

bringen. Um in die Sphäre des Olympos zu wechseln, müssen sie unter Lebensgefahr das Tor der Symplegaden durchfliegen. Diese treibenden Felsinseln schlagen in der Meerenge des Bosporus zusammen, eine gefährliche Passage, die nur wenige Auserwählte meistern. Auch der Held Iason musste mit seinen Argonauten zwischen den Symplegaden (den Zusammenschlagenden) hindurch fahren. Die Argonautensage verarbeitet möglicherweise die Tatsache, dass griechische Völker schon während der Bronzezeit, der Zeit von Mykene und Troja, die schwierigen Strömungsverhältnisse des Bosporus zu bewältigen versuchten, um Handelsrouten ins Schwarze Meer zu erschließen.

Von dort aus gelangten Fertigwaren, Rohmaterialien, Erkenntnisse und Geschichten über das Tal der Donau zu den Kulturen des Karpatenbeckens und weiter nach Mitteleuropa. Bis in die Gegend des heutigen Nebra in Sachsen-Anhalt, Fundort der berühmten Himmelscheibe. Auf der nach langer Lagerung im Erdbreich türkisgrün verfärbten Arsenbronze begegnet uns zwischen Vollmondscheibe und Mondsichel eine Gruppe von sieben Sternen: ein weiteres Abbild der Plejaden?

Die Entstehung der Himmelscheibe wird auf 2000 bis 1600 v. Chr. datiert, sie fällt in die mitteleuropäische Frühbronzezeit und gehört zum Fundinventar der Aunjetitzer Kultur, benannt nach einer Stadt im heutigen Tschechien. Mangels schriftlicher Zeitzeugnisse können wir die soziale und geistige Lebenswelt dieser Epoche nur annäherungsweise aus den materiellen Hinterlassenschaften erschließen. Mächtige Erdaufschüttungen wie der Grabhügel von Leubingen (Thüringen) bezeugen eine hierarchische Gesellschaftsordnung, großen Reichtum und Einfluss der lokalen Oberhäupter, eine überregionale Arbeitsorganisation und weit reichenden Fernhandel. Aus den chemischen Messdaten der Himmelscheibe lassen sich die Handelsverbindungen ablesen, auf denen die Materialien für die Bronzelegierung zusammenkamen: Das Kupfer stammt vom Mitterberg in den Salzburger Alpen, das Gold der astronomischen Intarsien aus Cornwall in Südengland. Neben wenig Zinn enthält die Legierung einen hohen Prozentsatz Arsen. Vermutlich aus einem Bronzerohling gewonnen, sollte der Arsenanteil die Haltbarkeit und Bruchfestigkeit des Materials verstärken.

Derart hohe metallurgische Fähigkeiten legen ein fundiertes Wissen auch in anderen Bereichen nahe, etwa der Beobachtung der Himmelskörper als Erinnerungs- und Dokumentationstechnik für Frühjahrs- und Winteranfang, den Zeitpunkt für Aussaat, Ernte und damit verbundene Feste. So sehen die Astronomen Wolfhard Schlosser und Ralf Hansen in den Sterndarstellungen die Wiedergabe einer Kalenderregel, wie sie auch auf sumerischen Tontafeln und Rollsiegelchen des 4. Jahrtausends v. Chr. schriftlich vermerkt ist. Wenn die Gruppe von sieben Goldpunkten tatsächlich die Plejaden darstellt, wäre auch deren Position zwischen Vollmondscheibe und Viertelmond nicht zufällig. Nach Schlossers Ansicht ist darin der Vorübergang des Mondes an den Plejaden festgehalten, drei bis vier Tage nach Neumond. Diese Transgression ereignet sich von der Nordhalbkugel aus gesehen nur am Übergang vom Winter zum Frühjahr – sie kündigt den Zeitpunkt an, da die Plejaden, wie in Hesiods Schrift, versinken und die Tage der Aussaat wiederkehren.

Ralf Hansen geht noch einen Schritt weiter. Für ihn liegt in der Scheibe von Nebra eine Schaltjahresregel verschlüsselt. Ausschlaggebend sei die Dicke der Mondsichel, die etwa dem dritten Tag nach Neumond entspreche. Schriftlich werde die Theorie wiederum von einer Aufzeichnung aus Mesopotamien unterlegt, dem babylonischen Keilschrifttext mul-apin. Dort heißt es sinngemäß: „Wenn am ersten (Tag des

Frühlingsmonats) Nisan Mond und Plejaden in Konjunktur stehen, so ist dieses Jahr normal. Wenn nun am dritten Nisan, so ist es ein Schaltjahr.“ Werde am späten Winter-Nachthimmel das Siebengestirn neben dem drei Tage alten Mond sichtbar, müsse die reguläre Zahl der Mondtage um einen zusätzlichen ergänzt werden, um den Kalender zu berichtigen. Die insgesamt zweiunddreißig Sterne auf der Scheibe, lose verteilt mit Ausnahme jener sieben, symbolisieren die Tage eines Schaltmonats.

Hansens Theorie trifft in archäologischen Fachkreisen durchaus auf Kritik: Zu wenig sei über die geistige Kultur der europäischen Bronzezeitmenschen bekannt, als dass sich die Dokumentation einer mesopotamischen Kalenderregel auf der Himmelscheibe zwingend beweisen lasse. Mondsichel, Vollmond – oder vielleicht doch die Sonne? – die beiden Horizontbögen, das Langschiff und die Sterne könnten ebenso gut eine zeitspezifische Mythologie wiedergeben. Denkbar ist die Fahrt der Sonne über den Himmel, der Zyklus ihrer Auf- und Untergänge, wie sie über dem Mittelberg bei Nebra zu beobachten sind.

Doch trotz und gerade wegen ihrer noch unbekanntem Botschaften, nicht zuletzt dank ihrer handwerklichen Schönheit, übt die Himmelscheibe ungebrochen ihre Faszination auf uns aus, wie auch die Plejaden unsere Fantasie noch in Zukunft anregen werden.

Dr. phil. Anton Vogel, München

Aus dem Verein

Neues Jahr, neue Toiletten - nach intensiven Planungen, federführend durch Stefanie Stängl, Volkmar Voigtländer und Manfred Mauz, konnte der Vorstand die Renovierung unseres Sanitärbereichs in Auftrag geben. Wer dieses Blick ins All in Händen hält, hat vielleicht schon einmal die Baustelle ertragen, denn die Handwerksfirmen konnten unerwartet früh beginnen. Für Nostalgiker: Den vorherigen Zustand hat Christoph Ries noch mit 360-Grad-Bildern dokumentiert, das Jac-For-Bild am Ende des Ganges wurde von Manfred Mauz demontiert und wird erhalten.

Weil hier wenig Platz für weitere Neuigkeiten bleibt, möchten wir auf die Mitgliederversammlung am 10. März 2018 verweisen: Wie immer erstattet der Vorstand dort einen Jahresbericht. Diesem soll nur vorausgeschickt werden, dass das Jahr 2017 nicht nur wegen der Aktivitäten zum 70jährigen Bestehen wieder sehr erfolgreich für die Volkssternwarte war.

Wir begrüßen als neue Mitglieder ...

Martin Reiss, Akshat Gupta, Jürgen Bredl, Carolin Weidinger, Julia Palka, Stefan Griesing, Christian Lepthin, Daramina Winter, Alina Gatz, Tillmann Rehm, Manuel Belas, Sandra Klose, Harald Nolterieke, Birgit Adams sowie Familie Welscher mit Manuel, Melina, Moritz und Lucas.

BLICK INS ALL

Herausgeber: Bayerische Volkssternwarte München e.V.

Redaktion: Benjamin Mirwald und Peter Stättmayer

Layout: Peter Stättmayer

Anschrift: Rosenheimer Str. 145 h, D-81671 München

Telefon: (089) 406239, Fax: (089) 494987

E-Mail: info@sternwarte-muenchen.de

www.sternwarte-muenchen.de

Die Volkssternwarte wird gefördert durch das Kulturreferat der Landeshauptstadt München.



BLICK INS ALL

59.
Jahrgang
2018/1

Vereinsblatt der Bayerischen Volkssternwarte München e.V.

Totale Sonnenfinsternis 2017 in den USA





Sonnenfinsternis im „Wilden Westen“

Die Sonnenfinsternis 2017 galt als die besterreichbare Finsternis der letzten Jahre. Der Pfad lief quer über die USA. Während in den Jahren davor meist abgelegene Gebiete verfinstert wurden, bewegte sich diesmal der Schatten über ein Industrieland mit exzellenter Infrastruktur. Darin glich diese Finsternis ihrem Vorgänger im Saroszyklus. 18 Jahre und 10 Tage zuvor fand bei gleicher Geometrie und Dauer die Finsternis in Deutschland statt. Wer damals mit dem Wetter Pech hatte, besaß nun eine zweite Chance.

Über 100.000 Sofi-Touristen aus aller Welt sollen in die USA gereist sein. Mehrere Gruppen von der Sternwarte verteilten sich über den Finsternispfad von Oregon über Wyoming nach Kansas bis zu den Appalachen. Alle hatten Glück mit dem Wetter und haben die Totalität gesehen, wobei Kansas und die Appalachen Wolkenlücken meldeten. In Wyoming und Oregon war der Himmel klar. Das deckte sich mit der Prognose, denn Wyoming sollte für die Finsternis eine sehr hohe Sonnenwahrscheinlichkeit besitzen. Unser Zielort war das Wind-River-Basin in der Landesmitte. Einer der trockensten Orte in den USA. Nur über den Bergen bilden sich am Nachmittag gelegentlich orografische Wolken. Da die Finsternis jedoch um 11:40 Uhr ihr Maximum erreichte, wurde diese Gefahr eher gering eingeschätzt. Satellitenbilder zeigen den Wüstencharakter der Landschaft. Nur entlang der großen Straßen wird bewässert und nur dort gibt es Grün.

Unser Beobachtungsort war eine Farm unweit von Riverton. Wir hatten am Tag vor der Finsternis verschiedene Orte geprüft und uns in diese Location verliebt, da es auf der gegenüberliegenden Straßenseite einige malerische Felsen

gab, von denen aus der heranziehende Mondschaten gut beobachtbar sein sollte.

Wir klingelten bei einem Farmer und wurden äußerst freundlich aufgenommen. Schon in der Nacht vor der Finsternis war es möglich, die Instrumente an den Sternen zu kalibrieren.

Im Keller gab es zwei Gästebetten, die wir nutzen durften und am Finsternismorgen gab es Kaffee und Rührei zum Frühstück. Im Garten wurden Campingtische für die Computer und Klappstühle für uns bereitgestellt. Daneben gab es WLAN und Strom. Die Rahmenbedingungen waren bestens - besser konnte es nicht sein! Leider schien das Wetter nicht mitzuspielen. Während wir in der Nacht zuvor einen äußerst dunklen Himmel erleben durften, gab es am Morgen ein hereinziehendes Wolkenband. Der Meteorologe von Riverton hatte dies auch vorhergesagt, von dünnen Cirren gesprochen, die sich auflösen sollten. Der freundliche Farmer meinte die Wolken würden verschwinden, dennoch machte sich Panik breit. Zudem drohten Rauchschwaden von den Buschfeuern im Norden die Finsternis zu stören. Um die Chancen zu erhöhen teilte sich die Gruppe. Drei Leute entschieden sich für die Farm, da ihre Instrumente nicht so schnell ab- und aufgebaut werden konnten. Die Entscheidung erwies sich als richtig. Die ersten 30 Minuten der partiellen Phase gab es noch einzelne Wolken die sich jedoch bald auflösten. Zur Totalität war der Himmel strahlend blau, lediglich im Süden gab es noch einzelne Wolken. Schon 30 Minuten vor dem Maximum wurden die Schatten immer schärfer und es gab ein unwirklich gelbes Licht. Dabei waren die Schatten vertikal und horizontal unterschiedlich scharf. Mit dem Schrumpfen der Sichel stieg die Nervosität an. Die Luft war sehr transparent und erst kurz vor der Totalität sahen wir den Mondschaten herannahen. Am Horizont bildete sich



der typische gelbe Rand. Die Wolke im Süden bekam eine ungewöhnliche Purpurfarbe, die ich so noch nicht gesehen hatte. Es war absolut windstill. Das Seeing muss sehr gut gewesen sein, denn fliegende Schatten wurden nicht gesichtet. Die Sonnensichel schrumpfte zu einem winzigen Punkt und hier stoppte meine visuelle Beobachtung, da ja dem fotografischen Experiment der Vorrang gehörte. Nach der Totalität gab es nochmals einen Sprung zum Spektiv. Die Sonne war schon wieder sehr hell und wurde über den Kidney-Bean-Effekt ausgeblendet. So war dann doch noch ein visueller Blick auf die verblässende Korona möglich. Die Sonne wurde mit dem Daumen abgedeckt doch schon wenige Sekunden nach der Totalität war von der Korona nichts mehr zu sehen. Auch die 2. Gruppe hatte einen klaren Himmel. Sie brauchte für den Rückweg nach Thermopolis fast 4 Stunden, und damit durch den Verkehrsstau Tausender Eclipsereisender viermal so lang wie für den Hinweg. Die Gruppe war in Richtung Casper entflohen, östlich auf dem Highway 26, dem genau der Kernschatten folgte. Nach 100 Kilometern bogen sie Richtung Süden auf die Gashill Road, und kamen in Kürze direkt auf die Zentrallinie, die den dreien auf einem Wüstenplateau mit Rundumsicht 2:25 Minuten Totalität bei perfekt wolkenfreiem Himmel bescherte. Während unsere Gruppe auf der Farm die ersten Bilder bearbeitete und frisch gebackenen Zucchini-Schokokuchen verspeiste, löste sich das Verkehrs-Chaos auf. Als wir gegen Abend zurückfuhren, war die Lage schon fast wieder normal. Die Übernachtung erfolgte in Thermopolis. Auch dort war die Finsternis zu sehen, dauerte aber nur eine Minute. Der Ort ist ein winziges Wüstenkaff, besitzt aber eine paläontologische Sammlung von Weltklasse. Unter anderem ist hier der einzige amerikanische Archaeopteryx zu sehen. Neben Thermopolis gab es noch weitere touristische Ziele. Die Präsidentenköpfe von Mount Rushmore, den Devils-Hill und natürlich den Yellowstonepark, der 2/3 aller weltweit bekannten Thermalquellen besitzt und ein einzigartiges Naturreservat ist. Einen Vortrag zur Reise gibt es am 11. Mai in der Volkssternwarte und viele Infos auch unter: www.astrode.de.

Bernd Gährken

Mit viel Bildbearbeitung wurde die Aufnahme von Bernd Gährken auf Seite 2 aus über 100 Rohbildern kombiniert. Sie zeigt wie die Finsternis visuell wahrgenommen wurde. Drei große Streamer reichten mehr als 3 Sonnenradien in den tiefblauen Himmel. Zusätzlich waren mehrere Protuberanzen zu sehen. Der Stern links ist Regulus. Er war während der Totalität im Fernglas gut zu erkennen.

Das **Titelbild** stammt von Volkmar Voigtländer, der in Oregon die Totalität mit einer Canon 5D MIII bei 700mm Brennweite aufnahm. 10 Aufnahmen mit Belichtungszeiten von 1/3200 bis 1/50 Sekunde wurden von Tobias Lindemann zu diesem HDR-Bild kombiniert.

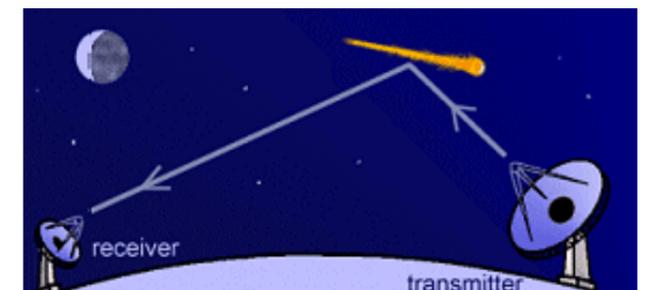
Praktische Radioastronomie an der Volksternwarte

Viele Mitglieder der Volkssternwarte pilgern am Perseiden- und Geminiden-Meteorstrommaximum zum Schnuppen-spechtelplatz "Höhe 1142" in den Alpen. Aber neben dem gemeinschaftlichen ästhetischen Erlebnis der visuellen Meteorbeobachtung, was nur möglich ist bei günstigen Wetter- und Mondbedingungen, betreibt die VSW seit kurzem auch eine Radio-Meteorbeobachtungsstation der neuen Arbeitsgemeinschaft Radioastronomie, welche Tag und Nacht Meteore „hört“. Jedes Meteorereignis wird automatisch in einem Logfile notiert, das zugehörige Audiosignal mittels Spektralanalyse automatisch ausgewertet und alles gespeichert.

Die AG Radioastronomie der VSW hat sich das Ziel gesetzt, gemeinsam aktiv Radioastronomie zu betreiben und auch im Rahmen von Führungen Besuchern einen Einblick in die Welt der Radioastronomie zu geben. Erstes Projekt der AG ist die automatische „24/7d Meteor-Scatter-Überwachung von Meteorströmen“. Ziel ist es dabei, Fallratenstatistiken zu den Meteorströmen zur Verfügung zu stellen und mit den einschlägigen Vorhersagen zu vergleichen. Geplant sind außerdem zukünftig Aktivitäten wie ein Nachweis des interstellaren Wasserstoffs bei 21cm (1420 MHz) und Betrieb eines mit parabolischer Empfangsantenne ausgestatteten Empfängers, um z.B. Pulsare nachzuweisen.

Passives Radio Meteor forward scattering

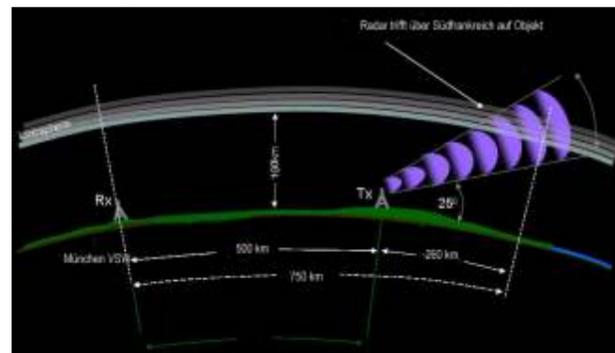
Meteore, die in die Atmosphäre eindringen, erzeugen im Allgemeinen in einer Höhe von etwa 100 km über der Erdoberfläche Wärme, Licht und Ionisierungsspuren („meteor trails“). Diese Ionisierungsspuren können Radiowellen eines weit entfernten Radiosenders (z. B. Radar, etc.) reflektieren, so dass man einen kleinen Teil des Ursprungssignals empfangen kann. Unsere nachfolgend beschriebene Meteorbeobachtungsstation empfängt das Signal des französischen GRAVES Radars auf 143,050 MHz.



Radio-Meteorbeobachtung, Bildquelle: NASA

Die dazu verwendete passive Radio-Meteor forward scatter Methode benutzt günstige digitale USB SDR-Empfänger (Software Defined Radio). Bei Software-Defined Radio ist ein erheblicher Teil des Systems durch Software implementiert. Früher war hierzu teure Hardware notwendig. Das hat mehrere Vorteile: geringe Kosten und einfache Entwicklung. SDR-Empfänger bestehen typischerweise aus einem HF-Front-End mit einem Vorverstärker (Low Noise Amplifier – LNA) und Analog/Digital-Wandler, die bereits ab 20 Euro in Form eines USB Sticks erhältlich sind.

Das beste Signal zur Detektion von Meteorspuren ist ein kontinuierliches Radarsignal wie es z.B. Graves sendet. GRAVES (Grand Réseau Adapté à la Veille Spatiale) ist ein französisches "radar-based space surveillance system", wie das amerikanische NAVSPASUR. Die Sendestation in der Nähe der französischen Stadt Dijon sendet kontinuierlich ein CW-Dauerstrichsignal auf 143,050 MHz, mit einer Sendeleistung im Kilowatt Bereich. Das von Meteoren in der Hochatmosphäre reflektierte oder gestreute Signal wird durch die ionisierte Meteorspur zu einer höheren oder niedrigeren Frequenz dopplerverschoben, je nachdem, ob die Sichtliniengeschwindigkeit (line of sight / LOS) in Richtung des Empfängers, oder von diesem weg zeigt. Dazu wird es vom Radio-Meteorscattering Empfänger zu einem Audio-Signal demoduliert (Sinuswelle / hörbarer Ton). Es ist derselbe akustische Effekt wie bei einer näherkommenden oder sich entfernenden Polizeisirene. Eine SingleSideBand-Demodulation wird benötigt, um aus der empfangenen Radiofrequenz (ca. 143,050 MHz) ein hörbares Audiosignal zu erhalten. Mit diesem Audiosignal kann man die Dopplerverschiebung des Radarechos bei Empfang eines Meteors dann sehen bzw. hören, der hörbare Ton erscheint je nachdem etwas höher oder tiefer als ein Signal ohne Dopplerverschiebung. Das Audiosignal kann mittels FFT Spektralanalyse Software weiter analysiert werden. Eine umfassende Beschreibung der Vorgänge findet man unter [1]: „Detection & Analysis of Meteors by RADAR (Using the GRAVES space surveillance transmitter)“.



Radar-Reflexion durch Graves, nachempfunden nach der Zeichnung Dr. Morgan in [1].

Das Radar hat 4 separate Phased-Array-Antennensysteme, die geneigt sind. Jede Antenne deckt einen Sektor von 45 Grad Azimut ab (Sektor A-D). Das Radar erhellt den südlichen Himmel von ca. 90 Grad bis 270 Grad Azimut und 15-40 Grad Altitude (180° Azimut = Süden). Ein Sektor wird also 4500 mal in 24 Stunden gescannt. Verkürzt gesagt, „hören“ unsere Radio-Meteorbeobachtungsstationen potentiell alle Ereignisse (Events) im angestrahlten Höhen-Segment 15 bis 40 Grad Altitude von 90 Grad Azimut (Ost) über Süden bis 270 Grad Azimut (West) mit einem „Ereignishorizont“ südlich der GRAVES Radar-Sendestation 47° 20' N und 5° 30' E [3]. Unsere Beobachtungspunkt (VSW) liegt ca. auf 48° 07' nördliche Breite, 11° 36' östliche Länge, also etwa 1° nördlich

und 6° westlich des Graves Radars. Unsere Antenne richten wir dementsprechend Richtung Süd-Westen aus. Reflektionsereignisse („Events“) sind im wesentlichen nicht nur Meteore sondern (leider) auch Satelliten und ähnliches.

Radio-Meteorscattering in der Praxis

Unsere dazu notwendige Radio Meteorbeobachtungsstation besteht aus mehreren Komponenten: VHF-Antenne, Software Defined Radio (SDR) Empfänger, Spektrumanalysator mit nachgelagerter Ergebnisauswertung und Präsentation mit Internetpräsenz.

Gewählt wurde der SDR-Play RSP1 Digital (SDR) Empfänger mit vernünftiger Antenne und gutem Antennenkabel (4 Dipol Yagi-Antenne mit N-Steckern und Aircell-7 Kabel). Für SDR-Play ist die Software „HSDR“ am besten geeignet, da insbesondere der Zugriff auf „Device Control“ des SDR-Play zur Einstellung der SW-Filter und des Low-Noise-Amplifier (LNA) notwendig ist, und man mit HSDR sehr viel manuell einstellen kann. Amateurfunker unterdrücken üblicherweise das Rauschen für die ihre Anwendungen. Das ist verständlich, solange man funkeln möchte, oder zum Hören entfernter Funkstationen wie z.B. Flugfunk, Radio FM und DAB. Für Meteorbeobachtung braucht es aber andere Einstellungen, mit sensibler Filterung und ohne automatische Verstärkung.

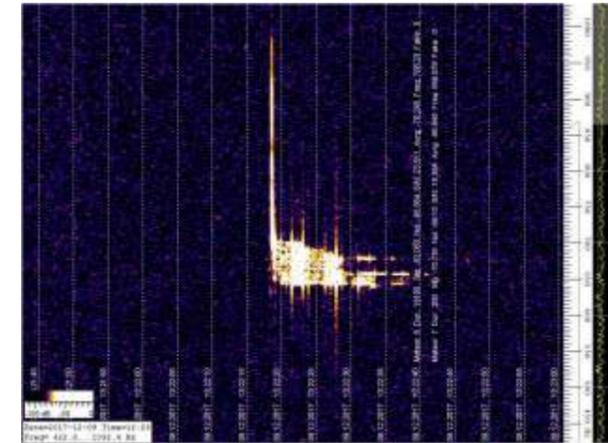
Der Königsweg der Automatisierung führte uns zur frei verfügbaren Software „Spectrum Lab“. Spectrum Lab ist ein Software Spektrumanalysator mit Skripting-Möglichkeit. Das Analyseprogramm empfängt das Audiosignal über Audio-Loop von SDR-Empfänger-Applikationen wie z.B. HSDR oder SDRSharp. Als Audioloop-Software wird die gut geeignete und frei erhältliche „VB-Audio Virtual Cable“ Software eingesetzt. Ein Spectrum Lab Skript legt am Triggerpunkt pro Event einen Screenshot des Spectrum Lab Wasserfalldiagramms, optional einen HSDR-Screenshot, ein 20s Audiofile und einen Log-Eintrag in die CSV-Datei ab. Alle Dateien werden z.B. auf einer SD-Karte gespeichert. Die gesamte 24h/7d Meteorüberwachung läuft auf einem Lowpower-PC permanent. Da die Ergebnisse auf einem Dropbox-Verzeichnis abgelegt werden, können die Mitglieder der AG Radioastronomie auch von außerhalb der VSW „live“ sehen, ob es neue Meteore gab.

Radio-Meteorscattering Ergebnisauswertung

Die Daten der Radio-Meteorbeobachtungsstationen können vielseitig ausgewertet werden. Derzeit wertet ein Python-Skript alle 15 Minuten die Events des aktuellen Tages aus. Hauptsächlich interessiert uns das Diagramm mit der Meteor-Fallrate je Stunde des Tages. Man kann die Screenshots des Wasserfalldiagramms aber auch noch weiter klassifizieren: Hier die simplifizierte Anwendung des Klassifizierungsschemas aus dem eingangs erwähnten Dokument „Detection & Analysis of Meteors by RADAR“.

Klassische kurze einfache Echos sind typisch für eine unterdichte Meteor Trail Formation („under dense meteor trail“). Die überwiegende Mehrheit der empfangenen Echos ist von diesem Typ und wird durch Partikel mit einer Masse kleiner als $10^{-3}g$ erzeugt. Echos mit Geschwindigkeitsänderung sind typisch für einen Meteoriten, der abbremst oder zerbricht. Der Trail dauert einige Sekunden (abhängig von der Empfindlichkeit des Geräts) und die Frequenzänderung ist einige hundert Hz. Mit der Doppler-Shift-Formel kann man die LOS-Geschwindigkeit berechnen, mit welcher der Meteor zuerst erfasst wurde. Gelegentlich werden einige Sekunden lange Echos ohne LOS-Geschwindigkeit beobachtet. Diese Echos sind oft intensiver und deuten auf eine starke Ionisierung hin, d.h. eine überdichte Meteorspur („over dense meteor trail“), die von einem Partikel mit einer Masse größer

als $10^{-3}g$ erzeugt wurde. Während der Beobachtung wurden oft 'L'-förmige Echos aufgezeichnet. Die Form des Geschwindigkeitsprofils lässt vermuten, dass ein herannahender Meteor sehr schnell abbremst, aber dass es noch genügend Ionisation gibt, um ein stationäres Echo mit Null LOS-Geschwindigkeit für ein paar Sekunden zu erzeugen. In der Regel werden während einer Beobachtungsperiode auch komplexe Echos aufgezeichnet. Sie zu interpretieren, stellt eine Herausforderung dar. Die Formen sind sehr variabel, aber es gibt einige gemeinsame Merkmale. Es sind wohl Bruchstücke mit verschiedenen Frequenzen (Geschwindigkeiten). In vielen Echos mit signifikanter LOS-Geschwindigkeit zum Beobachter, die von schnell abbremsenden Meteoren erzeugt werden, treten Interferenzen der Reflektionen von unterschiedlichen Trail-Segmenten auf.



Signal eines sehr „hellen“ Meteors, aufgenommen an der Volkssternwarte München

Im Logfile event_logYYYYMMDD.csv wird pro Meteor ein Eintrag vorgenommen. Das Logfile ist im CSV-Format (kommaseparierte Werte) und zeigt Datum, Uhrzeit, laufende Nummer, Signalstärke (dB), Rauschen (dB), Dauer (ms) und Frequenz (Hz) des empfangenen Signals sowie weitere Details. Das Logging wird laufend verbessert. Periodisch werden mit unserem nachgelagerten Python-Skript automatisch Plots erzeugt und abgelegt. Je Event wird der empfangene Audio-Stream automatisiert in 20s Wavedateien gespeichert, wenn ein bestimmter Signalpegel (Schwellwert) überschritten wurde. Einige Echos müssen aussortiert werden, z.B. solche, die von Satelliten oder Störungen stammen. Auch sehr lange Reflexionen können empfangen werden, wenn sich z.B. der Mond (oder etwas anderes) regelmäßig innerhalb des Radar-Abtastbereichs befindet und reflektiert. Wir arbeiten daran, solche Störungen ebenfalls automatisiert via Skript heraus zu filtern.

Ausblick

Die Radio-Meteorbeobachtungsstationen (VSW, und bei Klaus R. und anderen Mitgliedern privat) laufen seit etwa zwei Monaten im Dauerbetrieb. Alle Ereignisdaten werden in einer extern zugängliche Datencloud (Dropbox) abgelegt. Es gibt mittlerweile einen offiziellen VSW-Radioastronomie-Mail-Verteiler und eine erweiterte Internetpräsenz mit live-Diagrammen ist geplant. Nun warten wir gespannt auf die Auswertung der Ergebnisse beim Geminidmaximum. Unter <https://wiki.intern.sternwarte-muenchen.de> sind auf unserer interenen WIKI-Seite auch einige gute Artikel über unsere Radioastronomiegruppe und Meteor-Scatter-Station zu lesen.

Jürgen Besenrieder, Michael Holzner und Klaus Rosenauer

Ein Beobachtungsabend auf dem Taubenberg

Samstag, 14. Oktober: Ralph Muth und ich waren auf der Salzburger Autobahn nach Süden unterwegs, und das tolle Wetter tat ein übriges, um unsere Stimmung hochzuhalten: Wir freuten uns auf ein paar Stunden schönes Spechteln - frei übersetzt also zwangloses, gemütliches Sternegucken. Es war nämlich schon ein paar Monate her, dass wir zusammen beobachten waren, und die ganzen letzten Tage hatten die meisten Wetterberichte sehr vielversprechend ausgesehen: Es wurde fast unisono ein Fenster von mehreren klaren Nächten angekündigt, das sich irgendwann im Lauf der Nacht auf Samstag auftun würde; so hatten wir uns schon mal die darauffolgende Nacht auf Sonntag vorgemerkt. Wir wollten nur nicht länger als bis Mitternacht bleiben, weil wir tags darauf beide noch was anderes vorhatten - Zeit zum Spechteln wäre ja schon noch bisserl mehr gewesen, da der abnehmende Mond erst gegen halb drei in der Früh aufgehen würde. Ralph hatte zwei seiner selbstgebauten Fernrohre ins Auto gepackt: Den großen, schon über 20 Jahre alten 20-Zoll Dobson, und den 4-Zoll Bino-Refraktor.



Ralph schreibt dazu: „Das Wetter ist richtig sommerlich und der Himmel tiefblau. Ben kommt um 16:00 zu mir und wir fahren auf den Taubenberg. Dort ein ziemliches Getümmel, und wir warten ein wenig, bis ein passender Parkplatz frei ist. Wir scheinen über einer leichten Inversion zu sein, die im Inntal sichtbar ist. Es gibt einen ganz zarten Dunst, der aber nicht ins Gewicht fallen sollte. Es ist staubtrocken durch ein massives Hoch. Außerdem eine großartige Laubfärbung, obwohl es noch nicht gefroren hat. Richtung Inntal wird der Erdschatten äußerst prominent sichtbar, mit einer stahlblauen Färbung unter dem rosa Band. Später färbt sich auch der Himmel im Westen über dem Wald ganz zart pink ... Bald ist es dunkel und es kommen diverse Beobachter auf den Berg, was einiges Licht und Unruhe erzeugt. Hendrik mit Töchterchen und Winfried von der Sternwarte bekommen einiges gezeigt.“ Ja, und der Himmel wurde richtig gut! Wir hatten sowohl eine sehr gute Durchsicht, mit toll strukturierter Milchstraße, als auch ziemlich ruhige Luft, also gutes „Seeing“; so erschienen die Sterne auch bei recht hoher Vergrößerung noch scharf.

Zudem war es schön trocken - Okulare, Fangspiegel und Objektive blieben vom Tau verschont. Das hat noch einen weiteren Vorteil: Denn bei feuchter Luft wird auch das Licht der Ortschaften stärker gestreut und reflektiert, was am Taubenberg mit seinem freien Südhorizont - in Richtung Miesbach und Tegernsee - eine große Rolle spielen kann. So aber hat die Beleuchtung aus Süden vergleichsweise wenig gestört. Wir waren uns darin einig, dass das eine der besten Taubenberg-Nächte war, die wir je hatten - Ralph: „Dabei fällt mir der Gegenschein recht deutlich auf, und auf dem Foto scheint sogar etwas Lichtbrücke da zu sein, welches wir dann visuell auch wahrzunehmen glauben, beziehungsweise sogar ziemlich sicher sind. Das ist das Optimum am Taubenberg, was höchst selten erreicht wird.“

Also konnten wir unseren Gästen am 20-Zöller ein gar vorzügliches astronomisches Buffet kredenzen: Majestätisch die große Andromedagalaxie M31 mit ihren beiden Begleitgalaxien, und mit dem OIII-Filter gab es eine spektakuläre Detailfülle im Cirrusnebel, dem eindrucksvollen Supernova-Überrest, zu sehen. Zudem hatten Hendrik und Lorena ihr eigenes 12-Zoll-Dobson Fernrohr dabei; aus ihrer Richtung waren immer wieder Kommentare und Rückfragen zu den gerade eingestellten Objekten zu hören. Ralph fährt fort: „Sehr schön krümmt sich der westliche Arm des Andromeda Nebels im Bino. Ein wenig nerven die Kollegen am Waldrand, die mit ihrem grünen Laser in M31 rumpieken, während ich diesen anschau. Unschwer ist das 'S' der Galaxie M33 zu sehen, und ich zeige Winfried [den darin enthaltenen Gasnebel] NGC 604 bei hoher Vergrößerung mit stellaren Kondensationen ... Im Osten kommt der Winter mit seinen hellen Sternen über den Horizont gekrabbelt. Ich suche den Komet ASASSN 2017/O1 mit ca. 8mag Helligkeit und kann diesen im Perseus lokalisieren, es ist ein sehr diffuses, ausgedehntes rundes Fleckchen, was schon genaueres Hinschauen erfordert, und dann einen sehr gleichmäßigen Anstieg der Helligkeit zum Zentrum zeigt. Im 20iger gibt es keine weiteren Strukturen zu sehen, da hält das Bino gut mit.“ Ich war ohne bestimmte Spechtelwünsche zum Taubenberg gefahren, und oben fiel mir ein, dass mir ja noch einige der aktuellen „Astrotreff Objekte des Monats“ fehlten. In dieser speziellen Rubrik des „Astrotreff“-Forums stellen Amateur-astronomen bestimmte Deep-Sky Objekte vor, um ihre Kollegen zu animieren, diese im Fernrohr zu beobachten - und anschließend im Forum über ihre Eindrücke zu berichten. Also sind wir über Ralphs Handy ins Internet gegangen, um uns dazu noch einige Informationen zu besorgen. Es handelte sich meist um ziemlich lichtschwache Objekte, an die man sich über den Sternatlas erst mittels „Starhopping“ herantasten musste - ein Fall für den 20-Zöller! Ich greife ein Beispiel heraus, um auch den Lesern, die mit dem „Hüpfen“ von einem zum anderen Sternmuster sonst eher weniger bis nichts zu tun haben, einen Eindruck davon zu geben: Uli Zehndbauer hat im Astrotreff das Objekt „Minkowski 1-64“ vorgestellt, das ist ein 24 Bogensekunden kleiner und nur 13,3 mag heller Planetarischer Nebel im Sternbild Leier. Der war zwar in unserem Sternatlas eingezeichnet, die Karte zeigte allerdings keine Sterne in unmittelbarer Nähe, an denen man sich bequem zu dem Nebel hätte hinhangeln können. Ich habe das 20mm Okular verwendet, das entspricht etwa 115-facher Vergrößerung, und bin von Süden her schließlich zu einer Reihe aus drei Sternen gelangt, die im Atlas gerade noch eingezeichnet sind. Die gedachte Verlängerung dieser Reihe um ihre Länge, und ein anschließender 60-Grad Knick nach rechts (um die gleiche Distanz) sollte in das Areal führen, in dem das Ziel liegt. Ich musste erst etwas herumsuchen, bis ich auf das kleine Fleckchen gestoßen bin: Es war das einzige im

Feld, also konnte es sich eigentlich nur um Minkowski 1-64 handeln! Bei 320-facher Vergrößerung machte der Nebel einen leicht länglichen Eindruck, direkt an einen Stern angrenzend. Weiter ins Detail sind wir nicht gegangen - bei noch höherer Vergrößerung hätten wir wohl noch die Ringform des Nebels ausmachen können.

Später kam von Osten her noch ein Auto hoch, das immer langsamer wurde und uns direkt anleuchtete - und auch auf „Licht aus!“-Aufrufe nicht reagieren wollte. Es entpuppte sich dann als die Polizei, die wohl das Treiben hier oben nicht recht einordnen konnte und mal nach dem Rechten sehen wollte; war dann alles ganz entspannt, und ich hab ihnen am 20-Zöller noch die Andromedagalaxie sowie die eindrucksvollen Sternhaufen M37 und h+Chi Persei gezeigt. Das weckte bei den beiden Polizisten übrigens ernsthaftes Interesse, und es gab einige Rückfragen.

Zum Schluss gebe ich noch einmal Ralph das Wort: „Ben hat noch zwei Galaxien ausgegraben [das waren NGC 7332 / 7339], die von der Form sehr unterschiedlich sind und ein schickes Paar bilden, toll. Gegen 24:00 werden alle Rohre wieder ins Auto gepuzzelt und wir fahren zufrieden zurück.“

Ben Nagorsen

Die Zeit der Sieben Schwestern Zur mythologischen und kulturellen Bedeutung der Plejaden

Dem Klang des Namens wohnt ebenso viel Magie inne wie dem nebelhaften blauen Schimmer, der das Siebengestirn umspinnt und dabei vier Mal so groß erscheint wie der Vollmond. Ein Name vom samtigen Dunkel der Sternennacht und von der Strahlkraft uralter mythologischer Menschheitsfantasien. Seit vorgeschichtlicher Zeit sind die Plejaden Protagonistinnen von Sagen, Erzählungen und Götterdramen. Rund um den Globus dient ihr Auf- und Untergang im Jahreskreis als kalendarische Orientierung.

Gerasa, eine byzantinische Ausgrabungsstätte am Ostufer des Sees Genezareth. Unter bleierner Dunstschwüle breitet sich der graue Wasserspiegel zu den verschwommenen Ufern von Kapharnaum, Tabgha und Magdala aus. Auch vor Gerasa spült der See an biblisches Gestade: Hier hat Jesus einem Besessenen die Dämonen ausgetrieben und in eine Schweineherde einfahren lassen, die sich ins Wasser stürzte und ertrank (Lk 8, 26-39, Mt 8, 28-34, Mk 5, 1-20). Wohl nicht zufällig ereignete sich das „Schweinewunder“ an einem Ort, den der Talmud als Stätte alter Götzenverehrung nennt.

Noch Ende Oktober drückt hochsommerliche Hitze auf das mehr als dreihundert Meter unter dem Meeresspiegel liegende Gebiet. Neben den Klosterruinen aus dem 6. Jahrhundert, deren Gewölbebögen sich vor den gelb verdorrten Golanhöhen entfalten, steht im Baumschatten ein würfelförmiger Pavillon mit grüner Plane, Palmwedeln, Tischen und Stühlen: eine Sukka. Das Dach der Laubhütte besteht aus Zweigen und ermöglicht nachts einen Blick zu den Sternen – wie die Zelte, in denen die Israeliten beim Auszug aus Ägypten wohnten. An die Wanderung ins Gelobte Land soll Sukkot, das Laubhüttenfest, hauptsächlich erinnern. Gefeierte wird es zehn Tage nach dem Neujahrsfest Rosh hashannah und erstreckt sich heute über sieben Tage vom 15. bis 21. des Tishri, des ersten Mond-Monats nach dem bürgerlichen bzw. des siebten Mondes nach dem religiösen jüdischen Kalender. Schon fünf Tage vorher, am Versöhnungstag Jom Kippur, wird mit dem Bau der Sukka begonnen. Doch vereint Sukkot auch Riten der Fruchtbarkeit,



Foto: Peter Stättmayer

des Dankes für eine gute Olivenernte und Weinlese, der Bitte um Regen, die weit vor das babylonische Exil zurück reichen, wenn nicht in das bronzezeitliche Kanaan und in die Frühgeschichte Israels und Judäas. Auch im Gang der Sterne soll der Wille Gottes offenbar werden. So erwähnt der Historiker Flavius Josephus, dass der morgendliche Untergang der Plejaden Anfang November (nach christlicher Zeitrechnung) den Beginn der Winterregen und das lang ersehnte Ende der Trockenheit anzeigt. In vorexilischen Schriften des Tanach (z.B. 1. Kön 8,2 nach der Lutherschen Übersetzung) heißt der Tishri, dessen Name „Anfang“ bedeutet, nur „Monat der Etanim“, „der starken Wasserströme“. Auch in dieser Hinsicht ist er also ein Monat des Anfangs, des neuen Lebens, und die Plejaden, die Sukkot begleiten, symbolisieren den Übergang, wenn sie gegen Ende des Sommers ihren Reigen am Himmel wieder aufnehmen.

Wenn das Gestirn der Plejaden, der Atlantöchter, emporsteigt, dann beginnt mit der Ernte, doch säet, wenn sie versinken. Die Verse aus Hesiods Werke und Tage geben den Historikern nicht nur Hinweis auf die agrarische Bedeutung der Plejaden als Herbst- und Frühlingsanzeiger, das gesamte Werk aus dem 7. Jahrhundert vor Christus enthält wertvolle Informationen über die Landwirtschaft des archaischen Griechenland.

Indes umfasst der Sternhaufen weit mehr als nur sieben Sterne – mindestens deren 500. In der Mehrzahl sind es Blaue Riesen, unter ihnen befinden sich auch Gelbe Zwerge vom Typ unserer Sonne, doch sind sie für das unbewaffnete Auge zu leuchtschwach. Im Messier-Katalog, einem im 18. Jahrhundert entstandenen Verzeichnis für Sternhaufen, Galaxien und Nebel in der Milchstraße, heißt die Sternengruppe schlicht M45. Vor erst 120 Millionen Jahren

entstanden, stehen die Plejaden im Sternbild Stier, genauer gesagt bilden sie sein Herz. Auf 440 Lichtjahre hat im Jahr 2016 der Satellit Gaia die Entfernung von der Erde mit präziser Parallaxenmessung ermittelt. Allerdings ist nicht sicher, ob das türkisblau leuchtende Gas, das die Plejaden so malerisch umhüllt, noch von ihrer Entstehung stammt, sozusagen Reste ihrer stellaren Fruchtblase darstellt, oder ob der Haufen gerade einen Gasfetzen durchwandert.

Mit bloßem Auge sichtbar sind nur die hellsten Sterne. Auch die wurden nicht immer als sieben gezählt, ändert sich doch immer wieder die Sichtbarkeit von Pleione und Kelaino. Die Tochter des Meeresherrn Okeanos, Pleione, zeugte mit dem Titanen Atlas sieben Schwestern, von denen manche selbst zu Göttermüttern oder Ahnherrinnen wurden: Maia etwa, von Zeus verführt und Mutter seines Sohnes Hermes, des Götterboten; oder Taygete, von der das Königsgeschlecht der Lakedaimonier, der Spartaner, abstammt. Der schluchtenreiche Gebirgszug auf dem mittleren Finger der Peloponnes trägt ihren Namen: Taygetos. Einer allbekannteren, historisch aber umstrittenen Überlieferung zufolge haben dort die Spartiaten, der elitäre Krieger-Adel, für zu schwach befundene Neugeborene in den Tod gestürzt.

Alkyone, Asterope, Elektra, Merope, Taygete, Kelaino und Maia stehen im Mittelpunkt manch turbulenter Sage. Einmal verfolgte Orion die Atlantöchter so lange über die Erde, bis Zeus die sieben Schwestern in den Himmel versetzte. Auch dort bleibt ihnen der Anblick des Vollblutjägers nicht erspart, steht ihnen Orion doch, mit seinem Bogen auf den heranstürmenden Stier anlegend, im Südosten gegenüber.

In einer anderen Mythe nehmen die Plejaden die Gestalt von sieben Tauben an, die Zeus den Göttertrank Ambrosia