



# ANDROMEDA

Zeitschrift der Sternfreunde Münster e. V.

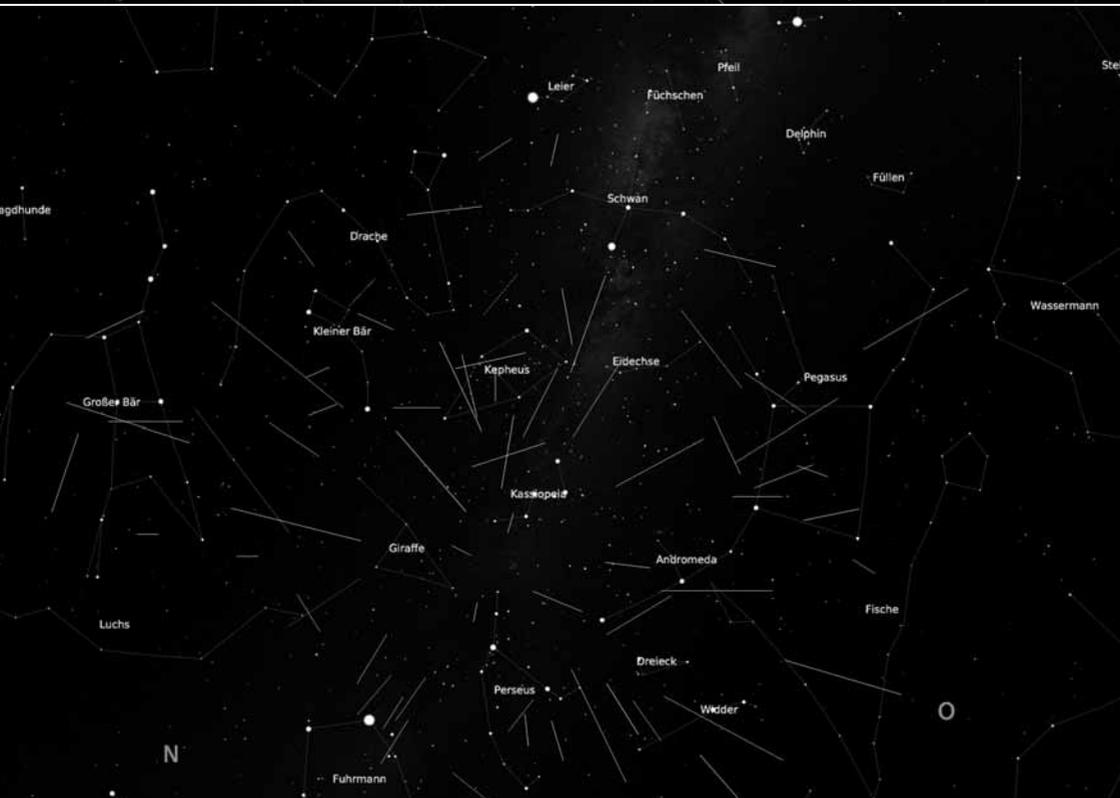


## AUS DEM INHALT

**Totale MoFi 2018**

**Astronomische Highlights**

**Einordnung von Quasaren in die Raumzeit**



# Inhalt



Radtour der Sternfreunde am 26. Mai .....	4
Sternfreunde intern .....	4
Die Mondfinsternis am 27.7.2018 .....	5
Sehenswerte Deep Sky Objekte im Herbst für kleine und große Optiken .....	8
M 16 – der Adlernebel .....	14
Die Sternfreunde Münster auf dem „Markt der Möglichkeiten 2018“ .....	15
Der Sternschnuppenstrom der Perseiden .....	16
Auswertung des Perseidenstroms oder was ist eine ZHR .....	17
Einordnung von Quasaren in die Raumzeit .....	21
Was? Wann? Wo? .....	26

Für namentlich gekennzeichnete Artikel sind die Autoren verantwortlich.

## Impressum

Herausgeber: Sternfreunde Münster e. V.  
Sentruper Straße 285, 48161 Münster

Redaktion: Andreas Bügler, Michael Dütting,  
Peter Maasewerd, Hans-Georg Pellengahr, Stephan Plaßmann,  
Andrea Schriever, Ewald Segna (V.i.S.d.P.), Hermann Soester,  
Klaus Soja, Jürgen Stockel, Christiane Wermert, Witold Wylezol

Kontakt: Sternfreunde Münster e.V. Sentruper Str. 285, 48161 Münster

Auflage: 180 / August 2018

Titelbild: Totale Mondfinsternis – © Witold Wylezol  
2. Umschlagseite: Grafik: Oben: Perseiden; unten: Alle Meteore – © Ewald Segna  
3. Umschlagseite: Totale Mondfinsternis und Mars – © Christof Kästel  
Rückseite: M16 – Adlernebel – © Peter Maasewerd

## Radtour der Sternfreunde am 26. Mai

*Stephan Plaßmann*

Ja, es gibt sie noch: Die traditionelle Radtour der Sternfreunde Münster. Zwischenzeitlich schien sie zwar etwas „aus der Mode gekommen“ zu sein. Umso mehr Spaß hat es jetzt jedoch gemacht, solch eine Fahrt wieder einmal zu planen und durchzuführen.

Im Gegensatz zu manch früherer Tour konnten wir uns auf einen sonnigen und vor allem trockenen Tag freuen.

Los ging's um 14:30 Uhr vom Startpunkt Parkplatz Mühlenhof. Neun Radler machten sich unter der Führung des Tourleiters Martin Vogel auf den ca. 35 km langen Weg Richtung Gievenbeck und Roxel, um dann weiter durch die münsterischen nördlichen Gefilde Nienberge, Häger und Sprakel „fortzufahren“. Im letzten Abschnitt führte dann der Weg über Gelmer zur Ziellinie Willingrott in Handorf-Dorbaum. Wohl in Anbetracht der heiß ersehnten Grillwürstchen setzten ein paar Sternfreunde zum Endspurt an, so dass das Fahrerfeld nun doch etwas auseinander gezogen wurde. Zwischendurch gab es auch ein paar kleine Steigungen, da sowohl Autobahn als auch B54 teils mehrfach überquert werden mussten. Es wurden jedoch weder Berg- noch Sprinterwertungen vorgenommen.

Trotz angesagter Temperaturen von mehr als 30° Celsius behielten wir alle einen kühlen Kopf, da einige Streckenabschnitte durch wohlthuend angenehme Waldpfade führten. Eine Pause, irgendwo zwischen Häger und Sprakel, unter schattigem Grün mit mitgeführten Kaltgetränken sowie ein paar Knabbersachen, war für uns alle eine schöne Rast.

Die wunderbare Welt der Rieselfelder sowie die Wallburg Haskenau wurden gerne als kleine Highlights zum Innehalten entlang unseres Pfades angesehen.

Gegen 17:30 erreichten wir dann erwartungsgemäß unser Ziel bei mir zu Hause, wo bereits alles

für die verdiente Stärkung vorbereitet war. An dieser Stelle mein herzlicher Dank an meine Frau Barbara und Tochter Carina, die alles für einen erfolgreichen Grillabend eingekauft und vorbereitet hatten. Ebenso ein großes Dankeschön an Martins Frau Ulla für den leckeren Krautsalat.

Die Gruppe vergrößerte sich dann noch um Sternfreunde, die aus gesundheitlichen Gründen nicht mitfahren konnten, aber gern beim Grillabend dabei sein wollten. So waren wir schließlich 16 Leute, die bis zur Dunkelheit in lockerer Runde zusammen saßen.

Ich als Grillmeister konnte gar nicht so schnell gucken, wie die Würstchen „weggingen“. Mir persönlich hat dieser Tag sehr viel Spaß gemacht, und ich bin erfreut darüber, dass nicht nur „alte Hasen“, sondern auch viele Sternfreunde dabei waren, die zum ersten Mal bei einer Sternfreunde-Radtour dabei sein konnten.



### Sternfreunde intern

#### Eintritte

Dieter Pingel  
Uta Beermann

#### Austritte

Patricia Gödeke

## Die Mondfinsternis am 27.07.2018

Jürgen Stockel

Der absolute Hammer! Geschätzte 1000 bis 1500 Gäste wohnten unserem MoFi-Happening auf den Aaseewiesen hinter dem Naturkundemuseum bei. Das Wetter spielte fantastisch mit, der Abendhimmel belohnte uns und die Gäste mit leuchtenden Juwelen, und die Sternfreunde waren mit einem riesigen Aufgebot vor Ort!



Jürgen Stockel - Da war es noch beschaulich ...

Im Vorstand war es schon seit langem klar, dass wir die Mondfinsternis keinesfalls vor dem Museum beobachten können. Wir entschlossen uns daher, die Beobachtung auf die Aaseewiesen zu verlegen. Trivial ist das nicht, weil wir ja unser



Klaus Kumbrink - und es kam noch dicker

komplettes Equipment dorthin verfrachten mussten. Ohne PKWs wäre das nicht möglich gewesen. Björn hat dann vom Ordnungsamt die einmalige Erlaubnis bekommen, mit PKWs auf Wegen den Standort anzufahren. Wenn diese Erlaubnis auch

an viele sicherheitsrelevante Vorlagen geknüpft war, waren wir dennoch sehr glücklich darüber, hier auf den Wiesen einen idealen Standort gefunden zu haben. Was allerdings gestern Abend dann auf uns zukam, konnte sich niemand in seinen kühnsten Träumen vorstellen.

In der Presse waren viele Hinweise auf die MoFi und unseren Beobachtungsplatz zu finden. Wir erwischten den allerwärmsten Abend des Jahres, der Himmel blieb dabei klar. Das zog unglaublich viele Menschen an, die bewaffnet mit Picknickverpflegung, Decken und Stühlen die Aaseewiesen bevölkerten. Mittendrin waren wir Sternfreunde. Schon ab halb acht begannen wir mit dem Aufbau. Ein Auto nach dem anderen kam angerauscht. Ich war völlig sprachlos über die große Anzahl von Sternfreunden, die mit kleinem oder riesigem Equipment an diesem Event teilnehmen wollten. Das war wirklich großartig! Wir können stolz sein auf uns Sternfreunde, dass wir so vielen Menschen unvergessliche Blicke an den Himmel schenken konnten.

Klar, da waren viele „alte Hasen“ am Start, die mit hervorragendem Equipment aufwarten konnten. Traumhafte Refraktoren begeisterten die Menschen, Doppelrefraktoren brachten uns alle



Jürgen Stockel - Martins Großfeldstecher

zum Staunen. Aber auch die vielen kleinen und großen Dobsons haben sich in diesem Profiumfeld sehr tapfer geschlagen. In meinem 16-Zöller von Explore-Scientific waren viele schöne Details zu sehen. Die Besucher bildeten nicht nur bei mir riesige Schlangen. Gleich am Anfang wurde es hinter mir etwas unruhig: Der Jupiter war der erste Beobachtungskandidat des Abends! Es war aber

abzusehen, dass er gegen 22:15 hinter den Bäumen verschwinden würde. Daher wurde es dann richtig eng, weil alle unbedingt den Jupiter sehen



*Klaus Kumbrink - Jürgens 16“*

wollten. Und er war wirklich wunderschön: Diese prägnanten Wolkenbänder in der Mitte, dann die 4 galiläischen Monde. Für die meisten Gäste war es eine Premiere. Eine große Welle der Dankbarkeit schwappte uns Sternfreunden entgegen.

Der Mond tat sich ziemlich schwer. Wir wussten, dass sich der Mond beim Aufgang noch ziemlich tief in einer Dunstschicht verstecken würde. Auch in seiner Totalität ab 21:30 Uhr war er bestimmt nicht einfach zu finden. Das wundervolle schale rote Licht ist ja dann besonders mystisch, wenn der Himmel um ihn herum ganz dunkel ist. Und so sah der Himmel um 22:00 Uhr über der Skyline des Aasees überhaupt nicht aus. Es war sehr hell über



*Witold Wylezol - Erste Sicht*

Münster. Irgendwann (gegen 22:14 Uhr) wurde er endlich über einem hellen Gebäude entdeckt.

Unscheinbar, ganz schwach, aber rötlich! Im Teleskop war da nicht viel zu sehen. Aber es gab noch eine Alternative:

Der Saturn begeistert immer wieder die Massen. So viele staunende Gesichter und erstaunte Kommentare habe ich selten gehört. Wer den Saturn noch nie live gesehen hat, der war schier sprachlos. Das macht schon einen riesigen Spaß, wenn man so viele Besucher so in Erstaunen versetzen kann. Ich habe dann bis 180-fach vergrößert! Aber wegen seiner horizontnahen Position verhinderten die schlierenden Luftschichten ein super klares Bild. Die Cassini-Teilung war nicht wirklich zu erkennen, jedenfalls nicht in meinem Dobson.

Sehr spät gesellte sich dann der Mars dazu. Unglaublich hell, heller als der Jupiter zuvor. Im Teleskop machte er dennoch einen unspektakulären Eindruck. Da waberte alles, außer einem großen roten Scheibchen war nicht viel zu erkennen. Daher haben wir uns dann ab 22:45 Uhr verstärkt wieder dem Mond zugewandt. Und jetzt



*Witold Wylezol - Totale Mondfinsternis*

war er richtig toll zu sehen: Er war den unteren Dunstschichten entflohen, das Rot war wunderbar anzusehen, und im Teleskop schaute man in einen roten Mond mit vielen Oberflächenstrukturen. Spektakulär wurde es dann, als der erste helle Streifen des Halbschattens auftauchte. Im Okular bei bildfüllendem Mond kamen wir aus dem Staunen nicht mehr heraus, die Leute konnten gar nicht genug davon bekommen. So haben wir dann den zunehmend heller werdenden Mond noch lange

beobachtet, aber immer wieder schnelle Abstecher zum Mars und Jupiter unternommen.



*Peter Maasewerd - Die ersten Lichtstrahlen am Ostrand*

Ach ja, da war doch noch was: Um 22:34 Uhr konnten wir Alexander zuwinken. Der Überflug der ISS war für viele Besucher eine zusätzliche



*Christof Kästel - MoFi und ISS*

Sensation. Viele hatten die ISS noch nie live gesehen. Da schallten schon viele Begrüßungen "Hallo Alex" über den Platz, viele haben der ISS sogar zugewunken. Um 00:10 Uhr zeigte sich die ISS noch einmal. Man konnte gut sehen, wie sie vor dem Eintauchen in den Erdschatten ganz kurz rötlich wurde: Alexander Gerst konnte einen superkurzen Sonnenuntergang beobachten.

Gegen 00:30 Uhr lösten wir dann die große Beobachtungsrunde auf. Die Begeisterung stand auch uns Sternfreunden ins Gesicht geschrieben. So

ein Happening hatten wir noch nicht erlebt. Die Menschen um uns herum waren völlig begeistert, genossen diese unfassbare schöne Atmosphäre aus Aasee, Wärme und astronomischen Highlights. Wir Sternfreunde haben wahnsinnig viel Werbung für unser wunderschönes Hobby machen können. Ich kann gar nicht abschätzen, wie viele Fragen wir gestern beantworten mussten.

Ein fettes Kompliment noch einmal an die Sternfreunde, die zum Schluss den Müll und die vielen leeren Flaschen eingesammelt und zentral abgelegt haben. Damit konnte ich gestern Nacht gegen 02:00 Uhr einem alten Mann eine riesige Freude machen: Dieser Pfandflaschensammler fuhr langsam mit Rad und Anhänger an mir vorbei, aber außer ein paar wenigen Flaschen hatte er nicht viel gefunden. Sein dankbares Gesicht werde ich nie vergessen, als ich ihn mit einer Taschenlampe zu dem Platz lotsen konnte, wo er bestimmt über 100 Flaschen in seinen Anhänger verstauen konnte.

Zum Schluss ein riesiges Dankeschön an alle Sternfreunde, die gestern Abend dieses Event zu einem riesigen Happening haben werden lassen. Besonders gefreut habe ich mich über die zahlreichen neuen Gesichter: Viele Sternfreunde aus den letzten Startergruppen waren da, aber auch Lars und Joshua von den AstroKids waren den ganzen Abend aktiv mit ihren Teleskopen dabei. Ein besonderes Dankeschön gilt Björn für die große Vorarbeit und die Infoveranstaltung im Planetarium, die ja alle Grenzen gesprengt hat. Jochen hatte wunderbare Infoplakate entworfen, die man dort draußen unter schöner Beleuchtung auf großen Wänden bestaunen konnte. Das war wirklich professionell!

Fazit: Wir können stolz auf uns Sternfreunde sein. Es war das Highlight des Jahres. Viele Besucher werden diesen Abend nie vergessen. Das gilt auch für mich! Es macht einen riesigen Spaß, so etwas gemeinsam meistern zu können! Es ist nicht leicht und auch nicht ohne Risiko, solch eine große Menschenmenge zu händeln. Es war unglaublich friedlich, es gab kein schmerzhaftes Gedränge, die Menschen fühlten sich wohl bei uns! Tolles Gefühl auch für mich und uns!

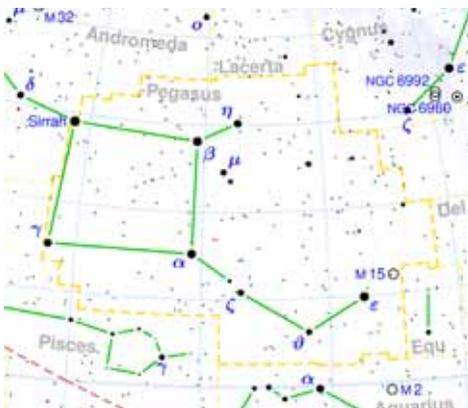
## Sehenswerte Deep Sky Objekte im Herbst für kleine und große Optiken

Witold Wylezol

Für viele Sternfreunde ist der Herbst die schönste Beobachtungszeit. Ab Mitte August laden nicht nur wieder längere Nächte zum Beobachten ein: Die Beobachtungszeit überschreitet bei weitem 6 Stunden. Ab der zweiten Nachthälfte im Südosten des Firmaments beherrschen vorwiegend schwächere Sternkonstellationen mit einigen Glanzlichtern des beginnenden Herbsthimmels die Beobachtungsszene.

Wenn der hellste Stern des Schwans (**Deneb**) den Meridian überschreitet, hat bereits der hellste Stern des Sommerhimmels, die **Wega** in der Leier, zwei Stunden früher den Zenit überschritten. Den Himmelsanblick dominieren zu diesem Zeitpunkt im SO die den Herbst ankündigenden Sternkonstellationen **Pegasus**, **Fische** und **Wassermann**.

Eine markante Konstellation des Herbstes bildet vor allem das aus der griechischen Antike stammende geflügelte Pferd **Pegasus**, welches nach der antiken Sage aus dem Blut der von **Perseus**



getöteten Medusa entsprang. Ein 16x14 Grad großes Quadrat aus vier markanten Sternen ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  Pegasi und  $\alpha$  Andromedae) bilden den

Rumpf des Fabelwesens. Der orangefarbene Stern Enif ( $\epsilon$  Pegasi, 2,4<sup>m</sup>) im Westen des Sternbildes ist ein 700 Lj. entfernter Überriese. Bereits kleinere Optiken lösen diesen Stern in zwei Komponenten auf: die gelbe Hauptkomponente mit 5,4<sup>m</sup> und der schwächere blauschimmernde Begleiter mit 7,2<sup>m</sup>. Größere Teleskope zeigen zusätzlich einen dritten Begleiter mit 11<sup>m</sup>.

Unweit davon im NW findet man bereits mit einem guten Feldstecher den am 07.09.1746 von Jean-Dominique Maraldi entdeckten Kugelsternhaufen **M15** (6,3<sup>m</sup> und 18' Ausdehnung). Dieses hellere Messierobjekt liegt knapp 33.000 Lj. entfernt. Als Kugelsternhaufen hat es die höchste zentrale Sterndichte und ist bereits mit kleineren Optiken sehr hell und extrem kompakt zu sehen. Die Außenbereiche werden bereits in mittelgroßen Refraktoren (ab 12cm D=Durchmesser) in Einzelsterne aufgelöst. Sogar größere Optiken mit 25 cm Spiegeldurchmesser lösen die Kernregion jedoch nicht auf, auch wenn man mit solchen Teleskopen ohne große Mühe über 100 Sterne zählen kann.

Einige schwächere Galaxien im **Pegasus** bieten Beobachtern vor allem mit mittelgroßen Optiken ab 20 cm Öffnung, in besonders sternenklaren Nächten, ein recht weites Betätigungsfeld. Zu den bekanntesten Galaxien gehört hier die 1784 von Wilhelm Herschel gesichtete Galaxie **NGC 7331**. Sie ist eine der hellsten Sterninseln (10<sup>m</sup> und 4' x 1,5'), die nicht in den Messierkatalog aufgenommen wurde. Die Galaxie ist spindelförmig und erscheint in mittelgroßen Optiken (bereits ab 15 cm D) als langer Nebel in einer schönen Kantenlage mit ovalem Kern. Spiegeloptiken ab 30 cm D zeigen in den bei uns seltenen Zaubernächten bereits eine gut ausgeprägte Spiralstruktur. In einer Region ca. 30' südwestlich der Galaxie erblickt man durch solche Optiken fünf schwächere Galaxien mit 13<sup>m</sup>-14<sup>m</sup>, die man unter der Bezeichnung **Stephans Quintett (NGC 7317-20)** kennt. Bei vier dieser Objekte handelt es sich um ein gravitativ miteinander verbundenes Gebilde.

Eine besondere Rolle spielt im **Pegasus** der bereits mit dem bloßen Auge erkennbare Stern **51 Pegasi** (Helvetios,  $5,5^m$ ), welcher als erster sonnenähnlicher Stern mit einem nachgewiesenen Exoplaneten gilt (ursprünglicher Name des Exoplaneten **Bellerophon**, später umbenannt in **Dimidium**).

Im Südosten von **Pegasus** findet man das leuchtschwächste Ekliptiksternbild: Gemeint ist hier das Sternbild der **Fische** (Pisces). Die

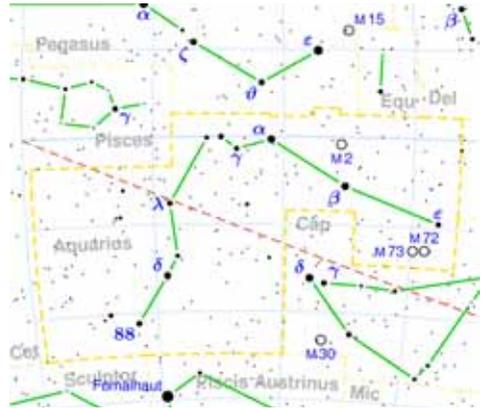


ältesten Bezeichnungen dieser Sternkonstellation liegen bereits in Babylonien. Die V-förmige Sternengruppe wird mit nur zwei Sternen der 4. Größe geschmückt, an deren Spitze der Stern  $\alpha$  Piscium **Alrisha** steht; zugleich ist er ein enger Doppelstern mit  $4,1^m$  und  $5,3^m$  hellen Komponenten mit einem Winkelabstand von  $1,9''$  und ein guter Prüfstein des Seesings in den Herbsttagen.

Zu den schwierigsten Objekten des Messierkataloges gehört die in den Fischen unweit vom hellsten Stern  $\eta$  Piscium gelegene Galaxie **M 74** mit  $9,4^m$  und  $3,5'$  Ausdehnung. Dazu trägt vor allem eine geringe Gesamt- wie auch Flächenhelligkeit bei. Voraussetzung für die Beobachtung ist ein wirklich dunkler Landhimmel. In mittelgroßen Teleskopen erkennt man hier in dunklen und transparenten Nächten einen sehr kleinen kompakten Kern, der von einer indirekt wahrnehmbaren, recht großen diffusen Nebel-

scheibe (zum Zentrum hin ein wenig an Helligkeit zunehmend) umgeben ist. Das Wahrnehmen der Spiralarme ist erst sehr großen Optiken (ab 50 cm D) bei den besten Beobachtungsbedingungen vorbehalten. Auf Astrofreunde mit größeren Spiegelteleskopen warten in Pisces weitere schwache NGC-Objekte mit den Katalognummern **660, 524, 488** und **676**.

Südlich der **Fische** und des **Pegasus** kommt eines der ältesten Sternbilder zum Vorschein: Die Rede ist hier von einem der 13 Ekliptiksternbilder, nämlich vom **Wassermann** (Aquarius).



Trotz der Tatsache, dass sich dieses Sternbild weitab vom Band der Milchstraße befindet, wird hier ein versierter Hobbyastronom mit einigen hochinteressanten Deep Sky Objekten belohnt. Hierzu zählen vor allem drei Messier- und zwei NGC-Objekte. Zu den hellsten und größten planetarischen Nebeln gehört der unter dem Namen **Helixnebel** bekannte Nebel **NGC 7293** mit  $7,3^m$  und  $12'$  Ausdehnung. Entdeckt wurde dieser 500 Lj. von uns entfernte PN 1823 von Karl Ludwig Harding. Trotz der stattlichen Größe dieses Objektes tragen einige Umstände dazu bei, dass nur verhältnismäßig wenig Beobachter mit der Beobachtung dieses „Riesen“ voll zufrieden sind. Den visuellen Erfolg beim Erhaschen des nur 20 Grad über dem Horizont liegenden Objektes bestimmen vor allem folgende wichtige Faktoren: ein dunkler Himmel ohne horizontale Lichtverschmutzung und eine möglichst große Austrittspupille (6-8mm). Bei

entsprechend kleinen Vergrößerungen in mittelgroßen Teleskopen erscheint er als ein großer runder Lichtschleier mit einigen aufblitzenden Sternen im Innern, wobei sich hier das Innere der Scheibe deutlich von der Gesamtheit abhebt und bei genauerem Hinschauen als ein dunkler Bereich auszumachen ist.

Zum zweiten Paradeobjekt, das sogar recht gut mittelmäßige Lichtverschmutzung verträgt, gehört der Kugelsternhaufen **M 2** (6,4<sup>m</sup> und 6'). Diesen Kugelsternhaufen kann man bereits mit mittelgroßen Teleskopen bei ca. 80-100-facher Vergrößerung am Rande in Einzelsterne auflösen. Die besten Ergebnisse jedoch erzielt man mit Spiegelteleskopen ab 30 cm D, wobei auch hier der Kern unauflösbar ist.

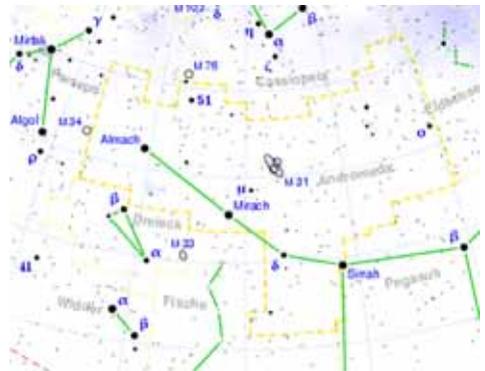
Das dritte sehenswerte Objekt, das sich bereits in einem guten Feldstecher durch seine blaugrüne Farbe von den benachbarten Sternen abhebt, ist der so genannte **Saturnnebel** mit 8<sup>m</sup> und nur 0,4' Ausdehnung. In dem NGC-Katalog findet man diesen PN unter der Nummer **7009**. Entdeckt wurde er 1782 von Wilhelm Herschel. Gekennzeichnet ist er vor allem durch seine ovale Form und durch zwei in größeren Optiken seitlich erscheinenden, heraustretenden Strahlen, die ansatzweise an den Saturnring erinnern.

Von den vielen schwächeren Galaxien ist hier nur die **NGC 7184** erwähnenswert (12,2<sup>m</sup>, 110 Millionen Lj. entfernt), die in einem größeren Teleskop bereits als kleiner, spindelförmiger Halo mit einem deutlich ausgeprägten Kern wahrnehmbar ist.

Unvollständig wäre das Beobachtungspotential des Wassermanns, hätte man hier drei der sehenswertesten Doppelsterne nicht erwähnt. Unweit des Helixnebels in Richtung W findet man den leicht aufzulösenden Doppelstern **41 Aquarii** (gelbliche Komponente 5,6<sup>m</sup> und weiße Komponente 7,1<sup>m</sup> mit einer Distanz von 5,2"). Die beiden weiteren Doppelsterne tragen die Bezeichnung **94 Aquarii** (mit zwei gelblichen Komponenten und 12,5" Distanz) und **107 Aquarii** (zwei bläulich-weiße Kompo-

nenten und 6,9" Distanz). Sie werden bereits in kleineren Optiken problemlos getrennt. Auch der veränderliche Stern mit der Bezeichnung **R Aquarii** mit einer Periode von 388 Tagen und Helligkeitsschwankungen von 5,8<sup>m</sup> bis 12,4<sup>m</sup> bildet für einen geduldigen Astrofreund eine längerfristige Beobachtungsherausforderung.

Zu den formschönsten und allgemein bekannten Sternkonstellationen des Herbsthimmels gehören sicherlich die Sternbilder **Andromeda** und **Perseus** sowie **Dreieck** und das Tierkreissternbild **Widder**. Am bekanntesten ist die Sternformation Cassiopeia, auf die als zirkumpolares Sternbild in einem separaten Artikel eingegangen wird.



Die hellsten Sterne in **Andromeda** gehören der 2. Größe an:  $\alpha$  Andromedae (der bläuliche **Alpheratz**, 2,1<sup>m</sup>) und  $\beta$  Andromedae (der orange-gelbe **Mirach**, 2,1<sup>m</sup>; ein roter Riese) sowie der sehenswerte Doppelstern **Almach**  $\gamma$  Andromedae (gelbliche Komponente mit 2,2<sup>m</sup> und bläuliche Komponente mit 4,9<sup>m</sup> in einem Abstand von 9,6"). Sie bilden den südlichen Arm eines langgestreckten V.

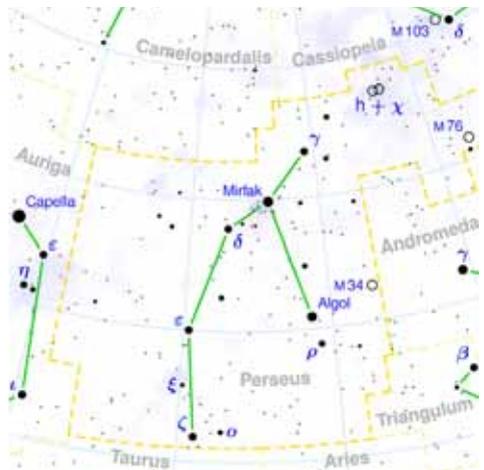
Ihre Berühmtheit verdankt diese eher unspektakulär wirkende Sternkonstellation vor allem einer Galaxie unserer lokalen Gruppe: dem **Andromedanebel M 31** (4<sup>m</sup> und 3° x 1°) mit ihren beiden Satelliten **M 110** (8,5<sup>m</sup> und 10' x 5') und **M 32** (8,5<sup>m</sup> und 4' x 3'). Es handelt sich hier um eine Sterninselgruppe, die dem Milchstraßensystem sehr ähnelt und ihm am

nächsten gelegen ist. Die Entfernung beträgt nach den neuesten Messungen knapp 2,6 Millionen Lj. Bereits bei einem dunklen Landhimmel erblickt man den Andromedanebel problemlos mit bloßem Auge. Am schönsten erscheint er durch größere Feldstecher und durch kleinere Optiken bei kleinsten Vergrößerungen und bei der größten Austrittspupille (6-8 mm).

Zu den weiteren sehenswerten extragalaktischen Objekten zählen zwei durch mittelgroße Optiken schön anzusehende Galaxien: **NGC 891** in Kantenlage (10<sup>m</sup> und 10' x 2') und die winzige Galaxie **NGC 404 (Mirachs Geist)** mit 10<sup>m</sup> und 1'). Das letztere Objekt erscheint in kleineren Teleskopen wie ein Geisterbild des Sternes  $\beta$  Andromedae (2,1<sup>m</sup>). Erst mittelgroße farbreine Refraktoren (ab 13 cm Öffnung) zeigen hier bei höheren Vergrößerungen einen kleinen ovalen Fleck mit einem eindrucksvollen Kontrasterlebnis im Vergleich zu dem nahe gelegenen Stern.

Empfehlenswert ist auch der bereits von W. Herschel 1784 entdeckte PN „**Blauer Schneeball**“ mit der Katalognummer NGC 7662. Dieser Überrest einer Supernova zählt zu den schönsten PN des Herbsthimmels. Das Besondere hier ist die so genannte diffuse Annularität. Dies bedeutet, dass das Innere des Nebels um einige Nuancen dunkler als die hellere ringförmige Außenhülle erscheint. In Teleskopen ab 20 cm Spiegeldurchmesser und hohen Vergrößerungen (ab 200-fach) zeigt die Innenkante des diffusen, breiten, deutlich ovalen Rings die stärkste Nebelintensität. Auch helle fleckenartige Streifen sind hier problemlos wahrzunehmen. Als einen geeigneten Test für einen dunklen Himmel kann der Besitzer einer kleineren Optik die sich in unmittelbarer Nähe zu dem PN befindende und 28 Lj. entfernte Galaxie **NGC 7640** (11,9<sup>m</sup> und 4' x 1') nutzen, die ebenfalls von Herschel 1786 entdeckt wurde. Unter einem Himmel ohne Lichtverschmutzung zeigen bereits mittlere Optiken eine schwache langgestreckte nadelförmige Spindel, die von drei bläulich funkelnden Sternen 11-er Größe umrahmt wird.

Der Beobachtungstipp wäre unvollständig, würde man hier nicht drei stellare Objekte der Andromeda erwähnen. Gemeint sind hier zwei Doppelsterne und ein offener Sternhaufen. Der erste Doppelstern ist der 240 Lj. entfernte Stern 56 Andromedae mit fast gleichhellen gelblichen Komponenten: 5,7<sup>m</sup> und 5,9<sup>m</sup>. 202" Distanz (= 3,5') trennt die Sterne voneinander. Im NO findet man den bereits mit freiem Auge wahrnehmbaren offenen Sternhaufen **NGC 752** (6<sup>m</sup> und 50'), welcher vor allem mit einem guten Feldstecher schön aufgelöst wird. Seine Entfernung zu uns beträgt 1500 Lj. Weiter im NO findet man den anderen Doppelstern **59 Andromedae** mit zwei blauen Komponenten (6,1<sup>m</sup> und 6,8<sup>m</sup> sowie 16,7" Distanz).



Im Osten der Andromeda liegt das schön mit bloßem Auge anzusehende Sternbild des Perseus. Diese Sternkonstellation wird von einem schwächer leuchtenden Band der Milchstraße durchkreuzt und enthält neben einigen Dutzend interessanter Objekte bereits einen weißen Stern 1. Größe (**Mirfak**, 1,8<sup>m</sup> in 600 Lj. Entfernung). Im **Perseus** alleine findet jeder Astrofreund eine wahre Fundgrube an Beobachtungsobjekten.

Fangen wir bei dem einfachsten Deep Sky Objekt an, das bereits mit dem bloßen Auge wahrnehmbar ist: der schönen **Melotte 20**. Mit einer Ausdehnung von sage und schreibe 3° beinhaltet

dieser Sternhaufen knapp 50 Sonnen und ist 550 Lj. von der Erde entfernt. Typisch für die Mitglieder des Sternhaufens ist eine Eigenbewegung Richtung **Pegasus**. Die gesamte Sterngruppe rankt sich in einer traubenförmigen Anordnung um den oben erwähnten, hellsten Stern des **Perseus**, **Mirfak**. In einem Radius um 1,5° um diesen Stern erblickt man bereits mit bloßem Auge bis zu 12 Sterne. In kleineren Optiken erscheinen hier mehrere Dutzend Sterne aller Helligkeitsstufen. Optimal sind hierfür Geräte mit bis zu 5° Gesichtsfeld.

Einen weiteren freijügigen Beobachtungshöhepunkt bilden die beiden offenen Sternhaufen mit der Bezeichnung **h** (NGC 869 4<sup>m</sup> und 25') und **chi** (NGC 884, 4<sup>m</sup> und 25') - ausgesprochen „ha“ und „chi“ - mit je etwa 300 Sternen in der Entfernung von ca. 6800 Lj. Mit Hilfe eines größeren Feldstechers werden die beiden OS ein unvergessliches Erlebnis. In kleineren Fernrohren (bei großen Gesichtsfeldern!) erlebt man eine kleine Offenbarung. Es werden hier von einigermaßen geübten Beobachtern jeweils ca. 60 Einzelsterne gezählt. Bei höheren Vergrößerungen wird das Erlebnis bei dem im Osten liegenden OS  $\chi$  mit Beobachtung von drei helleren, orangenen Sternen (drei veränderliche Rote Riesen) abgerundet.

Zu den weiteren helleren OS in Perseus gehören zwei Objekte: M 34 (5,2<sup>m</sup> und 35') und der weniger bekannte NGC 1528 (6,4<sup>m</sup> und 18'). Das erste dieser Objekte entdeckte Charles Messier 1764. Dieser OS ist bereits bei einem dunklen Landhimmel freijügig sichtbar. Mit einem klassischen Feldstecher zählt man bereits über zehn kompakt angeordnete hellere Sterne. Kleinere Refraktoren mit gut korrigierten Optiken zeigen sehr schön mehrere Dutzend rote und blaue Sterne. Auffällig sind hier viele Doppelsterne der Größe 8<sup>m</sup> mit ca. 20" Abstand der Komponenten, die vor allem bei größeren Optiken ihren Zauber voll entfalten.

Zu den eher schwierigen Objekten in Perseus gehören zwei weitere sehenswerte Objekte: Kleiner Hantelnebel und die Galaxie NGC 1023. Das erste der beiden Objekte gehört zu

Messierobjekten und trägt die Katalognummer M 76. Mit der Helligkeit 10,1<sup>m</sup> ist dieser PN bereits in kleineren Optiken als kleines kompaktes Nebelfleckchen wahrnehmbar. Gesteigert wird diese Wahrnehmung in Teleskopen ab 15 cm D. Bei ca. 60-facher Vergrößerung fällt hier bereits eine längliche rechteckige Form mit helleren Enden auf. Unter besten Bedingungen, die sich meistens unter einem Gebirgshimmel offenbaren, ist es sinnvoll, mit entsprechenden Filtern zu arbeiten. Diese erlauben die Wahrnehmung schwacher Ausläufer, die sich an der Ostseite zum Norden hin und an der Westseite in die entgegen gesetzte Himmelsrichtung ausbreiten. Im mittleren Bereich scheint dann der PN zugeschnürt zu sein. Große Optiken ab 35 cm Öffnung steigern noch weiter das Erlebnis. Hier tritt recht deutlich die Hantelform hervor und man bemerkt zeitweise eine raumaufteilende Struktur. Zum Geheimtipp und zur Steigerung der Detailwiedergabe gehört hier der Einsatz eines guten Oxxygen III Filters, welcher sogar unter einem leicht lichtverschmutzten Himmel gewinnbringend ist. Der Kontrastgewinn ist wirklich spektakulär.

Schon in der griechischen Antike wusste man etwas von der merkwürdigen Natur des  $\beta$  **PERSEI**: dem bekanntesten Veränderlichen des Nordhimmels mit dem Namen Algol. Nicht ohne Grund gaben die damaligen Astronomen diesem für jeden Himmelsbeobachter problemlos wahrnehmbaren Bedeckungsveränderlichen den Namen mit der Bedeutung „Kopf des Dämonen“. Dieser klassische veränderliche Stern stellt im Süden des Sternbildes den Kopf der von **Perseus** enthaupteten Medusa dar. In einem Rhythmus von 68 Stunden, 48 Minuten und 56 Sekunden stellt sich das Helligkeitsminimum mit 3,4<sup>m</sup> ein. Im Normalfall ist der Stern 2,1<sup>m</sup> hell.

Südlich  $\gamma$  **Andromedae** findet man zwei kleinere klassische Sternbilder der Antike: das **Dreieck** (Triangulum) und den **Widder** (Aries). Auch wenn unscheinbar in der Ausdehnung, bieten diese Sternformationen ein Beobachtungsfeld, für das viel Muße eingeplant werden sollte.

Am bekanntesten und zugleich am schwierigsten zu beobachten ist im Sternbild Dreieck die



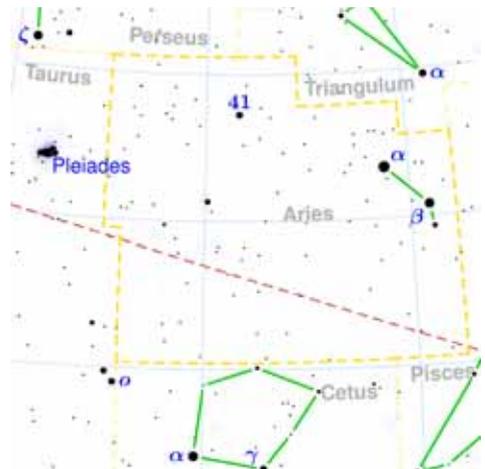
so genannte **Triangulum-Galaxie (M 33)** mit  $5,7^m$  und  $73' \times 45'$ ). Diese Galaxie ist knapp 3 Millionen Lj. von uns entfernt und gehört als drittgrößtes Objekt zusammen mit unserer Milchstraße sowie dem Andromedanebel zur so genannten Lokalen Gruppe. Sie ist das fernste noch mit bloßem Auge wahrnehmbare Gebilde im Universum. Dies ist jedoch nur möglich weitab der Lichtverschmutzung unter den wirklich optimalen Himmelsbedingungen in einer Wüste oder hoch in den Bergen. Geübte Beobachter machen hiermit die Unterscheidung zwischen einem guten und einem sehr guten Beobachtungsstandort.

Genauso wie beim Andromedanebel, erzielt man auch bei **M 33** die besten Ergebnisse mit klassischen Feldstechern oder kleinen lichtstarken Optiken unter Anwendung von Vergrößerungen, die die optimale Austrittspupille (6-8 mm) garantieren. In der Regel sieht man hier unter einem dunklen Landhimmel ein schwaches ovales Wölkchen in Vollmondgröße. Bei einem 5-zölligen Refraktor bei einer knapp 20-fachen Vergrößerung werden zum ersten Mal auf Anhieb die Ansätze der Spiralarme sichtbar, sowie mit Hilfe eines Schmalbandfilters die größten extragalaktischen Emissionsnebel und Sternhaufen.

Als schönes Pärchen intergalaktischer Objekte erscheinen im Dreieck der recht weite Doppelstern **15 Trianguli** (gelbe Komponente  $5,4^m$  und der bläuliche Begleiter  $6,7^m$  mit einer Distanz

von  $142,3''$ ) und südlich davon der Veränderliche **R Trianguli** mit einer Periode von 267 Tagen sowie Helligkeitsunterschieden zwischen  $5,4^m$  und  $12,6^m$ . Einen weiteren Doppelstern mit weiß-gelblichen Komponenten bildet **ι Trianguli** ( $5,2^m$  und  $6,7^m$  mit  $3,9''$ ).

Zum Schluss dieses Artikels möchte ich noch kurz das kleine und unscheinbare, östlich der Fische gelegene Tierkreissternbild **Widder** (Aries) erwähnen, welches bereits als Vorbote



des Winterhimmels angesehen werden kann. Bekannt ist diese aus nur drei schwächeren Sternen gebildete Konstellation  $\alpha$  ( $2,0^m$ ),  $\beta$  ( $2,6^m$ ) und  $\gamma$  ( $4,7^m$ ) Arietis, weil vor 2000 Jahren zu Christi Geburt hier die Sonne das Frühlingsäquinoktium erreichte. Aufgrund der Verschiebung des Frühlingspunktes entlang der Ekliptik (neben dem Begriff „Präzession“ auch als Platonisches Jahr mit einer Dauer von 25.700 Jahren bekannt) liegt aktuell der Frühlingspunkt im Sternbild Fische, und in ca. 600 Jahren wird er in den Wassermann wandern. Auch wurde diese Sternkonstellation in den vergangenen 300 Jahren des Öfteren umbenannt: Sie hieß Wespe, Fliege und Biene, bis sie am Beginn des 20. Jhds. wieder als Widder auftauchte.

Das Glanzlicht des Widders bildet der am längsten bekannte (seit 1664) Doppelstern  $\gamma$  **Arietis**, der in den Fachkreisen auch als **Mesarthim** be-

kannt ist. Es ist ein binäres System mit nahezu identischen Sternen (4,6<sup>m</sup> und 4,7<sup>m</sup>) in einem Abstand von 7,5". Es lohnt sich, mit mittleren ED oder APO Optiken sehr stark zu vergrößern, um den kleinen Helligkeitsunterschied zu erhaschen. Zu weiteren erwähnenswerten Doppelsternen gehören hier  $\lambda$ ,  $\epsilon$ , **1** und **10 Arietis**.

Unweit Mesarthims finden Beobachter mit größeren Optiken (mit D ab 25 cm) vier interessante Galaxien. Die **NGC 691** (11,5<sup>m</sup>) gehört zu der **NGC-697** Gruppe (bestehend aus 8 helleren extragalaktischen Objekten von 11,5<sup>m</sup> bis 14,4<sup>m</sup>) und ist markiert durch einen schön anzusehenden engen Doppelstern im NO der Galaxie. Ihre Beobachtung gelingt sogar bei einer sternklaren und mondlosen Nacht mit einem 20 cm Spiegelteleskop. Auch die Galaxien **NGC 680** (11,9<sup>m</sup>) und **NGC 678** (12,2<sup>m</sup> und in Kantenlänge) sind noch in der Reichweite solcher Teleskope.

Die hellste und schönste Galaxie im Widder ist die **NGC 772** (10,3<sup>m</sup> und 2') mit deren Beschreibung ich nun meine herbstlichen Beobachtungstipps schließen möchte. Bereits in dem zuletzt erwähnten Spiegelteleskop erkennt man eine asymmetrische Spiralstruktur, welche durch einen ungewöhnlich stark leuchtenden Arm im Norden dominiert wird. Diese Galaxie hat einen schwachen, ovalen Halo und einen kleinen, wesentlich helleren Kern. Der helle 3' lange Spiralarm enthält nahezu alle jungen, aktiven Bereiche dieser Galaxie und hinterlässt unvergessliche Augenblicke.

**Grafiken Sternbilder:** Wikipedia

Nun wünsche ich allen Freunden der lichtschwachen Objekte des Himmels mit kleineren und größeren Optiken eine erkenntnisreiche Reise durch den Herbsthimmel und viele schöne Herbsttage mit dunklen und klaren Nächten.

**Abkürzungen /Nomenklatur/Hilfsmittel**  
siehe Andromeda 1/2018 Seite 3

**Kartenmaterial:** „*Astronomia: Galaxien / Sterne - Planeten / Raumfahrt*“; „*Atlas für Himmelsbeobachter*“ von E. Karkoschka, „*Interstellarum Deep Sky Atlas*“ von R. Stoyan

## M 16 – der Adlernebel

**Infos zum Foto auf der Rückseite**

*Peter Maasewerd*

Meine Ausrüstung ist auf einer Edelstahlsäule auf meinem Balkon im ersten Stock montiert. Das hat den Vorteil, dass ich schnell aufnahmebereit bin, aber den Nachteil, dass ich mit Umgebungslicht zu kämpfen habe und mein Sichtfeld durch das eigene Haus, umgebende Bebauung und meine Bäume eingeschränkt ist. M 16 kommt zur besten Sommerzeit etwas mehr als 20° über den Horizont und steht damit flach im Süden gegen die „Hintergrundbeleuchtung“ des nördlichen Ruhrgebietes.

Ich benutze eine normale, das heißt nicht astro-modifizierte Spiegelreflexkamera von Pentax (K3ii). Die Führung übernimmt eine äquatoriale Skywatcher EQ6-R. Diese wird korrigiert von einem Lacerta MGEN II Autoguiden. Seit einigen Monaten benutze ich einen Lacerta MFOC Motorfokus, der mir ein großes Plus an Detailschärfe bringt und mich ruhig schlafen lässt. Das Teleskop von Teleskop Service (TS) hat 910mm Brennweite bei 130 mm Öffnung (F7,0).

Für den 2018er Adlernebel habe ich 110 Aufnahmen von 3 Minuten bei ISO 400 gemacht. Ich habe keine Korrekturbilder wie Dark-, Bias- oder Flat-Frames aufgenommen. Die besten 55 Einzelaufnahmen wurden im Programm „Astro Pixel Processor“ in ein Summenbild gestapelt und vorkorrigiert. Die weiteren Schritte – die eigentliche Bildentwicklung – erfolgte in „Photoshop CC2018“. Das Programm bietet mir die Freiheit, die ich brauche, um das Bild so zu entwickeln, wie es mir optimal erscheint. Besondere Mühe habe ich mir beim Kampf gegen das Bildrauschen und mit der Optimierung der Bildschärfe durch die mehrfache Verwendung des Hochpassfilters bei verschiedenen Frequenzen gegeben. Dabei habe ich die Schärfe nur dort vergrößert, wo auch Bilddetails vorhanden sind und die anderen Bildbereiche, z. B. die Sterne, durch Masken geschützt.

Letzte Korrekturen und der „Feinschliff“ der endgültigen Aufnahme erfolgten in „Adobe Lightroom CC Classic“.

## Die Sternfreunde Münster auf dem „Markt der Möglichkeiten 2018“

Jochen Borgert

Auch im Jahr 2018 nahm die Gruppe Dark Sky der Sternfreunde Münster am „Markt der Möglichkeiten“ des Vereins „Münster nachhaltig e.V.“ teil, der am 09.06. im Rathausinnenhof stattfand.

Auf diesem Markt stellen sich verschiedenste Vereine und Interessengruppen vor, die sich der Nachhaltigkeit verpflichtet sehen.

Beispielsweise wurde mit weggeworfenen Lebensmitteln gemeinsam gekocht, für Elektromobilität geworben und wir Sternfreunde haben auf das Problem der zunehmenden Lichtverschmutzung aufmerksam gemacht.

Wir waren in diesem Jahr mit einem 3x3 Meter großen Stand vertreten, an dem wir Poster zum Thema Lichtverschmutzung präsentierten und entsprechende Flyer verteilten. Das Naturkundemuseum Münster hatte uns dankenswerterweise präparierte Nachtfalter und eine ausgestopfte Fledermaus zur Verfügung gestellt, damit wir eindrücklich demonstrieren konnten, welche Tiere und Insekten in besonderem Maße unter Lichtverschmutzung zu leiden haben.

Diese Präparate erwiesen sich als Zuschauer magnet, so dass Dorlies Schriever, unterstützt von Michael Dütting, den ganzen Tag über reichlich damit zu tun hatte, Interessierte über Lichtverschmutzung zu informieren. An dieser Stelle sei insbesondere Dorlies gedankt, ohne deren ausdauernde Mitarbeit der Stand nicht möglich gewesen wäre.

Ich selber war an diesem Tag zu Gast bei den Astrokids im Naturkundemuseum, mit denen ich ein zweistündiges Programm zur Lichtverschmutzung durchführte. Dass dieser Besuch nicht vergebens war, zeigte sich darin, dass Sophy Bertling von den Astrokids im Anschluss daran am Stand der Sternfreunde auf dem Markt der Möglichkeiten selber über das Thema informierte. Vielen Dank an Sophy.

Die Mithilfe am Stand durch die Mitglieder der Sternfreunde war in diesem Jahr leider so ge-

ring, dass nur durch den engagierten Einsatz von Dorlies der Stand überhaupt möglich wurde. Ich vermute hierfür zwei Gründe. Zum einen waren



Andrea Schriever - Dorlies und Sophy

die Sternfreunde nicht ausreichend darüber informiert. Dieser Fehler geht auf meine Kappe, im nächsten Jahr informiere ich besser. Zum anderen scheint Resignation eine verbreitete Reaktion von Amateurastronomen auf das Problem Lichtverschmutzung zu sein. Dies schließe ich zumindest aus Gesprächen mit manchen Sternfreunden.

Licht ist grundsätzlich positiv besetzt. Je mehr Licht desto besser, da die Dunkelheit gefährlich scheint und Angst macht. Unser Anliegen widerspricht also in gewissem Maße der menschlichen Natur. Dies macht es schwer. Allerdings sollten wir nicht vergessen, dass wir mit unserem Wunsch nach weniger sinnloser Beleuchtung nicht alleine sind. Anzahl und Umfang der Gespräche, die im Verlaufe des Marktes der Möglichkeiten mit Interessierten geführt wurden, zeigen, dass das Problem der Lichtverschmutzung wahrgenommen wird. Beweis für diese Annahme ist, dass die Bundesregierung am 20.06.2018 ein Eckpunktepapier zum Aktionsprogramm Insektenschutz veröffentlicht hat, in dem auch der Zusammenhang von Lichtverschmutzung und Insektensterben behandelt wird.

Lasst uns also weiter auf das Problem Lichtverschmutzung hinweisen. Die nächste Gelegenheit ist das Astroseminar der Universität Münster am 26. und 27.10.2018. Wir wollen wieder mit einem Stand vertreten sein. Freiwillige Mitarbeit ist herzlich erwünscht.

## Der Sternschnuppenstrom der Perseiden

*Ewald Segna*

Alljährlich um den 10. bis 14. August beschert uns ein besonderes Himmelsschauspiel viele Sternschnuppen. Sie kommen scheinbar aus der Gegend zwischen den Sternbildern Cassiopeia und Perseus, ganz aus der Nähe der beiden offenen Sternhaufen  $\eta$  und  $\chi$  Persei. Deshalb heißen sie Perseiden.

Sternschnuppen sind Staubeilchen. Die Staubeilchen der Perseiden stammen vom Kometen 109P/Swift-Tuttle. Er verliert sie durch Erwärmung bei seinen Umläufen um die Sonne. Da die Erde immer gegen den 12. August diese Bahn kreuzt, treffen sie mit hoher Geschwindigkeit auf die Atmosphäre und regen die Luftmoleküle zum Leuchten an.

Diese Sternschnuppen, auch Meteore genannt, entstehen in einer Höhe von ca. 110 km bis 30 km durch Stoßionisation. Der Meteorit hinterlässt einen Kanal stark angeregter Atome, die durch Lichtemission ihre Energie wieder abgeben und so die sichtbare Meteoreerscheinung erzeugen. Bei einem größeren Exemplar kann es sogar passieren, dass es nicht vollständig verdampft und als kleiner (großer) Gesteins- oder Eisenmeteorit zur Erde fällt.

### Beobachtung

Das diesjährige Maximum der Sternschnuppen liegt in der Nacht vom 12. August auf den 13. August. Eine Liege, warme Kleidung und ein freier Blick in Richtung Nordosten erleichtern das Sehvergnügen. Die untergehende Mondsichel stört kaum. Der notwendige klare Himmel ist leider nicht planbar. Je klarer der Himmel, desto größer die Anzahl der zu beobachteten Meteore.

Ich wünsche viel Spaß und Erfolg bei der Beobachtung.

Da das Maximum der Perseiden für die Nacht vom 12. / 13. August vorausgesagt worden ist, habe ich meine Aufzeichnungen der Perseiden

aus dem Jahre 2013 herausgekratzt, um an diesem Beispiel den Ablauf und die Auswertung zu demonstrieren.

Am Abend des 12. August 2013 verabredete ich mich mit Jochen. Wir wollten uns gegen 23:45 Uhr in der Alverskirchener Bauernschaft treffen. Eine halbe Stunde vorher packte ich alle nötigen Sachen zusammen: eine bequeme Liege, eine Decke, feste, warme Schuhe, eine Thermohose, dicke Jacke, eine Flasche Mineralwasser und ein paar Äpfel sowie zwei Brote. Lacht jetzt nicht, aber ich hatte vor, bis zum Morgengrauen durchzuhalten und da kann einen der Hunger schon überkommen...

Wenn nun der Einwand kommt, wo hast du denn dein Teleskop bzw. dein Fernglas gelassen – lautet meine Antwort: Habe ich absichtlich nicht mitgenommen. Ich wollte eben nur mit den bloßen Augen beobachten.

Eines habe ich aber noch vergessen zu erwähnen: In den Jahren zuvor hatte ich immer ein Diktiergerät mit mehreren Kassetten dabei, um die Sternschnuppen live (stimmlich) auf Band zu bannen, was nicht immer reibungslos funktionierte. Mal hakte das Band, mal musste ich während der Aufnahme die Batterien tauschen, usw. Mit der Ansage der Uhrzeit zwischendurch konnte ich später die Meteorfälle synchronisieren und nach Zeit ordnen. Das erleichterte mir die Festlegung des Maximums.

In diesem Jahr hielt die moderne Technik Einzug, und so nahm ich mein Smartphone mit, das eine Aufnahmefunktion hat.

Gegen 23:45 Uhr (MESZ) war ich vor Ort. Jochen war schon da. Ich baute den Liegestuhl so auf, dass ich einen ungestörten Blick gen Nordosten hatte. Alles war perfekt. Die Perseiden konnten kommen. Ach ja, ich legte noch eine Adaptionsphase der Augen von ca. 30 Minuten ein. In diesen 30 Minuten sahen wir 7 Sternschnuppen, vier Perseiden und drei sporadische. Die Grenzgröße, das heißt, die schwächsten Sterne, die ich noch eben mit bloßem Auge sehen konnte, lag bei 5,5<sup>m</sup>.

Gegen 0:20 Uhr schaltete ich mein Smartphone auf Aufnahme. Ich legte mich auf den Liegestuhl, warf die Decke über und harrte der Dinge die da kommen sollten.

Mein Gesichtsfeld betrug ca. 100 Grad. Klar, dass mir einige Schnuppen durch die Lappen gehen würden (mein Blick kann ja nicht überall sein ;-)), aber Jochens Stimme war auch auf der Aufnahme eindeutig zu identifizieren. Viele Meteore sahen wir synchron. Bei nicht ganz sicheren Kandidaten habe ich ein paar nachträglich gestrichen. Ich war mir nicht sicher, ob es ein Reflex im Brillenglas oder eine Sternschnuppe war. Gleich nach dem Aufleuchten der Sternschnuppe verlängerte ich mit den Augen in Gegenrichtung die Spur des Schweifes und konnte so einschätzen, ob es ein Perseide war oder nicht. Das habe ich noch ins Mikro des Smartphones gesprochen (siehe Liste im Anhang und die Grafik auf S. 2. Die Grafik habe ich durch das Einzeichnen der gesehenen Meteore erstellt. Die Länge der Strichspuren sind nur ungefähr. Die Lage habe ich aus den Bemerkungen extrahiert. Bei weiteren Perseidenbeobachtungen werde ich die Lage der Leuchtspur durch die ungefähre Aufzeichnung von Anfangssterne und Endsterne mit Gradangaben präzisieren).

### Besonderheiten

In der Zeit von 0:15 Uhr bis ca. 3:30 Uhr sahen Jochen und ich 86 Meteore. Davon gehörten 45 zu den Perseiden. Bei den 41 sporadischen Meteoriten waren auch ein paar aus dem Sternschnuppenstrom der Kappa Cygniden dabei (geschätzte zehn). Neben ein paar kurz nachleuchtenden Sternschnuppen waren besonders der Bolide Nr. 63. mit 10 Sekunden Nachleuchtdauer und der Bolide 64. mit 9 Sekunden Nachleuchtdauer erwähnenswert.

Wie schon angedeutet, brauchte ich nur meine Kommentare aus den Aufnahmen zu analysieren (daaaa - war der nicht schön, Richtung Wega) und später mit der Uhrzeit in eine Tabelle schreiben, um dann die ZHR auszurechnen (siehe Tabelle am Ende des Artikels).

## Auswertung des Perseidenstroms oder was ist eine ZHR

*Ewald Segna, Wes Stone*

*Die Grafik am Ende des Artikels zeigt im 15-Minuten-Intervall die Anzahl der Perseiden.*

Die ZHR (Zenithal hourly rate) ist bei der Zählung der Sternschnuppen eine gebräuchliche Größe. Es ist die Abschätzung der Anzahl der Meteore, die von einem einzelnen Beobachter innerhalb einer Stunde bei freier Sicht, mit dem Radianten im Zenit und einer Grenzgröße von 6.5<sup>m</sup> gesehen werden kann. Als Radiant wird der scheinbare Ausstrahlungspunkt der Meteore bezeichnet. Es ist der Bereich am Himmel, aus dem die Sternschnuppen zu kommen scheinen, z. B. aus dem Sternbild Perseus. Die Bezeichnung lautet dann, dem Sternbild entsprechend, Perseiden. Diese ZHR kann durch einfache Beobachtung der Meteorhäufigkeit selbst berechnet werden und ist wichtig, wenn verschiedene Beobachter ihre Ergebnisse miteinander vergleichen wollen. Die Formel lautet:

$$ZHR = (F * C * K * N) / T$$

- F** – Korrekturwert für Wolken und sonstige Abschattungen (Gesichtsfeldeinschränkungen)
- C** – Korrekturwert, der die Grenzhelligkeit (LM = limiting magnitude) des Beobachters mit der Referenzgrenzgröße 6.5<sup>m</sup> vergleicht.
- K** – Korrekturwert für die Höhe des Radianten über dem Horizont
- N** – Anzahl der Meteore
- T** – Beobachtungsdauer in Stunden

Nehmen wir an, Du beobachtest die Perseiden am 12. August von 22.30 Uhr bis 23.30 Uhr, und Du siehst 30 Meteore. Du bestimmst die durchschnittliche Bewölkung zu 10% und die

Grenzhelligkeit (LM) zu 6.0. Um F zu bestimmen, dividierst Du 1 durch den Anteil des klaren Himmels.

$$F = 1 / 0.9 = 1.11.$$

C hängt sowohl von der Grenzgröße der Sterne als auch vom Helligkeitsprofil der Meteore ab. Wenn die durchschnittlichen Meteore eine geringe Helligkeit haben, wirst Du proportional weniger Meteore bei schlechten Bedingungen sehen können. Das Helligkeitsprofil wird durch den **Meteorhäufigkeit - Index r** beschrieben. r wird durch einen beobachteten Zeitabschnitt der Meteore berechnet; aber das ist ziemlich kompliziert. r wird deshalb oft für eine kurzfristige Analyse mit dem Wert 2 angenommen. Das bedeutet, dass es zu einer Verdoppelung der Meteore pro weiterer Größenklasse kommt. Mit anderen Worten, falls es 5 Meteore in der 1. Größenklasse gibt, werden es in der 2. Größenklasse 10 und in der 3. Größenklasse 20 Meteore sein (die kannst Du aber nicht alle sehen).

C wird dann bestimmt durch:

$$C = r^{(6,5-LM)} = 2.0^{(0,5)} = 1.41$$

K ist bestimmt durch die Höhe (A) des Radianten zur Hälfte des Beobachtungszeitraumes. A kann mit Hilfe eines Planetariumsprogramms oder mit mathematischen Formeln gefunden werden. Für unser Beispiel beträgt A=30 Grad.

$$K = 1 / \sin (A) = 1 / 0.5 = 2$$

Wir kennen jetzt alle Variablen in der ZHR-Formel

$$ZHR = (F * C * K * N) / T = (1.11 * 1.41 * 2 * 30) / 1 = 94$$

Für eine detaillierte Analyse müssen die Ergebnisse vieler Beobachter zusammengefasst

werden, jede einzelne ZHR aber in einem kleinen Intervall! Mehr Daten von mehreren Beobachtern bedeuten, dass sowohl statistische Unsicherheiten als auch individuelle Streuungen einen geringeren Effekt auf das Endresultat haben.

Zusätzlich könnte eine große Zahl von Beobachtungen, bei der für jeden Meteor die Helligkeit notiert wird, helfen, den Meteorhäufigkeitsindex r genauer zu bestimmen.

**Es muss noch einmal wiederholt werden:** Die ZHR ist nur ein Schätzwert. Die wertvollsten Daten sind die Rohdaten Deiner Meteorbeobachtung: der Meteorstrom und die Helligkeit jedes einzelnen Meteors mit den genauen Angaben zu den Beobachtungszeitpunkten und den Wetterbedingungen. Wenden wir die Formel mal auf meine Perseidenbeobachtung an:

$$ZHR = (F * C * K * N) / T$$

Die durchschnittliche Gesichtsfeldeinengung (mein Blickfeld) lag in Alverskirchen bei ca. 70% (ca. 30% des Himmels konnte ich frei sehen).

$$F = 1 / 0,708 = 1,41$$

Bei der Grenzgröße von ca. 5.5<sup>m</sup> beträgt der Wert von

$$C = r^{(6,5 - 5,5)} = 2,6^{(1)} = 2,6$$

Bei den Perseiden beträgt r laut **IMO (International Meteor Organisation)** 2,6

$$K = 1 / \sin (A)$$

Da ich von 0.21 Uhr (1:21 Uhr, 2:21 Uhr, 3:21 Uhr) bis 1.21 Uhr (2:21 Uhr, 3:21 Uhr) (die Perseiden per Smartphone dokumentiert habe, liegt die Mitte der Beobachtungszeit bei ca. 0.51 Uhr (1:51 Uhr, 2:51). Aus dem Planetariumsprogramm Stellarium entnehme ich die Radiantenhöhe A<sub>1</sub> zu ungefähr 39° (A<sub>2</sub> = 47°, A<sub>3</sub> = 54°), woraus sich der Sinus zu 0,629 (0,731, 0,809) ergibt.

$$K_1 = 1 / \sin(A_1) = 1 / \sin_1(39^\circ) = 1,59 [N_1 = 9 \text{ Meteore}]$$

$$K_2 = 1 / \sin(A_2) = 1 / \sin_2(47^\circ) = 1,37 [N_2 = 15 \text{ Meteore}]$$

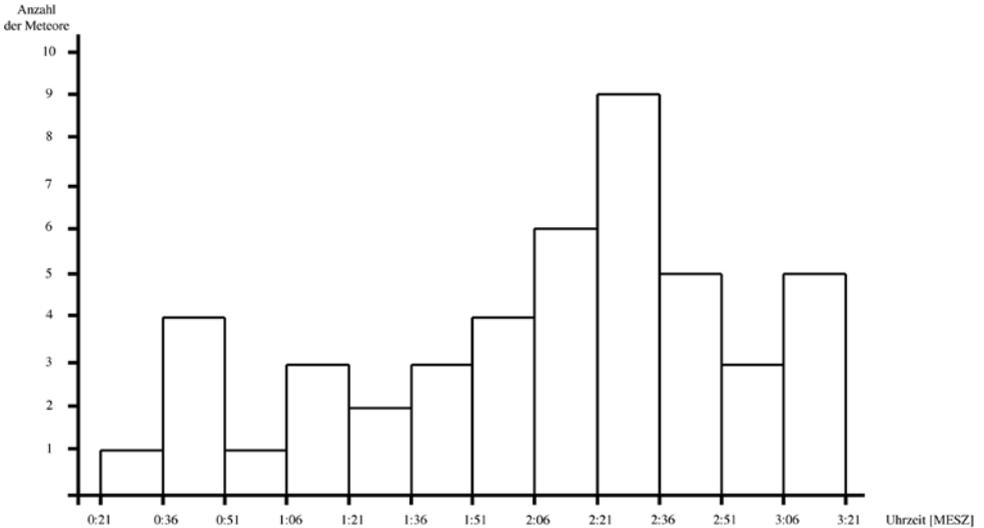
$$K_3 = 1 / \sin(A_3) = 1 / \sin_3(54^\circ) = 1,24 [N_3 = 21 \text{ Meteore}]$$

Somit erhalte ich für  $ZHR_1 = 1,41 * 2,6 * 1,59 * 9 / 1 = 53$  Sternschnuppen

Somit erhalte ich für  $ZHR_2 = 1,41 * 2,6 * 1,37 * 15 / 1 = 75$  Sternschnuppen

Somit erhalte ich für  $ZHR_3 = 1,41 * 2,6 * 1,24 * 21 / 1 = 96$  Sternschnuppen

Grafik: Anzahl der Meteore (Perseiden)



### Tabelle Perseidenbeobachtung:

MESZ	Radiant	Spur	MESZ	Radiant	Spur
0.	0:21:27		13.	0:52:47	JS
1.	0:23:33	JS Peg	14.	0:55:15	P
2.	0:23:47	S Peg	15.	0:57:33	S
3.	0:24:49	S	16.	0:57:46	S
4.	0:25:21	J Cas	17.	0:57:50	S
5.	0:26:09	P Peg			
6.	0:37:19	P Cep	18.	1:05:41	S
7.	0:39:18	P Peg, 2 sek nachgeleuchtet	19.	1:06:21	S
8.	0:42:32	P Cas -> UMi Polaris	20.	1:06:39	JS
9.	0:43:11	P Links von h+chi	21.	1:08:18	JP
10.	0:43:57	JS Cep- Polaris	22.	1:10:56	S
11.	0:46:14	J? Reflex in Brille?			
12.	0:51:55	S Aur - UMA	23.	1:13:58	P

24.	1:16:21		unsicher	59.	2:26:13	JP	Cas – Peg-Viereck,
25.	1:17:42	P	Cas -> Ari				nachleuchtend
26.	1:22:42	P	Per -> Tau	60.	2:26:39	S	am Horizont Aur ->
27.	1:22:51	S oder P	Aur, ging runter UMa				Tau
28.	1:23:57	S	aus Peg	61.	2:27:26	P	Cas rechts dran vorbei
29.	1:27:49	JP	aus Per, grün				Delta Cep
30.	1:30:11	J	UMa -> Horizont	62.	2:27:55	P	neben Capella Aur
31.	1:30:18	J	Cyg -> Lyr grün 2-3 Sek	63.	2:29:18	P	10 Sekunden
			nachleuchtend,				nachleuchtend
			2-3 Knoten	64.	2:29:27	P	9 Sekunden
32.	1:35:16	?	Blitz in Aur				nachleuchtend
33.	1:39:02	S	kam aus Peg	65.	2:29:47	P?	zu langsam für einen
34.	1:39:23	S	zwischen Wega und				Per, Richtung Per
			Draco	66.	2:32:15	P	Per -> Aur
35.	1:42:41	P	Per -> UMa	67.	2:33:44	S	Südosten
36.	1:45:37	P	1. Stern And	68.	2:34:01	JP	Aur -> UMa
37.	1:45:55	S	Ging über 1. Stern And	69.	2:36:18	P	-> UMa
			-> Peg	70.	2:41:42	J	
38.	1:48:44	S	UMi -> Draco	71.	2:42:11	JS	Cas -> Richtung
39.	1:51:12	P	kam aus der And				Arkturus
40.	1:51:17	S		72.	2:44:08	P	
41.	1:52:47	Meteor??	Plejaden	73.	2:44:20	JP	Per
42.	1:57:37	P	Ari	74.	2:44:28	JP	Per
43.	2:03:50	P		75.	2:45:55	JS	Polaris -> UMa
44.	2:03:59	P	Cas	76.	2:46:27	P	vom Zenit ->And
45.	2:06:19	JP	durch Aur, an Capella	77.	2:52:47	P	Aur Cappella
			vorbei	78.	3:00:54	P	Epsilon Cas ->
			oberhalb Algol - Capella				Südwest
46.	2:09:47	S		79.	3:02:10	JS	unter den Plejaden ->
47.	2:10:07	JP	Capella				Tau
48.	2:13:10	P	-> UMa runter	80.	3:06:42	JP	10 Grad über
49.	2:13:38	P	UMa				Horizont SO
50.	2:13:42	S	UMi	81.	3:09:10	JP	Per ->N
51.	2:14:16	P	Ari, Alpha und Beta	82.	3:12:22	P	
52.	2:14:23	S		83.	3:12:35	J	kurz hintereinander
53.	2:14:35	J?	Aur	84.	3:12:35	J	kurz hintereinander
54.	2:15:52	P?	in Richtung Polaris	85.	3:12:53	S	UMi -> Tätzen UMa
55.	2:17:45	P	Aqr	86.	3:16:44	P	öfter horizontnahe
56.	2:18:26	S	durch UMi				Meteore zu sehen,
57.	2:21:33	P					Tätzen UMa
58.	2:25:45	JP	Per -> UMa und UMi				

S – sporadischer Meteor

P – Perseide

J – nur von Jochen gesehener Meteor

? – unsichere Beobachtung

### Quellen:

Andromeda 4/2002

Der Perseidenstrom vom 12./13.8.2002

Auswertung des Perseidenstroms oder was zum Kuckuck bedeutet ZHR

Andromeda 3+4/2004

Die Perseiden 2004 Sturm oder nicht Sturm - das ist hier die Frage

Meteore, J. Rendtel, R. Arlt,

Eine Einführung für Hobby-Astronomen

## Einordnung von Quasaren in die Raumzeit

Reinhard Mawick

In den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts untersuchte der Ingenieur G. Jansky Störungen des Rundfunkempfangs. Ihm fiel dabei ein besonders starkes Rauschen auf, das in periodischen Abständen von 24 Stunden ertönte. Jansky hielt daher die Sonne für die Ursache dieser Störung. Nach einigen Wochen erschien die Störung aber früher als der Sonnenaufgang, sie war also nicht mit dem Lauf der Sonne in Übereinstimmung, sondern musste irgendwie durch die Sterne hervorgerufen werden. Die Periodizität der Störung hing eben nicht mit dem Sonnentag, sondern mit dem Sternentag zusammen. Jansky hat dann mit einer Richtantenne den Ort der Strahlungsquelle lokalisiert. Sie lag im Sternbild des Schützen, genau in Richtung des galaktischen Zentrums.

Einige Jahre später setzte der Funkamateurliebling und spätere Radioingenieur G. Reber die Arbeit von Jansky fort. In den Sternbildern Schwan und Cassiopeia konnte er weitere starke Quellen von Radiosignalen lokalisieren, einen Zusammenhang der Radioquellen mit hellen Sternen konnte er aber nicht entdecken.

In den 1960er Jahren war die Technik der Radiointerferometrie dann so ausgereift, dass im Bogensekundenbereich aufgelöst werden konnte. Durch die genaueren Positionsangaben war es nun möglich, nahezu punktförmige Radioquellen optischen Objekten zuzuordnen. Dies gelang 1962 erstmals mit dem Radiointerferometer von Owens Valley, Vereinigte Staaten von Amerika. T. Matthews und A. Sandage entdeckten ein schwaches, sternähnliches Objekt 16. Größe genau dort, wo sich die Radioquelle 3C48 befinden musste. Da diese Radioquellen im optischen Licht wie ein Stern aussahen, nannte man sie Quasare, quasistellare Objekte. Diese Sterne unterschieden sich durch ihr blaues Licht von den anderen Sternen. Dies deutete auf starke UV-Strahlung hin. Auch ihr Spektrum mit breiten Emissionslinien an Stellen, an denen andere Sterne keine

Linien aufwiesen, erschien rätselhaft. Maarten Schmidt identifizierte dann die Emissionslinien des quasistellaren Objektes 3C273 als Balmerlinien, die allerdings eine Rotverschiebung von

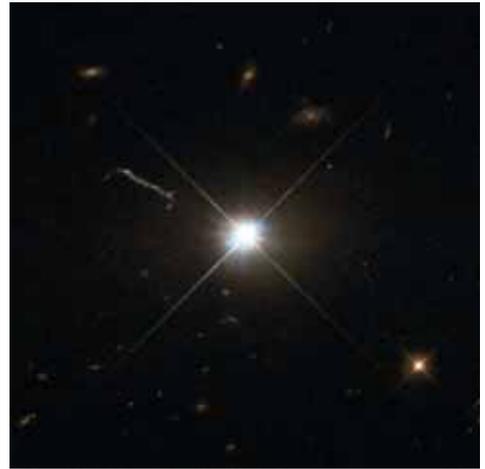


Abbildung 1: Das Quasistellare Objekt 3C273 mit Jet (Foto: ESA/Hubble & NASA)

0,158 aufwies. Noch nie waren Objekte mit einer derartig hohen Rotverschiebung beobachtet worden. Es musste sich hier um eine neue Gruppe von Objekten handeln.

In der Astronomie wird die Rotverschiebung mit dem Buchstaben  $z$  bezeichnet:

$$z = \frac{\lambda_{\text{beobachtet}} - \lambda_0}{\lambda_0}$$

$\lambda_0$  ist die Wellenlänge, bei der sich die Spektrallinie eigentlich befinden sollte,  $\lambda_{\text{beobachtet}}$  ist die tatsächlich gemessene Wellenlänge. Bei  $z=2$  wäre die gemessene Wellenlänge dreimal so groß wie die erwartete. Wie kann man aber aus der gemessenen Wellenlänge des Objektes auf die Entfernung des Objektes schließen? Was meint man mit Entfernung? In unserem Alltag ist dies relativ einfach zu beantworten, Entfernung ist die Distanz zwischen zwei Punkten. Hier handelt es sich aber um Objekte, die so weit entfernt sind, dass Ihr Licht Millionen Jahre benötigt, um zu uns zu gelangen. Ist die Entfernung die Strecke,

die ihr Licht bis zu uns benötigte? Ist Entfernung die Distanz zu unserer Position im Universum, die das Objekt hatte, als die Strahlung ausgesandt wurde?

Oder ist die Entfernung die Distanz, die das Objekt heute, wo wir die Strahlung absorbieren, zu uns hat? Diese Fragen werden in einem gesonderten Artikel erörtert werden. Hinzu kommt, dass nicht nur das die Strahlung emittierende Objekt sich von uns entfernt (Eigenbewegung), sondern dass der Raum (besser die Raumzeit) sich in der Zeit, in der die Strahlung zu uns unterwegs war, ausgedehnt hat.

Die bei den Quasaren gemessene Rotverschiebung hängt also sowohl mit der Raumausdehnung als auch mit ihrer Eigenbewegung zusammen, wobei die Eigenbewegung bei derartigen Entfernungen nur eine äußerst geringfügige Rolle spielt, sodass die relativistische Formel für die Rotverschiebung angewandt werden muss:

$$z = \frac{\Lambda\lambda}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}} - 1$$

Die Fluchtgeschwindigkeit des Objektes aufgrund Eigenbewegung und Raumausdehnung berechnet sich dann mittels:

$$v = cz = dH$$

$z$  ist die Rotverschiebung,  $c$  die Lichtgeschwindigkeit,  $d$  die Entfernung und  $H$  die Hubble – Konstante. Man erkennt unschwer den Zusammenhang von Rotverschiebung und Entfernung. Die bei dem Quasar 3C273 gemessene Rotverschiebung von  $z=0,158$  steht für eine Entfernung des Quasars, bei der das von ihm emittierte Licht 2,4 Milliarden Jahre benötigte, uns zu erreichen. Das Objekt ist im Sternbild der Jungfrau (Virgo) lokalisiert. Anfänglich wurden extrem massereiche Sterne ( $M \gg M_{\text{Sonne}}$ ) als Quelle der Strahlung angenommen. Die Rotverschiebung von  $z=0,158$ , die nach ART berechnet jedoch auf eine sehr große Entfernung schließen ließ, zeigte, dass es keine Sterne sein konnten. Sterne in dieser Entfernung sind von der Erde aus nicht mehr zu sehen. Die hohe Leucht-

kraft von Quasaren mit zum Teil mehr als  $10^{14}$  facher Sonnenleuchtkraft führten zu dem Modell.



Abbildung 2: Zwei Aufnahmen des Quasars QSO 1229+204, rechts die Aufnahme des Hubble Space Teleskops, die deutlich die Wirtsgalaxie zeigt. Foto: NASA -APOD, 24.08.1996

dass ein Quasar aus einer Massenansammlung von  $10^6$  bis  $10^{10} M_{\text{Sonne}}$  besteht. Aus den zeitlichen Variationen der Strahlung wurde auf eine Ausdehnung von weniger als einem Lichttag geschlossen. Auch wegen dieser geringen Ausdehnung, die optisch nicht aufgelöst werden kann, wurden diese Objekte als „quasi stellar“ bezeichnet. Quasare zeichnen sich damit durch große Massen, kleine Radien und sehr hoher Leuchtkraft aus. Sie sind somit der Kern von jungen Galaxien, die be-

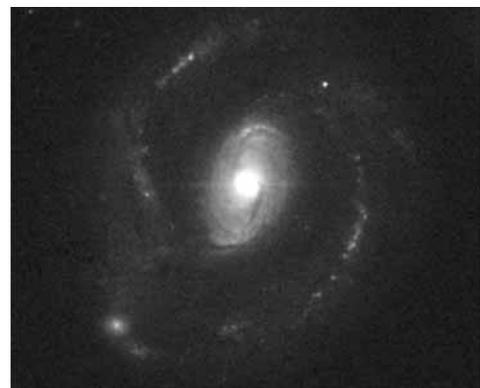


Abbildung 3: Quasar HE1239-2426 in einer Distanz von 1,5 Mrd. Jahren Lichtlaufzeit mit deutlich erkennbaren Spiralarmen der Wirtsgalaxis (NASA/ESA, ESO)

obachtete Strahlung im optischen und im Radiobereich geht von diesem Kern aus. Quasare stellen deshalb ein frühes Stadium in der Entwicklung von Galaxien dar. Die Wirtsgalaxien der Quasare können mittlerweile aufgrund der verbesserten optischen Instrumente beobachtet werden (rechtes Bild in Abbildung 2 und Abbildung 3).

In einem Zensus von Quasaren im Rahmen des „Cosmic Assembly Near-infrared Deep Extragalactic Legacy Survey (CANDELS)“ wurden 30 Quasar-Wirtsgalaxien gefunden, bei denen das brillante Licht ihrer Quasare aufgrund der enormen Staubmengen um sie herum nicht oder kaum zu sehen ist. Die Studie zeigt auch, dass 26 der 30 vermessenen Wirtsgalaxien keine

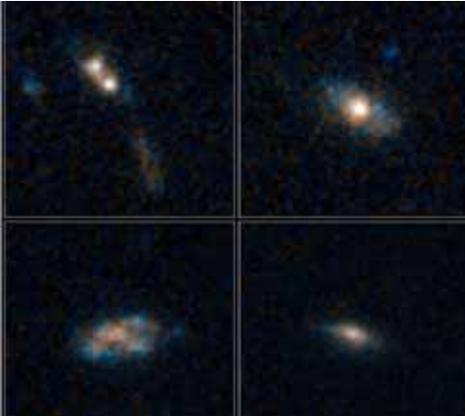


Abbildung 4: 4 Wirtsgalaxien aus dem Quasarezensus: „Die Galaxien, die hier abgebildet sind, haben so viel Staub um sie herum, dass das brillante Licht ihrer Quasare in diesen Bildern des Hubble-Weltraumteleskops der NASA nicht zu sehen ist.“ (Foto Nasa/ESA)

Anzeichen von Kollisionen mit ihren Nachbarn aufweisen, wie z. B. verzerrte Formen. Die Quasare der normal aussehenden Galaxien, sind leuchtschwächer als die Quasare, die durch Kollisionen zwischen Galaxien, die viel Gas und Staub in die gravitativen Strudel ihrer Zentren schicken, angetrieben werden. Die Massen der untersuchten Galaxien sind vergleichbar mit der Masse der Milchstrasse. Das von uns empfangene Licht dieser Quasar-Wirtsgalaxien stammt aus

einer Zeit von vor 8 bis 12 Mrd. Jahren. Damit unterstützt auch diese Studie die Theorie, dass es sich bei Quasaren um die Leuchtfeder von schwarzen Löchern in den Zentren von Galaxien handelt, also um deren Akkretionsscheiben. Die Stärke ihrer Leuchtkraft ist abhängig von dem Gas, dem Staub und ggf. der Sternensubstanz, die sie als Nahrung bekommen.



Abbildung 5: Quasar B3 0728+409 mit JET im optischen und Röntgenlicht (Foto NASA, ESA)

Es hat in der Vergangenheit Versuche gegeben, die hohe Rotverschiebung, die ja zugleich auch eine sehr große Entfernung bedeutet, anders zu deuten. Heute spricht jedoch sehr, sehr viel dafür, dass Quasare tatsächlich räumlich und zeitlich sehr entfernte Objekte sind. Ihre Helligkeit kann erklärt werden, mittlerweile konnten auch die Wirtsgalaxien beobachtet werden und die für uns nur durch Gravitationslinsen sichtbaren Quasare beweisen, dass sie in wesentlich größerer Entfernung lokalisiert sind als die „optisch benachbarten“ Galaxien, dass sie weit hinter diesen Galaxien liegen und nicht ihre räumlichen Nachbarn sind (siehe auch Abbildung 6: „Einstein Kreuz“).

Die enorme Helligkeit der Quasare, dargestellt in Tabelle 1 am Beispiel des Quasars 3C273, ist durch Akkretion von vorbeiziehenden durch Gezeitenwirkung zerrissenen Sternen auf ein supermassives schwarzes Loch im Zentrum einer

Galaxis zu erklären. Das führt zu einer hohen Energieproduktion. Der Kondensationskeim dieser massereichen schwarzen Löcher muss allerdings, berücksichtigt man das Eddington-Limit, eine

Objekt	Röntgenstrahlung	Optisches Licht	Radiostrahlung
Milchstrasse	1	1	1
Radiogalaxie	100 bis 5.000	2	2.000 bis 2*10 <sup>6</sup>
Seyfertgalaxie	300 bis 70.000	2	20 bis 2*10 <sup>6</sup>
QSO 3c273	2,5*10 <sup>9</sup>	250	6*10 <sup>9</sup>

Tab. 1 Relative Leuchtkraft verschiedener Objekte in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen

Masse von mehreren Tausend Sonnenmassen aufgewiesen haben. Die in die Akkretionsscheibe einfallende Materie wird zu einem Plasma aus Elektronen und Ionen. Das schwarze Loch verschluckt aber nicht das ganze entstandene Plasma, ein Bruchteil der in die Akkretionsscheibe eingefallenen Materie strömt, zum Teil in Form von Jets, aus der Akkretionsscheibe (Abbildung 4, aber auch Abbildung 1). So schleudert der Quasar SDSS J1106+1939 im Sternbild Löwe jedes Jahr die Masse von > 400 Sonnen mit knapp 8.000 Kilometern pro Sekunde ins All (Meldung der Europäischen Südsternwarte ESO im Jahr 2012). Der Auswurf des Quasars mit einer Magnitude von ca. 19 produziert eine Leuchtkraft von 10<sup>46</sup> erg (10<sup>39</sup> J), dadurch ist der Quasar 2 \* 10<sup>12</sup> mal so hell wie unsere Sonne, bzw. ist seine Leuchtkraft hundertmal so groß wie die Leuchtkraft sämtlicher Sterne der Milchstraße zusammen.

Der Einfall einer Sonnenmasse auf ein schwarzes Loch mit der Masse von M=10<sup>9</sup> Sonnenmassen auf einen Radius von R = 10<sup>9</sup> km entspricht nach

$$E_{pot} = - \frac{GMm}{R}$$

einer Energie von E = 10<sup>47</sup> J. Die sehr große Entfernung der Quasare, die aus der Rotverschiebung errechnet wird, zeigt sich ganz besonders eindringlich bei den Quasaren, die wir durch Gravitationslinsen sehen können. In starken Gravitationsfeldern wird Licht abgelenkt, dies wurde durch die Ablenkung des Lichts von Sternen bei totalen Sonnenfinsternissen nachgewiesen. Es wurden Doppel- und Mehrfachqua-

sare mit identischen Eigenschaften gefunden. Ein Beispiel sind die Quasare 0957+561A und 0957+561B, die nur 6'' voneinander entfernt sind. Ihre Spektren sind (fast) identisch und weisen eine Rotverschiebung von z=1,41 auf. Es sind optische Bilder ein und desselben Quasars, die durch eine dazwischen liegende Galaxis entstehen. Ein weiteres Beispiel für die Beugung des Lichtes des

Quasars durch die Gravitation eines massereichen Objektes, das zwischen dem Quasar und uns liegt ist das Einsteinkreuz (QSO2237+0305), ein Gravitationslinsensystem im Sternbild Pegasus. Der Quasar steht, vor der Erde aus betrachtet, genau hinter einer Galaxis (im Mittelpunkt des Bildes). Durch die Gravitationslinse entstehen

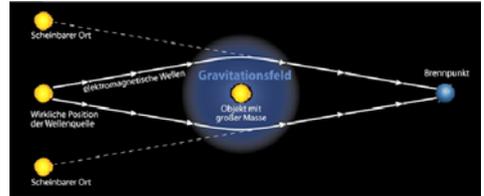


Abbildung 6: Gravitationslinse (Abbildung von Horst Frank aus der deutschsprachigen Wikipedia)

vier Abbilder eines Quasars, dessen Licht ca. 8 Milliarden Jahre benötigte, um zu uns zu gelangen (Schema des Gravitationslinseneffektes in Abbildung 6).

Diese Beobachtungen sind zum einen ein Beweis für die Allgemeine Relativitätstheorie. Sie zeigen aber darüber hinaus, dass die Quasare weiter



Abbildung 7 Einsteinkreuz (Foto ESA, Hubble, NASA)

entfernt sind als die Galaxie und die ermittelten Rotverschiebung eindeutig „kosmologisch“ zu deuten sind und die Entfernungen der Quasare anzeigen.

Der Katalog DR12 des Sky Servers des Sloan Digital Sky Survey enthält ca. 630.000 quasi stellare Objekte - der auswertbare, über die NED/IPAC

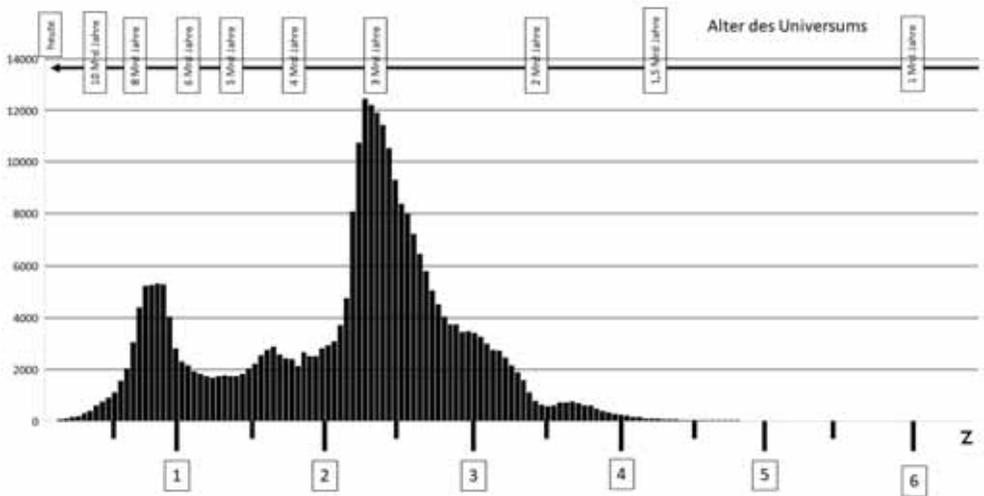


Abbildung 8: Quasar-Dichte nach Rotverschiebung und Alter des Universums (Grafik: RM)

Extragalactic Database öffentlich zugängliche Katalog „The Sloan Digital Sky Survey Quasar Catalog: Twelfth data release“, ca. 280.000 Objekte. Sie haben eine Rotverschiebung zwischen  $z=0,033$  und  $z=7,54$  und weisen die in Abbildung 8 dargestellte Verteilung auf.

Man sieht deutlich die Häufung der Quasare bei  $z=2$  bis  $z=3,5$  (Alter des Universums 1,5 bis 3,5 Milliarden Jahre). Dort war die Häufung ca. 10.000 Mal so hoch wie in den letzten 5 Milliarden Jahren vor heute. Ein weiterer, aber niedrigerer Häufigkeitspeak liegt bei  $z=0,7$  bis  $z=0,8$  (Alter des Universums ca. 7 bis 8 Milliarden Jahre) mit einer 4.000 bis 5.000 höheren Häufigkeitsdichte als in den letzten 5 Milliarden Jahre. Man sieht also sehr deutlich, dass Quasare ein Entwicklungsstadium der Galaxien im jungen bis mittelalten Universum waren.

#### Literatur:

- Einstein, Albert (1916): Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie. In: Annalen der Physik Band 49 (7), S. 769–822.
- Hanslmeier, Arnold (2014): Einführung in

Astronomie und Astrophysik. 3. Aufl. Berlin: Springer Spektrum.

- NASA / IPAC / CALTEC (2018): Extragalactic Database: <https://ned.ipac.caltech.edu>.
- Sautter, Helmut (1972): Astrophysik II. Eine Einführung. Stuttgart: Fischer (Uni-Taschenbücher, 108).
- Spatschek, Karl-Heinz (2018): Astrophysik. Eine Einführung in Theorie und Grundlagen. 2. Aufl. 2018. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Kopf hoch, sonst siehst du die Sterne nicht mehr.

Wenn du gehen kannst, kannst du auch tanzen.  
Wenn du reden kannst, kannst du auch singen.  
Wenn du denken kannst, kannst du auch träumen.  
-- aus Afrika

Viele kleine Leute in vielen kleinen Orten, die viele kleine Dinge tun, können das Gesicht der Welt verändern.

-- aus Afrika

Kein Mensch war ohne Grund in deinem Leben. Der eine war ein Geschenk. Der Andere eine Lektion.

$z$	Rotverschiebung (Lageveränderung identifizierter Spektrallinien im Emissionsspektrum eines stellaren Objektes. Sie wird angegeben als Quotient der Wellenlängenänderung (beobachtete Wellenlänge minus ursprüngliche Wellenlänge) zur ursprünglichen Wellenlänge. $z = \Delta\lambda \cdot \lambda_0 / \lambda_0$
$\Delta\lambda$	Wellenlängenänderung eines bewegten stellaren Objektes
$\lambda_{\text{beobachtet}}$	beobachtete Wellenlänge des bewegten stellaren Objektes
$\lambda_0$	Wellenlänge des ursprünglichen, nicht bewegten Objektes
$v$	Geschwindigkeit des bewegten stellaren Objektes (m/s)
$c$	Lichtgeschwindigkeit im Vakuum (299.792.458 m/s)
$d$	Distanz (Beobachter zu bewegtem Objekt, in der Regel in MPC)
$H$	Hubble Konstante: Rate der Expansion des Universums in km pro Sekunde pro MPC [besser wäre Hubble-Parameter, da es Anzeichen dafür gibt das H nicht konstant ist sondern sich mit der Zeit verändert].
$H_0$	der heutige Wert des Hubble Parameters: - Planck Mission 2013: $H_0=67,74 (\pm 0,46) \text{ km}/(\text{s}\cdot\text{Mpc})$ - H0LiCOW Kollaboration 2017: $H_0=71,9 (\pm 2,73) \text{ km}/(\text{s}\cdot\text{Mpc})$
Mpc	Megaparsec: Astronomisches Längenmaß, entspricht $3,26 \cdot 10^6$ Lichtjahren
$E_{\text{pot}}$	Energie Potential
$G$	Gravitationskonstante, fundamentale Naturkonstante, die die Stärke der Gravitation bestimmt: $G=6,67408 \pm 0,00031 \cdot 10^{-11} [\text{m}^3 \text{kg s}^{-2}]$ (Im Gravitationsgesetz von I. Newton: Stärke der Gravitationskraft zwischen zwei Massen in Abhängigkeit ihrer Massen und ihres Abstandes In der Allgemeinen Relativitätstheorie von A. Einstein bestimmt sie die Krümmung der Raumzeit in Abhängigkeit von Massen und Abständen)
$m$	einfallende Masse
$M$	Masse des Objektes
$R$	Radius
$J$	Joule: SI-Einheit der Energie. Das Joule kann durch Basiseinheiten ausgedrückt werden: $1 \text{ J}=1 \text{ kg m}^2\text{s}^2$

**Vortragsthemen:**

**11. Sept.:** (im Planetarium) **Das Pierre-Auger-Observatorium - Kosmische Strahlung höchster Energien** - Prof. Dr. Karl-Heinz Kampert

Mit dem Pierre-Auger-Observatorium sollen die kosmischen Objekte identifiziert werden, die Partikel auf höchste Energien beschleunigen können. Ziel der detaillierten Messungen ist es, die Fragen nach der Natur und Herkunft der höchstenergetischen Teilchen des Universums zu beantworten.

**09. Okt.:** **Deep Learning: Neue Methoden bei der Suche nach Exoplaneten** - Christian Böing

Das Sammeln schier unglaublicher Datenmengen ist heutzutage in vielen Bereichen unseres Lebens eine Normalität. Bei der Auswertung und Analyse dieser Daten sind Computer praktisch nicht mehr wegzudenken, so auch bei der Suche nach Exoplaneten. Der Vortrag zeigt auf, wie Deep Learning die Suche nach Exoplaneten ergänzen kann.

**13. Nov.:** **Der Weltraum - unendliche Weiten - gesucht und erklärt - Astrokids**

In 5 Einzelthemen werden verschiedene Bereiche angesprochen. Nach der Erklärung des Raketenantriebs geht es auf die Reise zum Merkur, auf der auch Informationen zur aktuellen Merkurmission geboten werden. Es werden die großen Gasriesen besucht. Zum Abschluss machen die AstroKids noch einen Abstecher zu Exoplaneten.

**11. Dez.:** **Vorschau auf das astronomische Jahr 2019** - Jochen Borgert, Daniel Spitzer

Im Laufe eines Jahres zeigen sich am Himmel sehr unterschiedliche Sternbilder. Hervorgerufen wird dieses Phänomen durch die alljährliche Karussellfahrt der Erde um die Sonne. Zusätzlich wird es in 2018 wieder einige astronomische Leckerbissen geben: Von Sternhaufen über Gasnebel bis zu den Galaxien verstecken sich zwischen den Sternen viele nebulöse Attraktionen.

**Ort und Zeit: Multifunktionsraum des LWL-Museums für Naturkunde / 19.30 Uhr**



