

Ein Leben für die Astronomie: Leben und Forschung der Herschel-Familie



Referent: Dr. Kai-Oliver Detken, AVL

Übersicht

- Die großen (Hobby-)Astronomen der Vergangenheit
- Verbindung zu Johann Hieronymus Schroeter
- Wilhelm Herschel: Leben und Wirken
- Caroline Herschel: Assistentin und Kometenjäger
- Herschel-Teleskope
- Durchmusterung des Sternenhimmels: der Herschel-Katalog
- Johann Friedrich Wilhelm Herschel: Durchmusterung des Südsternhimmels
- Der Meteor-Mann Alexander Steward Herschel
- Zusammenfassung
- Abschließende Zitat-Sammlung
- Benennungen
- Quellen

Die großen (Hobby-)Astronomen der Vergangenheit

1. Friedrich Wilhelm Herschel (1738-1822)

- Musiker und Leiter des Orchestra in Bath
- Entdecker von Uranus und Teleskopbauer

2. Johann Hieronymus Schroeter (1745-1816)

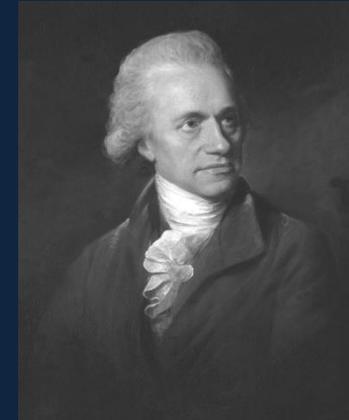
- Oberamtmann in Lilienthal
- Planeten- und Mondbeobachter sowie Teleskopbauer

3. Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846)

- Kaufmann in Bremen
- Positionsastonomie und mathematische Entfernungsbestimmung

4. Heinrich Wilhelm Olbers (1758-1840)

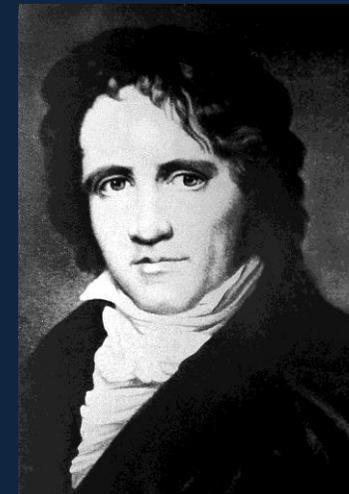
- Arzt in Bremen
- Kometenbeobachter und Entdecker von Pallas und Vesta



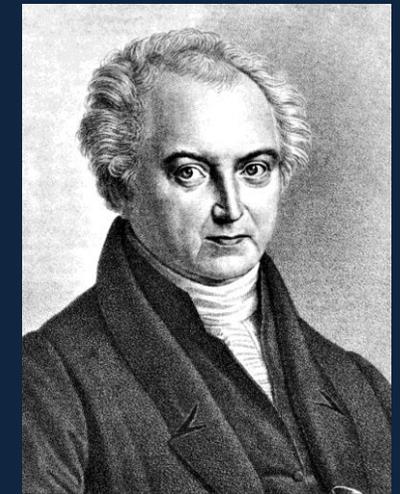
Friedrich Wilhelm Herschel



Johann Hieronymus Schroeter



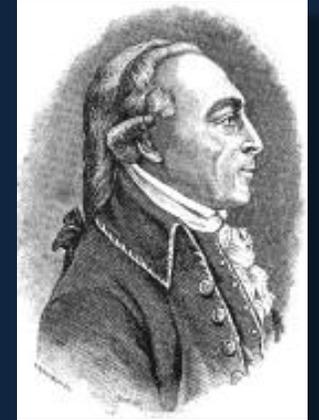
Friedrich Wilhelm Bessel



Heinrich Wilhelm Olbers

Johann Hieronymus Schroeter (1745-1816)

- Er wurde in Erfurt geboren und studierte dort an der Universität im Jahr 1762 Theologie. Daneben interessierte er sich für Musik und Astronomie
- Im Jahr 1764 wechselte er an die Universität Göttingen um Rechtswissenschaften zu studieren, um danach die Beamtenlaufbahn einzuschlagen
- Im Jahr 1777 wurde er als Sekretär der königlichen Kammer nach Hannover versetzt
- Durch seine Verbindung zur Musik lernte er dort die Familie Herschel kennen
- Dadurch erfuhr von selbst gebauten Fernrohren und Teleskopen für die Astronomie und erkannte sein eigenes Interesse daran
- Er begann mit eigenen Beobachtungen von Sonne, Mond und Planeten durch erste gekaufte Fernrohre
- Im Jahr 1782 wurde Schroeter in das abgeschiedene Moordorf Lilienthal als Oberamtmann versetzt
- Im Jahr 1784 baute er sein erstes leistungsfähiges Spiegelteleskop mit 12 cm Öffnung und 1,2 m Brennweite. Der Spiegel und acht Okulare stammten von Wilhelm Herschel aus England!
- Auch bei anderen Teleskopen, die er in Eigenregie baute, tauschte er sich mit Herschel rege aus



Johann Hieronymus Schroeter

Johann Hieronymus Schroeter (1745-1816)

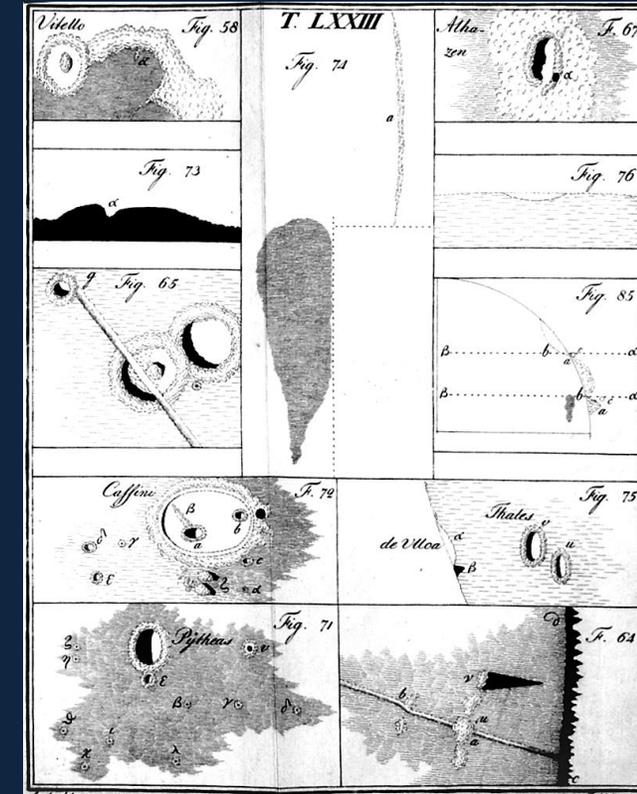
- Im Jahr 1794 stellte er sein „Riesenteleskop“ mit 50,8 cm Öffnung und 8,25 m Brennweite fertig
- Mit Hilfe von Johann Gottlieb Friedrich Schrader wurde die Herstellung von Teleskopspiegeln verbessert, indem sie eine Schicht von Arsen auf die herkömmliche Kupfer-Zinn-Legierung aufdampften
- Dadurch erhöhte sich das Reflexionsvermögen und die Haltbarkeit
- Mit dem 27-Fuß-Teleskop wurden der Mond, Nebel und Sternhaufen sowie Planeten beobachtet und wissenschaftlich ausgewertet
- Durch das Teleskop erlangte Schroeter Berühmtheit und Anerkennung weit über die Grenzen Deutschlands hinaus
- Mit Franz Xaver von Zach und Olbers gründete er 1800 in Lilienthal die Astronomische Gesellschaft, um die Verbreitung von Wissen und Entdeckungsdaten zu fördern
- Es wurde die „Himmelpolizey“ für die gezielte Suche nach einem vermuteten Planeten zwischen Mars und Jupiter ins Leben gerufen



Neubau von Schroeters Teleskop vom Nov. 2015

Johann Hieronymus Schroeter (1745-1816)

- Bei der Suche nach dem vermissten Planeten wurden verschiedene Sternwarten Europas koordiniert und ihnen unterschiedliche Bereiche der Ekliptik zugewiesen
- Aufgrund Schroeters Sehschärfe und der ständigen Verbesserung seiner Teleskope wurden von ihm sehr exakte Beobachtungen bei bis zu 500facher(!) Vergrößerung durchgeführt
- Schroeter beschäftigte zwei Inspektoren um Laufe seiner Amtszeit:
 - Karl Ludwig Harding (1796-1805)
 - Friedrich Wilhelm Bessel (1806-1810)
- Im Jahr 1810 kam Lilienthal unter die französische Verwaltung und Schroeter wurde zwangspensioniert
- Im Jahr 1813 brannten französische Truppen Lilienthal nieder, dessen Flammen auch die Aufzeichnungen von Schroeter größtenteils zum Opfer fielen, und plünderten seine Sternwarte
- Davon erholte sich Schroeter nicht mehr, so dass er 1816 verstarb



Mondkarten aus Schroeters Buch
„Selenotopographischen Fragmente“

Die Herschel-Familie: Isaak Herschel (1707-1767)

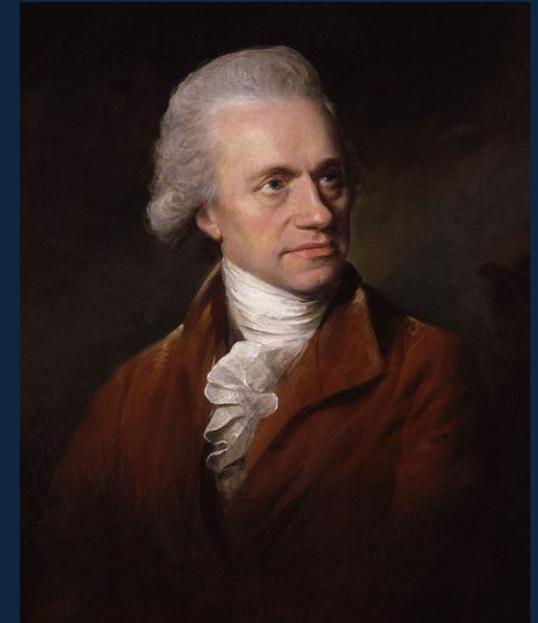
- Isaak Herschel sollte ursprünglich Gärtner werden, brachte sich das Oboen- und Geigenspiel aber selbst bei
- Im Jahr 1731 trat Isaak Herschel seinen Dienst in der Kapelle der Infanteriegarde von Hannover an
- Er heiratete 1732 Anna Ilse Moritzen, die ihm 10 Kinder gebar, von denen sechs das Erwachsenenalter erreichten
- Da ihm eine Ausbildung als Musiker verwehrt wurde, steckte er sein Vermögen in die Ausbildung (Musik, Mathematik) seiner Kinder
- Allerdings blieb dies auf die Söhne beschränkt, da seine Frau als engstirnige Analphabetin strikt gegen eine höhere Töchterausbildung war
- Jakob und Wilhelm erhielten aufgrund ihrer musikalischen Begabung bereits früh (Wilhelm mit 14 Jahren) eine Anstellung in der Regimentskapelle
- Isaak Herschel hatte auch Interesse an der Astronomie, da er sich auch selbst Zeit für die Ausbildung seiner Kinder nahm und ihnen den Sternhimmel erklärte



Manuskript der Symphonie Nr. 15 von Wilhelm Herschel aus dem Jahr 1762

Friedrich Wilhelm Herschel (1738-1822)

- Bei Ausbruch des 7jährigen Krieges im Jahr 1756 wurde das Regiment nach England verlegt (Hannover wurde damals von England regiert durch den Kurfürst von Hannover bzw. Großbritannien)
- Er brachte sich währenddessen anhand des Werks „Essay on Human Understanding“ die englische Sprache selbst bei. Später machte er das Gleiche mit Latein, Altgriechisch und Italienisch!
- Wilhelm und sein Bruder Jakob verlassen die Armee und gehen 1757 nach London
- Wilhelm verdiente sich seinen Lebensunterhalt mit dem Komponieren von Militärmusik
- Von 1762-1766 bekleidete er die Stelle eines Konzertdirektors in Leeds
- 1766 ließ er sich kurz in Halifax nieder. Dort begann sein Interesse für den Sternenhimmel: er beobachtete die Venus und eine Mondfinsternis
- Er gewinnt den Wettbewerb einer Organisten-Stelle und wird 1766 nach Bath berufen
- Er kam dort mit der „höheren Gesellschaft“ in Berührung und verdiente durch seinen zunehmenden Bekanntheitsgrad inzwischen sehr ordentlich



Wilhelm Herschel von 1785

Caroline Lucretia Herschel (1750-1848)

- Caroline war das einzige überlebende Mädchen der Herschel-Familie
- Mit den Brüdern zusammen besuchte sie die Garnisonsschule, um Lesen und Schreiben zu lernen (damals keine Selbstverständlichkeit)
- Ihre Mutter meinte, dass sie „ein roher Klotz sein und bleiben sollte, allerdings ein nützlicher“, weswegen sie gegen ihren Willen in Sticken, Stricken und Haushaltstätigkeiten ausgebildet wurde
- Sie hatte allerdings durch ihren Vater Issak Herschel andere Ambitionen, der ihr die Astronomie durch Sternerkundung und Kometenbeobachtung näherbrachte
- Ihr kam zugute, dass im Hause Herschel viel musiziert, philosophiert und Astronomie betrieben wurde
- Trotzdem achtete ihre Mutter darauf, dass sie nicht selbst zu oft zur Violine griff
- Aufgrund einer Pockenerkrankung mit 4 Jahren hatte sie hässliche Narben, weshalb ihre Heiratschancen gegen Null angesehen wurden
- Sie wurde hauptsächlich als familieneigene Magd betrachtet und unterdrückt!

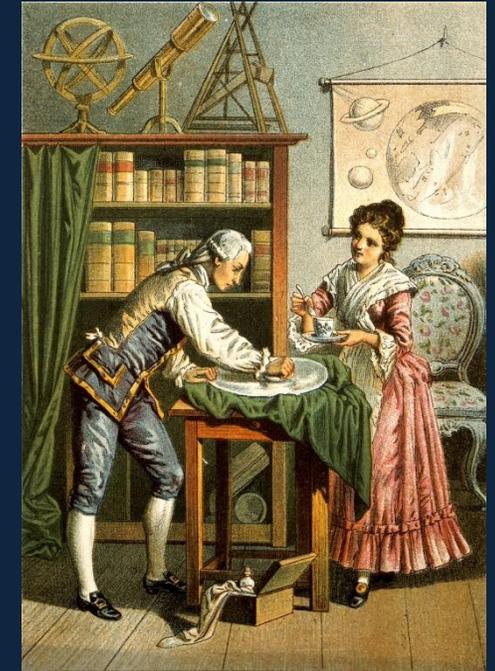


Caroline Lucretia Herschel

Weder ihre Mutter Abba Ilse, noch ihr Bruder Jakob konnten Carolins Interessen verhindern

Friedrich Wilhelm Herschel (1738-1822)

- Ab 1770 widmet sich Herschel immer mehr der Astronomie
- Als sein Bruder Alexander 1771 erwähnte, dass Caroline talentiert Violine spielt und eine gute Stimme hat, beschließt Wilhelm seine Schwester nach England zu holen
- Er forderte aber zuerst Jakob (der neue Vormund nach dem Tod des Vaters) und seine Mutter auf für die musikalische Ausbildung von Caroline zu sorgen
- Da beide dieses strikt ablehnten, stand sein Entschluss fest, Caroline zu sich zu holen
- 1774 richtete sich Wilhelm eine eigene Werkstatt ein, um Teleskope herzustellen, da er mit den erhältlichen Optiken nicht zufrieden war
- Er wollte mit seinen eigenen Fernrohren „sehen, was vor ihm noch niemand gesehen hatte“
- Wilhelm schliff die Linsen selbst und Caroline musste ihm Essen bringen bzw. füttern, da er diese Arbeit teilweise 16 Stunden lang ohne Pause verrichtete (siehe Bild)
- Parallel erlernte Caroline das Singen – zuerst im Knabenchor und später bei Anne Fleming
- 1777 hatte sie großen Erfolg mit dem Oratorium „Samson“ von Georg Friedrich Händel

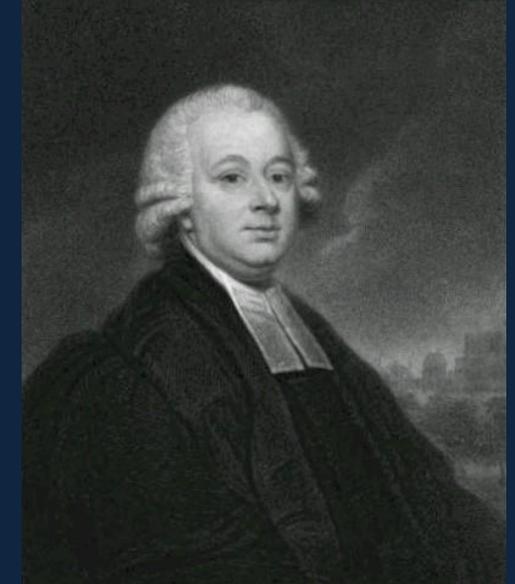


Wilhelm und Caroline Herschel beim Polieren einer Teleskop-Linse

 **Caroline Herschel wird seine Assistentin und wird als Sängerin ausgebildet**

Erhöhung des Bekanntheitsgrads

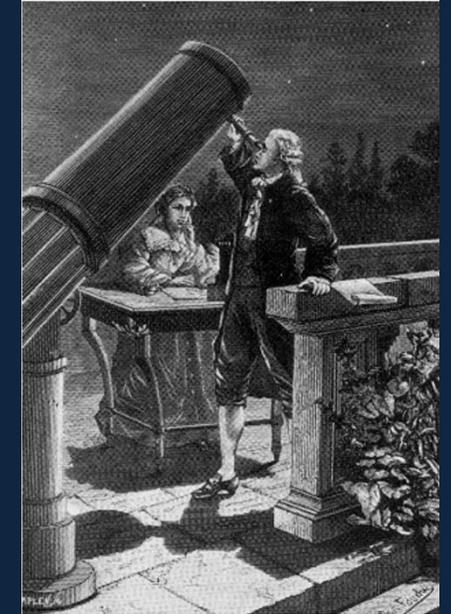
- Im Jahr 1774 freundete sich Wilhelm Herschel mit Thomas Hornsby an, der das Radcliffe Observatorium in Oxford gründete
- Nevil Maskelyne (Mathematiker und Astronom) war der fünfte Königliche Astronom und besuchte Herschel im Jahr 1777
 - Nevil Maskelyne kam zur Astronomie, als er 1748 eine Sonnenfinsternis beobachtete und davon zutiefst beeindruckt war
 - Er wurde 1758 Mitglied der Royal Society, die ihn 1761 beauftragte den Venus-Transit vom 6. Juni auf St. Helena zu beobachten
- Dr. William Watson, der Bürgermeister von Bath, der ein gewähltes Mitglied der Royal Society war und 1796 zum Ritter geschlagen wurde, forderte 1779 Wilhelm Herschel auf in die Literarisch-Philosophische Gesellschaft in Bath beizutreten
- Durch die unterschiedlichen Bekanntschaften von Herschel wurde er bald in astronomischen Kreisen als ernsthafter Kollege bekannt
- Maskelyne bemühte sich zudem, Wilhelm Herschel das Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten nahezubringen



Nevil Maskelyne (1732-1811)

Erster großer Erfolg am 13. März 1781

- Seine Bekanntheit in astronomischen Kreise explodiert förmlich mit der Entdeckung des Planeten Uranus (bis dahin kannte man seit ewigen Zeiten nur 5 Planeten)
- Er nutzte dafür ein Teleskop mit 15,8 cm Öffnung und 7-Fuß-Brennweite (2,13 m)
- Herschel wollte in jener Nacht eigentlich nur Sterne bis zur achten Größe beobachten, mit dem Schwerpunkt auf Doppelsternsysteme
- Im Sternbild Zwilling stieß er auf ein scheibenartiges Objekt, das er zunächst für einen Kometen hielt, weil er merklich seine Position veränderte
- Daraufhin verständigte er N. Maskelyne und T. Hornsby, wobei ersterer ihm bestätigte, dass es sich bei seiner Entdeckung um einen Planeten handeln musste
- Es stellte sich heraus, dass auch andere königliche Astronomen dieses Objekt schon gesehen hatten, es aber wohl falsch einordneten
- Daten zur Bahnberechnung wurden gesammelt und Pierre Laplace (1749-1827) verfeinerte die Berechnungen
- Im Jahr 1781 verlieh die Royal Society ihm die Copely Medaille und er wurde offiziell Mitglied



Caroline und Wilhelm Herschel bei der Entdeckung von Uranus



Uranus vom 15.02.2017

Umzug nach Windsor bzw. Datchet

- Wilhelm Herschel sollte aufgrund dieses Erfolges professioneller Astronom werden. Dazu bedurfte es einer Stelle als Königlicher Astronom
- Diese wurde ihm in Windsor angeboten, mit der Aufgabe seine Instrumente bereitzuhalten, falls der König himmelskundige Unterhaltung wünschte
- Zusätzlich durfte er seinem eigenen Teleskopbau weiter fortführen, die er auch für den König produzierte
- Die neue Position im Umkreis der königlichen Familie machte daher eine Übersiedlung in die Nähe von Windsor notwendig
- Wilhelm Herschel fand ein abgewohntes Haus mit verwildertem Garten in Datchet, das zukünftig regelmäßig von der Königsfamilie Besuch erhielt
- Wilhelm und Caroline Herschel unterstützten sich nun immer mehr: sie kopierte Unterlagen für ihn und er unterwies sie in Arithmetik und der Nutzung von Teleskopen
- Ab 1782 begann Caroline Herschel selber systematisch den Himmel nach Kometen und Nebeln abzusuchen: bis Ende 1783 hatte sie 14 Nebel entdeckt und beabsichtigte einen Katalog anzufertigen



Nordamerikanebel NGC7000 im Sternbild Schwan

Entdeckung des ersten Kometen

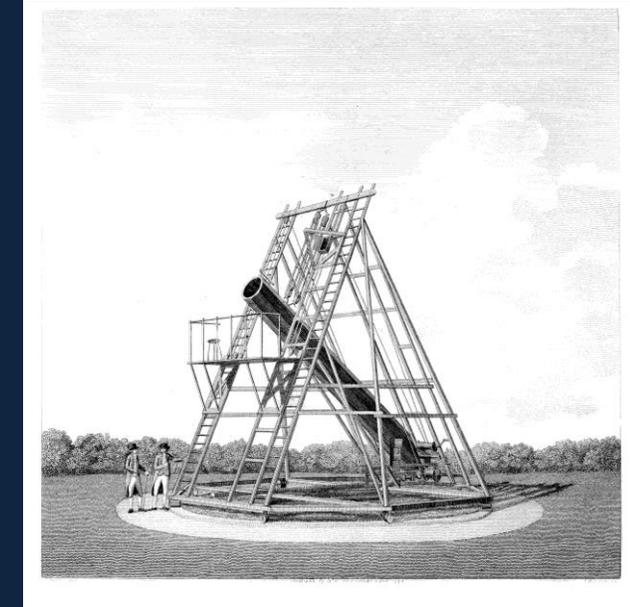
- Am 01. August 1786 entdeckte Caroline Herschel in Abwesenheit ihres Bruders ihren ersten Kometen
- Caroline gab die Entdeckung daher unter ihrem Namen bekannt und erhielt selbst Aufmerksamkeit. Der König bewilligte ihr ein jährliches Gehalt von 50 Pfund Sterling
- Sie war damit die erste Frau, die für ihre astronomische Tätigkeit anerkannt und bezahlt wurde!
- Im Jahr 1786 heiratete Wilhelm Herschel Mary Pitt, wodurch Caroline nicht mehr für den Haushalt zuständig war und sich komplett der Astronomie zuwenden konnte
- Zwischen 1786 und 1797 entdeckte sie dadurch acht Kometen: davon fünf periodische Kometen (u.a. den Enckeschen Kometen mit der kürzesten Umlaufzeit aller Kometen)
- Caroline Herschel war auch die erste Frau, die ihre wissenschaftlichen Entdeckungen im Journal der Königlichen Gesellschaft unter ihrem eigenen Namen publizieren durfte
- 1797 legte sie der Royal Society einen Index zu John Flamsteeds (1646-1719) Beobachtungen vor, zusammen mit einem Katalog von 561 Sternen, welche in dessen British Catalogue fehlen, sowie zusätzlich eine Liste von Fehlern in dieser Publikation



Komet C/2015 V2 Johnson am
29.04.17

Herschel-Teleskope (1)

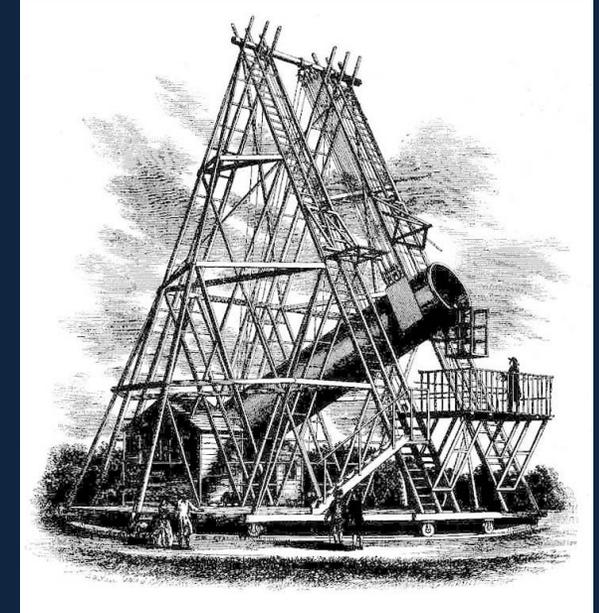
- Herschel erfand eine Alternative zum seitlichen Einblick des Newton-Teleskop
- Das Verfahren setzt ein allerdings vergleichsweise niedriges Öffnungsverhältnis (Spiegeldurchmesser/Brennweite) voraus
- Herschel baute und verwendete eine Vielzahl von Teleskopen
- Die wichtigsten Geräte waren:
 - Den Planeten Uranus entdeckte Herschel mit einem Spiegelteleskop von 6 Zoll (15,8 cm) Durchmesser und 7 Fuß (2,13 m) Brennweite.
 - Für seinen Nebel-Katalog benutzte er ab 1783 hauptsächlich ein Gerät mit 18,7 Zoll (47,5 cm) Spiegeldurchmesser und 20 Fuß (6,1 m) Brennweite.
 - Sein größtes Teleskop wurde 1789 unter seiner Anleitung gebaut und hatte einen Spiegeldurchmesser von 48 Zoll (122 cm) und eine Länge von 40 Fuß (12 m). Das Öffnungsverhältnis lag damit bei etwa 1:10.
- Sein größtes Teleskop wurde erst zwei Generationen später von Lord Rosses „Leviathan“ übertroffen



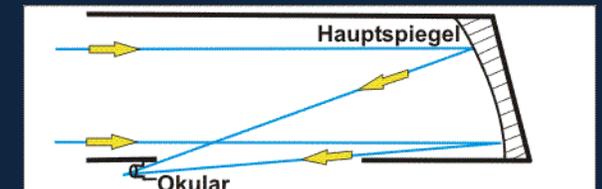
18,7-Zoll-Teleskop mit 20 Fuß-Brennweite

Herschel-Teleskope (2)

- Herschel baute ausschließlich Spiegelteleskope
 - Dabei beobachtete er mit einem gegen den Lichteinfall gekippten und gewölbten Metallspiegel, wobei das Bild seitlich aus dem Tubus herausgeführt wurde
 - Bei der Verkippung des Spiegels entstehen allerdings recht große Bildfehler (Koma und Astigmatismus), die zu einer verzerrten Sternabbildung führen
 - Zudem musste der Metallspiegel des Öfteren nachpoliert werden, um wieder genügend Licht zu reflektieren
- Bei seinem 48-Zoll-Teleskop ragte sein Kopf über den Tubus-Rand, was aber aufgrund des großen Durchmessers nicht störte
- Seine Fernrohre hatten eine zehnmal bessere Auflösung als die, welche Flamsteed und Halley zur Verfügung standen: daher entdeckte er in Flamsteeds Katalog bei vielen Einzelsternen, dass es sich um Doppelsterne handelte



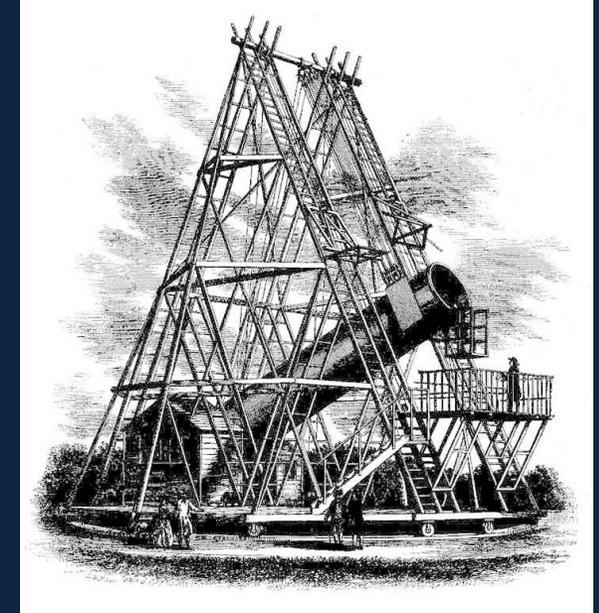
48-Zoll-Spiegelteleskop von Wilhelm Herschel in Slough



Lichtgang in einem Herschel-Teleskop

Herschel-Teleskope (3)

- Sein Riesenteleskop, das vom englischen König maßgeblich mitfinanziert wurde, blieb aber eine Fehlinvestition
- Die Konstruktion, die damals die Größte ihrer Art war, zog aber zahlreiche Besucher an (u.a. auch die Königsfamilie)
- Einige Besucher ließen es sich nicht nehmen und spazierten durch die Röhre (u.a. König Georg III und der Erzbischof von Canterbury)
- Aus Carolines Aufzeichnungen: *„Der Bischof, der hinter dem König ging, hatte Schwierigkeiten beim Gehen, so wandte sich der König um und bot dem Bischof mit den Worten ‚Kommt, mein Herr Bischof, ich zeige Euch den Weg zum Himmel‘ seine Hand.“*
- Bei der Herstellung des Spiegels gab es einige Probleme: vier Varianten wurden ausprobiert. Herschel war aber mit der Qualität insgesamt nicht zufrieden!
- Das Holz des Rahmens verrottete zusätzlich sehr schnell und der Spiegel brauchte lange, um sich an die Umgebungstemperatur zu gewöhnen
- Einzige Entdeckung: sechster und siebenter Mond des Saturns



48-Zoll-Spiegelteleskop von Wilhelm Herschel in Slough

Himmelsdurchmusterungen

- Durch seine verbesserten Fernrohre stellte er bei der Beobachtung fest, dass er mehrere Nebel in Einzelsterne auflösen konnte
- Charles Messier hatte gerade um 1780 einen Katalog mit 103 nicht-punktförmigen nebligen Objekten veröffentlicht
- Er vermutete daher, dass alle übrigen Nebelobjekte auch Sternhaufen seien und nur nicht aufgelöst werden könnten, weil sie viel weiter weg waren
- Prinzipiell hatte er damit zwar recht, aber er wusste nicht, dass es sich um verschiedene Objekttypen handelte: Gasnebel, Sternhaufen und Galaxien



Milchstraße mit diversen Dunkelwolken am 01. September 2017 auf La Réunion

Himmelsdurchmusterungen

- Herschel führte als Erster die Klassifikation von Objekten ein
- Unterschieden wurden die Objekte nach:
 - Scheinbarer Helligkeit
 - Größe
 - Regelmäßigkeit der Form
 - Konzentration zur Mitte hin
- Er entwickelte eine Theorie für die unterschiedlichen Sternhaufen: „*die Schwerkraft habe mit der Zeit aus losen Haufen dichter gepackte Systeme entstehen lassen*“
- Nach 1790 kam er sogar zu dem Schluss, dass sich Sterne unter dem Einfluss der Schwerkraft aus einer Art Wolke oder Gas zusammengezogen hätten
- Dadurch wurde das Konzept der Evolution in die Astronomie eingeführt!
- Damit begründete er die *Kosmologie*, die sich mit dem Ursprung, der Entwicklung und der grundlegenden Struktur des Kosmos sowie des Universums als Ganzes beschäftigt!



Milchstraßenaufnahme im südlichen Teil
Ort: Hotsprings, USA

Entdeckung von Nebelgebieten (1)

- Wilhelm Herschel entdeckte viele Nebelgebiete bei der Durchmusterung des Sternenhimmels
- So erkannte er beispielsweise am 05. September 1784 eine Ansammlung von Emissions- und Reflexionsnebeln im Sternbild Schwan (Cirrus-Nebel)
- Hierbei handelt es sich um die Überreste einer Supernova, die vor ca. 8.000 Jahren stattfand
- Die Nebel sind ca. 1.500 Lichtjahre von uns entfernt
- Der sichtbare Teil des Cygnusbogens wird auch als Schleiernebel bezeichnet
- Herschel beschrieb den Nebel wie folgt:
 - *„Ausgedehnte Region; übertritt 52 Cygni... nahe 2 Grad in der Länge“*
 - *„Verästelte Nebeligkeit... die folgende Teile werden in diverse Ströme unterteilt und vereinigen sich anschließend wieder zum Süden hin“*



Cirrusnebelkomplex (NGC 6960, 6974, 6979, 6992, 6995)

Entdeckung von Nebelgebieten (2)

- Der Reflektionsnebel NGC 7023 wurde von Wilhelm Herschel am 18. Oktober 1794 dokumentiert
- Ihm fiel die neblige Erscheinung auf, in den der zentrale Stern eingebettet ist
- Außerdem wies er auf die schwachen Einzelsterne des Sternhaufens hin
- Er sortierte daraufhin die neue Entdeckung in seinen Katalog als Sternhaufen ein
- Unter der Bezeichnung NGC 7023 verstehen wir heute einen sehr losen, offenen Sternhaufen, der in eine Staub- und Gaswolke eingebettet ist
- Der helle, blaue Nebel (siehe Bild rechts), der nur auf Fotografien zu erkennen ist, wird von dem heißen Stern HD200775 (SAO 19158) zum Leuchten angeregt



Irisnebel (NGC 7023), ein Reflexionsnebel im Sternbild Kepheus

Entdeckung von Galaxien (1)

- Bei seiner Durchmusterung des Sternenhimmels fand Wilhelm Herschel auch immer wieder nebelartige Objekte, die sich später als Galaxien herausstellten
- So beobachtete er am 09. September 1798 die Spiralgalaxie NGC 6946, die im Sternbild Cepheus zu finden ist
- Die Galaxie liegt nahe unserer galaktischen Ebene, weshalb das Licht von ihr durch Gas und Staub von unserer eigenen Milchstraße stark abgedunkelt wird
- Sie ist ca. 21 Mio. Lichtjahre von uns entfernt und besitzt nur eine scheinbare Helligkeit von +9,0 mag
- Erst durch diverse Supernovae-Ereignisse konnte diese Entfernung bestimmt werden
- Die Feuerwerksgalaxie führt die Statistik der Supernova-Häufigkeiten in den letzten hundert Jahren mit der Anzahl von 10 an!
- Die jüngste ereignete sich im Mai 2017 (siehe Bild)



Feuerwerksgalaxie NGC 6946 mit Supernova SN2017eaw

Entdeckung von Galaxien (2)

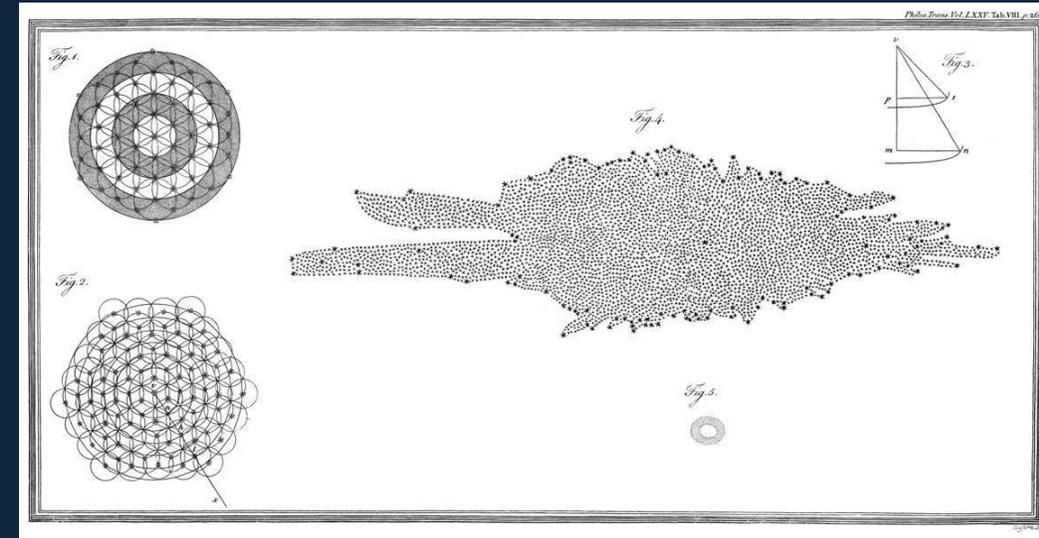
- Die Dreiecksgalaxie (auch als Dreiecksnebel bezeichnet) ist eine Spiralgalaxie mit der Gesamthelligkeit von 5,7 mag im Sternbild Dreieck
- Damit ist sie nach der Andromeda-Galaxie die zweithellste Spiralgalaxie am Nachthimmel und eine der uns nächstgelegenen (3 Mio. Lichtjahre)
- Bereits Wilhelm Herschel bemerkte die großen HII-Region NGC 604, nahm diese aber noch als separates Objekt war
- Sie wurde von ihm im Jahr 1784 entdeckt und ist eines der größten und bekanntesten HII-Gebiete
- HII-Regionen sind interstellare Wolken aus leuchtendem Gas in denen Sternentstehungen stattfinden
- Junge, heiße blaue Sterne, die durch die lokale Verdichtung in dieser Gaswolke entstanden sind, senden große Mengen ultraviolettes Licht aus, wodurch der Nebel ionisiert wird
- NGC 604 hat eine Ausdehnung von 1.300 Lichtjahren und enthält mehr als 200 junge Sterne!



M33 (NGC 598): Spiralgalaxie im Sternbild Dreieck

Systematische Sternenzählung (1)

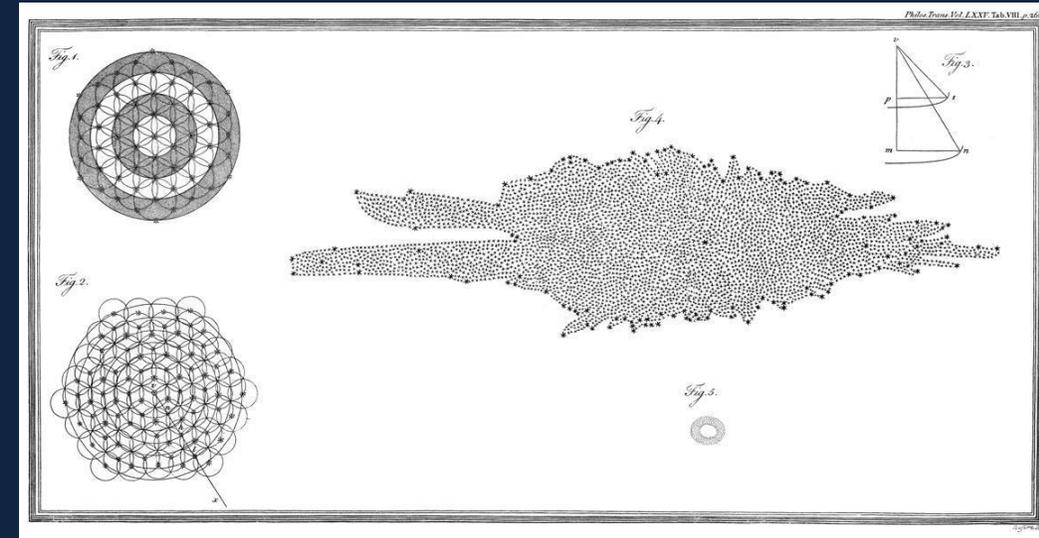
- Zwischen 1783 und 1802 beobachtete Herschel mit seinem 18,7"-Reflektor den Sternenhimmel und entdeckte nicht nur viele Nebel, Sternhaufen und Doppelsterne, sondern führte auch systematische Sternzählungen durch
- Als Beobachtungsmethode wurde das *Sweeping* angewandt: ein systematisches Durchforsten des Nachthimmels
- In der Schildwolke im Sternbild Schild wurden so in einem engen Bereich 356 Sterne gezählt (eine enorme Leistung)!
- 1784 wurden erstmals von ihm Sternzählungen veröffentlicht
- Er untersuchte daher auch den Aufbau der Milchstraße, von der man damals schon wusste, dass sie den ganzen Himmel umschloss
- Er führte insgesamt 1.091 Sternzählungen durch und erstellte die Zeichnung eines Milchstraßenschnittbilds (siehe Bild rechts)



Die Konstruktion unseres Himmels nach Wilhelm Herschel von 1785

Systematische Sternenzählung (2)

- Demnach bestand die Milchstraße aus einem blockförmigen Gebilde aus Sternen, welches an einigen Stellen geteilt wurde
- Herschel führte damit die Statistik und Wahrscheinlichkeitsüberlegungen als erster Astronom mit ein
- Je länger er zählte, desto mehr zweifelte er an seiner ursprünglichen Annahme einer konstanten Sterndichte
- Auch gab es Sterne jenseits seiner Beobachtungsgrenze, was er zuerst nicht für möglich gehalten hatte
- Denn: jedes Teleskop zeigt im gleichen Gesichtsfeld, je nach Leistungsfähigkeit und Himmelsqualität, unterschiedlich viele Sterne
- Von daher waren seine Bemühungen der Sternzählung zum Scheitern verurteilt, was von *J. H. Schroeter* bereits vermutet wurde



Die Konstruktion unseres Himmels nach Wilhelm Herschel von 1785

Beobachtung der Sonne

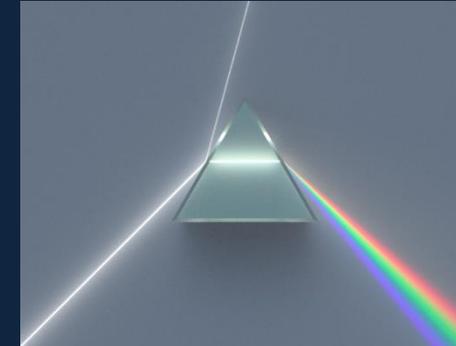
- Wilhelm Herschel beobachtete auch die Sonne und deren Oberfläche
- So wurden Sonnenflecken von ihm als Löcher in der heißen Oberfläche der Sonne interpretiert, die den Blick auf kühlere, möglicherweise bewohnte Regionen freigab
- Von dieser Theorie, obwohl stark umstritten, rückte er zeitlebens nicht ab
- Er brachte aber auch als Erster den Einfluss der Sonne auf das Klima ins Gespräch
- So verglich er historische Beobachtungen der Sonnenflecken und als Indikator für das Klima die Entwicklung der Weizenpreise
- Die These eines Zusammenhangs von Klima und Sonnenflecken war zu Zeiten von Herschel sehr umstritten und ist dies auch heute noch



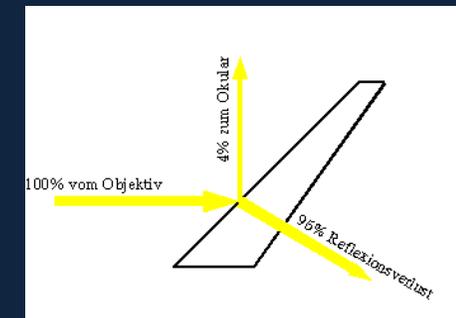
Sonnenfleckgruppe AR 12665 im Weißlicht vom 09. Juli 2017

Entdeckung der Infrarotstrahlung

- Im Jahr 1800 machte Wilhelm Herschel eine andere wichtige Entdeckung: er war daran interessiert, wie viel Wärme durch verschiedenfarbige Filter drangen, die er zum Beobachten der Sonne benutzte
- Dabei entdeckte er, dass verschiedene Farbfilter unterschiedliche Mengen von Wärmeenergie durchließen
- Herschel vermutete, dass die Farben an sich verschiedene Wärmemengen enthalten könnten:
 - Herschel ließ Sonnenlicht durch ein Glasprisma scheinen um ein Spektrum (einen „Regenbogen“) zu erhalten (siehe Bild)
 - Dabei maß er die Temperatur jeder Farbe mittels drei Thermometer in jedem Farb-Bereich
 - Dabei bemerkte er, dass die Temperatur vom violetten zum roten Teil des Spektrums hin zunahm
 - Daher entschied Herschel, die Temperatur direkt außerhalb des roten Spektralbereichs in einer Region scheinbar ganz ohne Sonnenlicht zu messen
 - Zu seiner großen Überraschung sah er, dass diese Region die höchste Temperatur von allen hatte!



Lichtbrechung im Prisma



Funktionsschema eines Herschelkeils (R.Pisarek)

Herschel entdeckte als Erster ein Licht, das mit dem Auge nicht gesehen werden konnte

Herschel-Katalog

- Nach 1800 bekam Wilhelm Herschel ernsthafte gesundheitliche Probleme
- Caroline Herschel wurde daher für seine Arbeiten immer wichtiger
 - Sie unterrichtete Johann Herschel – den einzigen Sohn – in Astronomie
 - Sie katalogisierte seine Entdeckungen (speziell Doppelsterne und Nebel) nach dem Tod Herschels 1822
- Die Geschwister Herschel konnten die Zahl bekannter Nebel von 100 auf 2.500 erhöhen!
- Im Jahr 1828 verlieh ihr die königliche astronomische Gesellschaft die Goldmedaille für den Herschel-Katalog
- Dieser war die Basis des *New General Catalogue (NGC)*, der im Jahr 1880 zusammengestellt und 1888 von Johan Ludvig Emil Dreyer veröffentlicht wurde
- Der NGC-Katalog enthält heute 7.840 Objekte!
- 1895 und 1908 wurde der NGC-Katalog um die Index-Kataloge IC-I und IC-II erweitert
- Eine neuere Version des NGCs ist der *Revised New General Catalogue (RNGC)*



Caroline Herschel im Jahr 1829

 **Caroline Herschel erhielt erst spät die fachliche Anerkennung und starb mit 97 Jahren**

Entdeckung von offenen Sternhaufen

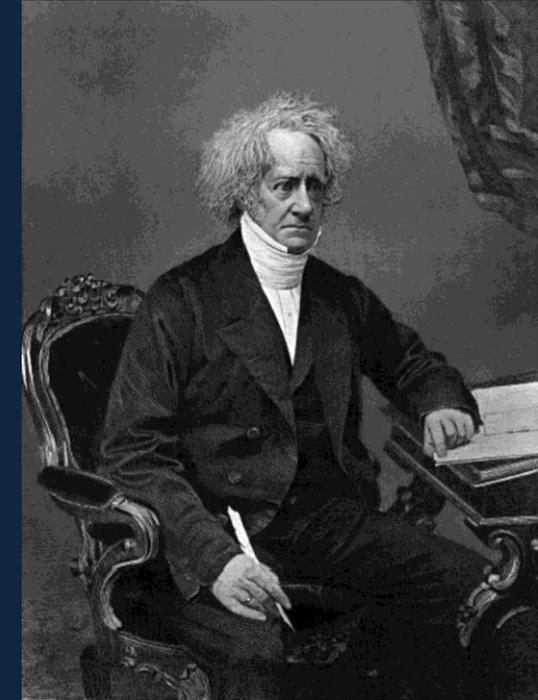


NGC 7789: offener Sternhaufen im Sternbild Kassiopeia, der auch als Herschels Spiralhaufen bezeichnet wird

- Caroline Herschel entdeckt den offenen Sternhaufen am 30. Oktober 1783
- Da die Sterne des Haufens bereits in ihrer Evolution weit fortgeschritten sind, wird sein Alter auf ca. 1,5 Mrd. Jahre geschätzt
 - Besteht aus bis zu 15.000 Sternen
 - Ist ca. 8.000 Lichtjahre von unserem Sonnensystem entfernt
 - Sein Alter ist weit älter, als die meisten seiner Art
 - Die hellsten Sterne sind orange Riesen (Sterne mit extrem großem Durchmesser und extrem großer Leuchtkraft)

Johann Friedrich Wilhelm Herschel (1792-1871)

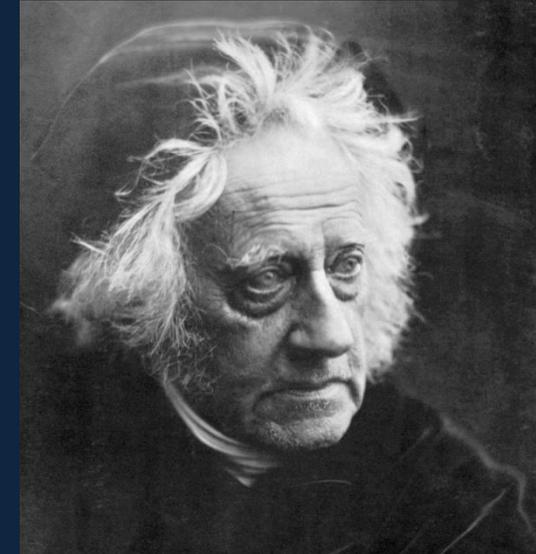
- Johann Herschel wuchs in materiell gesicherten Verhältnissen auf
- Er begleitete seine Eltern bereits früh bei deren Reisen (z.B. nach Paris)
- Ab dem 17 Lebensjahr besuchte er das St. John's College in Cambridge, wo seine wissenschaftliche Karriere ihren Anfang nahm
- Herschel und sein Studienfreund George Peacock übersetzten Sylvester Lacroix Buch über die Differentialrechnung und schufen damit das Standardwerk
- Während seiner Studienzeit wurde Johann Herschel mit allen erreichbaren ersten Preise ausgezeichnet
- Nach dem Studienabschluss in Cambridge im Jahr 1814 wollte er Jurist werden, änderte seine Meinung aber ein Jahr später und bewarb sich als Chemieprofessor
- Die Professur wurde abgelehnt (sein einziger Rückschlag im Leben) und er wurde der Assistent seines Vaters
- Für seinen Vater entsagte Johann dem akademischen Leben in Cambridge!



Johann Friedrich Wilhelm Herschel

Johann Friedrich Wilhelm Herschel (1792-1871)

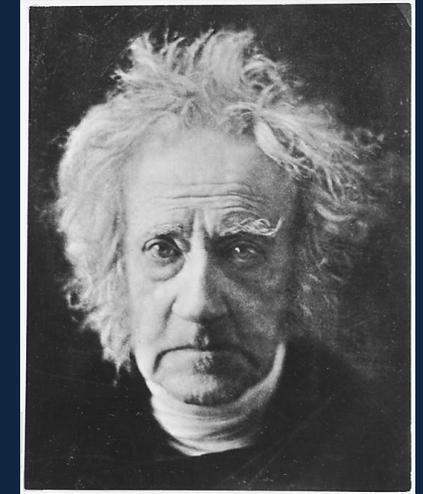
- 1822 erschien Johanns erste astronomische Arbeiten:
 - Berechnungsmethoden der Sternbedeckung durch den Mond
 - Tabellen, mit deren Hilfe die Positionen wichtiger Gestirne gefunden werden konnten
- Die Zusammenarbeit mit dem Amateurastronom James South (1785-1867) zwischen den Jahren 1821 bis 1824 ermöglichte die Katalogisierung von weiteren 380 Objekten (Doppelsternen)
- 1825 überprüfte er die Nebelbeobachtungen seines Vaters und fügt 525 Nebel hinzu
- Zwischen 1825 und 1833 gab er zwei große Kataloge heraus:
 - 2.300 Nebel und Gestirnsgruppen
 - Sechsteiliger Doppelsternkatalog
- Die Überarbeitung und Neufassung des Herschel-Katalogs wurde von Caroline Herschel unterstützt und 1864 als *General Catalogue of nebulae and clusters of stars* veröffentlicht
- 1829 heiratete er Margarete Stewart und hatte mit ihr in der Folge 12 Kinder (darunter Alexander Steward Herschel – die nächste Generation von Astronomen)



Fotografie von Johann Friedrich Wilhelm Herschel von 1867

Johann Friedrich Wilhelm Herschel (1792-1871)

- Da er von England aus den Südsternhimmel nicht beobachten konnte, zog es ihn 1834 mitsamt seines 20-Fuß-Refraktors nach Kapstadt
- Er legte sofort mit seiner Arbeit los und erreichte in kürzester Zeit:
 - Katalogisierung von 1.707 Nebeln, von denen 1.268 Neuentdeckungen waren
 - Katalogisierung von 2.102 binären Sternenpaaren
 - Anfertigung der besten handgezeichneten Karte der Großen Magellanschen Wolke
 - Anfertigung einer handgezeichneten Karte von den Nebeln um den variablen Stern Eta Carinae, der damals einer der hellsten Sterne am Himmel war
 - Anfertigung einer Zeichnung des Orionnebels im Detail
 - Beobachtung der inneren Monde des Saturns (die sein Vater entdeckt hatte)
 - Beobachtung der Sonne
 - Zeichnungen vom Halleyschen Kometen
- In Südafrika gab Herschel auch im kleinen Kreis Konzerte als Violinist und Flötist
- Im Jahr 1838 reiste er wieder nach England zurück – seine produktivste Zeit war vorüber



Weitere Fotografie von
Johann Friedrich Wilhelm
Herschel von 1867

Erste Auflösung von Galaxien in Einzelsterne

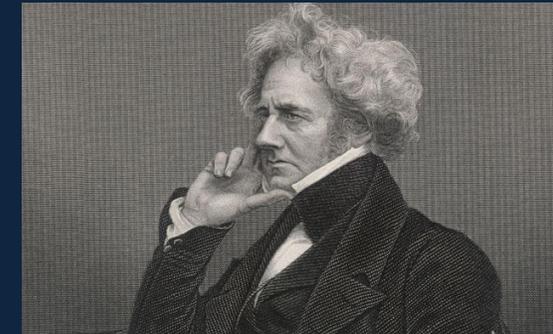
- Johann Herschel untersuchte auch die beiden auffälligsten Galaxien des südlichen Sternenhimmels: die *Kleine und Große Magellanschen Wolken*
- Die Magellanschen Wolken sind zwei irreguläre Zwerggalaxien in nächster Nachbarschaft zur Milchstraße (170.000 bis 200.000 Lichtjahre)
- Die Große Magellansche Wolke (GMW) enthält ungefähr 15 Milliarden Sterne. Die Kleine Magellansche Wolke (KMW) ca. 5 Milliarden Sterne
- Er löste die beiden nebelartigen Objekte in Einzelsterne auf und fertigte sehr genaue Zeichnungen an
- Im Bereich des Balkens der großen Magellanschen Wolke (siehe Bild) findet man eine große Zahl von Sternhaufen
 - Es sind etwa ein Dutzend Kugelsternhaufen sowie einige 100 offene Sternhaufen bekannt
 - Viele von ihnen haben eigene NGC-Nummern
 - Sie wurden von Johann Herschel alle entdeckt und klassifiziert



Große Magellansche Wolke (GMW) von La Réunion aus beobachtet und fotografiert

Entdeckung der Fotografie

- Seine Beobachtungszeiten in England nahmen ab, was wohl auch dem schlechteren Himmel geschuldet war (aber auch den vielen öffentlichen Ämtern, die er bekleidete)
- 1840 entdeckte Johann Herschel die Variabilität des Sterns Beteigeuze im Sternbild Orion
- Seine südafrikanischen Arbeiten wertete er bis 1847 aus und publizierte seine Beobachtungen unter *Results of Astronomical Observation made at the Cape of Good Hope* kurz vor dem Tod seiner Tante Caroline Herschel
- Da Herschel schon immer der Chemie sehr angetan war, entwickelte er ein frühes Interesse an der Kunst der Fotografie
- Er prägte die Begriffe „Positiv“ und „Negativ“
- 1842 entdeckte er den fotografischen Prozess zum Belichten von Papierbildern auf der Basis von kolloidalem Gold, den er Chrysotypie nannte
- Johann Herschel veröffentlichte im Jahr 1864 11 Kataloge von Doppelsternen und einen Katalog mit 5.079 Nebeln und bis dahin entdeckte Sternhaufen
- Ein weiterer Katalog von 10.300 Doppel- und Mehrfachsystemen erschien im Jahr 1874



Johann Friedrich Wilhelm Herschel

 **Herschel war der Erste, der den Begriff „Photographie“ verwendete!**

Alexander Steward Herschel (1836-1907)

- Alexander Herschel wurde 1836 in der Nähe von Kapstadt geboren
- Sein Charakter war nicht so charismatisch wie der seines Vaters – er lebte sehr zurückgezogen
- Mit drei Jahren kehrte er bzw. die Familie wieder zurück nach England
- Er führte bereits früh fotografische Experimente durch
- Alexander folgte seinem Vater nach Cambridge, aber er besuchte dort das Trinity College und nicht die Universität
- Er hatte es schwer, in die akademischen Fußstapfen seines Vaters zu treten, der alle erreichbaren ersten Preise errungen hatte
- Ab 1861 besuchte Alexander Herschel die Königliche Bergwerksschule, wo er sein Lebenswerk, die Untersuchung von Meteoren, begann
- 1862 publizierte Alexander Herschel seine Arbeit über die Meteorhöhen, mit besonderem Gewicht auf drei Feuerkugeln, die am 16. Juli 1861 über England erschienen waren
- Er war daher der erste Pionier im neuen Feld der Meteor-Spektroskopie

Alexander Steward Herschel (1836-1907)

- 1865 publizierte Alexander Herschel eine lange Arbeit über die Geschichte der Meteorastronomie
 - Es wurden brillante Feuerbälle der Vergangenheit hier beschrieben
 - Aber auch sechs definitive Schauer (ohne die Perseiden und Leoniden)
- Herschel vertrat den Standpunkt der „statischen Ausstrahlungsorte“, die aber falsch war
- 1866 trat Alexander Herschel die Stelle als Professor für Mechanische und Experimentelle Physik am Anderson College der Universität Glasgow an
- In Glasgow beobachtete er die Leoniden
- 1871 ging Alexander Herschel nach Newcastle-on-Tyne als Professor für Physik am Durham University College und blieb dort bis zu seinem Ruhestand
- Die dortigen Labore stattete er mit eigenen Gerätschaften aus, die oft von ihm selbst hergestellt wurden nach bester Herschel-Tradition
- Nach seiner Pensionierung 1888 zog es ihn zum Haus seines Großvaters nach Slough zurück, zu seinen Geschwistern, wo er freisichtige Astronomie betrieb

Alexander Steward Herschel beobachtete nicht nur Meteore

- Neben seinem Hauptgebiet der Meteore, beschäftigte er sich noch mit
 - Farben und Verteilung der Bänder des Jupiters
 - Fluoreszenz-Untersuchung: die spontane Emission von Licht, kurz nach Anregung eines Materials durch elektronische Übergänge
 - Wärmeleitfähigkeit von Gesteinen
 - Speicherung von Elektrizität
 - Glühfäden von Glühlampen
- Alexander Herschel hatte ein lebenslanges Interesse an Meteorologie und an den Phänomenen der oberen Atmosphäre
- Daneben war Alexander Herschel am Gebiet der Montanistin (Bergbauwissenschaften) tätig und entwickelte ein Gerät zur Aufzeichnung von Erdstößen
- Hätte er nur einen Bruchteil seiner Erfindungen und Verbesserungen patentiert, wäre er ein reicher Mann geworden!
- Er heiratete nie und hatte keine Nachkommen: seine Liebe gehörte den Sternen!



Perseiden-Sternschnuppe am 12. August 2015

Zusammenfassung

- Isaak Herschel begann die freisichtige Astronomie in seinem Garten und gab sein Wissen an seine Kinder weiter
- Wilhelm und Caroline Herschel legten ihren ursprünglichen Beruf als Musiker nieder und wurden Astronomen mit Leib und Seele
- Beide betraten Neuland und Wilhelm Herschel entwickelte zusätzlich noch moderne Teleskope
- Wilhelm Herschel wurde zum Ritter geschlagen und wurde Präsident der Royal Astronomical Society
- Auch Caroline Herschel erhielt (wenn auch spät) zahlreiche Auszeichnungen (u.a. Goldmedaille der Royal Astronomical Society) und fertigte umfangreiche Kataloge aus dem Beobachtungsfundus an
- Der Sohn Johann Herschel empfing viele Ehrungen, war Mitglied fast aller bedeutender wissenschaftlicher Einrichtungen und wurde in den Adelsstand erhoben
- Dennoch erreichte er nie ganz die Genialität seines Vaters, da er im Grunde keine neuen Wege beschritt
- Der Kreis schloss sich wieder mit dem Meteor-Mann Alexander Herschel, der zur freisichtigen Astronomie im Hause seines Großvaters zurückkehrte



Goldmedaille für Asaph Hall im Jahr 1879

Astronomische Anerkennungen

- 1935 wurde der Mondkrater Herschel nach Wilhelm Herschel benannt (siehe Bild)
- Im Jahre 1973 wurde der Marskrater Herschel gemeinsam nach ihm und seinem Sohn (John Herschel) getauft
- Der größte Krater auf dem von ihm entdeckten Saturn-Mond Mimas trägt seit 1982 ebenfalls den Namen Herschel
- Auch ein 1960 entdeckte Asteroid (2000) Herschel wurde nach ihm benannt
- In der Walhalla (König Ludwig I.) bei Regensburg befindet sich eine Büste von ihm
 - Seit 1842 werden dort bedeutende Persönlichkeiten „teutscher Zunge“ (deutsche Sprache) geehrt
 - Benannt ist Walhalla nach der Halle der Gefallenen in der nordischen Mythologie
 - Beschriftung seiner Büste: „Sternkundiger“



Herschel-Krater (junge Formation):
kleiner Krater, links oben



Büste von-Friedrich Wilhelm Herschel 1738-1822



Ruhmeshalle - Walhalla - Regensburg

Quelle: Bilder von Rüdiger Hahn (AVL)

Abschließende Zitat-Sammlung

- Caroline Herschel über Ihren Bruder Friedrich Wilhelm Herschel im Jahr 1773:
„... und zur Erholung sprechen wir über Astronomie ...“
- Wilhelm Herschel:
„Ich habe tiefer in den Raum geschaut, als jemals ein Mensch vor mir ...“
- Wilhelm Herschel zum Erzbischof von Canterbury im Jahr 1786 an seinem 12m-Teleskop-Tubus:
„Kommen Sie nur, Mylord Bischof, ich will Ihnen den Weg zum Himmel zeigen ...“
- Wilhelm Herschel im Jahr 1785:
„In einem der dichtesten Gebiete der Milchstrasse sind im Verlaufe nur einer Viertelstunde sage und schreibe 116.000 Sterne durch das Blickfeld gewandert ...“
- Wilhelm Herschel:
„Sehen ist eine Kunst, die erlernt werden muss!“
- John Herschel:
„Die Sterne sind die Landmarken des Universums“
- John Herschel:
„Selbstachtung, ist der Grundpfeiler aller Tugend“

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit



Quelle: pa/United Archiv/World History Archive/picture-alliance / Mary Evans Picture Library



Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V.
www.avl-lilienthal.de

Quellen und Literaturverweise

1. Peter Richter, Harald Kühn (Verf.); Heimatverein Lilienthal e. V. (Hrsg.): *Von der Sternenwelt fasziniert. Der Lilienthaler Astronom Johann Hieronymus Schroeter und seine 200 Jahre später entdeckte ungewöhnliche Familiengeschichte*. Neue Ausgabe, Druckerpresse-Verlag, Lilienthal 2013
2. William Herschel: *Description of a Forty-Foot Reflecting Telescope*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Volume 85, 1795
3. William Herschel: *On the Construction of the Heavens*. by William Herschel, Esq. FRS. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 75 (1785)
4. Mag. Ingeborg Lechner: *Das Wirken der Familie Herschel*. Vortrag des Österreichischen Astronomischen Verein am 11. Dezember 2010, Astronomisches Büro, Wien 2010
5. Matthias Blazek: *Astronomische Persönlichkeiten aus Hannover: Caroline und William Herschel – Das berühmteste Sternenforscherpaar seiner Zeit*. Heimatland - Zeitschrift des Heimatbundes Niedersachsen, Heft 2, Juni 2012
6. Heinz Gärtner: *Er durchbrach die Schranken des Himmels*. Das Leben des Friedrich Wilhelm Herschel. Edition Leipzig, Leipzig 1996
7. Gerardo Inhester: *Monatsthema Februar 2007: „Friedrich Wilhelm Herschel“*. Astronomische Arbeitsgruppe Laufen e.V., URL: http://astronomy.utfs.org/monatlich/0702_monatsthema.html
8. Francis J. Ring: *The Journal of the William Herschel Society*. Spring 2017, Volume 16 No. 1, Bath (U.K.)