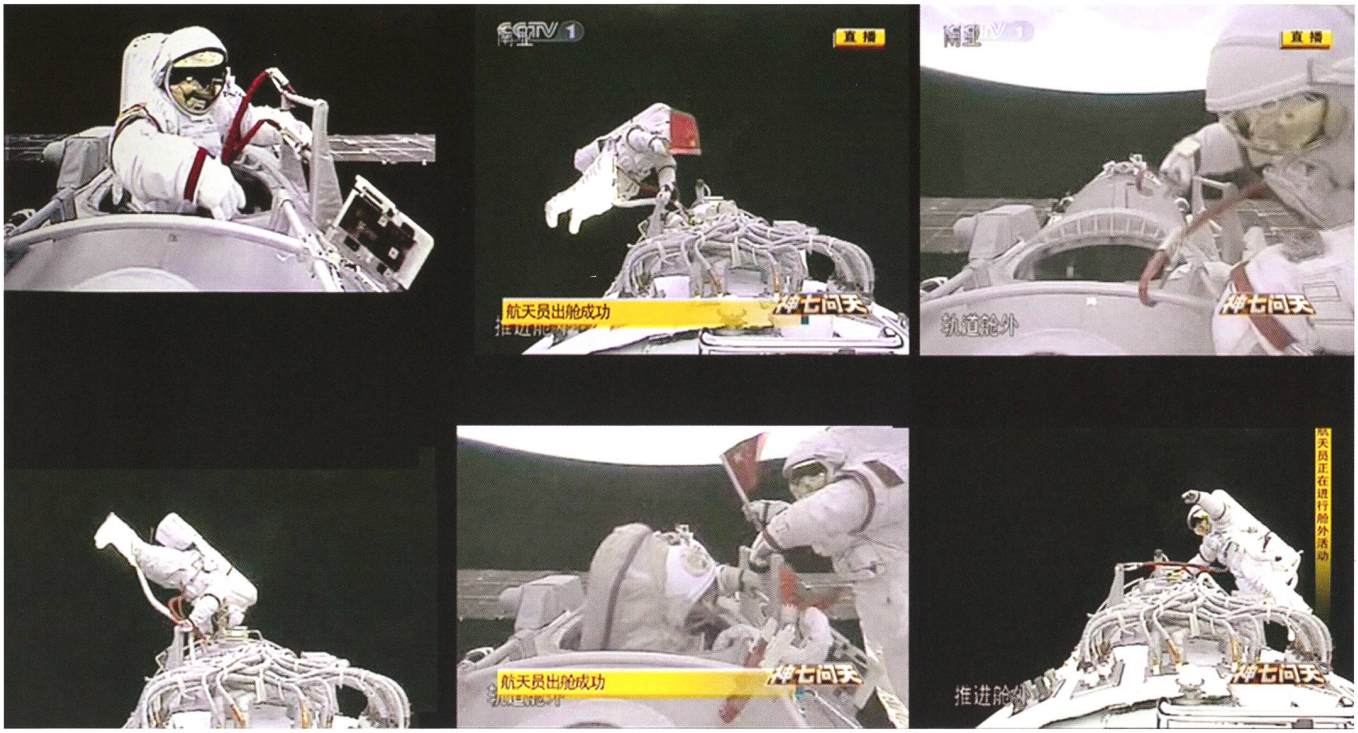


Abbildung 4: Der erste «Weltraumspaziergang», genannt EVA (Extra vehicular activity) eines chinesischen Astronauten wurde am Staatsfernsehen mit verschiedenen Kameras live aus dem Weltraum übertragen. Es war ein propagandistisches Spektakel. Zur Relativierung: der erste Russe und der erste Amerikaner haben ihre EVA's im März und Juni 1965 (!) durchgeführt. (Bild: China Television/Archiv Schmidt)

ten APStar 2. Die Rakete kam mit den Scherwinden, die es um die Berggipfel des Startzentrums in Xichang gibt, nicht zurecht. Schon am 21. Dezember 1992 kam dieser Raketentyp durch einen Softwarefehler nicht mit den Winden in Xichang zurecht, wodurch die Nutzlastverkleidung kollabierte und abgeworfen wurde. Die Rakete aber funktionierte trotzdem tadellos und brachte das Wrack des Satelliten Optus B2 in den Orbit. Die Rakete mit dem Satelliten APStar 2 an Bord kam aber dieses Mal vollkommen vom Kurs ab und stürzte einige Kilometer von der Startrampe entfernt auf ein Dorf. Dabei starben laut offiziellen Angaben 21 Menschen, wobei aber westliche Beobachter von mehr als 120 Toten ausgehen. Am 14. Februar 1996 ereignete sich ein Fehlstart einer Rakete des Typs «CZ-3B» mit einem INTELSAT-708-Satelliten, als die Rakete kurz nach dem Start in einem nahegelegenen Dorf einschlug. Es ist dabei eine nie bekannt gewordene Anzahl von Menschen bei der Explosion des Raketentreibstoffs ums Leben gekommen. Videoaufnahmen zeigen, dass die Rakete wenige Sekunden nach dem Start sich zu neigen begann und dann horizontal ins nahegelegene Berggebiet einschlug. Die Bewohner des Dorfes wurden im Schlaf überrascht, als die brennenden Raketentrümmer alles verwüsteten. Viele internationale Kunden sahen danach von weiteren Buchungen ab, denn von chinesischer Seite wurden diese Unfälle heruntergespielt und Untersuchungsergebnisse, die zum Teil sogar von US-Raketenspezialisten durchgeführt wurden, verschwiegen oder manipuliert. Die daraufhin ausgesprochenen Sanktionen der USA zum Technologietransfer nach China brachten mit sich, dass westliche Satelliten nicht mit chinesischen Raketen gestartet werden konnten, dies, weil fast in allen Satelliten U.S.- Technologie enthalten ist.

Drei operationelle Startplätze

Gegenwärtig stehen drei Startzentren für die Trägerraketen vom Typ Langer Marsch zur Verfügung. Für Satelliten auf Umlaufbahnen mit mittlerer Bahnneigung und für die bemannten Flüge mit dem Raumschiff Shenzhou starten die Raketen ab den Startanlagen von Jiuquan (40° 57'25"N / 100°17'32"O) in der Region Innere Mongolei. Dieser Komplex wurde bereits im Jahre 1956 eröffnet und ist der älteste und grösste Weltraumbahnhof Chinas. Für geostationäre Satelliten ist der Startpatz Xichang (28° 11' 49" N / 102° 04' 17" O) in der Provinz Sichuan vorgesehen. Satelliten, die auf sonnensynchrone und polare Umlaufbahnen gebracht werden müssen (namentlich für die Erdbeobachtung) werden vom Raumflugzentrum Taiyuan (38° 50' 50" N / 111° 36' 30" O) in der Provinz Shanxi aus gestartet.
Für besonders schwere Nutzlasten ist der südlichste Weltraumbahnhof Chinas, das Startzentrum von Wenchang (19° 37' 03" N / 110° 44' 36" O) auf der Insel Hainan im Bau. Es liegt nur 19 Breitengrade vom Äquator entfernt und soll 2013 in Betrieb gehen. Je näher ein Startplatz am Äquator liegt, desto mehr Nutzlast kann eine Rakete für die gleiche Umlaufbahn mit sich führen, weil die Erdrotation sozusagen als Starthilfe dient.

Erste Taikonauten

Der Flug der CZ-2F-Trägerrakete mit dem Shenzhou 5 am 15. Oktober 2003 war für China sicher von historischer Bedeutung. Zum ersten Mal befand sich mit dem Taikonauten Yang Liwe ein Mensch an Bord eines

Chinesischen Raumschiffes, und China wurde so zur 3. bemannten Weltraummacht. Der ausgebildete Kampfpilot YANG LIWE unternahm 14 Erdumkreisungen in 343 Kilometern Höhe und landete am 15. Oktober um 22:23 Uhr UTC in der inneren Mongolei. Die Gesamtflugzeit belief sich somit auf 21 Stunden und 23 Minuten. Der zurückgekehrte LIWE wurde schlagartig zum Superstar und das Selbstbewusstsein Chinas steigerte sich fast ins Unermessliche. Auch in den westlichen Medien wurde die Mission besonders hervorgehoben. Dabei wurde aber ausser Acht gelassen, dass die Russen und Amerikaner bereits 42 bzw. 41 Jahre früher einen bemannten Weltraumflug unternahmen.

Zwei Jahre nach YANGS Start machten sich zwei Taikonauten gemeinsam auf den Weg ins All und kehrten nach 115 Stunden mit dem Raumschiff Shenzhou 6 problemlos zur Erde zurück. Der Flug begann am 12. Oktober 2005. Für die Mission wurden die zwei Taikonauten FEI JUNLONG (Kommandant) und NIE HAISHENG (Pilot) in einen Erdorbit befördert. Missionsziele waren der Test leichterer Raumanzüge, wissenschaftliche Experimente, der erstmalige Umstieg in das Orbitalmodul und die Erprobung alltäglicher Dinge des menschlichen Bedarfs (Test einer neuen Toilette). Mit dem Raumschiff Shenzhou VII wurden knapp drei Jahre nach zweiten bemannten chinesischen Raumflug, erstmals drei Raumfahrer in den Weltraum geschossen. Es waren dies ZHAI ZHIGANG, (Kommandant), LIU BOMING und JING HAIPENG (Abb. 1). Alle drei absolvierten ihren ersten Raumflug. Die Rakete startete am 25. September 2008. Es war der dritte bemannte Flug eines Shenzhou-Raumschiffes und der siebte insgesamt im Shenzhou-Programm. Erstmals in der Geschichte der chinesischen Raumfahrt fand im Rahmen dieser Mission ein Aussenbordeinsatz statt (Abb. 4). Hauptaufgabe dieser Mission Chinas war der erste Ausstieg in den Weltraum. ZHAI ZHIGANG war am 27. September für knapp 14 Minuten ausserhalb des Raumschiffs. Hierbei wurde der Orbitalteil des Raumschiffs als Schleuse verwendet. Der Ausstieg wurde von mehreren Aussenbordkameras gefilmt. Ausserdem wurden Experimente und einfache Installationsarbeiten im schwerelosen Raum durchgeführt. Zunächst galt es, die Raumanzüge bei geöffneten Luken innerhalb des Orbitalmoduls zu erproben. Erst danach erfolgte der Ausstieg von ZHAI ZHIGANG aus dem Raumschiff, während LIU BOMING im Orbitalmodul blieb, um bei eventuellen Problemen eingreifen zu können. JING HAIPENG arbeitete im unter Druck stehenden Landemodul, um die Systeme und den Ausstieg selbst zu überwachen. Die Mission stellte ein wahres «propagandistisches Feuerwerk» dar, schwenkte doch der Taikonaut ZHAI ZHIGANG ein Fähnchen, um die chinesische Präsenz im Weltraum zu demonstrieren. Kameras inner- und ausserhalb des Raumschiffes übertrugen die Bilder des Ereignisses live zur Erde. Beide Raumfahrer waren mit einer Sicherungsleine mit dem Raumschiff verbunden, ZHAI manövrierte sich durch Handgriffe an der Aussenseite des Orbitalmo-duls und montierte auch ein Experiment aussen an Shenzhou 7 ab. Um 8:58 Uhr UTC war der Ausstieg offiziell beendet und ZHAI schloss die Luke des Orbitalmoduls. In der nächsten Stunde wurde der Luftdruck des Orbitalmoduls wieder erhöht und dem des Landemoduls angeglichen. Ausserdem wurde ein kleiner Satellit ausgesetzt, der beim Abflug Bilder von Shenzhou 7 aufnahm. Am 28. September landete die Rückkehrkapsel des Shzenzhou 7- Raumschiffs mit den drei Raumfahrern wieder in der inneren Mongolei. Damit wurden der Weg geebnet, beim vierten bemannten Raumflug an die kleine Raumstation Tiangong 1 erstmals anzudocken und die Station zu besetzen.

Russische Soyuz Verwandtschaft

Shenzhou (chinesisch = göttliches Schiff) ist die Bezeichnung für die bemannte chinesische Raumkapsel. Das Raumschiff Shenzhou ist dem russischen Sojus-Raumschiff sehr ähnlich und wurde vom Prinzip her kopiert («Made in China»). Wie das russische Vorbild besteht es aus drei Teilen, einem sogenannten Orbitalmodul, der Kapsel für die Taikonauten, und dem Servicemodul mit den notwendigen Einrichtungen für den Betrieb des Raumschiffs. Am Orbitalmodul wird ein Koppelungsadapter angebracht, um so an eine Raumstation anzudocken. Ausserdem enthält es die Einrichtung für die wissenschaftlichen Experimente und Bedürfnisse der Besatzung und wird auch als Luftschleuse eingesetzt. Nach der Trennung von der Rückkehrkapsel kann das Orbitalmodul noch etwa sechs Monate lang autonom in der Erdumlaufbahn für Experimente genutzt werden. An der vorderen Seite des Moduls kann anstelle eines Kopplungssystems eine Plattform als Instrumententräger installiert wer-

Überblick über das chinesische Weltraumprogramm: Starts der CZ-2-Typen seit 1974

Startdatum	Raketentyp	Startplatz	Nutzlast	Anmerkung
05.11.1974	CZ-2	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing (FSW)? (Rückkehrkapsel)	Fehlschlag oder teilweiser Fehlschlag
26.11.1975	CZ-2C	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing (FSW-1) (Rückkehrkapsel)	Der Satellit kehrte zur Erde zurück
07.12.1976	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
26.01.1978	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
09.09.1982	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
19.08.1983	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
12.09.1984	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
21.10.1985	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
06.10.1986	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
05.08.1987	CZ-2C	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing 1	CNES Experiment auf Rückkehrkapsel
09.09.1987	CZ-2C	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing 1	
05.08.1988	CZ-2C	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing 1	Deutsche Experimente COSIMA 1 und HKM
16.07.1990	CZ-2E		Badr-1 und Optus-Dummy	Erster Flug dieses Raketentyps
05.10.1990	CZ-2C	Xichang	Fanhui Shi Weixing 1	
09.08.1992	CZ-2D	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing 2 1	Erster Start der CZ-2D, Technologieerprobungs- und Forschungssatellit, Rückkehr zur Erde und erfolgreiche Bergung am 25. August
13.08.1992	CZ-2E	Jiuquan	Optus B1	Geostationärer Kommunikationssatellit
06.10.1992	CZ-2C	Xichang	Fanhui Shi Weixing 1 4, Freja	Technologieerprobungs- und Forschungssatellit, Rückkehr zur Erde und erfolgreiche Bergung am 13. Oktober, schwedischer Forschungssatellit Freja
21.12.1992	CZ-2E	Jiuquan	Aussat B2, Optus B2	Fehlstart, Nutzlastverkleidung beim Start zerbrochen
08.10.1993	CZ-2C	Xichang	Fanhui Shi Weixing 1 5	Technologieerprobungs- Satellit, Rückkehr zur Erde misslang am 16. Oktober, verglüht im März 1996
03.07.1994	CZ-2D	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing 2 2	Technologieerprobungs- und Forschungssatellit, Rückkehr zur Erde und erfolgreiche Bergung am 18. Juli
27.08.1994	CZ-2E	Jiuquan	Optus B3	Geostationärer Kommunikationssatellit Fehlstart, Trümmer töten 20 Bewohner eines Dorfes
25.01.1995	CZ-2E	Xichang	Apstar 2	
28.11.1995	CZ-2E	Xichang	Asiasat 2	
28.12.1995	CZ-2E	Xichang	Echostar 1	Aufklärungssatellit
20.10.1996	CZ-2D	Xichang	Fanhui Shi Weixing 2 3	
01.09.1997	CZ-2C/SD	Jiuquan		Kommunikationssatellit
08.12.1997	CZ-2C	Taiyuan	Satellit für Iridium	
25.03.1998	CZ-2C	Taiyuan	zwei Satelliten für Iridium	
02.05.1998	CZ-2C	Taiyuan	zwei Satelliten für Iridium	
19 08.1998	CZ-2C	Taiyuan	zwei Satelliten für Iridium	
19.12.1998	CZ-2C	Taiyuan	zwei Satelliten für Iridium	
11.06.1999	CZ-2C	Taiyuan	zwei Satelliten für Iridium	
19.11.1999	CZ-2F*	Taiyuan	Shenzhou 1	Erster Flug des Raumschiffs Shenzhou
09.01.2001	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 2	In-Orbit-Manöver, Test der Lebenserhaltungssysteme an einem Affen, einem Hund und einem Hasen
25.03.2002	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 3	Flug mit einem Testdummy, Landung am 1. April 2002 in der Inneren Mongolei
29.12.2002	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 4	Test aller benötigten Subsysteme
15.10.2003	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 5	Erster bemannter Weltraumflug Chinas
03.11.2003	CZ-2D	Jiuquan	Fanhui Shei Weixing 3 1	
29.12.2003	CZ-2C	Xichang	Double Star 1 (Tan Ce 1)	In Kooperation mit der ESA
18.04.2004	CZ-2C	Xichang	Naxing 1	
25.07.2004	CZ-2C	Taiyuan	Double Star 2 (Tan Ce 2)	In Kooperation mit der ESA
29.08.2004	CZ-2C	Jiuquan	Fanhui Shei Weixing 3 2	
27.09.2004	CZ-2D	Jiuquan	Fanhui Shei Weixing 3 3	
18.11.2004	CZ-2C-III	Xichang	Shijian 2	
05.07.2005	CZ-2D-IV	Jiuquan	Wissenschaftssatellit Shijian 7	
02.08.2005	CZ-2C-III	Jiuquan	Wissenschaftssatellit FSW-21	Rückkehr zur Erde am 29. August 2005
29.08.2005	CZ-2D-IV	Jiuquan	Wissenschaftssatellit FSW-22	Rückkehr zur Erde am 16. September 2005
12.10.2005	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 6	Flug mit zwei Taikonauten; Rückkehr zur Erde am 16. Oktober 2005, um 22:32 Uhr MESZ
09.09.2006	CZ-2C	Jiuquan	Shijian-8	Rückkehrkapsel zur Erforschung der Züchtung von Samen für die Landwirtschaft
11.04.2007	CZ-2C	Taiyuan	HY-1B	
25.05.2007	CZ-2D	Jiuquan	Yaogan 2	Fernerkundung
06.09.2008	CZ-2C	Taiyuan	Huanjing 1A and 1B	Erdbeobachtungssatelliten
25.09.2008	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 7	Flug mit drei Taikonauten
05.11.2008	CZ-2D	Jiuquan	ChuangXin-1 (02) ShiYanWeiXing-3	
01.12.2008	CZ-2D	Jiuquan	Yaogan-4	Fernerkundung
22.04.2009	CZ-2C	Taiyuan	Yaogan-6	Fernerkundung
12.11.2009	CZ-2C	Jiuquan	Shijian 11-01	Experimentalsatellit
09.12.2009	CZ-2D	Jiuquan	YaoGan Weinxing-7	Aufklärungssatellit
15.06.2010	CZ-2D	Jiuquan	Shijian-12	Forschungssatellit
24.08.2010	CZ-2D	Jiuquan	Tian Hui-1	Erdbeobachtungssatellit
22.09.2010	CZ-2D	Jiuquan	Yaogang 11	Erdbeobachtungssatellit
05.07.2011	CZ-2C	Jiuquan	Shijian-11-03	Forschungssatellit
29.07.2011	CZ-2C	Jiuquan	Shijian-11-02	Forschungssatellit
18.08.2011	CZ-2C	Jiuquan	Shijian-11-04	Forschungssatellit, Fehlstart
29.09.2011	CZ-2F	Jiuquan	Tiangong 1	Erste chinesische Raumstation
31.10.2011	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 8	Chinesisches unbemanntes Raumschiff
20.11.2011	CZ-2D	Jiuquan	Shiyan Weixing-4 und Chuang Xin 1-03	Forschungssatellit, Erdbeobachtungssatellit
29.11.2011	CZ-2C	Taiyuan	YaoGan Weixing 13	Fernerkundung
06.05.2012	CZ-2D	Jiuquan	Tian Hui-1B	Erdbeobachtungssatellit
16.06.2012	CZ-2F	Jiuquan	Shenzhou 9	Erstes Docking Manöver an die Raumstation Tiangong1

Tabelle 1

den. Zwei Orbitalmodule könnten somit auch eine kleine Raumstation bilden. Die Kapsel für die Taikonauten wird für den Start ins All sowie die Rückkehr zur Erde genutzt. Schliesslich versorgt das Servicemodul die Besatzung mit allem Notwendigen. Über die Solargeneratoren wird die elektrische Energie für die Kapsel generiert, und im Serviceteil befinden sich auch die Tanks mit Sauerstoff, Wasser und Kommunikationseinrichtungen. Erst kurz vor dem Wiedereintritt in die Erdatmosphäre wird das Servicemodul von der Kapsel getrennt und verglüht in der Lufthülle der Erde. Im Gegensatz zu den russischen Soyuz-Raumschiffen ist Shenzhou bedeutend modernisiert worden. Es ist in fast allen Abmessungen grösser und kann, statt drei, bis zu vier Personen transportieren. Die Gesamtmasse liegt bei etwa 7,8 Tonnen. Die Gesamtlänge beträgt 8,65 Meter. Doch trotz aller Neuerungen operieren die Chinesen mit einem Konzept aus den 70er-Jahren.

Eigene kleine Raumstation

Die Testraumstation Tiangong 1 «Himmlischer Palast 1» wurde am 29. September 2011 gestartet und umläuft die Erde gegenwärtig in einer Höhe zwischen 331 und 336 Kilometern bei einer Bahnneigung von 42,8°. Tiangong 1 ist etwa 9 Meter lang, hat einen Durchmesser von maximal 3,3 Metern und hat eine Startmasse von 8,4 Tonnen. Das Raumfahrzeug besitzt zwei Solarzellengeneratoren zur Energieversorgung mit einer Gesamtspannweite von 17 Metern. Es besteht aus zwei grossen Sektionen, dem vorderen Orbitalmodul und dem Servicemodul. Das Orbitalmodul besitzt ein Raumvolumen von etwa 15 m^3. Am vorderen Ende befindet sich ein Kopplungsstutzen. Hier können Raumschiffe vom Typ Shenzhou andocken.

Am 16. Juni, um 10:37:24 UTC (12:37:24 MESZ) dieses Jahres ist der chinesische Traum in Erfüllung gegangen. Beim vierten bemannten Flug des Shenzhou-Raumschiffs wurde die kleine Raumstation angeflogen! Shenzhou 9 vollzog am 18. Juni 2012 als erstes chinesisches Raumschiff ein bemanntes automatisches Kopplungsmanöver im All. Dazu führte Shenzhou 9 einen auf dem russischen APAS-System basierenden Kopplungsadapter mit. Kopplungsziel war das chinesische Raumlabor Tiangong 1, das seit dem 29. September 2011 in der Erdumlaufbahn ist. Drei Stunden nach dem Andockmanöver betraten Jing Haipeng, Liu Wang und Liu Yang als erste chinesische Taikonauten das Raumlabor. An Bord befindet sich zum ersten Mal eine Frau. Die Astronautin Liu ist eine von zwei Frauen, die für das chinesische Raumfahrtprogramm ausgewählt wurden. Während der über 10-tägigen Mission wurden vor allem die Lebensbedingungen an Bord der Station überprüft, medizinische Untersuchungen vorgenommen, technische Systeme erprobt und deren Zweckmässigkeit eingeschätzt. Zur körperlichen Belastung befinden sich ein Ergometer und einfache Trainingsgeräte an Bord. Medizinische Daten werden beispielsweise über Blutdruck und Puls rate in Ruhe oder Belastung gesammelt. Auch EEG und EKG können erfasst werden. Vor und nach dem Raumflug werden Daten über Muskeln und Knochenbeschaffenheit ermittelt. Es existiert aber auch bereits eine kleine Wasseraufbereitungsanlage in der Station, die zumindest Brauchwasser bereitstellt. Am 24. Juni 2012 koppelte die Besatzung das Shenzhou-Raumschiff von der Raumstation ab und dockte manuell nochmals an. Damit wollten die Chinesen unter Beweis stellen, dass sie sowohl die automatische wie auch manuelle Rendezvous-Technik im Weltraum beherrschen. Mit 13 Tagen Dauer war es die längste bemannte Mission, die China jemals durchgeführt hat. Letzten Herbst dockte das unbemannte Shenzhou-8 Raumfahrzeug zweimal erfolgreich an die kleine Tiangong-Raumstation an. In der Tat ist ein selbsttätiger Andockvorgang, der vom Boden aus überwacht wird, schwieriger als einer, der von der Besatzung durchgeführt wird. Die grossen Herausforderungen einer dreizehntägigen Mission liegen für die junge chinesische Raumfahrtindustrie in Bereichen wie der Lebenserhaltungstechnik für die Mannschaft und der Zuteilung von Ressourcen während der Mission. Die Shenzhou-Kapsel ist am 29. Juni 2012 in der Wüste Gobi mit den drei Taikonauten weich gelandet.

Nach dem erfolgreichen Abenteuer ist nun als weiterer Schritt der Ausbau der Raumstation geplant. So stehen die Nachfolge Raumstationen Tiangong-2 und 3 bereits in Entwicklung. Bis zum Jahre 2020 will China eine aus mehreren Modulen bestehende Raumstation von 60 Tonnen Masse in der Erdumlaufbahn betreiben.

Welche wissenschaftlichen Erkenntnisse die Chinesen sich nun von der bemannten Raumfahrt versprechen, bleibt einstweilen ihr Geheimnis, zumal sie trotz ihrer schnellen Fortschritte noch Jahrzehnte brauchen dürften, um das Niveau der USA und anderer Nationen zu erreichen. Neben der rund 400 Tonnen schweren ISS würde selbst die ausgebaute chinesische Raumstaion geradezu winzig wirken. Die politischen Vorteile des bemannten Raumfahrtprogramms lie-

Abbildung 5: Am 18. Juni 2012 betraten die drei chinesischen Taikonauten (darunter eine Frau in Bildmitte) zum ersten Mal die kleine Raumstation Tiangong 1 – ein wichtiger Meilenstein für das bemannte chinesische Weltraumprogramm. (Bild:CCTV/Archiv Schmidt)

gen dagegen auf der Hand. Dass Staatchef Hu Jintao im Raumfahrtzentrum auftauchte, hat laut Cheng einen einfachen Grund: *«Innenpolitische Legitimität gewinnen durch eine weitere Demonstration der chinesischen Leistungsfähigkeiten dank der Kommunistischen Partei.»* Zudem startete «Tiangong 1» unmittelbar vor dem Nationalfeiertag. *«Es hilft, den Nationalstolz zu entfachen und in schwierigen Zeiten das Vertrauen in die Regierung zu stärken»*, kommentierte der australische Raumfahrtexperte Morris Jones.

Mond und Mars

China ist nun dabei sich auch in der interplanetaren Raumforschung zu betätigen. Erste Erfolge konnten mit der Realisierung von zwei Mondsonden verbucht werden, während der erste chinesische Marssatellit ein Fehlschlag wurde. Die Mars-Sonde Yinghuo-1 (Leuchtkäfer) wurde am 8. November 2011 von Baikonur als Huckepacknutzlast der russischen Marssonde Fobos-Grunt mit einer Zenit-3F-Rakete gestartet. Die Zusammenarbeit von China und Russland bei dieser Mars-Mission war 2007 vereinbart worden. Fobos-Grund strandete jedoch in einer Erdumlaufbahn und konnte nicht mehr Richtung Mars starten. Damit galt die Mission als gescheitert. Am 15. Januar 2012 trat Yinghuo-1 zusammen mit Fobos-Grunt in die Erdatmosphäre ein und verglühte über dem Ostpazifik.

Die erste chinesische Mondsonde «Chang'e-1» wurde am 26. Oktober 2007 vom chinesischen Raumfahrtzentrum Xichang in der südwestchinesischen Provinz Sichuan aus erfolgreich ins All gebracht. China hat damit eine neue Ära seiner Weltraumforschung eingeläutet. Noch nie hat China so weit von der Erde entfernt das Weltall erforscht. Mit dem ersten chinesischen Mondorbiter konnte die Oberfläche des Erdtrabanten kartografiert werden, und 2009 veröffentlichen die chinesischen Wissenschaftler eine globale Karte des Mondes. Schon im darauffolgenden Jahr, am 1. Oktober 2010, wurde mit Chang'e-2 die zweite Mondsonde realisiert. Eigentlich handelte es sich dabei um die Ersatzsonde für Chang'e-1, jedoch wurden die wissenschaftlichen Instrumente modifiziert und Chang'e-2 wurde auf eine niedrige Mondumlaufbahn gebracht. Sie war mit 100 Kilometern Höhe über der Oberfläche nur noch halb so hoch wie bei Chang'e-1. Im Mai 2011 wurde der mondnächste Punkt der Bahn weiter abgesenkt und lag nur noch 15 Kilometer über dem Sinus Iridum! So konnten Aufnahmen mit einer Auflösung von 1,5 Metern pro Bildpunkt von der geplanten Landeregion des Rovers Chang'e-3 gemacht werden. Basierend auf Fotos des chinesischen Mond-Orbiters Chang'e-2 wurde eine vollständige Mondkarte erstellt und anfangs Februar 2012 durch die Nachrichtenagentur Xinhua veröffentlicht. Die Aufnahmen zeigen Details bis hinab zu einer Grösse von sieben Metern und entstanden aus Höhen zwischen 100 und 15 Kilometern. Die Mondsonde Chang'e-2 wurde am 9. Juni 2011 mit Hilfe ihres Triebwerks aus dem Mondorbit heraus manövriert und zum Librationspunkt L2, etwa 1.5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt gesteuert. Dort dient sie für Kommunikationsversuche, damit Erfahrungen für zukünftige interplanetare Raumsonden gewonnen werden können. Ausserdem hat sie dort bis Anfangs April dieses Jahres Sonnenwindmessungen durchgeführt. Chang'e 2 hat seine Position an L2 offenbar um den 15. April verlassen. Nach Einschätzung von westlichen Experten soll die kleine Mondsonde nun den Asteroiden Toutatis anfliegen.

Nach der geplanten weichen Landung des Rovers Chang'e-3 im Jahre 2013, will China im Jahr 2017 den nächsten Schritt seines Mondprogramms unternehmen: Dann soll ein weiterer Forschungsautomat Mondgestein sammeln und die Proben sicher zu Erde zurückbringen. Immer wieder wird auch darüber spekuliert, dass China auch eine bemannte Mondlandung ins Auge fassen könnte. Im vergangenen Jahr waren chinesischen Raumfahrer zum ersten Mal aus ihrem Raumschiff in den freien Weltraum ausgestiegen. Und im Juni dieses Jahres haben die Chinesen mit «Tiangong-1» eine erste einfache Weltraumstation im Erdorbit in den bemannten Betrieb genommen.

Dritte Aufgabe für Chang'e 2

Die Begegnung mit Toutatis der Sonde Chang'e 2 könnte um den 6. Januar 2013 erfolgen. Bilder des Asteroiden Toutatis einzufangen ist ein schwieriges Unterfangen und wäre für die chinesischen Techniker und Wissenschaftler eine grossartige Premiere. Im Vergleich zum Mond ist der Asteroid mit 4,5 × 2,4 × 1,9 km nämlich sehr klein. Zudem kann Chang'e 2 den Kleinkörper lediglich passieren und hat damit nur wenig Zeit für wissenschaftliche Untersuchungen und Bilder. Am 12. Dezember 2012 erreicht Toutatis erneut seine erdnächste Position, etwa 7 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Kurze Zeit später böte sich für die Raumsonde Chang'e 2 die Gelegenheit eines weiteren Vorbeiflugs. Für eine gelungene Aufnahme müsste dieser in weniger als 5'000 Kilometern Entfernung erfolgen. Der Abflug am 15. April 2012 markierte also den Beginn der dritten Nutzungsphase des eigentlich nur als Mondsonde geplanten Raumfahrzeugs.

Chinesische Mondlandung 2013

Chinas dritte Mondsonde Chang'e-3 soll voraussichtlich im Jahre 2013 gestartet werden und eine Landung auf dem Mond und Mond-Erkundungen durchführen. Anders als die vorherigen zwei Orbiter soll Chang'e-3 angeblich «Beine» haben, um das Raumfahrzeug bei der Landung zu unterstützen, wie Ye Peijian, Oberbefehlshaber der Chang'e-3 an der China Academy of Space Technology sagte. Der Orbiter wird ein Mondauto und andere Instrumente für Gebietsuntersuchungen, die Beurteilung der Lebensbedingungen und Weltraumbeobachtungen mitführen. Das 100 Kilogramm schwere Mondgefährt, Chinas erster derartige Rover, soll auf dem Mond mehr als drei aufeinander folgende Monate arbeiten können. Es soll fähig sein, grosse Krater zu umfahren und kleine zu durchqueren. Eine fortschrittliches Erkennungs- und Navigationssystem werde installiert, und eine TK-Anlage werde es den Wissenschaftlern ermöglichen, das Auto von der Erde aus zu steuern erklärte Ye Peijian. An internationalen Raumfahrtausstellungen wurde wiederholt ein Mond-Rover am chinesischen Stand vorgestellt.

Men J. Schmidt
Astronomie & Raumfahrt
Kirchstr. 57a, P.O. Box 155
CH-9200 Gossau, SG

Astrokalender August 2012

Himmel günstig für Deep-Sky-Beobachtungen vom 11. bis 21. August 2012

Datum	Zeit	👁	🔭	🛰	Ereignis
1. Mi	01:00 MESZ			•	**Uranus** (+5.8^{mag}) im Ostsüdosten
	02:45 MESZ	•	•	•	**Jupiter** (-2.2^{mag}) im Ostnordosten
	03:45 MESZ	•	•	•	**Venus** (-4.4^{mag}) im Ostnordosten
	21:15 MESZ	•	•	•	**Saturn** (+0.8^{mag}) im Südwesten
	21:15 MESZ	•	•	•	**Mars** (+1.1^{mag}) im Westsüdwesten
	23:45 MESZ				**Neptun** (+7.8^{mag}) im Südosten
2. Do	05:27 MESZ	•	•	○	○ Vollmond, Wassermann (Durchmesser: 31' 57")
3. Fr	04:45 MESZ	•	•	•	**Jupiter** (-2.2^{mag}) geht 4.75° nördlich an Aldebaran (+1.1^{mag}) vorbei
5. So	03:41 MESZ	•	•	•	β Persei (Algol) im Minimum (+3.39^{mag})
6. Mo	03:00 MESZ			•	Vesta (+8.3^{mag}) geht 11' nördlich an Aldebaran (+1.1^{mag}) vorbei
9. Do	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 9° südöstlich von Hamal (α Arietis)
	20:55 MESZ	○	○	○	◑ Letztes Viertel, Widder
10. Fr	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 9° südwestlich der Plejaden
	05:45 MESZ	•	•	•	**Merkur** (+1.3^{mag}) im Ostnordosten
11. Sa	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 8° westlich von Jupiter, 6° südöstlich der Plejaden, 7.5° nw. Aldebaran
12. So	04:00 MESZ	•			**Perseïden-Meteorstrom**, Maximum
	21:00 MESZ	•	•	•	**Mars** (+1.1^{mag}) geht 2° nördlich an Spica (+1.2^{mag}) vorbei
13. Mo	04:32 MESZ	○	○	•	Mond: Sternbedeckungsende SAO 77578 (+5.9^{mag})
	05:45 MESZ	•	•	•	**Merkur** (+0.6^{mag}) im Ostnordosten
14. Di	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 4° östlich von Venus, 3° nordöstlich Alhena (γ Geminorum)
15. Mi	05:30 MESZ	•	•	•	Mond: 11.5° westlich von Merkur
	05:45 MESZ	•	•	•	**Merkur** (+0.2^{mag}) im Ostnordosten
16. Do	06:00 MESZ	•	•	•	Mond: Schmale Sichel, 36^h vor ●, 8° über dem Horizont
17. Fr	02:39 MESZ		•	•	Jupiter: Bis 03:39 MESZ ist nur Kallisto neben Jupiter sichtbar!
	05:45 MESZ	•	•	•	**Merkur** (-0.1^{mag}) im Ostnordosten
	17:54 MESZ				● Neumond, Löwe
19. So	05:45 MESZ	•	•	•	**Merkur** (-0.4^{mag}) im Ostnordosten
22. Mi	05:45 MESZ	•	•	•	**Merkur** (-0.7^{mag}) im Ostnordosten
24. Fr	15:54 MESZ	•	•	○	◐ Erstes Viertel, Skorpion
25. Sa	06:00 MESZ	•	•	•	**Merkur** (-1.0^{mag}) im Ostnordosten
31. Fr	15:58 MESZ				○ Vollmond, Wassermann

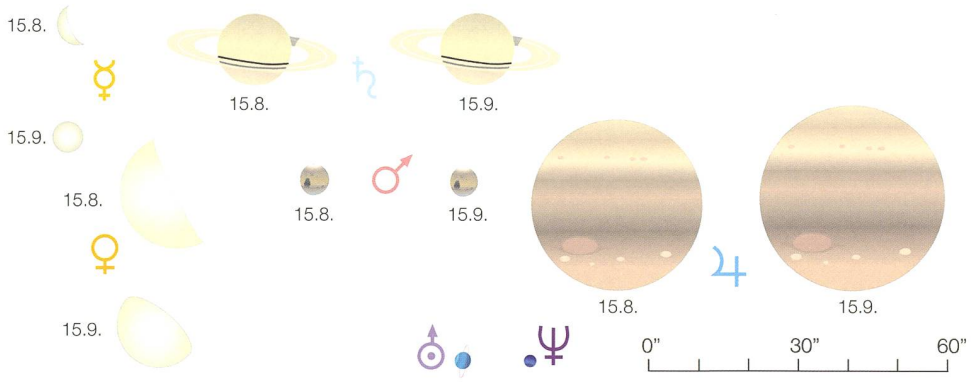
Astrokalender September 2012

Himmel günstig für Deep-Sky-Beobachtungen vom 8. bis 18. September 2012

Datum	Zeit	👁	🔭	🛰	Ereignis
1. Sa	06:00 MESZ	•	•	•	**Jupiter** (-2.3^{mag}) im Ostnordosten
	04:30 MESZ	•	•	•	**Venus** (-4.2^{mag}) im Ostnordosten
	05:15 MESZ	•	•	•	**Merkur** (-1.4^{mag}) geht 1.25° nordöstlich an Regulus (+1.3^{mag}) vorbei
	20:30 MESZ	•	•	•	**Saturn** (+0.8^{mag}) im Westsüdwesten
	20:30 MESZ	•	•	•	**Mars** (+1.2^{mag}) im Westsüdwesten
	21:15 MESZ			•	**Neptun** (+7.8^{mag}) im Südosten
	23:00 MESZ			•	**Uranus** (+5.7^{mag}) im Ostsüdosten
4. Di	22:00 MESZ	•	•	•	Mond: 10° südlich von Hamal (α Arietis)
5. Mi	01:45 MESZ			•	**Ceres** (+8.8^{mag}) geht 50' südlich an ζ Tauri (+3.0^{mag}) vorbei
7. Fr	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 4.5° südlich der Plejaden
8. Sa	04:35 MESZ			•	Mond: Sternbedeckungsende SAO 76680 (+5.7^{mag})
	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 4° westlich von Jupiter, 4° nördlich von Aldebaran
	15:15 MESZ				◑ Letztes Viertel, Stier
9. So	01:00 MESZ	•	○	○	**September-Perseïden-Meteorstrom**, Maximum
10. Mo	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 4.5° nordwestlich von Alhena (γ Geminorum)
12. Mi	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 6.5° westlich von Venus
13. Do	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 8° südöstlich von Venus
14. Fr	06:00 MESZ	•	•	•	Mond: Schmale Sichel, 46½^h vor ●, 8° über dem Horizont
15. Sa	06:45 MESZ		•	•	Mond: Sehr schmale Sichel, 21^h vor ●, 3° über dem Horizont
16. So	04:11 MESZ	○	○	○	● Neumond, Jungfrau
	19:00 MESZ	○	•	•	**Mars** (+1.2^{mag}) geht 9' nördlich an 111 Tauri (+5.1^{mag}) vorbei
17. Mo	03:51 MESZ	•	•	•	β Persei (Algol) im Minimum (+3.39^{mag})
21. Fr	00:45 MESZ	○	○	•	**Vesta** (+7.9^{mag}) geht 18' nördlich an 117 Tauri (+6.0^{mag}) vorbei
	01:00 MESZ	○	○	•	**Ceres** (+8.7^{mag}) geht 32' nördlich an χ_1 Tauri (+4.8^{mag}) vorbei
22. Sa	16:49 MESZ			○	**Astronomischer Herbstanfang**, Tagundnachtgleiche
	21:41 MESZ	•	•	•	◐ Erstes Viertel, Schütze
23. So	19:30 MESZ	○	○	•	**Uranus** (+5.7^{mag}) geht 55" südlich an 44 Piscium (+6.0^{mag}) vorbei
26. Mi	02:17 MESZ		•	•	Mond: «Goldener Henkel» sichtbar
	23:55 MESZ			•	Mond: Sternbedeckung 46 Capricorni (+5.3^{mag})
29. Sa	23:00 MESZ	○	○	○	Mars: Auf der nördlichen Marshemisphäre beginnt der Herbst
30. So	05:19 MESZ	•	•	•	○ Vollmond, Fische (Durchmesser: 30' 23")

Scheinbare Planetengrössen

Merkur bietet im August 2012 eine respektable Morgensichtbarkeit. Am 15. August 2012 gelangt er mit 45° 48' in grösste westliche Elongation. Bei klarem Himmel kann man ihn auch bei Tag aufspüren. Vorsicht wegen der Sonne!



Ein Planetenduo am Morgenhimmel

Nichts für Morgenmuffel

Seit dem Durchgang vor der Sonne ist Venus nun «Morgenstern». In den ersten Augustwochen zeigt sich auch Merkur im Ostnordosten. Vom 13. bis 16. August 2012 läuft die abnehmende Mondsichel durch die besagte Himmelsgegend.

Von Thomas Baer

Abbildung 2: Dies ist nicht die Mondsichel, sondern Venus am 1. Juni 2012, nur wenige Tage vor dem Transit, aufgenommen mit einem Meade (2760 mm Brennweite). Der Punkt rechts ist Merkur. Die Ausschnittvergrösserung von Markus Burch zeigt die schon fast leere Venus. (Bilder: Patricio Calderari & Markus Burch)

Kaum hat **Venus** die Sonne überquert, konnte sie schon wenige Tage später am Morgenhimmel erspäht werden. Dass sie sich momentan rückläufig vom Tagesgestirn entfernt, erklärt den rasch grösser werdenden Winkelabstand. Bereits am 12. Juli 2012 strahlte der «Morgenstern» im grössten Glanz und erreicht am 15. August 2012 mit 45° 48' die maximale westliche Elongation. Durch ein Fernrohr betrachtet, schrumpft das Venusscheibchen von scheinbaren 28" Durchmesser Anfang August auf 15.9" Ende September 2012, derweil die Beleuchtung weiter zunimmt. Am 1. August 2012 erscheint unser innere Nachbarplanet knapp zur Hälfte beschienen und nimmt im weiteren Verlauf eine zunehmende Dreiviertelphase an. Im August 2012 durchquert der «Morgenstern» die Zwillinge, während der flinke **Merkur** ab dem 3. August 2012 die Szene betritt. Wer den sonnennächsten Planeten unter recht optimalen Bedingungen einmal aufspüren will, kann dies ab 05:45 Uhr MESZ tun.

Ziemlich genau über dem Sonnenaufgangspunkt kann man den anfänglich +2.4^{mag} hellen Lichtpunkt am einfachsten mit einem Feldstecher finden. Die visuelle Helligkeit des Planeten nimmt in den folgenden Tagen stetig zu. Am 8. August 2012 ist er bereits +1.3^{mag} hell, am 13. August +0.6^{mag}, vier Tage später hat er bereits -0.1^{mag} erreicht.

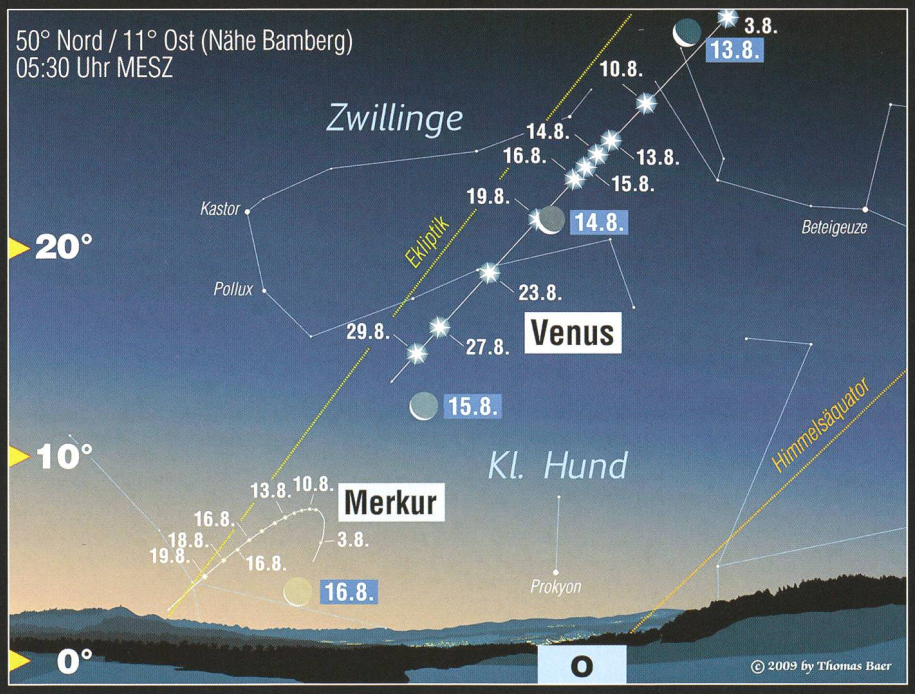


Abbildung 1: Venus steht hoch im Osten, während Merkur ab dem 4. August 2012 immer höher aus dem Horizont steigt, um ab Mitte Monat wieder abzusinken. Seine Helligkeit nimmt im Laufe seiner Sichtbarkeit ab. (Grafik: Thomas Baer)

Jupiter schon bald vor Mitternacht

Knapp ausserhalb der Grafik (Abb. 1) ist über Venus auch **Jupiter** im Sternbild des Stiers zu sehen. Dank seiner hohen Deklination erscheint er während der Hochsommermonate immer früher. Schon Ende August 2012 kann man ihn vor Mitternacht im Nordosten erspähen, Ende September 2012 ist er bereits ab 22:00 Uhr MESZ am Himmel präsent. (tba)

Perseïden-Sternschnuppen trotz Mond

Noch Wünsche offen?

Der schönste alljährlich wiederkehrende Sternschnuppenstrom sind die Perseïden vom 17. Juli bis 24. August. Wer an einem dunklen Ort, etwas abseits von störenden Kunstlichtquellen einige Momente an den Himmel schaut, darf mit guten Chancen rechnen, einen Meteor zu erhaschen. Woher der Aberglaube, dass Sternschnuppen unausgesprochene Wünsche erfüllen sollen, kommt, ist nicht bekannt.

Von Thomas Baer

Gerne nehmen Zeitungen den legendären Perseïden-Meteorstrom zum Anlass, ihr «Sommerloch» zu stopfen. In der Tat zählt der Sterschnuppenschwarm zu den aktivsten alljährlich wiederkehren Sternschnuppenströme, wie Tabelle 1 verdeutlicht. Mit rund 100 Sternschnuppen pro Stunde – dies ist ein Mittelwert, errechnet aus Beobachtungen vergangener Jahre – zählen die Perseïden zusammen mit den Quadrantiden Anfang Januar, den η-Aquariden im Frühjahr, den Leoniden im November und den Geminiden Mitte Dezember zu den Meteorströmen, die um das Maximum herum die höchste Fallrate pro Stunde aufweisen. Warum ausgerechnet der August zum «Sternschnuppenmonat» auserkoren wurde, hängt wohl eher damit zusammen, dass es den Naturfreund in einer milden Sommernacht eher ins Freie zieht als im Winter und zudem die Chancen auf klaren Himmel im Hochsommer etwas grösser sind.

Winzige Geschosse

Seit dem 17. Juli und noch bis zum 24. August 2012 durchfliegt die Erde auf ihrer Jahresbahn um die Sonne eine Zone von Auflösungsprodukten des Kometen 109P/Swift-Tuttle. Die meist nur Staubkorn winzigen Partikel treten mit Geschwindigkeiten von rund 59 km/s in die Erdatmosphäre ein und «verglühen» in deren äusseren Bereichen. Was wir als Sternschnuppe wahrnehmen, ist die kurzzeitige Ionisation, respektive die Entladung der Luftmoleküle.

In der Zeit von Ende Juli bis Mitte August «fliegt» die Erde räumlich betrachtet in Richtung Sternbild Perseus. Die Erdatmosphäre wirkt wie eine überdimensionierte Windschutzscheibe eines Autos. Daher scheinen die Meteore, vergleichbar mit einer Fahrt bei dichtem Schneetreiben, aus einem Punkt radial über den Himmel zu huschen. Dieser sogenannte Radiant hat im Falle der Perseïden die mittleren Himmelskoordinaten 03^h05^{min} in Rektaszension und +58° in Deklination. Jeder Sternschnuppenstrom wird nach dem Sternbild, in dem er auftritt, benannt.

Nicht überall ein Glücksbringer

Ungeklärt bis heute ist die Frage nach dem Aberglauben, dass Sternschnuppen Wünsche erfüllen sollen. Auch in anderen Kulturkreisen sollen Sternschnuppen Glück bringen. Anders in der Mongolei; hier gelten Sternschnuppennächte als Nächte des Schreckens. Jeder Meteor symbolisiere eine tote Menschenseele, die zum Himmel fahre.

Sternschnuppenströme über das Jahr

Name des Meteorstroms	Zeitspanne des Auftretens	Maximum	Radiant Rec. / Dekl.	Fallrate Meteore/h	Geschwindigkeit
Quadrantiden	1. - 5. Jan.	4. Jan.	$\alpha = 15^h\,20^{min} / \delta = +49°$	bis 120	41 km/s
δ-Leoniden	15. Feb. - 10. März	25. Feb.	$\alpha = 11^h\,12^{min} / \delta = +16°$	2	23 km/s
Lyriden	16. - 25. April	22. April	$\alpha = 18^h\,05^{min} / \delta = +34°$	18*	49 km/s
η-Aquariiden	19. April - 28. Mai	5. Mai	$\alpha = 22^h\,30^{min} / \delta = -1°$	bis 60	66 km/s
η-Lyriden	3. - 12. Mai	8. Mai	$\alpha = 19^h\,10^{min} / \delta = +44°$	3	44 km/s
Juni-Bootiden	22. Juni - 2. Juli	27. Juni	$\alpha = 15^h\,00^{min} / \delta = +48°$	untersch.	18 km/s
Südl. δ-Aquariiden	12. Juli - 19. Aug.	27. Juli	$\alpha = 22^h\,36^{min} / \delta = -16°$	20	41 km/s
α-Capricorniden	3. Juli -15. Aug.	29. Juli	$\alpha = 20^h\,30^{min} / \delta = -10°$	4	23 km/s
Perseïden	17. Juli - 24. Aug.	12. Aug.	$\alpha = 03^h\,05^{min} / \delta = +58°$	bis 100	59 km/s
κ-Cygniden	3. - 28. Aug.	17. Aug.	$\alpha = 19^h\,05^{min} / \delta = +59°$	3	25 km/s
α-Aurigiden	25. Aug. - 8. Sept.	31. Aug.	$\alpha = 05^h\,36^{min} / \delta = +42°$	bis 7	66 km/s
Sept.-Perseïden	5. - 17. Sept.	9. Sept.	$\alpha = 04^h\,00^{min} / \delta = +47°$	5	64 km/s
α-Aurigiden	18. Sept. - 10. Okt.	3. Okt.	$\alpha = 05^h\,50^{min} / \delta = +49°$	2	64 km/s
Draconiden**	6. - 10. Okt.	8. Okt.	$\alpha = 17^h\,28^{min} / \delta = +54°$	kaum aktiv	20 km/s
ε-Geminiden	14. - 27. Okt.	18. Okt.	$\alpha = 06^h\,40^{min} / \delta = +27°$	2	70 km/s
Orioniden	2. Okt. - 7. Nov.	21. Okt.	$\alpha = 06^h\,20^{min} / \delta = +16°$	23	66 km/s
Leo Minoriden	19. - 27. Okt.	24. Okt.	$\alpha = 10^h\,50^{min} / \delta = +37°$	2	62 km/s
Südl. Tauriden	29. Sept. - 25. Nov.	5. Nov.	$\alpha = 03^h\,30^{min} / \delta = +13°$	5	27 km/s
Nördl. Tauriden	29. Sept. - 25. Nov.	12. Nov.	$\alpha = 03^h\,30^{min} / \delta = +22°$	5	29 km/s
Leoniden	10. - 23. Nov.	21. Nov.	$\alpha = 10^h\,12^{min} / \delta = +22°$	**	71 km/s
α-Monocerotiden	15. - 25. Nov.	21. Nov.	$\alpha = 07^h\,50^{min} / \delta = -6°$	bis 5	65 km/s
σ-Hydriden	3. - 15. Dez.	11. Dez.	$\alpha = 08^h\,30^{min} / \delta = +2°$	3	58 km/s
Geminiden	7. - 17. Dez.	13. Dez.	$\alpha = 07^h\,30^{min} / \delta = +33°$	bis 120	35 km/s
Coma Bereniciden	12. Dez. - 23. Jan.	19. Dez.	$\alpha = 11^h\,40^{min} / \delta = +25°$	5	65 km/s
Ursiden	17. - 26. Dez.	22. Dez.	$\alpha = 14^h\,30^{min} / \delta = +76°$	bis 10	33 km/s

* oft auch mehr ** in einzelnen Jahren gelegentlich «Meteorstürme»

Tabelle 1

Abbildung 3: Eine Perseïden-Sternschnuppe blitzt vor der Sommermilchstrasse auf. Der helle Stern am linken Bildrand etwas unterhalb der Mitte ist Atair im Sternbild Adler. (Foto: Markus Griesser, Sternwarte Eschenberg, Winterthur)

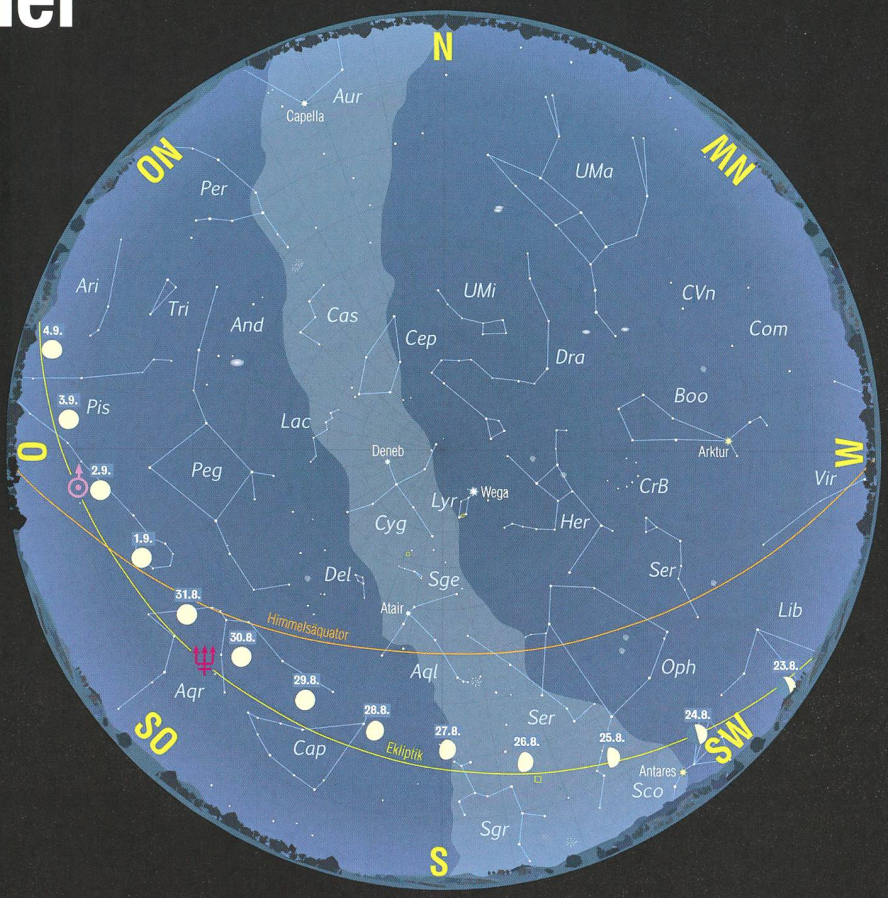
Streifzüge am Sommerhimmel

Die Sommermilchstrasse zieht sich von Norden nach Süden über das Firmament. Das Sommerdreieck ist hoch über unseren Köpfen zu sehen. In den dunklen Augustnächten vom 11. bis 22. lohnt es sich, den Feldstecher für einen Himmelsspaziergang hervorzuholen.

■ Von Thomas Baer

Statt den bisher auf dieser Doppelseite platzierten Horizontansichten (in Richtung Süden) erscheint neu die jeweilige Monatssternkarte mit den Planetenpositionen für den 15. des Monats und den Mondpositionen. Die Sternkarte ist einfach zu handhaben. Blickt man etwa am 16. August 2012 gegen 23:00 Uhr MESZ nach Westen, dreht man das ORION-Heft soweit, bis das gelbe W für Westen unten steht. Jetzt kann man sich am hellen, leicht orange schimmernden Arkur im Sternbild Bootes (Boo) orientieren. Er ist praktisch exakt über dem Westpunkt rund 23° hoch zu sehen. Etwas weiter im Nordwesten erkennen wir den Grossen Wagen, dessen sieben hellsten Sterne Teil der Grossen Bärin (Ursa Major, UMa) sind. Werden die beiden vorderen Wagensterne Merak und Dubhe gedanklich miteinander verbunden und die Strecke dazwischen etwa fünfmal abgetragen, stossen wir automatisch auf den Polarstern, der bei uns in Mitteleuropa je nach geografischer Breite zwischen 45° und 55° hoch über Norden steht.

Fast in Zenitnähe (in der Mitte der Sternkarte) entdecken wir die helle Wega in der Leier (Lyra, Lyr) und den lichtschwächeren Deneb im Schwan (Cygnus, Cyg). Sie bilden zusammen mit dem südlich gelegenen Atair im Adler (Aquila, Aql) ein markantes spitzwinkliges Dreieck, das so genannte Sommerdreieck. In südlicher Blickrichtung sind knapp über dem Horizont der Schütze (Sagittarius, Sgr), südwestlich das relativ lichtschwache Sternbild des Schlangenträgers (Ophuichus, Oph), sowie die Schlange (Serpens, Ser) selbst auszumachen. Drehen wir nun die Sternkarte nach Osten. Hier entdecken wir mit Pegasus (Peg) und den unauffälligen Fischen (Pisces, Pis) bereits die Vorboten der Herbststernbilder. Laien verwechseln das grosse Pegasusviereck gerne mit der Kiste des Grossen Wagens, denn die Andromedasternkette (And) erinnert an eine verkehrt herum gebogene Deichsel. In Richtung Nordosten geht Mitte August um 23:00 Uhr MESZ der Perseus (Per) auf, aus dessen Richtung die auf S. 25 beschriebenen Perseïden-Meteore übers Firmament huschen. Über Perseus ist ein weiteres bekanntes Sternbild, die Cassiopeia (Cas), im Volksmund auch Himmels-W bezeichnet, erkennbar.



Der Sternenhimmel im August 2012

1. August 2012, 24ʰ MESZ
16. August 2012, 23ʰ MESZ
1. September 2012, 22ʰ MESZ

Mondlauf im August 2012

Im August 2012 haben wir **zweimal Vollmond**, am 2. und am 31.. Das **Letzte Viertel** tritt am 9. ein, **Neumond** verzeichnen wir am 17.. Ab dem 19. August 2012 taucht die schmale zunehmende Mondsichel in der Abenddämmerung auf. Die sommerliche Mondbahn zieht sich relativ flach über den südlichen Horizont. In den Abendstunden des 21. August 2012 gegen 21:00 Uhr MESZ begegnet die Mondsichel den Planetenduo **Mars** und **Saturn**, welches zusammen mit dem Jungfraustern Spica ein gleichseitiges Dreieck bildet. Drei Tage später ist das **Erste Viertel** erreicht (siehe Sternkarte). Der Erdtrabant steht dann im Skorpion, 6½° nordwestlich von Antares. Gleichentags passiert er um 13:38 Uhr MESZ den aufsteigenden Knoten der Mondbahn. (tba)

Uranus und Neptun einsam am Abend

Im September 2012 verabschiedet sich Saturn vom Abendhimmel, während Mars fast so schnell läuft wie die Sonne und noch bis Oktober 2012 in der Abenddämmerung gesichtet werden kann. In der ersten Nachthälfte sind einzig die beiden lichtschwachen Planeten Uranus und Neptun zu beobachten.

Von Thomas Baer

Für kurze Zeit kann man **Saturn** in der ersten Septemberwoche 2012 noch in der Abenddämmerung erkennen, doch bald verblasst er im Glanze der aufrückenden Sonne. **Mars** hingegen kann man noch den ganzen Monat hindurch erspähen, da er sich fast gleich schnell wie die Sonne rechtläufig von ihr bewegt. Beide Gestirne gehen noch vor Einbruch der Nacht im Westsüdwesten unter. Bis zum Aufgang von **Jupiter**, der sich im Stier aufhält, sind einzig noch die beiden äusseren Planeten **Uranus** und **Neptun** am Abendhimmel vertreten. Mit ihren scheinbaren Helligkeiten von +5.7^{mag} und +7.8^{mag} sind sie nur teleskopisch auffindbar. Uranus steht am 29. September 2012 in Opposition zur Sonne und ist theoretisch die ganze Nacht hindurch im Sternbild der Fische zu beobachten. Allerdings lohnt es sich, die Stunden um Mitternacht abzuwarten, damit der Planet schon etwas an Höhe gewonnen hat. Neptun durchläuft seine Opposition schon am 24. August 2012.

Der Sternenhimmel im September 2012

1. September 2012, 24^h MESZ
16. September 2012, 23^h MESZ
1. Oktober 2012, 22^h MESZ

Mondlauf im September 2012

Der September 2012 startet mit dem noch fast vollen Mond. Die Mondaufgänge verspäten sich von 20:03 Uhr MESZ (für Zürich) am 1. September 2012 täglich um eine knappe halbe Stunde. Der **abnehmende Halbmond** am 8. September 2012 geht hierzulande um 23:51 Uhr MESZ auf. Bis zum **Neumond**, den wir am 16. September 2012 um 04:11 Uhr MESZ verzeichnen, verlagern sich die Mondaufgänge mehr und mehr in die Morgenstunden hinein. Am Abend des 17. Septembers 2012 geht die zunehmende Mondsichel noch praktisch mit der Sonne unter, da die abendliche Ekliptik zu dieser Jahreszeit flach über dem südwestlichen Horizont verläuft. Tags darauf sieht man den Sichelmond aber gut, 6½° südöstlich von Saturn und 15¾° westlich von Mars.

Am 22. September 2012, dem Tag des astronomischenn Herbstbeginns, steht der Erdtrabant im **Ersten Viertel** im Sternbild des Schützen (siehe Sternkarte auf dieser Seite). Er durchläuft in den folgenden Tagen den Steinbock, den Wassermann und die Fische, wo er am 30. September 2012 gegen 05:19 Uhr MESZ seine **volle Phase** erreicht. In den frühen Morgenstunden des 26. Septembers 2012 kann man gegen 02:17 Uhr MESZ den «Goldenen Henkel» am Mond sehen. Das fast kreisrunde Mondmeer Sinus Iridum, Teil des Mare Imbrium, welches noch im Schatten liegt, wird von den beleuchteten Spitzen der Jura-Berge umgeben. Im Fernrohr sieht es aus, als hätte der Mond einen Henkel.

Nach dem Vollmond zieht der Trabant durch den Widder weiter in Richtung Stier, wo er am 4. Oktober 2012, den absteigenden Knoten seiner Bahn passierend, rund 7½° nordöstlich an Aldebaran und tags darauf in nur 1½° südlichem Abstand an Jupiter vorüberzieht. (tba)

Albuquerque: Wiedersehen in elf Jahren

Perfekter «Ring of Fire»

Von Benjamin Tobler

Gross wurde die ringförmige Sonnenfinsternis in den Medien, den Museen und National Parks angekündigt. Die wenigen Sonnenfinsternisbrillen, die man in Albuquerque (New Mexico) bereitstellte, wurden innerhalb kürzester Zeit verkauft. Die Sonnenfinsternis zog durch die atemberaubendsten Regionen des Landes, teilweise entlang der historischen Route 66 und durch das Colorado Plateau (Colorado, Utah, Arizona, New Mexico) mit seinen beeindruckenden Canyons, National Parks und National Monuments, die sich hervorragend eigneten, um dem Schauspiel bis zum Sonnenuntergang beizuwohnen.

Um eine Sonnenfinsternis bei gutem Wetter zu beobachten, muss man eine sorgfältige Auswahl an Beobachtungsorten treffen. Albuquerque hatte hervorragende Bedingungen. Da es weit vom Meer entfernt liegt, herrscht hier kontinentales Klima. Der Monat Mai hat gerade mal 13 mm Niederschlag (Zürich im Vergleich 103 mm). Ein weiterer Grund für das trockene Klima sind die Rocky Mountains, welche westlich von New Mexico liegen. Nebst den klimatischen Verhältnissen lag der Süden von Albuquerque (Flughafen) aber auch auf der Zentrallinie, was wichtig ist, um einen konzentrischen Ring zu erhalten.

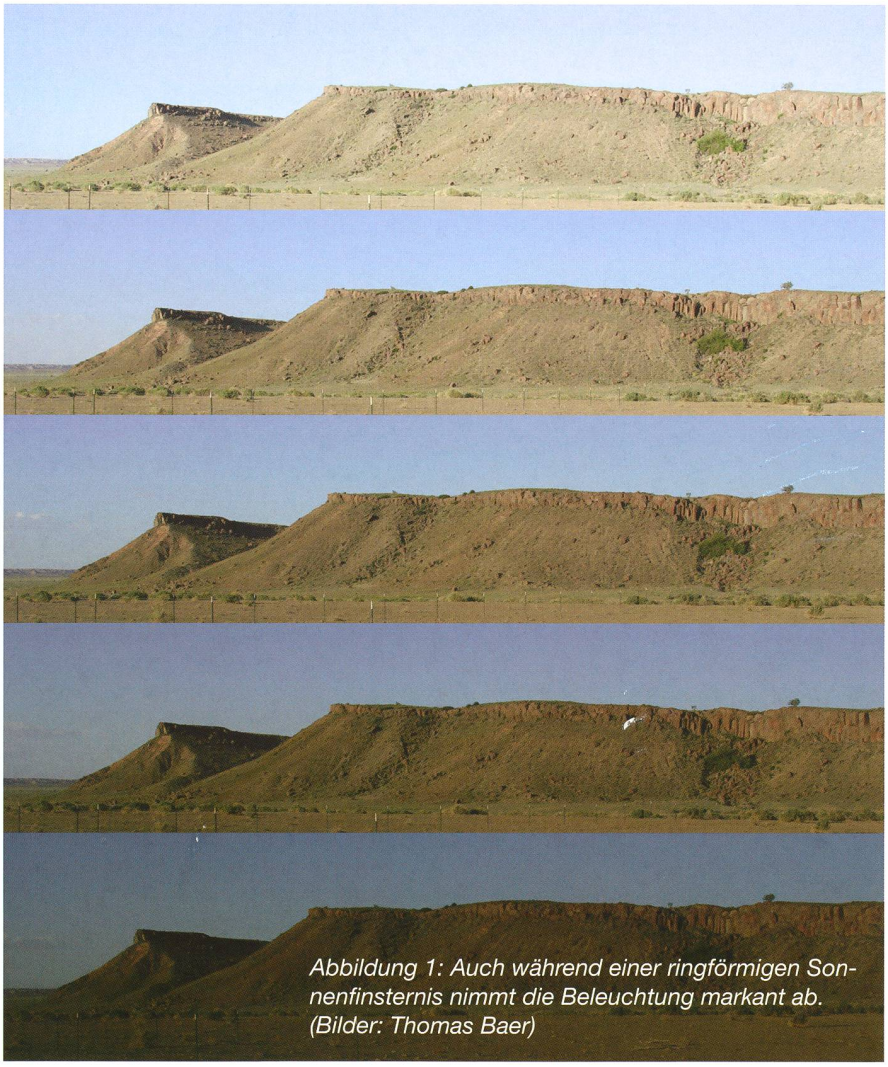


Abbildung 1: Auch während einer ringförmigen Sonnenfinsternis nimmt die Beleuchtung markant ab. (Bilder: Thomas Baer)

Verschiedene Kameras im Einsatz

Zwei Stunden vor Finsternisbeginn brachen wir auf, um einen guten Beobachtungsplatz in der Umgebung von Albuquerque zu finden. Leider gerieten wir in einen Stau, der sich zum Glück bald wieder auflöste. Schliesslich fanden wir nordwestlich der Stadt auf einem Plateau den idealen Horizont. Wir fingen mit den Vorbereitungen an, stimmten Lichtempfindlichkeit, Belichtungszeiten und Brennweite miteinander ab. Zum Glück hatten wir drei Kameras dabei. Mit einem 400 mm und eingesetztem 1.4-fach Konverter wurden alle fünf Minuten Nahaufnahmen der Sonne geschossen (Abbildung 3). Ein 18 mm-Weitwinkelobjektiv sollte die Szenerie alle 10 Sekunden fotografieren, um die Änderung der Lichtverhältnisse später in einem Video zu dokumentieren (Abbildung 1) und die dritte Kamera diente zu weiteren Szenerie- und Sonnenuntergangaufnahmen. Kurz vor der Sonnenfinsternis gesellten weitere Leute zu uns.

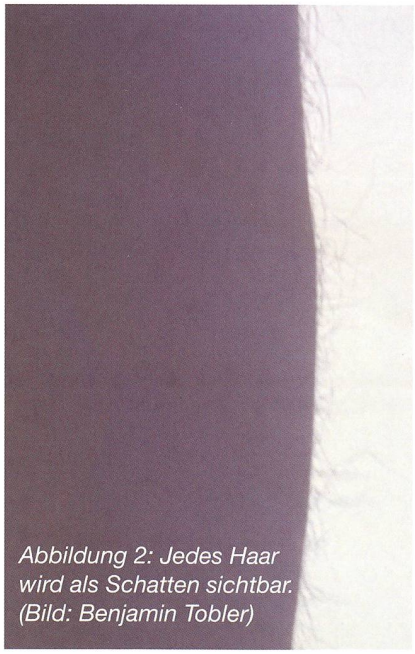


Abbildung 2: Jedes Haar wird als Schatten sichtbar. (Bild: Benjamin Tobler)

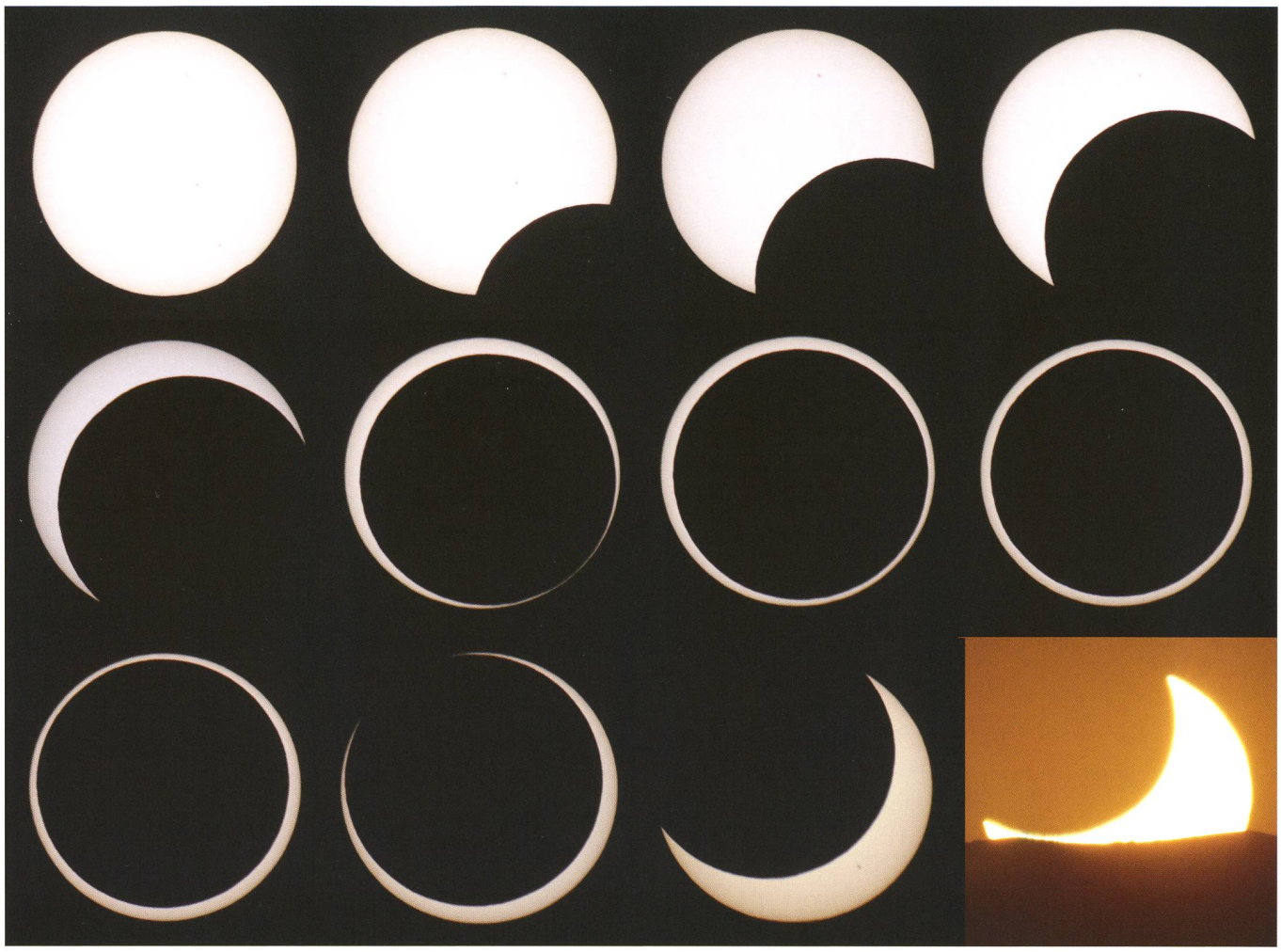


Abbildung 3: Albuquerque im US-Bundesstaat New Mexico erlebte am Abend des 20. Mai 2012 während 4^{min} 26^{s} einen perfekten Sonnenring. Die zunehmende Gelbfärbung der Sonne durch die Mylarfilterfolie rührt von der Extinktion (Rötung), bedingt durch den sehr tiefen Sonnenstand. Noch vor Ende der Finsternis ging die Sonne als Sichel unter. (Bilder: Thomas Baer)

Das Spektakel beginnt

Um 18:28 Uhr Lokalzeit (UTC - 6 Stunden) startete die Sonnenfinsternis bei einer Höhe von 18.1° über dem Horizont. Das Licht änderte sich ganz allmählich von weiss in ein silbernes Grau. Die Schärfe der Schattenwürfe nahm zu, die Behaarung an Armen und Beinen bildete sich gestochen scharf auf weisses Papier ab. Eine Stunde und fünf Minuten später begann die Phase der Ringförmigkeit. Durch die trockene Luft erkannte man die Unebenheiten am Monrand. Man konnte sehr deutlich beobachten, wie sich die beiden Sichelhörner immer schneller annäherten, und plötzlich bildeten sich dazwischen einzelne Lichtbrücken, als «Baily's beads» oder Perlschnurphänomen bekannt. Schliesslich erreichte der Bedeckungsgrad 96.6% und um 19:36 Uhr lag der Mond zentriert vor der Sonne. Die Lichtabnahme konnte visuell erst kurz vor dem Maximum wahrgenommen werden, weil sich die Pupillen der Augen kontinuierlich den Lichtverhältnissen angepasst hatten. Beim Betrachten der Bilder war die «Abendröte ohne Abendrot» allerdings deutlich sichtbar (siehe Abb. 1). Spürbar war hingegen die Abnahme der gefühlten Temperatur auf der Haut. Um 20:06 Uhr ging die Sonne hinter dem rund 60 Meilen entfernten Mount Taylor unter. Die einsetzende Abenddämmerung kompensierte die eigentlich erwartete Helligkeitszunahme durch die Mond bedingte Freigabe der Sonne.

2023 wieder in Albuquerque

Selten hat ein bestimmter Ort das Privileg innerhalb kurzer Zeit zweimal in den Schattenpfad einer zentralen (ringförmigen oder totalen) Sonnenfinsternis zu liegen zu kommen. In Albuquerque gibt es ein «Wiedersehen» am 14. Oktober 2023. Der Zufall will es, dass die grösste Stadt im Bundesstaat New Mexico in elf Jahren erneut von der Zentrallinie einer ringförmigen Sonnenfinsternis gestreift wird, dann allerdings in den Morgenstunden. Die nächste ringförmige Sonnenfinsternis in der Schweiz erwarten wir bei Sonnenuntergang am 27. Februar 2082. Nur ein gutes halbes Jahr zuvor läuft die Totalitätszone am 3. September 2081 ebenfalls über weite Teile unseres Landes hinweg.

Meine erste zentrale Sonnenfinsternis hat das Vorurteil, ringförmige Sonnenfinsternisse seien «uninteressant» mehr als revidiert. Beeindruckt hat mich vor allem die Sichtbarkeit des Perlschnurphänomens.

Benjamin Tobler
Märktgasse 40
CH-8197 Rafz

Venustransit: Zweimal im Leben

«Adieu» schwarze Venus

■ Von Thomas Baer

Der Moment, als sich die untergehende Sonne mit dem kleinen schwarzen Punkt ein letztes Mal durch die horizontnahen Wolkenfetzen zeigte, war denkwürdig. Erst nach und nach wurde uns bewusst, dass wir soeben Zeugen eines Ereignisses geworden sind, das sich in Europa erst im fernen Jahr 2125 wiederholen wird.

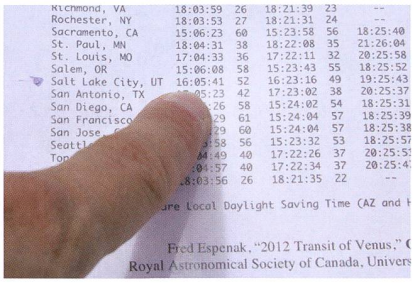


Abbildung 2: Pünktlich um 16:05.41 Uhr Lokalzeit begann über Salt Lake City der Venustransit. (Bild: Thomas Baer)

Unsere Reise durch die drei US-Bundesstaaten New Mexico, Arizona und Utah war nicht nur wegen der astronomischen Ereignisse ein durchschlagender Erfolg. Auch die Nationalparks mit ihren Visitor Center sind kaum zu überbieten. Was auffiel: Mit welcher Professionalität all diese Ausstellungen gestaltet sind! Auch astronomisch sind die USA ein Eldorado. In Flagstaff etwa wohnten wir am Lowell Observatorium – an dieser Stätte endeckte Clyde William Tombaugh den Zwergplaneten Pluto – der abendlichen Vorführung bei. Der grosse Publikumsandrang ist kaum mit dem unserer Sternwarten zu vergleichen. Jährlich sollen 60'000 Besucher (!) das Observatorium und die Astronomieausstellung besichtigen.

In den Nachrichten diverser privater Sender waren sowohl die Sonnenfinsternis als auch der Venustransit omnipräsent; kein Vergleich

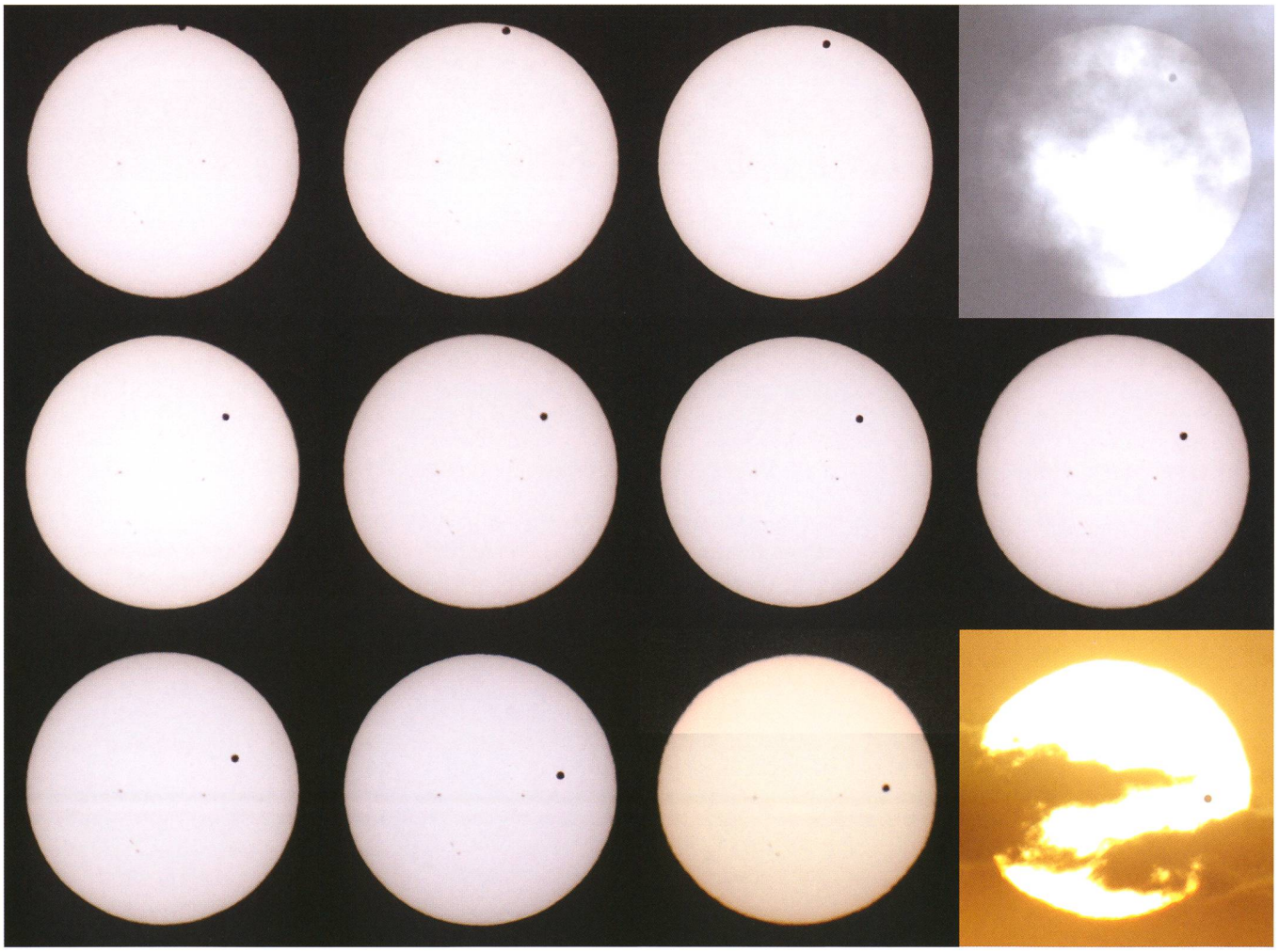


Abbildung 1: Der Venustransit begann in den USA bereits am späteren Nachmittag des 5. Juni 2012. Eine Kaltfront mit viel Wind, aber kaum Wolken sorgte über dem Utah Valley für turbulente Verhältnisse. Der Sonnenrand flimmerte während des ganzen Ereignisses stark. Während 4^h und 45^{min} konnten wir dem seltenen Phänomen beiwohnen. (Bilder: Thomas Baer)

mit der oft dürftigen Berichterstattung hier in der Schweiz. Auch im Clark Planetarium von Salt Lake City, das eine hinreissende Reise durch das Universum bot, wie ich sie so in einem europäischen Planetarium noch nie erlebt habe, wurden die Besucher auf die bevorstehenden Ereignisse hingewiesen.

Sturmfront verzog sich

Nach drei Wochen eitel Sonnenschein bei Temperaturen von 27 - 33° C sollte ausgerechnet am Tag des Venustransits eine Kaltfront mit Sturmwinden über das Utah Valley nach Osten hinweg ziehen. Auf den animierten Satellitenbildern war der Jetstream mit der darin eingelagerten Front gut sichtbar, doch die Wolken waren flockig und schienen sich in den folgenden Stunden eher aufzulösen. Gegen Mittag wirbelten Sturmböen mit 55 mph so viel Staub auf, dass man die Gebirge zeitweilig nur noch schemenhaft erkennen konnte. Es hatte in der Region seit Monaten kaum geregnet; entsprechend herrschte höchste Busch- und Waldbrandgefahr. Über dem Dunst zogen Quellwolken rasch vorbei. Am Nachmittag blies der merklich kühlere Wind aus Nordwesten, ein gutes Zeichen, dass uns die Front bereits überquert hatte! Das Wetter besserte sich in der Tat, und so konnten wir den Beginn des Venusdurchgangs pünktlich um 16:05.41 Uhr Lokalzeit erleben. Schon wenige Augenblicke nach dem 1. Kontakt konnte man eine kleine Delle am oberen Sonnenrand erkennen. Es dauerte bis 16:23.16 Uhr, ehe sich das schwarze Venusscheibchen vom inneren Sonnenrand löste. An den fünf Sonnenflecken liess sich die langsame Bewegung des Planeten ideal verfolgen. Aus Gewichtsgründen verzichtete ich darauf ein Teleskop in die USA mitzuschleppen. Der 1.4-fach Konverter in Kombination mit dem 100-400 mm-Teleobjektiv reichten allemal, das Ereignis fotografisch zu dokumentieren (Abb. 1). Die Belichtungszeiten betrugen mit zunehmender Extinktion zwischen $\frac{1}{250}$s und einer $\frac{1}{60}$s bei Blende 8 (100 ISO) bei den Bildern durch die Mylarfolie und $\frac{1}{4000}$s bei den ungefilterten Aufnahmen mit den Wolken.

Thomas Baer
Bankstrasse 22
CH-8424 Embrach

Malerische Mondfinsternis über Utah

Die einzige Kernschattenfinsternis des Mondes in diesem Jahr konnte nur im Pazifikraum und den ihn umgebenden Kontinenten beobachtet werden. Der Utah Lake bot die perfekte Kulisse für das horizontnahe Schattenspiel. Im Wasser spiegelte sich das sanfte Mondlicht des teilverfinsterten Erdtrabanten in der Morgendämmerung. Die partielle Mondfinsternis begann um 03:59 Uhr Lokalzeit, ziemlich genau zwei Stunden bevor die Sonne auf und der Mond unter gingen. Für die Aufnahme wurde ein 100 - 400 mm-Teleobjektiv (hier bei 100 mm Brennweite), Blende 5.6 verwendet und 2s bei 100 ISO mit einer Canon EOS 450D belichtet. Bei solchen Stimmungsaufnahmen lohnt es sich, eine Belichtungsreihe mit unterschiedlichen Verschlusszeiten zu schiessen. Belichtet man zu lange, wird die Landschaft unrealistisch hell, dafür der leicht rötliche Kernschatten besser sichtbar. Die oben genannten Werte geben den subjektiven Eindruck der Morgenstimmung am besten wider. (tba)

Fotos mit Ultraweitwinkel-Objektiven

Himmel und Erde: Astro-Landschaftsfotografie

Von Jürg Alean

Moderne digitale Spiegelreflexkameras und Ultraweitwinkel-Objektive der neueren Generation ermöglichen vielfältige Möglichkeiten für die Astrofotografie. Weil die Landschaft oder atmosphärische Phänomene mit einbezogen werden, nenne ich diese Technik hier «Astro-Landschaftsfotografie». Einige Erfahrungen damit sollen hier zusammengefasst werden.

Sensoren digitaler Spiegelreflexkameras erreichen heute ohne weiteres brauchbare Empfindlichkeiten von 3200 oder 6400 ASA, und zwar bei einer Bildqualität, die nach korrekter Nachbearbeitung auch grosse Ausdrucke ohne viel Bildrauschen zulassen. Gibt man sich mit geringerer Auflösung, zum Beispiel für die Veröffentlichung im Web zufrieden, sind gar noch höhere ASA-Werte möglich. Kombiniert mit Objektiven der Lichtstärke von etwa f2.8 kann man damit in mondlosen Nächten nicht nur den Nachthimmel, sondern auch die Landschaft im Bildvordergrund ausreichend belichten, bevor die scheinbare Himmelsdrehung die Sterne zu Strichspuren verschmiert.

Ein gewisser Nachteil handelsüblicher Spiegelreflexkameras ist ein Empfindlichkeitsabfall am roten Ende des Spektrums, der durch einen Filter vor dem Bildsensor verursacht wird. Rote Nebel lassen sich nur schwer aufnehmen. Abhilfe schaffen speziell für die Astrofotografie entwickelte Kameras wie die Canon EOS 60Da oder das heikle Entfernen eines Sperrfilters unmittelbar vor dem Bildsensor, der aber die Kamera für Normalaufnahmen unbrauchbar macht.

Gelungene Beispiele für Astro-Landschaftsfotografie werden zum Beispiel auf der Website «The World At Night» (www.twanight.org) oder «SpaceWeather» (www.spaceweather.com) publiziert. Manche Fotografen verwenden Nachführeinrichtungen, die mit der halben Winkelgeschwindigkeit des Himmels drehen, um die maximal mögliche Belichtungszeit zu verdoppeln. Im Wesentlichen führt man halb so schnell nach wie nötig, d.h. die Sternstrichspuren wachsen halb so schnell wie sonst, und die Landschaft wird ebenfalls noch nicht merkbar unscharf. Andere machen lange Reihenaufnahmen und bauen damit Zeitrafferfilme oder setzen mehrere Himmelsaufnahmen zu Panoramen zusammen. In diesem Beitrag geht es nur um einfache Einzelaufnahmen ab einem gewöhnlichen, allerdings stabilen, Fotostativ.

Weitwinkelobjektive

Je kürzer die Objektivbrennweite ist, desto länger kann man belichten, bevor die Sterne durch die Erdrotation in die Länge gezogen werden. Damit haben Weitwinkelobjektive einen Vorteil. Die sehr kurzen Brennweiten von Ultraweitwinkelobjektiven erleichtern es zudem, Sternbilder im Kontext zueinander und mit der Landschaft im Vordergrund aufzunehmen. Ich finde, es entstehen so Aufnahmen von grossem ästhetischen Reiz und zwar ohne viel technischen Aufwand (Abbildung 1). Man stellt das Stativ auf, belichtet ein paarmal und geht wieder nach Hause.

Die punktförmigen Sterne zeigen allerdings optische Defekte des Kameraobjektivs schonungslos auf. Manche dieser «Aberrationen» sind schlimmer als andere: Die typische tonnenförmige Verzeichnung von vielen Weitwinkelobjektiven ist am Nachthimmel bedeutungslos. Chromatische Aberration (Farbfehler in den Ecken) und Vignettierung (abgedunkelte Ecken, bei manchen Objektiven drei Blendenstufen und mehr!) lassen sich durch Bildbearbeitung bis zu einem gewissen Grad und relativ bequem wegrechnen (siehe unten). Besonders schlimm wirkt sich aber die weit verbreitete Bildfeldwölbung aus: Für Bildmitte und Bildrand müsste auf jeweils eine andere Entfernung eingestellt

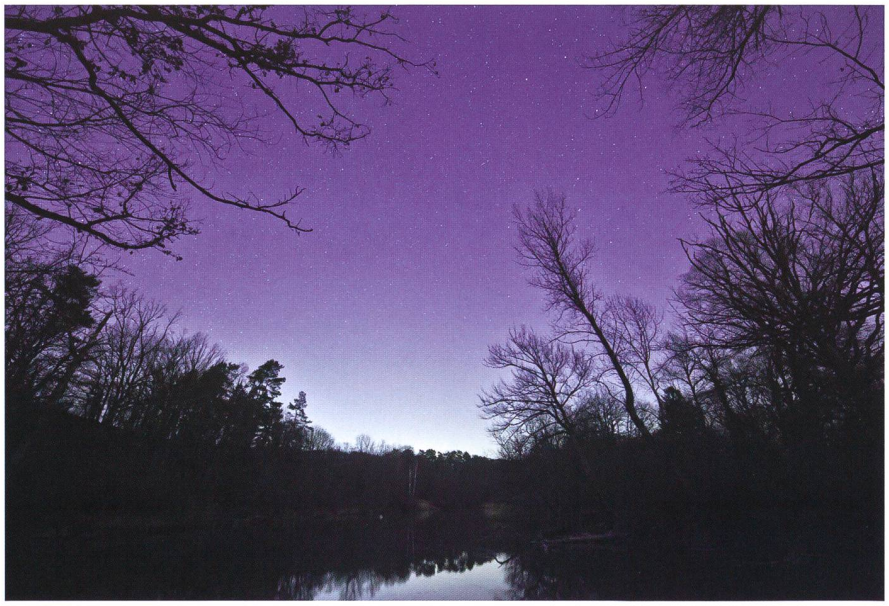


Abbildung 1: Alter Nebenarm des Rheins bei Rüdlingen, 21. März 2012, 21:22 Uhr MEZ etwa Richtung Norden (Rechts oben Ursa major). 20 Sekunden bei 3200 ASA, 14 mm Objektivbrennweite auf 35 mm-Vollformat bei f2.8. Der starke Orange-Stich des RAW-Bildes wurde durch Verschieben der Farbtemperatur Richtung Blau kompensiert. (Bild: Jürg Alean)

werden. Dagegen ist eigentlich kein Kraut gewachsen, ausser das Abblenden auf höhere Blendenwerte – bei Astrophotografie aber eine kontraproduktive Strategie.
Die meisten Bilder dieses Beitrags entstanden mit dem Ultraweitwinkelzoom 14-24mm/f.2.8 von Nikon. Ich verwende es für Astro-Landschaftsfotografie sogar an der Vollformatkamera Canon EOS 5DII. Die «Verkuppelung» geschieht mit einem «Nikon G > Canon EF Adaptor» (www.16-9.net/nikon_g/), der in der Praxis einwandfrei funktioniert, auch bei Aufnahmen bei Tageslicht. Die «Strafe» für das Anschliessen des Nikon-Objektivs an ein Canon-Gehäuse ist der Verlust von Autofokus (zudem muss am Nikon-Objektiv ein Dichtungsring aus Gummi entfernt werden). Nachts kann ich aber ohnehin nur mit Live-View, also auf dem LCD-Schirm bei hochgeklapptem Spiegel, genau fokussieren. Zudem wird die Blende manuell «nach Gefühl» eingestellt, was jegliche automatische Belichtungsmessung verunmöglicht. Tags belichte ich damit nach der Methode «Versuch-Irrtum». Ich verwende das Objektiv, weil es im Ultraweitwinkelbereich in Bezug auf Abbildungsqualität unerreicht ist. Nachts belichte ich ohnehin fast immer mit Offenblende, was bei wenigen anderen Objektiven möglich ist, schon gar nicht mit Fantasie-Offenblenden wie f1.4.

RAW und nur RAW!

Vollformatkameras leisten bei knappem Licht mehr als solche mit kleineren Sensoren. Aber noch wichtiger als die Grösse des Sensors ist (abgesehen von der Qualität des Objektivs), dass die Bilder ausnahmslos im RAW-Format aufgenommen werden. Ausser für schnelle Schnappschüsse, bei denen kaum Nachbearbeitung vorgesehen ist, oder für verzweifeltes Sparen von Speicherplatz, wenn Speicherkarten fehlen, taugt das JPEG-Format zu nichts. JPEG-Dateien komprimieren die anfallenden Datenmengen massiv, selbst wenn die Qualität auf hoch und damit die Kompressionsrate auf tief gestellt wird. Die Datenkompression gelingt nämlich, indem der kamerainterne Prozessor möglichst alle jene Daten fortwirft, von denen er glaubt dass sie für den Betrachter nicht sichtbar seien, zum Beispiel feine Abstufungen in tiefen Schatten. Der grosse Vorteil digitaler Fotografie ist aber gegenüber der klassischen, analogen Fotografie gerade der enorme Kontrastumfang (die «Dynamik»), welche gute Sensoren verkraften. Will man nachträglich scheinbar schwarze Schatten aufhellen, fehlen genau diese Bildinformationen in einem als JPEG gespeicherten Bild. RAW-Dateien enthalten im besten Fall sämtliche Daten, welche die Objektiv-Kamera-Kombination aufzuzeichnen imstande ist. Sie werden nie verändert. Mit den Jahren kann man sogar noch mehr aus ihnen herausholen, wenn immer bessere RAW-Konvertierungsprogramme (oder kurz «RAW-Konverter») verfügbar werden. Damit möglichst viele Informationen erhalten bleiben, muss die Kamera unbedingt auf den grösst-

Abbildung 2: Konjunktion von Venus und Jupiter, 15. März 2012, 20:48 Uhr MEZ. 15 Sekunden, 1600 ASA, 14 mm Objektivbrennweite auf 35 mm-Vollformat bei f2.8. Das Bild ist etwa so reproduziert, wie das unbearbeitete RAW-Bild aussieht. Links stört die orangefarbene Lichtverschmutzung der Agglomeration Zürich, zudem haben Flugzeuge im Nordanflug zum Flughafen Kloten Strichspuren hinterlassen. (Bild: Jürg Alean)

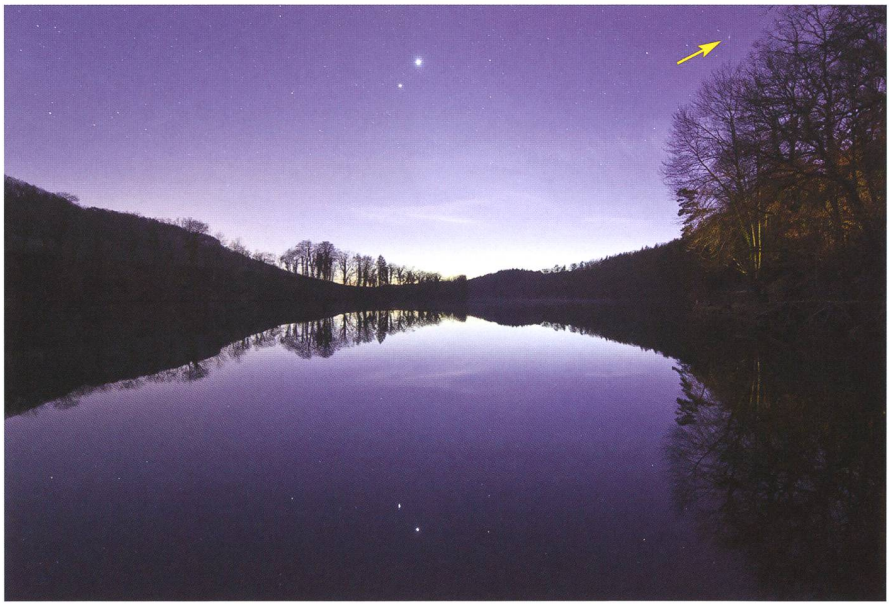


Abbildung 3: Generelle Farbkorrektur, -verlauf zur selektiven Korrektur der orangen Lichtverschmutzung links im Bild, Vignettierung und chromatische Aberration korrigiert, aufgehellte Dunkelpartien, Flugzeuge wegretouchiert und weitere Feinkorrekturen. Im digitalen Bild sind rechts oben die Andromedagalaxie (Pfeil) sowie im Wasser gespiegelte Sterne bis zur vierten Grössenklasse sichtbar. (Bild: Jürg Alean)

möglichen Farbraum eingestellt werden (zum Beispiel auf «Adobe RGB», und nicht etwa «sRGB», der einen kleineren «Farbraum» enthält). Bei der Bildverarbeitung bleibe ich so lange wie möglich im RAW-Konverter.
Die wichtigsten Schritte sind in etwa diese, allerdings nicht zwingend in dieser Reihenfolge:

- Entfernen der chromatischen Aberration
- Entfernen der Bildvignettierung
- Rauschunterdrückung
- Horizontale einstellen und Ausschnitt anpassen (z.B. bei Spiegelungen im Wasser)
- Anpassen der Tonwerte: Helligkeit, tiefe Schatten aufhellen und zu helle Bildpartien etwas abdunkeln, damit sie nicht «ausbrennen» (zum Beispiel bei Dämmerungsaufnahmen)
- Farbbalance anpassen, vor allem bei

Anschliessend wird ein 16 bit «tiefes» Bildfile ins TIFF- oder Photoshop-Format geschrieben. Bei der Canon 5DII hat bereits das RAW-File etwas mehr als 30 MB. Das 16 bit-TIFF-File wächst dann auf bis zu 120 MB an! Würde ich im 8 bit-Format speichern, wäre das File viermal kleiner, hätte aber wiederum zu wenig Dateninhalt für weitere Bearbeitungsschritte in Photoshop. Der Arbeitsfarbraum muss dabei mindestens die Grösse von Adobe RGB haben und der Bildmodus bei 16 bit bleiben. Im Bildbearbeitungsprogramm erfolgen letzte Manipulationen, zum Beispiel Wegeditieren lästiger Flugzeugspuren. Das «schwere» TIFF-File muss man nach dem Drucken oder anderweitiger Verwenden des Bildes nicht unbedingt behalten, weil alle Daten unverändert im RAW-Datenfile enthalten sind (abgesehen von Retuschen wie eliminierte Flugzeuge).

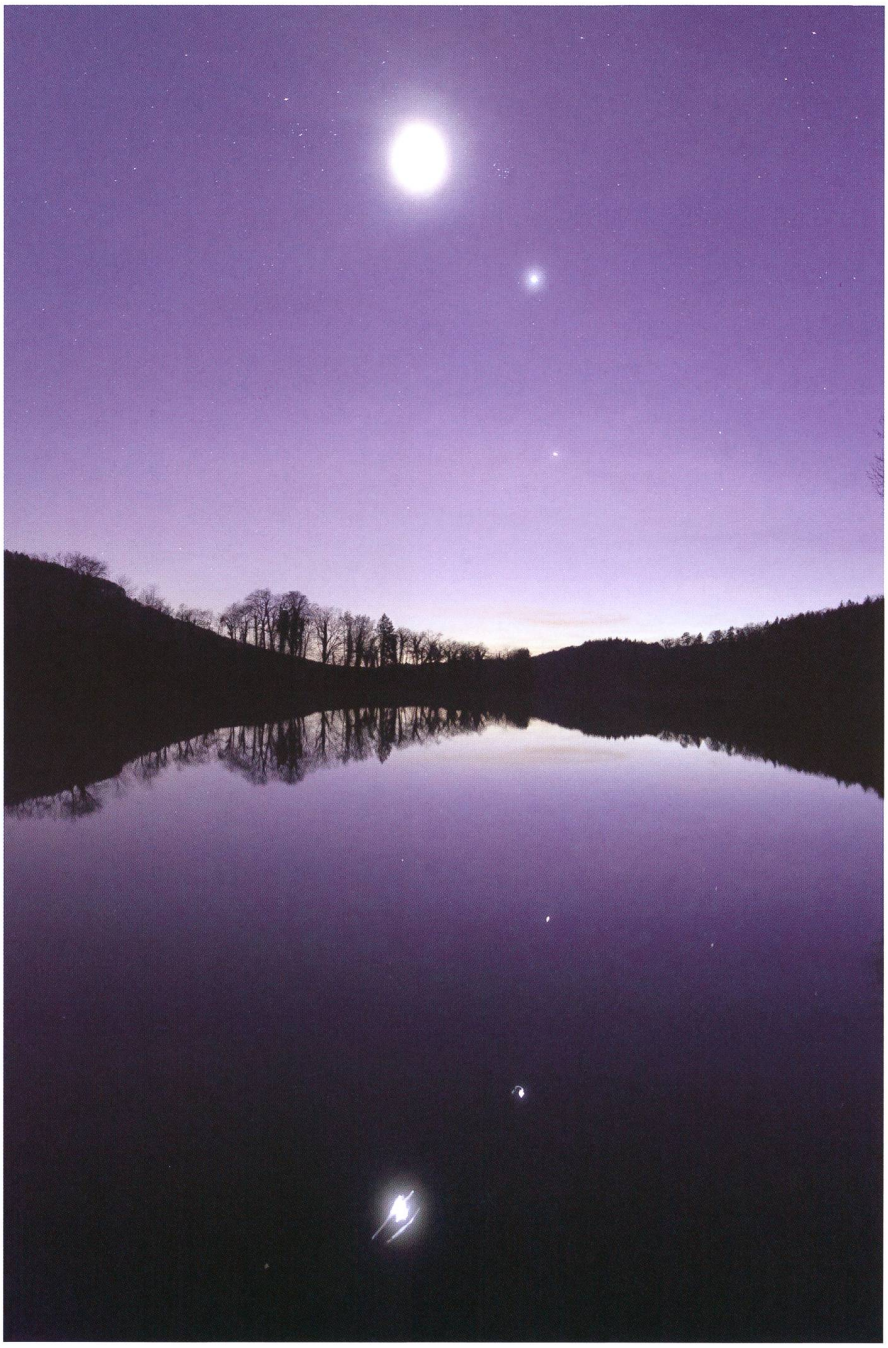


Abbildung 4: Jupiter, Venus, Plejaden, Mond und Hyaden (von unten nach oben) 27. März 2012, 21:05 Uhr MEZ. 5 Sekunden, 3200 ASA, 24 mm Objektivbrennweite auf 35 mm-Vollformat bei f2.8. Feine Zirruswolken verursachen um Mond und Venus einen deutlichen Hof. Die Wasseroberfläche ist nicht perfekt ruhig (leichter Wind, Biberaktivität). (Bild: Jürg Alean)

Von Lichtverschmutzung und Bibern

Nahe meines Wohnorts sind Bilder ohne störende Einflüsse der Lichtverschmutzung unmöglich. Einigermaßen «schöne»Bilder lassen sich dennoch verwirklichen. Unbearbeitete, im Schweizer Mittelland selbst an relativ dunklen Orten aufgenommene Bilder haben wegen der weit verbreiteten Natriumdampflampen einen starken Rotstich. Dieser lässt sich kompensieren, indem man die Farbtemperatur Richtung blau verschiebt. Ein Nachthimmel ist dann statt hässlich orange plötzlich angenehm dunkelblau. Ob dies alles noch «natürlich» ist? Mit solchen Fragen halte ich mich gar nicht erst auf, weil meine Augen nachts, ausgenommen bei den hellsten Sternen, ohnehin kaum Farben wahrnehmen. Als Referenz nehme ich den Bildvordergrund, zum Beispiel eine Baumkulisse, die ich ungefähr auf «neutral grau» stelle.
Besonders schwierig wird es in meiner Wohnumgebung, wenn ich nach Westen oder Osten fotografiere, und zwar weil Zürich im Süden liegt. Die Orange-Verfärbung der Bilder nimmt dann von Norden Richtung Süden zu. Der Effekt ist so stark, dass er durch einfaches Verschieben der Farbbalance nicht mehr weggestellt werden kann. In diesem Fall lege ich bereits im RAW-Konverter einen horizontalen Verlauf der Farbbalance über das Bild, d.h. ich mache es Richtung Zürich blauer, bis ein homogener Himmel entsteht (Bilder 2 und 3). Über diesen Trick habe ich überhaupt erst be-

griffen, warum RAW-Konverter die Möglichkeit anbieten, Verläufe einzubauen...
Noch schwieriger wird das Handhaben einer ganz anderen Sorte von Störung: Anlässlich der Konjunktion von Jupiter und Venus im März 2012 suchte und fand ich einen Standort, bei dem ich den Himmel auch gespiegelt im Rhein fotografieren kann. Dabei zielt die Kamera in etwa horizontal, was den angenehmen Nebeneffekt hat, dass parallele Linien nach oben nicht perspektivisch zusammenlaufen; Bäume stehen also senkrecht und neigen sich nicht gegen die obere Mitte des Bildrands. So weit so gut – doch hatte ich die Rechnung ohne die ebenfalls nachtaktiven Biber gemacht! Während ich mit Kamera, Stativ und Taschenlampe hantierte, gewöhnten sie sich immer mehr an meine Gegenwart. Zunächst rumorten sie lediglich im Unterholz, stiegen dann aber ins Wasser, taten dort was Biber im Wasser tun und ruinierten natürlich die Spiegelungen. Viel Geduld und zahlreiche Fehlbelichtungen waren vonnöten, bis weder Wind noch Biber die Wasseroberfläche kräuselten.

Abbildung 5: Farbiges Mondhalo bei transparenter und sehr gleichförmiger Zirrostratusbewölkung über Pontresina, 12. Februar 2011, 22:22 Uhr MEZ, oben Auriga, links teilweise sichtbar Orion, rechts Perseus, 15 Sekunden, 800 ASA, 17 mm Objektivbrennweite bei f5.6. (Bild: Jürg Alean)

Atmosphärisches

Zwischen mir beziehungsweise meiner Kamera und dem Weltall hat es – zum Glück – viel Luft. Darin spielt sich so Manches ab, das ins Bild einzubeziehen sich lohnt. Dünne Zirruswolken schienen zunächst einen weiteren Fotoabend zu ruinieren. Dann bemerkte ich, dass die hellen Planeten dadurch wie durch einen Weichzeichner «vergrössert» wurden und im Bild heller erschienen. All dies kam dank Rhein doppelt aufs Bild. Zehn Sekunden bei 3200 ASA belichtete Aufnahmen zeigen selbst im Wasser noch Sterne von mindestens Magnitude 4 (Abb. 4). Mondhalos sind ebenfalls attraktive Weitwinkel-Fotoobjekte (Abb. 5). Befindet sich der Mond nicht im Zentrum des Bildes, wird das Halo allerdings so verzerrt, dass der Mond nicht mehr in dessen Mitte zu stehen scheint. Einigermassen korrigieren lässt sich dies, indem man die kissenförmige Verzerrung des Objektivs im RAW-Konverter nicht etwa wegstellt, sondern sogar noch verstärkt.
Im Februar reisten meine Frau und ich nach Lappland mit dem Ziel Polarlichter zu fotografieren. Schlechtes Wetter behinderte dieses Projekt mehr als erwartet, aber selbst in Nächten mit leise rieselndem Schneefall öffneten sich Wolkenlücken. Zweimal gab es genau dann auch einigermassen helle Polarlichter. Wiederum wollte ich nicht nur diese, sondern auch die finnische Landschaft ins Bild rücken (Abb. 6 und 7). Zustatten kam dabei ein Winkelsucher, der mich vor Genickstarre bewahrte. Vier Sachen lernte ich unter den Polarlichtern:

Erstens, sie bewegen sich manchmal so schnell, dass man kaum länger als fünf Sekunden belichten kann, ohne dass ihre Strukturen verwischen und unscharf werden. Wohl oder übel muss man sie deshalb, sofern sie eher schwach sind, bei f2.8 mit 3200 oder gar 6400 ASA aufnehmen. Zweitens: Man darf eigentlich nicht mehr atmen, zumindest nicht während des Blicks durch den Kamerasucher. Sonst landen bei starkem Frost die eigenen Exhalationen

unweigerlich als Reif auf der Frontlinse (das nächste Mal werde ich eine Einrichtung mitnehmen, um das Objektiv zu beheizen). Drittens: Man muss auch in Eile – die Polarlichter können ebenso schnell wieder verschwinden wie sie aufgetaucht sind – immer wieder die Schärfeneinstellung überprüfen! Es gibt unzählige Möglichkeiten, das Objektiv ungewollt zu defokussieren, was das hochqualitative Glas auch nicht ansatzweise verzeiht. Also immer wieder mit LiveView auf einen Planeten zielen und die Schärfe nachprüfen! Viertens: Polarlichter über einem zugefrorenen, breiten Fluss in Lappland sind so zauberhaft, dass man zwischendurch das Fotografieren bleiben lassen sollte, um einfach dazustehen und trotz tiefer Minusgrade das Schauspiel zu geniessen.

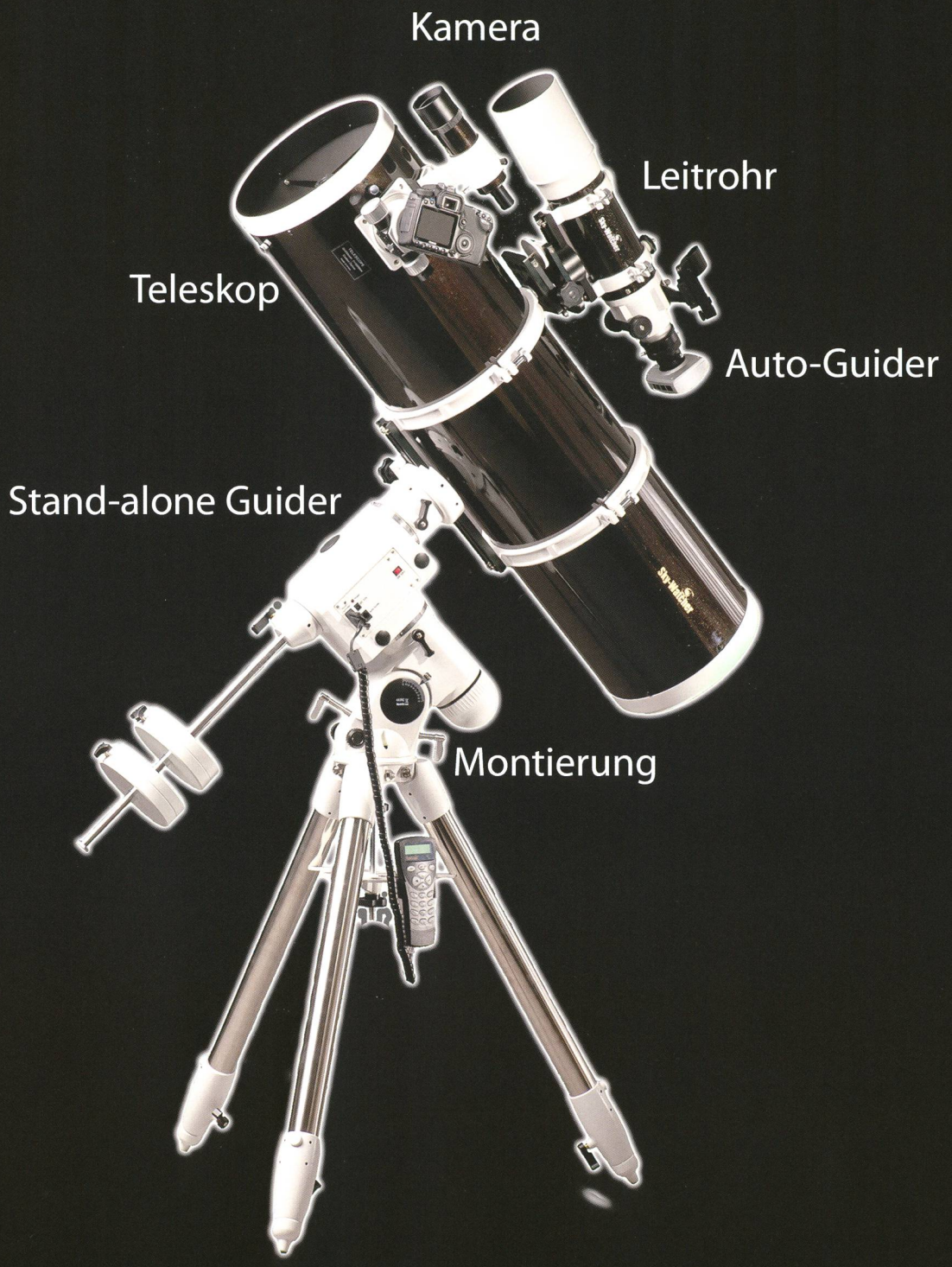
Dr. Jürg Alean
Rheinstrasse 6
CH-8193 Eglisau
jalean@stromboli.net

Abbildung 6: Polarlicht über der Region von Luosto, Finnland, oben Mitte Ursa major, links Bootes mit Arktur, unten zwischen Baumwipfeln Mars, 19. Februar 2012, 03:09 Uhr MEZ. 3.2 Sekunden, 3200 ASA, 14 mm Objektivbrennweite auf 35 mm-Vollformat bei f2.8. (Bild: Jürg Alean)

Abbildung 7: Grünes bis rötliches Polarlicht über einem gefrorenen Fluss bei Luosto, Finnland, Blickrichtung Nordwesten, 20. Februar 2012, 19:36 Uhr MEZ. 6 Sekunden, 3200 ASA, 14 mm Objektivbrennweite auf 35 mm-Vollformat bei f2.8. Die schnellen Bewegungen zwangen zu möglichst kurzen Belichtungszeiten, weil sonst die feinen Vertikalstrukturen verwischt worden wären. (Bild: Jürg Alean)

Astro-Fotografie

Wir haben was Sie dazu brauchen!



www.foto-zumstein.ch | Casinoplatz8 | Bern | 031 310 90 80

Zumstein
FOTO VIDEO

Vorträge, Kurse, Seminare und besondere Beobachtungsanlässe

AUGUST

Mittwoch, 15. August 2012, 20:00 - 23:00 Uhr MESZ
Themenabend: «Hobby-Astronomie zum Anfassen»
An diesem Abend in den Schulferien beantworten wir Fragen rund um den Zugang zum Hobby Sternkunde: Was braucht es dazu? Welches Teleskop eignet sich für welche Ansprüche und für welches Portemonnaie? Wie bedient man ein Fernrohr? Welche elektronischen Hilfsmittel stehen zur Verfügung? Falls Sie (oder Ihr Kind) ein Teleskop besitzen, dessen Bedienung schwer fällt, bringen Sie es mit, und wir versuchen Ihnen zu helfen. Der wetterabhängige Entscheid bezüglich Durchführungsort erklingt etwa ab 19:00 Uhr auf unserer Combox unter Telefon 044 817 06 83.
Ort: Urania-Sternwarte Zürich
Veranstalter: Urania-Sternwarte
Internet: http://www.urania-sternwarte.ch/

Samstag, 18. August 2012, 20:30 Uhr MESZ
Mizar und Alkor – eine dreifach doppelte Geschichte
Referent: Walter Krein
Ort: Academia Samedan, Chesa Cotschna, Zi 55
Veranstalter: Engadiner Astronomie Freunde
Internet: http://www.engadiner-astrofreunde.ch/

Samstag, 18. August 2012, 22:00 Uhr MESZ
Prächtige Sommermilstrasse
Demonstratoren: Kuno Wettstein & Claudia Longoni
Ort: Sternwarte Academia, Samedan
Veranstalter: Engadiner Astronomie Freunde EAF
Internet: http://www.engadiner-astrofreunde.ch/

SEPTEMBER

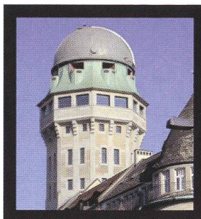
Samstag, 8. September 2012, 10.00 – 17.00 Uhr MESZ
Grosse Astronomie-Messe Villingen-Schwenningen
Ort: Messegelände Villingen-Schwenningen
Eintritt: Tageskarte Erwachsene €10.00, ermässigte Tageskarte €8.00 (Schüler, Studenten, Rentner, Schwerbehinderte und VDS-Mitglieder)
Familienkarte €24.00 (2 Erwachsene mit Kind(ern) bis 16 Jahren)
Veranstalter: http://www.astro-messe.de/
Internet: http://www.astro-messe.de/

Dienstag, 18. / 25. September / 2. Oktober 2012, 19:30 bis 21:30 Uhr MESZ
Astronomie für Einsteiger – Wie bewegen sich Sonne, Mond und Planeten?
Kurs: Volkshochschule des Kantons Zürich
Referent: Thomas Baer, Leiter der Sternwarte Bülach
Ort: Schul- und Volkssternwarte Bülach
Veranstalter: Volkshochschule Zürich - Region Bülach
Internet: www.volkshochschule-buelach.ch

Samstag, 22. September 2012, 20:30 Uhr MESZ
Unser Mond
Referent: Kuno Wettstein
Ort: Academia Samedan, Chesa Cotschna, Zi 55
Veranstalter: Engadiner Astronomie Freunde
Internet: http://www.engadiner-astrofreunde.ch/

Im Anschluss an das Referat: Beobachtung in der Sternwarte Academia
Demonstratoren: Heinz Müller & Walter Krein
Ort: Sternwarte Academia, Samedan
Veranstalter: Engadiner Astronomie Freunde EAF
Internet: http://www.engadiner-astrofreunde.ch/

SPETEMBER



Öffentliche Führungen in der Urania-Sternwarte Zürich:
Donnerstag, Freitag und Samstag bei jedem Wetter. Sommerzeit: 21 h, Winterzeit: 20 h.

Am 1. Samstag im Monat Kinderführungen um 15, 16 und 17 h. Uraniastrasse 9, in Zürich.

www.urania-sternwarte.ch

Freitag, 21. September 2012, 18:00 Uhr MESZ Bahnhof Uetliberg
Geführte Astro-Wanderung (Planetenweg Uetliberg bis Felsenegg)
Treffpunkt: 18:00 Uhr MESZ Bahnhof Uetliberg (S10 Ankunft 17:55)
Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Urania Zürich AGUZ
Internet: http://aguz.astronomie.ch/

Samstag, 22. September 2012, 18:00 Uhr MESZ
21. ZUMSTEINS Teleskoptreffen auf dem Gurnigel/BE
Ort: Restaurant Berghaus Gurnigel, Passhöhe
Anmeldung: Übernachtungsreservation unter 031 / 809 04 30
Veranstalter: Zumstein Foto Video
Internet: www.foto-zumstein.ch, astro@foto-zumstein.ch

Freitag, 28. September 2012, 20:00 Uhr
Öffentlicher Vortrag:
«Von Kopernikus bis heute» von Prof. Harry Nussbaumer
Ort: Aula Kantonsschule Baden
Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Baden, AGB und Astronomische Vereinigung Aarau, AVA
Eintritt frei
Internet: http://baden.astronomie.ch

Samstag, 29. September 2012, 09:00-12:30 Uhr MESZ
Öffentliche Tagung der PGZ zum Thema «Allgemeine Relativitätstheorie und ihre Anwendung in Astronomie und Kosmologie»
mit folgenden Referaten:
- Prof. Bernard F. Schutz, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik: «Gravitationswellen: dem Universum zuhören»
- Prof. Domenico Giulini, Leibniz Universität Hannover: «Hauptsache vorwärts? Einsteins ungerader Weg zur ART»
- Prof. André Stefanov, Universität Bern: «Relativistische Effekte auf Atomuhren»
- Prof. Michael Kramer, Max Planck-Institut für Radioastronomie: «Tests der allgemeinen Relativitätstheorie und alternativer Theorien mit Binärpulsaren»

Ort: Universität Zürich, Rämistr.71, Raum F-118

Wichtiger Hinweis

Veranstaltungen wie Teleskoptreffen, Vorträge und Aktivitäten auf Sternwarten oder in Planetarien können nur erscheinen, wenn sie der Redaktion rechtzeitig gemeldet werden. Für geänderte Eintrittspreise und die aktuellen Öffnungszeiten von Sternwarten sind die entsprechenden Vereine verantwortlich. Der Agenda-Redaktionsschluss für die August-Ausgabe (Veranstaltungen Oktober und November 2012) ist am 15. August 2012 (Bitte Redaktionsschluss einhalten. Zu spät eingetroffene Anlässe können nach dem 15. August 2012 nicht mehr berücksichtigt werden.)

Sternwarten und Planetarien

ÖFFENTLICHE STERNWARTEN

Jeden Freitag- und Samstagabend, ab 21 Uhr
Sternwarte «Mirasteilas», Falera
Eintritt Fr. 15.– (Erwachsene), Fr. 10.– (Kinder und Jugendliche bis 16 Jahren) Bei öffentlichen Führungen ist eine Anmeldung erforderlich. Sonnenbeobachtung: Jeden 1. und 3. Sonntag im Monat bei schönem Wetter von 10 bis 12 Uhr.

NEU Jeden Freitagabend ab 20 Uhr (bei jedem Wetter)
Schul- und Volkssternwarte Bülach
Besuchen Sie die erweiterte Sternwarte Bülach an einem schönen Freitagabend. Ab Mitte Mai wird zu Beginn der Abendführung die Sonne gezeigt. http://sternwartebuelach.ch/

Jeden Mittwoch, ab 21 Uhr MESZ (Sommer), nur bei gutem Wetter
Sternwarte Rotgrueb, Rümlang
Im Sommerhalbjahr finden die Führungen ab 21 Uhr statt. Sonnenbeobachtung: Jeden 1. und 3. Sonntag im Monat ab 14.30 Uhr (bei gutem Wetter).

Jeden Dienstag, 20 bis 22 Uhr (bei Schlechtwetter bis 21 Uhr)
Sternwarte Hubelmatt, Luzern
Sonnenführungen im Sommer zu Beginn der öffentlichen Beobachtungsabende. Jeden Donnerstag: Gruppenführungen (ausser Mai - August)

Öffentliche Führungen jeden Dienstag, Schulhaus Kreuzfeld 4
Schulsternwarte Langenthal
Langenthal, http://sites.google.com/site/kreuzfeld4/sternwarte-2

Während der Sommerzeit, mittwochs von 20:30 bis ca. 22:30 Uhr
Sternwarte Eschenberg, Winterthur
Während der Winterzeit (Ende Oktober bis Ende März): von 19:30 bis ca. 21:30 Uhr. **Achtung**: Führungen nur bei schönem Wetter!

Jeden Freitag, ab 21 Uhr (Sommer), ab 20 Uhr (Winter),
Sternwarte Schafmatt (AVA), Oltingen, BL
Eintritt: Fr. 10.– Erwachsene, Fr. 5.– Kinder.
Bei zweifelhafter Witterung: Telefon-Nr. 062 298 05 47 (Tonbandansage)

Jeden Freitagabend, im August 21:30 Uhr, im September 20:30 Uhr MESZ
Sternwarte – Planetarium SIRIUS, BE
Eintrittspreise: Erwachsene: CHF 14.-, Kinder: CHF 7.-

Mardi 14 et les vendredis 3, 17 et 24 août, à 21^{h}30 et 7 September, 21^{h}
Observatoire d'Arbaz - Anzère
Il est nécessaire de réserver à l'Office du tourisme d'Anzère au 027 399 28 00, Adultes: Fr. 10.–, Enfants: Fr. 5.–.

Jeden Freitag ab 20 Uhr
Beobachtungsstation des Astronomischen Vereins Basel
Auskunft: http://basel.astronomie.ch oder Telefon 061 422 16 10 (Band)

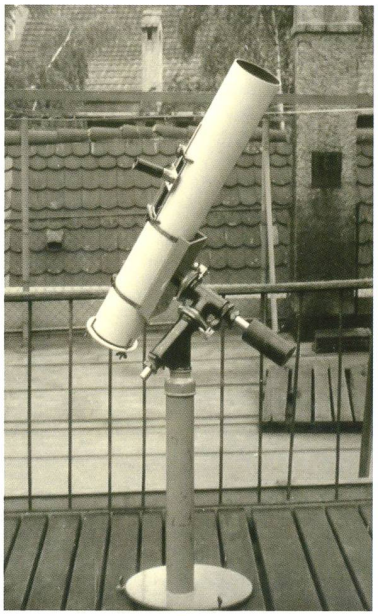
Les visites ont lieu durant l'été dès 21 heures
Observatoire de Vevey (SAHL) Sentier de la Tour Carrée
Chaque premier samedi du mois: Observation du Soleil de 10h à midi.
Tel. 021/921 55 23

Öffentliche Führungen
Stiftung Jurasternwarte, Grenchen, SO
Auskunft: e-mail: info@jurasternwarte.ch, Therese Jost (032 653 10 08)

Öffentliche Führungen, (einmal monatlich, siehe Link unten)
Sternwarte Academia Engiadina, Samedan
Auskunft: http://www.engadiner-astrofreunde.ch/2_halbjahr_2012.html

«Mein Schlüsselerlebnis»

Die Freude am eigenen Fernrohr
Gekaufte Teleskope waren unerschwinglich

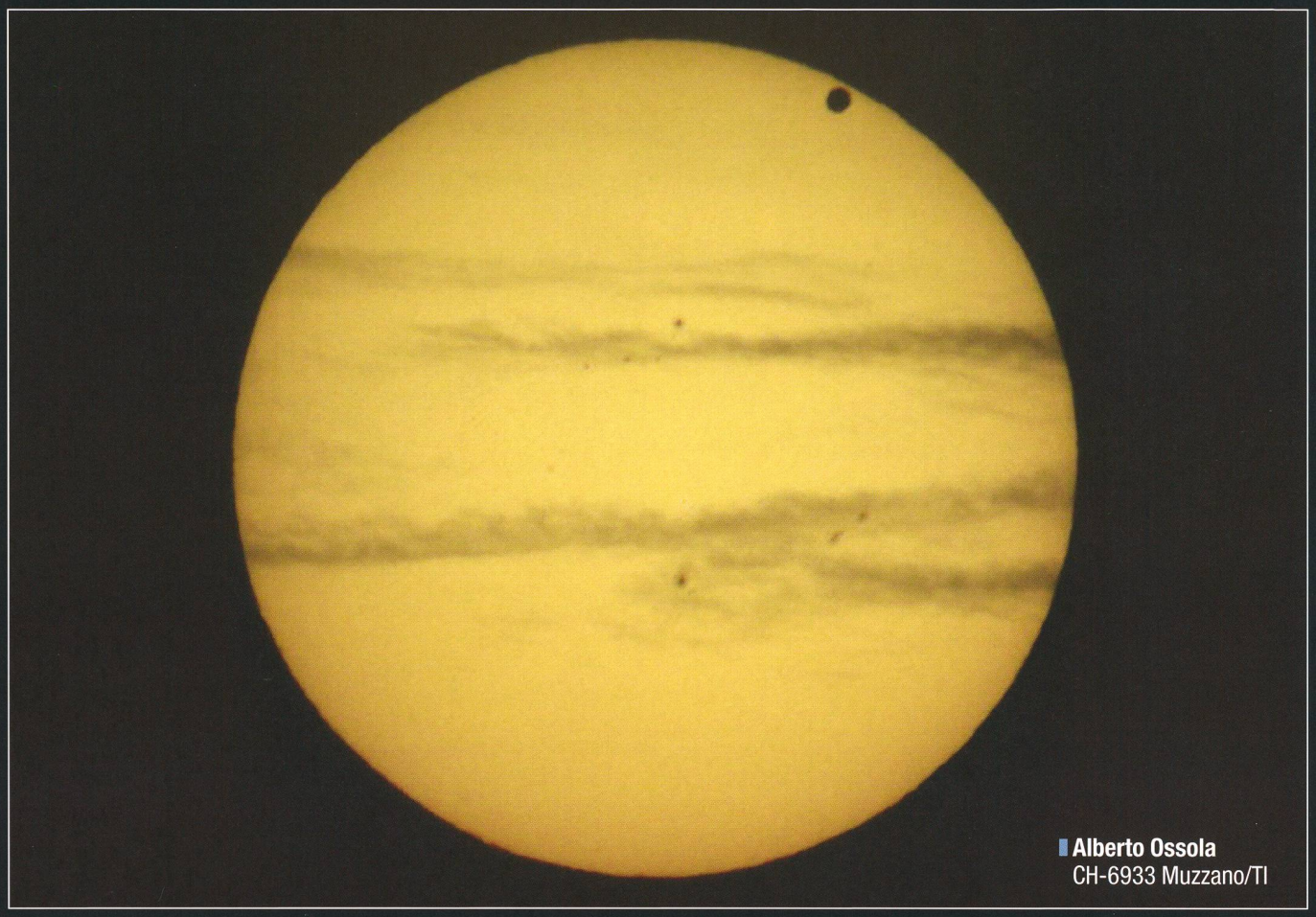


Als 15jähriger Schüler eines Neuenburger Internat zeigte uns ein Lehrer der dortigen Schulbrüder eines Abends den Mond in seinem selbstgebauten 6"-Newton. Die wenigen Sekunden am Teleskop liessen mich nicht mehr los, bis 4 Jahre später Hans Rohr (nomen est omen) aus Schaffhausen bei uns im Rheinfelder Kino einen seiner legendären Diavorträge über Astronomie hielt. Da hatte es mich gepackt. Mit sieben andern «Angefressenen» begannen wir Spiegel zu schleifen in einem ungenutzten Lokal hinter der Altstadtmauer. Die Aussicht, bald zu einem eigenen Fernrohr zu kommen – gekaufte Instrumente waren damals unerschwinglich – spornte uns alle an. Sternfreunde aus Basel betreuten uns und begutachteten unsere Spiegelkurven (Foucault lässt grüssen!). Sie führten uns gelegentlich auch ihre Instrumente vor. Bis aber der selbst geschliffene 12 cm-Spiegel richtig im Rohr «verstaut» war und alle mit Hilfe von Mechanikern, Eisenwarenhändlern usw. eine brauchbare Montierung gebaut hatten, dauerte es dann doch noch ein Jahr.
Eines abends im Januar 1960 bei -10 Grad war es endlich soweit: Ich packte die Ausrüstung auf den Veloanhänger. Das Funkeln des Orionnebels damals am stockdunkeln Himmel vergesse ich nie. Lichtverschmutzung war noch kein Thema. Das war der Auftakt meiner Beziehung zum Sternenhimmel. Weitere selbstgebaute Teleskope folgten. Das meiste habe ich im fortgeschrittenen Alter wieder verkauft. Das erste Instrument aber verwandelte ich in einen reisetauglichen Dobson. Er begleitet mich noch heute. Es hat vielen meiner Schüler den Blick zum Himmel geöffnet. Das ist das Schönste neben den stillen Stunden am Okular.

Erlebt von Walter Meier-Wettstein, Wohlenschwil

Astronomische Schlüsselerlebnisse

Erinnern Sie sich noch, wie Sie zur Astronomie gekommen sind? War es ein besonderes Himmelsereignis, welches einen nachhaltigen Eindruck hinterliess, war es ein Buch, das Ihren Blick in die Sterne öffnete oder gar ein eigenes Teleskop? Lassen Sie andere ORION-Leserinnen und -leser an ihrem astronomischen Schlüsselerlebnis teilhaben. Senden Sie Ihre Geschichte mit einem dazu passenden Bild an die ORION-Redaktion. (tba)



Alberto Ossola
CH-6933 Muzzano/TI

In der Schweiz: «Venusglück» trotz miserabler Wetterprognosen

Schwarzer Punkt im Wolkenloch

Die ORION-Redaktion bedankt sich für die zahlreichen Zusendungen von Bildern des Venustransits aus der Schweiz! Für einige glückliche Frühaufsteher zahlte sich das verzweifelte Warten auf eine Wolkenlücke aus. Sie konnten wenigstens einen kurzen Blick auf das schwarze Venusscheibchen werfen und den magischen Moment in zum Teil spektakulären Bildern festhalten. Leider können wir hier nicht alle Aufnahmen präsentieren. Eine Fotogalerie findet sich aber auf unserer Website orionzeitschrift.ch.

Haben Sie auch schöne Astroaufnahmen von besonderen Konstellationen oder Himmelsereignissen? Dann senden Sie diese an die Redaktion. Vielleicht schafft es eine Ihrer Aufnahmen auch aufs Titelbild!

Jonas Schenker
Rütiweg 6
CH-5036 Oberentfelden

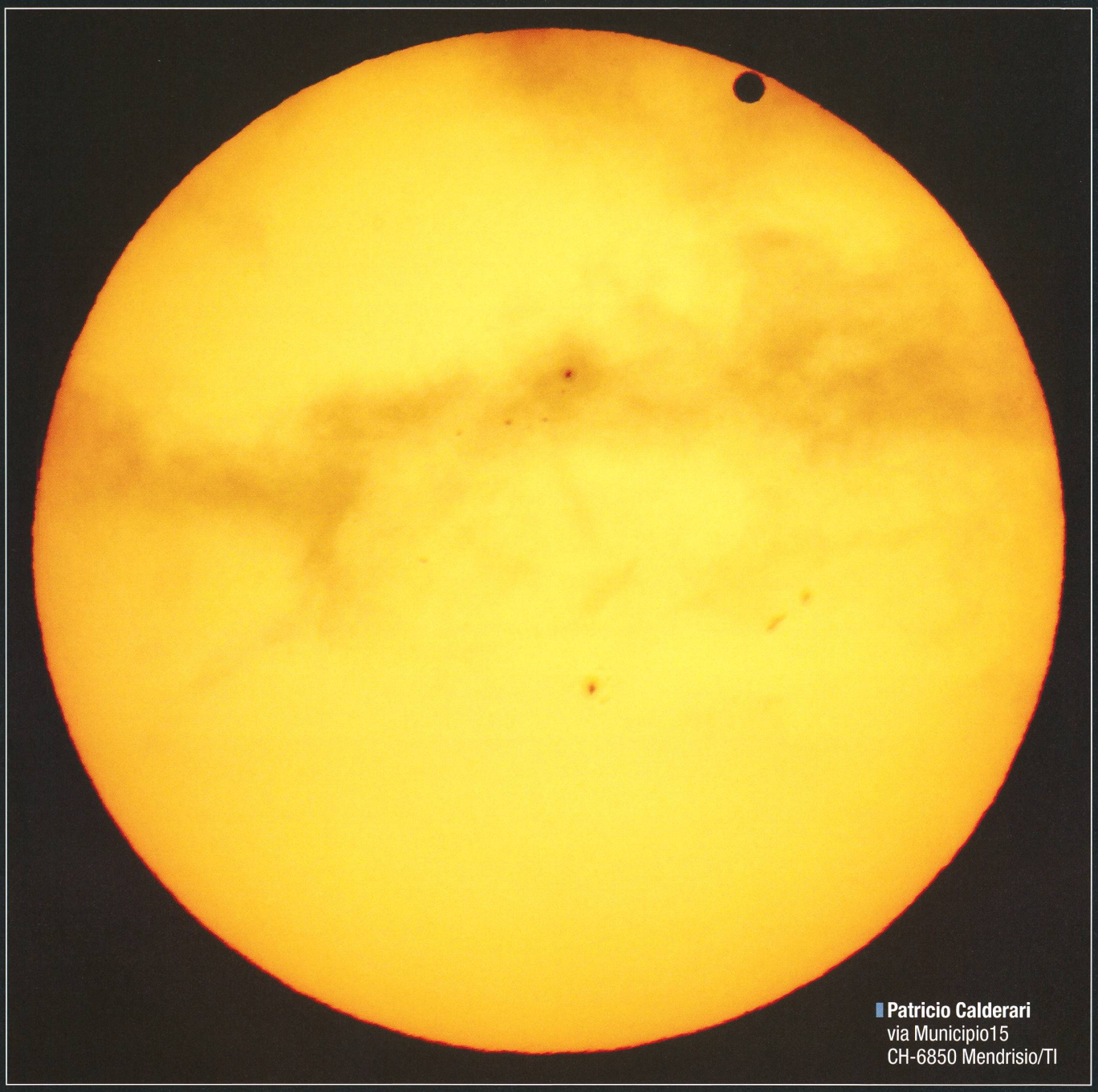
Jürg Schadegg
Sonnenhofstr. 9
CH-8500 Frauenfeld

Die Wetterprognosen waren in der Schweiz gewohnt schlecht. Entsprechend wenig zuversichtlich klangen denn auch einige Mailzuschriften zu den Bildern. Jonas Schenker etwa schreibt: *«Einige Ultra-Optimisten trafen sich am Morgen des 6. Juni bei der Linde von Linn, da der Sonnenaufgang von der Sternwarte Schafmatt aus nicht beobachtet werden konnte. Leider war der Himmel total zu. Kurz vor dem Transit-Ende waren jedoch einige Wolken nicht mehr so dick, sodass wir für 2 Minuten die Sonnenscheibe erahnen konnten, und..... eh voilà, die Venus war da!»* Etwas offener war der Himmel in der Ost- und Nordostschweiz. So vermeldet Jürg Schadegg *«erste Ergebnisse aus dem Schweizer Mittelland in der Nähe von Frauenfeld»*. Noch etwas besser war die Sicht südlich der Alpen.

Peter Salvisberg
Steinbachstrasse 61
CH-3123 Belp

Bild oben: Der Venustransit kurz vor Ende in der Gegend von Frauenfeld. (Bild: Jürg Schadegg)

Bild rechts: Ein Wolkenloch mit Venus. (Foto: Peter Salvisberg)



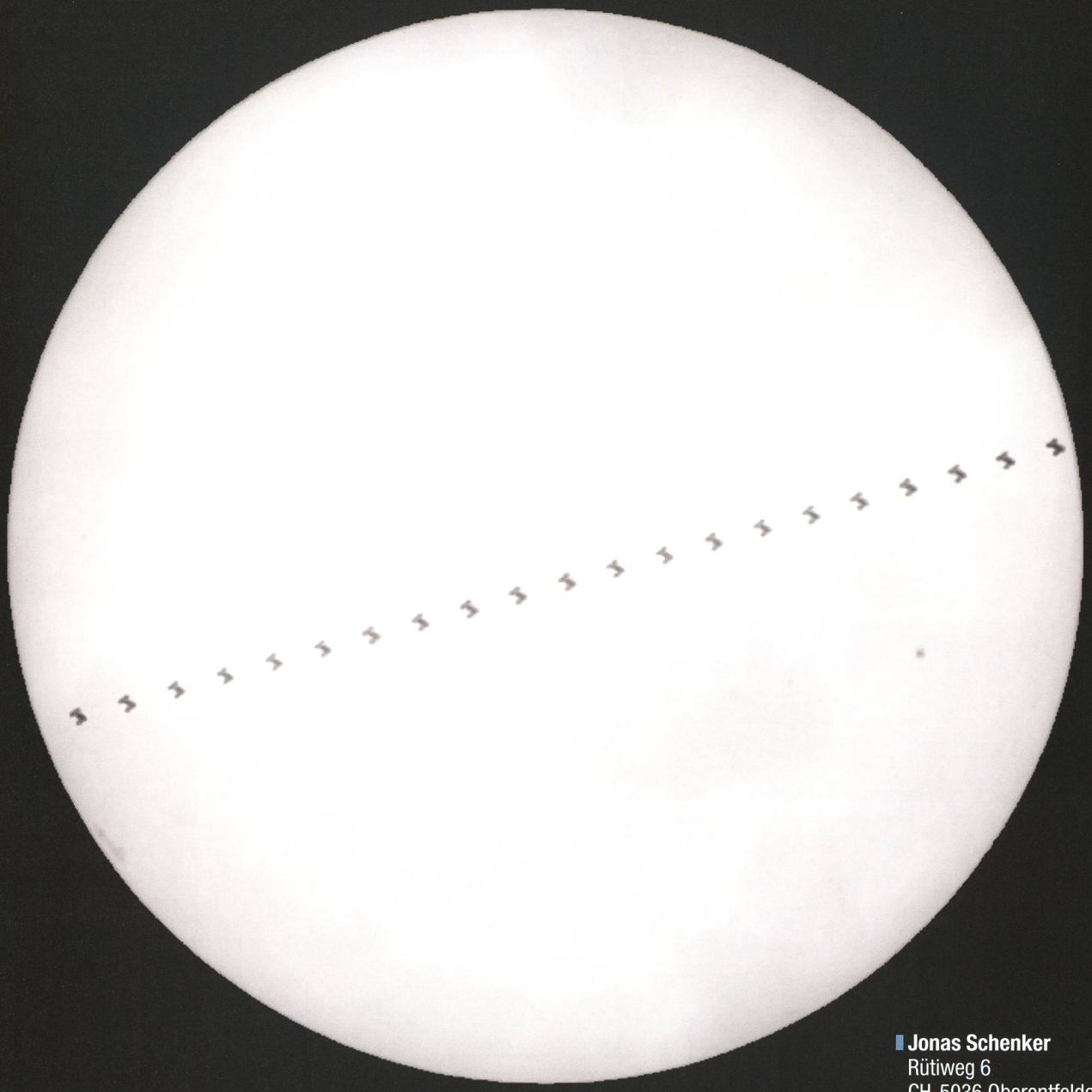
Patricio Calderari
via Municipio15
CH-6850 Mendrisio/TI

Unsere Tessiner Astrofotografen Alberto Ossola und Patricio Calderari konnten den Venusdurchgang bei doch recht ansprechenden Verhältnissen dokumentieren, wie auch das obige Bild beweist. Die Aufnahme entstand um 06:36 Uhr MESZ, kurz vor dem 3. Kontakt in Roncapiano am Osthang des Monte Generoso auf rund 1100 m ü. M.. Neben der Venus sind auch diverse Sonnenflecken zu sehen.
Nun müssen wir bis zum 9. Mai 2016 warten, ehe mit Merkur wieder ein Planet vor der Sonne durchwandert. In Mitteleuropa wird man zwischen 13:12 Uhr MESZ bis Sonnenuntergang praktisch den gesamten Merkurtransit mitverfolgen können. Danach verstreichen nur drei Jahre, ehe der flinke Planet am 11. November 2019 ab 13:35 Uhr MEZ gleich noch einmal das Sonnenrund passiert. (tba)

In der nächsten Fotogalerie wollen wir die schönsten Bilder der Jupiterbedeckung am 15. Juli 2012 publizieren. Gelingt Ihnen eine stimmungsvolle Aufnahme, so senden Sie Ihre Aufnahme an die ORION-Redaktion!

Transito di venere

Datum:	6. Juni 2012, 06:36 Uhr MESZ
Ort:	Roncapiano/TI, 1100 m ü. M.
Kamera:	Nikon D300s
Optik:	1800 mm, ø 15 cm
ISO:	200
Belichtung:	1/250 s



Jonas Schenker
Rütiweg 6
CH-5036 Oberentfelden

Die ISS kreuzt die Sonnenscheibe

Künstlerischer «Sonnenfleck»

Die Internationale Raumstation ISS vor der Sonnenscheibe! Dank mobiler Ausrüstung konnte ich auf die Zentrallinie fahren, die am 3. März 2012 zwischen Wallbach und Möhlin verlief. Von dort aus gesehen, wanderte (eher: schoss!) die ISS in 0.84^{s}. diametral vor der Sonnenscheibe durch....

Zum Zeitpunkt der Aufnahme befand sich die ISS zwischen Genua und Korsika in 388 km Höhe über dem Ligurischen Meer. Die so genannte Zentrallinie, also der Pfad auf der Erde, von dem aus gesehen die ISS über die Sonnenscheibe wanderte, verlief zwischen Wallbach und Möhlin. Die Aufnahme entstand auf einem Feldweg bei 47°33.093 Nord und 7°52.403 Ost. Zeitpunkt und Ort wurden mit CalSky berechnet. Die ISS erschien auf die Sekunde genau über der Sonnenscheibe. Der Transit dauerte 0.84^{s}. In dieser Zeit legte sie fast 6 km zurück. Die ISS ist 109 x 73 x 28 m gross. Die Entfernung zu ihr betrug 615 km.

Jonas Schenker
Rütiweg 6
CH-5036 Oberentfelden

Kugelsternhaufen Messier 55

Bild: Messier 55 wurde im infraroten Licht mit dem Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy aufgenom-men. Das Teleskop mit 4,1 Metern Spiegeldurchmesser befindet sich am Paranal-Observatorium der ESO im Norden Chiles. (Foto ESO/J. Emerson/ VISTA. Dank an Cambridge Astronomical Survey Unit)

Ein neues Bild des Kugelsternhaufens Messier 55, aufgenommen mit dem 4,1 Meter VISTA-Teleskop der ESO für Infrarot-Himmelsdurchmusterungen, zeigt Zehntausende von Sternen, die sich zu einer Art kosmischem Bienenschwarm zusammengeballt haben. Besonders ist an diesen Sternen nicht nur, dass sie in einem vergleichsweise kleinen Volumen zusammengedrängt sind, sondern auch, dass sie zu den ältesten Sternen im gesamten Universum zählen.
Kugelsternhaufen werden durch die Gravitation in eine kompakte Kugelform gezwungen. Das lässt Sterne für kosmische Verhältnisse extrem nahe zusammenrücken: Bei Messier 55 sind rund hunderttausend Sterne innerhalb einer Kugel versammelt, deren Radius etwa zwei Dutzend Mal grösser ist als der Abstand der Sonne zu ihrem nächsten Nachbarstern, α Centauri.
Bisher sind in der Umgebung unserer Milchstrasse etwa 160 Kugelsternhaufen bekannt. Die meisten davon liegen von der Erde aus gesehen in Richtung der zentralen Verdickung der Milchstrassenscheibe. Die grössten bekannten Galaxien werden sogar von tausenden dieser Sternenschwärme umkreist.

Beobachtungen der individuellen Haufenmitglieder zeigen, dass alle Sterne eines Kugelsternhaufens in etwa zur gleichen Zeit – vor über 10 Milliarden Jahren – und aus derselben Gaswolke entstanden sind. Das datiert die Geburt dieser Sterne in eine kosmische Ära, in der seit dem Urknall erst wenige Milliarden Jahre vergangen waren. Dementsprechend bestand der grösste Teil des Gases aus den einfachsten, leichtesten und häufigsten Elementen im Universum: hauptsächlich Wasserstoff und Helium. Schwerere Elemente wie Sauerstoff und Stickstoff waren zur damaligen Zeit wesentlich seltener als heute.
Die geringe Häufigkeit von schweren Elementen ist einer der Hauptunterschiede zwischen Sternen in Kugelsternhaufen und Sternen, die später entstanden sind, wie zum Beispiel unserer Sonne. Die jüngeren Sterne sind bereits bei ihrer Entstehung mit schweren Elementen angereichert, die in früheren Sterngenerationen erzeugt wurden. Die Geburt der Sonne fand vor 4,6 Milliarden Jahren statt; sie ist also nur halb so alt wie die Sterne in den meisten Kugelsternhaufen. (aba)

astro info
www.astronomie.info

Historischer Raumflug – Erstes Privat-Raumschiff fliegt zur ISS

Im Mai 2012 ist zum ersten Mal in der Geschichte das Raumschiff eines privatwirtschaftlichen Unternehmens zur Internationalen Raumstation (ISS) geflogen. Eine Besatzung war zwar nicht an Bord, dafür aber ca. 460 Kilogramm Fracht. Am 22. Mai 2012 erfolgte der Start von Cape Canaveral im US-Bundesstaat Florida aus. Die Raumkapsel namens «Dragon» kehrte am Ende ihrer Mission am 31. Mai 2012 wieder zur Erde zurück. (aba)

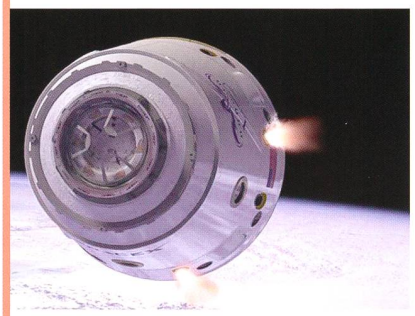


Bild: Diese künstlerische Darstellung bildet einen Meilenstein der Raumfahrtgeschichte ab: Das erste privatwirtschaftliche Raumschiff namens Dragon in der Erdumlaufbahn. (Foto: Space X / Dragon)

Planeten und Staubring um den Stern Fomalhaut

Das Atacama Large Millimeter/ Submillimeter Array (ALMA), ein noch im Bau befindliches neues Observatorium, hat das nahegelegene Planetensystem um den Stern Fomalhaut beobachtet. Die Astronomen stellten fest, dass die Planeten deutlich kleiner sind als bisher angenommen. Sie sollen etwas grösser sein als Mars, können aber maximal nur einige Male grösser sein wie die Erde. Die Entdeckung beruht auf aussergewöhnlich scharfen ALMA-Aufnahmen einer Scheibe bzw. eines Ringes um den Stern Fomalhaut, der sich in einer Entfernung von etwa 25 Lichtjahren von der Erde befindet. Die ALMA-Daten zeigen, dass sowohl der innere als auch der äussere Rand der dünnen Staubscheibe scharf begrenzt ist. Der Ring befindet sich in einer Entfernung von etwa dem 140-fachen Abstand Erde-Sonne vom Stern. (aba)

Klimatische Folgen einer schwach-aktiven Sonne

Vor 2800 Jahren kam es zu einem stark ausgeprägten Minimum der Sonnenaktivität, dem ein sehr schneller Wechsel hin zu kühl-feuchtem und vor allem windigem Klima folgte. Geowissenschaftler weisen diesen durch ein ausgeprägtes Minimum in der Sonnenaktivität verursachten plötzlichen Wechsel nach.
Geowissenschaftler des Deutschen GeoForschungsZentrums GFZ in Potsdam untersuchten gemeinsam mit schwedischen und niederländischen Kollegen Sedimente aus dem Meerfelder Maar, einem See vulkanischen Ursprungs in der Eifel. Erstmals konnte mit modernsten Analyseverfahren die niedrige Sonnenaktivität selbst und gleichzeitig auch die klimatischen Folgen am selben Sedimentkern nachgewiesen werden.
Wie die im Wissenschaftsmagazin Nature Geoscience veröffentlichte Studie zeigt, ereignete sich diese Klimaänderung zu Beginn der vorrömischen Eisenzeit und zeigt, dass vor allem sogenannte Grand Minima der Sonnenaktivität sich über die atmosphärische Zirkulation auf das Wettergeschehen in Westeuropa auswirken können. Eines dieser grossen Minima der Sonnenaktivität, das Homerische Minimum, führte vor etwa 2800 Jahren innerhalb eines sehr kurzen Zeitraums von nur einem Jahrzehnt zu einer deutlichen Klimaabkühlung.
Die jahreszeitlich geschichteten Ablagerungen im untersuchten Maarsee ermöglichen eine genaue Rekonstruktion und präzise Datierung selbst kurzfristiger Klimawechsel. Die Sedimentdaten belegen für einen 200 Jahre andauernden Zeitraum deutlich windigere Bedingungen und ein feucht-kühles Klima vor allem im Frühjahr.
In Kombination mit Modellstudien konnte zudem ein Mechanismus festgestellt werden, der den Zusammenhang schwacher Sonnenaktivität und Klimaverschlechterung erklärt: «Die Änderung und Intensivierung der troposphärischen Windsysteme stehen vermutlich in einem ursächlichen Zusammenhang mit Prozessen in der Stratosphäre, die wiederum stark von der solaren UV-Strahlung beeinflusst werden», erläutert Achim Brauer vom GFZ, Leiter der Studie. «Diese komplexe Prozesskette könnte somit ein Verstärkungsmechanismus sein, der erklärt, warum die häufig als gering angesehenen Schwankungen der Solarstrahlung trotzdem zumindest regional deutliche klimatische Auswirkungen mit weitreichenden Konsequenzen haben.»
Auch wenn diese Ergebnisse nicht direkt auf die Zukunft übertragbar sind, weil heute nicht nur natürliche, sondern auch anthropogene Faktoren das Klima beeinflussen, sind sie doch ein deutlicher Hinweis auf ungeklärte Fragen beim Verständnis des Klimasystems, betont Achim Brauer. Insbesondere muss offenbar der Wirkungsmechanismus der Solarstrahlung für die unterschiedlichen Wellenlängenbereiche noch genauer erforscht werden. Erst wenn diese Mechanismen genau verstanden sind, wird eine fundierte Aussage darüber möglich sein, welche klimatischen Konsequenzen das nächste grosse solare Minimum in unserer heutigen Welt des auch anthropogenen geprägten Klimawandels haben kann. Weil Binnensee-Sedimente jahresgeschichtet und präzise datierbar sind, kommt ihnen eine wichtige Rolle bei der Erforschung dieser Zusammenhänge zu.
Wissenschaftler sind weltweit auf der Suche nach solchen Archiven, um flächendeckende Informationen über das Zusammenspiel von Sonnenaktivität und Klimawandel und mögliche regionale Variationen zu erhalten. (aba)

Milchstrasse auf Kollisionskurs mit der Andromeda-Galaxie

Die Kollision wird in voraussichtlich 4 Milliarden Jahren stattfinden. Dabei wird unsere Milchstrasse, nach der Frontalkollision gewaltige Veränderungen erwarten. So ist es wahrscheinlich, dass die Sonne in andere Bereiche der Galaxie geschossen wird. Die Erde und das Sonnensystem sind allerdings nicht in Gefahr, zerstört zu werden. Die Kerne der beiden grossen Galaxien werden bei der Begegnung verschmelzen, das Ergebnis wird eine riesige elliptische Galaxie sein. (aba)

Flugzeug-Observatoriums SOFIA: Erste Ergebnisse des deutschen GREAT-Empfänger

SOFIA (Stratosphären-Observatoriums für Infrarotastronomie), ein Gemeinschaftsprojekt der amerikanischen Raumfahrtorganisation NASA und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), betreibt ein Teleskop von 2,70 m Durchmesser in einer umgebauten Boeing 747SP. SOFIA fliegt in Höhen bis zu 13700 m und ermöglicht damit den Zugang zu astronomischen Signalen bei ferninfraroten Wellenlängen, die ansonsten vom Wasserdampf in der Erdatmosphäre absorbiert würden. SOFIA, weltweit das einzige Flugzeug-Observatorium im Einsatz, öffnet so den Himmel für hochauflösende Spektroskopie im ferninfraroten Spektralbereich mit dem GREAT-Empfänger.
Die erste Serie wissenschaftlicher Beobachtungsflüge mit GREAT an Bord wurde im November 2011 erfolgreich abgeschlossen. Knapp ein halbes Jahr später wurden nun die Ergebnisse in der renommierten europäischen Wissenschaftszeitschrift «Astronomy & Astrophysics» veröffentlicht. Die hohe spektrale Auflösung von GREAT ermöglicht es, durch die Untersuchung der Emission des ionisierten Kohlenstoffs in einer Reihe von Sternentstehungsgebieten das Geschwindigkeitsfeld des Gases in der umgebenden Molekülwolke aufzulösen. In den Hüllen von drei Protosternen gelang GREAT der direkte Nachweis des Kollaps der protostellaren Hüllen, was unmittelbar Rückschlüsse auf die dynamischen Prozesse bei der Entstehung. (aba)

Bild: SOFIA fliegt über Südkalifornien; das in Deutschland gebaute Teleskop mit 2,70 m Öffnung ist zu sehen. (Foto: NASA)

Impressum orion http://orionzeitschrift.ch/

Leitender Redaktor
Rédacteur en chef
Thomas Baer
Bankstrasse 22, CH-8424 Embrach
Tel. 044 865 60 27
e-mail: th_baer@bluewin.ch

Manuskripte, Illustrationen, Berichte sowie Anfragen zu Inseraten sind an obenstehende Adresse zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren. *Les manuscrits, illustrations, articles ainsi que les demandes d'information concernant les annonces doivent être envoyés a l'adresse ci-dessus. Les auteurs sont responsables des articles publiés dans cette revue.*

Zugeordnete Redaktoren/
Rédacteurs associés:
Hans Roth
Marktgasse 10a, CH-4310 Rheinfelden
e-mail: hans.roth@alumni.ethz.ch
Grégory Giuliani
gregory.giuliani@gmx.ch
Société Astronomique de Genève

Ständige Redaktionsmitarbeiter/
Collaborateurs permanents de la rédaction
Armin Behrend
Vy Perroud 242b, CH-2126 Les Verrières/NE
e-mail: omg-ab@bluewin.ch
Sandro Tacchella
Trottenstrasse 72, CH-8037 Zürich
e-mail: tacchella.sandro@bluemail.ch
Stefan Meister
Steig 20, CH-8193 Eglisau
e-mail: stefan.meister@astroinfo.ch
Markus Griesser
Breitenstrasse 2, CH-8542 Wiesendangen
e-mail: griesser@eschenberg.ch

Korrektor/
Correcteur
Hans Roth
Marktgasse 10a, CH-4310 Rheinfelden
e-mail: hans.roth@alumni.ethz.ch

Auflage/
Tirage
1800 Exemplare, *1800 exemplaires.*
Erscheint 6 x im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember.
Paraît 6 fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.

Druck/*Impression*
Glasson Imprimeurs Editeurs SA
Route de Vevey 255
CP336, CH-1630 Bulle 1
e-mail: msessa@glassonprint.ch

Anfragen, Anmeldungen, Adressänderungen sowie Austritte und Kündigungen des Abonnements (letzteres nur auf Jahresende) sind zu richten an: für Sektionsmitglieder an die Sektionen, für Einzelmitglieder an das Zentralsekretariat.
Informations, demandes d'admission, changements d'adresse et démissions *(ces dernières seulement pour la fin de l'année) sont à adresser: à leur section, pour les membres des sections; au secrétariat central, pour les membres individuels.*

Zentralsekretariat der SAG/
Secrétariat central de la SAS
Gerold Hildebrandt
Postfach 540, CH-8180 Bülach
Telefon: 044 860 12 21
Fax: 044 860 49 54
e-mail: ghildebrandt@hispeed.ch

Zentralkassier/
Trésorier central
Hans Roth
Marktgasse 10a, CH-4310 Rheinfelden
Telefon: 061 831 41 35
e-mail: hans.roth@alumni.ethz.ch
Postcheck-Konto SAG: 82-158-2 Schaffhausen

Abonnementspreise/
Prix d'abonnement:
Schweiz: SFr. 63.–, Ausland: € 51.–.
Jungmitglieder (nur in der Schweiz): SFr. 31.–
Mitgliederbeiträge sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.
Suisse: Frs. 63.–, étranger: € 51.–.
Membres juniors (uniquement en Suisse): Frs. 31.–
Le versement de la cotisation n'est à effectuer qu'après réception de la facture.
Einzelhefte sind für SFr.10.50 zuzüglich Porto und Verpackung beim Zentralsekretariat erhältlich.
Des numéros isolés peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de Frs.10.50 plus port et emballage.

Redaktion ORION-Zirkular/
Rédaction de la circulaire ORION
Michael Kohl
Tannägertenstrasse 12, CH-8635 Dürnten
e-mail: mike.kohl@gmx.ch

Astro-Lesemappe der SAG:
Christof Sauter
Weinbergstrasse 8, CH-9543 St. Margarethen

Aktivitäten der SAG/*Activités de la SAS*
http://www.astroinfo.ch

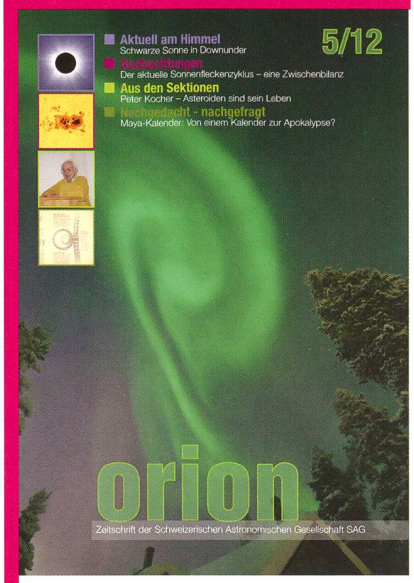
Copyright:
SAG. Alle Rechte vorbehalten.
SAS. Tous droits réservés.

ISSN0030-557 X

Inserenten

Meade Instruments Europe, D-Rhede/Westfalen 2
Teleskop-Service, D-Putzbrunn-Solalinden 6
Astrooptik von Bergen, Sarnen 7
SaharaSky, MA-Zagora 19
BITRAN Profi-CCD-Kameras, CH-Kloten 36
Zumstein Foto Video, CH-Bern 37
Urania Sternwarte, CH-Zürich 38
Astro-Lesemappe der SAG, CH-St.Margrethen 46
Wyss-Foto, CH-Zürich 47/48

Vorschau 5/12



Und das lesen Sie im nächsten **orion**

In Australien verfinstert sich die Sonne total. Wir ziehen eine Zwischenbilanz des aktuellen Sonnenfleckenzyklus' und stellen Peter Kocher, den wohl erfolgreichsten Schweizer «Asteroidenjäger» vor. Dann gehen wir der Frage nach, wie es möglich ist, dass Menschen aufgrund eines Kalenders an die Apokalypse glauben.

Redaktionsschluss für Oktober: 15. August 2012

Astro-Lesemappe der SAG

Die Lesemappe der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft ist die ideale Ergänzung zum ORION. Sie finden darin die bedeutendsten international anerkannten Fachzeitschriften:

Sterne und Weltraum
VdS-Journal
Ciel et Espace
Interstellarum
Forschung SNF
Der Sternenbote

Kostenbeitrag:
nur 30 Franken im Jahr!

Rufen Sie an: 071 966 23 78
Christof Sauter
Weinbergstrasse 8
CH-9543 St. Margarethen

CELESTRON®

CGEPRO™ Serie

GE-Pro - Die Sternwartenklasse

e computergesteuerten und ASCOM kom-
tiblen Teleskope der CGE-Pro-Serie sind
elestrons neueste Innovation.
nmidt-Cassegrain-Teleskope in SC und
GE HD Ausführung mit 9¼, 11 und 14
l Öffnung auf der neuen
GE-Pro-Montierung welche vor
em für den stationären Einsatz in
rnwarten konstruiert wurde. Trotz
er Größe, ihres Gewichts und der
ormen Tragfähigkeit bleibt die
GE Pro transportabel weil sie in in
ehrere Einheiten zerlegt werden
nn.

e parallaktische Montierung ist und
eibt die erste Wahl für Astrofotografen,
nn sie gleicht die Erddrehung durch
chführung in nur einer Achse aus. Die
dfeldrotation, ein störender Faktor bei gabel-
ontierten Teleskopen, entfällt. Für die
rofotografie ist es außerdem wichtig problemlos
er den Meridian schwenken zu können. Diese
forderung erfüllt die besondere Achsgeometrie
r CGE-Pro. In Art einer "Knicksäulenmontierung"
der Achsenschwerpunkt nach Norden versetzt,
n freien Meridiandurchgang zu gewährleisten.
d dennoch bleibt die CGE-Pro sehr stabil da ihr
ssenschwerpunkt konstruktiv über der Mitte der
sisplatte liegt.

e CGE-Pro Montierung ist leicht auszubalancie-
n - ganz gleich welches Zubehör Sie am okular-
tigen Ende Teleskop oder auf dem Teleskop
bringen wie, z.B. ein Leitrohr, Kameras ect.

GE Pro Montierung + Stativ
 # 919120 CHF 6 825.–

Die CGE-Pro Serie im Überblick

- Lieferbar mit Schmidt-Cassegrain-Optiken in SC- und EdgeHD Ausführung mit StarBright-XLT Vergütung
- Autoguiding- und PC-Anschluss sowie AUX-Buchse an der Halbsäule, 9 Pin Kabel
- NexRemote Software, ASCOM kompatibel
- DC-Servomotoren mit Encodern in beiden Achsen. Präzise Planetengetriebe aus Stahl für verbesserte Nachführgenauigkeit mit geringem "Gear Noise". Hochwertige Motoren, um magnetische Störungen (Resonanzschwingungen) zu minimieren - all das bedeutet ruhigeren Betrieb und längere Lebensdauer
- Präzise Schneckentriebe - Schnecken mit 0,75 Zoll Durchmesser mit zwei 0,87 Zoll vorgespannten Kugellagern um "runout" zu vermindern (eine Quelle des periodischen Schneckenfehlers). Präzises Messing-Schneckenrad mit 6" Flankendurchmesser
- Hauptachsen aus 1,57 Zoll dicken Stahlrohren mit 0,4 Zoll Wandstärke und zwei vorgespannten 2,68" Kegelrollenlagern an jeder Achse
- Vierpunkt Klemmsystem in RA und DEC für rutschfreien Halt
- Datenbank mit über 40.000 Objekten; 400 benutzerdefinierbare Ziele
- AllStar Technologie für Nord- und Südhalbkugel, kein Polarstern zum Alignment erforderlich, Polsucher entfällt!
- Datenbankfilter, Parkposition, fünf Alignment-Methoden, benutzerdefinierbare Schwenk-Grenzen
- Ständige, programmierbare Schneckenfehlerkorrektur (PEC) - gleicht den für Schneckengetriebe typischen Nachführfehler aus
- Nutzbar zwischen 10 und 60 Grad nördlicher und südlicher Breite
- Massives Stativ mit Rohren aus NIROSTA-Stahl, Höhe 96 bis 144 Zentimeter
- Maximale Zuladung: 40 Kilogramm

CGE Pro mit EdgeHD Optik			Preis CHF
909517	CGE Pro 925 HD	(9¼")	9 484.–
911030	CGE Pro 1100 HD	(11")	10 335.–
914047	CGE Pro 1400 HD	(14")	12 675.–

CGE Pro mit SC Optik			Preis CHF
909518	CGE Pro 925 SC	(9¼")	7 657.–
911031	CGE Pro 1100 SC	(11")	9 146.–
914040	CGE Pro 1400 SC	(14")	13 098.–
914041	CGE Pro 1400 SC FASTAR		11 993.–

DESIGN & ENGINEERING SHOWCASE HONORS 2012 INNOVATIONS INTERNATIONAL CES

proastro
P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Dufourstrasse 124 · 8008 Zürich · Tel. 044 383 01 08 · Fax 044 380 29 83
info@celestron.ch

Ab sofort massiv günstigere Preise!

Teleskop-Serie CPC

CELESTRON®

CPC – die modernste Teleskopgeneration von Celestron

Änderungen vorbehalten 08/11

Revolutionäre Alignementverfahren! Mit «SkyAlign» müssen Sie keinen Stern mehr mit Namen kennen. Sie fahren mit dem Teleskop drei beliebige Sterne an, drücken «Enter» und schon errechnet der eingebaute Computer den Sternenhimmel und Sie können über 40 000 Objekte in der Datenbank per Knopfdruck positionieren. Ihren Standort auf der Erde und die lokale Zeit entnimmt das Teleskop automatisch den GPS-Satellitendaten.
«SkyAlign» funktioniert ohne das Teleskop nach Norden auszurichten, ohne Polarstern – auf Terrasse und Balkon – auch bei eingeschränkten Sichtverhältnissen!

Mit «Solar System Align» können Sie die Objekte des Sonnensystems für das Alignment nutzen. Fahren Sie einfach die Sonne an (nur mit geeignetem Objektivfilter!), drücken Sie «Enter» und finden danach helle Sterne und Planeten mühelos am Taghimmel!

Alle Funktionen des Handcontrollers (inkl. PEC) lassen sich durch die mitgelieferte NexRemote-Software vom PC aus fernsteuern. Der Handcontroller ist per Internet updatefähig.

Die Basis (11" grosses Kugellager) und die Doppelarm-Gabelmontierung tragen das Teleskop, auch mit schwerem Zubehör, stabil.

Easy as 1-2-3

SkyAlign™

USE NEARLY ANY 3 BRIGHT OBJECTS IN THE SKY TO ALIGN YOUR TELESCOPE!

CPC 800
Schmidt-Cassegrain-Spiegelteleskop mit Starbright Vergütung Ø 203 mm, Brennweite 2032 mm, f/10 Geliefert mit 40 mm Okular Ø 1¼" (51x), Zenitspiegel Ø 1¼", Sucherfernrohr 8x50, Autobatterieadapter und höhenverstellbarem Stahlstativ.

		Preis CHF
908024	CPC-800-XLT	2 594.–
909512	CPC-925-XLT	3 185.–
911022	CPC-1100-XLT	4 277.–

CELESTRON Teleskope von der Schweizer Generalvertretung mit Garantie und Service.

proastro
P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Dufourstrasse 124 · 8008 Zürich
Tel. 044 383 01 08 · Fax 044 380 29 8
info@celestron.ch

Ab sofort massiv günstigere Preise