

---

---

## WILHELM FOERSTER STERNWARTE E.V.

Munsterdamm 90 \* D-12169 Berlin \*

[www.wfs.berlin](http://www.wfs.berlin) (hier auf Veranstaltungen – Arbeitsgemeinschaften klicken)

[www.facebook.com/mondbeobachter.berlin](https://www.facebook.com/mondbeobachter.berlin)

E-mail: [mondbeobachter@planetarium-am-insulaner.de](mailto:mondbeobachter@planetarium-am-insulaner.de) (Hanke)

[sevenofnine62@gmx.de](mailto:sevenofnine62@gmx.de) (Bachmann)

---

---

### PROTOKOLL

#### DER 641. SITZUNG DER BERLINER MONDBEOBACHTER

12. Online-Sitzung via SKYPE, diesmal aus dem Seminarraum des Planetariums

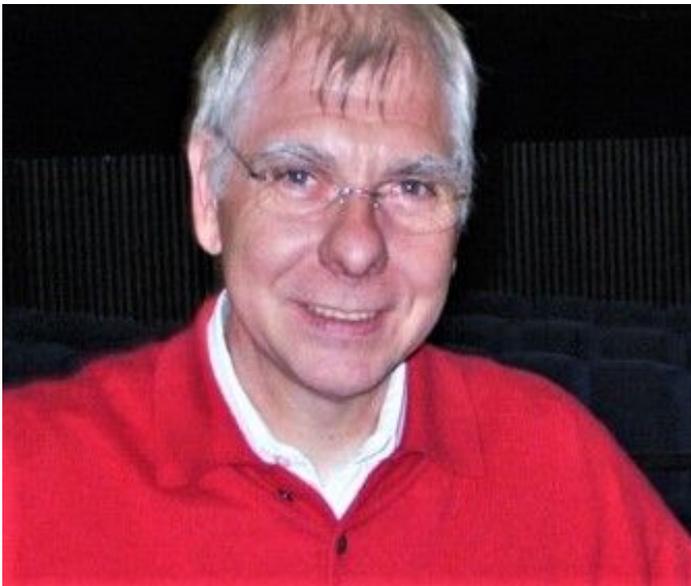
**Datum: 13. Dezember 2021**

Beginn: 20:00 Uhr

Ende: ca. 22:05 Uhr MEZ

Es sind 14 TeilnehmerInnen online anwesend:

Herr Albersmann, Frau Bachmann, Herr Bockshecker, Christoph, Dentel, Jost, Kaschub, Kiehl, Köpke, Kropp, Lerch, Meyer, Schepers, Schneider.



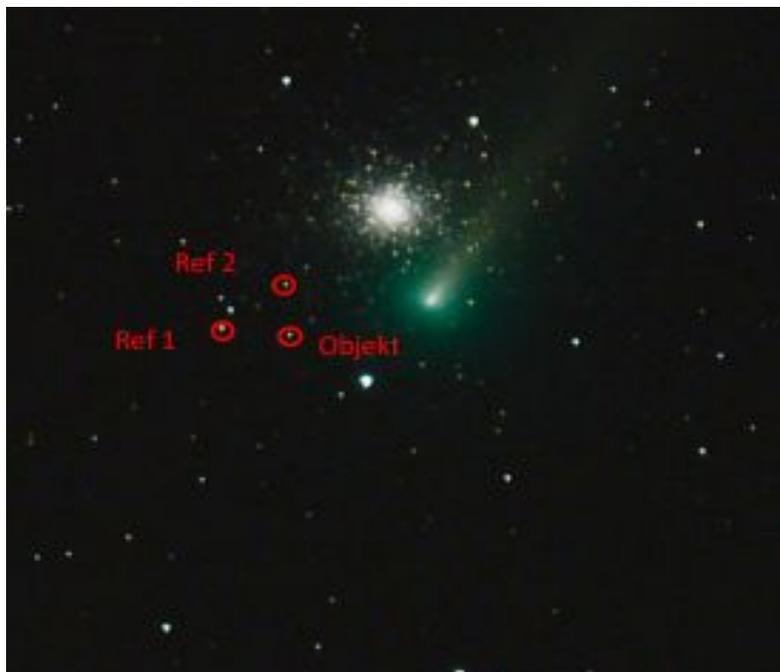
Zuerst erinnern wir heute an den Geburtstag unseres unvergessenen Leiters **Wilfried Tost**. Am 24.12. wäre er 69 Jahre alt geworden. Längst pensioniert, würde er ganz sicher den Mondbeobachtern seine volle Aufmerksamkeit schenken, uns mit informativen, lustigen Sitzungen und weihnachtlicher Vollmondtorte verwöhnen.

Protokoll 641, 13.12..021 - Seite 1 von 12





**Herr Kropp** sendet heute seinen Beitrag aus Spanien, wo es ihm gelungen ist, den Kometen **Leonhard** am Rand einer Halbwüste bei Tabernas festzuhalten. Er gibt eine Analyse der Bedeckung eines Hintergrundsterns durch den Schweif des Kometen.



**Bild 1:** erstes Bild der Reihe als Referenzbild mit ausgewerteten Sternen



**Bild 2: Stellung des Kometen 75 Minuten nach dem ersten Referenzbild, der Objektstern befindet sich neben dem Kometenkopf**

Abschwächung eines Hintergrundsternes durch Gas- und Staub-Emissionen des Kometen Leonard am 3.12.2021 beim Vorübergang an M3

Durchführung einer Serie von 110 Aufnahmen mit je 1min Belichtung mit QHY410c Kamera an APO 71/360mm

Zur Auswertung wurden je 3 aufeinanderfolgende Aufnahmen überlagert. Die überlagerte Aufnahme wurde mit dem Programm AstroArt 8 analysiert. Mit Verwendung des Tools Blendenphotometrie wurden 3 ausgesuchte Sterne für jedes überlagerte Bild der Aufnahmeserie vermessen. Zwei Sterne dienten als Referenz (Ref1 und Ref2). Der dritte Stern (Objekt) wurde als Testobjekt betrachtet, welches durch den Kometen und den Kometenschweif beeinflusst werden konnte.

Es wurden die Helligkeits-Verhältnisse gebildet:  $\text{Ref1/Ref2}$   $\text{Objekt/Ref1}$   $\text{Objekt/Ref2}$  Die Helligkeitsverhältnisse des ersten Bildes wurden als Referenz für die Reihe gesetzt und die Veränderungen der Helligkeitsverhältnisse bei den übrigen überlagerten Bildern der Reihe relativ zum ersten Bild ausgewertet, um Veränderungen detektieren zu können. Der Komet zog an dem Objektstern relativ nahe vorbei. Außerdem stand der Objektstern am Ende der Zeitreihe sehr mittig im Schweif des Kometen. Dieses wird durch die Bilder 2 und 3 illustriert.

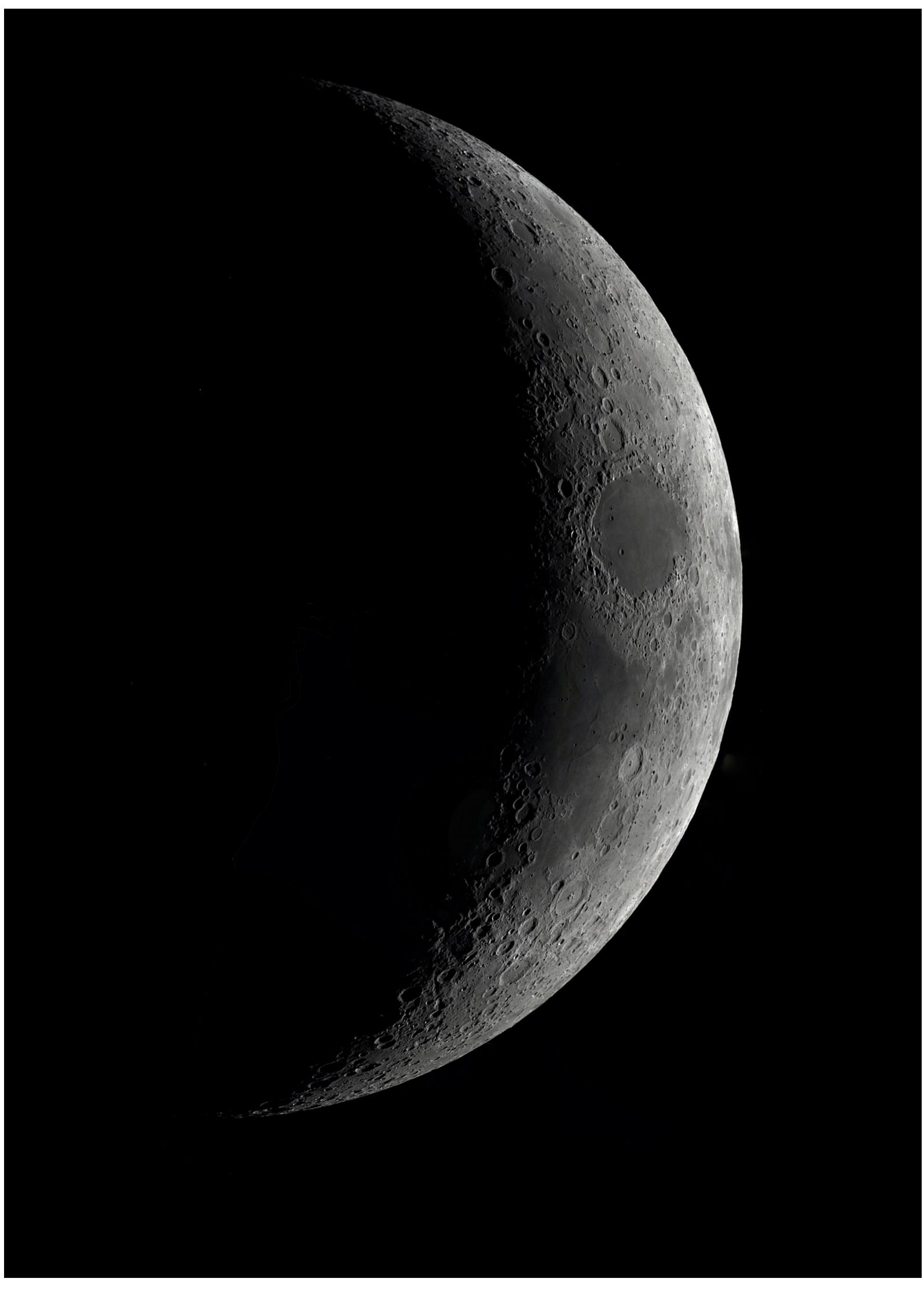


**Bild 3: Stellung des Kometen am Ende der Reihe nach 115 Minuten, der Objektstern befindet sich hinter dem Schweif**

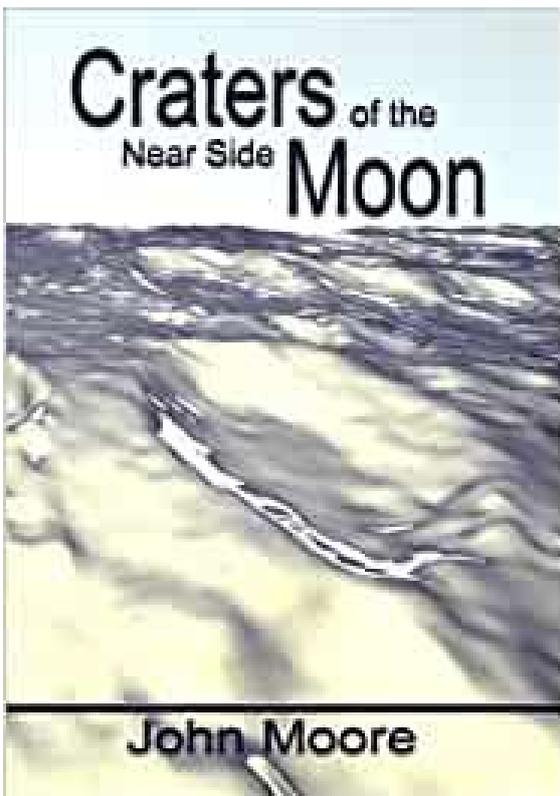
Wie erwartet ist das Helligkeitsverhältnis der beiden Referenzsterne über den betrachteten Zeitraum konstant. Das Helligkeitsverhältnis des Objektsternes variiert. Man erkennt ein erstes Minimum nach ca. 70 Minuten. Zu diesem Zeitpunkt befand sich der Objektstern gerade neben dem Kometenkern in kürzester Entfernung. Die Helligkeit erholt sich etwas mit zunehmender Entfernung vom Kometenkern um dann am Ende der Reihe erneut deutlich einzubrechen durch den Eintritt hinter den Kometenschweif. Die Verhältnisse zu beiden Referenzsternen zeigen dabei exakt das gleiche Verhalten. Man kann also tatsächlich eine Verdunklung von Hintergrundsternen durch Emissionen von Kometen feststellen

Zusätzlich zeigt Herr Kropp den zunehmenden Mondes in Venusnähe sowie ein sehr detailreiches Übersichtsfoto.



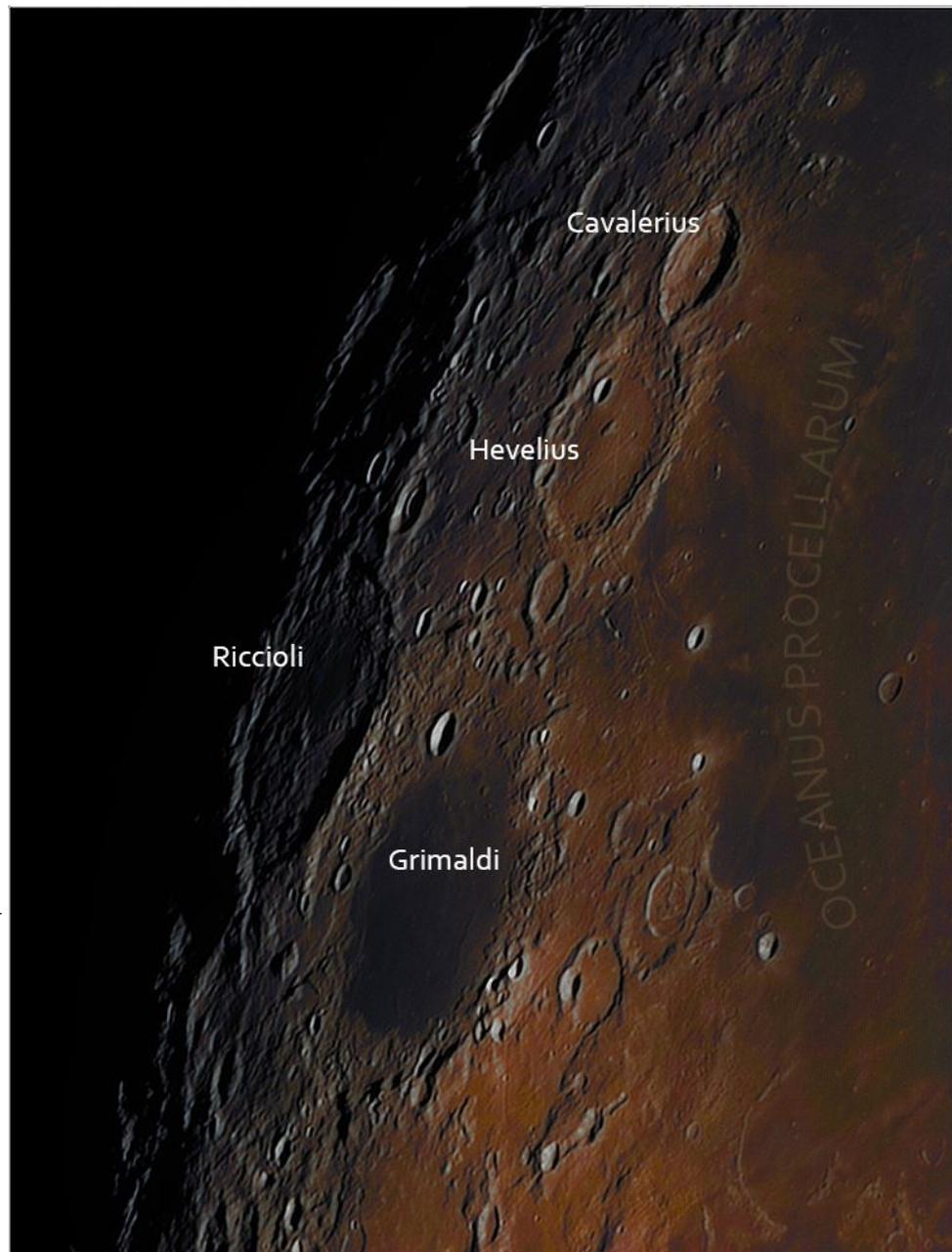


Herr Meyer empfiehlt das Buch **Craters of the Near Side of the Moon** von John Moore und stellt es kurz am Beispiel des Kraters **Hevelius** vor, dessen Namensgeber Thema unserer letzten Sitzung war.



Quelle des Kraterfotos.

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=101511007>



## Die Voyager Sonden oder There is some life in an old dog (Jost)

Sie waren für die Erforschung der äußeren Planeten entwickelt worden und haben die erwartete Lebensdauer weit übertroffen. Die Mission der beiden Voyager-Sonden gilt als einer der größten Erfolge der NASA und der Raumfahrt allgemein. Die Technologie ist Generationen alt und es braucht jemanden mit Design-Erfahrung aus den 1970er-Jahren, um zu verstehen, wie die Sonden funktionieren und welche Updates gemacht werden können, damit sie weiter

funktionieren können. Bei technischen Problemen müssen jahrzehntealte Dokumente oder in Rente gegangene NASA-Ingenieure konsultiert werden.

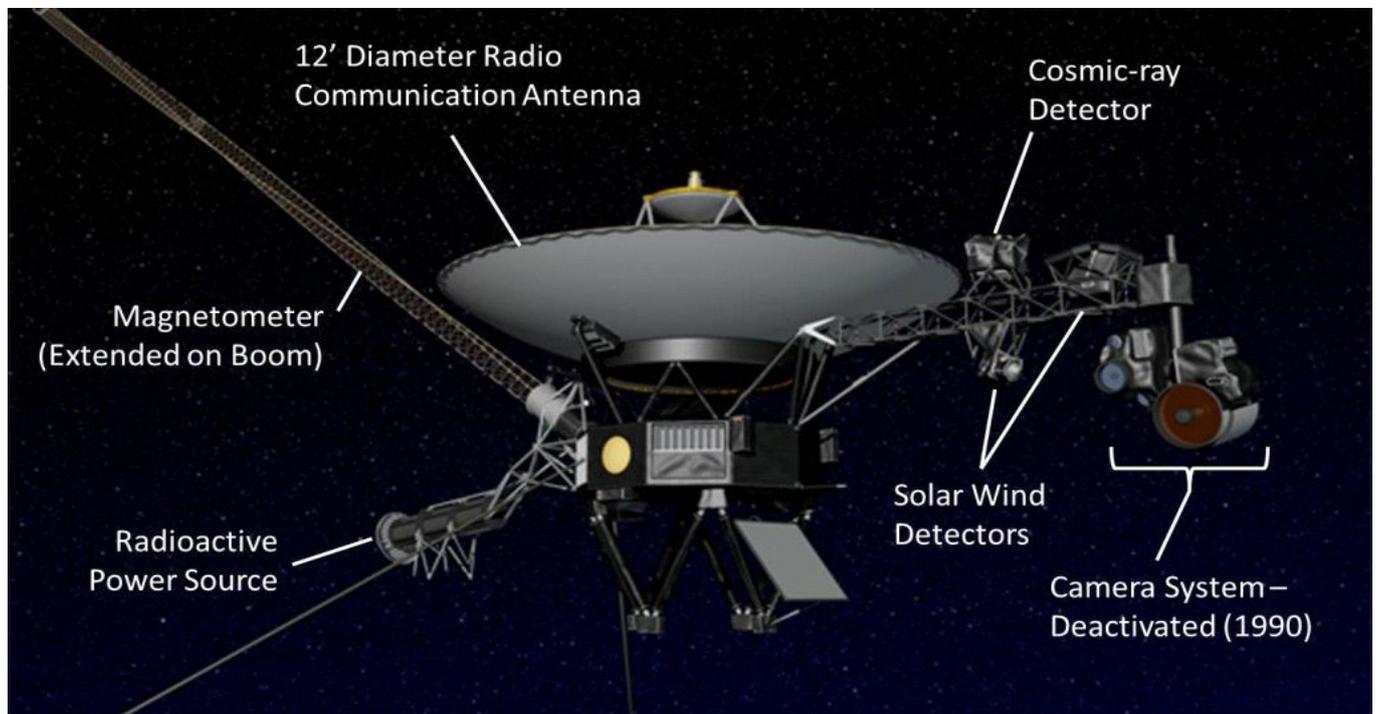
Meine Begeisterung für die Voyager-Sonden kommt sicher auch daher, dass ich parallelen zu meinem Leben erkenne. Nach meinem Studium (Beginn war 1977) und vielen Jahrzehnten in der Industrie tucker ich jetzt mit uralter Technik entworfen von einem genialen Ingenieur bei schwindenden Treibstoff dem Rande des Sonnensystems entgegen und es gilt immer noch:

There is some life in an old dog

Im 19. Jahrhundert erkannte der fr. Mathematiker und Astronom Urbain le Verrier das ein bewegter Körper (Komet) im Raum unter Einfluss der Schwerkraft eines Planeten (Jupiter) in seiner Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung beeinflusst werden kann. Diesen Effekt macht man sich in der Raumfahrt zu nutze (**Swing-by Manöver**) um Treibstoff zu sparen

Gary Flandero (Student am JET propulation laboratory in Kalifornien) entdeckte 1965 erstmals die sehr seltene Konstellation der äußeren Planeten im Sonnensystem, bei der es möglich ist, daß Raumsonden alle 4 Gasplaneten mit Hilfe der Schwerkraft passieren könnten. Der Start der Sonden musste 1977 erfolgen. Anfang der 1970er-Jahre wurde der Bau der Voyager Sonden beschlossen. Bis zum März 1975 war die Konzeptphase abgeschlossen und beide Sonden hatten ein Rendezvous mit Jupiter und Saturn. Während Voyager 2 von Saturn aus weiter zu Uranus und Neptun flog, befindet sich Voyager 1 seit dem Vorbeiflug am Saturn auf dem Weg ins äußere Sonnensystems und in den interstellaren Raum. Wenn den Sonden nichts passiert, fliegen sie auch nach dem Ausfall aller Systeme mit einer Geschwindigkeit von rund 48.000 Stundenkilometern weiter durchs All. Die Sonden senden noch heute regelmäßig Daten zur Erde. Mit ihren Detektoren für Magnetfelder, kosmische Strahlung, und Plasmateilchen übermittelten die Sonden Messdaten aus dem interstellaren Raum.

Die Voyager-Sonden bestehen im Wesentlichen aus einer zehneckigen Aluminium-Zelle, die einen Großteil der Elektronik beherbergt. Sie hat einen Durchmesser von 1,78 m und ist 0,47 m hoch. Auf ihr ist eine Parabolantenne mit einem Durchmesser von 3,66 m angebracht. Der Großteil der wissenschaftlichen Instrumente ist an einem 2,5 m langen Ausleger installiert. Die zentrale Zelle ist um den Hydrazin-Treibstoff-Tank herumgebaut und in zehn einzelne Abteile mit einer Breite von je 0,43 m aufgeteilt. Jede Sonde hat eine Gesamtmasse von 825,5 kg, wovon 104,8 kg auf wissenschaftliche Instrumente entfallen. Hydrazin ist eine sehr giftige Verbindung mit der Summenformel  $N_2H_4$ . Es ist eine farblose, ölige, ähnlich wie Ammoniak riechende, an Luft rauchende Flüssigkeit. Es verbrennt mit einer kaum sichtbaren Flamme.



Viele interessante Bilder findet man in dem Buch: Voyager - Fotografien von der größten Reise der Menschheit, Verlag: teNeues 2020, ISBN: 9783961712922. Das Buch ist im wesentlichen eine Fotosammlung, die die Mission der Raumsonden bis zum Rand unseres Sonnensystems und darüber hinaus neu aufleben lässt. Die seinerzeit entstandenen Bilder mit einer Auflösung von durchschnittlich 800x800 Pixeln sind allerdings nach den heutigen Qualitätsstandards weniger spektakulär. Mit diesem Buch wollte man das ändern und hat die Bilder mit den technischen Möglichkeiten der heutigen Zeit bearbeitet.

Für Missionen dieser Art (großer Abstand zur Sonne) sind Solarzellen zur **Energieversorgung** nicht geeignet. Daher kamen drei Radionuklidbatterien zum Einsatz. Es wird die beim radioaktiven Zerfall von Plutonium entstehende Wärme mit Silizium-Germanium-Thermoelementen in elektrische Energie umgewandelt.

Die Batterien sind an einem Ausleger befestigt, damit die Bordelektronik und die wissenschaftlichen Messergebnisse möglichst wenig durch Strahlung beeinflusst werden. Zum Zeitpunkt des Starts stand eine Gleichspannung von 30 Volt und eine Leistung von 470 Watt zur Verfügung. Diese reduziert sich jährlich um 1,4%. Die Batterien enthielten beim Start je 4,5 kg Plutonium 238 mit einer Halbwertszeit von 87,7 Jahren. Jede Batterie befindet sich in einem 39 kg schweren Beryllium-Gehäuse.

Der Großteil der **elektronischen Systeme** ist in der zentralen Zelle untergebracht und basiert auf der Architektur der Pioneer-Sonden. Zum Schutz vor Strahlung sind diese Komponenten durch eine Hülle aus Tantal und Titan abgeschirmt. Das System hat 2 Ringkernspeicher mit einer Kapazität von je 4000 Datenworten zu je 18 Bit und einen CMOS Speicher mit 8000

Datenworten. Da die gewonnenen Daten aufgrund der begrenzten Übertragungskapazität nicht sofort zur Erde gesendet werden können, wird ein 328 m langes Magnetband, das bis zu 536 MBit (100 Bilder) digital speichern kann als Massenspeicher. Die Schreibgeschwindigkeit liegt maximal bei 115,2 kBit/s und die Lesegeschwindigkeit bei 57,6 kBit/s

Für die hochgenaue Ausrichtung der Instrumentenplattform bei Vorbeiflügen und die astronomischen Navigation gibt es ein unabhängiges Computersystem mit einem Sonnen- und ein Sternensensor, das an der Spitze der Parabolantenne angebracht sind. Der Sternensensor ist auf Canopus ausgerichtet. Beide Instrumente versuchen ihre Referenzobjekte in der Mitte ihres Sichtfeldes zu halten und aktivieren daher ab einer Abweichung von  $0,05^\circ$  die Schubdüsen.

Für die **Kommunikation** mit der Sonde wird die Parabolantenne verwendet, die auf der zentralen Zelle montiert ist. Da sie nur begrenzt beweglich ist, muss die Sonde genau auf die Erde ausgerichtet werden. Zur Datenübertragung werden zwei Frequenzbänder eingesetzt: das S-Band (2295 MHz) und das X-Band (8418 Mhz). Für beide Bänder sind jeweils zwei Sender vorhanden. Die beiden Sender besitzen eine Abstrahlleistung von je 9,4 und 28,3 Watt; davon erreichen aber nur  $0,0000000000000001\text{W}$  die 15 Empfangsantennen des Deep Space Networks der NASA auf der Erde.

Die Voyager-Sonden tragen insgesamt **elf wissenschaftliche Instrumente** mit einer Gesamtmasse von 105 kg, Einige der Instrumente sind an einer beweglichen Scanplattform angebracht, die sich an einem Ausleger in 2,5 m Entfernung von der zentralen Zelle befindet. Die Plattform kann durch mehrere Elektromotoren präzise auf einen bestimmten Punkt im Raum (zum Beispiel Planeten) ausgerichtet werden.

Das **Magnetometer (MAG)** besteht aus vier Sensoren, die Magnetfelder unterschiedlicher Stärke in drei Richtungen messen. Zwei davon sind nahe an der Sonde angebracht und messen starke Magnetfelder bis zu einer Stärke von 2 mT mit einer Genauigkeit von 6 pT ( $1/10000$  des Erdmagnetfeldes). Die beiden Sensoren für schwache Magnetfelder sind an einem 13 m langen Ausleger befestigt, der große Abstand ist zum Reduzieren von Störungen durch das Magnetfeld der Sonde, deren Elektronik und der Radionuklidbatterien notwendig.

**Cosmic Ray System (CRS)** und **Low-Energy Charged Particles (LECP)** sind Teilchenzähler, die Anzahl, Winkel und Energie auftreffender Teilchen messen. Ihre Energie wird dabei durch ihre Eindringtiefe bestimmt. Sie dienen zur Untersuchung des Sonnenwindes und der kosmischen Strahlung sowie den Strahlungsgürtel der Planeten, insbesondere dem des Jupiters, und die Wechselwirkungen von Teilchen mit den Magnetfeldern von Monden und Planeten.

Das **Planetary Radio Astronomy (PRA)** empfängt Radiowellen von Planeten im Frequenzbereich von 20,4 bis 1300 kHz und von 2,3 bis 40,5 MHz. Das **Radio Science Subsystem (RSS)** kann bei der Kommunikation die Dopplerverschiebung der empfangenen Signale messen und so Rückschlüsse auf die Masse von Planeten und Monden ziehen. In einem anderen Betriebsmodus werden X- und S-Band gleichzeitig eingesetzt, um unterschiedliche Frequenzverschiebungen beim Durchqueren von Atmosphären oder Staubwolken zu ermitteln. Aus den gewonnenen Daten kann deren Struktur und chemische Zusammensetzung ermittelt werden.

Das **Imaging Science System (ISS)** fasst zwei SW Kameras zusammen, die im Bereich des sichtbaren und ultravioletten Lichts mit einem Linsenteleskop 200mm F/3 Weitwinkel und einem Cassegrain-Teleskop 1500mm F/8,5 arbeiten. Das **Plasma Spectrometer (PLS)]** untersucht das Verhalten des Sonnenwindes und von heißen, ionisierten Gasen sowie deren Wechselwirkungen mit den Magnetfeldern der Planeten. Das **Plasma Wave System (PWS)** fällt besonders durch seine beiden 10 Meter langen Antennen auf, die im 90°-Winkel von der zentralen Zelle wegführen. Es untersucht die Wechselwirkungen von Teilchen mit den Magnetfeldern der Planeten und die elektrische Komponente von Plasmawellen im Frequenzbereich von 15 Hz bis 56 kHz. Mit dem **Infrared Interferometer Spectrometer (IRIS)** und dem **Ultraviolet Spectrometer (UVS)** werden Temperatur und Atmosphärenstruktur von Planeten, deren Ringen sowie von und Monden bestimmt. Das **Photopolarimeter System (PPS)** misst Polarisierungseffekte, die oft durch Wechselwirkungen von Licht mit Materie entstehen. Dadurch sind Rückschlüsse auf die chemische Struktur von Planetenoberflächen, Ringsystemen und Atmosphären möglich

**Voyager 1** ist das am weitesten von der Erde entfernte, von Menschen gebaute Objekt und wird diesen Status auf absehbare Zeit auch behalten. Am 8. November 2021 ist Voyager 1 ca. 154 AE von der Sonne entfernt, etwa 23 Milliarden Kilometer. Jährlich nimmt die Entfernung um etwa 3,6 AE zu, dies entspricht einer Radial-Geschwindigkeit von etwa 61.000 km/h.

Beide Sonden konnten durch die Anziehungskraft der Planeten sehr hohe Geschwindigkeiten erreichen und haben das Sonnensystem verlassen. Die Energiequellen der Raumsonden werden bald erschöpft sein und sie in einen tiefgefrorenen Zustand übergehen. In etwa 300 Jahren werden sie die **Oortsche Wolke** erreichen und diese in ca 30.000 Jahren hinter sich lassen. Da die Abstände zwischen Sternen und anderen Objekten sehr groß sind geht man davon aus das die Sonden ohne Beschädigungen eine sehr große Zeitspanne überdauern und sie die Menschheit „überleben“ werden.

Wenn wir eine Flasche ins Meer werfen, warum nicht eine Nachricht hineinstecken?

Die mitgeführte „**Voyager Golden Record**“ ist eine kupferne Datenplatte, die zum Schutz vor Korrosion mit Gold überzogen wurde und für eventuelle Finder Bild- und Audio-Informationen über die Menschheit speichert. Auf ihr sind Bild- und Audio-Informationen über die Menschheit gespeichert. Auf der Vorderseite befindet sich unter anderem eine Art Gebrauchsanleitung und eine Karte, die die Position der Sonne in Relation zu 14 Pulsaren zeigt. Um die Platte abspielen zu können, wurde eine Nadel und ein Tonabnehmer beigefügt. Auf der Rückseite der Platte befindet sich eine Zeichnung die zeigt, wie man die Nadel auf die Platte setzt.

Die **60er** Jahre waren doch auch wesentlich durch das Apollo-Programm der NASA geprägt, das nach den Landungen auf dem Mond Apollo 11 – Apollo 17 auslief. Dadurch verringerte sich das Interesse der Medien an der Raumfahrt und es kam zu erheblichen Kürzungen des Budgets der NASA. Zu der Zeit war der Krieg in Vietnam ein beherrschendes Thema in den USA.

Die **70er** Jahre gelten gemeinhin als die Geburtsjahre der Umwelt- und der Friedensbewegung. 1972 veröffentlichte der Club of Rome die Studie „Die Grenzen des Wachstums“ in der die möglichen Auswirkungen von Industrialisierung, Bevölkerungswachstum, Unterernährung, Ausbeutung von Rohstoffen und Zerstörung von Lebensraum untersucht wurden. Die Neue Ostpolitik der deutschen Bundesregierung unter Willy Brandt in den 70er führte zur Entspannung der Lage in Zentral Europa. In Folge der “Ölkrise“ von 1973 (Lieferboykott der OPEC Staaten) vervielfachten sich die Preise für Energie in kürzester Zeit. 1974: Olympiade und Terroranschläge in München. Am 28. März 1979 kam es im AKW „Three Mile Island “ bei Harrisburg in den USA zum weltweit 1.GAU, dem schlimmsten denkbaren Störfall beim Betrieb eines Atomkraftwerkes.

Begünstigt durch die gewaltigen Anstrengungen in der Rüstung und in der Raumfahrt schuf die Halbleiterindustrie der USA in den 70er Jahren die Voraussetzungen für die neu entstandenen Firmen der Computerindustrie wie Microsoft (75) und Apple (76). Anfang der 70er Jahre erschienen die ersten Mikroprozessoren auf dem Markt. Der Commodore PET 2001 wurde seit Juni 1977 für 795 US-Dollar vertrieben. Er war der erste Computer, der im deutschen Versandhandel erhältlich war.

Die Voyager-Sonden sind besonders robust gebaut und mit Backup-Systemen versehen. Die Sonden sind 1977 gestartet, die NASA vermutet, daß bis 2030 einige der wissenschaftlichen Instrumente an Bord noch funktionieren und eine Kommunikation mit den Sonden noch möglich sein kann.

Berliner Mondbeobachter, die unter Quarantäne stehen und nicht ausreichend mit Lebensmitteln bzw. Medikamenten versorgt sind, melden sich bitte per facebook, Email oder telefonisch unter 6182442 (AB, bitte Namen und FN-Nr. hinterlassen).

Die älteren Protokolle befinden sich hier: <https://wfs.berlin/sternwarte/berliner-mondbeobachter/>

Das nächste Online-Treffen der Berliner Mondbeobachter via Skype findet statt am Mo, **10. Januar 2022** um 20:00 MEZ s.t.

Wer dazukommen möchte, schicke mir bitte rechtzeitig den gültigen Skype-Namen an die unten angegebene Email.

Alles Gute, bleiben Sie/ bleibt alle gesund!

gez.Bachmann,

E-mail: [sevenofnine62@gmx.de](mailto:sevenofnine62@gmx.de)