Abbildungsverzeichnis

[Abbildung 1 Sonnensystem schematisch 4](#_Toc178095162)

[Abbildung 2 Sonnensystem Überblick 5](#_Toc178095163)

[Abbildung 3 Merksprüche www.praxistipps.chip.de 5](#_Toc178095164)

[Abbildung 4 Radarbild Florence, NASA, JPL 6](#_Toc178095165)

[Abbildung 5 die Entfernungen einiger erdnaher Asteroiden, eigenes Bild 6](#_Toc178095166)

[Abbildung 6 Kuipergürtel, Canada-France-Hawaii Telescope, Alex Parker OSSOS team 7](#_Toc178095167)

[Abbildung 7 die größten bisher bekannten TNOs, CC Photo, Wikimedia Commons 8](#_Toc178095168)

[Abbildung 8 Oortsche Wolke Wikipedia, abenteuer-astronomie.de 9](#_Toc178095169)

[Abbildung 9 die größten TNOs ihre großen Halbachsen und die Bahnneigung, Eurocommuter, Wikimedia Commons 9](#_Toc178095170)

[Abbildung 10 die Bereiche des Sonnensystems, NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC-Caltech) 10](#_Toc178095171)

[Abbildung 11 Quelle und Grafik Wikipedia 11](#_Toc178095172)

[Abbildung 12 Mondumlaufbahn und Ekliptik, eigenes Bild 12](#_Toc178095173)

[Abbildung 13 Schattenwurf der Erde natürlich nicht maßstabsgetreu, eigenes BIld 12](#_Toc178095174)

[Abbildung 14 Schatten von Erde und Mond, Ben-Zin, Wikipedia, CC BY-SA 3.0 13](#_Toc178095175)

[Abbildung 15 Erde, Sonne und Mond bei Halbmond, eigenes Bild 13](#_Toc178095176)

[Abbildung 16 Skizze ähnliche Dreiecke, eigenes Bild 14](#_Toc178095177)

[Abbildung 17 Skizze Bestimmung der Entfernung Erde - Sonne, eigenes Bild 15](#_Toc178095178)

[Abbildung 18 Winkeldurchmesser Sonne, eigenes Bild 16](#_Toc178095179)

[Abbildung 19 neue Werte, eigenes BIld 16](#_Toc178095180)

[Abbildung 201 Sinussatz, eigenes Bild 17](#_Toc178095181)

[Abbildung 21 neue Werte, eigenes Bild 18](#_Toc178095182)

[Abbildung 22 Karte Ägypten, Google Maps 19](#_Toc178095183)

[Abbildung 23 Skizze Eratosthenes, eigenes Bild 20](#_Toc178095184)

[Abbildung 24 Bestimmung des Sonnenradius, eigenes BIld 21](#_Toc178095185)

[Abbildung 25 obere und untere Konjunktion und Opposition 23](#_Toc178095186)

[Abbildung 26 Skizze zur Berechnung der siderischen Umlaufzeit, eigenes Bild 24](#_Toc178095187)

[Abbildung 27 die Umlaufzeiten der Planeten, Wikipedia 26](#_Toc178095188)

[Abbildung 28 ausgewählte Daten der acht Planeten, Wikipedia 26](#_Toc178095189)

[Abbildung 29 Kräfte auf einer Kreisbahn, eigenes Bild 27](#_Toc178095190)

[Abbildung 30 Beschleunigung im rotierenden System, eigenes Bild 29](#_Toc178095191)

[Abbildung 31 Bestimmung der Jupitermasse, eigenes BIld 31](#_Toc178095192)

[Abbildung 32 Strahlungsleistung und Abstand, eigenes Bild 32](#_Toc178095193)

[Abbildung 33 Messung der Strahlungsleistung der Sonne, eigenes Bild 33](#_Toc178095194)

[Abbildung 34 Double-alaskan-rainbow.jpg: Eric Rolph derivative work, CC BY-SA 2.5 35](#_Toc178095195)

[Abbildung 35 Versuchsskizze Prismenspektrum 36](#_Toc178095196)

[Abbildung 36 Spektrum einer Glühlampe 36](#_Toc178095197)

[Abbildung 37 berechnetes Spektrum einer Glühlampe, Planck.exe, Matthias Borchardt 37](#_Toc178095198)

[Abbildung 38 Strahlungsleistung eines Wärmestrahlers bei 1700K, Matthias Borchardt, Planck.exe 38](#_Toc178095199)

[Abbildung 39 gesamtes elektromagnetisches Spektrum, Wikipedia 38](#_Toc178095200)

[Abbildung 40 Sonnenspektrum gefaltet, NASA 41](#_Toc178095201)

[Abbildung 41 Fraunhoferlinien, Wikipedia 42](#_Toc178095202)

[Abbildung 42 Fraunhofer Linien, Wikipedia 42](#_Toc178095203)

[Abbildung 43 Wasserstofflinien 43](#_Toc178095204)

[Abbildung 44 Spektrum einer Quecksilberdampflampe, Wikipedia 43](#_Toc178095205)

[Abbildung 45 Spektrum von Stickstoff, Kohlenstoff und Iridium, gemeinfrei 43](#_Toc178095206)

[Abbildung 46 Entstehung der Fraunhoferlinien, eigenes Bild 44](#_Toc178095207)

[Abbildung 47 Sonne mit Sonnenflecken, NASA 44](#_Toc178095208)

[Abbildung 48 Skizze Randverdunklung, nach Wikipedia 45](#_Toc178095209)

[Abbildung 49 Sonnenkorona von Luc Viatour / https://Lucnix.be 45](#_Toc178095210)

[Abbildung 50 Aufbau der Sonne, eigenes BIld 46](#_Toc178095211)

[Abbildung 51 Annihilation von Elektron und Positron, eigenes Bild 47](#_Toc178095212)

[Abbildung 52 elektromagnetische Spektrum, Wikipedia 47](#_Toc178095213)

[Abbildung 53 Aufbau der Sonne angelehnt an Material der Siemens Stiftung mint 2017 49](#_Toc178095214)

[Abbildung 54 Abhängigkeit der mittleren Geschwindigkeit von der Temperatur, erzeugt mit Phet, gas-properties 52](#_Toc178095215)

[Abbildung 55 Kernpotenzial schematisch,eigenes Bild 53](#_Toc178095216)

[Abbildung 56 elektromagnetisches Spektrum, Wikipedia 54](#_Toc178095217)

[Abbildung 57 Granulation und Sonnenfleck, NASA 55](#_Toc178095218)

[Abbildung 58 Plancksche Strahlungskurve der Sonne, erzeugt mit Planck.exe, Matthias Borchardt 56](#_Toc178095219)

[Abbildung 59 die Daten des Planeten Merkur, Wikipedia 57](#_Toc178095220)

[Abbildung 60 Vergleich Erde – Merkur, NASA 57](#_Toc178095221)

[Abbildung 61 Merkur mit Calorisbecken oben 59](#_Toc178095222)

[Abbildung 62 Mosaik der Merkuroberfläche aus Aufnahmen der Messengersonde NASA 59](#_Toc178095223)

[Abbildung 63 innerer Aufbau Merkur, Wikipedia 59](#_Toc178095224)

[Abbildung 64 Venus Daten, Wikipedia 60](#_Toc178095225)

[Abbildung 65 Venustransit 8.6.2004 nach Thomas Tuchan Sternwarte Laupheim 60](#_Toc178095226)

[Abbildung 66 Drehrichtung Venus 61](#_Toc178095227)

[Abbildung 67 Drehrichtung Erde 61](#_Toc178095228)

[Abbildung 68 Schichten der Venusatmosphäre, Wikipedia 62](#_Toc178095229)

[Abbildung 69 ein Brief, Hayden Observatory 62](#_Toc178095230)

[Abbildung 70 Venusoberfläche, The Planetary Society, https://th.bing.com/th/id/R.3fb9e279f3819c123982167f99295cf0?rik=TXPqM%2fgXDTLIxg&riu=http%3a%2f%2fplanetary.s3.amazonaws.com%2fassets%2fimages%2f2-venus%2f20150305\_veneracombof.jpg&ehk=WH9YEXyOJhyQINiyVlmLl33jqobrH4pRrPoFnV 63](#_Toc178095231)

[Abbildung 71 Venusoberfläche, NASA Ames Reseach Center, U.S Geological Survey, Messachusetts Institute of Technology 64](#_Toc178095232)

[Abbildung 72 Venusoberfläche, NASA, JPL 64](#_Toc178095233)

[Abbildung 73 Radarbild von Aine coronae (große runde Struktur) und einige pfannenkuchenartge Lavadome, NASA, JPL 65](#_Toc178095234)

[Abbildung 74 Innerer Aufbau der Venus mit Kruste, Mantel und Kern NASA (original), gemeinfrei 65](#_Toc178095235)

[Abbildung 75 Simulation der Feldlinien eines planetaren Magnetfeldes, Gary Glatzmeier Los Alamos National Laboratory 66](#_Toc178095236)

[Abbildung 76 Copyright ESA/HFP/DLR 67](#_Toc178095237)

[Abbildung 77 Beulen und Dellen der Erde, ESA, Universität Kiel 68](#_Toc178095238)

[Abbildung 78 Energieströme auf der Erde, Kiehl und Trenberth 68](#_Toc178095239)

[Abbildung 79 Aufbau der Erde mit freundlicher Genehmigung von www.guruma.de (Asthalter) 69](#_Toc178095240)

[Abbildung 80 Wie nützen wir die Erdoberfläche, OurWorldindata.org 70](#_Toc178095241)

[Abbildung 81 Mondrückseite NASA 71](#_Toc178095242)

[Abbildung 82 Mondvorderseite NASA 71](#_Toc178095243)

[Abbildung 83 Von Peter Freiman, photograph by Gregory H. Revera - Remake of File:FullMoon2010.jpg, CC BY-SA 3.0 72](#_Toc178095244)

[Abbildung 84 Landeplätze der Mondmissionen, NASA 73](#_Toc178095245)

[Abbildung 85 innerer Aufbau des Mondes, Wikipedia 74](#_Toc178095246)

[Abbildung 86 Viking 1 Lander, NASA, JPL-Caltech 75](#_Toc178095247)

[Abbildung 87 Viking Lander Image 12B085, NASA 76](#_Toc178095248)

[Abbildung 88 Sojourner und Yogi NASA/JPL 76](#_Toc178095249)

[Abbildung 89 Marsrover Curiosity, NASA 76](#_Toc178095250)

[Abbildung 90 Marsgesicht, HIRISE 2007 77](#_Toc178095251)

[Abbildung 91 Marsgesicht, NASA 77](#_Toc178095252)

[Abbildung 92 NASA Martian Face Viking 78](#_Toc178095253)

[Abbildung 93 Totenkopf, Curiosity, NASA 78](#_Toc178095254)

[Abbildung 94 Marsmännchen, Curiosity, NASA 78](#_Toc178095255)

[Abbildung 95 Staubsturm NASA 79](#_Toc178095256)

[Abbildung 96 Aufnahme eines Staubsturms Marsexpress DLR 79](#_Toc178095257)

[Abbildung 97 Tharsis Vulkane und Valles Marineris NASA 80](#_Toc178095258)

[Abbildung 98 Vergleich der Gipfelhöhen von Olympus Mons, Mount Everest und Mauna Kea 80](#_Toc178095259)

[Abbildung 99 Olympus Mons, MOLA, NASA 81](#_Toc178095260)

[Abbildung 100 Hellas Planitia, NASA 81](#_Toc178095261)

[Abbildung 101 Phobos NASA 82](#_Toc178095262)

[Abbildung 102 Deimos NASA 82](#_Toc178095263)

[Abbildung 103 Umlaufbahnen der Marsmonde CC BY-SA 3.0 83](#_Toc178095264)

[Abbildung 104 Skizze nicht maßstabsgetreu 84](#_Toc178095265)

[Abbildung 105 Skizze nicht maßstabsgetreu 84](#_Toc178095266)

[Abbildung 106 9 Kilometer Krater Stickney auf Phobos Mars Reconnaissance Obiter 2008, NASA 88](#_Toc178095267)

[Abbildung 107 Größenvergleich von Mars und Erde NASA gemeinfrei 89](#_Toc178095268)

[Abbildung 108 schematischer, innerer Aufbau Mars,NASA / JPL / Caltech 89](#_Toc178095269)

[Abbildung 109 Asteroidengürtel, gemeinfrei 91](#_Toc178095270)

[Abbildung 110 Verteilung der Objekte senkrecht zur Ekliptik, CC BY-SA 3.0 92](#_Toc178095271)

[Abbildung 111 Abbildung 67 Dawn Weg zum Ziel, CCO 93](#_Toc178095272)

[Abbildung 112 Vesta, NASA, JPL 93](#_Toc178095273)

[Abbildung 113 Höhenverteilung Vesta, NASA, gemeinfrei 94](#_Toc178095274)

[Abbildung 114 Ceres aus großer Entfernung 95](#_Toc178095275)

[Abbildung 115 Ceres aus 13000km Entfernung, NASA JPL 96](#_Toc178095276)

[Abbildung 116 innerer Aufbau Ceres, gemeinfrei 96](#_Toc178095277)

[Abbildung 117 Occator, NASA JPL 96](#_Toc178095278)

[Abbildung 118 Occator, NASA JPL 96](#_Toc178095279)

[Abbildung 119 Kyrovulkan Cerealia Tholus, NASA, JPL 97](#_Toc178095280)

[Abbildung 120 Cerealia Tholus, NASA JPL 97](#_Toc178095281)

[Abbildung 121 Venusdurchgang Thierry Legault 98](#_Toc178095282)

[Abbildung 122 Temperatur- und Druckverlauf Jupiter, Spektrumverlag 100](#_Toc178095283)

[Abbildung 123 Jupiter HST NASA 100](#_Toc178095284)

[Abbildung 124 Phasendiagramm, gemeinfrei 101](#_Toc178095285)

[Abbildung 125 Ethan am Tripelpunkt, Dr. Sven Horstmann LTP-Oldenburg 101](#_Toc178095286)

[Abbildung 126 Die 4 Galileischen Monde Foto von Siegfried Emhöfer 103](#_Toc178095287)

[Abbildung 127 die vier Galileischen Monde, eigenes Bild 103](#_Toc178095288)

[Abbildung 128 Io, Raumsonde Galileo aus 130000km Entfernung, NASA 104](#_Toc178095289)

[Abbildung 129 Tupan Patera, ein vulkanischer Schlot mit 75km Durchmesser, gefüllt mit flüssigem Schwefel, NASA 104](#_Toc178095290)

[Abbildung 130 Abbildung 69 Jupitermond Europa, ESA, NASA 104](#_Toc178095291)

[Abbildung 131 Aufbau Europa, Wikipedia 105](#_Toc178095292)

[Abbildung 132 Berechnung der Kugelschicht, eigenes Bild 106](#_Toc178095293)

[Abbildung 133 Jupitermond Ganymed, aufgenommen von der Raumsonde Juno im Juni 2021 NASA 107](#_Toc178095294)

[Abbildung 134 Modell von Ganymeds innerem Aufbau (2014) mit mehreren Ozeanen und Eisformen (englische Beschriftung) NASA 107](#_Toc178095295)

[Abbildung 135 Modell des Magnetfeldes von Ganymed als Überlagerung des Jupiterfeldes und des eigenen Dipolfeldes während des Vorbeiflugs G1 der Raumsonde Galileo Gemeinfrei 108](#_Toc178095296)

[Abbildung 136 Wasserstoffperoxid auf Ganymed, Cornell Samatha Trumbo 108](#_Toc178095297)

[Abbildung 137 Callisto NASA/JPL/DLR(German Aerospace Center) - http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA03456 Gemeinfrei 109](#_Toc178095298)

[Abbildung 138 Ringe des Jupiters NASA/JPL/Cornell University - http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA01627 gemeinfrei 109](#_Toc178095299)

[Abbildung 139 Bahnhalbachsen der äußeren Jupitermonde (Abszịsse, in Mio. km) CC BY-SA 3.0 110](#_Toc178095300)

[Abbildung 140 Umlaufbahnen der Jupitermonde Carnegie Inst. for Science / Roberto Molar Candanosa 110](#_Toc178095301)

[Abbildung 141 Zeichnung von Galileo Galilei 111](#_Toc178095302)

[Abbildung 142 Saturn 2020 Hubble Space Telescope, NASA 111](#_Toc178095303)

[Abbildung 143 Saturn, NASA 112](#_Toc178095304)

[Abbildung 144 Jupiter, NASA 112](#_Toc178095305)

[Abbildung 145 Jupiter 113](#_Toc178095306)

[Abbildung 146 Saturn, angefragt scientific american 113](#_Toc178095307)

[Abbildung 147 Bild ersetzen, Hurt 114](#_Toc178095308)

[Abbildung 148 Sichtbarkeit des Saturnring, zusammengestellt von Tom Ruen, CC-BY-SA 3.0 115](#_Toc178095309)

[Abbildung 149 Saturnringe NASA/JPL/CALTECH 116](#_Toc178095310)

[Abbildung 150 Bezeichnung der Saturnringe NASA/JPL/CALTECH 116](#_Toc178095311)

[Abbildung 151 Schäferhundmonde NASA/JPL/CALTECH 117](#_Toc178095312)

[Abbildung 152 Ringe, Teilungen und Monde NASA/JPL/CALTECH 117](#_Toc178095313)

[Abbildung 154 künstlerische Darstellung des Staubrings des Saturn - Gemeinfrei 119](#_Toc178095314)

[Abbildung 153 Größenvergleich Saturnmonde NASA/JPL/CALTECH 119](#_Toc178095315)

[Abbildung 156 Größenvergleich Erde Titan (unten) Erdmand (oben) Wikipedia 119](#_Toc178095316)

[Abbildung 155 Titan im sichtbaren Licht Cassini 2009 NASA/JPL/Space Science Institut 119](#_Toc178095317)

[Abbildung 159 Aufbau der Erdatmosphäre 120](#_Toc178095318)

[Abbildung 158 Schichten der Titanatmosphäre Kelvinsong, CC BY-SA 3.0 120](#_Toc178095319)

[Abbildung 157 Infrarotbilder der Oberfläche von Titan NASA/JPL/Caltech 120](#_Toc178095320)

[Abbildung 160 Vergeich der Atmosphäre von Erde und Titan Gemeinfrei 121](#_Toc178095321)

[Abbildung 161 Radarbild Polregion auf Titan Cassini/NASA 122](#_Toc178095322)

[Abbildung 162 Berge und Schluchten auf Titan ESA/NASA/JPL-Caltech/Univ. of Arizona 122](#_Toc178095323)

[Abbildung 163 Landeplatz Huygens ESA/NASA/JPL/University of Arizona 122](#_Toc178095324)

[Abbildung 164 innerer Aufbau Titan Gemeinfrei 123](#_Toc178095325)

[Abbildung 165 Saturns äußere Monde Eurocommuter CC BY-SA 3.0 123](#_Toc178095326)

[Abbildung 166 Uranus Voyager 2 1986 gemeinfrei 124](#_Toc178095327)

[Abbildung 167 Orientierung der Rotationsachse, NASA, ESA, and A. Feild (STScI) 125](#_Toc178095328)

[Abbildung 168 Südhalbkugel, Voyager 2, Januar 1986, NASA 126](#_Toc178095329)

[Abbildung 169 Ariel, Voyager 2, NASA 126](#_Toc178095330)

[Abbildung 170 Umbriel, Voyager 2 127](#_Toc178095331)

[Abbildung 171 Ttania, Voyager 2, 1986 127](#_Toc178095332)

[Abbildung 172 Oberon, Voyager 2, 1986, NASA 128](#_Toc178095333)

[Abbildung 173 innerer Aufbau Uranus, gemeinfrei 129](#_Toc178095334)

[Abbildung 174 Quadrupolmagnetfeld des Uranus 129](#_Toc178095335)

[Abbildung 175 Aufnahme der Uranusringe, Voyager 2, Falschfarbenbild, gemeinfrei 130](#_Toc178095336)

[Abbildung 176 Uranusringe, gemeinfrei 130](#_Toc178095337)

[Abbildung 177 Neptun, NASA 132](#_Toc178095338)

[Abbildung 178 Aufbau Neptun, CC BY-SA 3.0 133](#_Toc178095339)

[Abbildung 179 Wirbelstürme auf Neptun, gemeinfrei 134](#_Toc178095340)

[Abbildung 180 Neptuns Ringe JWT 2022, gemeinfrei 134](#_Toc178095341)

[Abbildung 181 Neptuns Ringe 1989, gemeinfrei 134](#_Toc178095342)

[Abbildung 182 LeVerrier und Adamsring mit den Bögen Egalité, Fraternité und Liberté, gemeinfrei 135](#_Toc178095343)

[Abbildung 183 Ringsystem mit Schäferhundmonden, gemeinfrei 135](#_Toc178095344)

[Abbildung 184 Ringsystem mit Triton JWT, gemeinfrei NASA, ESA, CSA, IMAGE PROCESSING: J. DePasquale (STScI) 135](#_Toc178095345)

[Abbildung 185 Proteus, Voyager 2, 1989 gemeinfrei 136](#_Toc178095346)

[Abbildung 186 Triton, Voyager 2 1989, gemeinfrei 136](#_Toc178095347)

[Abbildung 187 Nizza-Modell der Entstehung des Sonnensytems, CCBY-SA 3.0 136](#_Toc178095348)

[Abbildung 188 die größten TNOs, CC SA-3.0 137](#_Toc178095349)

[Abbildung 189 Pluto der Planet mit Herz, NASA CC BY-SA 3.0 139](#_Toc178095350)

[Abbildung 190 Blick von Pluto über Charon zur Sonne, NASA/Southwest Research Institute/Alex Parker 140](#_Toc178095351)

[Abbildung 191 200km von Plutos Atmosphärechichte, Gegenlichtaufnahme New Horizons,gemeinfrei 140](#_Toc178095352)

[Abbildung 192 Aufbau von Pluto, NASA, gemeinfrei 140](#_Toc178095353)

[Abbildung 193 "Entdeckungsfoto Charon, gemeinfrei 141](#_Toc178095354)

[Abbildung 194 Charon, New Horizons, 2015,gemeinfrei 141](#_Toc178095355)

[Abbildung 195 New Horizons Flug durch das Plutosystem, NASA, gemeinfrei 142](#_Toc178095356)

[Abbildung 196 Kuiper-Gürtel, Wikipedia 142](#_Toc178095357)

[Abbildung 197 TNOs mit Entfernung und Neigungswinkel, CC BY-SA 3.0 142](#_Toc178095358)

[Abbildung 198 Eris mit Mons Dysnomia, HST, NASA, gemeinfrei 143](#_Toc178095359)

[Abbildung 199 die Umlaufbahn von Planet neun, CC BY-SA 4.0 145](#_Toc178095360)

[Abbildung 200 Lokale Blase, gemeinfrei………………………………………………………………………………..…………..149](#_Toc178095361)