

Frauen in der Astronomie – von Hypatia von Alexandria bis Carolyn Shoemaker



Hypatia von Alexandria



Sophie Brahe



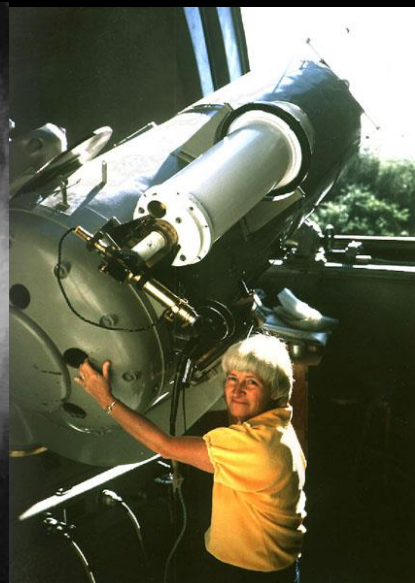
Caroline Herschel



Williamina Fleming



Henrietta Swan Leavitt



Carolyn Shoemaker

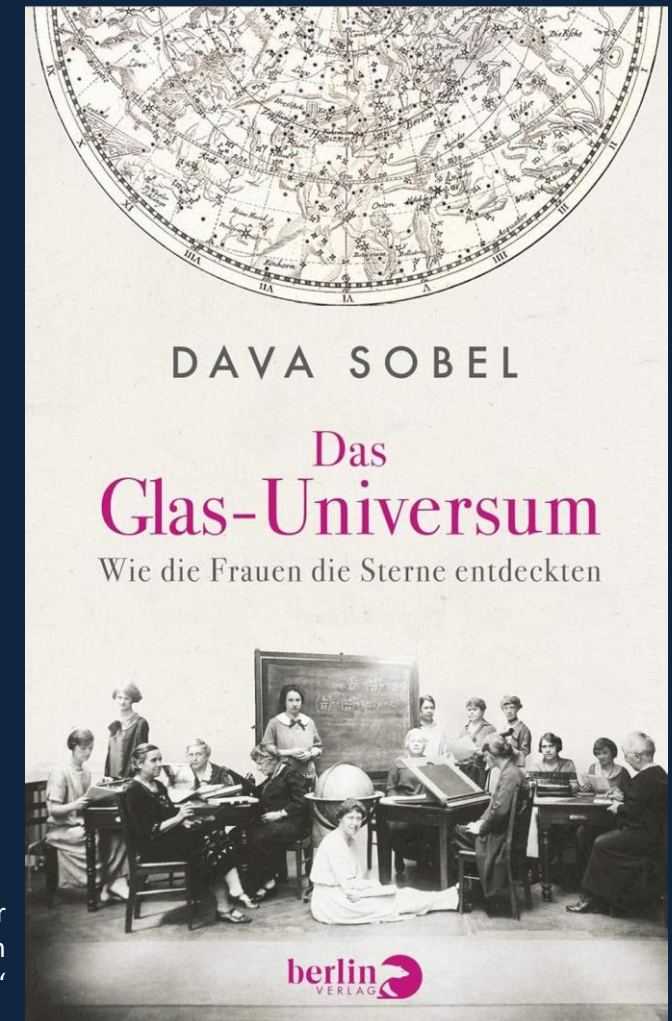
Referent: Dr. Kai-Oliver Detken, AVL



Agenda

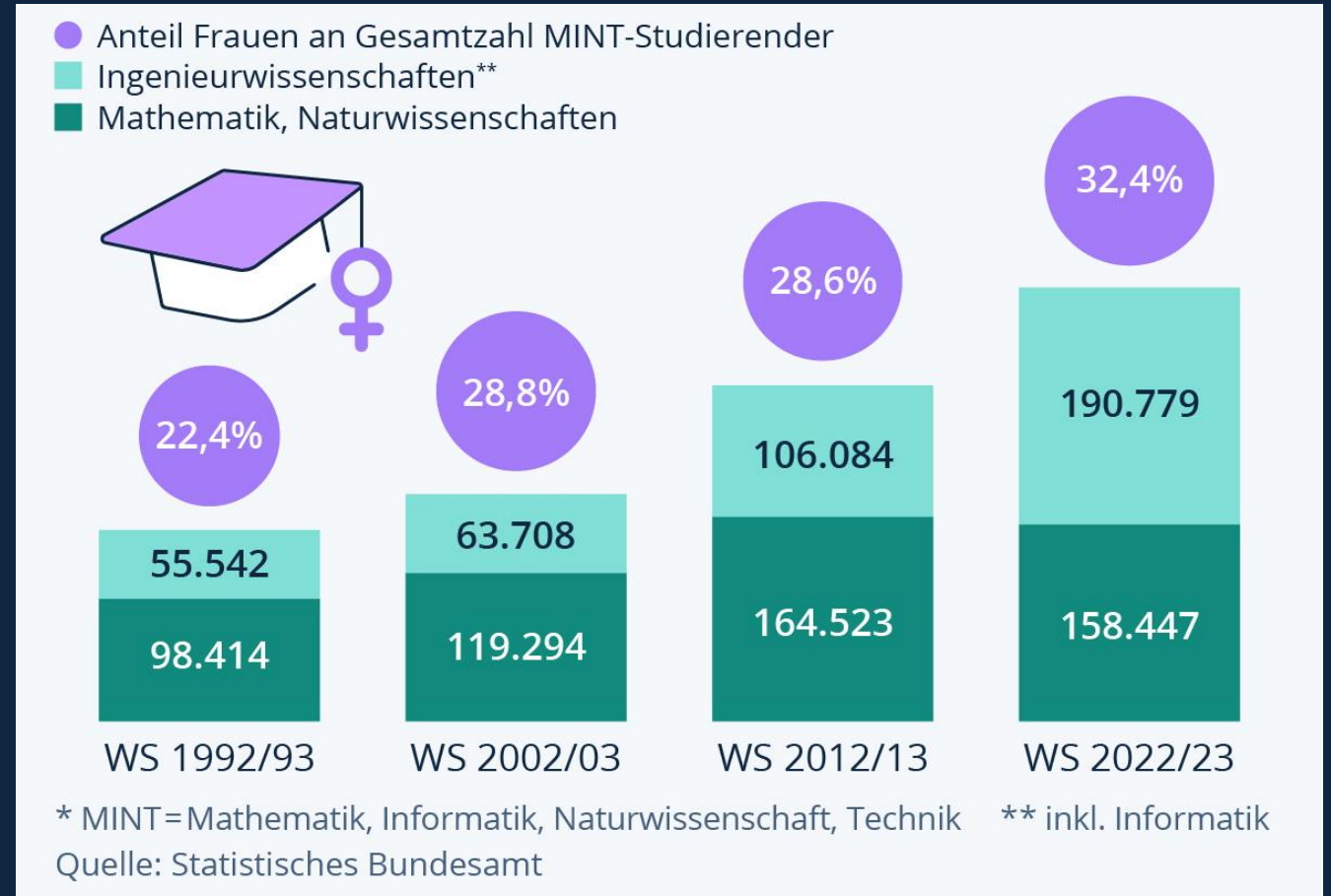
- Anteil der Frauen in den MINT-Fächern
- Der lange Kampf um Anerkennung in der Wissenschaft
- Mariam al-Asturlabi (944-967)
- Hypatia von Alexandria (370-415)
- Caroline Lucretia Herschel (1750-1848)
- Williamina Paton Stevens Fleming (1857-1911)
- Henrietta Swan Leavitt (1868–1921)
- Annie Jump Cannon (1863–1941)
- Carolyn Shoemaker (1929-2021)
- Vera Florence Cooper Rubin (1928-2016)
- Andrea Mia Ghez (1965*)
- Interessensverbände und Aktivitäten für Frauen
- Bekannte Astronominen im Amateurbereich
- Abschließende Zitate

FAZ: „Die amerikanische Autorin Dava Sobel hat der ersten Sterninventur mit fotografischen Mitteln ein faszinierendes Buch gewidmet“



Anteil der Frauen in den MINT-Fächern

- Der Frauenanteil hat in der Ingenieurwissenschaft um 80% zugenommen
- In den Naturwissenschaften und der Mathematik ging ihr Anteil um 4% zurück
- In den MINT-Ausbildungsberufen ist der Frauenanteil gleichbleibend gering bei 8,9%
- Als Gründe werden die soziale Prägung, Falscheinschätzung der eigenen Kompetenz und die Förderung von Geschlechterstereotypen in der Erziehung angegeben



Quelle: <https://de.statista.com/infografik/27761/anzahl-eingeschriebener-mint-studentinnen-ander-deutschen-universitaeten-nach-jahr/>

Der lange Kampf um Anerkennung in der Wissenschaft

- Es gibt viele Beispiele von Frauen, die ihr Leben der Astronomie verschrieben und Enormes geleistet haben
- Sie starteten anfangs im Hintergrund und durften sich nicht offiziell der Leidenschaft zur Astronomie bekennen
- Frauen durften lange Zeit keinen wissenschaftlichen Aufgaben nachgehen oder einem Beruf nachkommen



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

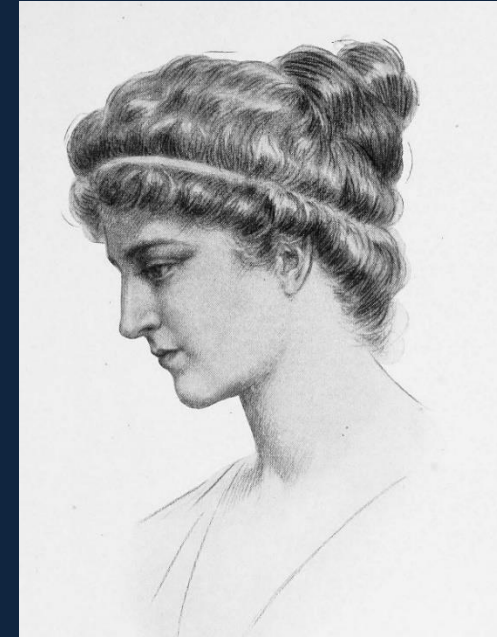
Frauen standen oftmals im Schatten ihrer bekannten Väter, Brüder oder Ehemänner

Beispiele von bekannten Astronominen

Name	Lebenszeit	Astronomische Leistungen
Hypatia v. Alexandria	370-415	Mathematikerin, Astronomin und Philosophin, wird oft als erste Astronomin bezeichnet
Sophie Brahe	1559-1643	Wissenschaftliche Kenntnisse selbst angeeignet, verfasste einen neuen Fixsternkatalog, beschrieb eine Mondfinsternis und einen Kometen
Caroline Herschel	1750-1848	Neuberechnung der Rudolfinischen Tabellen, früheste wissenschaftliche Veröffentlichung einer Frau, sprach sieben Sprachen
Williamina Fleming	1857-1911	Entwickelte ein System zur Klassifizierung von Sternen, entdeckte zahlreiche Gasnebel, Sterne und Novae (u.a. 1888 den Pferdekopfnebel)
Henrietta Leavitt	1868–1921	4. Physik-Nobelpreis für eine Frau, entdeckte 1912 die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung beim Sternentyp Cepheiden
Carolyn Shoemaker	1929-2021	US-amerikanische Astronomin, gehörte zu den Entdeckern des Kometen Shoemaker-Levy 9, entdeckte 32 Kometen und ist damit die erfolgreichste „Kometenjägerin“

Hypatia von Alexandria (370-415)

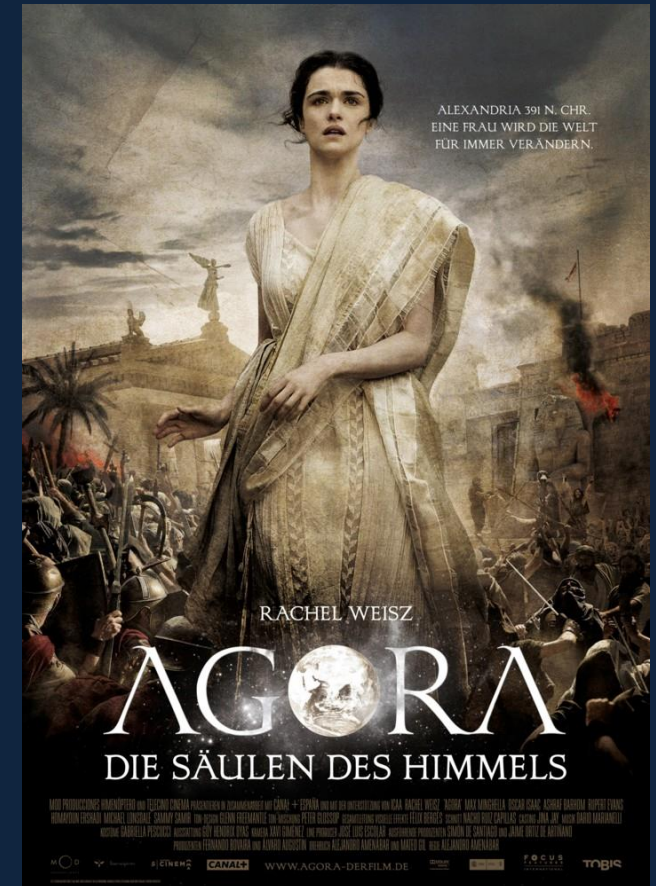
- Sie wurde in der ägyptischen Stadt Alexandria als Tochter des Astronomen und Mathematikers Theon von Alexandria geboren
- Unterricht in Mathematik, dann Studium der Philosophie und Astronomie
- Berufung an den Lehrstuhl für platonische Philosophie am Museion von Alexandria (mit Bibliothek). Ihre Vorlesungen erlangten Berühmtheit bis weit über die Grenzen von Alexandria hinaus
- Sie hatte wesentlichen Anteil an den Arbeiten ihres Vaters bzgl. der Überarbeitung des Almagest (geozentrisches Weltbild) von Claudius Ptolemäus
- Erfinderin des Astrolabiums: genutztes Winkelmessgerät zur Positionsmessung von Sternen bis ins Mittelalter
- Hypatia wurde auf grausame Weise von fanatisierten Christen in ihrer Heimatstadt ermordet
- Sie geriet wohl mit ihrer Lehre und ihrem selbstbewussten Auftreten zwischen die Fronten zwischen dem christlichen Bischof und dem weltlichen oströmischen Präfekten



Hypatia von Alexandria

Hypatia von Alexandria (370-415)

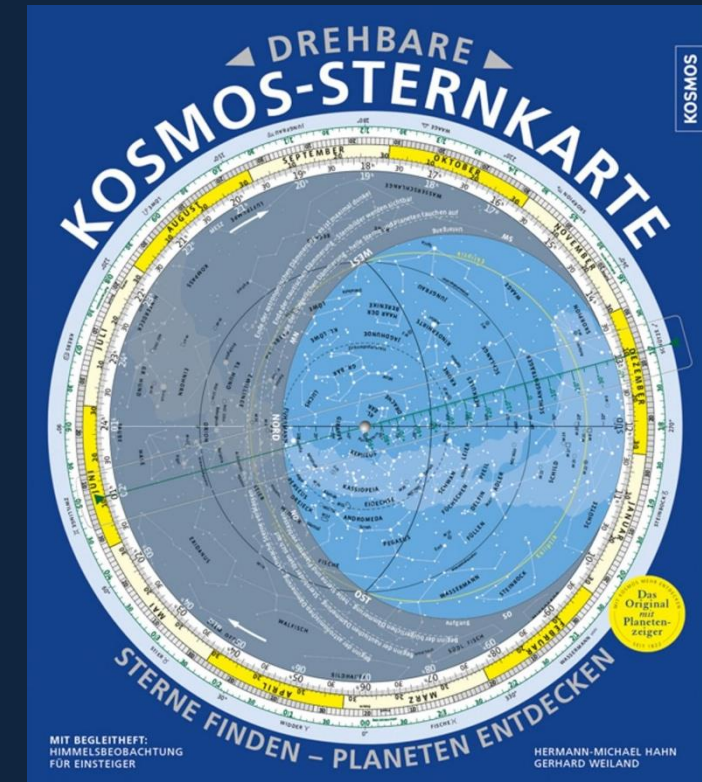
- Der Konflikt von Wissenschaft, Religion, Philosophie und den Herrschaftsstrukturen in Alexandria 391 n. Chr. wird in AGORA zu einer spannenden Melange verwoben
- Das historische Spektakel zeigt in eindrucksvoller Weise, die Brutalität von Glaubensdifferenzen und ihre Instrumentalisierung zu Machtzwecken
- Im Mittelpunkt dieser erbitterten Auseinandersetzungen steht die faszinierende Wissenschaftlerin Hypatia
- Rachel Weisz brilliert in der Hauptrolle als emanzipatorische Philosophin im fundamentalistischen Schmelztiegel, wobei ihre strahlend gläserne Aura im Kontrast zur rohen und verbohrt Welt der Macht steht
- Regisseur und Koautor Alejandro Amenábar zeigt im „Clash of Cultures“ der Religionen aktuelle Bezüge auf und reflektiert auf subtile und anregende Weise die zentralen Fragen der Menschheitsgeschichte und des Glaubens



Der Film AGORA von 2010 gibt ihre Geschichte wieder (Amazon Prime)

Astrolabium

- Ein Astrolabium (griechisch für „Sternnehmer“) oder Planisphärum ist ein in der Antike entstandenes und bis in die frühe Neuzeit gebrauchtes scheibenförmiges astronomisches Gerät zum Beobachten und Ausmessen des Sternenhimmels
 - Auf einer festen Scheibe (Tympanon) sind der Horizont und Kreise des horizontalen Koordinatensystems abgebildet
 - Darüber liegt die drehbare Rete, die als Himmelskörper einige Sterne und die Jahresbahn der Sonne (Ekliptik) enthält
 - Mit ihm konnte man die drehende Bewegung des Sternhimmels nachbilden
- Anwendungsmöglichkeiten:
 - Wird die Rete auf Datum und Tageszeit (wahre Sonnenzeit) eingestellt, so lassen sich die Positionen der Sterne ablesen
 - Umgekehrt lassen sich aus dem Datum und der Position eines Sterns oder der Sonne die Tageszeit oder die Himmelsrichtungen bestimmen
 - Über einen Diopter (Visiereinrichtung) konnte der Höhenwinkel eines Objekts auf der Erde oder am Himmel (z.B. Stern oder Sonne) über dem Horizont gemessen werden



Astrolabium des al-Sahl al-Nisaburi, Hama (Syrien)
(Quelle: Wikipedia)

Mariam al-Asturlabi (944-967)

- Mariam al-Asturlabi war eine Astronomin aus Aleppo (heutiges Syrien)
- Sie stammte aus einer Familie von Astronomen und Ingenieuren
- Ihr Vater war Astrolabien-Bauer und Lehrling des berühmten Astrolabien-Bauers Nasṭūlus in Bagdad; er gab ihr das Wissen über die Herstellung weiter
- Mariam verbesserte daraufhin die Konstruktion von Astrolabien für deren Einsatz bei der Zeitmessung und Navigation
- Mariam erlangte solche Berühmtheit, dass der Gründer des Emirats von Aleppo, Sayf Al-Dawla, sie an den Hof von Aleppo holte
- Sie ist die einzige belegte weibliche Person, die zu dieser Zeit Astrolabien herstellte
- Für ihr Wirken wurde sie von 1001inventions als „außergewöhnliche Frau des goldenen Zeitalters der muslimischen Zivilisation“ geehrt



Wachsfigur von Maryam al-Ijliya al-Astrulabiya in der Ausstellung „1001 Erfindungen“ im Jordan Museum in Amman (Quelle: <https://blogs.wellesley.edu/mirror/mariam-al-astrulabi-al-ijliyyah/>)

Persisch-islamische Astronomie

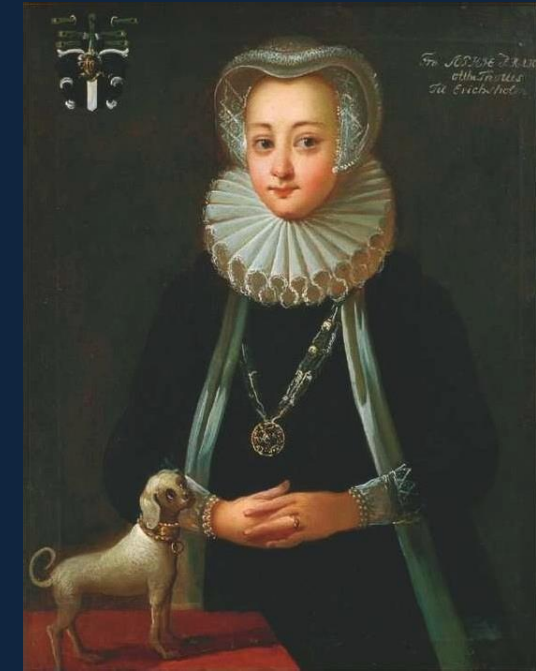
- Zwischen dem 8. und 15. Jahrhundert war die persisch-islamische Astronomie Weltspitze
- In Observatorien wie dem von Ulugh-Beg wurden Sternkataloge erstellt, lange bevor Europa vergleichbare Genauigkeit erreichte
- Das Observatorium wurde 1424-1428 von dem Timuriden-Fürsten Ulugh Beg für die Beobachtungen der Astronomen im Nordosten der usbekischen Stadt Samarkand errichtet
- Frauen erscheinen selten in Quellen im Vordergrund, waren aber nach verschiedenen Hinweisen tätig als:
 - Lehrerinnen
 - Rechnerinnen
 - Instrumentenbauerinnen
 - Mäzeninnen



Ulughbek-Observatorium (Quelle: Wikipedia)

Sophie Brahe (1559-1643)

- Jüngste Schwester des Astronomen und Landherren Tycho Brahe (dänischer Adeliger und Astronom)
- Erhielt eine ausgezeichnete Ausbildung
- Das geschah gegen den Widerstand ihrer Familie, da wissenschaftliche Tätigkeiten für unangemessen für adlige Frauen angesehen wurden
- Unterstützt von ihrem Bruder Tycho in Gartenbaukunst und Chemie
- Kenntnisse in Astronomie eignete sie sich selbständig an
- Schon als Jugendliche hat sie häufig mit Tycho zusammengearbeitet (Uranienborg auf Ven)
- Sie verfassten einen neuen Fixsternkatalog (genaueste Positionsmessungen von Sternen und Planeten vor dem Teleskop), beschrieben gemeinsam im Jahr 1573 eine Mondfinsternis und im Jahr 1577 einen Kometen
- Die Zusammenarbeit wurde um 1579 von einer erzwungenen Heirat bis 1588 (Tod des Mannes) unterbrochen
- Dann wieder Beobachtungen und eigene Schriften zur Astronomie, die ihr Bruder veröffentlichen wollte (verschollen)
- Ende der Zusammenarbeit 1597: Tycho zieht nach Hamburg und dann nach Prag und stirbt 1601



Sophie Brahe im Jahr 1602

Caroline Lucretia Herschel (1750-1848)

- Caroline war das jüngste Mädchen der überlebenden 6 Kinder der Herschel-Familie
- Mit den Brüdern zusammen besuchte sie die Garnisonsschule, um Lesen und Schreiben zu lernen (damals keine Selbstverständlichkeit für Frauen)
- 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 im Gesicht, weshalb ihr schlechte Heiratschancen gegeben wurden
- Sie wurde hauptsächlich als familieneigene Magd betrachtet und unterdrückt!



Caroline Lucretia Herschel
(Quelle: Wikipedia)

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

Entdeckung des ersten Kometen

- Am 01. August 1786 entdeckte Caroline Herschel in Abwesenheit ihres Bruders ihren ersten eigenen 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 fehlten, sowie zusätzlich eine Liste von Fehlern in dieser Publikation



Komet C/2025 R2 (SWAN) am 27.09.25
(Aufnahme: VdS-Sternwarte, Namibia)

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
(Quelle: Wikipedia)

Entdeckung von offenen Sternhaufen



NGC 7789: offener Sternhaufen im Sternbild Kassiopeia, der auch als Herschels Spiralhaufen bezeichnet wird
(Aufnahme vom 03. Oktober 2016)

- 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)

Harvard Computer oder „Pickerings Harem“

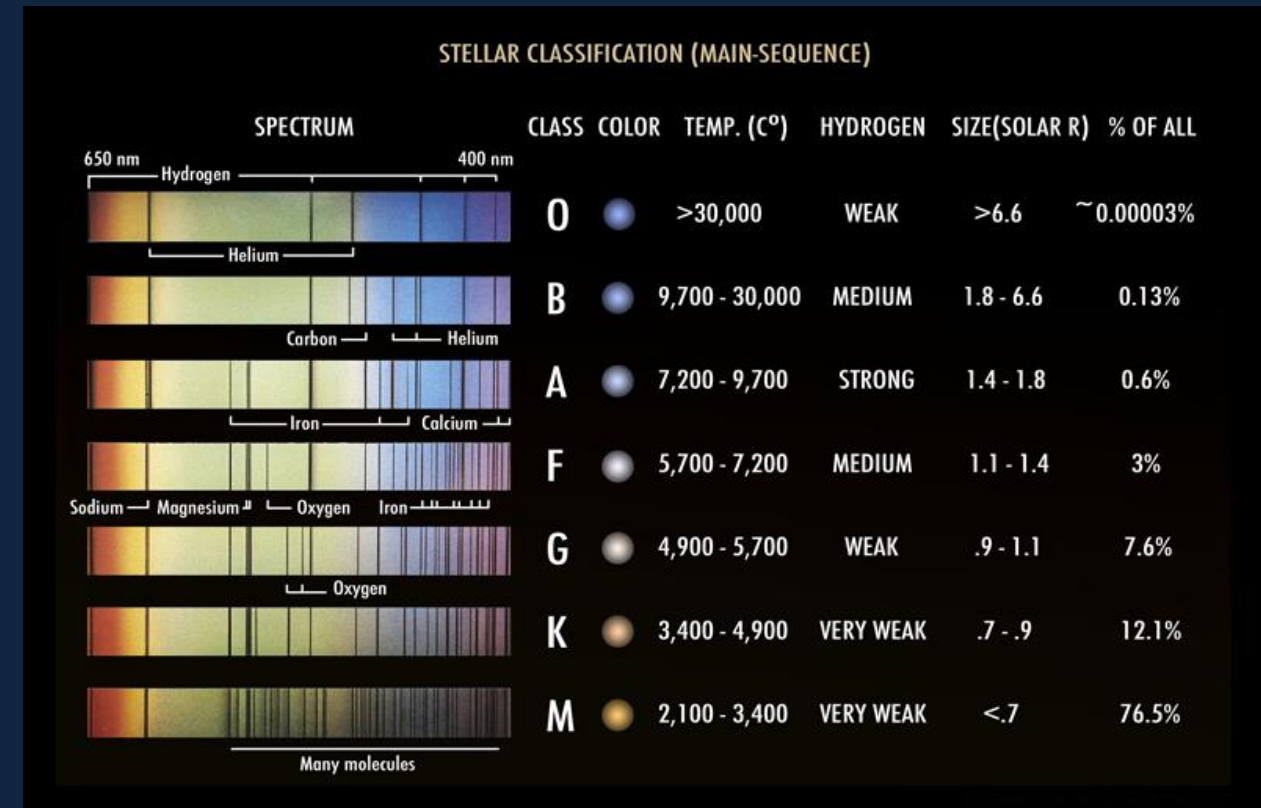
- Gegen Ende des 19. Jahrhunderts machte die Fotografie große technische Fortschritte
- Es ließen sich Rückschlüsse auf die Eigenschaften der beobachteten Himmelskörper machen (Lichtspektrum)
- Im Jahr 1877 wurde Edward Charles Pickering zum Direktor der Sternwarte des Harvard College ernannt
- Er begann damit, die neue Technik der Fotografie einzusetzen, um den Nachthimmel systematisch zu untersuchen
- Es entstanden in seiner Zeit über eine halbe Mio. Fotoplatten
- Die sog. Harvard Computers (eine Arbeitsgruppe von Frauen) hatte von Pickering die Aufgabe die Fotoplatten auszuwerten
- Neben mathematischen Berechnungen kartografierten die Harvard Computers auch den Nachthimmel und bestimmten die Helligkeit der einzelnen Sterne



Gruppenfoto der Harvard Computers unter der Führung von Williamina Fleming um das Jahr 1890 (mit u.a. Henrietta Swan Leavitt und Annie Jump Cannon)

Exkurs: Spektralklassen (Spektraltyp)

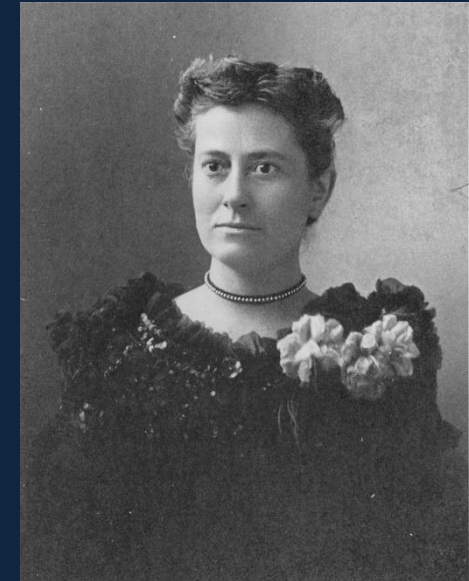
- Die Spektralklasse ist in der Astronomie eine Klassifizierung der Sterne nach dem Aussehen ihres Lichtspektrums
- Das System basiert auf der Entdeckung von Joseph von Fraunhofer im Jahr 1813, der im Sonnenspektrum dunkle Absorptionslinien fand
- Robert Wilhelm Bunsen und Gustav Robert Kirchhoff entdeckten 1859, dass diese Linien von der Lage her identisch mit Emissionslinien sind, die von bestimmten chemischen Elementen abgegeben werden
- Dadurch ließ sich nun ein Stern mit Hilfe der Spektralanalyse auf seine Elementzusammensetzung untersuchen
- Weitere Informationen sind u.a.: Oberflächentemperatur, Leuchtkraft, Rotations- und Radialgeschwindigkeit



Linienpektren der verschiedenen Spektralklassen bei Hauptreihensternen (Quelle: Wikipedia)

Williamina Paton Stevens Fleming (1857-1911)

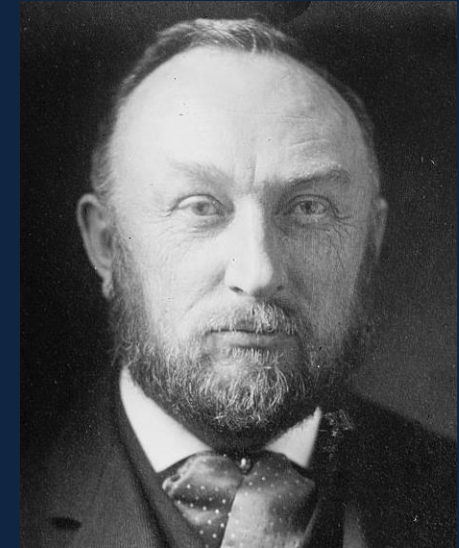
- Williamina besuchte öffentliche Schulen in Dundee (Schottland) und wurde mit 14 Jahren Schüler-Lehrerin
- Sie heiratete James Orr Fleming
- Als sie 21 Jahre alt war, übersiedelte das Paar in die USA nach Boston
- Ihr Ehemann verließ sie, als sie mit ihrem Sohn Edward schwanger war, weshalb sie sich eine Arbeit suchen musste, um den Lebensunterhalt für sich und ihr Kind zu verdienen
- Sie fand eine Stelle als Haushaltshilfe im Haus von Professors Edward Charles Pickering
- Beeindruckt von der Intelligenz Flemings beauftragte Pickering sie im Jahr 1881 in dem Observatorium mit Büroarbeiten und ab 1886 mit der Klassifikation von Sternen
- Sie ersann ein System zu deren Klassifizierung und half, es einzuführen
- Das System basierte darauf, jedem Stern einen Buchstaben zuzuordnen, in Abhängigkeit davon, wie viel Wasserstoff in seinem Spektrum beobachtet werden konnte
- Annie Jump Cannon verbesserte später das System, bevor es als Henry-Draper-Katalog veröffentlicht wurde
- Fleming starb 1911 in Boston an einer Lungenentzündung



Williamina Paton Stevens Fleming
im Jahr 1890 (Quelle: Wikipedia)

Edward Charles Pickering (1846-1919)

- Edward Charles Pickering war ein amerikanischer Astronom und Physiker
- Sein Bruder war der Astronom William Henry Pickering
- Zusammen mit Hermann Karl Vogel entdeckte Pickering die ersten Doppelsterne, die nur spektroskopisch identifiziert werden konnten
- Er entwickelte eine Methode zur Helligkeitsbestimmung von Sternen mit dem bloßen Auge (Pickering'sche Bruchmethode)
- Seine Arbeiten betrafen überwiegend die Sternphotometrie: 1884 veröffentlichte er die Harvard Photometry und 1903 den ersten photographischen Sternatlas
- Er fand 1897 im Licht des Sterns ζ -Puppis Spektrallinien des He⁺-Spektrums, der nach ihm benannten Pickering-Serie
- Er war 42 Jahre (!) Direktor des Harvard College Observatory. Unter seiner Aufsicht begann auch ab 1918 die Herausgabe des Henry-Draper-Katalogs
- Am Harvard-Observatorium beschäftigte er viele Frauen, die als Harvard Computer oder abfällig „Pickering's Harem“ bezeichnet wurden



Edward Charles Pickering
(Quelle: Wikipedia)

Henry-Draper-Katalog

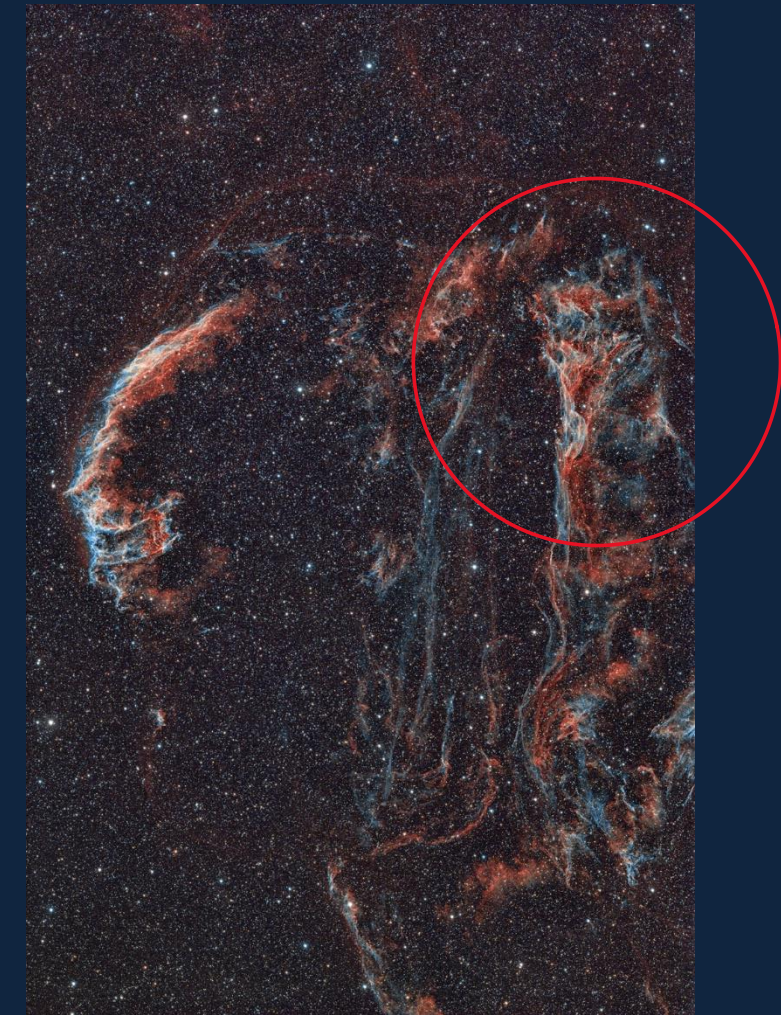
- Henry Draper (1837-1882) war ein US-amerikanischer praktischer Arzt und Astronom, der als Erster das Spektrum eines Sterns im Jahr 1872 fotografierte
- In der Nacht des 30. September 1880 gelang es ihm als Erstem, einen Sternnebel (Orionnebel) zu fotografieren
- Weitere Erstleistungen betrafen das Spektrogramm eines Kometen und eine Weitwinkelaufnahme vom gesamten Kometenschweif (Komet Tebbutt von 1881)
- Nach einem Jagdausflug in die Rocky Mountains, auf dem er sich erkältet hatte, verstarb er überraschend auf der Höhe seiner Karriere
- Seine Witwe assistierte ihrem Mann bei seiner astronomischen Fotografie und Forschung und wollte seine Arbeit nach dessen Tod weiterführen
- Sie schenkte seine Ausrüstung dem Harvard College Observatorium und stiftete das Henry Draper Memorial – dadurch konnte Pickering seine Forschung betreiben
- Der Henry-Draper-Katalog ist ein astronomischer Sternkatalog in neun Bänden mit Daten zu Position und Spektraltyp von 225.300 Sternen (seit 1949: 359.083 Sterne)



Mary Anna Palmer Draper im Jahr 1888
(Quelle: New York Public Library)

„Pickering’s Whisp“ im Schleiernebel

- Auf einer Glasplatte, datiert vom 2. September 1904, entdeckte Williamina Fleming den dritten prominenten Teil im Cirrusnebel-Komplex (Schleiernebel)
- Erst im Jahr 1906 verkündete der Direktor des Harvard College Observatoriums, Edward C. Pickering, dass Mrs Fleming einen großen dreieckigen Nebelfleck im Schleiernebel entdeckt hat, der sich nach Süden erstreckt
- Dieser wurde aber nicht nach ihr, sondern nach dem Direktor Pickering benannt: Pickering’s Whisp (Pickering’s Triangle)
- Williamina Fleming machte viele Entdeckungen (Gasnebel, Sterne, Novae) während ihrer Arbeit für Edward Pickering
- Nach ihr wurde im Jahr 1970 der Mondkrater Fleming (zusammen mit Alexander Fleming) und im Jahr 2022 der Asteroid (5747) Williamina benannt



Aufnahme vom 20. September 2025, Ort: Jeßnigk-Schönewalde

Pferdekopfnebel (Barnard 33)

- Der Pferdekopfnebel ist ein Teil einer Dunkelwolke im Sternbild Orion, die sich vor dem rot leuchtenden Emissionsnebel IC 434 mit einer Silhouette ähnlich einem Pferdekopf abhebt
- Bei dem Pferdekopfnebel handelt es sich um eine Ansammlung von kaltem Gas und Staub, die im sichtbaren Spektrum nur sehr wenig Licht abstrahlen und deshalb dunkel erscheint
- Der Nebel besteht überwiegend aus molekularem Wasserstoff
- Der Nebel wurde 1888 erst mit Hilfe der Fotografie auf Fotoplatten von W. H. Pickering von Williamina Fleming entdeckt
- 1899 wurde Williamina Fleming offiziell zur Kuratorin für die Sammlung der astronomischen Fotoplatten
- Insgesamt übten zwischen 1877 und 1919 unter Pickering's Leitung mehr als 80 Frauen die Aufgabe der Harvard Computers aus

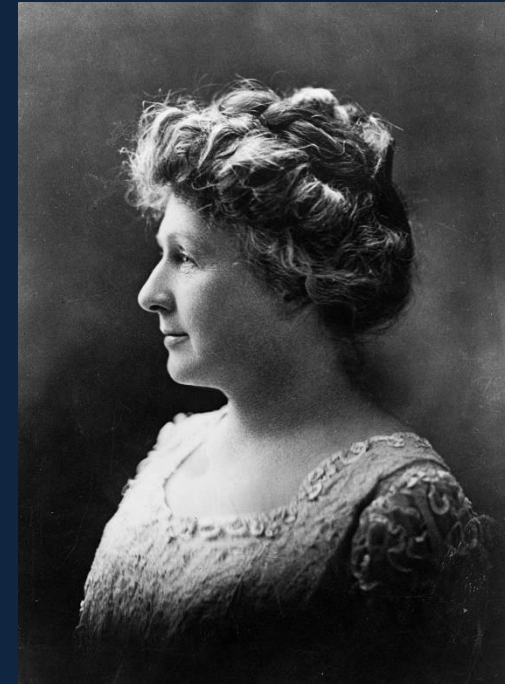


Aufnahme vom 03.01.2024: VdS-Sternwarte, Namibia

IC 434, Horsehead Nebula, auf einer Originalfotoplatte von 1888

Annie Jump Cannon (1863–1941)

- Annie Jump Cannon war die älteste von drei Töchtern von Wilson Cannon, einem Schiffbauer und Senator aus Delaware, und seiner Frau Mary Jump
- Am Wellesley College studierte Annie Physik und Astronomie bei Sarah Frances Whiting und begann mit spektroskopischen Beobachtungen von Sternen
- Im Jahr 1894 begann sie in Wellesley als Lehrerin zu arbeiten und studierte Astronomie am Radcliffe College
- Im Jahre 1896 begann sie bei Edward Charles Pickering als sogenannte „Harvard Computer“ am Harvard-College-Observatorium zu arbeiten und beschäftigte sich mit astronomischer Datenreduktion
- Durch die Vorarbeit von Nettie Farrar, Williamina Fleming, Antonia Maury und ihre Geduld gelangte sie zu der Einordnung der Spektrallinien der Sterne in die Spektralklassen O, B, A, F, G, K und M
- Cannon klassifizierte mehr als 400.000 Sterne. Sie veröffentlichte darüber hinaus einen Katalog von veränderlichen Sternen



Annie Jump Cannon im Jahr 1922
(Quelle: Wikipedia)

 **Nach dem Tod von Williamina Fleming wurde sie 1911 zu deren Nachfolgerin ernannt**

Annie Jump Cannon (1863–1941)

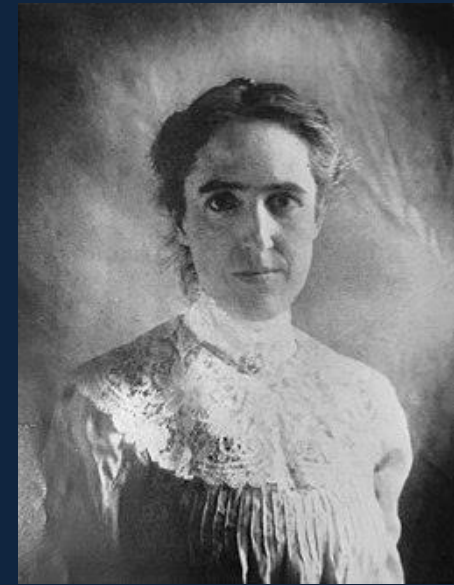
- Cannon ordnete die Spektralklassen neu, indem sie der Heliumlinie den Vorzug vor der Wasserstofflinie gab. Die neu entstandene Reihenfolge lautete: O, B, A, F, G, K, M
- Ein Scherzbold an der Universität Princeton erfand später den Merksatz, der heute ihr zugeschrieben wird: „Oh, Be A Fine Girl Kiss Me“.
- Deutsches Pendant: „Offenbar Benutzen Astronomen Furchtbar Gerne Komische Merksätze!“
- Damit überarbeitete sie das vorherige System der Spektralsequenz von Sternen, indem sie einige der ursprünglichen Klassen aus der Sequenz entfernen konnte
- Sie führte auch Nummern zur weiteren Unterteilung des Spektraltyps eines Sterns ein
- Hierzu verwendete sie Zahlen von 0 bis 9, wobei eine höhere Zahl einer geringeren Temperatur des Sterns entsprach
- Sie erhielt als erste Frau eine Ehrendoktorwürde in Oxford und wurde in die American Astronomical Society (AAS) aufgenommen



Annie Jump Cannon an ihrem Arbeitsplatz im Harvard-Observatorium
(Quelle: Wikipedia)

Henrietta Swan Leavitt (1868–1921)

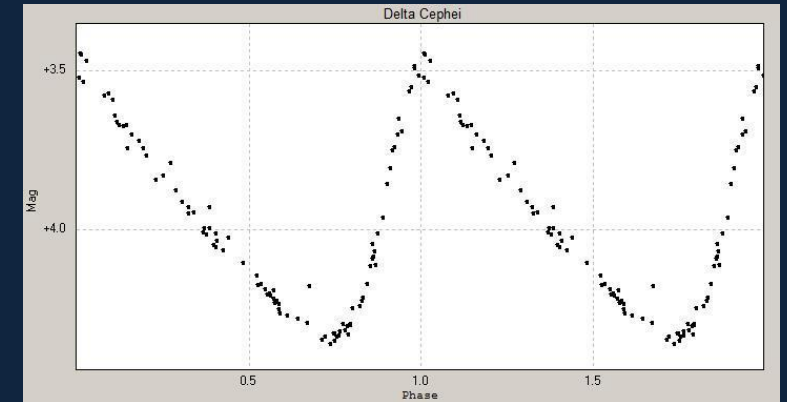
- Henrietta Swan Leavitt wurde am 04. Juli 1868 in Massachusetts (USA) geboren
- Für Astronomie interessierte sich Leavitt bereits am College
- Durch eine Krankheit wurde sie fast vollkommen taub
- Trotzdem bekam sie 1895 am Harvard College Observatory (HCO) eine Volontärstelle, die sieben Jahre später in einer vollen Stelle mündete
- Dort arbeitete sie als „Computer“ und beobachtete und katalogisierte veränderliche Sterne
- Alleine im Jahr 1904 konnte sie 172 veränderliche Sterne in der Großen und 59 in der Kleinen Magellanschen Wolke (GMW/KMW) entdecken
- Im Jahr 1905 waren es bereits 843 neue veränderliche Sterne in der KMW
- 1912 entdeckte sie dadurch die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung beim Sterntypus der Cepheiden
- Dadurch konnte ein Zusammenhang zwischen der absoluten Helligkeit dieser pulsierenden Sterne und der Periode ihrer Helligkeitsschwankung hergestellt werden



Henrietta Swan Leavitt im Jahr 1898 (Quelle: Wikipedia)

Cepheiden – veränderliche Sterne (1)

- Die Cepheiden sind eine Gruppe der pulsationsveränderlichen Sterne, bei denen die Schwankungen in der Helligkeit streng periodisch erfolgen
- Die Leuchtkraft bzw. die absolute Helligkeit und die Periodendauer sind durch die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung verbunden
- Aus der scheinbaren Helligkeit und der errechneten Leuchtkraft lässt sich die Entfernung zum Stern ableiten, was den Cepheiden eine besondere Bedeutung in der Astrophysik verleiht
- Namensgebend war der Stern Delta Cephei, dessen periodische Veränderlichkeit 1784 vom englischen Astronomen John Goodricke entdeckt wurde
- 1913 gelang Ejnar Hertzsprung dann die Bestimmung der Entfernung einiger Cepheiden der Milchstraße, womit die Entfernung zu allen Cepheiden kalibriert werden konnte



Lichtkurve vom Prototyp der klassischen Cepheiden Delta Cephei. Es zeigt die Helligkeit in Magnituden gegen die Pulsationsphase



Kleine Magellansche Wolke (NGC 292), Aufnahme vom 26. Juli 2024 mit der VdS-Sternwarte in Namibia

Cepheiden – veränderliche Sterne (2)

- Grundidee
 - Cepheiden sind veränderliche Sterne: ihre Helligkeit schwankt regelmäßig
 - Henrietta Swan Leavitt stellte fest: je länger die Periode einer Cepheide, desto größer ihre tatsächliche Leuchtkraft.
- Daraus folgt:
 - Von der Erde aus sieht man nur die scheinbare Helligkeit eines Sterns
 - Aber ein Stern kann:
 - wirklich schwach sein und nah oder
 - sehr hell sein und weit entfernt
- Die Cepheiden lieferten nun genau diese Zusatzinformation:
 - Man misst die Dauer des Helligkeitsschwankens
 - Daraus kennt man die wahre Leuchtkraft des Sterns
 - Dann vergleicht man:
 - wahre Leuchtkraft
 - beobachtete Helligkeit
- Fazit: wenn ein Stern trotz großer tatsächlicher Leuchtkraft nur schwach erscheint, muss er weit entfernt sein

Henrietta Swan Leavitt (1868–1921)

- Mit ihrer Arbeit ermöglichte sie dem Astronomen Edwin Hubble in 1923 nachzuweisen, dass die Andromeda Galaxis weit außerhalb der Milchstraße liegt
- Bis dahin war wurde die Milchstraße auch als alleinstehende Welteninsel angesehen
- Leavitt entdeckte vier Novae und über 2.400 neue veränderliche Sterne
- Außerdem entwickelte sie eine neue photographische Messtechnik, die 1913 internationale Anerkennung fand und unter dem Namen Harvard-Standard bekannt ist
- Sie war Mitglied in diversen Verbindungen: Phi Beta Kappa, American Association of University Women, American Astronomical and Astrophysical Society, American Association for the Advancement of Science und Ehrenmitglied der American Association of Variable Star Observers
- 1921 starb Henrietta Swan Leavitt an Krebs
- Der 1973 entdeckte Asteroid (5383) Leavitt und der Mondkrater Leavitt tragen ihren Namen



Henrietta Swan Leavitt in älteren Jahren
(Quelle: Wikipedia)

Weibliche Computer beim Mercury- und Apollo-Programm

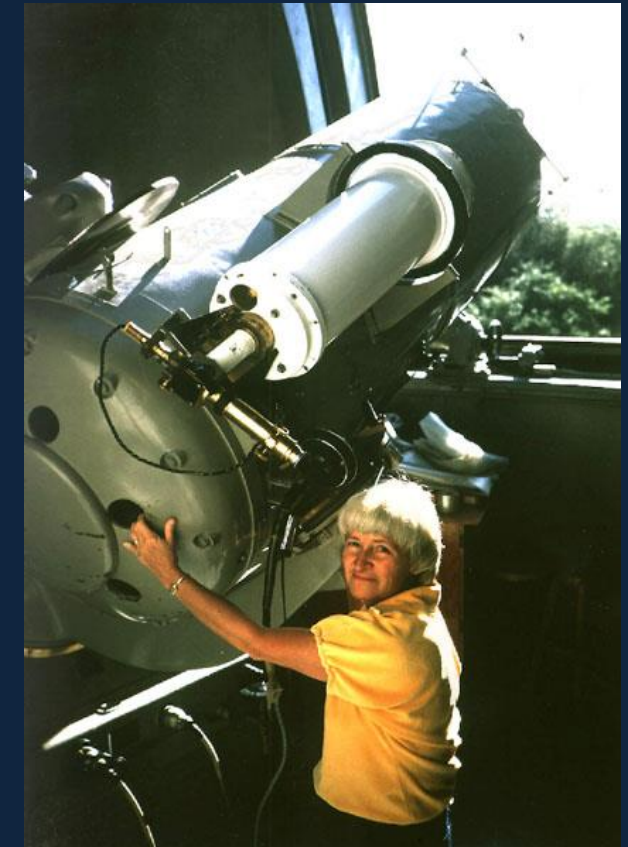
- Der Film „Hidden Figures – Unerkannte Heldinnen“ erzählt die wahre Geschichte der weiblichen afroamerikanischen Mathematikerinnen (Computer):
 - Katherine Johnson
 - Dorothy Vaughan
 - Mary Jackson
- Diese unterstützten die Ingenieure bei ihren Berechnungsarbeiten in den frühen 1960er Jahren
- Flugbahnen für die bemannte Raumfahrt wurden in der Abteilung Space Task Group berechnet
- Da es in dem Gebäude keine Toiletten für schwarze Frauen gab, muss Katherine Johnson mehrmals täglich zum Gebäude ihrer alten Arbeitsstätte gehen, das 45 min weit entfernt war
- Sie lernten hier als erste den Maschinencode für den Betrieb der neu installierten Computer von IBM, der für deren Programmierung notwendig war



Filmposter von „Hidden Figures“

Carolyn Shoemaker (1929-2021)

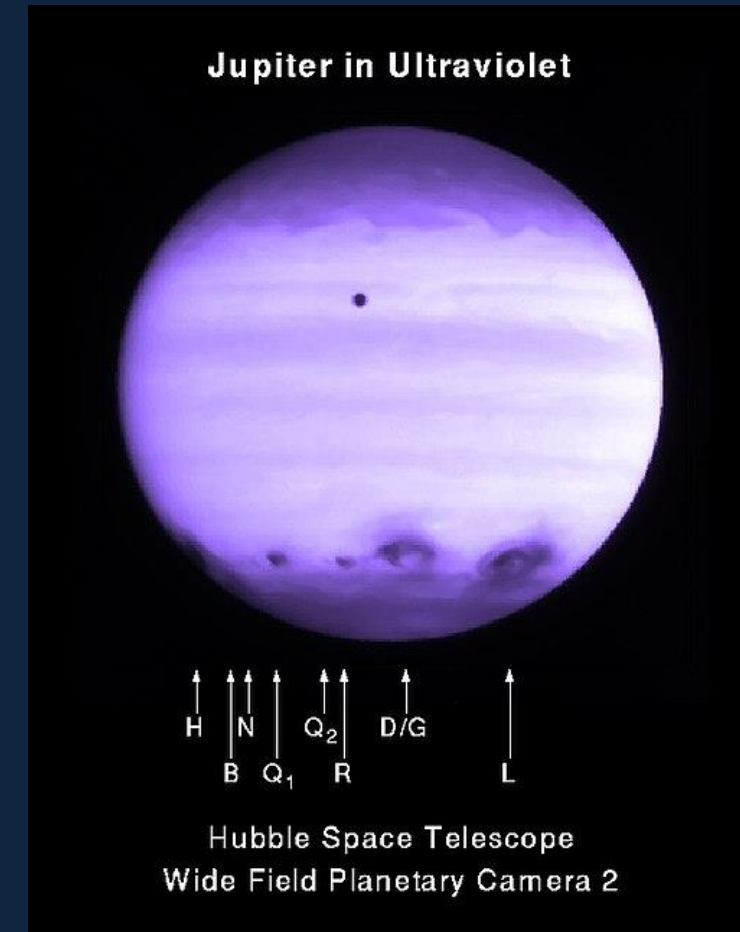
- Carolyn Jean Spellmann Shoemaker wurde am 24. Juni 1929 in Gallup, New Mexico geboren
- Ihre Karriere in der Astronomie begann 1980, als sie gemeinsam mit ihrem Mann, dem Geologen, Impaktforscher und Astronomen Eugene Shoemaker und mit David H. Levy am Palomar-Observatorium nach Asteroiden und Kometen suchte, die die Umlaufbahn der Erde kreuzen
- Sie benutzte ein Stereoskop, um Filme, die mit dem 46-cm-Schmidt-Teleskop belichtet wurden, nach Objekten zu untersuchen, die sich vor dem Hintergrund der Fixsterne bewegten
- Ihren ersten Kometen fand sie im Jahre 1983
- Von der Northern Arizona University in Flagstaff sowie von der Saint Mary's University Halifax erhielt sie jeweils einen Ehrendoktor und 1996 die Exceptional Scientific Achievement Medal von der NASA



Carolyn Shoemaker am 46-cm-Schmidt-Teleskop des Palomar-Observatoriums (1986)

Komet Shoemaker-Levy 9 (SL9)

- Die offizielle Bezeichnung von SL9 ist D/1993 F2 (Shoemaker-Levy)
- Seine Bruchstücke tauchten im Juli 1994 in den Planeten Jupiter ein
- Er erhielt seinen Namen, weil er der neunte kurzperiodische Komet war, der von Carolyn und Eugene Shoemaker zusammen mit David H. Levy entdeckt wurde
- Der Komet wurde erstmals auf einem Foto nachgewiesen, das am 24. März 1993 mit einem 46-cm-Schmidt-Teleskop am Mount-Palomar-Observatorium in Kalifornien aufgenommen wurde
- Der Japaner Shuichi Nakano sagte den erwarteten Zusammenstoß mit Jupiter als Erster voraus
- Zwischen dem 16. Juli und dem 22. Juli 1994 schlugen die Bruchstücke des Kometen SL9 in die südliche Hemisphäre von Jupiter mit einer Geschwindigkeit von 60 km/s ein (mit einer Energie von 50 Millionen Hiroshima-Bomben!)
- Dies war das erste Mal, dass die Kollision zweier Körper des Sonnensystems und die Auswirkungen eines solchen Impakts direkt beobachtet werden konnten



Dunkle Flecken in der Atmosphäre des Planeten Jupiter
(Quelle: Aufnahme vom 21. Juli 1994 (HST, NASA))

Carolyn Shoemaker (1929-2021)

- Bis zum Jahr 2002 wurde Carolyn Shoemaker die Entdeckung von insgesamt 32 Kometen und mehr als 800 Asteroiden zugeschrieben
- Damit ist die weltweit erfolgreichste Kometenjägerin
- 1996 wurde sie zudem in die American Academy of Arts and Sciences aufgenommen
- Zusammen mit ihrem Mann wurde sie außerdem 1998 mit der James Craig Watson Medal ausgezeichnet
- Eugene Shoemaker starb bei einem Autounfall im Jahr 1997, bei dem auch Carolyn schwer verletzt wurde
- Sie nahm nach ihrer Genesung ihre Arbeit am Lowell-Observatorium zusammen mit Levy aber wieder auf
- Carolyn Shoemaker starb am 13. August 2021 im Alter von 92 Jahren
- 1991 wurde der Asteroid (4446) Carolyn nach ihr benannt. Die Carolyn-Shoemaker-Formation im Gale-Krater (Mars) trägt ebenfalls ihren Namen



Carolyn Shoemaker mit ihrem Mann Eugene Shoemaker im Jahr 1994 (Quelle: The New York Times, 2021)

Vera Florence Cooper Rubin (1928-2016)

- Vera Rubin war eine US-amerikanische Astronomin, die sich vorwiegend mit der Erfassung der Verteilung der Dunklen Materie beschäftigte
- Sie besuchte das Vassar College (Bachelor-Abschluss 1948), die Cornell University (Master-Abschluss 1951) und promovierte 1954 bei George Gamow an der Georgetown University
- Schon in dieser Zeit beschäftigte sie sich mit der großräumigen Verteilung von Galaxien und den durch die Expansion des Universums überlagerten Bewegungen von Galaxienhaufen
- Von 1965 an arbeitete sie an der Carnegie Institution of Washington (Department of Terrestrial Magnetism), wo ihre Zusammenarbeit mit Kent Ford begann
- Mit den damals neuesten Spektrographen (gebaut von Ford) begann sie mit Ford, die inneren Bewegungen von Galaxien bis in ihre schwachen äußeren Gebiete zu untersuchen
- Dabei stießen sie bei der Beobachtung des Andromeda-Nebels auf erste Hinweise für Dunkle Materie: weiter außen umlaufenden Sterne bewegen sich schneller, als es die zugehörigen Newtonschen Gravitationskräfte der inneren Massen zulassen!



Vera Rubin bei der Messung von Spektren im Jahr 1974 in der Abteilung für terrestrischen Magnetismus der Carnegie Institution in Washington, D.C.
(Quelle: Wikipedia)

Vera Florence Cooper Rubin (1928-2016)

- Besondere Aufmerksamkeit hatte Rubin der Rolle von Frauen in der Wissenschaft gewidmet
- *„Ich lebe und arbeite mit drei Grundannahmen:*
 1. *Es gibt in der Wissenschaft kein Problem, das von einem Mann gelöst werden kann, das nicht auch von einer Frau gelöst werden kann.*
 2. *Weltweit ist die Hälfte aller Gehirne in Frauen.*
 3. *Wir alle brauchen die Erlaubnis, Wissenschaft zu betreiben, aber aus Gründen, die tief in der Geschichte verwurzelt sind, wird diese Erlaubnis häufiger an Männer als an Frauen erteilt.“*
- Ihr selbst war noch der Zugang zur Princeton University und zum Mt. Palomar Observatorium (wegen „fehlender Sanitäreinrichtungen“) verweigert worden
- 2020 wurde ihr posthum eine besondere Ehrung zuteil, indem die National Science Foundation das Vera C. Rubin Observatory in Chile nach ihr benannt hat



Vera Rubin im Jahr 2009
(Quelle: Wikipedia)

Vera C. Rubin Observatory

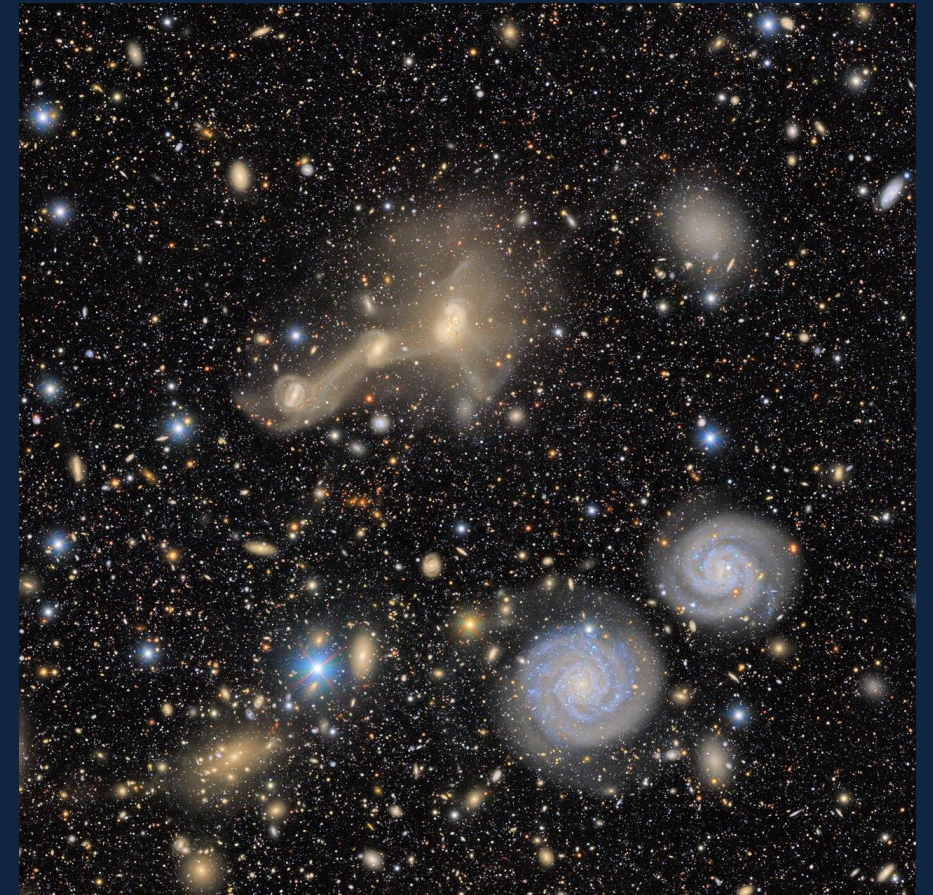
- Das Vera C. Rubin Observatory (ursprünglich: Large Synoptic Survey Telescope – LSST) ist in der Lage den zugänglichen Himmel in drei Nächten komplett zu erfassen
- Standort des Teleskops ist der 2.682 m hohe El-Peñón-Gipfel des Cerro Pachón im nördlichen Chile
- In Nachbarschaft befinden sich das Gemini-South-Teleskop, das SOAR-Teleskop und die CTIO-Teleskope
- Es unterscheidet sich von anderen Teleskopen dieser Größe durch seinen sehr großen Bildwinkel mit einem Durchmesser von 3,5 Grad
- Im Vergleich dazu haben Mond und Sonne von der Erde aus betrachtet einen Durchmesser von ungefähr 0,5 Grad



Vera Rubin im Jahr 2009 (Quelle: Wikipedia)

Vera C. Rubin Observatory

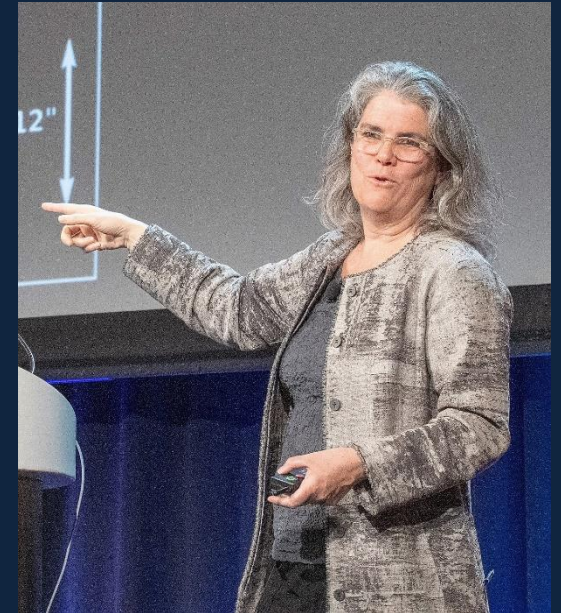
- Die Untersuchungsziele sind vor allem:
 - Die Vermessung von schwachen Gravitationslinsen, um Dunkle Energie und Dunkle Materie zu finden
 - Die Kartografierung kleiner Objekte im Sonnensystem (insbesondere erdnahe Asteroiden und Objekte aus dem Kuiper-Gürtel) sowie die Gewinnung von Daten, die mit dem Überwachungssystem Sentry ausgewertet werden
 - Die Beobachtung kurzzeitiger Ereignisse wie Novae und Supernovae
 - Die Kartografierung der Milchstraße
- Es wird erwartet, dass das Rubin Observatory in einer 10 Jahre langen Himmeldurchmusterung u. a. bis zu 20 Milliarden bislang unbekannte Galaxien und Sterne sowie bis zu 5 Millionen Asteroiden entdeckt



Aufnahme des Virgo-Galaxienhaufens aus den ersten veröffentlichten Aufnahmen (Quelle: Wikipedia)

Andrea Mia Ghez (1965*)

- Andrea Mia Ghez ist eine US-amerikanische Astronomin
- Ihr wurde 2020 für die Entdeckung des Schwarzen Lochs im Zentrum der Milchstraße zusammen mit Reinhard Genzel eine Hälfte des Nobelpreises für Physik zuerkannt
- Ghez wuchs in Chicago auf und besuchte die University of Chicago Lab School
- Die Mondlandungen des Apollo-Programms inspirierten sie dazu, die erste weibliche Astronautin werden zu wollen
- Sie begann mit dem Hauptfach Mathematik, wechselte aber zur Physik
- Ghez studierte Physik am Massachusetts Institute of Technology (Bachelor 1987) und am California Institute of Technology (Master 1989)
- Ihre Promotion erhielt sie 1992 ebenfalls am Caltech
- Seit 2000 ist sie Professorin für Astronomie an der University of California, Los Angeles (UCLA)



Andrea Ghez, 2019
(Quelle: Wikipedia)

Interessensverbände und Aktivitäten für Frauen

- **CEWS** vom Leibniz-Institut: Kompetenzzentrum für „Frauen in Wissenschaft und Forschung“
- **Internationale Astronomische Union (IAU):**
 - „Women in Astronomy“ (Working Group)
 - “Women and Girls in Astronomy” (ganzjähriges Thema)
 - “Women of Solar Physics” (einmaliger Event)
- **DPG - AK Chancengleichheit** (779 Mitglieder): „Physikerin der Woche“
- **Astronomische Gesellschaft (AG):**
 - Arbeitskreis Astro-Frauen-Netzwerk (AFN): Interessensvertretung der Astrophysikerinnen
 - Caroline-Herschel-Medaille: gemeinsamer Preis mit der Royal Astronomical Society



Es gibt viele Aktivitäten auf verschiedenen Ebenen

Bekannte Astronominnen im Amateurbereich (1)

- Sophie Paulin (www.lechfeld-fotografie.de): „Mir wurde von Anfang an vermittelt, dass Wissenschaft und Technik spannend sind und ich das alles lernen und verstehen kann.“
- Dany Herzberg (www.instagram.com/dany_herzberg/): „ ...ob ich nachts Angst hätte? Das kann ich klar mit Nein beantworten.“
- Simone Weiß (www.nachhaltig.at): „... machen wir selbst Unterschiede, wen wir wahr- oder ernstnehmen? ... Für mich persönlich sind es aber gerade nicht die Unterschiede, sondern das Vereinende, das ... im Vordergrund steht.“
- Anne Keller (www.deepsky-schoenebeck.de): „Astronomie ist für viele Kinder „cool“, aber den jungen Mädels werden hauptsächlich die typischen Mädchensachen zugetraut oder vorgelebt.“



Bekannte Astronominnen im Amateurbereich (2)



Sophie Paulin

- Sophie Paulin
 - Deep-Sky-Fotografie
 - Planetenfotografie



Simone Weiß

- Simone Weiß
 - Nightscape-Fotografie
 - Landschaftsaufnahmen



Dany Herzberg

- Dany Herzberg
 - Polarlicht-Fotografie
 - Nightscape-Fotografie
 - Timelaps

Abschließende Zitate (1)

- Williamina Fleming zur Gleichstellung von Frauen:

„Zwar können wir nicht behaupten, dass die Frau dem Manne in jeder Hinsicht ebenbürtig ist, doch ist sie ihm in vielen Angelegenheiten aufgrund ihrer Geduld, ihrer Beharrlichkeit und ihrer Methode überlegen. Aus diesem Grund wollen wir hoffen, dass sie sich in der Astronomie die heute ein weites Feld für die Tätigkeit und das Geschick der Frau eröffnet, zumindest als ihm ebenbürtig erweist.“

Williamina Fleming bekam ein Jahresgehalt von 1.500 Dollar, im Gegensatz zu ihren männlichen Kollegen, die 2.500 Dollar erhielten. Der einzige Kritikpunkt, den sie gegenüber Edward Pickering hatte.

Abschließende Zitate (2)

- Caroline Herschel über Ihren Bruder Friedrich Wilhelm Herschel im Jahr 1773:
„... und zur Erholung sprechen wir über Astronomie ...“
- Vera Florence Cooper Rubin äußerte sich zum beobachtbaren Nachweis von Dunkler Materie und Ihrer Verteilung wie folgt: *„Niemand hat uns je gesagt, dass jede Materie strahlt. Wir haben einfach angenommen, dass sie es tut.“*
- Vor den Jupiter-Einschlägen fragte ein Reporter Carolyn Shoemaker, was passieren würde, wenn alle Kometenfragmente stattdessen auf die Erde trafen. Sie antwortete: *„Wir würden alle sterben“*. Der Interviewer erklärte, dies sei für eine Kindersendung, und stellte die Frage erneut. Carolyns zweite Antwort: *„Es wäre uns allen sehr unangenehm.“*

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Pickerings Harem im Jahr 1918: Ida Woods, Eva Leland, Florence Cushman, Grace Brooks, Mary H. Vann, Henrietta Leavitt, Mollie O'Reilly, Mabel Gill, Alta Carpenter, Annie Jump Canon, Dorothy Block, Arville Walker, Mr. Hinckley, Prof. King (von links nach rechts), Quelle: Harvard University Archives / UAV 630.271 (391)

www.detken.net



Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V.

www.avl-lilienthal.de