

Zeitschrift: Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen

Band: 68 (2016)

Artikel: Faszination Weltall : astronomische Beiträge vom Team der Sternwarte Schaffhausen

Autor: Hänggi, Dominique / Keller, Beat / Bärtschi, Werner

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-584669>

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: 12.02.2026

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



FASZINATION WELTALL

ASTRONOMISCHE BEITRÄGE
VOM TEAM DER STERNWARTE SCHAFFHAUSEN

DOMINIQUE HÄNGGI, BEAT KELLER UND WEITERE AUTOREN
NEUJAHRSBLATT DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT NR. 68 / 2016



Neujahrsblatt

der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen

Nr. 68 / 2016

Impressum

REDAKTION:

Dr. Jakob Walter, Buchenstrasse 65, 8212 Neuhausen

REDAKTIONSTEAM:

Dominique Hänggi, Schaffhausen, und Beat Keller, Flurlingen

AUTOREN:

Werner Bärtschi, Bruno Eberli, Martin Hägele, Christa Hänggi, Dominique Hänggi, Martin Hänggi, Rolf Höpli, Beat Keller, Gion Letta, Urs Maurer, Klaus Mestel, Susanne Naf, Toralf Popp, Philipp Riesen, Peter Sandri, Kurt Seiler, Marcel Vetter

LEGENDEN TITELBILDER:

Von links nach rechts, zeilenweise von oben nach unten

Plejaden oder Siebengestirn, offener Sternhaufen im Sternbild Stier, Foto: Beat Keller

«Jahrhundert»-Komet Hale-Bopp über Schaffhausen, Frühling 1997, Foto: Beat Keller

Orionnebel, Foto: Klaus Mestel

Jupiter mit Monden, Foto: Klaus Mestel

Vollmond, Foto: Klaus Mestel

Flammennebel im Sternbild Orion, Foto: Toralf Popp

Planetarium in der Sternwarte Schaffhausen, Foto: Rolf Höpli

Sternwarte Schaffhausen mit Sternspuren, Foto: Rolf Höpli

Newton-Teleskop in der Sternwarte Schaffhausen, Foto: Beat Keller

GESTALTUNG TITELBLATT:

Beat Keller

SATZ, UMBRUCH UND DRUCK:

Unionsdruckerei Schaffhausen, Platz 8, 8201 Schaffhausen

BEITRÄGE:

Die Neujahrsblätter werden gedruckt mit Beiträgen aus dem Legat Sturzenegger und mit Unterstützung der Swiss Academy of Science (SCNAT). Das vorliegende Heft wird zusätzlich unterstützt vom Kanton Schaffhausen (Lotteriefonds).

AUFLAGE:

3000 Exemplare

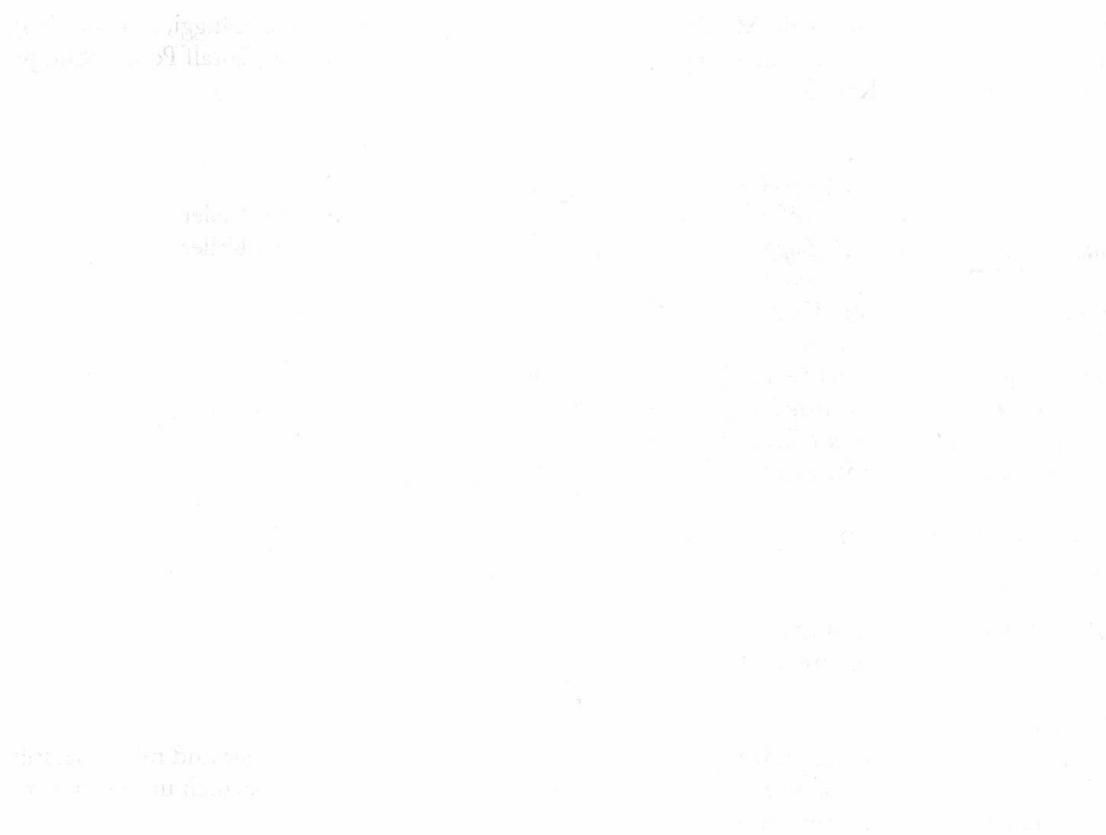
© 2015 Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen

ISBN 978-3-033-05356-4

Dominique Hänggi, Beat Keller und weitere Autoren

Faszination Weltall

Astronomische Beiträge
vom Team der Sternwarte Schaffhausen



Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen

Nr. 68 / 2016

Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen (NGSH), gegründet 1822

Die Naturforschende Gesellschaft will das Interesse an den Naturwissenschaften und an der Technik fördern, naturwissenschaftliche Zusammenhänge erklären und Verständnis für die Umwelt, insbesondere im Raum Schaffhausen, wecken. Ihr Jahresprogramm besteht aus allgemein verständlichen Vorträgen zu naturwissenschaftlichen Themen und Besichtigungen im Winterhalbjahr und naturkundlichen Exkursionen, teils zusammen mit Partnerorganisationen, im Sommerhalbjahr. In den «Neujahrsblättern der NGSH» werden naturwissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht und so allen Mitgliedern wie auch einem breiteren Publikum zugänglich gemacht. Ein Verzeichnis der lieferbaren Neujahrsblätter befindet sich hinten in diesem Heft.

Die aktuellen Programme sind im Internet unter www.ngsh.ch abrufbar oder können bei der unten stehenden Adresse bezogen werden. Die Gesellschaft unterhält verschiedene Sammlungen und unterstützt die naturkundliche Abteilung des Museums zu Allerheiligen. Sie betreibt zudem eine moderne Sternwarte mit Planetarium; Informationen dazu sind zu finden unter www.sternwarte-schaffhausen.ch.

Die NGSH zählt rund 720 Mitglieder (davon über 100 Familienmitgliedschaften). Alle naturwissenschaftlich interessierten Personen sind herzlich willkommen. Der Mitgliederbeitrag pro Jahr beträgt für Erwachsene Fr. 50.–, für Schülerinnen, Schüler, Studenten und Studentinnen Fr. 25.– und für Familien Fr. 80.–. Wer sich für eine Mitgliedschaft interessiert, kann sich bei der unten stehenden Adresse oder im Internet unter www.ngsh.ch anmelden.

Postadresse der Gesellschaft:
NGSH, Präsident Dr. Kurt Seiler
Postfach 1007, 8201 Schaffhausen
PC 82-1015-1

info@ngsh.ch
www.ngsh.ch und www.sternwarte-schaffhausen.ch

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort <i>Kurt Seiler, Philipp Riesen</i>	3
1 Astronomie in Schaffhausen	5
1.1 Bevor es die Sternwarte gab: Von Uhren und Kalendern <i>Dominique Hänggi</i>	6
1.2 Die alte Sternwarte auf der Steig <i>Marcel Vetter</i>	15
1.3 Spiegel schleifen in den Kursen von Hans Rohr <i>Marcel Vetter</i>	20
1.4 Erinnerungen an die alte Sternwarte <i>Martin Hänggi</i>	24
2 Die neue Sternwarte	29
2.1 Der Bau der neuen Sternwarte <i>Peter Sandri, Susanne Näf</i>	29
2.2 Die Teleskope <i>Marcel Vetter, Urs Maurer</i>	34
2.3 Das Planetarium <i>Martin Hänggi</i>	42
2.4 Der Heliostat: Eine neue Attraktion <i>Bruno Eberli</i>	48
2.5 Das Sternwarteteam <i>Philipp Riesen</i>	49
2.6 Nachwuchsförderung <i>Christa Hänggi</i>	52
3 Vielseitige Astronomie	55
3.1 Jedes Teleskop findet seinen Himmel: Ein Einstieg in die Himmelsbeobachtung <i>Klaus Mestel</i>	55
3.2 Astrofotografie <i>Rolf Höpli, Toralf Popp, Klaus Mestel</i>	60
3.3 Astronomische Ausflugsziele <i>Martin Hägeli</i>	71
3.4 Eine Sternkarte am Handgelenk: Portugieser «sidérale scafusia» <i>Gion Letta</i>	76
3.5 Weltraumobservatorien: Ein Interview mit Claude Nicollier <i>Beat Keller</i>	82
3.6 Sphärenharmonie – Musik des Universums. Überlegungen zu einer Methodik des Unmöglichen <i>Werner Bärtschi</i>	88
4 Glossar	94
5 Literatur	98
Bisher erschienene Neujahrsblätter	100

Vorwort

KURT SEILER, PHILIPP RIESEN

Riesig, ungeheuer, gigantisch, astronomisch, unvorstellbar. Das sind Adjektive, die auf der Sternwarte immer wieder zu hören sind, wenn Besucher einen Blick ins Universum werfen. Es sind die unfassbaren Dimensionen und damit auch das viele Unerforschte, das die Menschen an der Astronomie immer wieder aufs Neue fasziniert.

Mit Vergleichen wird das Unvorstellbare oft fassbarer: Nehmen Sie Sandkörner mit einem Durchmesser von einem Millimeter und platzieren Sie so viele wie möglich davon auf dieser Buchseite. Sie werden feststellen, dass Sie dafür über 40 000 benötigen. Wiederholen Sie dies für alle Seiten dieses Buches und die Zahl der Sandkörner steigt auf über 5 Millionen. Dieses Prozedere wiederholen Sie für weitere 20 000 Neujahrsblätter und stellen diese nebeneinander auf. Damit Sie nicht lange rechnen müssen: Sie benötigen dafür ein Büchergestell mit einer Länge von rund 170 Metern. Damit haben Sie so viele Sandkörner eingesetzt, wie es Sterne in unserer Galaxie gibt. Wenn Sie erfahren wollen, wie viele Sterne unser gesamtes Universum umfasst, dann benötigen Sie noch etwas mehr Ausdauer: Für die entsprechende Anzahl Neujahrsblätter müssen Sie ein Büchergestell herstellen, das mehr als 400 000 mal um die Erde herum reicht.

Ein anderes Beispiel: Lassen Sie das Universum 10 Milliarden mal kleiner werden. In diesem Miniatursystem ist die Sonne so gross wie eine Honigmelone und die Erde so gross wie die Kugel an der Spitze eines Ku-



Kurt Seiler ist Chemiker und Leiter des Interkantonalen Labors in Schaffhausen. Als Präsident der Naturforschenden

Gesellschaft war er zusammen mit Philipp Riesen Initiator der neuen Sternwarte. Der gute Geist im Sternwarteteam hat ihn zum Mitmachen bewogen. Er ist der Überzeugung, dass Chemie eine gute Grundlage für Astronomie ist.



Philipp Riesen ist Sekundarschullehrer und leitet ein IT-Unternehmen. Während seiner Zeit an der Kantonsschule schenkten ihm seine Eltern ein Teleskop. Darauf ging er regelmässig nächtelang auf dem Randen den Sternenhimmel beobachten. Vor 25 Jahren trat er der Sternwarte bei und hat das Staunen über den riesigen Kosmos seither nicht verloren. Heute ist er der Leiter der Sternwarte.

gelschreibers. Jupiter ist in diesem Fall noch 70 Meter und Pluto 600 Meter von der Erde entfernt, sie sind also in greifbare Nähe gerückt. Der sonnen-nächste Stern liegt jedoch immer noch rund 4000 Kilometer weit entfernt, und bis an den Rand unserer Galaxie sind es gar rund drei Dutzend Millionen Kilometer. Und wie weit hat sich der Mensch in seiner Geschichte von der Erde entfernt? Die Expedition auf den Mond entspricht einer Distanz von lediglich 4 Zentimetern. Für uns Menschen zweifelsohne ein grosser Schritt, in Anbetracht der Grösse des Weltalls aber ein eher bescheidenes Unterfan-gen. Etwas weiter haben wir es mit unbemannten Missionen gebracht: So ist just im Sommer 2015 die Sonde «New Horizons» der NASA an Pluto vorbei-geflogen. Erstaunlich ist wohl weniger die immer noch vergleichsweise be-scheidene Reise von 600 Metern als die Präzision des Fluges: Die Sonde fliegt in einer Distanz von gerade einmal einem Millimeter an Pluto vorbei. Doch trotz der ausgefeiltesten Technik werden wir es wohl nie schaffen, nur schon unseren Nachbarstern zu besuchen. Die Sonde «Voyager 2» beispielsweise würde dafür trotz ihrer hohen Geschwindigkeit mehr als 100 000 Jahre benö-tigen.

Die heutige Zeit gilt als ausserordentlich hektisch. Wer es etwas ruhiger nehmen möchte, dem sei die Auseinandersetzung mit der astronomischen Zeitachse empfohlen. Komprimieren Sie die Zeit vom Urknall vor rund 14 Milliarden Jahren bis heute auf ein Kalenderjahr. Der Urknall hätte also zu Beginn des Jahres stattgefunden, unser Sonnensystem hätte sich Anfang Sep-tember gebildet und die Geschichte der menschlichen Zivilisation würde in die letzten 30 Sekunden fallen. Galileo Galilei hätte die Monde des Jupiter vor einer Sekunde entdeckt und Albert Einstein hätte vor einer Viertelsekun-de die Allgemeine Relativitätstheorie präsentiert. Aus dieser Vogelschau sind die Zeiträume unseres Wirkens verschwindend klein und unsere Hektik schon fast lächerlich.

Die Astronomie zieht alle Menschen in ihren Bann, unabhängig von Her-kunft, Alter, Geschlecht oder Beruf. So erstaunt es nicht, dass der Bau der neuen Schaffhauser Sternwarte von verschiedensten Personen unterstüzt wurde und dass das Sternwarteteam sehr heterogen zusammengesetzt ist. Das macht das Mitwirken äusserst spannend und abwechslungsreich, denn die Vielfalt ist eine Bereicherung. Nur dank des grossen Engagements und der Innovationskraft ihrer Mitglieder lebt die neue Schaffhauser Sternwarte und bringt immer wieder Neues hervor. Beleg dafür sind beispielsweise das Stern-jägerbüchlein, das den Jagdtrieb des Nachwuchses weckt, oder die einzigarti-gen Produktionen im Planetarium. Es ist ein Markenzeichen der Schaffhau-

ser Sternwarte, dass nebst der Astronomie auch das Gesellschaftliche nicht zu kurz kommt. An der Bar sind lockere und ausgiebige Diskussionen bei einer Flasche Bier möglich, Ausflüge ins Weltall werden mit kulinarischen Höhenflügen kombiniert, und auch kulturelle Darbietungen haben ihren Platz. Die Sternwarte lässt dem Staunen über die unvorstellbar riesigen Raum- und Zeitdimensionen und über die zahlreichen, unerklärbaren Phänomene ausreichend Raum.

Das vorliegende Neujahrsblatt ist Ausdruck der vielseitigen Interessen und Hintergründe der Teammitglieder. Entstanden ist ein Buch, das die Bedeutung der Amateurastronomie im Kanton Schaffhausen aufzeigt. Es ist in drei Teile gegliedert. Der erste davon befasst sich mit astronomischen Tätigkeiten der Vergangenheit und beinhaltet Beiträge zur alten Sternwarte auf der Steig. Die zwei darauffolgenden Kapitel beschäftigen sich mit der Gegenwart. Sie porträtieren einerseits die Sternwarte in ihrer heutigen Form, andererseits die vielfältigen Aktivitäten und Hobbys ihrer Mitglieder, die alle mit der Astronomie, aber nicht unbedingt mit der Sternwarte in Verbindung stehen.

Es ist kein Zufall, dass das diesjährige Neujahrsblatt der Astronomie gewidmet ist. Zahlreiche wichtige astronomische Entdeckungen feiern einen runden Geburtstag: Vor 200 Jahren hat Fresnel sein erstes Werk über die Wellentheorie des Lichts veröffentlicht, vor 100 Jahren präsentierte Albert Einstein seine Allgemeine Relativitätstheorie und vor 50 Jahren konnte dank der Kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung ein Beleg für die Urknalltheorie gefunden werden. Es sind aber auch gerade 40 Jahre vergangen, seit sich das letzte Neujahrsblatt der Astronomie gewidmet hat.

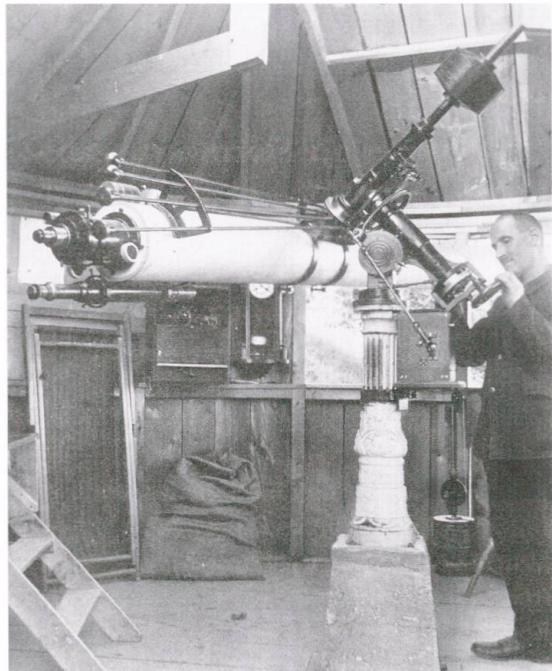
Das vorliegende Buch wäre trotz der zahlreichen runden Zahlen nicht zu stande gekommen, hätten sich nicht aktive und engagierte Mitglieder aus dem Sternwarteteam als Autorinnen und Autoren beteiligt und hätte das Redaktorenteam, Dominique Hägggi, Beat Keller und Jakob Walter, das Projekt nicht unermüdlich vorwärts getrieben.

Wir danken allen Mitgliedern des Sternwarteteams für ihren grossartigen und unentgeltlichen Einsatz und dafür, dass sie ihre Begeisterung für das Weltall weitergeben – sei es auf der Sternwarte oder in diesem Buch.

1 Astronomie in Schaffhausen

Dieses Kapitel greift verschiedene Aspekte der Beschäftigung der Menschen mit der Astronomie in der Vergangenheit auf. Abschnitt 1.1 befasst sich mit dem Zeitraum von 1500 bis 1900, als es in Schaffhausen noch keine Sternwarte gab. Die Abschnitte 1.2 bis 1.4 thematisieren die alte Sternwarte auf der Steig, welche 2012 durch die heutige Sternwarte bei den Drei Eichen ersetzt wurde. Doch war die 1960 erbaute Sternwarte auf der Steig nicht der erste Ort systematischer Himmelsbeobachtung in Schaffhausen. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts entstand in der Klus ein privates «Sterngugger-Hüüsli», gebaut von Josef Baumgartner. Es handelte sich um einen kleinen Holzbau mit einem drehbaren Dach, das einen Spalt breit geöffnet werden konnte und so dem Teleskop, einem 150 mm-Linsenteleskop der Marke Zeiss, den Blick auf den Himmel ermöglichte. Der genaue Bauzeitpunkt dieses Häuschens ist nicht überliefert. Das älteste Bild davon stammt aus dem Jahr 1930 und zeigt Josef Baumgartner neben seinem Teleskop. Dieses Häuschen, das in umgebauter Form immer noch steht, darf folglich die erste Sternwarte Schaffhausens genannt werden. Allerdings war es der Öffentlichkeit nicht zugänglich. Dies war erst bei der Sternwarte auf der Steig, die von Hans Rohr gegründet wurde, der Fall.

Hans Rohr, geboren 1896, war gelernter Konditor. 1926 übernahm er das Geschäft seiner Eltern an der Vordergasse 57. Er führte seinen Beruf mit viel Erfolg aus und wurde schon als junger Mann im In- und Ausland für seine Praliné-Kreationen prämiert. Seine vielseitigen Interessen galten aber auch ganz anderen Themen wie der Ägyptologie oder eben der Astronomie. Er schliff seinen ersten Teleskopspiegel in den 1930er-Jahren, als Spiegelteleskope nicht im Handel erhältlich waren. Er war auch die treibende Kraft hinter der Gründung der Astronomischen Arbeitsgruppe der Naturforschenden Ge-



Josef Baumgartner in seinem selbstgebauten «Sterngugger-Hüüsli» in der Klus, ca. 1930

BILD: STADTARCHIV SCHAFFHAUSEN

sellschaft Schaffhausen und der Gründung der Sternwarte auf der Steig. Im Gegensatz zur Beobachtungsstation in der Klus war diese Sternwarte eine öffentliche Institution. Als Schul- und Volkssternwarte stand sie der Schaffhauser Bevölkerung während über 50 Jahren offen.

1.1 Bevor es die Sternwarte gab: Von Uhren und Kalendern

DOMINIQUE HÄNGGI



Dominique Hänggi
hat kürzlich ihr
Geschichtsstudium
an der Universität
Basel abgeschlos-
sen und arbeitet
nun im Bereich

Kommunikation. Durch ihre Eltern Martin und Christa war die Astronomie ab frühster Kindheit eine Konstante in ihrem Leben. Seit der Eröffnung der neuen Sternwarte ist Dominique als Demonstratorin aktiv und engagiert sich als Texterin der Planetariumsshows.

Wer sich in Schaffhausen für Astronomie interessiert, kann heute einfach zur Sternwarte kommen. Hier bietet sich die Möglichkeit, den Sternenhimmel eingehend zu betrachten, sei es von blossem Auge, durch die verschiedenen Teleskope oder virtuell im Planetarium. Doch auch bevor es in Schaffhausen Sternwarten gab, beschäftigten sich die Menschen mit Astronomie. Natürlich gehen wir davon aus, dass der Nachthimmel immer eine gewisse Anziehung auf seine Beobachter ausgeübt hat, belegen lässt sich das aber nur selten. In einigen Fällen hat die Beschäftigung mit der Astronomie aber handfeste Spuren hinterlassen. Dies geschah nicht

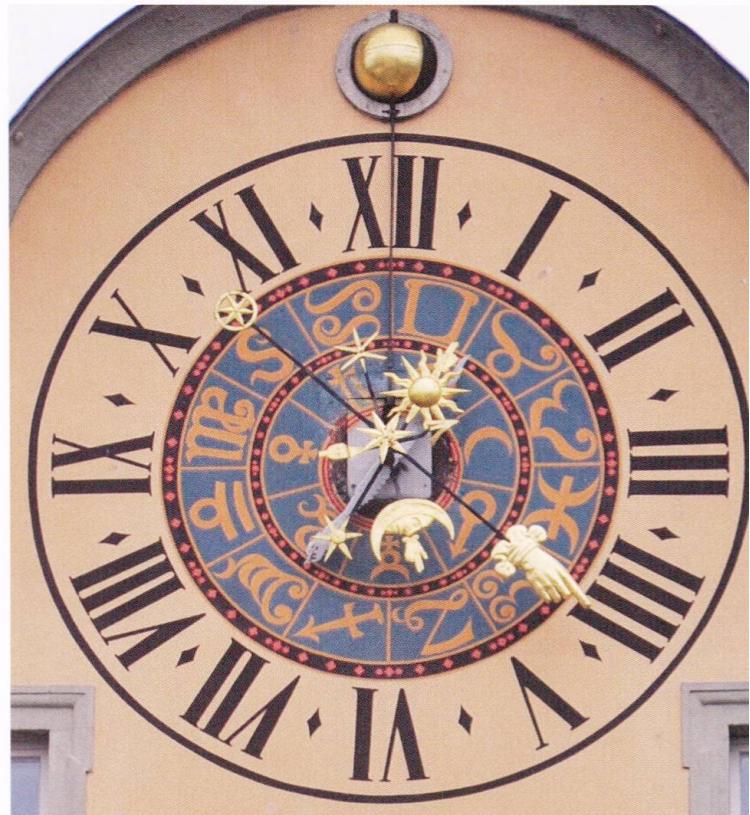
nur durch das Wirken von Wissenschaftlern und Gelehrten, es gab auch Be- rührungs punkte der Bevölkerung mit der Astronomie.

Die Vorstellung, dass die Menschen vor dem 20. Jahrhundert keinen oder weniger Kontakt mit astronomischem Wissen hatten, ist nicht richtig. Der Kontakt gestaltete sich einfach anders, da die Grundlagen dieser Wissenschaft nicht wie heute in der Schule vermittelt und keine Forschungsergebnisse in Zeitungen publiziert wurden. Dafür trafen die Menschen in ihrem Alltagsleben auf Aspekte der Astronomie – vielleicht sogar häufiger als heute. Wissen aus der Astronomie wurde von anderen Wissenschaften oft zu Hilfe gezogen, z.B. bei der Zeitmessung, der Landvermessung oder der Ortsbestimmung (insbesondere in der Schifffahrt). Auch im Schaffhauser Alltag spielte die Astronomie eine Rolle. Die beiden Beispiele, die hier vorgestellt werden, stammen aus dem Bereich der Zeitmessung. Einerseits handelt es sich dabei um die astronomische Uhr am Fronwagplatz, andererseits um den Schaffhauser Volkskalender «Der Lustige Schweizer». In diesem spielt die As-

tronomie eine Rolle beim Berechnen des Kalenderjahres und der Festtage. Zudem tritt sie dort auch in Verbindung mit der Astrologie in Erscheinung.

Isaak Habrecht und die Uhr am Fronwagturm

Prominent platziert an der Frontseite des Fronwagturms befindet sich die astronomische Uhr der Schaffhauser Uhrmacherfamilie Habrecht. Mit ihren fünf Zeigern gibt sie nicht nur Auskunft über die Uhrzeit, sondern auch über den Stand der Gestirne. Der längste Zeiger, an dessen Ende eine Hand angebracht ist, gibt die Zeit an. Er nutzt dazu das äusserste Zifferblatt, welches die Stunden in römischen Ziffern enthält. Das mittlere Zifferblatt, welches mit den Tierkreissymbolen versehen ist, wird von den Zeigern mit Sonnen- bzw. Mondsymbol genutzt. Diese bewegen sich im Gegenuhrzeigersinn und geben den Stand ihrer jeweiligen Objekte am Himmel an. An der Position des Sonnenzeigers auf diesen Symbolen kann das aktuelle Sternzeichen abgelesen werden. Auf dem innersten Zifferblatt kreist der kürzeste Zeiger. Er ist mit einem Pfeil versehen und zeigt die Wochentage an. Diese werden auf dem Zifferblatt mit den zugehörigen Planetensymbolen angezeigt. Dabei steht der



Die Uhr am Fronwagturm in ihrer heutigen Form. Das Zifferblatt wurde neu gestaltet, das Uhrwerk ist original

BILD: WIKIMEDIA COMMONS



Der alte Fronwagturm vor seinem
Einsturz 1746

BILD: STADTARCHIV SCHAFFHAUSEN



Isaak Habrecht

BILD: MUSEUM
ALLERHEILIGEN SCHAFFHAUSEN

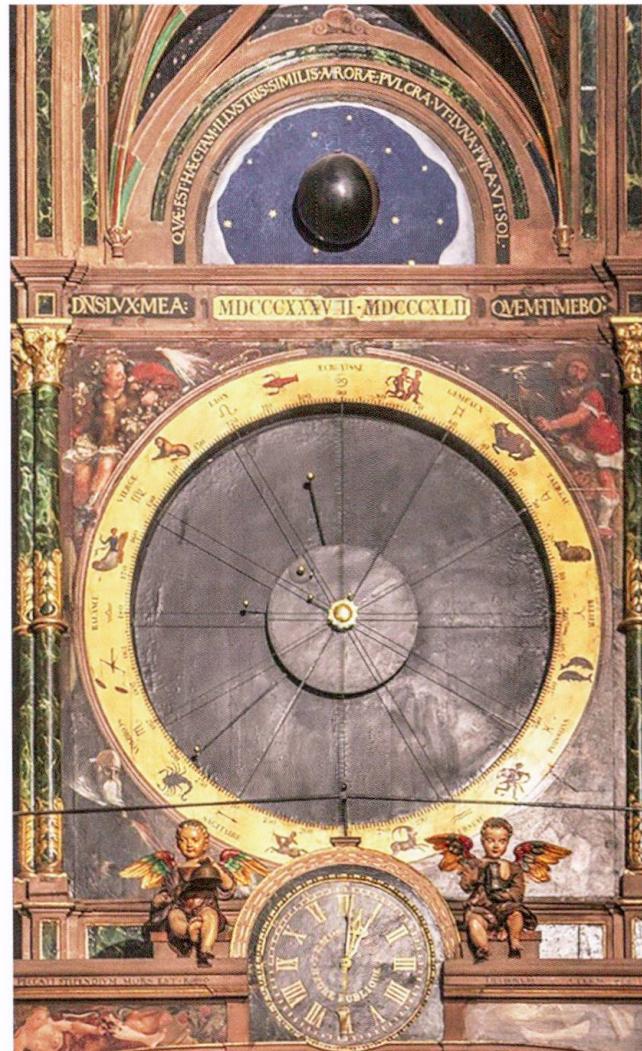
Mond für den Montag, der Mars für den Dienstag, der Merkur für den Mittwoch, der Jupiter für den Donnerstag, die Venus für den Freitag, der Saturn für den Samstag und die Sonne für den Sonntag. Der letzte Zeiger ist wegen seiner dunklen Färbung der unscheinbarste. Er hat die Form eines stilisierten Drachens. Seine Aufgabe ist es, Sonnen- und Mondfinsternisse anzuzeigen. So kommen die Zeiger für Sonne und Mond im Fall einer Sonnenfinsternis gleichzeitig über den Drachenzeiger zu liegen. Bei einer Mondfinsternis weisen Sonnen- und Mondzeiger beim Treffen mit dem Drachenzeiger genau auseinander. Über den Zifferblättern thront außerdem eine schwarz-goldene Kugel, welche die Mondphasen abbildet.

Hinter den zahlreichen Indikatoren steht ein komplexer Mechanismus. Einige Zeiger bewegen sich im Uhrzeigersinn, die anderen im Gegenuhrzeigersinn, und jeder Zeiger läuft in seinem eigenen Tempo. Die ausgeklügelte Mechanik wurde 1564 vom Schaffhauser Stadtuhrmacher Joachim Habrecht und seinen Söhnen Isaak und Josias gebaut und von der Stadt Schaffhausen finanziert. Das Zifferblatt dürfte damals allerdings anders ausgesehen haben als heute. Ursprünglich war die Uhr nicht im barocken Giebelfeld des heutigen Fronwagturms angebracht, sondern an der Front seines Vorgängers. Dieser mittelalterliche Turm stürzte 1746 ein, wobei die Uhr zwar beschädigt, aber nicht zerstört wurde. Im neuen Gebäude wurde die Uhr wieder eingebaut, konnte allerdings erst im 19. Jahrhundert wieder zum Laufen gebracht werden.

Das handwerkliche Geschick der Schaffhauser Uhrmacher war über die Stadtgrenze hinaus gefragt. Sie erhielten Aufträge für den Bau von astronomischen Grossuhren in verschiedenen Städten wie Heilbronn oder Ulm. Die erfolgreichste Karriere war Isaak Habrecht beschert. Sein bekanntestes Werk ist die astronomische Uhr im Strassburger Münster, die 1574 fertiggestellt wurde. Im Gegensatz zum Schaffhauser Modell wurde diese Uhr heliozentrisch gestaltet, gestützt auf Nikolaus Kopernikus' 30 Jahre zuvor publizierte These: Die Sonne bildet das unbewegliche Zentrum aller Zeiger. Die Planeten, inklusive der Erde, bewegen sich auf unterschiedlich langen und schnellen Zeigern um die Sonne und durch den Tierkreis. Diese Uhr zeigt die Positionen der Himmelskörper aus einer Aussenperspektive. Ihr Nachteil ist allerdings, dass sie anders als ihr geozentrisches Gegenstück keinen Überblick über den Stand der Dinge am Himmel gibt. Die Münsteruhr, deren Mechanik vermutlich in Schaffhausen hergestellt wurde, brachte Isaak Habrecht die Anerkennung seiner Auftraggeber und das Strassburger Bürgerrecht ein. Diese hohe Ehre zeigt, welch grossen Stellenwert solche astronomischen Anzeigen in der frühen Neuzeit genossen. Auch die Platzierung der beiden Habrecht'schen Uhren auf dem Fronwagplatz und im Strassburger Münster weisen auf ihren Prestigegehalt hin. Die Uhren sollten von möglichst vielen Leuten gesehen werden, sowohl von Einheimischen als auch von Auswärtigen.

Alltagsastrologie und der «Lustige Schweizer»

Astronomische Beobachtungen dienten als Grundlage für Kalenderberechnungen. Ab dem Mittelalter gab es einseitige Festtagskalender, die zunächst



Die astronomische Uhr im Strassburger Münster mit einem heliozentrischen Planetenmodell

BILD: WIKIMEDIA COMMONS

in kleinen Auflagen verbreitet wurden. Mit der Erfindung des Buchdrucks wurden Kalender, nun in der Form von broschüreartig gehefteten Büchlein, für einen grösseren Kreis erschwinglich. Spätestens im 19. Jahrhundert, der Blütezeit der Volkskalender, waren diese Publikationen in allen Haushalten anzutreffen. Neben dem eigentlichen Kalender lieferten sie jeweils auch Unterhaltendes und Informatives für den täglichen Gebrauch. Einerseits berichteten Kalender von den politischen Ereignissen des vergangenen Jahres; dabei wurden sowohl schweizerische Ereignisse (z.B. Hinrichtungen) als auch das ausländische Geschehen (z.B. Schlachten oder Thronbesteigungen) berücksichtigt. Andererseits enthielten sie Anekdoten, Erzählungen und Moralgeschichten, die an Familienabenden oder in Schulen als Lesestoff genutzt wurden. Diese Inhalte wurden im Lauf des 19. Jahrhunderts den Bedürfnissen der verschiedenen Leserschaften angepasst, sodass es neben den regionalen Kalendern auch Publikationen für Bauern, Familien oder Kinder gab. In der Schweiz wurden 1871 über 40 verschiedene Kalender herausgegeben.

Der bekannteste Schaffhauser Kalender erschien unter dem Titel «Der Lustige Schweizer». Die abgebildeten Seiten (Seiten 12 und 13) stammen aus der Ausgabe von 1858. Das etwa 40-seitige Büchlein enthält in der ersten Hälfte doppelseitige Kalenderblätter für jeden Monat. In der zweiten Hälfte sind verschiedene Leseartikel zu finden. Unter anderem werden dort die Beitragsreihen fortgeführt, in denen ein Schweizer Kanton und ein exotisches Land, inklusive seiner «wilden Bewohner», vorgestellt werden. In der Ausgabe von 1858 sind das Tessin und die Insel Tahiti Gastorte. Neben diesen und weiteren Texten wurden auch Tabellen mit nützlichen Daten abgedruckt. Dazu zählten neben dem Einmaleins auch Umrechnungsschlüssel für Münzen und Masse, Eckdaten der Weltgeschichte (von der Schöpfung und der Sintflut bis zur Gründung des Bundesstaats), die Lebensdaten von Kaisern und Päpsten sowie ein Überblick über die Beiträge aller Kantone an die Schweizer Armee.

Die eigentlichen Kalenderseiten im «Lustigen Schweizer» werden jeweils mit einem Bild illustriert und von passenden Sprüchen und einer Charakterisierung des zugehörigen Sternzeichens begleitet. Ausserdem werden sämtliche Jahrmärkte der Umgebung aufgelistet. Auf der Datumsseite finden sich neben den Wochentagen auch Angaben zu Namenstagen, Mondlauf und Wetterlage. Den Gestirnen wird ein direkter Einfluss auf die Menschen und ihre Umwelt zugeschrieben. Der Mond beeinflusst die Wetterlage, und die Planetenstellungen begünstigen oder erschweren menschliche Tätigkeiten. Um alltägliche Arbeiten mit den Himmelsbewegungen harmonisieren zu können,

raten die kleinen Symbole auf der rechten Seitenhälfte zu besonders geeigneten Aktivitäten. Es handelt sich dabei um landwirtschaftliche Arbeiten wie Säen, Ernten oder Holzfällen, aber auch häusliche Tätigkeiten. Dazu gehören verschiedene Aspekte der Körperpflege, das Einnehmen von Medizin, das Erziehen der Kinder und der Aderlass. Zu dieser angeblich gesundheitsfördernden Blutentnahme an verschiedenen Körperstellen gab es jeweils auf der letzten Seite jedes Kalenders genaue Anstruktionen. Laut dem Kalenderblatt für den Oktober böte sich der erste Tag des Monats besonders an, den Stall zu misten, während der Zwölften ein guter Tag für den Aderlass sei. In der Woche darauf rät der Kalender, das gute Wetter zu nutzen, um am Sonntag die Haare und am Mittwoch die Fingernägel zu schneiden.

Vorhersagen zu alltäglichen Geschehnissen waren seit dem Spätmittelalter Bestandteil von Kalendern. Die Astrologie wurde dabei als angewandte Form der Astronomie verstanden. Die Gestirne galten als Vermittler der göttlichen Kraft auf den Menschen. Konnte die Bewegung der Planeten vorab berechnet werden, so galt dies auch für ihre Wirkung. Die Trennung beider Disziplinen und die Stigmatisierung der Astrologie als okkulter Aberglaube fanden erst ab der Aufklärung im 18. Jahrhundert statt. In vielen Volkskalendern überlebten die astrologischen Symbole aber viel länger, da sie aus Traditionssgründen beibehalten wurden.

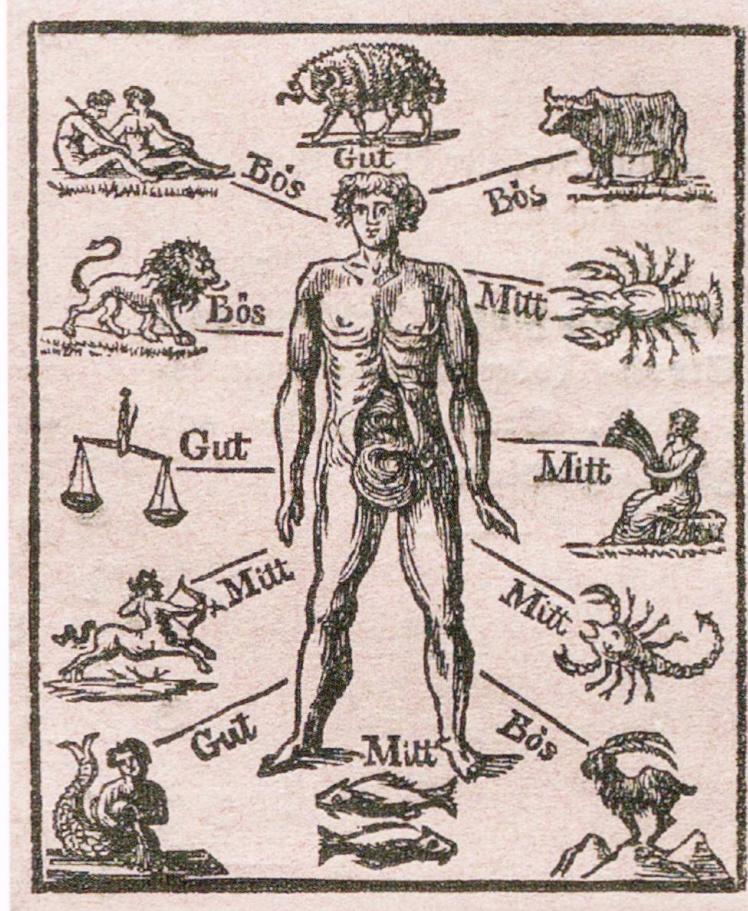


Illustration aus der Anleitung zum Aderlass im «Lustigen Schweizer»

BILD: UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK BASEL

Die Astrologie wurde dabei als angewandte Form der Astronomie verstanden. Die Gestirne galten als Vermittler der göttlichen Kraft auf den Menschen. Konnte die Bewegung der Planeten vorab berechnet werden, so galt dies auch für ihre Wirkung. Die Trennung beider Disziplinen und die Stigmatisierung der Astrologie als okkulter Aberglaube fanden erst ab der Aufklärung im 18. Jahrhundert statt. In vielen Volkskalendern überlebten die astrologischen Symbole aber viel länger, da sie aus Traditionssgründen beibehalten wurden.

X. **Weinmonat.** October hat 31 Tage.

Kalender der Reformirten — der Katholiken. (Laufl.) Zeichen u. Witterung.

							Alte Zeit.
1 freit.	Remigius	Remigius	14 55	Ψ	regen	19 Jan.	
2 samst.	Leodegarius	Leodegar.	Afg.v	♂ in ♀ h		20 Tobias	
40. Vornehmstes Gebot. Matth. 22. — Tagsl. 11 St. 32 M. ◎ Aufg. 6. 3. N. 5. 35						Matth. 22	
3 Sont	¶ 18 Lukret.	¶ 19 Cand.	1 18	gröft. Ausw. v. ○		21 ¶ 19	
4 mont.	Franziskus	Franziskus	2 41	⌚ im ♀ ♀. abde. in		22 Maur.	
5 dienst.	Constans	Plazidus	4 0	♂ ♀ □ ♀ trüb		23 Hert.	
6 mitw.	Angela	Bruno	5 18	□ ♂ feucht		24 Robert	
7 donst.	Juditha	Markus v.	Utrg. 2, 41 v.	⌚ in ♀ h *		25 Cleop.	
8 freit.	Pelag. Am.	Brigitta	nhm.	♀ in ♀ reg-		26 Cypr.	
9 samst.	Dionysius	Dionysius	5 49	□ h nerisch		27 Esm. D.	
41. Vom Giebrüchigen. Matth. 9. — Tagsl. 11 St. 8 M. ◎ Aufg. 6. 13. N. 5. 22.						Joh. 4.	
10 Sont	¶ 19 Gedeon	¶ 20 Gedeon	6 17	♀ in ♂ ♀ retr.		28 ¶ 20 W.	
11 mont.	Burkhard	Burkhard	6 52	♂ ♀ düster		29 Mich.	
12 dienst.	Pantalus	Maximilian	7 39	⌚ ♀ ♀ abe. naß		30 U. H.	
○	Aufgang	6 Uhr 17 M.		Niedergang 5, 15 M.		A. Weinm	
13 mitw.	Colmanus	Eduard	8 33	⌚ Erdf. ♀ ♂ ♂		1 Remig	
14 donst.	Calixtus	Calixtus	9 36	♂ □ ♀		2 Leodeg.	
15 freit.	Aurel. Ther.	Theresia	10 45	⌚ 1, 17 v. h		3 Lukret.	
16 samst.	Gallus	Gallus	11 57	⌚ △ ○ ♀ * h		4 Franz.	
42. Königliche Hochzeit. Matth. 22. — Tagsl. 10 St. 45 M. ◎ Aufg. 6. 23. N. 5. 8.						Matth. 18.	
17 Sont	¶ 20 Mar. M.	¶ 21 Hedwig	Utg. v	⊕ ♀ heiter		5 ¶ 21 E.	
18 mont.	Luk. Evang.	Lukas Evng.	1 10	⌚ im ♀ □ ♀		6 Angela	
19 dienst.	Ferdinand	Peter v. Ale.	2 23	□ ♀ sonnen-		7 Judith	
20 mitw.	Wendelin	Wendelin	3 37	⌚ ♀ scheint.		8 Pelag.	
21 donst.	Ursula	Ursula	4 54	⌚ △ ♀ ♀ abends		9 Dionys.	
22 freit.	Cordula	Mar. Sal.	Afg. n.	⌚ 3, 53 n. im grössten		10 Gedeon	
23 samst.	Severin	Severin	4 55	⌚ in ☀ Glanze.		11 Burk	
43. Des Königs Sohn. Joh. 4 — Tagsl. 10 St. 22 M. ◎ Aufg. 6. 33. N. 4. 55.						Mittb. 22	
24 Sont	¶ 21 Salom	¶ 22 Naph.	5 26	⌚ △ h sonnig		12 ¶ 22 B.	
25 mont.	Erspinus	Erspinnus	6 9	⌚ Erdnähe ♂ ♀		13 Colm.	
26 dienst.	Amandus	Evaristus	7 11	⌚ ♂ ♀ freund-		14 Calixt.	
27 mitw.	Sabina	Florentin	8 21	⌚ im ☀ lich		15 A. Ther.	
28 donst.	Sim. Judas	Simon Jud.	9 45	⌚ ♂ ♂ nebel		16 Gallus	
29 freit.	Narzissus	Narzissus	11 8	⌚ 9, 8 v. □ ♀		17 Luzia	
30 samst.	Hartmann	Serapion	Afg. v.	⌚ ♂ ○ bewölkt		18 Luk. E.	
44. Des Königs Rechnung. Matth. 18 — Tagsl. 10 St. 0 M. ◎ Aufg. 6. 44. N. 4. 44						Mittb. 9	
31 Sont	¶ 22 Wolfg.	¶ 23 Wolfg.	0 30	⌚ im ♀ ♀		19 ¶ 23 F.	
Neumond den 7. unangenehm und feucht. Erstes Viertel den 15. macht heiter und freundlich. Vollmond den 22. meist sonnige Tage. Letztes Viertel den 29. macht rauh und naß.							

Die beiden Seiten zum Monat Oktober im Schaffhauser Kalender «Der Lustige Schweizer» von 1858



Hausregeln u. Denksprüche.

Oktober ist an Wildprät reich,
An vielen Früchten auch zugleich.
Die Hauptsach ist ein gut Glas Wein
Soll Bau'r u. Städter fröhlich seyn.
Räum' jetzt den Garten,
Denn willst du warten,
So kommt die Kälte
Und nimmt die Hälfte.
Wenn Simon Judä vorbei,
So rücket der Winter herbei.

Wie's im Oktober wittert, so
wittert im März.

Sitz der Oktobet kalt, so hal's im
nächsten Jahr wenig Raupen.

Sitz das Laub auf den Bäumen
fest, so deutet es auf strengen Winter.

Heller Herbst deutet auf windigen,
viel Nebel auf schneereichen Winter.

Kornschaltung in Schaffhausen

1856.

Das Malter

Kernen	Fr. 35. — Rp.
Roggen	" 25. — "
Gersten	" 25. — "
Haber	" 41. — "

Weinrechnung:

Der Saum

Rother Wein	Fr. 48. — Rp.
Weißer	" 30. — "

Zeichen des Scorpions.

Dies Zeichen, das der Monde Lauf
herbei führt, muntert dazu auf,
Bemühe sich in deinen Lebenstagen
Beredt zu seyn, scharfsinnig und verschlagen,
Bewahre dich vor Nachtier, Zorn und Geiz,
Sie rauben dir der Freude hohen Reiz;
Wird in der Jugend schon dich Kreuz umschweben,
So wirst du glücklicher im Alter leben.

Jahrmärkte im Weinmonat.

Narau, ersten mittwoch.	Möhnang, mittw. v. Galli.
Ullensbach, zweiten donnerst.	Münster im S., den 21.
Altfrisch, donst. nach d. 18.	Neustadt auf dem Schwarzwald, auf Sim. Jud., 28.
Appenzell, mittw. n. Galli.	Nydau, letzten dienstag.
Basel, 28. (Sim. Jud.)	Olten, montag nach Galli.
Blumberg, donst. v. Sim. Jud.	Püffikon, 3. mont. Biebm.
Brugg, dienst. v. Sim. Jud.	Bruntrut, 3. montag.
Bülach, 1. dienst. n. S. Jud.	Nafz, montag nach Gallus.
Büren, 1. mittwoch.	Ramsen, dienst v. Allerheil.
Burgdorf, mittw. n. Galli.	Rapperswyl, mittw. v. Dion.
Büfingen, donst. v. A. H.	Nothwyl, auf Lukas, 18.
Dießenhofen, 2. montag.	Saanen, letzten freitag.
Eglisau, 2. mittw. Biebm.	Sarnen, 1. Tag nach Galli.
Einsiedeln, 1. mont.	Schaffhausen, 1. dienst. Biebm.
Emmendingen, dienst. v. S. J.	Schüpfen, 1. dienstag.
Engen, 2. mont. Biebm.	Schwyz, auf Galli, 16.
Feuerthalen, dienst. v. S. J.	Sempach, auf Sim. J., 28.
Glaach, letzten donnerstag.	Solothurn, dienst. n. Galli.
Glaetyl, zweiten montag.	Stammen, mont. n. Sim. J.
Frauenfeld, mont. n. Galli.	St. Gallen, samst. n. Galli.
Gais, ersten montag.	Stein, letzten mittwoch.
Glarus, den 10. und 27.	Stofach, donst. v. Galluns.
Gossau, ersten montag	Stühlingen, mont. n. Biebm.
Griechen, auf Sim. Jud., 28.	Thann im Elsäss, 2. mont.
Grosclaufenburg, a. Sim. Jud.	Thayngen, donst. n. Sim. J.
Herisau, mont. n. Burkhard.	Thengen, auf Sim. J., 28.
Hilzingen, Kirchweihmont.	Tuttlingen, dienst. v. Galli.
Hülfkirch, Kts. Luz., 2. mont.	Trogen, 2. montag.
Hüfingen, donst. v. d. Kirchwh.	Ueberlingen, auf Ursula, 21.
Knauau, ersten montag.	Unterhalau, mont. n. Galli.
Kyburg, den 23.	Unterseen, 2. mittw. u. 3. freit.
Lachen, ersten Dienstag.	Ury, donnerstag vor Galli.
Lauffenburg, Sim. Jud., 28.	Uznach, samstag nach Galli.
Lichtensteig, mont. v. Galli.	Villingen, Sim. Jud., 28.
Liestal, mittw. nach Lukas.	Wädenswyl, letzten donst.
Lottstetten, mont. n. Galli.	Waldshut, auf Galli, 16.
Luzern, dienst. n. Leodegar.	Wallenstadt, dienst. n. Galli.
Mahmünster, mont. n. Leod.	Willisau, mont. nach Galli.
Memmingen, am 29. Okt.	Wimmis, a. Bern, 1. u. 3. freit.
Pferd, Schaaf u. Hornvhw.	Winterthur, donst. v. Galli.
Meyenfeld, mont. n. S. J.	Wundt, 1. donst. Biebm.
Meyringen, donst. n. Galli.	Wohlen, mont. nach Kirchwh.
Milden, mittw. nach Galli.	Zofingen, 1. mittwoch.
Möhring, mont. v. S. Jud.,	Zug, dienstag n. Galli, zweit.
Mümliswyl, 3. mittwoch.	z. dienst. Jahr u. Biebm.

Von Uhren und Kalendern zu Sternwarten

Mit der Abwertung der Astrologie verringerte sich der Kontakt der Bevölkerung mit der Astronomie im Alltag. Die Zeitmessung hatte ihre Verbindung zur Astronomie schon viel früher verloren. Wo bis ins Mittelalter die Erdbe wegung als Grundlage zur Zeitbestimmung diente, z.B. bei Sonnenuhren, wurde man mit den immer präziseren mechanischen Uhren von der Himmelsbeobachtung unabhängig. Gleichzeitig entwickelte sich die Astronomie zu einer immer mathematischeren und elitäreren Wissenschaft. Mit der Ende des 19. Jahrhunderts aufkommenden Idee der Populärwissenschaft wurde der Versuch unternommen, den wachsenden Graben zwischen der gebildeten Bevölkerung und der wissenschaftlichen Elite wieder zu verkleinern. In diesem Geist entstanden die ersten Volkssternwarten. Unterdessen gibt es im deutschen Sprachraum über 100 von ihnen, dazu zahlreiche astronomische Vereine. Die Idee der Populärwissenschaft hat sich heute fest etabliert. Dabei hat sich auch die Distanz zwischen den professionellen und den Amateurastronomen wieder verkleinert. Nicht selten werden heute Kometen oder näher kommende Asteroiden von spezialisierten Laien entdeckt. Auch mit weniger Ausrüstung und Vorwissen ist die Mitarbeit an wissenschaftlichen Projekten für Hobbyastronomen möglich. In sogenannten «Crowd Science»-Projekten können Laien bei der Analyse von sehr grossen Datensätzen helfen, indem sie beispielsweise Galaxientypen auf Bilderserien des Hubble-Teleskops klassifizieren.

Die Sternwarte Schaffhausen ist zwar nicht an aktiven Forschungsprojekten beteiligt, dennoch bietet sie der Bevölkerung und den Schulen einen Verbindungspunkt zur Astronomie. Im Observatorium und im Planetarium kann der Himmel heute auf vielfältigere Weise beobachtet und erlebt werden, als dies in Schaffhausen in der Vergangenheit möglich war.

1.2 Die alte Sternwarte auf der Steig

MARCEL VETTER

1934

Hans Rohr schleift seinen ersten Spiegel von 17cm Durchmesser nach Anweisungen aus der amerikanischen Literatur.

1944

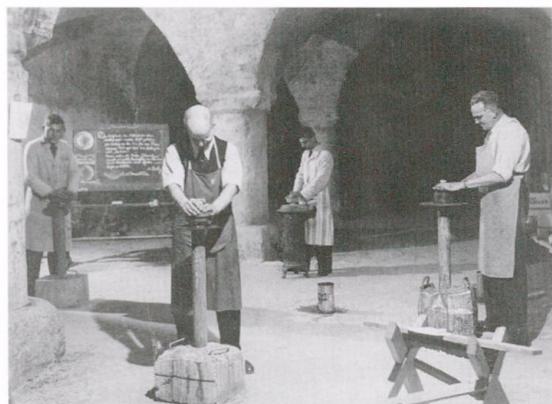
Im Dezember hält Hans Rohr vor der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen (NGSH) einen Vortrag mit dem Titel «Das Spiegelteleskop, das Fernrohr für Jedermann». Darauf bildet sich eine Astronomieinteressierte Gruppe innerhalb der NGSH.

1945

Die Astronomische Arbeitsgruppe der NGSH wird gegründet. Sie veranstaltet einen Diskussionsabend zur Durchführung eines Spiegelschleifkurses. In diesem sollen Teleskope, die zu jener Zeit nicht in der gewünschten Lichtstärke und zu einem erschwinglichen Preis gekauft werden konnten, selbst hergestellt werden.

Der erste Kurs startet im Juli mit 15 Teilnehmern im Keller des Hauses «zum Schneeberg» zwischen der

Bahnhofstrasse und der Vorstadt. Die Spiegelschleifer erhielten im Volksmund den Übernamen «Glaswürmer».



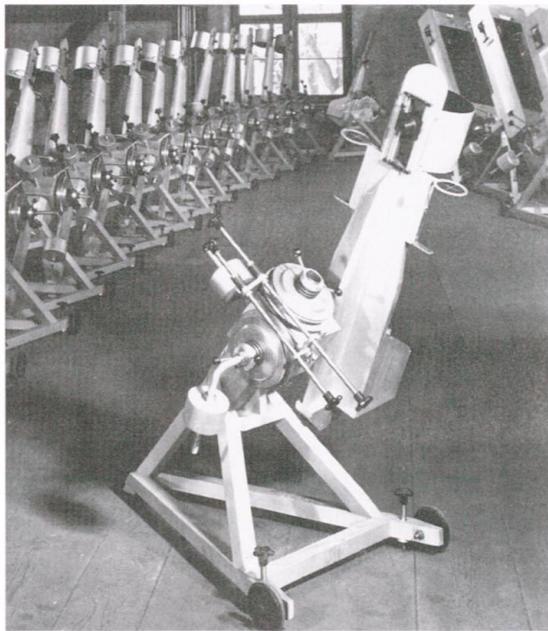
Im Keller des Hauses zum Schneeberg werden Spiegel geschliffen (1945)

BILD: PRIVATES ARCHIV MARCEL VETTER

Ein Problem stellte kurz nach Kriegsende das Beschaffen der notwendigen Materialien dar. Zement, beispielsweise, war streng rationiert und konnte von einem Teilnehmer gestiftet werden. Kalkbruchsteine zum Strecken des Betons wurden den Glaswürmern von einem Polier geschenkt. Ebenfalls schwierig war die Beschaffung der Okulare, da Deutschland als Lieferant ausgesunken war. Man fand jedoch eine kleine Schweizer Firma, die Okulare mit den gewünschten optischen Daten herstellen konnte.

1946

Der Kursteilnehmer Bernhard Bachmann stellt die «Schaffhauser Montierungen» für die selbstgebauten Teleskope vor, eine Eigenkonstruktion.



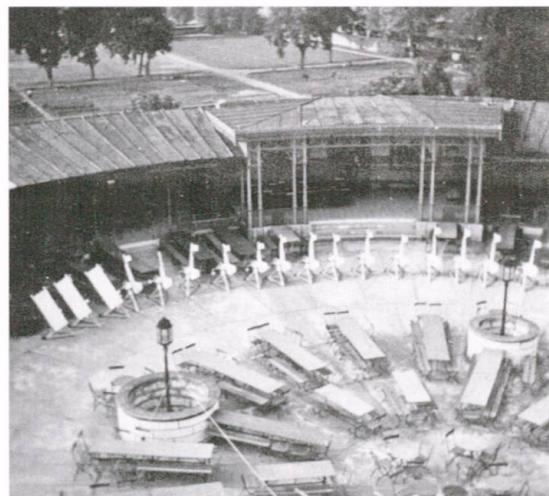
Schaffhauser Montierungen

BILD: PRIVATES ARCHIV MARCEL VETTER



Transport der Montierungen zum Munot

BILD: PRIVATES ARCHIV MARCEL VETTER



Teleskope aus den Schleifkursen auf der Munotzinne

BILD: PRIVATES ARCHIV MARCEL VETTER

Start des zweiten Spiegelschleifkurses mit 13 Teilnehmern in einem Keller der ehemaligen Luftschutzzentrale im Haus «zum Eckstein» am Platz, wo auch alle künftigen Kurse stattfanden.

1947

Auf der Munot-Zinne werden öffentliche «Sternabende» durchgeführt, an denen mit den selbstgebauten Instrumenten beobachtet wird.

1949

Hans Rohr schleift den 26 cm-Spiegel, der ab 1960 in der Sternwarte auf der Steig zum Einsatz kommt.

1951

Veranstaltung der zweiten öffentlichen «Sternabende», diesmal auf der Munotwiese.

1954

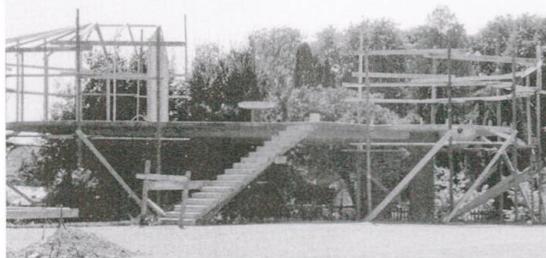
An einer Sitzung der NGSH wird ausführlich über den Bau einer «astronomischen Beobachtungsstation, auf der Steig, am Eingang des Steig-Friedhofes» diskutiert. Das war der Platz der alten Steigkirche, die im Krieg versehentlich bombardiert worden war.

1955

An einer Vorstandssitzung der NGSH werden erste Pläne und ein Budget von 70 000 Franken vorgelegt.

1957

Im Februar beginnt der Bau der Sternwarte.



Das Gerüst der entstehenden Sternwarte (1959)

BILD: PRIVATES ARCHIV MARCEL VETTER

1960

Im Mai findet die Eröffnung der Sternwarte statt. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 64 000 Franken. Stadt und Kanton bezahlten davon je 15 000 Franken.

Hans Rohr wird Leiter der Sternwarte. Hans Lustenberger, der massgeblich an der Planung der Sternwarte beteiligt war, konstruiert das Teleskop und seine Montierung.



Hans Rohr bei der Besichtigung des neuen Teleskops bei der Eröffnung der Sternwarte (1960)

BILD: PRIVATES ARCHIV MARCEL VETTER

1962

Die NGSH schenkt die Sternwarte der Stadt Schaffhausen. Die Stadt übernimmt somit die Betriebs- und Unterhaltskosten. Dies war von Anfang an geplant und Voraussetzung dafür, dass das Projekt realisiert werden konnte. Betrieben wird die Sternwarte von der Astronomischen Arbeitsgruppe der NGSH.



Hans Lustenberger erklärt den Gästen das Teleskop bei der Übergabe der Sternwarte an die Stadt (1962)

BILD: PRIVATES ARCHIV MARCEL VETTER

1969

Die Sternwarte Schaffhausen empfängt ihren 10 000sten Besucher.

1978

Hans Rohr stirbt im Alter von 82 Jahren.



Hans Rohr am Teleskop

BILD: PRIVATES ARCHIV MARCEL VETTER

1979

Hans Lustenberger wird Leiter der Sternwarte.

1986

Die bis anhin regelmässig durchgeführten Spiegelschleifkurse werden eingestellt. In den insgesamt 40 Kursen waren ca. 500 Spiegel fertiggestellt worden. Da immer mehr lichtstarke und preisgünstige Teleskope

gekauft werden konnten, war das Interesse am zeitaufwendigen Selbstschliff deutlich zurückgegangen.

1987

Im Schulungsraum wird ein Kleinplanetarium mit einem Kuppeldurchmesser von 2.5 Metern installiert. Dazu gehören ein einfacher Sternenprojektor und ein durchsichtiger Himmelsglobus.

1988

Martin Hänggi wird Leiter der Sternwarte.

1989

Die Sternwarte wird einer grossen Revision unterzogen. Die Handkurbel zur Öffnung des Kuppeldachs wird durch einen motorischen Antrieb ersetzt.

1993

Ein neues, grösseres Teleskop soll angeschafft werden. Die Wahl fällt auf einen 40 cm-Spiegel der Firma Zeiss, Jena. Die Herstellung des zugehörigen Rohrs erfolgt am Berufsbildungszentrum der SIG/GF, nach Plänen von Hans Lustenberger.

Hans Pletscher übernimmt die Leitung der Sternwarte. Er dürfte einigen Leserinnen und Lesern als Autor der «Sternenhimmel»- Kolumne der «Schaffhauser Nachrichten» bekannt sein.

1996

Das neue Teleskop wird in Betrieb genommen.

1998

Philipp Riesen wird Leiter der Sternwarte.

2004

Um etwas flexibler zu sein und auch einmal ausserhalb der Sternwarte beobachten zu können, wird ein zweites Instrument angeschafft, ein 35 cm-Schmidt-Cassegrain-Teleskop.

2011

Es treten vermehrt Probleme mit den Lagern, dem Nachführmotor und dem Getriebe des Newton-Teleskops auf, die auf Abnutzung zurückzuführen sind. Es wird entschieden, eine moderne, azimutale und somit computergesteuerte Montierung anzuschaffen.

Seit der Gründung der Sternwarte auf der Steig hatten sich die Bedingungen an diesem Standort verschlechtert. Die Bäume rund um die Sternwarte waren höher geworden und verdeckten den Blick auf den Himmel. Die hellere Straßenbeleuchtung und die Flutlichtanlagen der nahen Sportplätze führten zu einer wachsenden Lichtverschmutzung, wodurch die Nacht zeitweise beinahe zum Tag wurde. Durch die erhöhte Luftverschmutzung wurde dieser Effekt noch verstärkt. Außerdem waren auch die Räumlichkeiten der Sternwarte den Ansprüchen nicht mehr gewachsen. So war der Schulungsraum zu klein und nicht isoliert, es gab keine sanitären Anlagen, und das Observatorium bot nur Platz für ein einziges Teleskop. Es war der Zeitpunkt, sich auf die Suche nach einem neuen Standort zu machen.

1.3 Spiegel schleifen in den Kursen von Hans Rohr

MARCEL VETTER

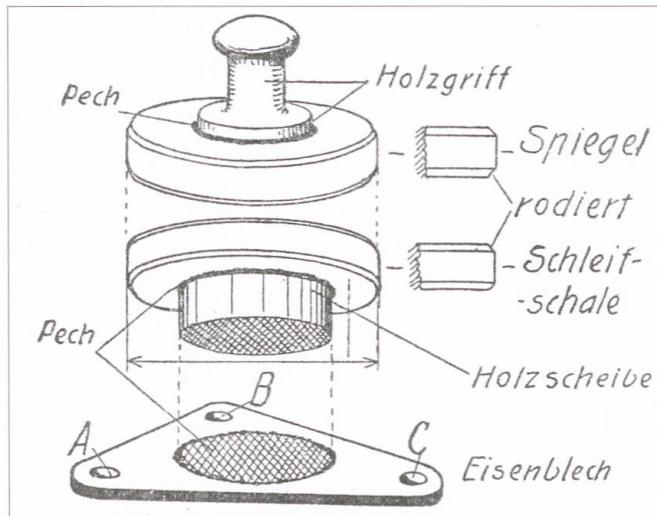


Marcel Vetter ist pensionierter Feinmechaniker. Während seiner Lehre lernte er 1966 Hans Lustenberger kennen und erfuhr so von den Spiegelschleifkursen. Mit dem erfolgreichen Schleifen seines eigenen Teleskopspiegels trat er der Astronomischen Arbeitsgruppe bei und blieb der Sternwarte seither treu.

Mitte der 1940er-Jahre veröffentlichte Hans Rohr sein Buch «Das Fernrohr für Jedermann», das in vielen Auflagen gedruckt wurde. An den Spiegelschleifkursen, die er leitete, wurde die Theorie in Praxis umgesetzt, und es wurden Spiegel von 15 cm Durchmesser geschliffen. Das Handschleifen von Spiegeln ist aufwendig und anspruchsvoll. Es können so Spiegel bis zu einem Durchmesser von etwa 40 cm geschliffen werden, danach wird der Aufwand enorm und die Materialien werden zu schwer für die manuelle Bearbeitung.

Um einen Spiegel zu schleifen, braucht man zunächst zwei runde Glasplatten. Die eine wird zum Spiegel, die andere zur sogenannten Schleifschale. Außerdem wird ein Schleifständer benötigt. Das ist normalerweise ein Betonsockel mit einem eingegossenen Stahlrohr, auf dem in ca. 90 cm Höhe ein Stahlsteller aufgeschweisst ist. Auf diesem Teller wird mit Pech ein Zwischenstück aus Holz und auf diesem wiederum die Schleifschale befestigt. An der Spiegel-Glasplatte wird mit Pech ein Handgriff angebracht.

Der Arbeitsraum sollte immer die gleiche Temperatur haben. Mindestens ab der Polierarbeit ist dies sehr wichtig, da bei den präzisen Messungen schon



Die Anleitung einer Schleifvorrichtung in Hans Rohrs Buch «Das Fernrohr für Jedermann»

BILD AUS: HANS ROHR, DAS FERNROHR FÜR JEDERMANN



Eine entsprechende Schleifvorrichtung im Gebrauch

BILD:PRIVATE ARCHIV MARCEL VETTER

kleinste Temperaturänderungen Konsequenzen haben können. Am besten eignet sich ein Keller. Die Beschreibung der Vermessung und Kontrolle des Spiegels mit speziellen Geräten würde in diesem Bericht zu weit führen. Ich beschränke mich somit auf das Schleifen.

Grobschliff (3–6 Std.)

Man beginnt mit dem Grobschliff. Dieser dient hauptsächlich dazu, einfach und schnell die gewünschte Tiefe der Höhlung zu erreichen. Man streut Karborundum mit einer 80er Körnung auf die Schleifschale und gibt etwas Wasser dazu. Die Spiegelplatte wird nun darauf gelegt und immer hin und her über den Rand der unteren Platte geschoben. Da die ganze Bearbeitung natürlich nicht nur in einer Richtung geschehen darf, dreht man den Spiegel während des Schleifens langsam unter den Händen, und gleichzeitig dreht man sich langsam, Schrittchen für Schrittchen, um den Ständer herum.

Die Spiegelplatte wird über ihre Mitte hinaus immer wieder über den Rand der Grundplatte bewegt, wodurch sie in der Mitte nach und nach ausgeschliffen wird. Andererseits wird die Kante der Grundplatte durch den Druck ebenfalls abgetragen. Die Spiegelplatte wird somit gegen innen gewölbt, also konkav, die Grundplatte wird gegen aussen gewölbt, also konvex. Je länger diese Hin- und Herbewegungen sind, je weiter man also über die Kante der Grundplatte schleift, desto tiefer wird die Innenwölbung des Spiegels. So kann man die Tiefe und damit die Brennweite des Spiegels beeinflussen.

An alle GLAS-Würmer

**Wir sind Gäste in diesen heiligen
Hallen. Der Gast hat Pflichten —
deshalb:**

1. Ordnung halten.
2. Nochmals Ordnung halten.
3. Carborundum ist kein Streusand.
4. Papier gehört in die Abfall-Kiste.
5. Wer "götschen" will, findet dazu am Platz-Brunnen Platz. Hier wird nicht gebadet.
6. Schleif-Würmer haben an Polier-Ständern und am Prüftisch nichts zu suchen, denn sie haben Carbo-Pfoten und Carbo-Flossen (die Würmer nämlich).
7. Besucher werden ebenso höflich wie dringend ersucht, mit den Augen und nicht mit den Fingern zu gucken.
8. Ein rediter Glas-Wurm leert seinen Kessel sorgfältig und holt Wasser für die anderen Würmer.
9. Wir sind unter den Füssen der hohen Polizei: Achtung — Polier-Rot-Sauce am Boden sieht sehr verdächtig aus. (Blut)
10. Der letzte Glas-Wurm ist verantwortlich für Lichterlöschen und Abgabe der Schlüssel an die Haus-Gewalt. Man sei höflich.
11. Diskussionen über gewöhlichere Thematik als Schrödingersche Wellen-Pakete und die Folgen von Heisenbergs Unbestimmtheits-Relation sind verpönt — und geben gern astigmatische Spiegel.
12. Kratzer sind verboten.

Für die ehrbare Gesellschaft der Schaffhauser Glas-Würmer anno 1946

Fritz Egger

Spiritus Rektor. Hoher Meister des
gekrümmten Raumes $x^2 + y^2 + z^2 + w^2 = r^2$

Hans Rohr

Schleif-Vater und 1. Hausknecht des
Etablissements. Auskunfts-Büro.

Die Hausordnung im Schleifkeller

BILD: PRIVATES ARCHIV MARCEL VETTER

Feinschliff (8–15 Std.)

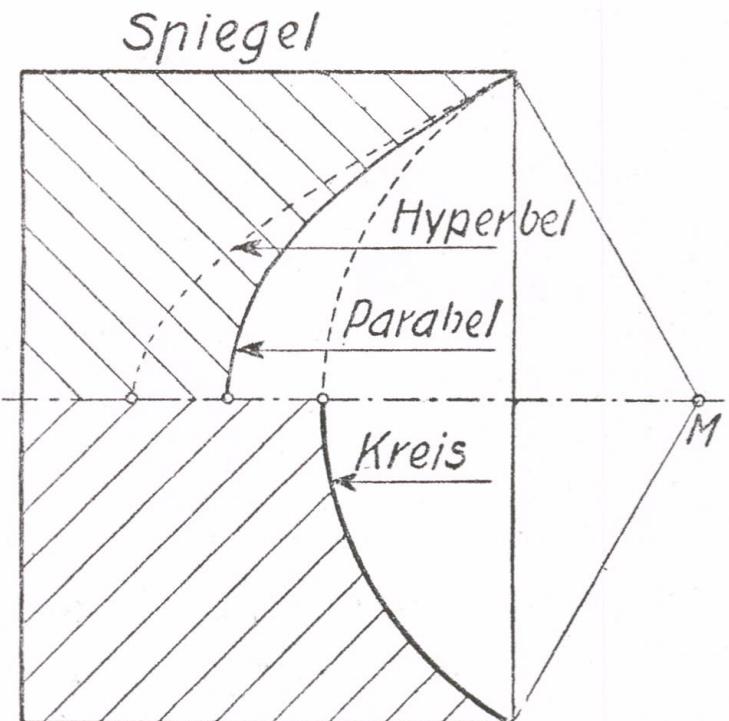
Hat man die gewünschte Tiefe erreicht, wechselt man zum Feinschliff. Hier geht es darum, die Oberfläche nach dem Grobschliff zu verfeinern und mit kleinen Korrekturen die ideale Form zu erreichen. Man beginnt mit 120er Karborundum. Je näher man der endgültigen Form kommt, umso feineres Schleifmittel wird verwendet, bis zum 800er. Darauf wird Feinst-Schmirgel angewendet. Es ist jeweils äußerst wichtig, beim Wechsel auf die feinere Körnung den Spiegel und alles, was mit ihm in Berührung kommt, sehr sauber zu waschen. Wenn nur ein einziges größeres Körnchen dabei ist, entstehen sichtbare Kratzer. Ein paar solcher Kratzer haben zwar auf die Qualität des Spiegels keinen Einfluss, aber man versucht natürlich trotzdem, sie zu vermeiden.

Politur (10–20 Std.)

Der Spiegel muss nun eine exakte, kugelförmige Höhlung haben. Man darf erst mit der Politur beginnen, wenn das erreicht ist. Mit dem Polieren kann man nur noch allerfeinste Korrekturen.

ren von 1/1000 bis 1/10 000 mm vornehmen. Beim Grob- und Feinschliff wird jeweils der Schleifsand zwischen den beiden Glasplatten hin und her «gerollt». Durch die scharfen Kanten der Sandkörner werden aus dem Glas feinste Splitter ausgebrochen. Beim Polieren benutzt man anstelle der gläsernen Grundplatte eine Pechschicht, welche auf die Grundplatte gegossen wird. Poliert wird mit sogenanntem Polierrot. Das sind Körnchen mit einem Durchmesser von ca. 1/1 000 mm. Diese rollen nun nicht mehr zwischen den Glasplatten, sondern werden in das Pech gedrückt und schneiden mit ihren scharfen Kanten die Unebenheiten der «rauen» Spiegeloberfläche ab.

Parabolisieren (reine Polierarbeit 10–30 min, abkühlen lassen mind. 1 Std.)
 Nun muss diese exakte Kugelform aber doch noch etwas korrigiert werden. Da ja die zu beobachtenden Objekte sehr weit entfernt sind (theoretisch fast unendlich), würden sich die Strahlen, die in der Spiegelmitte auftreffen, ca. 3 mm weiter entfernt zum Brennpunkt vereinen als diejenigen, die am Rand des Spiegels reflektiert werden. Mit dem Parabolisieren wird nun der Spiegel gegen die Mitte hin um ca. 3/10 000 mm vertieft, somit wird in diesem inneren Bereich der Radius etwas kleiner, und der Brennpunkt kommt auch hier, wie von jedem anderen Punkt der Spiegeloberfläche, auf exakt den selben Punkt zu liegen. Nur so ergibt sich schlussendlich ein scharfes Bild über die ganze Fläche. Bei dieser extrem präzisen Arbeit ist es wichtig, dass der ganze Spiegel eine einheitliche Temperatur hat. Schon die kleinste Erwärmung, verursacht durch das Festhalten des Spiegels mit den Händen, führt zur Ausdehnung des Materials. Um den endgültigen Schliff des Spiegels messen und überprüfen zu können, muss er daher zuerst komplett auskühlen. Muss der Schliff korrigiert werden, wiederholt sich das Abkühlen, bevor der Spiegel erneut vermessen werden kann.



Die Parabelform, die beim Schleifen eines Spiegels angestrebt wird
 BILD AUS: HANS ROHR,
 DAS FERNROHR FÜR JEDERMANN

Beschichten

Nach dem Parabolisieren ist der Spiegel fertig bearbeitet und muss nur noch beschichtet werden. Üblicherweise wird er dazu im Hochvakuum mit Aluminium bedampft. Da jedoch die wenigsten Amateurastronomen eine entsprechende Anlage zu Hause haben, überlässt man diesen Arbeitsschritt einem spezialisierten Betrieb.

Nach der Fertigstellung eines Spiegels war jeder Schleifer für dessen weiteres Schicksal zuständig. Für einige Spiegel wurden Rohre und Montierungen angefertigt, so dass sie zu vollständigen Teleskopen wurden. Andere wurden wohl nie weiterbearbeitet. Noch heute erreichen gelegentlich Anfragen die Naturforschende Gesellschaft, ob es für solche Spiegel, die bei Hausräumungen oder in Nachlässen auftauchten, noch eine Verwendung gebe.

1.4 Erinnerungen an die alte Sternwarte

MARTIN HÄNGGI



Martin Hänggi ist gelernter Chemielaborant und diplomierte Wirtschaftsinformatiker. Heute leitet er das SAP-Competence

Center der Flughafen Zürich AG. Er war von Kindheit an vom Sternenhimmel fasziniert und trat als 16-Jähriger der Astronomischen Arbeitsgruppe bei. In der neuen Sternwarte trägt er die Verantwortung für den Planetariumsbetrieb.

Am 24. Januar 1979 wurde in den Schaffhauser Nachrichten angezeigt, dass auf der Sternwarte auf der Steig ein Treffen zur Neuorganisation des Sternwartebetriebes stattfinden werde und dazu jedermann herzlich eingeladen sei. Da ich schon seit Jahren an der Astronomie interessiert war, dachte ich mir als 16-Jähriger, das wäre ein hervorragender Einstieg. Aber weit gefehlt! Vermutlich war ich der einzige Aussenstehende und mit Sicherheit der Jüngste. Da trafen sich im engen, kalten Blechhüttchen auf der Plattform neben dem Observatorium etwa

15 aus meiner Wahrnehmung alte, griesgrämige Hobby-Astronomen aus dem Raum Schaffhausen und stritten intensiv darüber, wie die Sternwarte in Zukunft organisatorisch betrieben werden sollte. Später realisierte ich dann, dass wohl aufgrund des Todes von Dr. h. c. Hans Rohr ein Führungsvakuum entstanden war und sich zwei Gruppen gebildet hatten: Die einen, welche mit der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen verbunden waren und die anderen, welche am liebsten völlig eigenständig geworden wären. Damals hatte ich an diesen Streitigkeiten kein Interesse – dafür an den hervorragenden Instrumenten im Observatorium, welche mir einen vertieften Einblick



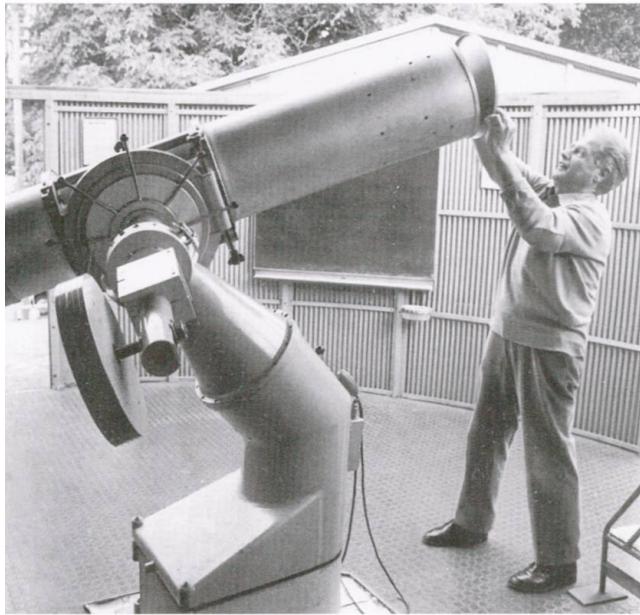
Die alte Sternwarte auf der Steig

BILD: ROLF HÖPLI

ins Universum versprachen. So kam es, dass ich mich noch am selben Abend bei der sich durchsetzenden Gruppe als Jungdemonstrator auf dem Observatorium anmeldete.

Die Koryphäen jener Zeit

In den kommenden Monaten verbrachte ich viele Abende mit den altgedienten Demonstratoren, welche mich in die Technik einführten und mir vertieftes Wissen über die Astronomie weitergaben. Allen voran war dies Hans Lustenberger. Er war jederzeit bereit und stand eifrig über jedem technischen Problem. Für mich wurde er so etwas wie ein «astronomischer Vater», und ich habe in den nachfolgenden rund 15 Jahren viel Technisches, Astronomisches und auch Menschliches von ihm gelernt. Unvergesslich waren die Buchhaltungsrevisionen in der heimeligen Stube der Familie Lustenberger: In zehn Minuten waren die paar Dutzend Buchungen und die Abschlüsse kontrolliert, und anschliessend verwöhnte uns die liebenswerte Frau Lustenberger immer mit einem einfachen Wienerli-Znacht und einem feinen Wein. Da-



Hans Lustenberger am alten 26 cm-
Newton-Teleskop (1987)

BILD: BRUNO BÜHRER



Werner Jäckle vor der Sternwarte im
Winter 1985

BILD: BRUNO BÜHRER

nach philosophierten wir über Gott und die Welt bis spät in die Nacht.

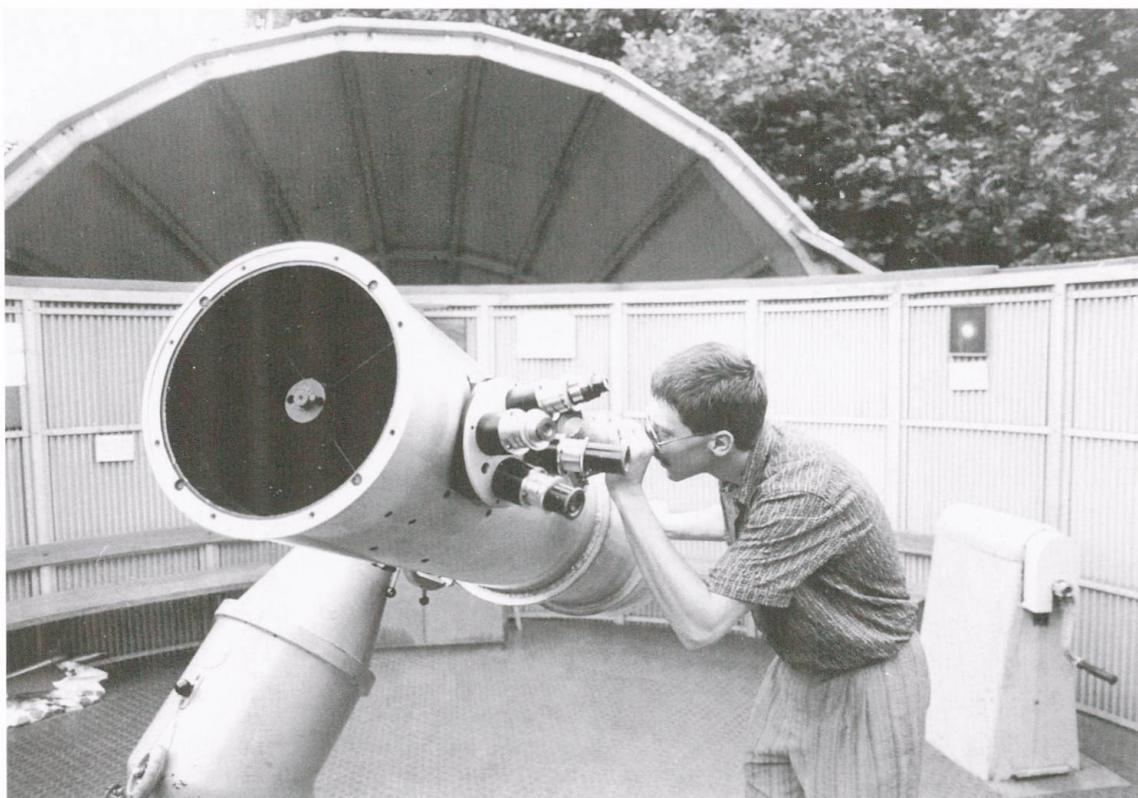
Über viele Jahre hinweg betreuten «Am-boss» Werner Jäckle und ich die Donnerstagabende auf der Sternwarte und führten in vielen kalten Nächten lange Gespräche. Er war es, der mich über die reine Wissenschaft zur Ehrfurcht vor dem Universum brachte. Und dann war noch ein stiller und überaus treuer Schaffer im Hintergrund: Werner Schmid. Er war immer bereit, einzuspringen und auszuhelfen. Der Höhepunkt unseres gemeinsamen Weges war, dass ich unter seiner Anleitung einen 15 cm-Teleskopspiegel schliff. Trotz unserer langjährigen Zusammenarbeit war es in diesen Jahren üblich, dass mich die «Alten» duzten, während ich sie siezte – auch als ich bereits weit über 30 Jahre alt war ...

Führungen geben

Der Ablauf eines öffentlichen Abends unterschied sich für den Demonstrator in den 80er-Jahren fundamental von heutigen Führungen. Zuerst stand Fitness auf dem Programm: Mit einer Handkurbel wurde die rund vier Tonnen schwere Kuppel um gut 120 Grad gekippt, wodurch in einer genialen Konstruktion der ganze Himmel freigegeben wurde (normalerweise hat eine Kuppel-Sternwarte nur eine Schlitzöffnung, durch die mit dem Fernrohr geschaut werden kann). Dank dieser anstrengenden Arbeit hatte der Demonstrator in den Regel die längste Ausdauer beim Ausharren in der Kälte. Niedrige Temperaturen waren denn auch der ärgste Feind, und die Sternwarte verursachte nicht nur klamme Finger und

kalte Füsse, sondern wohl auch einige Erkältungen bei schlecht gekleideten Gästen. Auch die nicht vorhandenen Toiletten waren oft eine Herausforderung.

Die Instrumentierung war für jene Zeit hervorragend. Das 26 cm-Spiegelteleskop war von äusserst guter Stabilität und Abbildungsqualität. Allerdings mussten, anders als heute, alle Himmelsobjekte von Hand eingestellt werden. Damals war das einzige Hilfsmittel eine modifizierte Uhr, welche um vier Minuten pro Tag verlangsamt wurde, sodass sie die Sternzeit anzeigte. Außerdem kam ein Texas-Taschenrechner zum Einsatz. Für jedes Objekt wurde in einem recht aufwendigen Verfahren zuerst die Deklination aus den entsprechenden Tabellenwerken manuell am Instrument eingestellt und anschliessend aus der Rektaszension und der aktuellen Sternzeit die Position errechnet. Darauf wurde das Fernrohr ebenfalls manuell in Position geschoben (wobei jeweils der Motor entkuppelt werden musste, damit die bereits eingestellte Deklination ja nicht mehr verschoben wurde). So kam es, dass man als Demonstrator einen grossen Vorteil hatte, wenn man wusste, wo die von Auge unsichtbaren Objekte am Himmel standen, und das Fernrohr mit



Martin Häggi als Jungdemonstrator (1987). Rechts hinter ihm die Kurbel zum manuellen Öffnen und Schliessen des Dachs

BILD: BRUNO BÜHRER



Eine Führung auf der Sternwarte

BILD: VERA FALK

Hilfe von vier Schrauben als Zielvisier gänzlich manuell ausrichten konnte. Im Idealfall konnte man sich so viele ehrfürchtige Ah's und Oh's vom Publikum holen, wenn das Objekt in weniger als einer Minute eingestellt war. Im weniger idealen Fall (wenn man das Objekt nicht auf Anhieb gefunden hatte und dann doch auf die Kalkulation zurückgreifen musste und erst nach 10 Minuten bereit war) begann das Publikum jeweils an der Kompetenz des Demonstrators zu zweifeln.

Über Jahrzehnte wurde der Betrieb jeden klaren Dienstag, Donnerstag und Samstag durch die Astronomische Arbeitsgruppe der Naturforschenden Gesellschaft sichergestellt. Seit dem Umzug in die neue Sternwarte wurde das ganze Betriebskonzept auf die neuen Möglichkeiten ausgerichtet. Zum Glück fanden sich immer wieder junge Hobbyastronomen, welche Freude daran fanden, die langsam abtretende alte Garde zu ersetzen. Diese Zusammenarbeit verschiedener Generation ermöglicht heute den Betrieb der Sternwarte. Um ihn auch in Zukunft erfolgreich weiterführen zu können, sind wir weiterhin auf interessierte Menschen angewiesen, die sich mit uns auf der Sternwarte engagieren möchten.

2 Die neue Sternwarte

2.1 Der Bau der neuen Sternwarte

SUSANNE NÄF, PETER SANDRI

Als wir 2009 von der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen den Auftrag bekommen, ein Projekt für die neue Sternwarte auszuarbeiten, freuten wir uns natürlich sehr. Schliesslich bekommt man als Architekt nicht oft die Gelegenheit, eine Sternwarte zu bauen. Nach der ersten Euphorie stellte sich aber bald einmal grosser Respekt vor der Aufgabe ein. Wir hatten ja keinerlei Erfahrung auf diesem Gebiet und auch keine Vorstellung davon, was eine gute Sternwarte ausmacht. Also mussten wir uns zuerst einmal in die speziellen Anforderungen eines solchen Gebäudes einarbeiten. Zusammen mit Philipp Riesen, Kurt Seiler und Marcel Vetter konkretisierten wir in den ersten Sitzungen das vage vorhandene Raumprogramm, schauten bestehende Sternwarten an und studierten auch einschlägige Literatur. Das Sternwarteteam hatte in den zwei Jahren vor der Auftragserteilung verschiedene Standorte sorgfältig auf ihre Eignung untersucht. Horizontfreiheit, Lichtimmissionen und Erreichbarkeit waren bei den «Drei Eichen» ideal. Nach langen Verhandlungen stellte die Stadt der Naturforschenden Gesellschaft ein Grundstück an bester Lage, oberhalb aller Bauzonen und am Rande der Landwirtschaftszone, zur Verfügung. Diese besondere Lage verlangte nach einem besonderen Gebäude! Wir waren uns dieser Verantwortung bewusst und wollten unser Bestes geben. Die Vorgaben aller beteiligten



Susanne Näf hat in Zürich Architektur studiert und arbeitet beim Architekturbüro Sandri ARCHITEKTEN. Sie war Mitglied des Teams, welches die Sternwarte entworfen und gebaut hat. Auch sie entschied sich, die Sternwarte weiterhin regelmässig zu besuchen und als Demonstratorin aktiv zu werden.



Peter Sandri ist Architekt SIA und Geschäftsinhaber des Architekturbüros Sandri ARCHITEKTEN, das auf modernes und energieeffizientes Bauen spezialisiert ist. Zusammen mit seinem Team hat er sich der Aufgabe angenommen, die neue Sternwarte zu bauen. Von dem Projekt kam er auch nach dem erfolgreichen Bauschluss nicht los und blieb der Sternwarte als Demonstrator erhalten.

Parteien mussten nun unter einen Hut gebracht werden. Keine leichte Aufgabe, denn neben den vielen Anforderungen und Vorschriften waren auch die Kosten zentral: Das Gebäude sollte nicht mehr als 950 000.–Franken kosten!

Ich spreche hier bewusst in der Mehrzahl, denn das Projekt der neuen Sternwarte ist das Resultat der Arbeit eines ganzen Teams: Zu Beginn waren Tina Wilck, Christoph Roost, Reto Wolf und ich daran tätig. Später kam dann noch Susanne Näf dazu, die heute auch als Demonstratorin bei der Sternwarte mithilft. Die ersten Projektskizzen entstanden schon bald nach der Konkretisierung der Aufgabe an einem internen Workshop. Jeder durfte seine Ideen, Vorstellungen und Visionen einbringen, alles war erlaubt und wurde intensiv diskutiert. Es wurde argumentiert, gestrichen, überarbeitet, gestritten, nochmals angepasst, wieder verworfen, neue Ideen eingebracht, skizziert und schliesslich eine erste Rohfassung als gemeinsamer Nenner ausgewählt. Die Idee eines soeben gelandeten Raumschiffs, mitten im Kornfeld stehend, überzeugte uns alle. Wer sie zuerst eingebracht hatte, weiss ich nicht mehr: Das war Teamwork! Allerdings musste auch noch die Bauherrschaft davon überzeugt werden. Die ersten Skizzen stiessen plötzlich auf Wider-



Die neue Sternwarte. Im Vordergrund ist das Observatorium mit dem waagrecht verschiebbaren Dach sichtbar

BILD: SANDRI ARCHITEKTEN



Die Sternwarte während dem Bau, hier am 7. Nov. 2011

BILD: SANDRI ARCHITEKTEN



Der Baufortschritt am 8. Dez. 2011

BILD: SANDRI ARCHITEKTEN

stand, sie waren vielleicht etwas zu frech und zu utopisch. Auch die Bauherrschaft brachte sich mit Ideen und Vorschlägen aktiv in den Prozess ein. Wir überarbeiteten unser Projekt einige Male, feilten es weiter aus und diskutierten es immer wieder. An einer gemeinsamen Besprechung wurden dann klare und weichenstellende Beschlüsse gefasst. Nun konnten wir mit der Baueingabe beginnen. Aber wie das bei öffentlichen Gebäuden fast immer der Fall ist, mussten die Kantonale Natur- und Heimatschutzkommission und die Stadtbildkommission auch hier ihre Kritiken anbringen. Wieder mussten wir um unsere Idee kämpfen. Letztlich wurde das Projekt aber am 18. August 2010 bewilligt.

Inzwischen hatten wir die Pläne weiter ausgearbeitet und erste Offerten eingeholt. Leider lagen die Gesamtkosten nun aber deutlich über dem ursprünglich vorgesehenen Betrag. Wir mussten nochmals über die Bücher bzw. über die Pläne gehen und Wege suchen, um das Budget einhalten zu können. Das Projekt wurde markant verkleinert und angepasst, in seiner Grundkonzeption jedoch nicht verändert. Wir arbeiteten weiter an den Details und tüftelten vor allem auch am grossen Schiebedach über dem Observatorium. In einem Kreativ-Workshop mit Mitarbeitern der Alusuisse entstanden sehr viele coole Ideen, aber leider noch keine bezahlbaren Lösungen. Erst später kamen wir dann auf die nun umgesetzte Variante mit den Kranbahnen, auf denen das gesamte Dach waagrecht von der Plattform weggeschoben werden kann. Daneben suchten wir mit der Bauherrschaft immer wieder intensiv nach weiteren Geldgebern, Sponsoren und Gönern, die unser Projekt auch finanziell unterstützten. Als Hauptsponsoren liessen sich die

Raiffeisenbank Schaffhausen, Stadt und Kanton Schaffhausen und die J.-C.-Fischer-Stiftung gewinnen. Ausserdem unterstützten zahlreiche Firmen, Handwerksbetriebe und Institutionen sowie Privatpersonen das Projekt.

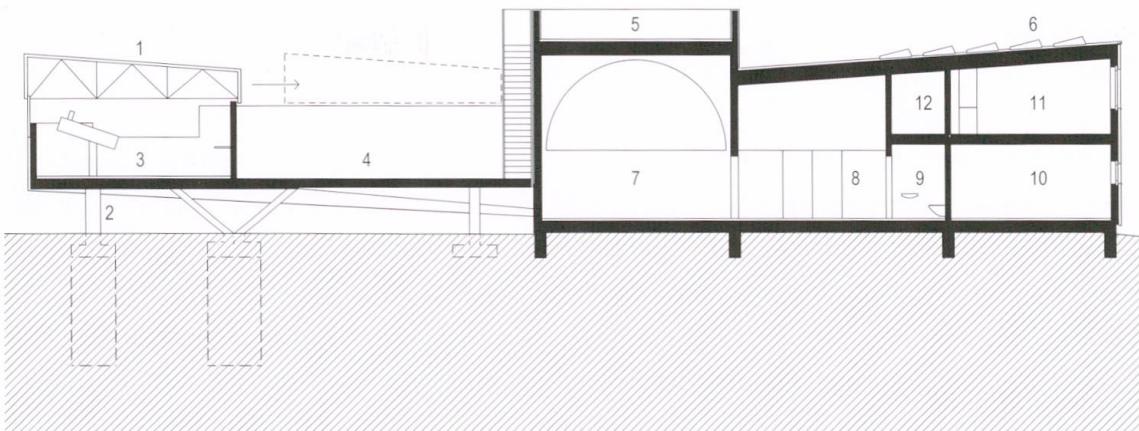
Fast auf den Tag genau ein Jahr nach der ersten Baubewilligung wurde das überarbeitete Projekt bewilligt. Am 15. September 2011 war es dann so weit: Wir konnten mit dem Bau beginnen! Der Baugrund bereitete uns bei den Fundationen noch ein paar kleine Probleme, aber am 25. November 2011 konnte der Holzbau bereits aufgerichtet werden. Der gesamte Bau wurde bis Ende April 2012, also in nur etwas mehr als sieben Monaten Bauzeit, fertiggestellt. Im Sommer 2012 kam dann noch der Ausbau des Planetariums hinzu, und der Umzug der Teleskope und Einrichtungen von der alten zur neuen Sternwarte musste organisiert werden. Bis zum Schluss verlief alles planmäßig. So konnten wir am 8. September 2012, nach rund dreieinhalb Jahren Planungs- und Bauzeit, die neue Sternwarte offiziell eröffnen und der Bauherrschaft übergeben. Die Baukosten konnten dank der grosszügigen Unterstützung vieler Firmen und Handwerker im Rahmen des bewilligten Kostenvoranschlages von rund 1 300 000.– Franken eingehalten werden.

Ganz besonders beeindruckt hat mich an diesem Projekt die Faszination, die es bei allen beteiligten Personen auslöste. Es zog nicht nur mich selber in seinen Bann, es schweisste auch die Astronomische Arbeitsgruppe wieder zu einer grossen Gruppe zusammen. Ihre Mitglieder geben heute mit sehr viel Eifer und Freude ihr faszinierendes Wissen an unzählige Besucher weiter.

Die Konstruktion

Die 40 Meter lange Sternwarte besteht aus drei Gebäudeteilen, die mit einer umlaufenden Holzfassade gefasst sind. Gegen Norden sind die beheizten Räume angeordnet, gegen Süden die Beobachtungsplattform mit den Teleskopen. Dazwischen befindet sich ein offener, aber gut geschützter Bereich, der für verschiedene Aktivitäten genutzt werden kann. Er bildet ein Wechselspiel zwischen dem Gebäude, der Natur und dem Sternenhimmel. Die Aufständerung und der dunkle Sockel lassen das Gebäude über dem Kornfeld schweben.

Die Beobachtungsplattform steht auf Stützen und ist thermisch und statisch vom übrigen Gebäude getrennt. Die beiden Hauptteleskope sind komplett freistehend und unabhängig vom Gebäude fundiert, um Schwingungsübertragungen der Besucher zu vermeiden. Die Beobachtungsplattform ist mit einem rund sechs Tonnen schweren Schiebedach aus Stahl und Aluminium überdacht. Der beheizte Teil der Sternwarte ist als Holzsystembau vorfa-



Längsschnitt der Sternwarte

BILD: SANDRI ARCHITEKten

1	Schiebedach	8	Foyer
2	separat verankertes Fernrohr	9	WC-Anlage
3	Beobachtungsplattform	10	Schulungsraum
4	Zwischenplattform	11	Aufenthaltsraum
5	Dachterrasse	12	Lüftungszentrale
6	Photovoltaikanlage	7-12	beheizter Teil
7	Planetarium		

briziert und steht auf einer massiven Betonplatte. Er ist mit einer vertikalen Lattung und Aluminiumblechen verkleidet. Beim Bau wurde unter dem Stichwort «reduce to the max» konsequent die Reduktion auf das Wesentliche gesucht. Nichts an der Sternwarte ist überflüssig, überinstrumentiert oder gar als Luxus zu bezeichnen.

Die Sternwarte wird mit einer Erdsonden-Wärmepumpe beheizt. Die Wärmeverteilung erfolgt über eine Bodenheizung im Erdgeschoss. Sie wird zusammen mit einer einfachen Komfortlüftung von einer 5 kWp¹ -Photovoltaikanlage auf dem Dach gespeist. Die gedämpfte Beleuchtung wird von Minergie-FL-Leuchten und kleinen LED-Leuchten gewährleistet. Sie minimiert einerseits den Energiebedarf und erlaubt den Augen der Sterngucker andererseits ein einfacheres Gewöhnen an die Dunkelheit. Die Sternwarte ist Minergie-zertifiziert und energetisch praktisch autark.

1 Kilowatt-Peak (kWp) steht für die elektrische Spitzenleistung bei Photovoltaik-Anlagen. Damit werden ca. 5000 kWh Strom pro Jahr erzeugt, was etwa dem Verbrauch eines 5-Personen-Haushalts entspricht.

2.2 Die Teleskope

MARCEL VETTER

Die Funktion von Teleskopen

Der Zweck eines Fernrohrs ist es, möglichst viel Licht zu sammeln, und natürlich auch zu vergrössern. Grundsätzlich funktionieren alle Teleskope gleich: Das Licht eines weit entfernten Objekts wird zu einem Brennpunkt gebündelt. Hinter dem Brennpunkt entsteht ein reelles, umgekehrtes Bild des Objekts. Hält man eine Mattscheibe dorthin, kann man dieses Bild betrachten. Da man dieses aber noch vergrössern will, betrachtet man es mit einer «Lupe», dem Okular. Dann ist die Mattscheibe dazwischen nicht mehr nötig, denn deren Funktion übernimmt die Netzhaut des Auges.

Es gibt zwei Arten von Teleskopen. Beim Linsenteleskop (Refraktor) ist der ganze optische Ablauf in einer Reihe. Zuerst kommt die Lichtquelle, dann die Linse, dann der Brennpunkt, gefolgt von der Linse des Okulars und schliesslich der Netzhaut des Auges. Man schaut also «von hinten» durch das Teleskop.

Linsenteleskope haben jedoch verschiedene Nachteile:

- Die Herstellung ist sehr komplex. Das Glas einer Linse muss von beiden Seiten her geschliffen werden. Da die verschiedenen Wellenlängen des weissen Lichts unterschiedlich stark gebrochen werden, entstehen Farbsäume um das vergrösserte Objekt herum. Um diesen Fehler zu korrigieren, muss man verschiedene Linsen hintereinander fügen.
- Grosse Linsen werden wegen des «Bauches» sehr schwer. Sehr grosse Linsen können sich beim Kippen des Teleskops durch ihr Eigengewicht verformen. Die grössten Linsenteleskope haben daher einen Durchmesser von höchstens einem Meter.

Bei einem *Spiegelteleskop* (Reflektor) fallen die Lichtstrahlen auf einen Parabolspiegel und werden dann zurückgeworfen zum Brennpunkt, der sich jedoch im Strahlengang des einfallenden Lichts befindet. Man kann das gespiegelte Bild nicht in der Brennebene durch ein Okular betrachten, da man ja den Kopf zwischen das einfallende Licht und den Spiegel halten müsste.

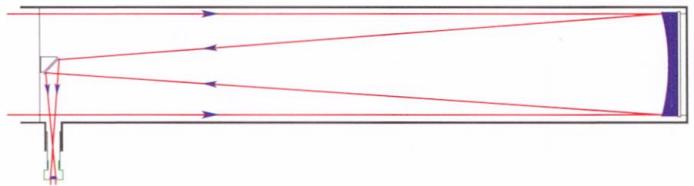
Bei einem Newton-Teleskop wird dieses Problem gelöst, indem ein kleiner Spiegel mit elliptischem Umriss (genannt Fangspiegel) kurz vor dem Brennpunkt in den Strahlengang montiert wird, sodass der Lichtkegel im 90°-Win-

kel seitlich aus dem Rohr herausgelemt wird. Das Okular ist also vorne an der Rohrseite angebracht.

Ein Cassegrain-Teleskop verfügt ebenfalls über einen Fangspiegel. Dieser lenkt das Licht jedoch nicht um 90° zur Seite, sondern wirft es zurück, durch ein Loch im Hauptspiegel. Das Okular befindet sich somit auch hinter dem Rohr, wie beim Linsenteleskop. Dadurch, dass der Strahlengang «gefaltet» ist, wird die Länge des ganzen Instruments bedeutend kürzer als bei der Newton-Bauweise.

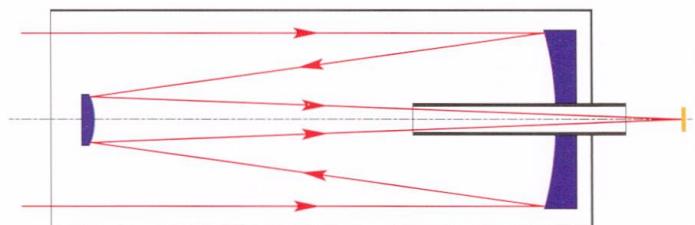
Spiegelteleskope haben die folgenden Vorteile:

- Die Herstellung ist einfacher als die von Linsenteleskopen. Einerseits ist der Schleifvorgang weniger komplex, da der Spiegel konkav anstatt konvex ist. Andererseits muss nur eine Seite bearbeitet werden. Die Rückseite des Spiegels kann zur Montage verwendet werden.
- Alle Wellenlängen des weissen Lichts werden genau gleich reflektiert, so dass keine Farbabweichungen entstehen.
- Es können sehr viel grössere Spiegel hergestellt werden als Linsen. Die grössten Spiegelteleskope haben Durchmesser von über acht Metern. Noch grössere Flächen können durch das Segmentieren der Spiegel erreicht werden. Bei diesem Vorgang wird ein Spiegel aus mehreren sechseckigen Segmenten zusammengesetzt. So kann eine Grösse von über zehn Metern erreicht werden. Solche Teleskope stehen z.B. auf der Kanareninsel La Palma (10.4 m-Spiegel) oder im Mauna Kea-Observatorium auf Hawaii (zwei 10 m-Spiegel).



Der Strahlengang eines Newton-Teleskops

BILD: MARCEL VETTER



Der Strahlengang eines Cassegrain-Teleskops

BILD: MARCEL VETTER



Ein segmentierter Spiegel wird zusammengesetzt

BILD: WIKIMEDIA COMMONS



Der Spiegel des Weltraumteleskops Hubble wird geschliffen (1979). Er hat einen Durchmesser von 2,4 Metern

BILD: WIKIMEDIA COMMONS

Die Rolle der Montierungen

Die Montierung hat die Aufgabe, das Teleskop zu halten und um zwei Achsen zu bewegen, sodass jeder Punkt am Himmel erreichbar ist. Sie muss sehr massiv und stabil sein, denn bei starker Vergrößerung lässt schon die kleinste Erschütterung oder das Berühren des Instruments das Bild erzittern. Da sich die Erde unter dem Fixsternhimmel nach Osten dreht, und mit ihr das Teleskop, verschwinden die Sterne laufend aus dem Gesichtsfeld des Fernrohrs. Die Montierung muss diese Drehung kompensieren und sich gegen Westen drehen, damit der Stern im Blickfeld bleibt.

Auch bei der Montierung gibt es zwei Arten. Bei der parallaktischen Montierung steht eine Achse parallel zur Erdachse und wird motorisch mit gleichmässiger Geschwindigkeit angetrieben. Mit dieser Achse wird die Position des Objekts in der Ost-West-Richtung eingestellt. Die zweite Achse steht im rechten Winkel dazu, um die Position in Nord-Süd-Richtung einzustellen. Sie hat nichts zu tun mit der Nachführung. Ist das Objekt im Bild, wird sie arretiert.

Bei der azimutalen Montierung steht eine Achse senkrecht zur Erde, die andere horizontal dazu (also wie ein T). Das Teleskop muss um beide Achsen

gedreht werden, um ein Objekt im Blickfeld halten zu können. Diese komplexen Bewegungen sind nicht konstant und müssen von einem Computer ausgeführt werden. Der Vorteil der Montierung ist jedoch, dass sie viel einfacher zu bauen und bedeutend stabiler ist. Außerdem muss sie nicht in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet werden. Deshalb haben heutzutage alle grossen Teleskope eine azimutale Montierung.

Die Teleskope der Sternwarte

Das Newton-Teleskop

Das «Newton» ist heute unser Hauptteleskop auf der Sternwarte und mit seinem 40cm-Spiegel und der Brennweite von 200cm ist es auch das grösste. Da es sich Schritt für Schritt aus dem ersten Teleskop von Hans Rohr entwickelt hat, entspricht es immer noch der Bauart nach Newton. Das bedeutet, dass das Okular vorne seitlich am Rohr angebracht ist, und zwar in einem sogenannten Okularrevolver. Dabei sind auf einer runden, drehbaren Platte vier Okulare verschiedener Brennweite eingesetzt. Man kann durch das Drehen dieser Platte das gewünschte Okular in Position bringen. Der Nachteil des «Newton» ist, dass das Okular bei der Beobachtung je nach Ausrichtung weit oben ist. Eine rollbare Podestleiter schafft in solchen Fällen Abhilfe. Die Steuerung erfolgt durch einen Computer, der neben dem Teleskop steht. Eine selbst entwickelte Software und das Programm «Stellarium» stellen Objektkataloge zur Verfügung, aus denen per Doppelklick ein Himmelskörper ausgewählt werden kann. Darauf setzt sich das Teleskop automatisch in Bewegung – ein grosser Zeitgewinn gegenüber dem mühsamen Berechnen der Koordinaten und manuellen Ausrichten früherer Zeiten.



Newton-Spiegelteleskop

BILD: BEAT KELLER

Das Schmidt-Cassegrain-Teleskop

Das Schmidt-Cassegrain-Teleskop der Marke Meade hat einen Spiegeldurchmesser von 35 cm und eine Brennweite von 3.5 m. Im Gegensatz zu einem Cassegrain-Teleskop verfügt es über eine Korrekturlinse am oberen Rohrende. Diese lenkt die Lichtstrahlen nicht gerade, sondern ganz leicht geknickt auf den Spiegel. Dadurch braucht dieser keinen Parabelschliff und hat stattdessen eine einfache Kugelform. Das Teleskop kann vom selben Computer aus gesteuert werden wie das «Newton». Alternativ verfügt es über eine eingebaute Fernbedienung in Form einer Handbox. Es ist parallaktisch montiert und eignet sich somit auch für die Fotografie. Durch den aufsetzbaren Weisslichtfilter kann das Teleskop zur Sonnenbeobachtung genutzt werden.

Der Refraktor

Der Refraktor ist, wie die Bezeichnung verrät, ein Linsenfernrohr. Er hat einen Durchmesser von 127 mm und eine Brennweite von 1200 mm. Er ist parallaktisch montiert, hat in beiden Achsen einen Antriebsmotor und kann über eine Handbox auf die zahlreichen gespeicherten Objekte ausgerichtet werden.

Das Grossfernglas

Das Grossfernglas hat 2x100 mm Öffnung und einen 90°-Einblick. Da es ein grosses Gesichtsfeld hat, ist es besonders geeignet für grossflächige Objekte, z. B. den Mond, die Plejaden oder andere offene Sternhaufen. Da man beidäugig schaut, ist es komfortabler als ein Teleskop, das ja nur ein Okular hat. Der 90°-Einblick gestattet ein bequemes Beobachten, auch wenn das Objekt sehr hoch am Himmel steht. Ausserdem können auch hier Okulare mit unterschiedlichen Brennweiten eingesetzt werden.

Das H-Alpha-Sonnenteleskop

Das «Coronado MaxScope 70»-Sonnenteleskop verfügt über einen Filter, der nur Licht mit einer ganz bestimmten Wellenlänge durchlässt. Dadurch kann man auf der Sonne die Granulation (körnige Struktur der Oberfläche) erkennen sowie Sonnenflecken und – was besonders eindrücklich ist – Eruptionen am Sonnenrand.



Schmidt-Cassegrain-Spiegelteleskop BILD: MARCEL VETTER



Linsenteleskop BILD: BEAT KELLER



Grossfernglas

BILD: MARCEL VETTER



H-Alpha-Teleskop BILD: MARCEL VETTER

Die «Meade LightSwitch GoTo»-Teleskope

Von diesen kleinen Teleskopen mit einem Spiegeldurchmesser von 152 mm und einer Brennweite von 1524 mm hat die Sternwarte drei Stück. Diese Instrumente sind mobil und können überall aufgestellt werden. Nach dem Einschalten richten sie sich selbstständig aus, dank GPS-Sensoren und einer eingebauten Optik, die Sternbilder erkennt. Nach ein paar Minuten sind sie geeicht und einsatzbereit. Damit können die Besucher aus Gruppen oder Schulklassen selbst versuchen, sich mit dem Teleskop zurechtzufinden.

Die Entwicklung einer eigenen Teleskop-Steuerung

URS MAURER



Urs Maurer ist Systemtechniker und entwickelt Software für industrielle Anwendungen. Sein Interesse an der Astronomie wurde

geweckt, als er ein kleines Teleskop, das er seinem Schwiegervater zur Pensionierung geschenkt hatte, zum ersten Mal auf den Himmel richtete. In der Sternwarte ist er der «Daniel Düsentrieb», der regelmässig kleinere und grössere Probleme an den Teleskopen löst.

Vor der Eröffnung der neuen Sternwarte wurde beschlossen, das altbewährte Newton-Teleskop auch am neuen Standort einzusetzen.

Um die Himmelsbeobachtung für Demonstratoren und Besucher zu verbessern, sollte die bisherige parallaktische Montierung durch eine neue azimutale ersetzt werden. Weil das «Newton» viel schwerer ist als Geräte im Hobbybereich, konnte auf dem Markt keine passende Steuerung gefunden werden. So beschlossen wir schliesslich, selbst eine Steuerung zu entwickeln.

Die bereits eingekaufte Montierung positioniert das Teleskop mit Hilfe von zwei Schrittmotoren je über ein Schneckengetriebe. Schrittmotoren drehen nicht kontinuierlich, sondern mit jedem Schritt um einen definierten Winkel. Eine Umdrehung der Motorenachse benötigt 3200 Schritte. Das Getriebe des «Newton» hat eine Untersetzung von 240×8 zu 1. Dies ergibt 6 144 000 Schritte für eine 360° -Drehung. Durch diese feine Abstufung wird eine ruckelnde Bewegung des Teleskops beim Beobachten von Himmelsobjekten auch bei starker Vergrösserung verhindert.

Die Motoren können mit maximal 100 000 Schritten pro Sekunde bewegt werden. Dies bedeutet, dass das Teleskop in ca. 30 Sekunden um 180° schwenken kann.



Das Schneckengetriebe, mit dem das Newton-Teleskop bewegt wird

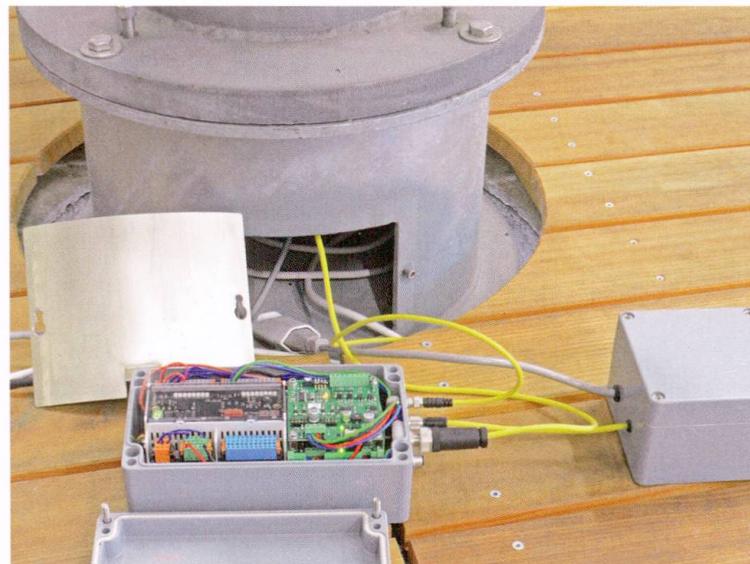
BILD: ROLF HÖPLI

Ein Steuercomputer berechnet den genauen Zeitpunkt für jeden Schritt und erzeugt die entsprechenden Signale für die Verstärkerelektronik, welche passend beim Motorenhersteller eingekauft werden konnte. Die Information, wohin und wie schnell sich das Teleskop bewegen soll, erhält der Steuercom-

puter von einem zu diesem Zweck entwickelten Programm. Dieses erlaubt dem Demonstrator die Auswahl eines Himmelskörpers aus einer Liste, in welcher sich alle momentan über dem Horizont stehenden und zur Beobachtung geeigneten Objekte befinden. Ist ein Objekt ausgewählt, kann das Teleskop per Knopfdruck darauf ausgerichtet werden.

Damit das Objekt immer in der Mitte des Okulars sichtbar bleibt, wird das Teleskop so bewegt, dass die Erdbewegung gegenüber dem Sternenhimmel ausgeglichen wird. Um die gewünschte Genauigkeit zu erreichen, müssen unter anderem auch das Taumeln der Erdachse (Präzession) oder die atmosphärische Brechung (Refraktion) berücksichtigt werden. Am einfachsten gestaltet sich die Berechnung bei weit entfernten Objekten wie Sternen oder Galaxien. Dort kann die Bewegung der Erde um die Sonne vernachlässigt werden, denn die Entfernung der Erde zur Sonne ist im Vergleich zur Distanz zu diesen Objekten sehr klein.

Die Berechnung der Planetenpositionen ist um einiges schwieriger. Einerseits gelten für die Bewegung der Planeten die von Johannes Kepler gefundenen Gesetze. Anderseits müssen die Gravitationskräfte zwischen den Planeten berücksichtigt werden. Dies führt zu komplizierten numerischen Verfahren, die zur Anwendung kommen. Noch schwieriger wird es beim Mond, obwohl er uns am nächsten ist – oder grade darum. Der Mond hat eine exzentrische Bahn und weicht um bis zu 6.3° von seinem mittleren Ort ab. Dies wird als grosse Ungleichheit bezeichnet. Außerdem gibt es eine weitere Unregelmässigkeit von etwa 1.3° , die von der gegenseitigen Stellung von Sonne und Mond abhängig ist und Evektion genannt wird. Zudem gibt es zahlreiche andere Störungen. Heute sind insgesamt über tausend davon bekannt. Neben all diesen Schwankungen ist auch eine langsame Drehung der Mondbahnebene zu berücksichtigen. Ihre Schnittlinie mit der Ekliptik dreht sich in 18.6 Jahren um 360° . Im Weiteren dürfen die planetarischen Störungen durch Jupiter und Venus nicht vernachlässigt werden.



Einbau in den Sockel des Newton-Teleskops:
Steuercomputer mit Verstärkerelektronik

BILD: ROLF HÖPLI

All diese Faktoren musste unsere Steuerung berechnen können. Das Buch «Astronomie mit dem Personal Computer» von Oliver Montenbruck und Thomas Pfleger war bei diesen Rechnungen eine grosse Hilfe. Eine grosse Aufgabe war die Entwicklung der Steuerung dennoch – sie nahm rund tausend Arbeitsstunden in Anspruch.

Der Vorteil einer selbst gebauten Steuerung ist, dass sie weiterentwickelt werden kann – aktuell, um die Beobachtung erdnaher Objekte wie Asteroiden und Kometen oder auch künstlicher Satelliten zu ermöglichen. Diese bei starker Vergrösserung zu verfolgen ist eine Herausforderung. Erstens müssen die aktuellen Bahndaten vom Internet geladen werden, zweitens ist die genaue Uhrzeit sehr wichtig. Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, dass die ISS weniger als eine halbe Sekunde braucht, um ein halbes Bogengrad, was etwa dem Monddurchmesser entspricht, am Himmel zurückzulegen. Mit Hilfe einer Funkuhr, welche die Zeit von der Atomuhr in Frankfurt empfängt, wird auf dem PC eine Genauigkeit unter einer Hundertstelsekunde erreicht.

2.3 Das Planetarium

MARTIN HÄNGGI

Mit dem Neubau der Sternwarte Schaffhausen im Jahr 2012 wurde auch ein modernes Planetarium mit 25 Sitzplätzen integriert, welches – unabhängig von Tageszeit und Wetter – erlaubt, beliebige virtuelle Ausflüge in unser Sonnensystem und ins ganze Weltall zu unternehmen. Die Zuschauer sitzen unter einer sechs Meter durchmessenden Kuppel und wähnen sich so inmitten des Geschehens mit einer 360°-Rundum-Sicht. Während es für Schulen sehr angenehm ist, zu regulären Schulzeiten einfach das Schulzimmer ins Planetarium zu verlegen, bringt vor allem die Wetterunabhängigkeit des Planetariums eine grosse Konstanz und sehr gute Planbarkeit der Anlässe auf der Sternwarte. Aktuell werden pro Woche fünf bis sechs Anlässe mit dem Planetarium durchgeführt. Dieses leistet damit einen grossen Beitrag zur Bestreitung der allgemeinen Unterhaltskosten.

Die Möglichkeiten des Planetariums

Selbstverständlich ersetzt das Planetarium auf keinen Fall den Live-Blick durch das Teleskop auf die astronomischen Wunder der Schöpfung. Aber es ist eine hervorragende Ergänzung, weil sich der Zuschauer in den drei Raumdimensionen plus der Zeitdimension mit beliebiger Geschwindigkeit bewe-



Besucher im Planetarium

BILD: ROLF HÖPLI

gen kann. So können wir zum Beispiel den Flug mit der Apollo-Mission zum Mond nachempfinden, uns mit der Voyager-Sonde an den Rand unseres Sonnensystems begeben, oder wir fliegen völlig losgelöst von Raum und Zeit zur Sterngruppe der Plejaden, umkreisen diese und schauen zurück zu unserer Sonne. Viele andere Objekte in unserer Galaxie laden zu virtuellen Reisen ein. Wir können sogar unsere Galaxie verlassen, um die fast unendliche Anzahl an Galaxien im Universum zu erahnen. Dabei sind wir nicht einmal an die Grenze der Lichtgeschwindigkeit gebunden – bei uns ist die fiktive Überlichtgeschwindigkeit «Realität».

Die Software «Digital Sky 2» von der Firma Sky Skan enthält umfangreiche Datenbanken mit vielen tausend astronomischer Objekte und Bilddaten, welche von zwei Computern als Vektorgrafiken gerechnet, gerendert und von einem leistungsstarken Projektor mit einer mächtigen optischen Linse in den Dom projiziert werden. Es sind sämtliche bekannten Sonnensystemobjekte, der ganze von der Erde aus beobachtbare Himmel und auch viele Modelle von Raumsonden vorhanden. Zusätzlich haben wir von der gesamten Erde, dem Mond und dem Mars die räumlich darstellbaren GIS-Daten und können so über realitätsnahe Oberflächen dieser Himmelskörper fliegen. Alle

astronomischen Objekte in der Datenbank sind gespeichert mit ihren genauen Koordinaten sowie ihren spezifischen Eigenbewegungen im Raum. Daraus lässt sich mit dem leistungsfähigen Computersystem der Standort dieser Objekte im virtuellen Universum zu einem beliebigen Zeitpunkt errechnen und darstellen. Reisen wir in der Zeit zurück oder vorwärts, ändern sich die Positionen entsprechend. Selbstverständlich werden die Datenbanken laufend entsprechend den neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen aktualisiert.

Damit wird auch ersichtlich, dass die Handhabung dieser riesigen Datenbanken und die Darstellung der astronomischen Objekte im nahezu unendlichen Raum äußerst anspruchsvoll sind. Manch einer von den Operatoren hat sich schon mal im Weltraum verirrt, wenn er in wenigen Sekunden Lichtjahre weit gereist ist.

Dazu kommt während einer Vorführung die zusätzliche Herausforderung, Wissen und Informationen inhaltlich korrekt und didaktisch ansprechend zu vermitteln, während mit Hilfe von musikalischer Unterlegung eine angenehme Grundstimmung erzeugt werden soll. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, musste eine breite Basis an ehrenamtlich arbeitenden Operatoren geschult werden. Nur so können die rund 270 Anlässe pro Jahr durchgeführt und die rund 5000 Besucher zufriedengestellt werden. Wir haben uns darum entschieden, vorgefertigte Shows zu programmieren, welche von den Operatoren möglichst einfach präsentiert und kommentiert werden können.

Die Entstehung einer Show

Aktuell haben wir vier Teammitglieder, welche sich vertieft mit dem System und der Programmierung auseinandersetzen. Sie programmieren unsere Shows mit allen Objekten, Bewegungen, Bildern und Toneffekten. Zusätzlich verfassen weitere Mitarbeiter fundierte Texte, welchen die Operatoren während der Vorführung die passenden Informationen entnehmen können. Diese Shows werden dann von den gut 20 Operatoren standardmäßig präsentiert. Die grösste Herausforderung besteht darin, während den rund 50-minütigen Vorführungen die ganze Bandbreite unseres Ziel-Publikums zu erreichen und gleichzeitig aktuelle Informationen zu vermitteln, ohne zu langweilen und ohne zu überfordern. Unser Publikum besteht aus Kindern, Schülern, Jugendlichen und Erwachsenen jeden Alters und jeder Vorbildung. Sie kommen als Einzelbesucher, Familien, Schulklassen, mit Vereinsausflügen oder Firmenanstalten aus allen Branchen und Stufen.

Der Aufwand zur Erstellung einer eigenen Show ist immens, und es müssen sehr viele Elemente berücksichtigt werden. Zuerst muss ein Thema mit konkreten Inhalten und einem Handlungsfaden definiert und abgegrenzt werden. Dann müssen die Inhalte an die technischen Möglichkeiten und Limitierungen angepasst werden. Erst dann geht es an die Darstellungen und ihre komplexe Programmierung, wo die Astro-Datenbank mit der Programmiersprache verknüpft wird. Eine grosse Programmieranforderung ist das ruckelfreie, natürlich wirkende Anfliegen von Objekten und das sanfte Abbremsen. Bei Planeten und Monden muss darauf geachtet werden, von der sonnenbeschienenen Seite her anzufliegen, weil eine schwarze Kugel vor schwarzem Hintergrund nicht sehr attraktiv ist. Erfolgen die Bewegungen abrupt oder abgehackt, kann es empfindlichen Zuschauern wegen der 360°-Rundumsicht und den fehlenden Referenzpunkten in der Dunkelheit schnell übel werden. Gleichzeitig dürfen die Bilder auch nicht unästhetisch oder unlogisch wirken, da sonst die künstlerische und wissenschaftliche Kompetenz in Frage gestellt wird.

Parallel zum Programmieren werden verständliche und interessante Texte erarbeitet und bezüglich Inhalt und Dauer auf die Präsentation abgestimmt. Außerdem werden den Bildern Hintergrundmusik oder Klangeffekte hinzugefügt. Als Auflockerung zwischen informationslastigen Segmenten werden gelegentlich Filmsequenzen eingebaut. Da wir ja alles ehrenamtlich und hobbymäßig machen, kann die Erstellung einer neuen Show gut einmal mehr als ein Jahr in Anspruch nehmen und viele hundert Stunden Entwicklungsarbeit enthalten!

«Full-Dome»-Filme

Mit den leistungsfähigen Computer- und Projektionssystemen lassen sich auch fertige 360°-«Full-Dome»-Filme zeigen. Diese sind zwar massiv einfacher und schneller einzurichten, dafür aber recht kostspielig. Zusätzlich wol-



Im Planetarium kann man sich frei durch das Weltall bewegen und beispielsweise mit der Cassini-Sonde zum Saturn fliegen

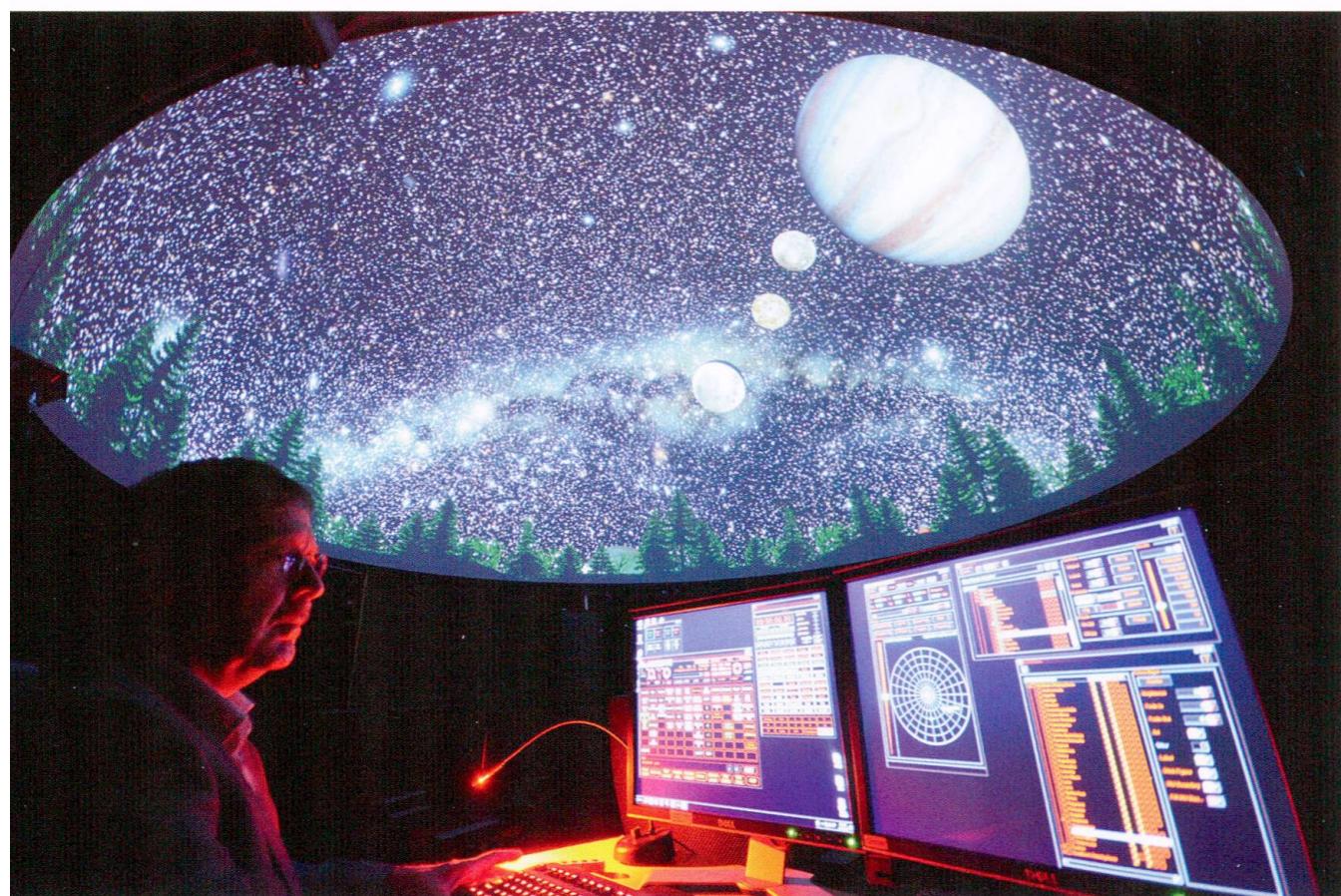
BILD: ROLF HÖPLI

len wir nicht dieselben Filme zeigen wie unsere Nachbarplanetarien in Kreuzlingen oder Luzern. Beim Film «Wildes Wetter im Sonnensystem» haben wir nach einer aufwendigen Evaluation bei «National Geografic» in den USA die deutschsprachigen Rechte dieses Films erworben, diesen selbst übersetzt und mit einer bekannten Sprecherin in einem professionellen Studio vertont. So können wir jetzt ein Unikat im deutschsprachigen Raum zeigen.

Um dem Aspekt der persönlichen Vorführung Rechnung tragen zu können und um eine einheitliche Dauer unsere Vorführungen von 45 bis 50 Minuten zu erreichen, stellen wir auch bei den (meist kürzeren) Filmen ein Rahmenprogramm zusammen, wo wir eigene, kurze Showsequenzen vorführen, bevor wir den Film starten. Das Programm mit unseren aktuellen Shows und Filmen ist jeweils auf unserer Homepage zu finden.

Technische Aspekte des Planetariums

Zum Zeitpunkt der Einführung im Herbst 2012 war unser Planetarium nicht das grösste, wohl aber technologisch eines der modernsten in der



Ein Operator bedient das Planetarium

BILD: ROLF HÖPLI

Schweiz. Herzstück ist der «Definiti Solo»-Projektor, welcher 1.4 Mio. Pixel mit 5000 Lumen an die Kuppel projiziert. Die 6.1 m-Kuppel der Firma Spitz ist speziell gefertigt, um möglichst viel Licht und gleichzeitig möglichst wenige Schallwellen zu reflektieren. Ein Computer steuert die ganze Anlage, während ein weiterer Computer mit einer sehr leistungsstarken Grafikkarte die errechneten Bilder in jeder Sekunde 30-mal via Projektor in den Dom rendert. Zur Unterstützung der akustischen Leistungsfähigkeit wurde ein Tonsystem mit fünf Lautsprechern und einem Subwoofer-Bass installiert.

Der Betrieb

Alle Systeme, Datenbanken und Programme wären allerdings unnütz ohne die Menschen, welche unsere Vorführungen organisieren, vorbereiten und durchführen. Ein grosser Teil des Sternwarteteams ist in die Vorführungen, die Administration und die Planung involviert oder im Hintergrund tätig, als Programmierer, Texter, Elektriker, Informatiker, Tester, Raumpfleger usw. Die Entwicklung, der Systembetrieb und alle Vorführungen erfolgen ausschliesslich durch ehrenamtliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter – ihnen allen gebührt ebensolcher Dank wie den Sponsoren, welche die Anschaffungen und Ausbauten des Planetariums finanziell ermöglichen!

Das Planetarium der Sternwarte Schaffhausen zieht weit über die Kantons- und Landesgrenze hinaus Besucher an und ist eine fantastische Ergänzung für die Sternwarte. Zusammen mit dem Observatorium und den kulinarischen Möglichkeiten bietet die Sternwarte Schaffhausen eine einzigartige Kombination von Bildung, Unterhaltung und Gastronomie an.

2.4 Der Heliostat: Eine neue Attraktion

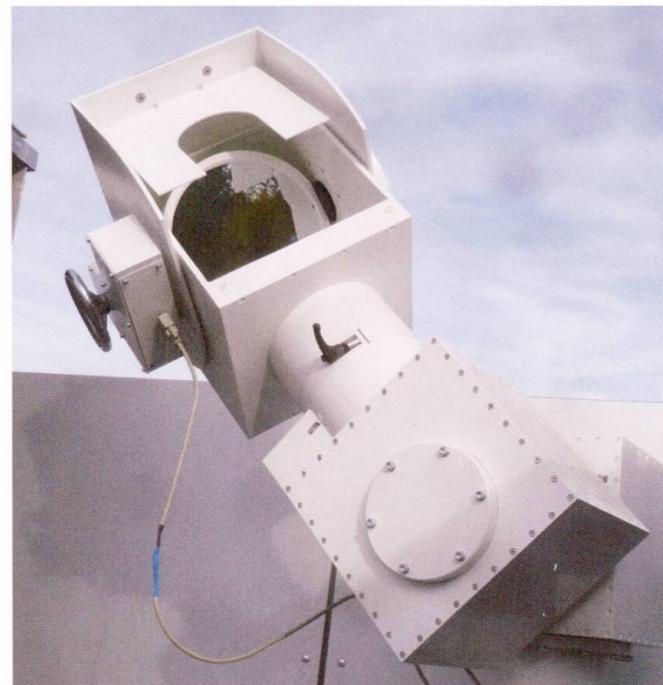
BRUNO EBERLI



Bruno Eberli ist pensionierter Augenarzt. Als 12-Jähriger wurde er vom Astronomie-Virus befallen, als er den Saturn durch ein Teleskop erblickte. Er ist Demonstrator an der Sternwarte Schaffhausen und zusätzlich an der Urania-Sternwarte in Zürich tätig. Beim Bau des Heliostaten war er Projektleiter.

Im Jahr 2009 wurde das Projekt der Sternwarte Schaffhausen, einen Heliostaten zu bauen, mit dem ersten Preis des *prix.vision* (Förderpreis für die Lehrlingsausbildung im Kanton Schaffhausen) ausgezeichnet. Die Preissumme von 35000 Franken ermöglichte die Umsetzung des anspruchsvollen Projekts. Der Bau erfolgte in Zusammenarbeit mit der Wibilea (Ausbildungszentrum für Berufe der Elektro- und Maschinenindustrie sowie des Formenbaus) und mit fachlicher Unterstützung des Astrooptikers Beat Kohler aus Luzern. Nach 5 Jahren Bauzeit

war das Werk vollendet: ein Instrument von 6 Metern Länge und 300kg Gewicht, angefertigt von 22 Auszubildenden in 2000 Arbeitsstunden. Es wurden 180 Fertigungszeichnungen und ebenso viele Einzelteile hergestellt.



Links: Der Heliostat wird mit einem Pneukran zum Einbau auf das Dach des Planetariums «geflogen». Rechts: Die mechanische Komponente des Heliostaten auf dem Dach des Planetariums fängt mit dem nachgeführten Spiegel das Bild der Sonne ein

BILDER: MARCEL VETTER, BRUNO EBERLI



Das Bild der Sonne kann in der Kuppel des Planetariums live beobachtet werden BILD: BRUNO EBERLI

Nach erfolgreichen Testläufen und der Schulung unserer ehrenamtlichen Demonstratoren fand das «First Light» Ende November 2015 statt.

Ein Heliostat ist ein optomechanischer Apparat, der das Sonnenlicht mit Spiegeln unabhängig von der Position der Sonne am Himmel immer auf den gleichen ortsfesten Punkt reflektiert. Durch eine Optik kann das Bild der Sonne in einen abgedunkelten Raum – in unserem Fall ins Planetarium – projiziert und dort beobachtet werden.

Neben der Sonnenbeobachtung erlaubt der Heliostat auch eine Zerlegung des Sonnenlichtes (Spektroskopie) und nach einem Vollausbau die Beobachtung im H-alpha-Licht (Spektrallinie des Wasserstoffs), in dem die spektakulären Eruptionen der Sonne sichtbar werden.

2.5 Das Sternwarteteam

PHILIPP RIESEN

Am Anfang steht meist das Staunen über eine schöne Planetenkonstellation, eine Sternschnuppen-Nacht im August oder die Freude über das Wiedererkennen eines Sternbilds – dann beispielsweise, wenn sich das Winter-Sternbild Orion das erste Mal nach der Sommerpause wieder am Himmel zeigt. Dann kommen die Fragen, das vertiefte Interesse, und meist ist es nur noch eine Frage der Zeit, bis die Astronomie einen so richtig begeistert. So sind die meisten meiner Teammitglieder auf der Sternwarte zur Astronomie gekommen – nicht beruflich, sondern über die Begeisterung für den Nachthimmel.



Das Sternwarteteam bei der Eröffnung der neuen Sternwarte 2012

BILD: PHILIPP RIESEN

Die Schülerinnen und Schüler fragen mich manchmal, wo denn mein Bett auf der Sternwarte sei, weil ich ja wohl da wohne. Sie sind dann etwas enttäuscht, wenn ich ihnen sage, dass ich wie alle Sternwartekolleginnen und -kollegen tagsüber einem ganz normalen Beruf nachgehe. So finden sich im Sternwarteteam viele Berufe: Sanitär, Lehrerin, Berufsmusiker, Chemiker, Architektin, Informatiker, Ingenieur, Studentin, Feinmechaniker, Projektleiter, aber keine Astronomen. Die Begeisterung für Astronomie zeigt sich quer durch alle Berufsgruppen und übrigens auch quer durch alle Altersschichten. Die jüngsten Teammitglieder sind noch nicht 20, die ältesten haben schon über 80 Sonnenumrundungen hinter sich. Wenn an einem wunderschönen Abend das Sternwartedach geöffnet und die Teleskope gegen den Nachthimmel gerichtet werden, ist eine sehr heterogene Gruppe beim Beobachten von Kugelsternhaufen, Planeten und fernen Galaxien anzutreffen. Nur eines haben sie gemeinsam: Die Begeisterung für das Universum und die Schönheit des Nachthimmels über Schaffhausen.

Da man sich auf dem Observatorium der Sternwarte nachts nur schlecht sieht, sind auf der Sternwarte alle per «Du». Das ist praktisch, war aber nicht immer so. Auf der alten Sternwarte war ich als junger Demonstrator mit den meisten langjährigen Mitgliedern per «Sie» und diese untereinander interessanterweise auch, obschon sie sich schon jahrelang bestens kannten und viele

Nächte auf der Sternwarte verbracht hatten. «Herr Jäckle, können Sie mir nicht bitte kurz die grosse Sternkarte hinüberreichen?» «Moment, Herr Lustenberger, die Karte benutzt gerade noch Herr Schmid, er bestimmt einen Stundenwinkel». Mittlerweile wurden auch Hemd und Krawatte durch eine nachtblaue Softshell-Jacke als Tenue abgelöst.

Demonstratoren

Übrigens: Was ein Demonstrator ist, hab ich noch gar nicht erklärt. Wenn man einem Kollegen stolz verkündet, ein Demonstrator auf der Sternwarte Schaffhausen zu sein, erntet man meist ein Stirnrunzeln und muss eine Erklärung abgeben. «Wogegen seid ihr denn?» fragte letzthin ein Sternwartebesucher, als ich mich als «Demonstrator» vorstellte. Mit einer Demo und fliegenden Pflastersteinen hat ein Demonstrator nichts zu tun, er ist die friedliche Person, die den Besuchern auf der Sternwarte den Sternenhimmel zeigt (aus lateinisch *demonstrare*; zeigen, hinweisen). Auf der alten Sternwarte wurde man nicht sofort Demonstrator, sondern absolvierte zuerst seine Lehrjahre als Jungdemonstrator. Später wurde man dann feierlich zum Demonstrator befördert.

Heute geht das weniger formell zu und her: Wer auf der neuen Sternwarte Demonstrator werden möchte, nimmt am monatlichen Teamabend teil und lernt das nötige Handwerk und das Hintergrundwissen von den Kolleginnen und Kollegen. Meist wird das notwendige astronomische Wissen weit überschätzt. Da wir auf der Sternwarte keine Astronomievorlesungen halten, sondern den Besucherinnen und Besuchern in erster Linie die Wunder des Nachthimmels zeigen, kann man schon recht bald als Demonstrator oder als Demonstratorin einsteigen. Richtig gelesen, Demonstratorinnen gibt es auf der neuen Sternwarte auch. Dies freut mich besonders, war doch die Sternwarte früher eine reine Männerdomäne.

Mittlerweile ist das Sternwarteteam auf knapp 40 Personen angewachsen. So können die Führungen und die Arbeiten in der Sternwarte und im Observatorium optimal auf viele Schultern verteilt werden. Das grosse und überaus engagierte Team ist für mich auch einer der grössten Erfolgsfaktoren der Sternwarte. Ich freue mich immer wieder darüber, wenn ich mich an den Chlaushock 2005 in der alten Sternwarte erinnere, bei dem Marcel Vetter und ich zu zweit waren. Heute braucht es bei diesem Anlass jeweils ein ganzes Heer von Grittibänzen.

Wer nach der kleinen Lektüre über das Sternwarteteam Lust hat, mitzumachen, darf uns gerne kontaktieren und bald selbst den Sternenhimmel

über Schaffhausen erklären. So wie ich der kleinen Zweitklässlerin, die nach einer Beobachtung sagte: «Am meisten hat mich erstaunt, dass auf dem Jupiter Gras wächst.» Gras? «Ja, Sie haben doch gesagt, der Jupiter sei ein Gras-planet.»



Christa Hänggi
ist ausgebildete
Buchhändlerin.
Heute engagiert
sie sich vielfältig
in der Kinder- und
Erwachsenenbil-
dung und ist beispielsweise in der
Ludothek Schaffhausen tätig. Zur
Astronomie kam sie durch ihren
Mann Martin, der sie zu einem ersten
Rendezvous auf die Sternwarte einlud.
Christa hat das Sternenjäger-Büchlein
und das zugehörige Kinderprogramm
der Sternwarte konzipiert.

2.6 Nachwuchsförderung

CHRISTA HÄNGGI

«Wieso sind die Ringe des Saturn nicht zu einem Mond geworden?» oder «Ist im Zentrum jeder Galaxie ein schwarzes Loch?». Diese und ähnliche Fragen hören wir jeweils, wenn Kinder an Führungen in der Sternwarte teilnehmen. Das Interesse und oft auch das schon vorhandene Wissen über das Universum sind erstaunlich gross. Kinder und Jugendliche sind ein wesentlicher Bestandteil unserer Besucher. An öffentlichen Abenden machen sie rund ein Drittel der Gäste aus. Fast jede Woche besucht zudem eine Schulklasse aus der Stadt oder aus dem Kanton die Sternwarte. Kinder sind es auch, welche unsere Arbeit eines Tages weiterführen und die neusten Erkenntnisse der astronomischen Forschung an interessierte Besucher weitergeben werden. Um Kindern und Jugendlichen den Weg dahin zu ebnen, sind wir in vielerlei Hinsicht aktiv.

Das Sternwarteteam engagiert sich zum Beispiel regelmässig im Rahmen des Schaffhauser Ferienpasses mit Beobachtungsabenden. Bei speziellen Anlässen, wie dem «Tag der Naturwissenschaften» oder Ereignissen wie einer Sonnenfinsternis, beteiligen wir uns neben öffentlichen Beobachtungen auch mit Bastelangeboten für Kinder, bei denen Sonnenuhren oder Mini-Tellurien hergestellt werden. Die Bastelarbeiten werden von

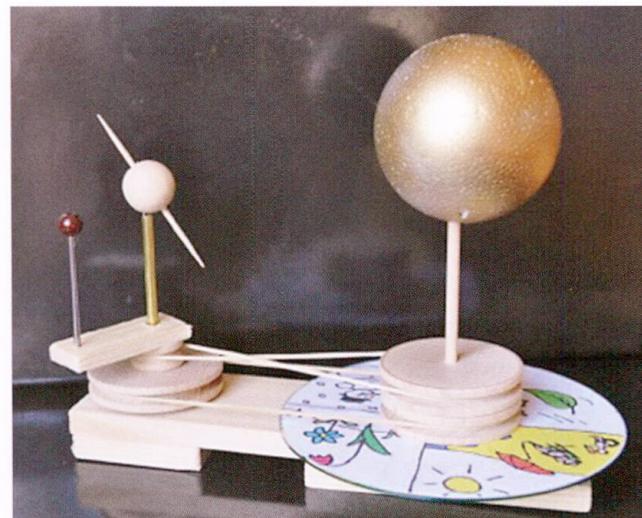


Kinder üben den Umgang mit
Teleskopen BILD: DOMINIC KAUFMANN

Demonstratoren entworfen und mit den Kindern hergestellt, um ihnen astronomische Themen besser begreifbar zu machen.

Kinder zeigen oft ab dem Alter von etwa acht Jahren einen grossen Wissensdurst, was die Welt um uns herum und insbesondere das Universum betrifft. Für diese Kinder und Jugendlichen wollten wir etwas anbieten können. Eine Kinder- oder Jugendgruppe aufzubauen und kontinuierlich zu betreuen, übersteigt unsere personellen und zeitlichen Möglichkeiten. Trotzdem sollte das Ziel sein, dass die interessierten Kinder und Jugendlichen zu regelmässigen Besuchern auf der Sternwarte werden. So entstand die Idee, das Sternenjäger-Büchlein zu entwickeln. Das Resultat wurde im März 2014 veröffentlicht. Es ist in Kapitel zum Sonnensystem und zu den verschiedenen Jahreszeiten gegliedert. In jedem Kapitel werden Himmelsobjekte wie Doppelsterne, Nebel oder Galaxien vorgestellt, die mit dem Fernrohr beobachtet werden können. Mit diesem Aufbau nach Jahreszeiten lernen die Kinder einerseits den ganzen Himmel kennen, andererseits müssen sie auch im Laufe eines Jahres mehrfach in die Sternwarte kommen, um alle Objekte sehen zu können.

Nach jedem Besuch auf dem Observatorium, sei es an einem öffentlichen Abend oder bei einer privaten Führung, erhalten die Kinder Klebefelder der beobachteten Objekte, die sie ins Sternenjäger-Album einkleben können. Die Kinder lernen sich am Himmel zu orientieren und die wichtigsten Sternbilder aufzufinden. Ebenso erfahren sie, was die unterschiedlichen Objekte am Sternenhimmel sind und wie sie entstanden sind. Zu jedem Bild können sie das Beobachtungsdatum und eigene Feststellungen eintragen. Für ein vollständig erarbeitetes Album mit den Klebefeldern aller 40 Himmelsobjekte erhalten die Kinder einen echten Meteoriten als Belohnung.



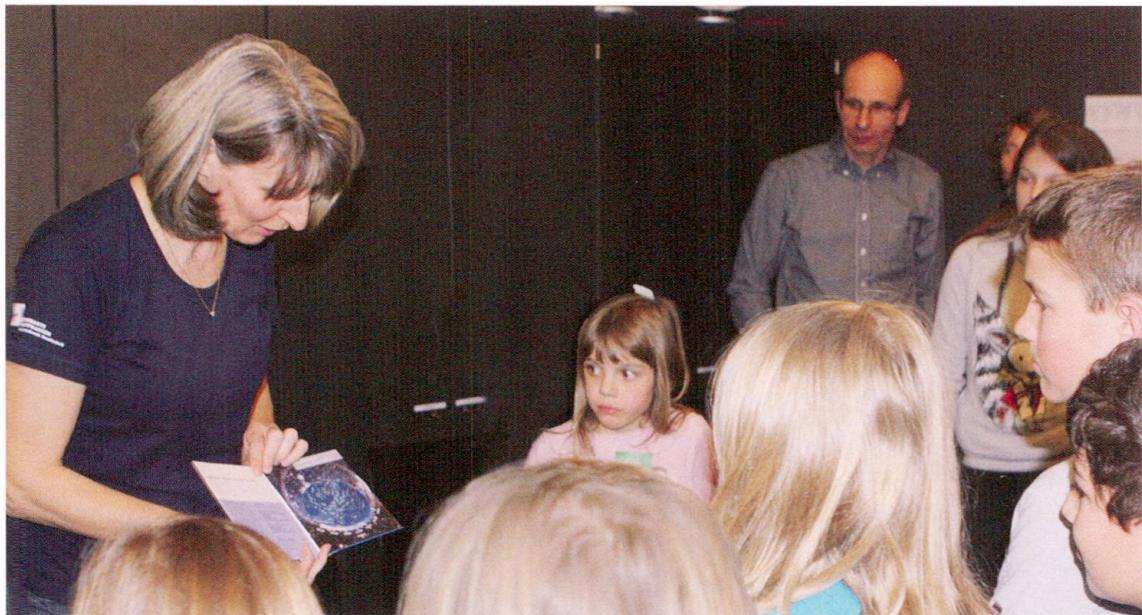
Ein selbstgebautes Tellurium

BILD: CORINNE HÄNGGI



Das Sternenjäger-Album

BILD: ROLF HÖPLI



Christa Hänggi erklärt die Funktion einer Sternkarte an einem Sternenjäger-Abend

BILD: PHILIPP RIESEN

Nicht nur das Beobachten, auch das Sammeln bereitet den Kindern Freude. «Mir fehlt noch der M42, können wir den heute anschauen?» «Kann ich noch den Jupiter-Kleber haben?» So und ähnlich klingt es an den «Sternenjäger-Abenden», die wir mehrmals pro Jahr nur für Kinder anbieten. An diesen Abenden zeigen wir die Objekte aus dem Buch entweder durchs Teleskop oder bei schlechtem Wetter ausnahmsweise auch mal im Planetarium. Zur Vertiefung schauen wir uns die Objekte noch einmal im Schulungsraum an, verteilen die Bilder und beantworten Fragen. Der grosse Andrang an den Sternenjäger-Abenden zeigt uns, dass wir auf dem richtigen Weg sind. Die ersten Meteoriten konnten bereits ihren stolzen Besitzern übergeben werden. Die Weiterführung des Sternenjäger-Programms wird geplant, vielleicht können wir demnächst weiterführende «Himmels-Forscher-Abende» oder einen «Teleskop-Führerschein» für Jugendliche anbieten. Die Faszination für das Weltall, von dem wir immer noch so wenig wissen, scheint ungebrochen. Mit unseren Nachwuchsangeboten versuchen wir einen kleinen Beitrag an die Förderung der nächsten Generation von Forschern, Entdeckern und Hobbyastronomen zu leisten.

3 Vielseitige Astronomie

3.1 Jedes Teleskop findet seinen Himmel: Ein Einstieg in die Himmelsbeobachtung

KLAUS MESTEL

Als Demonstrator im Observatorium der Sternwarte Schaffhausen höre ich oft Besucher sagen: «Astronomie ist sicher ein interessantes Hobby, aber das Thema ist doch sehr kompliziert» oder «Die notwendigen Geräte sind einfach zu gross für die Terrasse daheim und auch zu teuer». Darauf antworte ich meist mit dem altbekannten Spruch aus der Astronomie: «Jedes Teleskop findet seinen Himmel». Dies bedeutet nichts anderes, als dass zum Ausüben des Hobbys Astronomie keine teuren oder aufwendigen Anschaffungen notwendig sind. Auch mit relativ einfachen Mitteln kann der begeisternte Anfänger schon nach kurzer Zeit erstaunliche Ergebnisse erzielen und interessante Objekte am Nachthimmel für sich entdecken. Im Folgenden werde ich nun anhand einzelner Punkte beschreiben, wie Sie den Einstieg in die Astronomie finden können.

Der geeignete Standort

Die wichtigste Voraussetzung zum Ausüben dieses faszinierenden Hobbys ist natürlich ein Standort mit einem klaren, dunklen Himmel. Das klingt einfach, aber in unserem dichtbesiedelten Mitteleuropa ist ein richtig dunkler Himmel nicht mehr selbstverständlich. Hier hellen unzählige Lampen und Lichter den Nachthimmel auf und überstrahlen die lichtschwächeren Objekte. Nur die hellsten Sterne und Planeten sind



Klaus Mestel ist Ingenieur in den Bereichen Fertigungstechnik und Konstruktionstechnik. Er ist auf dem Gebiet Modellbau für Prototypen- und Grosswerkzeugbau selbstständig. Seit der Schulzeit ist er an der Astronomie interessiert. Heute geht er verschiedenen astronomischen Hobbies nach. Als «Eclipse-Chaser» bereist er die ganze Welt, um Sonnenfinsternisse zu sehen. Außerdem ist er Demonstrator in der Sternwarte Schaffhausen, seit er einen Artikel über deren Eröffnung in der Zeitung sah.



Der Vollmond, fotografiert vom Autor

BILD: KLAUS MESTEL

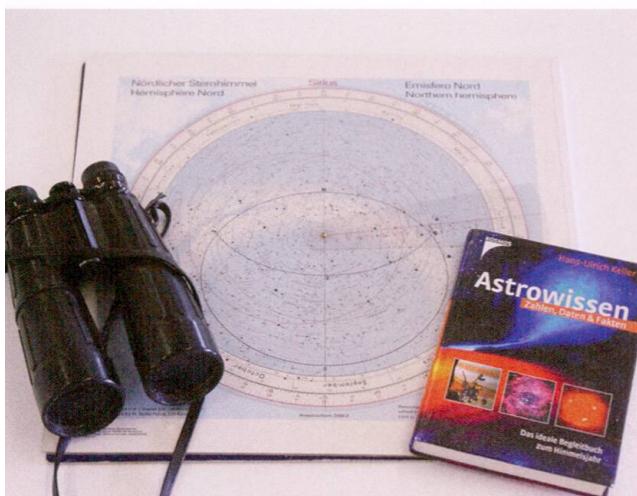
noch sichtbar. Wenn Sie schon einmal die Gelegenheit hatten, den Himmel in den Bergen, in der Wüste oder auf hoher See ohne störende Lichtquellen zu betrachten, kennen Sie den Unterschied und wissen, was ich meine. Der Himmel dort ist voll von unzähligen Lichtpunkten.

Bei der Wahl des Beobachtungsorts werden Sie allerdings oft einen Kompromiss eingehen müssen. Auf der einen Seite sollte er natürlich möglichst dunkel, andererseits auch leicht erreichbar sein, besonders in der Dunkelheit. Die notwendige Abdunkelung kann schon durch eine entsprechende Abschirmung gegenüber der störenden Lichtquelle erreicht werden, z.B. durch einen Wald in Richtung der nächsten Stadt oder eine Hauswand in Richtung der irritierenden Strassenlaterne. Ein weiteres Kriterium für den geeigneten Standort ist die freie Sicht nach Süden. Auf der nördlichen Hemisphäre kulminieren die Himmelsobjekte im Süden, d.h. sie sind in dieser Richtung am besten zu beobachten.

Hilfsmittel

Nur den Himmel zu beobachten, ohne zu wissen, was man gerade sieht, wird schnell langweilig. So kommt der Wunsch auf, mehr über das beobachtete Objekt zu erfahren oder ein bestimmtes Objekt gezielt auszuwählen. Im Zeitalter des Smartphones mit entsprechenden Astronomie-Apps ist dies kein Problem mehr. Ein weit verbreitetes deutschsprachiges App ist «Mobile Observatory». Ebenfalls ist das Programm «Redshift» inzwischen für das iPhone erhältlich. Diese virtuellen Sternkarten helfen bei der Orientierung am Nachthimmel. Zur Vorbereitung eines Beobachtungsabends kann außerdem

«Stellarium» genutzt werden. Das kostenlose Programm bietet ein zweidimensionales Planetarium für den Computer. Darin sind auch weiterführende Informationen zu den Himmelsobjekten abgespeichert. Sehr nützlich sind außerdem Sternkarten, auf denen man mit etwas Übung auf einen Blick die aktuellen Himmelobjekte ablesen kann. Die Sternkarte leistet auch gute Dienste beim Bestimmen der Sternbilder. Nehmen Sie hierfür eine kleine Taschenlampe mit, möglichst mit Rotlicht, da dieses das Auge nicht blendet. Weitere Informationsmöglichkeiten, insbesondere über aktuelle Himmels-



Hilfsmittel für einen Beobachtungsabend
BILD: KLAUS MESTEL

ereignisse, bieten Sach- und Jahrbücher, wie z. B. das «Kosmos Himmelsjahr», und das Internet mit den bekannten Webseiten www.astronomie.de und www.heavens-above.com.²

Die erste Beobachtungsnacht

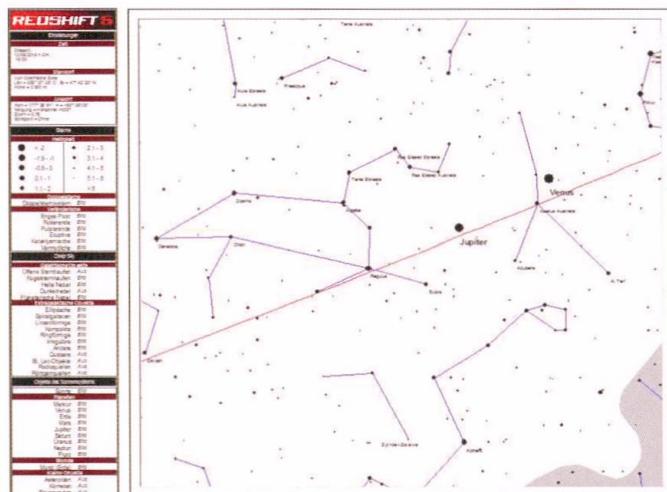
Mit diesen Hilfsmitteln ausgestattet begeben Sie sich in einer klaren Nacht zu dem vorher ausgesuchten Beobachtungsstandort. Nach einer kurzen Weile, die das menschliche Auge benötigt, um sich an die Dunkelheit zu gewöhnen, beginnt die Beobachtung. Anfangs erfolgt die Orientierung am Nachthimmel mit blossem Auge. So können die helleren Hauptsterne der grösseren Sternbilder identifiziert werden. Ausgehend von diesen finden Sie auch die kleineren Sternbilder.

Bei der Himmelsbetrachtung werden Ihnen Anhäufungen von Sternen und grossflächige, aber undeutliche Objekte auffallen. Um diese näher in Augenschein zu nehmen, genügt für den Anfang ein übliches Fernglas mit einer etwa achtfachen Vergrösserung. Damit gelingt schon die Auflösung eines Sternhaufens in seine Einzelsterne. Hierfür eignet sich das Fernglas aufgrund seines weiteren Sehfeldes sogar besser als ein astronomisches Teleskop. Zusätzlich können Sie mit dem Fern-



Der Jupiter mit Monden, wie man ihn durch ein kleines Teleskop sehen kann

BILD: KLAUS MESTEL



Eine Himmelskarte des Programms «Redshift»

BILD: KLAUS MESTEL

2 Bei den namentlich aufgeführten Programmen und Büchern handelt es sich um die z. Zt. in der Hobbyastronomie am meisten verwendeten Produkte. Dabei muss natürlich jeder für sich entscheiden, welche Hilfsmittel für ihn selbst die geeigneten sind.

glas den Mond und die Planeten beobachten. Bei Jupiter werden z.B. die grösseren Monde so sichtbar.

Das erste Teleskop

Jeder, der sich näher mit Astronomie als Hobby beschäftigt, wird früher oder später den Wunsch haben, sich ein astronomisches Teleskop anzuschaffen, um die bereits bekannten Objekte genauer zu erforschen oder neue, lichtschwächere für sich entdecken zu können. Hierfür finden Sie ein fast unüberschaubares Angebot von Amateurteleskopen. Welches Teleskop letztendlich das richtige ist, müssen Sie für sich selbst entscheiden.

Ich möchte hier nur einige wesentliche Punkte nennen: Man unterscheidet die Teleskope anhand der verwendeten Optiken. Wie in Kapitel 2.2. im Detail beschrieben gibt es Spiegelteleskope (Reflektoren) und Linsenteleskope (Refraktoren). Beide Optiken haben ihre Vorteile. Ein Reflektor ist kürzer und hat einen grösseren Durchmesser, so dass auch lichtschwächere Objekte gut beobachtet werden können. Ein Refraktor hingegen hat eine schärfere Abbildung. Dies ist ein wichtiger Punkt, falls mit dem Teleskop auch fotografiert werden soll. Genauso wichtig wie die optische Ausstattung ist die Montierung, also der Fuss oder das Stativ, auf dem die Optik montiert wird. Die Montierung muss hierzu ausreichend stabil sein, so dass die Optik in Ruhe bleibt, falls äussere Störeinflüsse (Wind etc.) darauf einwirken. Mit einer soliden Montierung können später weitere Instrumente, z.B. ein Sucher oder eine Kamerahalterung, hinzugefügt werden.

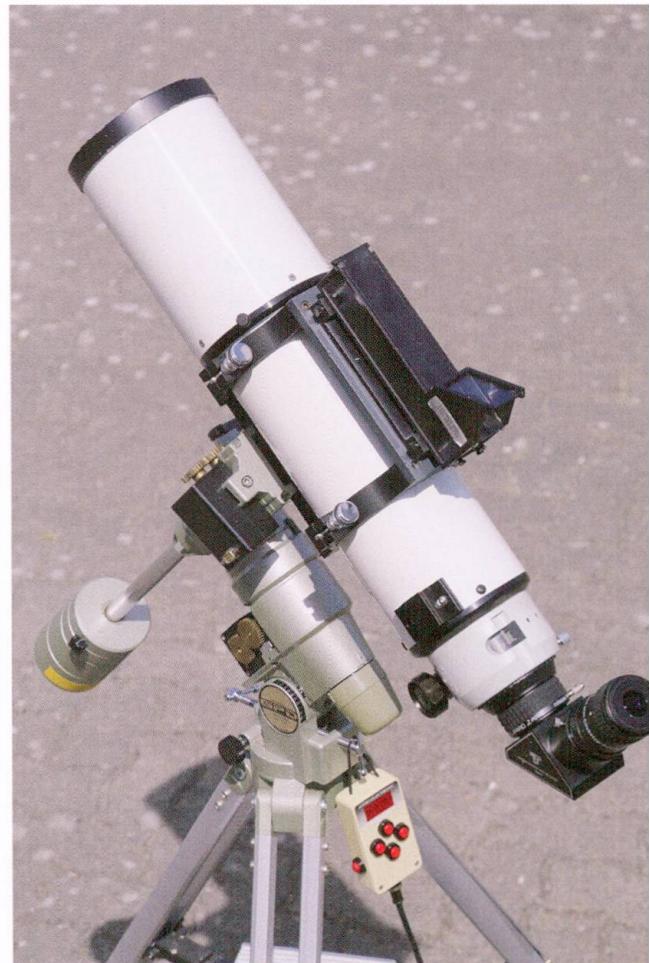
Das dritte wesentliche Element eines Teleskops ist die Steuerung. Die Steuerung sollte mit einer Nachführleinheit zum Ausgleich der Erdrotation ausgestattet sein. Ohne eine Nachführung des Teleskopes würde das beobachtete Objekt innerhalb kürzester Zeit aus dem Blickfeld wandern. Zusätzlich empfehle ich eine GoTo-Steuerung, die einen integrierten Computer aufweist. Darin sind die wichtigsten Himmelsobjekte bereits gespeichert, sodass ihr Auffinden sehr vereinfacht wird, insbesondere dann, wenn die Teleskopsteuerung mit GPS ausgestattet ist. Dadurch entfällt ein aufwendiges Ausrichten durch Einnorden und Ausrichten. Dies ist gerade für den astronomischen Anfänger eine grosse Hilfe. Auch sind in der heutigen Zeit die Mehrkosten für eine GoTo-Steuerung nicht besonders hoch (ca. 300–500 Fr.). Bei der Anschaffung eines Teleskops ist auch das Gesamtgewicht des Gerätes zu beachten – es muss jeweils zum Beobachtungsort transportiert und dort aufgebaut werden.

Beim ersten Beobachten mit dem neuen Teleskop kommt aufgrund zu hoher Erwartungen manchmal Enttäuschung auf, wenn lichtschwache Objekte betrachtet werden (sogenannte «Deep Sky»-Objekte wie Galaxien, Planetarische Nebel etc.). Der Hobbyastronom erwartet farbige, detailreiche Bilder, wie man sie von den entsprechenden Fotos aus Büchern oder aus dem Internet kennt. Diese entstehen allerdings mit Hilfe von leistungsstärkeren Teleskopen und Kameras, die durch eine längere Belichtungszeit mehr Informationen sammeln können als das menschliche Auge. Nach einigen Beobachtungsnächten lernen Sie Ihr neues Teleskop aber besser kennen, sammeln Erfahrung und machen jedes Mal neue Entdeckungen.

Beobachten kann man übrigens auch am Tag. Eines der interessantesten Objekte für einen Hobbyastronomen ist die Sonne. Diese muss allerdings mit äusserster Vorsicht betrachtet werden, was nur mit entsprechenden Filtern gefahrlos möglich ist. Andernfalls droht die sofortige, unheilbare Erblindung!

Astronomische Vereine und öffentliche Sternwarten

Natürlich sind die von mir hier kurz angesprochenen Punkte nur Hinweise, die dem interessierten Laien einen Einstieg in eine astronomische Beschäftigung erleichtern sollen. Dabei erhebe ich keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Für weiterführende Fragen empfehle ich daher den Besuch einer öffentlichen Sternwarte. Wir Demonstratoren und Demonstratorinnen freuen uns immer über eine angeregte Diskussion und geben gerne Tipps und Tricks weiter.



Das private Teleskop des Autors, ein 115 mm-Refraktor mit 805 mm Brennweite. Es verfügt über eine parallaktische Montierung und eine GoTo-Steuerung

BILD: KLAUS MESTEL



Toralf Popp ist Elektroingenieur und arbeitet im Bereich der Medizintechnik. Zur Astronomie führten ihn zwei

Schlüsselerlebnisse. Das erste ereignete sich, als er mit 12 Jahren in den Ferien an der Ostsee einen Sternenhimmel sah, der so klar war, dass er den Grossen Wagen vor lauter Sternen kaum fand. Das zweite Erlebnis war, als er zum ersten Mal den Planeten Saturn durch ein Teleskop sah und dieser mit seinen Ringen fast zum Greifen nah schien.



Rolf Höpli ist technischer Informatiker und arbeitet im Bereich Business Development bei der Zühlke Engineering AG. Schon

als Jugendlicher interessierte er sich für die Astronomie und vor allem die Fotografie des Nachthimmels, welche sich damals mit analogen Mitteln noch aufwendiger gestaltete. Über dieses Hobby fand er zur Sternwarte. Seine besondere Liebe gilt der Fotografie von Nordlichtern.

3.2 Astrofotografie

TORALF POPP, ROLF HÖPLI

Von der Strichspur-Aufnahme zum Pferdekopfnebel

Der Blick in den klaren Nachthimmel ist immer wieder beeindruckend. Jeder von uns ist erstaunt, wie viele Sterne man entdecken kann. Auch die Stellungen der Sterne zueinander sind faszinierend, stellen die doch mit viel Fantasie die Sternbilder dar. Am ganz besonders klaren Nachthimmel kann man mit blossem Auge bis zu 6000 Sterne erkennen. Alle diese Sterne sind Mitglieder unserer Heimatgalaxie, der Milchstrasse. Es gibt eine Ausnahme: Mit etwas Übung und Wissen über die Position ist sogar eine andere Galaxie zu sehen, nämlich die Andromedagalaxie. Sie ist das einzige mit dem «unbewaffneten Auge»³ sichtbare Objekt, das nicht zu unserer Milchstrasse gehört. Um sie zu sehen, muss man allerdings einen kleinen Trick anwenden: Da unser Auge nachts nicht besonders gut sieht und vor allem nicht in Farbe, muss man den Blick etwas um das Objekt kreisen lassen, dann kann man es im Augenwinkel erkennen.

Dass da noch viel mehr zu sehen ist, weiss jeder, der die Fotos des Hubble-Teleskops kennt. Als Hobby-Astronom, und damit ist jeder gemeint, der sich für die Sterne interessiert, stehen einem die teuren Instrumente im Weltall nicht zur Verfügung. Es ist aber erstaunlich wenig Aufwand nötig, um selber schöne Fotos von den nächtlichen Objekten zu schiessen.

³ Ausdruck unter Astronomen, wenn man ohne Fernglas oder Teleskop in den Himmel schaut.

Mondfotografie

Das einfachste Objekt und auch das mit Abstand am leichtesten zu fotografierende ist der Mond. Das klingt vielleicht banal, wer aber den Mond schon einmal in seinen verschiedenen Phasen beobachtet hat, wird staunen, was auf einem Foto so alles erkennbar wird. Besonders interessant ist der Mond wenige Tage nach Neumond. Dann werden die Gebirgszüge und Krater nur von der Seite her beleuchtet und werfen sehr lange Schatten. Für solche Aufnahmen brauchen wir nur ein Stativ und eine Kamera. Prinzipiell kann mit jeder Kamera fotografiert werden, am besten geeignet sind jedoch digitale Spiegelreflexkameras, weil Fokus und Belichtung manuell gesteuert werden können. Ein Teleobjektiv ist sehr von Vorteil, weil der Mond auf dem Bildsensor sehr klein ist und damit nur wenige Pixel für die Abbildung genutzt werden. Ein «normales» Teleobjektiv hat eine Brennweite von etwa 100 mm bis 300 mm. Damit wird man den Mond nur relativ klein aufnehmen können, es reicht aber schon aus, um bei der Vergrösserung am PC viele Details der Mondoberfläche erkennen zu können. Um den Mond jedoch bildfüllend einzufangen, braucht es schon ein grösseres Teleobjektiv oder eben ein Teleskop mit einer Brennweite von ca. 1200 mm.

Um die Details in hoher Qualität zu fotografieren, müssen wirklich grosse Teleskope verwendet werden, wie sie auf dem Observatoriumsdeck der Sternwarte aufgestellt sind. Die zwei grossen Teleskope haben Brennweiten von über 2000 mm.

Für eine erste Aufnahme können wir den Automatikmodus verwenden. Jetzt können wir auch gleich den Unterschied zwischen unserer Wahrnehmung, d.h. unserem Auge, und der Kamera erkennen. Während wir den Mond mit blossem Auge immer scharf und deutlich sehen und auch noch den Himmel oder sogar Sterne daneben erkennen können, ist die Kamera dazu nicht «automatisch» in der Lage. Wahrscheinlich wird vom Mond nur seine Phase erkennbar sein, nicht aber die Details auf der Oberfläche. Die



Der zunehmende Mond

BILD: ROLF HÖPLI

Aufnahme ist überbelichtet, weil der Mond gegenüber seinem Hintergrund sehr hell ist. Unsere Wahrnehmung korrigiert solche Unterschiede automatisch, die Kamera kann das nicht. Das können wir ändern, indem wir mit dem manuellen Modus der Kamera etwas experimentieren. Um Details erkennen zu können, werden wir eine höhere Blendenzahl oder eine kürzere Belichtungszeit wählen (siehe Kästchen).

Sterne und Strichspuren

Wenn uns so die ersten Aufnahmen vom Mond gelungen sind, können wir uns vielleicht schon an die Sterne wagen. Am besten schwenken wir dazu die Kamera möglichst weit weg vom Mond, in die dunkelste Ecke des Himmels. Jetzt werden wir mit einem kleinen, aber nicht ganz unbedeutenden Problem konfrontiert: Auf dem Sucher-Bildschirm ist fast nichts mehr zu sehen, wodurch wir auch nicht mehr gut scharf stellen können. Die Sterne sind Punkte, auch mit einem Teleobjektiv. Mit dem Auge sehen wir die Sterne sehr gut, warum also nicht mit der Kamera? Unser Auge hat einfach die «Blende», sprich die Pupille, weiter geöffnet. Die Kamera hat eine andere Möglichkeit, mehr Licht zu sammeln, nämlich mit einer längeren Belichtungszeit. Das kann unser Auge wiederum nicht. Wir «belichten» immer ca. 25 Bilder pro Sekunde, mehr kann unser Gehirn nicht verarbeiten. Deshalb werden auch im Kino etwas mehr als 25 Bilder pro Sekunde gezeigt, wodurch wir einen fortlaufenden Film sehen, der nicht flimmert. Beim Fotografieren von Sternen nutzen wir eine andere Technik als bei der Mondfotografie und machen uns die Fähigkeit der Kamera für Langzeitbelichtungen zu Nutze.

Für eine Langzeit-Belichtung ist es erforderlich, dass die Einstellung der Belichtungszeit auf «Bulb» steht. Da niemand für einige Minuten den Auslöser gedrückt halten möchte, sollte ein Kabel-Auslöser verwendet werden. Damit starten wir die erste Aufnahme und halten den Auslöser für ca. 20 Sekunden gedrückt. Schon kann man staunen, was alles auf dem Bild sichtbar wird, das mit dem unbewaffneten Auge nicht zu erkennen ist. Mit steigender Belichtungszeit kommen immer mehr Lichtquellen zum Vorschein. Die Sterne bleiben allerdings nicht punktförmig, sondern werden zu Strichspuren. Das kommt daher, dass sich die Erde dreht und sozusagen die Kamera unter dem Sternenhimmel wegzieht. Aufnahmen von Strichspuren faszinieren dadurch, dass sie die zeitliche Dimension des Nachthimmels sichtbar machen.



Die Sterne als Strichspuren mit dem Matterhorn im Vordergrund

BILD: ROLF HÖPLI

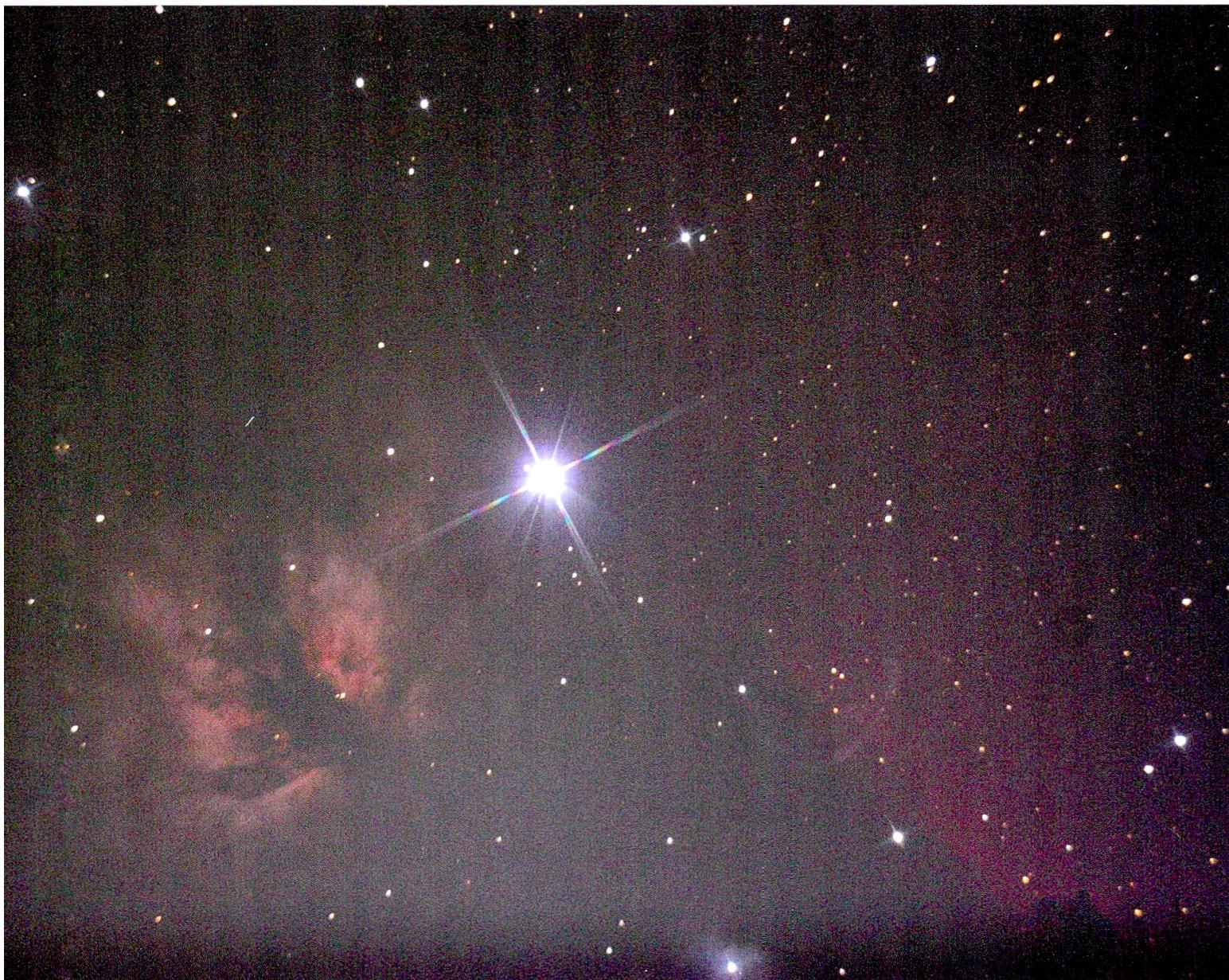
«Deep Sky»-Objekte

Wer den Sternenhimmel ohne Strichspuren fotografieren möchte oder mit seiner Kamera noch tiefer ins Weltall blicken will, kann das nur mit einem nachgeführten Teleskop erreichen. Durch das Nachführen kann das Licht eines bestimmten Himmelsausschnitts über eine längere Zeit hinweg gesammelt werden. So entstehen keine Strichspuren, dafür kommen Objekte zum Vorschein, die von blossem Auge nicht sichtbar sind. Nebel und Galaxien können so auf detailreiche Weise sichtbar gemacht werden. Sterne bleiben aufgrund ihrer grossen Distanz von der Erde und ihrer kleinen Durchmesser – jedenfalls im Verhältnis zu Nebeln – auf Fotografien immer punktförmig.

Auf der Sternwarte sind die Teleskope auf solchen Nachführungen montiert, und einige davon können auch für die Fotografie genutzt werden. Für Astro-Amateure gibt es eine ganze Reihe von kleineren Nachführungen zu kaufen. Die sind je nach Investitionsmöglichkeit auch unterschiedlich umfangreich ausgestattet. Worauf man beim Kauf in erster Linie achten sollte, sind ein stabiler Stand und ausreichende Tragfähigkeit für die astronomische Ausrüstung. Neben einer guten Steuerung ist auch die Lagerung der Drehachsen von grosser Bedeutung. Für Einsteiger lohnt sich die Beratung durch erfahrene Astrofotografen.

Für gute Fotos von «Deep Sky»-Objekten stehen viele Hobby-Astronomen nicht selten ganze Nächte am Teleskop. Hier arbeiten wir mit Belichtungszeiten von mehreren Minuten bis zu wenigen Stunden. Um zum Beispiel den Pferdekopfnebel im Sternbild Orion (in der Nähe des linken Gürtelsternes) einigermassen erkennbar einzufangen, haben 75 Sekunden Belichtung mit einem 30 cm-Spiegelteleskop gerade gereicht. Das nebenstehende Foto zeigt links den Flammennebel, rechts unten ist der Pferdekopfnebel zu erkennen. Für so lange Belichtungszeiten muss die Nachführung sehr exakt sein, damit das Bild nicht verwackelt.

Die hier genannten Beispiele sollen als Anregung dienen, sich auch selbst an die Astrofotografie heranzuwagen. Wer den Sternenhimmel auf diese Weise erleben möchte, ist herzlich zu einem Besuch der Sternwarte eingeladen, wo wir gerne mit Rat und Tat zur Seite stehen. Und Achtung: Die Freude an der Astrofotografie ist zwar keine Krankheit, aber ansteckend kann sie trotzdem sein.



Der Flammennebel im Sternbild Orion

BILD: TORLAF POPP

Es vereinfacht das Fotografieren bei Nacht, wenn man die Kamera so gut beherrscht, dass man sie im Dunkeln «blind» bedienen kann. Wenn man in den Genuss einer klaren Nacht kommt, dann möchte man tolle Bilder fotografieren und die Zeit nicht mit Manipulationen an der Kamera verlieren. Die Vorbereitung der Kamera bei Tageslicht vermeidet Fehler und trägt zum Gelingen bei.

Dazu gehört:

- Auswahl und Montage des Objektives,
- Fokussieren des Objektives,
- Montage der Kamera auf dem Stativ.
- Positionierung des Stativs an der Position, wo in der Nacht fotografiert wird.
- Kamera in den manuellen Modus einstellen und alle Einstellungen vornehmen.
- Volle Akkus einsetzen.
- Kabelauslöser montieren und Funktion testen.
- Wird die Kamera während der ganzen Nacht betrieben, so empfiehlt es sich einen Zusatz-Akku anzuschliessen, eine Tauheizung für das Objektiv und einen Regenschutz für die Kamera zu verwenden.
- Wenn immer möglich weit entfernt von Lichtquellen fotografieren.

Die folgenden Einstellungen der Kamera haben sich bewährt:

- **Manuelle Aufnahme:** Mode **M.** (Manuelle Wahl der Blende und Belichtungszeit)
- **Manueller Weissabgleich/White Balance (WB):** Automatik ausschalten. Wert manuell zwischen 3200 und 3800 Kelvin (K) einstellen.
- **Manueller Fokus:** Autofokus ausschalten und Kamera auf **manuellen Fokus (M)** stellen. Bei Kameras mit eingebautem Bildschirm den «LiveView» einschalten. Mit den «+» Tasten im «LiveView» auf den maximalen Zoom gehen. Nun im «LiveView» das Objektiv manuell langsam scharf auf einen Stern fokussieren. Dies braucht viel Geduld – langsam am Objektiv drehen. Objektiv mit Klebeband fixieren um versehentliches Verstellen zu vermeiden.
- **Blende einstellen:** Mit der kleinsten Blende (z.B. «f2.8») beginnen. Je nach Objektiv muss eventuell «abge-blendet» werden um die beste Schärfe erhalten zu können (Abblenden: Von Blende f2.8 schrittweise auf z.B. Blende f8 einstellen, bis die Sterne scharfe Punkte sind).
- **Kabelauslöser:** Um Erschütterungen zu vermeiden lohnt es sich einen Kabelauslöser zu verwenden. Alternativ kann die **Spiegelvorauslösung (Mup)** an der Kamera eingestellt werden: Nach Betätigung des Auslösers vergeht eine gewisse Zeit bis die Aufnahme gestartet wird.

Die Belichtungszeit ist abhängig vom Motiv und dem eingesetzten Objektiv:

- **Mond:** 300/500 mm Objektiv, ISO 100, Blende 5.6/8, Belichtungszeit 1/30 – 1/200 sec.
- **Saturn:** 500 mm Objektiv, ISO 3200, Blende 5.6, Belichtungszeit 1/3 sec.
- **Sterne:** 300 mm Objektiv, ISO 1600, Blende 2.8, Belichtungszeit < 8 sec.
- **Sternspuren (Star Trails):** 10 – 20 mm Objektiv, ISO 1200, Blende 2.8, Belichtungszeit 30 sec. Ein Intervall-timer steuert die Kamera und macht Bild an Bild. Für eine Sternspuren-Aufnahme werden ca. 100 – 1000 Bilder à je 30 sec Belichtungsdauer benötigt. Die Bilder werden am PC mit der StarStax Software zu Sternspuren zusammengerechnet. Überbelichtete Bilder werden dabei nicht berücksichtigt.

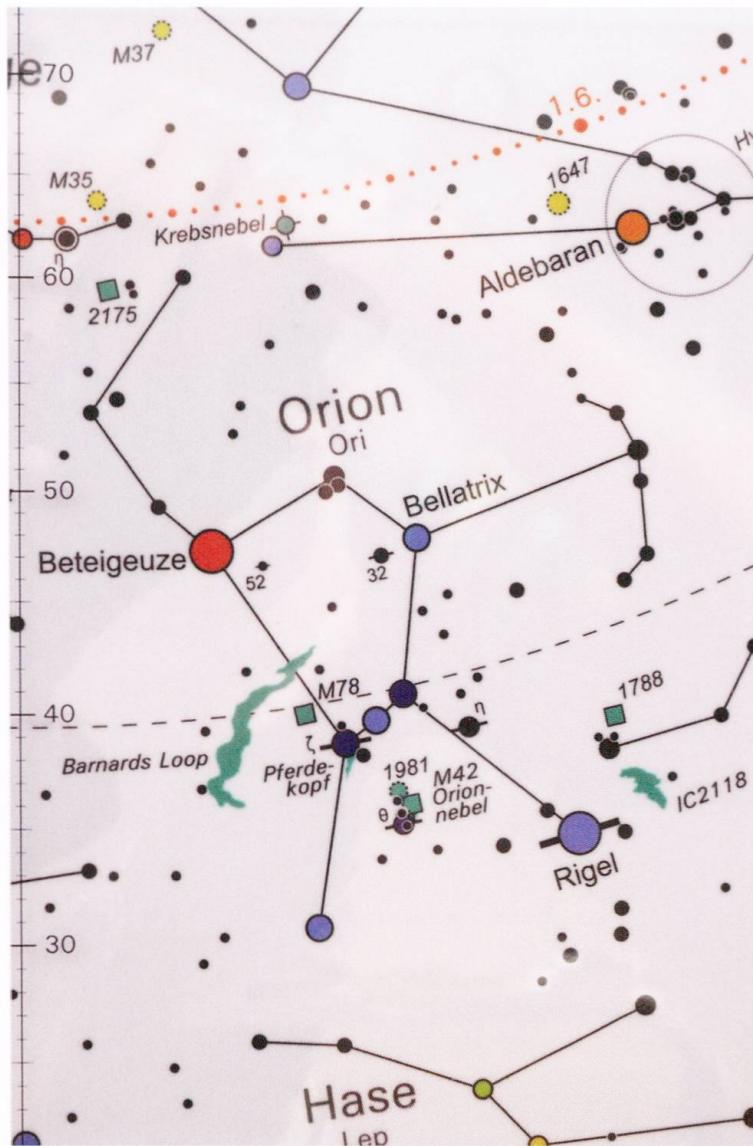
Ein Foto vom Orion-Nebel: Ein Erlebnisbericht

KLAUS MESTEL

Der Orion ist eines der bekanntesten Sternbilder des Winterhimmels. Er dominiert dann jeweils den südlichen Abendhimmel. Unter dem Gürtel des griechischen Jägers befindet sich sein Schwert, bestehend aus drei Sternen, die schon mit blossem Auge gut sichtbar sind. Beim Beobachten mit dem Fernglas oder einem kleinen Teleskop erkennt man, dass sich der mittlere der drei Sterne in ein kleines, weisses Wölkchen auf löst. Es handelt sich um einen Gasnebel, in dem neue Sterne entstehen. Seine detailreichen Strukturen und Farben werden aber erst auf Fotografien sichtbar.

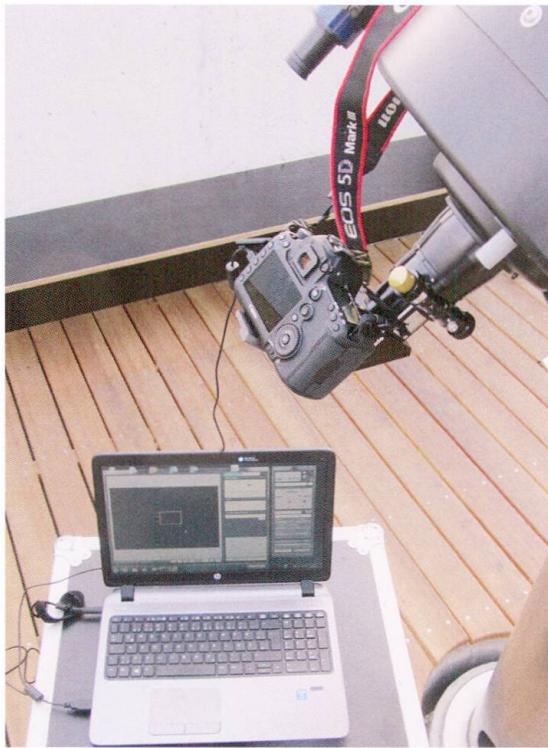
Genau so ein Foto des Orion-Nebels möchte ich heute Nacht machen. Es ist zwar empfindlich kalt, aber der Himmel ist klar und ohne Bewölkung. Auch ist der Mond so kurz nach Neumond schon längst untergegangen. Zuerst justiere ich das Teleskop und nörde es genau ein. Es hat zwar eine GoTo-Steuerung und kann so jedes Himmelsobjekt selbstständig auffinden, aber da ich für das beabsichtigte Foto das Teleskop mehrere Minuten lang zusammen mit der Kamera nachführen muss, ist die möglichst exakte Ausrichtung von grosser Wichtigkeit. Sonst wird das Foto unscharf, die Sterne und Himmelsobjekte werden strichförmig.

Nach dem beschriebenen Einnorden des Teleskops befestige ich meine Kamera am Teleskop. Dazu entferne ich das Okular und ersetze es durch einen entsprechenden Adapter, der dann anstatt des Kameraobjektivs an den



Der Orionnebel auf einer Sternkarte

BILD: STERNWARTE SCHAFFHAUSEN.



Links: Eine Kamera ist am Schmidt-Cassegrain-Teleskop montiert und mit einem Laptop verbunden. Rechts: Ein erster Versuch

BILDER: KLAUS MESTEL

Fotoapparat angeschlossen wird. Zusätzlich wird die Kamera mit dem Trageband am Teleskop gesichert. Zum Fotografieren benütze ich eine handelsübliche Spiegelreflexkamera EOS 5D Mark III der Marke Canon. Diese Kamera hat einen sogenannten Live-View, d. h. alle Kameraeinstellungen können über den kameraeigenen Bildschirm vorgenommen werden. Auch das Fotografieren erfolgt dann über das aktuelle Bild auf dem Schirm, ähnlich wie bei einer Videokamera.

Da der Bildschirm der Kamera ziemlich klein ist, habe ich den Fotoapparat über ein USB-Kabel mit einem Laptop verbunden. Dies hat den zusätzlichen Vorteil, dass nun alle Kameraeinstellungen (ISO-Werte, Belichtungszeit etc.) über den Computer ferngesteuert werden können, ohne die Kamera selbst berühren zu müssen. So wird ein Verwackeln der Fotos beim Auslösen vermieden.

Der Live-View-Modus ist besonders für den nächsten Schritt, das Scharfstellen der Kamera, hilfreich. Dazu richte ich das Teleskop zunächst auf einen Stern aus. Am Himmel ist zurzeit der Stern Aldebaran gut sichtbar, und ich zentriere ihn mittels der Teleskopsteuerung von Hand. Dann wird das Tele-



Das Ergebnis einer langen Nacht

BILD: KLAUS MESTEL

skop fokussiert, d. h. scharf gestellt. Am Bildschirm der Kamera beobachte ich, wie sich die Ausdehnung des Sternes beim Fokussieren verändert. Sobald er punktförmig ist, stimmt die Einstellung. Manchmal klappt es auf Anhieb, manchmal muss noch ein zweiter Stern zur Überprüfung der Einstellung fokussiert werden. Nun steuere ich das Teleskop zurück auf den Orion-Nebel. Beim Fotografieren von astronomischen Objekten ist es ratsam, eine ganze Reihe von Aufnahmen zu machen und dabei den ISO-Wert der Aufnahme (beginnend mit 320 ISO) und die Belichtungszeit (beginnend mit einer Minute) schrittweise zu verändern.

Nach jeder Aufnahme berücksichtigt meine Kamera das sogenannte Dunkelbild. Mit seiner Hilfe werden fehlerhafte Pixel im Foto (z. B. durch Wärmestrahlung) automatisch ausgeglichen. Anschliessend kann ich das Ergebnis jeder Aufnahme am Laptop begutachten. Wegen der Kälte muss ich den Ladezustand des Kamera-Akkus im Auge behalten. Aber für alle Fälle habe ich einen zweiten, vollen Akku dabei.

Beim Fotografieren hoffe ich, dass die länger belichteten Aufnahmen nicht durch störende Lichteinflüsse von aussen unbrauchbar werden. Diese störenden Lichter in der Sternwarte stammen vor allem vom Flugverkehr um den Flughafen Zürich sowie von Autoscheinwerfern. Um das Risiko solcher Störungen zu minimieren, mache ich derartige Langzeitbelichtungen möglichst nach Mitternacht. Damit während den langen Belichtungszeiten keine Langeweile aufkommt, beobachte ich nebenher mit einem anderen Teleskop oder dem Binokular. Zusätzlich läuft im Hintergrund meine Lieblingsmusik.

Nach einigen Versuchen über mehrere Stunden hinweg gelingt mir schliesslich ein Foto, mit dem ich zufrieden bin. Falls ich es weiter verbessern möchte, kann ich es mit dem Programm Photoshop bearbeiten, z. B. durch eine Intensivierung der Farben oder das Herausarbeiten einzelner Details. Um dieses Nachbearbeiten der Fotos zu vereinfachen, lassen sich die Aufnahmen im RAW-Format abspeichern. Diese Nacharbeiten mache ich aber später zu Hause; jetzt wird es langsam sogar mir zu kalt.

3.3 Astronomische Ausflugsziele

MARTIN HÄGELE

Was kann unternommen werden, wenn unterm Tag keine Sterne sichtbar sind und man gerne welche sehen möchte? Keine Angst, es gibt auch am helllichten Tag interessante Möglichkeiten, Sterne und Planeten zu erkunden. So kann z. B. ein Planetarium oder bei schönem Wetter ein Planeten- oder Astroweg besucht werden.

Planetenwege

Bei einem Planetenweg werden typischerweise die Sonne und die Planeten unseres Sonnensystems an verschiedenen Posten in ihrer massstäblich verkleinerten Größe, Form und Distanz gezeigt (z. B. 1:1 Mia.). An den Posten werden zudem in Kurzform spannende Informationen zu den jeweiligen Planeten vermittelt. Bei einem Größenverhältnis von 1:1 Mia wird die Distanz von der Sonne zu Pluto auf 5.9 km verkleinert. Die Sonne hat dann noch eine Größe von rund 1.4 m, die Erde von nur noch 12.8 mm. In diesem Verhältnis sind auch die Planetenabstände aufgeteilt, d. h. die inneren Planeten folgen in kurzen Abständen von wenigen Metern aufeinander, und die äusseren sind mehrere hundert Meter von einander entfernt.

Um einen solchen Planetenweg vollständig zu absolvieren, ist eine Wanderzeit von mindestens zwei Stunden einzurechnen, je nach Verweilzeit an den einzelnen Posten. Für in Schaffhausen oder der nahen Umgebung wohnhafte Personen und Familien wird der Besuch eines Planetenwegs somit rasch zu einem Tagesausflug. Als lohnende Ziele können die Planetenwege auf dem Jurahügelzug Weissenstein bei Solothurn und auf dem Üetliberg oberhalb Zürichs empfohlen werden.

Erlebnisbericht: Planetenweg Weissenstein bei Solothurn

Der Weissenstein hoch über Solothurn wirbt mit diversen Aktivitäten und Attraktionen – so auch mit einem Planetenweg. Deshalb machten wir uns an einem sonnigen Wochenende auf, um als ganze Familie den Geheimnissen der Planeten unseres Sonnensystems auf den Grund zu gehen. Nach knapp



Martin Hägele ist als Elektroingenieur im Bereich der Sicherheitstechnik tätig. Zur Sternwarte kam er durch seinen Freundeskreis, zu dem mehrere Demonstratoren gehören. Als Ingenieur faszinieren ihn vor allem die Gesetzmässigkeiten, denen die Dinge in den Weiten des Weltalls unterworfen sind, sowie die Modelle, mit denen die Wissenschaft diese Gesetze nachzuvollziehen versucht.



Die Sonne als Ausgangspunkt auf dem Planetenweg Weissenstein

BILD: MARTIN HÄGELE

zwei Stunden Autofahrt von Schaffhausen her erreichten wir den Fuss des Weissensteins. Wir schnappten unsere Siebensachen und liessen uns von der supermodernen Gondelbahn auf die fast 1300 Höhenmeter hinauftragen. Nach dem Aussteigen erreichten wir nach wenigen Minuten den Start des Planetenwegs, wo uns die Sonne auf einem Sockel begrüsste, und damit den Ausgangspunkt markierte.

Wir lasen die verschiedenen Informationen zur Sonne und marschierten anschliessend los in Richtung des ersten Planeten, Merkur. Diesen erreichten wir bereits nach wenigen Dutzend Metern und sahen, dass er nur noch einige Millimeter gross war. Dieser Vorgang wiederholte sich mit Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn, wobei die Grössen und Abstände zwischen den Planeten variieren.

Nach rund einer Stunde erreichten wir den Gasthof «Hinter Weissenstein». Mit unseren kleinen Kindern begaben wir uns nach einem schmackhaften Mittagessen wieder auf den Rückweg und absolvierten nicht den ganzen Planetenweg.

Vom Restaurant aus würde der Planetenweg weiter in Richtung Grenchner Berge führen. Die Abstände zwischen den Planetenposten werden analog den wirklichen Abständen im Weltall immer grösser, sodass die Fortsetzung des Weges im Wesentlichen einer normalen Wanderung mit wenigen Planeten-Highlights geglichen hätte. Dieser Abschnitt des Weges punktet dafür mit nicht-astronomischen Aspekten, wie der grossartigen Aussicht auf Solothurn, die

Der Saturn in verhältnismässiger Grösse

BILD: MARTIN HÄGELE

Aare und die nahegelegene Alpenkette, oder den wildromantischen Wäldern mit idyllisch gelegenen Grillstellen.

Die Wanderung auf dem Planetenweg Weissenstein hat uns sehr gut gefallen. Die Planetenposten waren leider ein bisschen vergilbt und die Informationen nicht sehr ausgiebig. Zusammen mit allen anderen Erlebnissen ist der Weg aber auf jeden Fall eine Reise wert.

Ausflugtipp: Planetenweg Felsenegg – Üetliberg

Ein weiterer klassischer Planetenweg befindet sich auf dem Üetliberg. Der schöne Ausflug startet in Adliswil. Von dort kann man mit der Seilbahn auf die Felsenegg fahren und von der Bergstation in etwa eineinhalb Stunden zum Üetliberg spazieren. Die Planeten sind gut zu finden, und in der näheren Umgebung des Üetliberg-Restaurants gibt es verschiedene Möglichkeiten, weiter mit oder ohne Kinder zu verweilen.

Astrowege

Astrowege beschäftigen sich nicht nur mit Planeten, sondern mit verschiedenen Gesichtspunkten der Astronomie. So gibt es z.B. Sonnenmodelle zu bestaunen, aufgeschnittene Sterne zu begutachten, oder es werden die benachbarten Fixsterne dargestellt.

Ein Geheimtipp ist der Astroweg «Astro Pléiades» oberhalb von Vevey mit Blick auf den Lac Léman, dessen Pate der Schweizer Astronaut Claude Nicollier ist. Der Weg hat vier Posten, die interaktiv gestaltet sind. Jeder davon greift ein anderes astronomisches Thema auf (siehe Bild auf S. 74). Die Webseite des Astrowegs stellt ein sehr spannendes Anleitungs-Handbuch zur Verfügung, auch auf deutsch (zu finden unter www.astropleiades.com).

Es gibt natürlich noch weitere Planeten- und Astrowege, so auch in der näheren Umgebung von Schaffhausen und im nahegelegenen Grenzgebiet. Mit der Hilfe des Internets können ziemlich rasch viele astronomische Ausflugsideen gefunden werden, die eine Reise wert sind. Eine Auswahl davon bietet die untenstehende Tabelle. Und wer weiß, vielleicht gibt es ja demnächst auch bei uns in Schaffhausen einen Astroweg. Erste Ideen dazu sind auf jeden Fall bereits vorhanden ...



Ein Modell des Sonnensystems auf dem Astroweg «Astropliéades» oberhalb Vevey

BILD: S. BRASEY

Sternwarten und Planetarien in der Umgebung von Schaffhausen

Name / Ort	Observatorium	Planetarium	Homepage
Sternwarte Bülach	x		www.sternwarte-buelach.ch
Sternwarte Kreuzlingen	x	x	www.avk.ch
Sternwarte Eschenberg, Winterthur	x		www.eschenberg.ch
Sternwarte Rotgrueb, Rümlang	x		ruemlang.astronomie.ch
Sternwarte Uitikon auf der Allmend	x		www.uitikon.ch
Urania Sternwarte, Zürich	x		www.urania-sternwarte.ch
Mobiles Planetarium, Zürich		x	www.plani.ch
Sternwarte AVT, Wattwil	x		avt.astronomie.ch

Astro- und Planetenwege in der Umgebung von Schaffhausen

Name / Ort	Länge	Homepage
Kreuzlingen Nord/Süd	je 5.9 km	www.planetarium-kreuzlingen.ch/planetenweg
Bülach	1.2 km	sternwarte-buelach.ch/sternwarte
Regensberg	5.9 km	www.planetenweg-laegern.ch
Üetliberg, Zürich	5.9 km	aguz.astronomie.ch/Planetenweg/news_planeten
Effretikon	5.9 km	www.zuerioberland-tourismus.ch/de
St. Gallen	5.9 km	www.stadt.sg.ch/home/freizeit-tourismus/ausflugstipps/themenwege-wanderwege/themenwege/planetenweg
Weissenstein, Solothurn	5.9 km	www.pro-weissenstein.ch/planetenweg
Engen, D		www.planetenlehrpfad-engen.de

Weitergehende Informationen zu Sternwarten, Planetarien, sowie Planeten- und Astrowegen erhalten Sie auf folgenden Webseiten:
www.astronomie.ch/obs/obspublic.d.html
www.sag-sas.ch/index.php/de

3.4 Eine Sternkarte am Handgelenk: Portugieser⁴ «sidérale scafusia» GION LETTA



Gion Letta ist Uhrmachermeister und arbeitet bei der IWC Schaffhausen im Bereich Qualitätsverbesserung.

Von der Astronomie ist er schon seit der Berufsschule fasziniert. Mit diesem Interesse ist er in seiner Familie nicht alleine – sein Vater, ebenfalls Uhrmacher, erfüllte sich im hohen Alter den Traum, eine astronomische Uhr zu bauen.

Als ich 2007 wieder zurück in die IWC kam, wusste ich noch nicht, dass unser kleines Entwicklungsteam seit ca. sechs Jahren im Verborgenen an einem aussergewöhnlichen Projekt arbeitete. Es sollte dabei nicht nur um ausserordentliche uhrmacherische Herausforderungen gehen, sondern auch um eine ganz spezielle astronomische Anzeige. Mein erster Kontakt mit diesem Projekt entstand dann auch gerade wegen der Anzeige auf der Rückseite dieser Uhr. Zuerst stelle ich aber das Produkt dieser zehnjährigen Entwicklungszeit vor.

Das Gesicht

Das schlichte Zifferblatt enthält die Anzeige der Stunden und Minuten und auf einer separaten, unscheinbaren 24-Stunden-Anzeige, die Sternzeit. Auf der Erde und für die uns bekannte Zeitrechnung beziehen wir uns auf den mittleren Sonnentag. Für die Beobachtung der Sterne hingegen ist der siderische Tag (lat. sidus: der Stern) von Bedeutung. Die beiden Tage weisen eine unterschiedliche Dauer auf. Der mittlere Sonnentag dauert genau 24 Stunden und bemisst die durchschnittliche Zeit der Sonne für zwei aufeinanderfolgende Meridiandurchgänge. Ein siderischer Tag bezieht sich

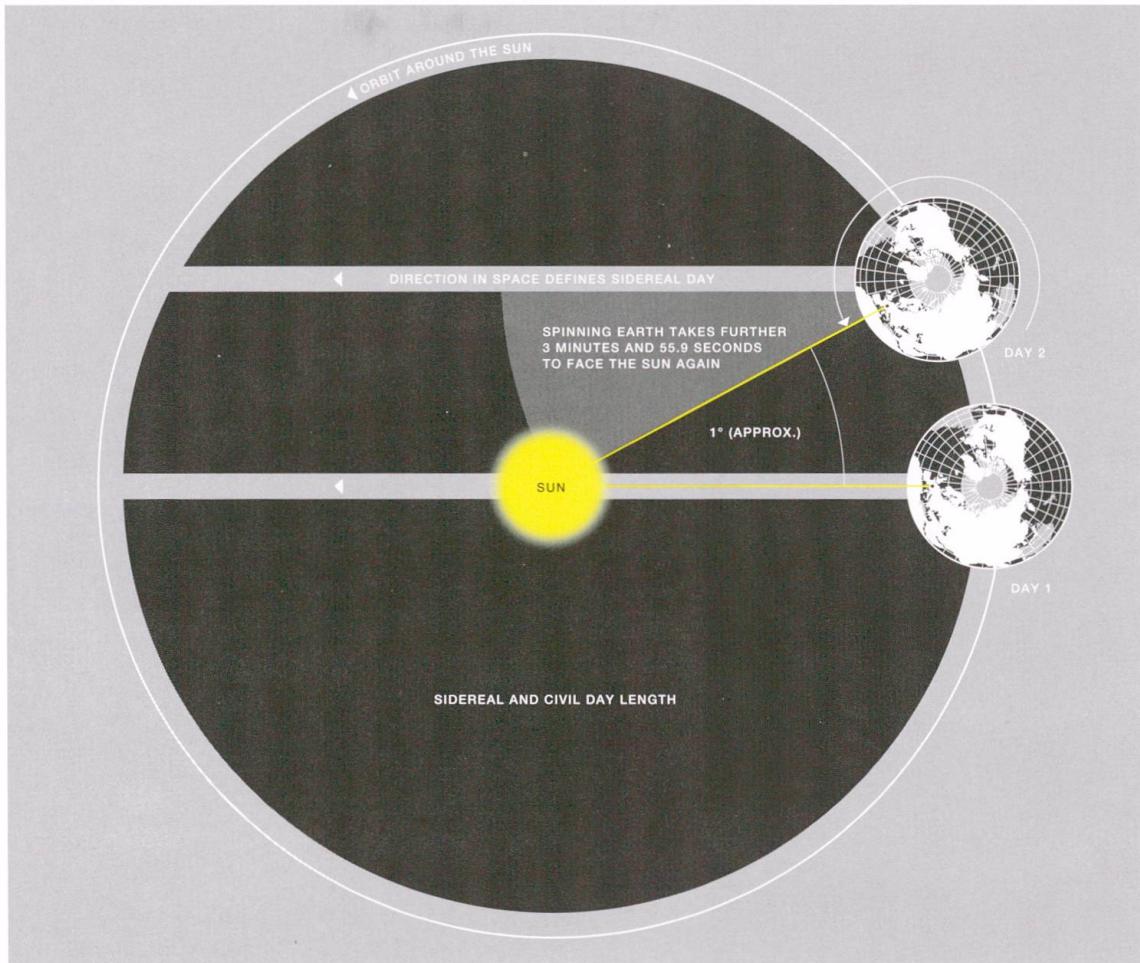


Die Frontseite der Portugieser Sidérale Scafusia

BILD: IWC SCHAFFHAUSEN

auf einen unendlich weit entfernten Stern, der am Anfang und am Ende einer bestimmten Beobachtungsperiode senkrecht über dem Beobachtungspunkt steht. Damit beschreibt er eine ganze Umdrehung der Erde um die eigene

⁴ Die Portugieser hat ihren Namen von einer Taschenuhr, die in den 1920er-Jahren für eine portugiesische Handelsgesellschaft entwickelt wurde, und mit der sie wichtige Designmerkmale teilt.



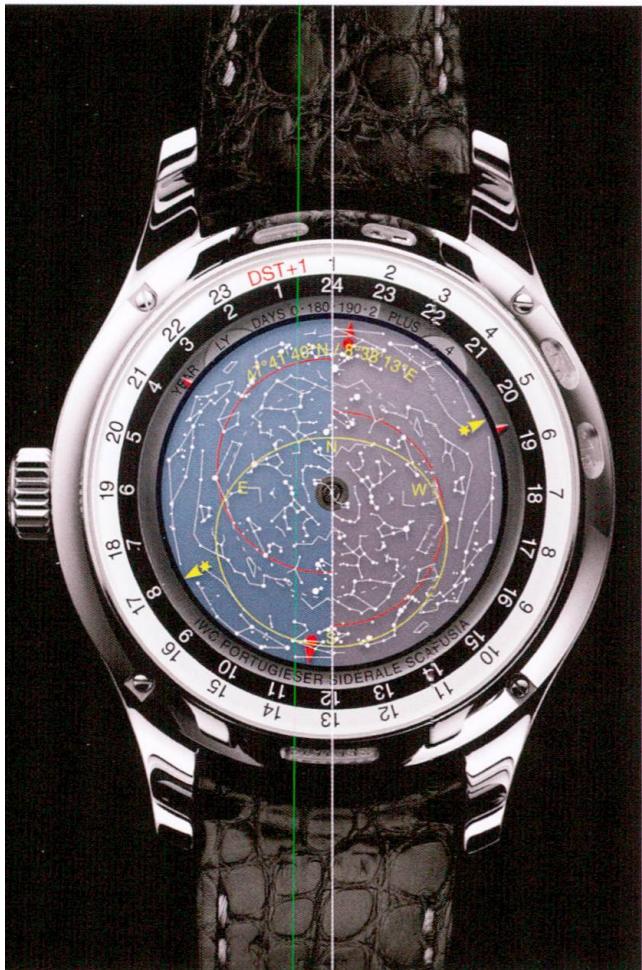
Das siderische Jahr

BILD: IWC SCHAFFHAUSEN

Achse. Weil die Erde sich nicht nur um die eigene Achse dreht, sondern auch noch einen Bogen um die Sonne beschreibt, ist ein siderischer Tag rund vier Minuten kürzer als ein mittlerer Sonnentag. Der Antrieb dieser mittleren Sternzeit erfolgt durch ein eigenes Getriebe, ein sogenanntes Räderwerk, welches von der wahren Sternzeit nur um 11.5 Sekunden im Jahr abweicht.

Zahlen, Pfeile, Punkte und Striche

Für uns Hobbyastronomen ist vor allem die Rückseite interessant. Unter dem grossflächigen Saphirglas liegt ein blauer Sternenhimmel, eingefasst durch zwei grosse Zahlenringe. Ein paar digitale Ziffern und gelbe Pfeile befinden sich am Rand der Sternkarte. Was bedeuten diese Zahlen, farbigen Striche und Pfeile? Zuerst einmal ist in diesem Modul ein Kalender mechanisch programmiert. Er dient hauptsächlich zur Synchronisierung der Sternkarte. Der Kalender ist in Form eines Kreisausschnitts dargestellt und zählt die Tage des



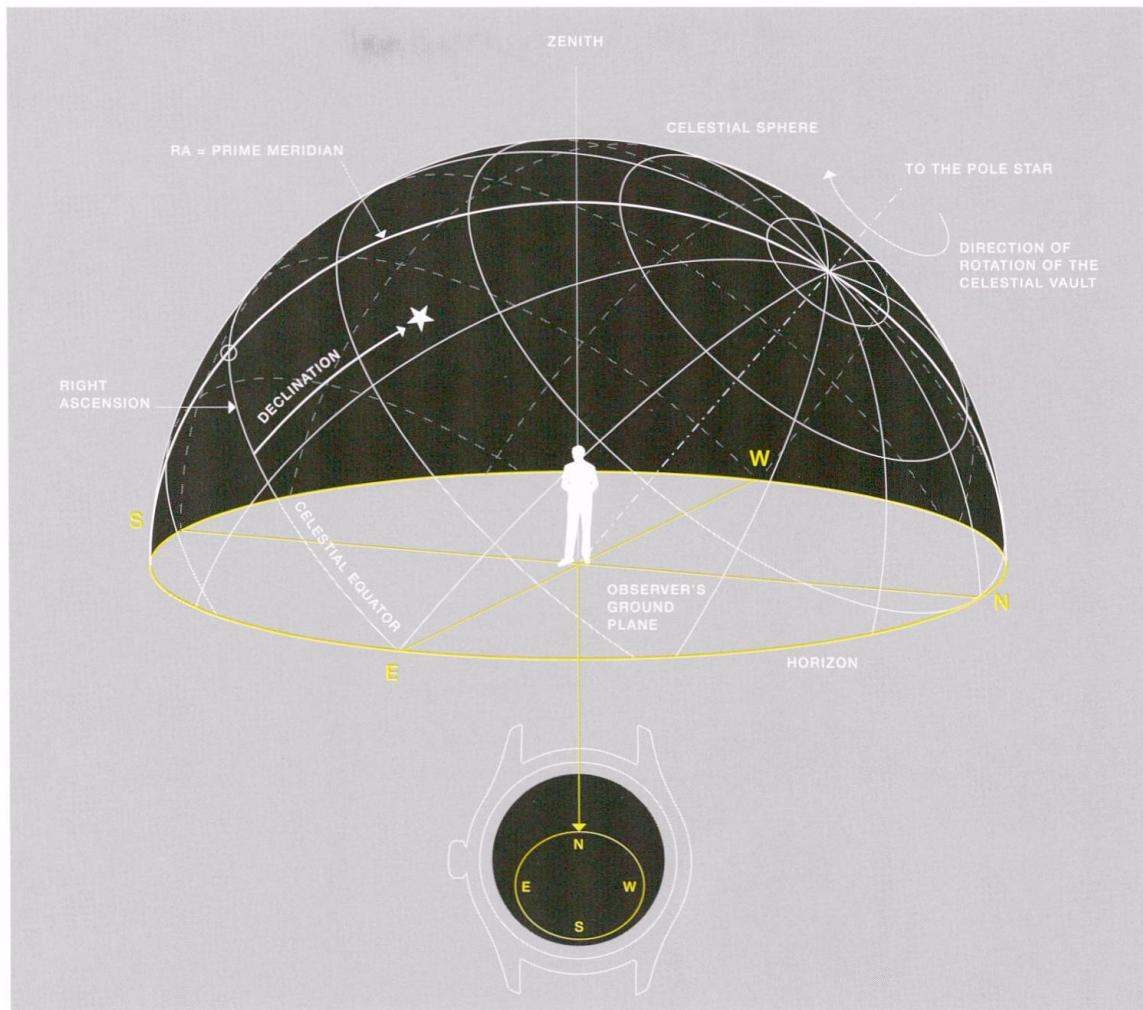
Die Sternkarte auf der Rückseite der Uhr, links bei Tag, rechts bei Nacht

BILD: IWC SCHAFFHAUSEN

Jahres fortlaufend: Der 1. Januar ist also Tag 1, der 31. Dezember Tag 365. Bei einem Schaltjahr, das mit LY (engl. leap year: Schaltjahr) gekennzeichnet ist, ist er Tag 366. Dazu gesellt sich am Rand des Gehäusebodens eine weitere Anzeige, welche die aktuelle Tageszeit, die siderische Zeit sowie den Sonnenauf- und -untergang mit Pfeilen im 24-Stunden-Rhythmus anzeigt.

Im Zentrum schliesslich steht der Sternenhimmel. Der gelb eingravierte Horizont umfasst die Sternkarte, die den Himmel an einem vom Besitzer bestimmten Standort präsentiert. Die Kurvenscheiben für die Auf- und Untergangsanzeige der Sonne werden aufgrund des Winkels vom Standort des Betrachters zur Erdachse individuell berechnet. Die Anzeige erfolgt mittels der beiden kleinen dunkelroten Dreieckszeigern links und rechts des Kalenders in Bezug zum weissen Zahlenring. Der rote Pfeil mit dem Punkt zeigt die mittlere Sonnenzeit an, der gelbe Pfeil mit dem Stern, wie auf der Vorderseite, die Sternzeit. Der Horizont bleibt stationär, während sich drei hauchdünne Saphirscheiben unter ihm hindurchbewegen.

Daran gekoppelt ist auch der Hintergrund des Sternenhimmels, der dank eines Polarisationsfilters tagsüber blau und nachts grau erscheint. Befindet sich der gewählte Standort auf der südlichen Halbkugel, müssen die Anzeigen im Zusammenhang mit der Drehung des Sternenhimmels im Uhrzeigersinn verlaufen, auf der nördlichen Hemisphäre im Gegenuhrzeigersinn. Die rote Linie zeigt die Ekliptikebene, auf der sich die Erde um die Sonne dreht und auf der die Sonne scheinbar durch das Firmament zieht. Die grau gestrichelte Linie ist die verlängerte Kreisfläche des Erdäquators. Sie teilt die Himmelskugel in eine nördliche und eine südliche Halbkugel. Diese Funktionen werden alle mechanisch durch ein komplexes Getriebe mit kleinen Hebeln und Scheiben zweidimensional dargestellt.



Der Betrachter kann alle Sterne, die er zu einem gegebenen Zeitpunkt am Himmel sieht, innerhalb des gelben Kreises auf der Sternkarte der Uhr ablesen. Die Sterne verschieben sich durch die Rotation der Erde. Auf der Uhr wird diese Bewegung durch den gelben Kreis dargestellt

BILD: IWC SCHAFFHAUSEN

... und die Sternenfreunde

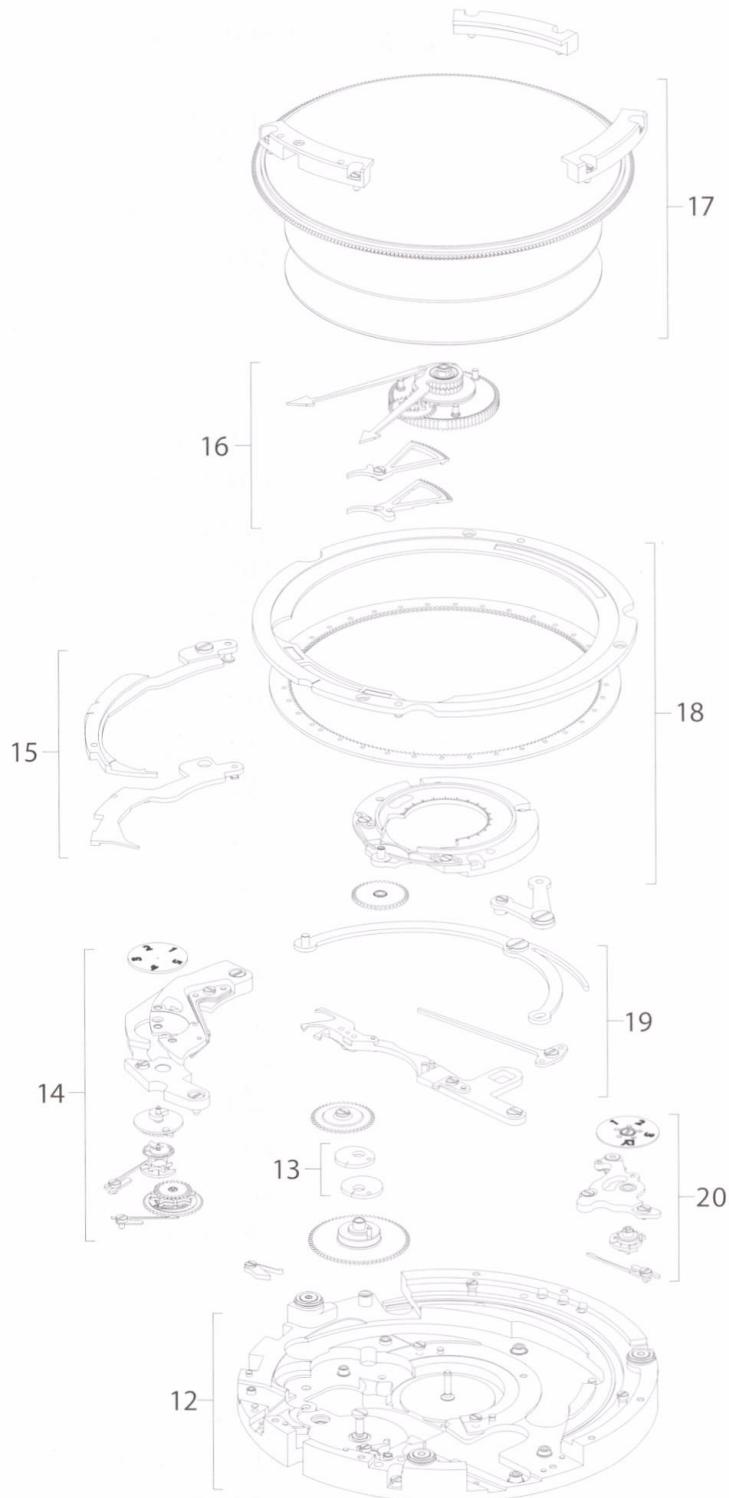
Wie können denn so viele Punkte von einer Sternkarte auf eine so kleine Fläche mit 30 mm Durchmesser, und erst noch klar ablesbar, projiziert werden? Diese Frage stellte sich bei der Realisierung der Anzeigescheiben des Sternenhimmels. Bis zu diesem Zeitpunkt war die Entwicklung nur einem kleinen Personenkreis bekannt. Eines Tages wurde ich vom Projektleiter darauf angeprochen, ob ich jemanden kenne, der in der Lage sei, eine lesbare Miniatursternkarte zu berechnen. Das war mein erster Kontakt mit dieser Uhr. Dank der Erfahrung einiger Demonstratoren des Sternwarteteams entstanden ein paar Vorschläge, welche in die Darstellung und Berechnung der

Karte einflossen. So sind z. B. die Punkte der Sterne unterschiedlich gross. Die Hauptsterne der Sternbilder werden dadurch besser ersichtlich und eine Orientierung anhand bekannter Muster einfacher. Die Berechnung der dreidimensionalen Ansicht des Himmelsgewölbes auf eine flache Scheibe birgt etliche Herausforderungen. Damit für den Beobachter kein zu stark verzerrtes Bild entsteht, musste eine geeignete Projektion des Sternenhimmels gewählt werden.

Das Herz

Besonders ist auch das Innenleben der Uhr. Wie schafft man es, eine Sternkarte mit Sternzeitumdrehung anzutreiben und gleichzeitig Auf- und Untergangsanzeigen in normalen Stunden anzuzeigen? Die Lösung ist ein speielles Planetengetriebe im Zentrum (16) und darüber die Sternkarte, die von aussen über einen feinen Zahnkranz angetrieben wird (17). Der Zahnkranz hat eine direkte Verbindung durch die komplette Werkhöhe zur Sternzeitanzeige auf der Zifferblattseite. Die Saphirscheibe mit dem Sonnenpfeil in Rot dreht sich darunter einmal in 24 Stunden. Um die polarisierte zweite Scheibe für die Dämmerung zur rechten Zeit gegenüber der oberen Scheibe zu drehen, ist eine Kombination der 24-Stunden-Zeit mit der Steuerung der breitenabhängigen Auf- und Untergangszeit nötig. Durch die beiden Exzenter (13) auf dem Jahresrad werden die Zahnsegmente alle fünf Tage positioniert. Die beiden Scheiben (16) unter den roten Zeigern mit je einem Zahn sind somit gegenüber dem drehenden 24-Stunden-Rad ebenfalls positioniert. Jedes Mal, wenn das Planetenrad am Abend an einem der Zähne vorbeikommt, wird es um 90° gedreht und am Morgen durch den anderen Zahn nochmals um 90° . Eine schöne Ergänzung zum Jahresrad mit den Exzentern (13) weist die Räderkette (14) auf. In diese integriert ist ein Jahrestag-Zählwerk, welches in den Schaltjahren (LY) den Schalttag dazu zählt (20). Somit kann die Sternkarte genau auf das Datum eingestellt werden. Zum Synchronisieren der Tageszahl mit dem Datum wird ein zusätzlicher Stellmechanismus (15 und 19) verwendet.

Damit ist in groben Zügen der komplexe Modulmechanismus für die Rückseite der Uhr erklärt. Das Herzstück bildet die Art der Darstellung des Sonnendurchgangs im theoretischen Horizont des Betrachters in Kombination mit der Sternkarte. Die Herausforderungen, die das Herstellen und Dekorieren, das Zusammenbauen, Positionieren und Justieren der zum Teil sehr feinen und filigranen Räder und Hebel stellt, können nur in der Einzelanfertigung bewältigt werden.

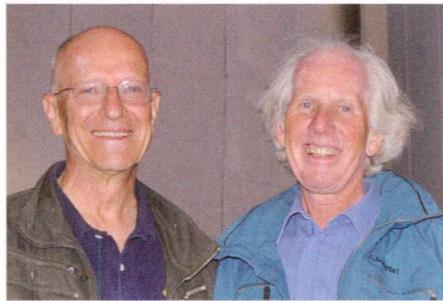


Das Astro-Modul der Uhr besteht aus zahlreichen feinsten Teilchen

BILD: IWC SCHAFFHAUSEN

3.5 Weltraumobservatorien: Ein Interview mit Prof. Dr. h. c. Claude Nicollier

BEAT KELLER

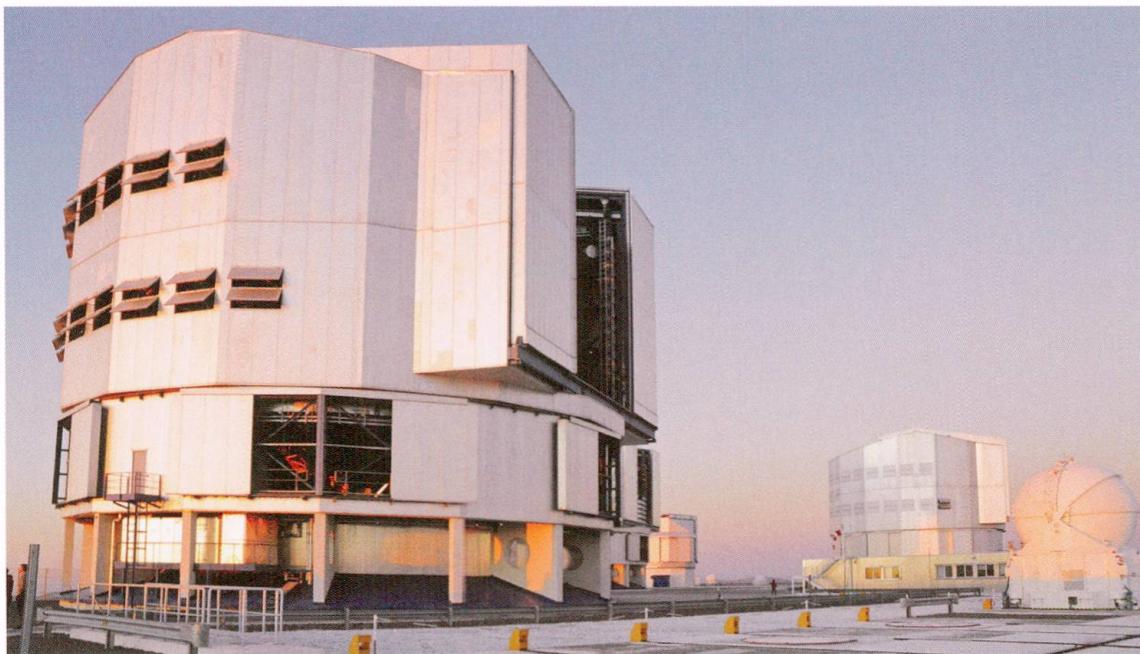


Beat Keller (rechts) ist pensionierter Maschineningenieur. Er war schon als Kind an den Sternen interessiert, bastelte sich eine Sternkarte und hat sich am Fernrohr-Selbstbau versucht – leider erfolglos. Seit seiner Pensionierung nutzt er die neu gewonnene Zeit um sich wieder vermehrt seiner Faszination für das Weltall zu widmen.

Claude Nicollier ist Professor für Astrophysik an der ETH Lausanne und ehemaliger Astronaut. Er flog auf vier Space Shuttle Missionen, wo er unter anderem an der Reparatur und Wartung des Hubble-Teleskops beteiligt war.

In der Sternwarte Schaffhausen sind wir Hobby-Astronomen und unsere Besucher für die Himmelsbeobachtung auf gutes Wetter mit einem dunklen Nachthimmel angewiesen. Aber auch dann können uns eine hohe Luftfeuchtigkeit als Dunst und die Lichtverschmutzung über der Stadt noch die Sternbeobachtung erschweren. Professionelle Astronomen und Astrophysiker sind auf beste Bedingungen in allen Belangen angewiesen, um brauchbare Bilder machen zu können. Es gibt zwei Möglichkeiten, die Bedingungen zu optimieren: Entweder man baut ein Observatorium auf einem hohen Berg in einer trockenen Klimaregion mit minimaler Bewölkung, z. B. in den Chilenischen Anden (Bild Seite 83), oder man konstruiert ein Teleskop als unbemannter Satellit und schickt diesen auf eine Kreisbahn um die Erde oder um die Sonne ausserhalb unserer Atmosphäre.

Dies ist in den vergangenen Jahrzehnten schon mehrfach gemacht worden. Das grösste und bekannteste dieser Observatorien im Weltall ist das im Jahr 1990 gestartete und seither um die Erde kreisende Hubble-Teleskop. Es hat einen Spiegeldurchmesser von 2.4 m und kann somit ca. 36-mal soviel Licht einfangen wie das grösste Spiegelteleskop in unserer Sternwarte. Der Schweizer Astronaut Claude Nicollier war bei zweien seiner total vier Shuttle-Flüge zwischen 1992 und 1999 massgeblich an der Korrektur eines Fertigungsfehlers und dem Unterhalt



Das Observatorium «Very Large Telescope Array» (VLT) auf dem Cerro Paranal in der Chilenischen Atacamawüste in der Nähe von Antofagasta, betrieben von der Organisation «European Southern Observatory» ESO. Das Observatorium besteht aus vier grossen Teleskopen in separaten Gebäuden, die mit Spiegeln von 8.2 m Durchmesser ausgerüstet sind. Ein spezielles und vier verschiebbare, kleinere Hilfsteleskope ergänzen die Anlage. Das Teleskopgebäude im Vordergrund ist geöffnet für die Beobachtung. Die Klappen an den Aussenwänden dienen zur Reduktion der Luftströmungen im Innern und zum Temperaturausgleich

BILD: BEAT KELLER

des Weltraum-Teleskops beteiligt. Als Nachfolger des Hubble-Teleskops ist zurzeit ein noch viel grösseres Teleskop im Bau. Es wird «James Webb Space Telescope» (kurz JWST) genannt. Claude Nicollier hat mir Auskunft gegeben über Weltraum-Sternwarten im Allgemeinen und das JWST im Speziellen.

Claude, du bist unter anderem durch deine Weltraum-Arbeiten am Hubble-Teleskop bekannt geworden. Mit diesem unterdessen 25-jährigen Teleskop kann man zeitlich und distanzmässig in unvorstellbare Fernen blicken, fast zurück zum Urknall. Und doch will man immer noch weiter entfernte Objekte entdecken und damit den Beginn unseres Universums erforschen. Was erhofft man zu finden am Rande unseres Universums?

Mit dem Hubble-Teleskop kann man etwas weiter als zehn Milliarden Lichtjahre blicken. Den Urknall selbst wird man nie sehen können, weil während den ersten ca. 300 000 Jahren das Weltall undurchsichtig war. Man möchte aber etwa 13.5 Milliarden Lichtjahre weit sehen – dorthin, wo sich die ersten Sterne und die ersten Galaxien gebildet haben. Von diesen Vorgän-

gen weiss man noch gar nichts. Was war zuerst? Die Sterne, oder Galaxien aus interstellarer Materie? Die Bilder vom Hubble-Teleskop für diese Distanzen sind unscharf und trüb. Wegen der Expansion des Weltalls sind die Wellenlängen des Lichts in diesem äussersten Bereich unseres Universums grösser geworden, sie haben sich in den Infrarot-Bereich verschoben. Das macht das Licht für unsere Augen unsichtbar, bringt aber auch Vorteile: Die Genauigkeit der Optik des Teleskops inklusive Spiegel darf etwas weniger hoch sein als bei den Wellenlängen im sichtbaren Bereich des Lichts, ohne dass die Bildqualität verringert wird.

Wenn man solche Sterne oder Galaxien der ersten Generation sehen kann, was für Erkenntnisse kann man daraus gewinnen?

Das weiss man nicht, das ist Forschung. Was beim Urknall und in der kurzen Zeit danach passierte, das versteht man heute, das ist reine Physik. Aber über die danach folgende Zeit weiss man nichts. Die Chemie der ersten Sterne war ganz anders als heute. Es gab nur die leichten Elemente Wasserstoff und Helium. Die schwereren Elemente wie Eisen, Stickstoff oder Kohlenstoff bildeten sich erst im späteren Leben der ersten Sterne. Das unterscheidet die Entstehung der ersten Sterne von derjenigen der späteren Generationen, welche sich aus der kalten interstellaren Materie bilden, die heute im ganzen Universum zu finden ist und viel mehr Elemente umfasst als am Anfang. So stammt auch unsere Sonne nicht aus der ersten Generation, sondern entstand später aus Überresten von früheren Sternen.

Wann hat die Bildung der ersten schwereren Elemente begonnen, nach 2 oder 3 Milliarden Jahren?

Wahrscheinlich früher, schon in der Endphase der Sternentwicklung. Die Sterne werden dann zu einem nuklearen Ofen, in welchem neue Elemente durch Kernfusion gebildet werden.

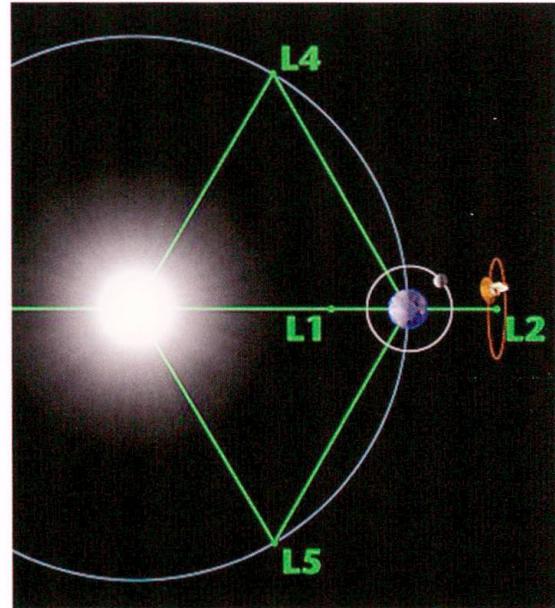
Für diese Forschung zur frühen Phase der Stern- oder Galaxienbildung nach dem Urknall ist ein viel grösserer Nachfolger des Hubble-Teleskops im Bau, nämlich das «James Webb Space Telescope». Es soll 2018 ins Weltall geschickt werden. Was sind die Aufgaben des JWST?

Es sind drei Hauptaufgaben, welche mit dem JWST angepackt werden sollen: Erstens die Forschung zur Stern- oder Galaxienentstehung in der Frühzeit des Universums, wie wir sie eben diskutiert haben. Zweitens will man die Entstehung von Sternen in der heutigen Zeit in unserer Milchstrasse untersuchen, z. B. die Geburt eines Sterns im Orionnebel, der ca. 7000 Lichtjahre entfernt ist. Dieser 7000 Jahre alte Zeitraum, den wir beobachten können, ist astronomische Neuzeit. Neue Sterne entstehen dort aus sehr kalter

interstellarer Materie, also nicht nur aus Wasserstoff und Helium. Viele Beobachtungen sind schon mit dem Hubble-Teleskop im sichtbaren Licht gemacht worden, mit dem JWST soll auch der Infrarotbereich untersucht werden. Die Untersuchung der Infrarotstrahlung eignet sich gut für kalte Nebel oder Objekte. Drittens sollen die Atmosphären von extrasolaren Planeten (oder kurz Exoplaneten) erforscht werden. Exoplaneten sind Planeten, welche um andere Sterne als unsere Sonne kreisen. Für diese Aufgabe ist das JWST mit Infrarotkameras und Spektrometern ausgerüstet. Mit der Kenntnis der chemischen Gaszusammensetzung kann man folgern, ob die Atmosphären auf den Exoplaneten Leben ermöglichen.

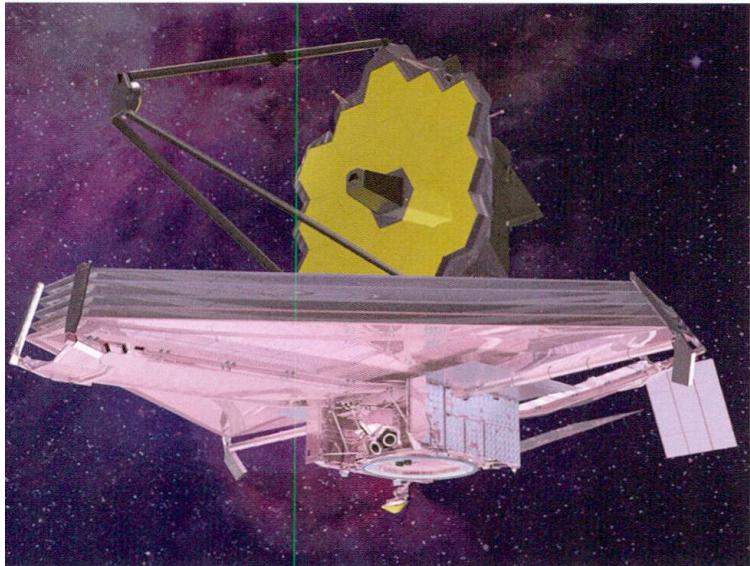
Das JWST wird nicht auf eine Erdumlaufbahn geschickt, sondern wird unsere Erde als Sonde auf einer eigenen Umlaufbahn um die Sonne begleiten. Welche technischen Probleme sind dabei zu lösen?

In der Bahnebene eines um die Sonne kreisenden Planeten, in unserem Fall der Erde, gibt es fünf Punkte mit einer speziellen Eigenschaft: Wenn sich ein kleiner Körper, also z.B. ein Satellit, in einem dieser sogenannten Lagrange-Punkte befindet, benötigt er für den Umlauf um die Sonne genau gleich lang wie die Erde, nämlich ein Jahr. Einer dieser Punkte, genannt L2, befindet sich 1.5 Mio. Kilometer von der Erde weg, weiter draussen im Weltall. Die Umlaufbahn eines Satelliten, der dort um die Sonne kreist, ist also länger als die Erdumlaufbahn. Aber dieser Satellit spürt nicht nur die Anziehungskraft der Sonne, sondern zusätzlich auch diejenige der Erde. Das bedingt, dass er etwas schneller fliegen muss, um auf seiner Umlaufbahn zu bleiben. Somit kreist der Satellit, in unserem Fall das JWST, von der Sonne aus gesehen auf dem gleichen Radialstrahl wie die Erde und gleich lang um die Sonne, aber weiter draussen im Weltall. Aus dem folgenden Grund eignet sich dieser Punkt am besten für das JWST: Die zu untersuchende Infrarotstrahlung ist von der Erde abgestrahlt und wird vom Satelliten aufgefangen. Das ist eine optimale Infrarotschutzwirkung.



Die Erde auf der Umlaufbahn um die Sonne und der die Erde begleitende Punkt L2. Das JWST wird nicht genau im Punkt L2 platziert, sondern leicht seitlich davon. Zusätzlich zu seiner Bahn um die Sonne kreist das JWST also auch um den Punkt L2, womit eine optimale Infrarot-Schutzwirkung erzielt wird

BILD: NASA



Zeichnung des JWST mit dem Infrarot-Schutzschild und dem offenen Teleskop. Der Schutzschild blockiert die Wärmestrahlung von Sonne, Erde, Mond und von der Elektronik

BILD: NASA

daher mit einem grossen Infrarot-Schutzschirm geschützt. Auf der Sonne, Erde und Mond zugewandten Seite dieser Schutzfolie befindet sich dann auch die gesamte Elektronik, denn auch die gibt störende Wärmestrahlung ab. Das Teleskop ist offen, damit es der Kälte des Weltraums von etwa 3° Kelvin ausgesetzt ist und keine Wärme aufnehmen kann. Diese komplizierte Sonde mit dem Teleskop, welches einen 18-teiligen Hauptspiegel hat, mit der gesamten Funktions- und Kommunikationselektronik und der Schutzfolie muss in einem zusammengefalteten Zustand in seine Sonnenumlaufbahn gebracht und aufgeklappt werden. Dort draussen kann sie dann von Menschen nicht mehr besucht und repariert oder gewartet werden wie 1993 das Hubble-Teleskop. Die Platzierung des JWST an diesem mit der Erde mitfliegenden Ort L2 vereinfacht die Kommunikation zwischen der Erde und dem JWST in hohem Masse.

Gehen wir nochmals zurück zur Erforschung des jungen Universums. Welche Überraschungen könnten da noch zum Vorschein kommen? Beim Alter des Universums? Bei der Expansion des Universums?

Der Spiegel des JWST ist etwa achtmal so gross wie der Spiegel des Hubble-Teleskops. Man wird also sehr viel mehr Details sehen können. Aber was man finden wird, das weiss man nicht. Das Alter wird sich wahrscheinlich nicht stark verschieben. Die Expansion des Universums hat mit der dunklen

rotstrahlung aus den entferntesten Weiten des Weltalls ist extrem schwach. Jede Störung von einer anderen Infrarotquelle, also Wärmequelle, würde sie überdecken und unbrauchbar machen. In der Umgebung der Sonne gibt es aber drei wichtige Störquellen: Es sind dies die Sonne selbst, die Erde und der Mond. Alle drei strahlen Wärme ab. Wenn man nun das JWST ausserhalb der Erde und des Mondes auf einem Radialstrahl «parkiert», dann befinden sich diese drei Störquellen von der Sonde aus gesehen immer ungefähr am gleichen Ort, und man kann sie abschirmen. Das offene Teleskop, also ein Teleskop ohne Rohr, wird

Materie zu tun, diesem geheimnisvollen Medium, von dem man nicht weiss, was es ist und wo es ist, von dem es aber im Weltraum mehr hat als alle sichtbaren Sterne. Es ist nicht ausgeschlossen, dass man mit den Resultaten vom JWST auch zur Lösung des Rätsels der dunklen Materie etwas beitragen kann.

Das JWST soll nur den Infrarot-Wellenlängenbereich erforschen. So wird es wohl keine spektakulären Bilder für die Laien-Bevölkerung geben wie beim Hubble-Teleskop?

Doch, doch, ich denke schon. Die zu erforschenden Infrarot-Wellenlängen sind nicht so weit vom sichtbaren Licht weg. Ein gutes Beispiel ist eine Hubble-Aufnahme vom Pferdekopf-Nebel im Infrarotbereich. Die Struktur dieses Nebels im sichtbaren Bereich ist ganz anders, aber das Infrarotbild ist ebenso schön.

Bei diesen teuren Projekten wird es immer schwieriger, der Bevölkerung einen praktischen Nutzen zu erklären. Was ist deine Meinung dazu?

Das JWST wird von den Raumfahrtorganisationen NASA (USA), ESA (Europa) und CSA (Kanada) entwickelt. Es ist schon so – alleine betrachtet ist das JWST über acht Milliarden Dollar teuer, etwa viermal soviel wie das Hubble-Teleskop. Aber man muss das relativ sehen. Das Verteidigungsbudget der USA ist mehr als eine Milliarde Dollar pro Tag, und es werden hunderte Milliarden Euro bezahlt, um eine schlecht regierte Nation zu retten. So gesehen sind die Kosten für das JWST unbedeutend. Kommt dazu, dass mit diesem Projekt für viele Jahre tausende von Arbeitsplätzen geschaffen wurden, ein grosser Teil der Kosten sind also Saläre. Der praktische Nutzen dieser Forschung ist sicher anfänglich sehr gering, die Erweiterung unseres Wissens über die Entstehung unseres Universums gehört in das Gebiet der Kultur. Längerfristig ergibt sich aber durch die Weiterentwicklung der Technik oft auch ein Nutzen für den Allgemeingebräuch im Alltag.

Claude, ich danke dir für diese sehr interessanten Ausführungen.

3.6 Sphärenharmonie – Musik des Universums

Überlegungen zu einer Methodik des Unmöglichen

WERNER BÄRTSCHI



Werner Bärtschi ist freischaffender Musiker. Er arbeitet hauptsächlich als Pianist und Komponist, gelegentlich auch als Dirigent. Die Freude an der Himmelsbeobachtung hat sein Interesse an der Astronomie geweckt. Er hilft gelegentlich als Demonstrator auf der Sternwarte aus.

wesen sein, sie zu vernehmen, jener Pythagoras, der auch die bedeutungsvolle Verwandtschaft zwischen Längenverhältnissen und musikalischen Intervallen entdeckt und formuliert haben soll.

Wir glauben nicht mehr an Kristallsphären, die sich um die Erde drehen. Doch der Gedanke, unser Kosmos, die Welt, in der wir leben, klingt unaufhörlich aus sich selbst heraus, fasziniert noch heute: Ein ewiger Klang, eine unendliche Musik, immer gleich und dennoch in jedem Augenblick einzigartig und neu. Diesen Klang, diese Musik möchten wir gerne hören! Wenn man aber Musiker ist, möchte man ihn nicht nur hören, sondern auch spielen, auch komponieren können.

Doch das ist offensichtlich unmöglich!

Man kann ja nichts Unendliches komponieren, allein schon aus praktischen Gründen, vor allem aber auch, weil Musik in der Zeit und dank der Zeit lebt, weil sie die Zeit nutzt und in einer hochdifferenzierten Weise gliedert. Sie muss anfangen, wechselnde Gestalt annehmen und zuletzt enden, wie auch immer sie das im Einzelnen macht. Würde sie das nicht, könnten wir sie nicht wahrnehmen. Musik braucht Gliederung, braucht Strukturen, sonst bleibt sie unverständlich.

Deshalb durfte ich, als Komponist freundlichst angefragt, ein solches Werk zu schreiben, keinesfalls zusagen. Es geht ganz einfach nicht.

Dennoch: Die Vision einer Sphärenharmonie regt auch heute noch unsere Phantasie an. Und ich selbst habe noch einen persönlicheren Grund, mich für die unmögliche Idee zu interessieren:

Früher glaubte man an die Sphärenharmonie, beneidenswerte alte Zeiten! Sphärenharmonie – welch klangvoller Name! Doch wer hat sie je gehört? Niemand oder vielleicht ein Einziger! Der Mythos sagt, dass Sonne, Mond, Planeten und Sterne sich auf je eigenen Kristallsphären in je eigener Geschwindigkeit um die Erde drehen. Dabei entsteht ein Zusammenklang, die Sphärenharmonie eben, die aber für den Menschen unhörbar bleibt. Einzig Pythagoras soll in der Lage

Es hat mich immer fasziniert, wie aus Regelmässigkeit und Wiederholung laufend neue Gestalten entstehen können. Die Natur macht uns das eindrücklich vor. Das Universum aber, nach heutiger Vorstellung seit über 13 Milliarden Jahren in ständiger Ausdehnung begriffen, bringt ebenfalls die unterschiedlichsten Gestalten hervor, zum Beispiel die Sonne und die Erde und dich und mich und übrigens auch das, was ich soeben Natur genannt hatte. Jede Erscheinung darin ist einzigartig und neu, zugleich aufgehoben in einem Ganzen, das man den Inbegriff von Kreativität nennen dürfte, wenn wir Menschen diesen Begriff nicht längst für unsere eigenen kleinen Einfälle usurpiert hätten.

Jede Erscheinung einzigartig und neu, oft genug von wundersamer Bedeutung – man spricht nicht umsonst von Sternstunden! Denn wenn die Sterne einmal ganz besonders zueinander stehen, soll sich auch ganz Besonderes zutragen. So glaubte man es einst und auch heute hoffen Viele auf die Magie des besonderen Moments, lasse er nun die grosse Liebe beginnen oder bringe er einen Lotteriegewinn. Dabei – wir wissen es im Grunde alle – gibt es in jeder Sekunde unzählige Sternstunden und ist ohnehin jede Erscheinung einzigartig. Sind denn Sonne und Erde und du und ich und das, was ich soeben Natur genannt hatte und überhaupt ALLES, was ich hier schon gar nicht anzu-deuten versuchen will nicht Beweis genug dafür?

Um aber zu meinem spezifischen Fach und zugleich zur so freundlich gestellten Aufgabe zu kommen: In vielen Meisterwerken der Musik erkenne ich verwunderlicherweise eben genau dieses gleiche Phänomen wieder. Aus unscheinbarsten Keimen entwickelten grossen Komponisten seit je einen Reichtum an einzigartigen und neuen Gestalten, der umso mehr erstaunen muss, als er sich ganz einfach und organisch entfaltet. Ich habe dem selber in meinen Werken auch nachgeifert. Das ist professionell. Das Anliegen, als Musiker einer Sphärenharmonie nahe zu kommen oder gar die Musik des Universums zu komponieren, fasziniert mich also durchaus und liegt mir sogar nahe.

Aber die Aufgabe ist zu gross. Sie ist unrealistisch. Ich muss sie auf menschliches Mass herunterholen, muss sie auf einer nur assoziativen Ebene ansiedeln. Den Finger, der auf den Mond zeigt, darf ich nicht mit dem Mond verwechseln. Die Musik kann nur der Finger sein. Dies einmal akzeptiert, darf ich frei mit den Elementen spielen, darf mich auf das konzentrieren, was Musik tatsächlich leisten kann.

Also: Ich suche eine Musik, die den Anschein erweckt, ewig zu dauern (was sie natürlich nicht tut). Ich suche eine Musik, die aufgrund einfacherster

Voraussetzungen ständig Neues hervorbringt. Ich suche eine Musik, die vollständig unvorhersehbar ist, aber in jedem Augenblick einer inneren Gesetzmässigkeit folgt. Diese Gesetzmässigkeit soll dem Hörer erfahrbar werden, auch wenn er sie nicht nachvollziehen kann.

Ich denke, dass das Stück langsam sein muss. Sonst wird man nie von seinem inneren Fortgang auf die Ewigkeit schliessen wollen.

Acht Sphären sollen es bei der Sphärenharmonie gewesen sein. Nehm' ich doch acht Stimmen oder Schichten! Damit erreiche ich jedenfalls eine für unser Hören ausreichende Vielschichtigkeit.

Ich gebe jeder Stimme oder Schicht einen Zentralton. Dazu verwende ich Töne aus der Obertonreihe. Sie eignet sich als einfaches Naturphänomen gut für solche Zwecke. Da ihre höheren Töne aber zur Hälfte Oktavierungen und damit in gewissem Sinne Tonwiederholungen sind, wähle ich nur diejenigen aus, deren Ordnungszahl eine Primzahl ist. Dadurch wirkt jeder Ton neu. Die achtstimmige Harmonie, die sich daraus ergibt, wird reich und vielschichtig klingen.

Am wichtigsten ist wohl, wie in einer solchen Musik die Zeit vergehen soll. Ich brauche eine Regelmässigkeit, einen ruhigen, sogar sehr ruhigen Puls, der aber von den Klängen (den Erscheinungen) jederzeit frei umspielt wird. Ein heikles Element, das ich mit Vorteil meinem spontanen kompositorischen Zugriff überlassen sollte.

Die kostbare Einsicht, dass in Wahrheit jeder Augenblick eine Sternstunde sei, hilft mir leider gar nicht weiter. Im Gegenteil: Die Sternstunden müssen in diesem Stück seltene, unvorhersehbare Momente sein, an denen sich Klänge zu einer einzigartigen Konstellation fügen, an denen sich eine seltenste Wunderblume öffnet, an denen ein unerwarteter Lichtblitz den Blick auf eine sonst unsichtbare und unüberblickbare Landschaft ermöglicht. Dazu kann ich nochmals die Primzahlen verwenden, und zwar in diesem Falle ihre Produkten, also die Faktorzerlegung. Wenn ich mir die Takte wie üblich nummeriert vorstelle, sind niedrige Faktoren wie die 2, die 3 oder auch noch die 5 fast omnipräsent. Entsprechend einfach stelle ich mir ihren Einfluss auf die Auswahl meiner Klänge vor. Ausgesuchte Faktorkombinationen hingegen (ich nenne als beliebiges Beispiel den Takt $187 = 11 \times 17$) sollten zu ausserordentlichen, magischen Augenblicken führen. Sie sind selten und werden (welch glücklicher Umstand!) nach und nach sogar immer seltener. Sie sollen ja gerade selten sein, und ihre Seltenheit spiegelt ganz richtig unsere Sicht auf das Universum. Denn, nicht wahr, Sonne und Erde und du und ich und das, was ich oben Natur genannt hatte und überhaupt ALLES, was ich schon

vorhin gar nicht anzudeuten versucht hatte ist zwar fugenlos in ein grosses Ganzes integriert, ist aber einzigartig für mich, einzigartig aus meiner kleinen lokalen Sicht, und natürlich auch aus deiner, weil wir beide vor allem das uns Naheliegende erleben und beachten, mit uns selbst mittendrin als Zentrum.

Wie lange aber soll die musikalische Darstellung der Ewigkeit denn überhaupt dauern? Das klingt nach Scherzfrage, braucht aber in diesem Falle eine Antwort. Unendlich dauern kann sie nicht. Also braucht es eine Zeitdauer. Sind es knappe fünf oder zehn Minuten? Fünfzehn Minuten, eine Dauer, bei der ungeübte Hörer bereits Schwierigkeiten bekommen? Oder noch mehr? Oder gar strapaziöse zwei oder fünf oder siebzehn Stunden? Mit solcher Länge komme ich wohl der Unendlichkeit nicht näher.

Doch es gibt durchaus genuin musikalische Gründe für die richtige Zeitdauer. Sie ergeben sich aus der Notwendigkeit, irgendwann aufzuhören, abzuschliessen. Aber gerade «schliessen» soll die Ewigkeit ja nicht. Stattdessen muss eine solche Musik sich entfernen, sich auflösen, sich sozusagen in der Weite des Alls verlieren. Ihre Erscheinungen müssen nach und nach immer vereinzelter werden, immer grössere Pausen müssen dazwischendringen. Sie werden zunehmend noch das Gewöhnlichste zum seltenen Ereignis werden lassen. Ich muss also die Regelmässigkeit des Zeitablaufs durch Aussetzer zuerst selten, dann aber häufiger unterbrechen. So kann ich ein Ende oder richtiger gesagt eine Art des Aufhörens finden, die eben gerade nicht wie ein Schluss klingt.

Zum Schluss dieser Überlegungen aber gibt's nochmals eine letzte Nuss zu knacken: Musik muss ja gespielt oder gesungen werden. Erst so wird sie konkret und wahrnehmbar. Singstimmen oder Streichinstrumente scheinen mir für dieses Vorhaben zu menschlich, zu persönlich, zu subjektiv. Aber welche Instrumente kann ich sinnvoll verwenden? Da das Ganze ohnehin utopisch ist, brauche ich in dieser Frage keine praktischen Rücksichten nehmen.

Klänge, die wie bei einem Klavier von selbst allmählich verklingen, bieten sich als Erstes an, da sie sich ja von selbst in die Stille verlieren, während ein gehaltener Ton wie etwa von einer Trompete stets ein vom Spieler gewolltes und gemachtes Ende haben muss. Ein Klavier wäre in jedem Falle nützlich, da es auch einen grossen Tonumfang hat und ohne Schwierigkeiten mehrstimmig spielen kann. Aber ich brauche auch kontrastierende Farben. Der Klang einer Bassmarimba wäre wertvoll, körperlicher und wärmer als der Klavierton, mit dem er sich aber auch gut verbinden kann. Dazu vielleicht ein Vibraphon? Dieses heute etwas in Verruf geratene Instrument, das einst mit seinem leider allzu mechanischen Vibrato Erfolge feierte, könnte die perfekte

Ergänzung sein zu Klavier und Marimba. Der Clou daran ist, dass eben gerade der simple Vibratoeffekt hier zu einem unerwarteten Glanzauftritt kommt, denn wirkungsvoller als durch plötzliches Umkippen ins Vibrato kann wohl mit Instrumenten die Seltenheit eines besonderen Moments kaum noch herausgestellt werden.

Aber zu diesen Instrumenten, deren Ton verklingt, muss nun natürlich auch noch eine Gegenwelt kommen. Ich brauche auch Instrumente mit aus gehaltenem Ton, Bläser, am besten eine Flöte mit ihrem kühlen, klaren Klang und ihrer erstaunlichen Beweglichkeit, dazu eine Klarinette, die so unvergleichlich Noten aus dem Nichts heraus anspielen kann, womit sie das Gegenstück zum Verklingen eines Klaviertons bildet. Da Bläser einstimmig spielen, brauche ich mehrere, zwei mindestens, besser wohl drei. Also vielleicht auch noch ein Blechblasinstrument, vielleicht das flinke Euphonium, mit seinem runden, warmen Ton «aus dem Bauch heraus». Überblicke ich die entstandene Liste von inzwischen sechs Instrumenten, so gefällt mir, dass die Zusammenstellung völlig exotisch ist. Sie erinnert in keiner Weise an die Standardformationen unseres Musiklebens. Gut so! Das sind wir der Sphärenharmonie und dem Universum schuldig.

Und nun? Ist der Schreibtisch aufgeräumt? Sind die wichtigsten Prämissen angedacht? Soll ich das Unmögliche wagen?

Herzlichen Dank unseren Sponsoren

Hauptsponsoren



JC Fischerstiftung



Co-Sponsoren



Jakob + Emma Windler-Stiftung



Prix Vision



Dr. von Moos AG
Geotechnisches Büro
Beratende Geologen und Ingenieure



4 Glossar

Apollo-Mission Das Apollo-Programm war ein Raumfahrt-Projekt der USA zwischen 1961 und 1972 mit dem Ziel, Menschen auf den Mond zu bringen.

Asteroiden Die grosse Gruppe der nur im Fernrohr sichtbaren kleinen Himmelskörper, die sich fast ausschliesslich zwischen Mars und Jupiter um die Sonne bewegen.

Belichtungszeit Die Dauer, während der ein Foto aufgenommen wird. «Schnappschuss»-Fotos haben eine sehr kurze Belichtungszeit. Mit einer längeren Belichtungszeit können Effekte erzeugt werden, wie das Verschwimmen von bewegten Objekten, z. B. von fliessendem Wasser.

Blende Eine Vorrichtung am Objektiv einer Kamera, mit deren Öffnen oder Schliessen reguliert werden kann, wie viel Licht gesammelt wird.

Brennpunkt Der Punkt, an dem alle Lichtstrahlen, die von einer Linse oder einem Spiegel gesammelt werden, aufeinander treffen.

Bulb Langzeitbelichtung (mehrere Sekunden bis Stunden). Name der entsprechenden Einstellung auf Spiegelreflexkameras.

Deklination Höhe eines astronomischen Objektes über dem Himmeläquator; entspricht der geografischen Breite nördlich (positiv) bzw. südlich (negativ) des Erdäquators.

Doppelsterne Bei «echten» Doppelsternen sind zwei Sterne gravitativ aneinander gebunden und umkreisen einander periodisch. Bei «optischen» Doppelsternen sehen zwei weit voneinander entfernte Sterne von der Erde her gesehen aus, als wären sie nahe zusammen.

Dunkelbild Ein mit derselben Belichtungszeit und Umgebungstemperatur gemachtes Foto einer Digitalkamera, bei welchem die Kamera abgedeckt ist. Das Dunkelbild wird vom Originalfoto rechnergestützt abgezogen, um durch fehlerhafte Pixel verursachte Beeinträchtigungen zu eliminieren.

Dunkle Materie Zwischen allen Himmelskörpern herrschen Anziehungskräfte, die von ihren Massen erzeugt werden. Man hat aber errechnet, dass die im Universum vorhandene und bekannte Masse bei Weitem nicht ausreicht, um z. B. den Zusammenhalt einer Galaxie zu erklären. Es muss also ein weiteres, unbekanntes, unsichtbares und zur Zeit unmessbares Medium existieren. Diese grosse Unbekannte wird «dunkle Materie» genannt.

einnorden Parallaktisch montierte Teleskope müssen entsprechend der geographischen Breite des Beobachtungsortes ausgerichtet werden. Dies kann z. B. mit Hilfe des Polarsterns geschehen.

Ekliptik Die scheinbare Bahn der Sonne im Lauf eines Jahres vor dem Fixsternhintergrund. Von der Erde aus gesehen, in geozentrischer Projektion, bildet die Ekliptik auf der Himmelskugel einen imaginären Grosskreis.

Evektion Eine periodische Störung der Mondbahn.

Expansion des Weltalls Seit der Entstehung unseres Universums, dem sogenannten Urknall (siehe weiter unten), dehnt sich das Universum kontinuierlich aus. Dieser Prozess beschleunigt sich; ein Vorgang, den wir nicht erklären können.

exzentrisch Die Umlaufbahn eines Himmelskörpers ist exzentrisch, wenn das Objekt, das er umkreist, nicht in der geometrischen Mitte liegt. Die Planeten unseres Sonnensystems haben alle leicht elliptische und exzentrische Umlaufbahnen. Dadurch ist die Erde der Sonne im Januar am nächsten.

Full-Dome Englisch für «Ganz-Kuppel». Die Hohlkuppel wird als Projektionsumgebung genutzt, an Stelle einer zweidimensionalen Leinwand.

GIS-Daten GIS steht für «Geoinformationssystem». Informationssysteme zur Verarbeitung von räumlichen, dreidimensionalen Daten.

GoTo-Steuerung Teleskope, die über eine GoTo-Steuerung verfügen, können über ein eingebautes Navigationssystem selbständig Himmelsobjekte auffinden. Objekte werden aus einem programmierten Katalog ausgewählt und werden darauf vom Teleskop per GPS anvisiert.

GPS GPS steht für «Global Positioning System». Es handelt sich um ein Netzwerk an Navigationssatelliten, die um die Erde herum verteilt sind und durch ihre Signale eine genaue Ortung auf der Erdoberfläche ermöglichen.

Infrarotbereich Der Infrarotbereich des Lichts befindet sich anschliessend an das rote Ende des für das menschliche Auge sichtbaren Bereichs des Lichts, welcher volkstümlich auch Regenbogenspektrum genannt wird. Infrarot hat eine längere Wellenlänge als rot und ist für uns nicht sichtbar, aber als Wärmestrahlung spürbar.

ISO-Wert Die Lichtempfindlichkeit eines Films, bzw. der Einstellung bei einer Digitalkamera (je höher der ISO-Wert, desto lichtempfindlicher). Grundsätzlich gilt, dass mit einer höheren ISO-Zahl die Belichtungszeit sinkt.

ISS Die Internationale Raumstation, welche die Erde in ca. 400 km Höhe umkreist und von über einem Dutzend Ländern gemeinsam betrieben wird.

Kelvin Die Kelvin-Temperaturskala beginnt beim absoluten Nullpunkt bei – 273,15 Grad C. Es gibt auf der Skala folglich keine Minustemperaturen. Die Maßeinheit Grad ist auf der Kelvin-Skala gleich gross, wie auf der Celsius-Skala.

Kometen Schweifsterne; meteorartige Körper, die sich meist in sehr exzentrischen Ellipsen um die Sonne bewegen und dabei Material verlieren, wodurch die charakteristischen Schweife entstehen.

Kugelsternhaufen Kugelförmige Ansammlung einer grossen Anzahl von Sternen (durchschnittlich um die 100 000 Sterne). Die Sterne sind dabei so nahe zusammen, dass sie durch die Schwerkraft aneinander gebunden sind.

Lichtgeschwindigkeit Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht und anderen elektromagnetischen Wellen im Vakuum. Sie beträgt rund 300 000 km/sec.

Lumen Einheit der Lichtstärke. Sie wird genutzt, um die Leuchtkraft von Projektoren zu spezifizieren.

M42 Der Orionnebel im Sternbild Orion. Die M-Bezeichnungen entsprechen der Klassifikation von Charles Messier in seinem astronomischen Objektkatalog aus dem 18. Jahrhundert.

Meteorit Ein Festkörper, welcher aus dem Weltall kommend die Erdatmosphäre durchquert und den Erdboden erreicht hat. Meist bestehen Meteoriten aus Silikatmineralien oder Eisen-Nickel-Legierungen.

Nebel Diffuse astronomische Objekte am Nachthimmel wurden in der Anfangszeit der Astronomie pauschal «Nebel» genannt. Mit der Entwicklung von besseren Instrumenten konnten diese Objekte im Detail erkannt werden und als innergalaktische Gas- oder Staubnebel, Sterngruppen oder extragalaktische Galaxien erkannt werden.

Okular Die Linse, durch welche man in ein Teleskop oder einen Feldstecher blicken kann. Sie vergrössert das Bild, das aus den gesammelten Lichtstrahlen entsteht.

Parabolspiegel Ein Spiegel, in den eine Vertiefung in der Form einer Parabel-Kurve geschliffen ist. Diese Form dient dazu, die auftreffenden Lichtstrahlen so umzuleiten, dass sie in einem Brennpunkt zusammentreffen.

Planetensphäre Element der griechisch-antiken Weltvorstellung. Die Planeten wurden demnach von durchsichtigen Halbkugeln aus Kristall um die Erde herum getragen. Die Bewegung der Sphären verursachte Klänge, die zusammen eine Harmonie bildeten.

Polarisationsfilter Mit einem Polarisationsfilter lassen sich in der Fotografie reflektierende Lichtquellen unterdrücken. Damit kann erreicht werden, dass Farben satter erscheinen und dass es nicht zu Überstrahlungen kommt.

Präzession Eine Unregelmässigkeit in der Erdrotation. Die Erdachse dreht sich langsam um die Senkrechte auf der Erdbahn-Ebene, ähnlich wie die Taumelbewegung eines Kreisels.

Radialstrahl Eine von einem Punkt (in diesem Fall der Sonne) ausgehende gerade Linie.

Refraktion Brechung des Lichts von Himmelsobjekten durch die Erdatmosphäre. Für einen Beobachter auf der Erde erscheinen demnach alle Gestirne höher, als es ohne die irdische Lufthülle der Fall wäre. Ihr Betrag hängt hauptsächlich vom Höhenwinkel sowie von Temperatur und Luftdruck am Ort des Beobachters ab. In 5 km Höhe sinkt die Refraktion auf etwa 50% ihres Wertes vom Meeressniveau.

Rektaszension Gradmass, mit dem die Position eines Himmelsobjekt in Ost-West-Richtung angegeben wird. Entspricht Längengraden auf der Erde.

rendern In der Videoverarbeitung das Umwandeln von Datenbankdaten in Bilder und Filme.

Schwarzes Loch Astronomisches Objekt im Weltraum, dessen Anziehungskraft so gross ist, dass Materie hineinfallen, aber nicht mehr hinausgelangen kann. Zudem kann auch keine elektromagnetische Welle, z. B. Licht, entweichen, wodurch das Objekt für uns unsichtbar oder «schwarz» erscheint.

Spektrometer Ein Gerät zur Ausmessung eines Lichtspektrums, also z. B. zur Bestimmung der Wellenlängen im Infrarotbereich des Lichts.

Sternkarte Eine Sternkarte zeigt die Position der Sterne und Sternbilder am Himmel. Einige dieser Karten verfügen über drehbare Aufsätze, mit denen das Datum und die Uhrzeit eingestellt werden können, um den momentan sichtbaren Himmelsausschnitt zu bestimmen.

Sternschnuppe Sternschnuppen oder Meteore entstehen, wenn kleine Gesteins- oder Metallkörner aus dem Weltraum auf die Erdatmosphäre treffen und in ihr verglühen. Die meisten dieser Partikel stammen aus den Staubspuren, welche Kometen hinterlassen.

Tellurium Mechanisches Modell zur Demonstration der Bewegungen von Erde und Mond.

Urknall Als Urknall wird die Entstehung von Materie, Raum und Zeit in einem theoretischen Punkt unseres Universums vor etwa 13.8 Milliarden Jahren bezeichnet.

Voyager-Sonde Das Voyager-Programm ist ein Forschungsprogramm der NASA zur Erkundung des äusseren Planetensystems und des interstellaren Raums. Es umfasst die 1977 gestarteten und immer noch funktionierenden Raumsonden Voyager 1 und Voyager 2

Weisslichtfilter Ein Weisslichtfilter dient zur Sonnenbeobachtung. Er schwächt das einfallende Licht auf eine sichtbare Stärke ab. Dabei lässt er alle Wellenlängen passieren.

Wellenlängen des Lichts Licht ist eine Strahlung in Wellenform. Als Wellenlänge bezeichnet man den Abstand zweier Wellenberge, oder auch zweier Wellentäler.

10 Literatur

- Astronomische Gesellschaft Bern: *Drehbare Sternkarte «Sirius» des nördlichen Sternhimmels*, Aequinoctium Verlag Bern 2000.
- Bialas, Volker: *Vom Himmelsmythos zum Weltengesetz – eine Kulturgeschichte der Astronomie*, Wien 1998.
- Birchmeier, Christian: *Erstes Schaffhauser Sterngugger-Hüüsli in der Klus*, in: *Schaffhauser Nachrichten*, 4. Oktober 2012.
- Dittrich, Ludwig: *Die Sternwarte auf der Steig – von gestern bis heute und morgen*, Schaffhausen 2004.
- Eder, Katharina und Theo Gantner: *Bilder aus Volkskalendern – Illustrationen des 19. Jahrhunderts*, Rosenheim 1987.
- Hänggi, Christa und Bruno Eberli: *Sternenjäger – Ein Album der Sternwarte Schaffhausen*, Schaffhausen 2014.
- IWC Schaffhausen: *Das Buch zur Uhr – Die Portugese Sidérale Scafusia*, Schaffhausen 2012.
- Keller, Hans-Ulrich: *Kompendium der Astronomie – Zahlen, Daten, Fakten*, Kosmos Verlag Stuttgart 2008.
- Keller, Hans-Ulrich: *Kosmos Himmelsjahr – Sonne Mond und Sterne im Jahreslauf*, Kosmos Verlag Stuttgart, erscheint jährlich.
- Klötzler, Heinz Joachim: *Das Astro-Teleskop für Einsteiger – Kaufberatung, Technik, Himmelsbeobachtung*, Kosmos Verlag Stuttgart 2008.
- Leutenegger, Marius: *Ausserirdisch – wie ein Raumschiff im Kornfeld*, in: Sonntagszeitung, 26. August 2012.
- Mirwald, Benjamin: *Volkssternwarten – Verbreitung und Institutionalisierung populärer Astronomie in Deutschland 1888–1935*, Thun 2014.
- Montenbruck, Oliver und Thomas Pfleger: *Astronomie mit dem Personal Computer*, Springer Verlag Berlin 1989.
- N.N.: *Spezielle Forschungsbauten – Sternwarte Schaffhausen*, in: werk, bauen + wohnen, Zürich 2013.
- Nagel, Michael et al.: *Extremfotografie – Arktis, Vulkane, unter Wasser, Hochgebirge, Sterne*, München 2011.
- Puschert, Walter: *Planetenbewegungen auf astronomischen Uhren*, in: Schukowski, Manfred et al.: *Mittelalterliche astronomische Grossuhren*, Leipzig 2014.
- Rohr, Hans: *Das Fernrohr für Jedermann – Wie baue ich mir ein Spiegel-Teleskop?*, Zürich 1949.
- Seip, Stefan: *Himmelfotografie mit der digitalen Spiegelreflexkamera*, Kosmos Verlag Stuttgart 2009.
- Spix, Lambert: *Skyscout – Sterne und Sternbilder einfach finden*, Oculum Verlag Erlangen 2012.

