

SOFTWARE-ARCHÄOLOGIE

Was wir von der
Mondlandefähre
lernen können!





NASA-Mondmission "Artemis"

"Orion"-Raumkapsel auf Flugbahn zum Mond

Stand: 16.11.2022 14:42 Uhr

Nach mehreren gescheiterten Versuchen ist die "Artemis"-Mission am Morgen erfolgreich gestartet. Rund 90 Minuten nach dem Abheben wurde die "Orion"-Raumkapsel ausgeklinkt und ist nun auf dem Weg zum Mond.

INNOVATION UND VERBUNDENHEIT
Gemeinschaften, Fritz Höderl*
Archiv
Zugang: Städtisch



NEUES DEUTSCHLAND

ORGAN DES ZENTRALKOMITEES DER SOZIALISTISCHEN EINHEITSPARTEI DEUTSCHLANDS

Berliner Ausgabe „Vorwärts“

Berlin, Mittwoch, 9. Oktober 1957

12. (68.) Jahrgang / Nr. 239 / Einzelpreis 15 Pf

Auch am 5. Tag nach dem Start des sowjetischen Erdtrabanten:

Die Welt im Banne des Sputnik

Internationale Anerkennung der Überlegenheit der sozialistischen Wissenschaft

Warum gelang dem Sowjetvolk der große Wurf?

Seit Tagen beherrscht nur eine einzige Frage die Gedanken der internationalen Presse, Wissenschaftler und Millionen Menschen, um die die große Bedeutung des ersten künstlichen Erdtrabanten in der Geschichte der Menschheit, der von den Händen und Köpfen sozialistischer Arbeiter und Wissenschaftler geschaffen worden ist.

Der Ablauf des ersten Erdtrabanten ist ein derartiger Gedächtnis- und Wissenszeichen der Wissenschaft, wie sie nur wenige Generationen das Menschheitsgeschick erleben können. In dieser Beziehung können nur die Kommunisten überlegen, auch die der Befähigung der intelligenten und schrittweisen kapitalistischen Progressionen, deren Jahrmärkte schon man nach beim Lesen ihrer Anschlagzettel in ihnen sieht.

Aber es gibt eine Frage, vor deren Beantwortung alle die überlebten kapitalistischen Zeitaltergenossen des westlichen und zentralen Europas zurückbleiben, nämlich die Grundfrage: Warum war es gerade die Sowjetunion, der es gelang, als erste und mit einer grandiosen wissenschaftlich-technischen Vorkühnheit in den Weltraum vorzudringen?

Bis Dienstag 2 Mill. km

Die Welt (DND). Nach wie vor gilt das Interesse der Weltöffentlichkeit dem sowjetischen Erdtrabanten, der bis Dienstag nachmittag die Erde fast einmal umkreist und dabei eine Strecke von etwa 2 Millionen Kilometern auszurücken hat. (Siehe auch S. 2) rickeliger baite. (Siehe auch S. 2)

TASS: Aufgabe erfüllt
Der künstliche Erdtrabant hat seine Aufgabe, die bei Arbeitsprogrammen erfüllt waren, erfüllt. Der erste am Dienstagabend die sowjetische Nachborenengeister TASS. Es sei dabei vor allem auf die Bestimmung der Parameter der Flugbahn des Satelliten mit Hilfe von Massenbeobachtungen durch Funkstationen und Fotoastronomie angekommen, wobei wertvolle Material gewonnen wurde.

TASS: Besucht, alle Funktionen erfüllt
Der künstliche Erdtrabant hat seine Aufgabe, die bei Arbeitsprogrammen erfüllt waren, erfüllt. Der erste am Dienstagabend die sowjetische Nachborenengeister TASS. Es sei dabei vor allem auf die Bestimmung der Parameter der Flugbahn des Satelliten mit Hilfe von Massenbeobachtungen durch Funkstationen und Fotoastronomie angekommen, wobei wertvolle Material gewonnen wurde.



Cherwell in der Welt versuchen Millionen Erdtrabanten — wie hier in London — des Flug des sowjetischen Erdtrabanten zu verfolgen. Foto: Jovanovic

Markantes Datum in der Menschheitsgeschichte
Leitung der Sowjetunion: Der künstliche Mond bedingt den Schlüsselpunkt der Raum-Politik, der sowjetischen Außen-Politik, die friedliche Weltbeziehungen festlegt.



„I believe that this nation should commit itself to achieving the goal, before this decade is out, of landing a man on the Moon and returning him safely to the Earth.“

(John F. Kennedy, 25.05.1961, Special Message to the Congress on Urgent National Needs)

„We choose to go to the Moon...We choose to go to the Moon in this decade and do the other things, not because they are easy, but because they are hard.“

(John F. Kennedy, 12.09.1962, Address at Rice University on the Nation's Space Effort)





Epic 1 (Mercury, 1958-63)



Einen Menschen in einen Orbit
um die Erde zu bringen.

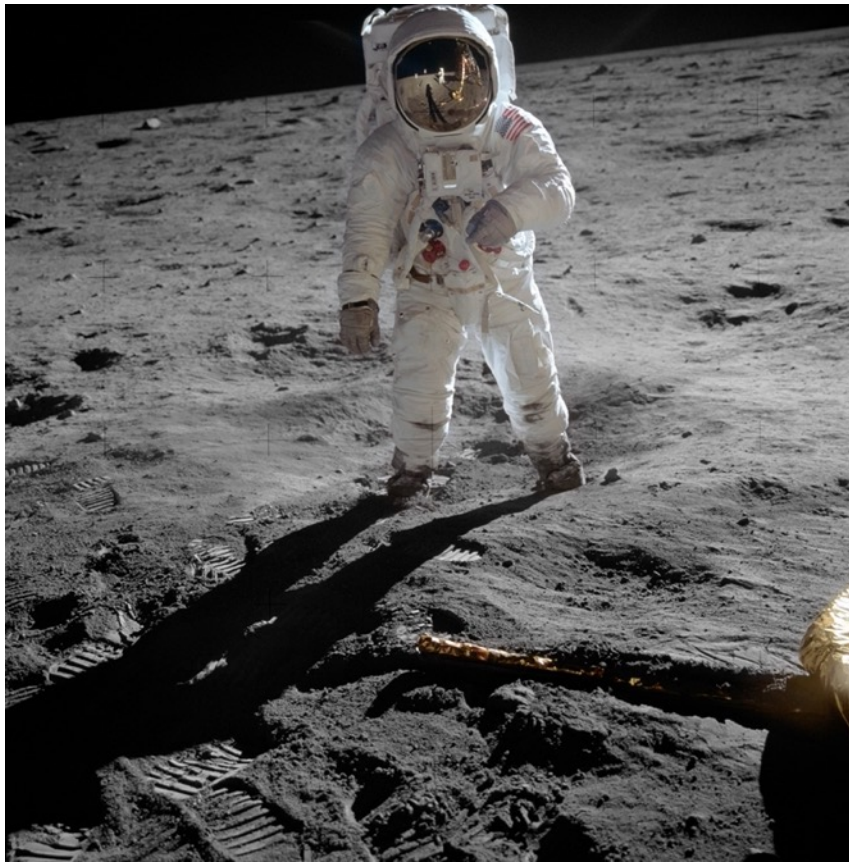
Bildquellen: Von NASA - This is a cropped and rotated version of :
http://nix.larc.nasa.gov/info?id=S62-04976&orgid=8File:Mercury_capsule_with_escape_system_-_artist_concept_-_original.jpg, Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=90873932>



Epic 2 (Gemini, 1961-66)



Kopplungsmanöver und
Weltraumspaziergänge als
Vorbereitung für Apollo.



Epic 3 (Apollo, 1961-72)

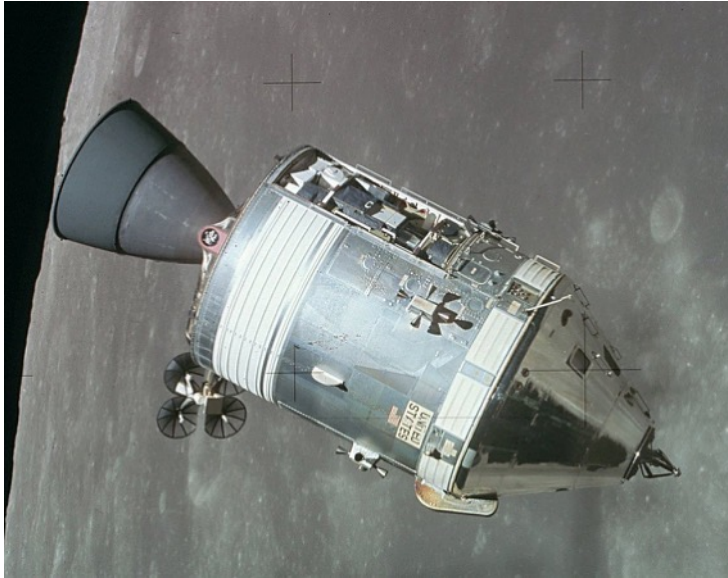


Mondlandung (und sichere
Rückkehr)

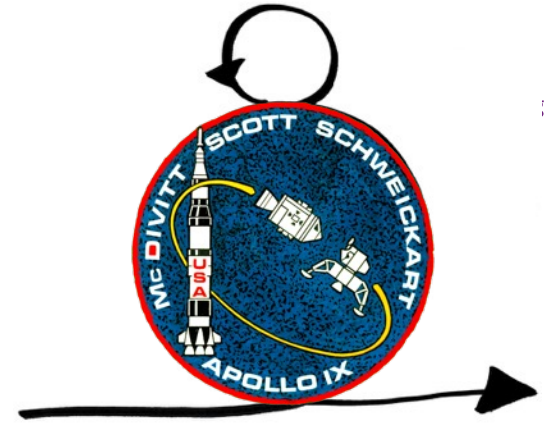
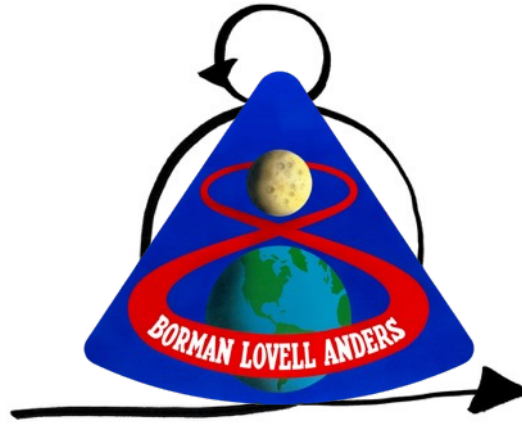
Bildquellen: By NASA - <http://www.hq.nasa.gov/alsj/a11/AS11-40-5903HR.jpg>, <http://www.archive.org/details/AS11-40-5903> (TIFF image), NASA Image and Video Library, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3847764>

CSM = COMMAND SERVICE MODULE

LM = LUNAR MODULE



Bildquellen: By NASA - <http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/alsj/a15/as15-88-11963.jpg>, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=243484>
By Apollo 16 astronauts - NASA photo AS16-116-18580, cropped, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6057549>

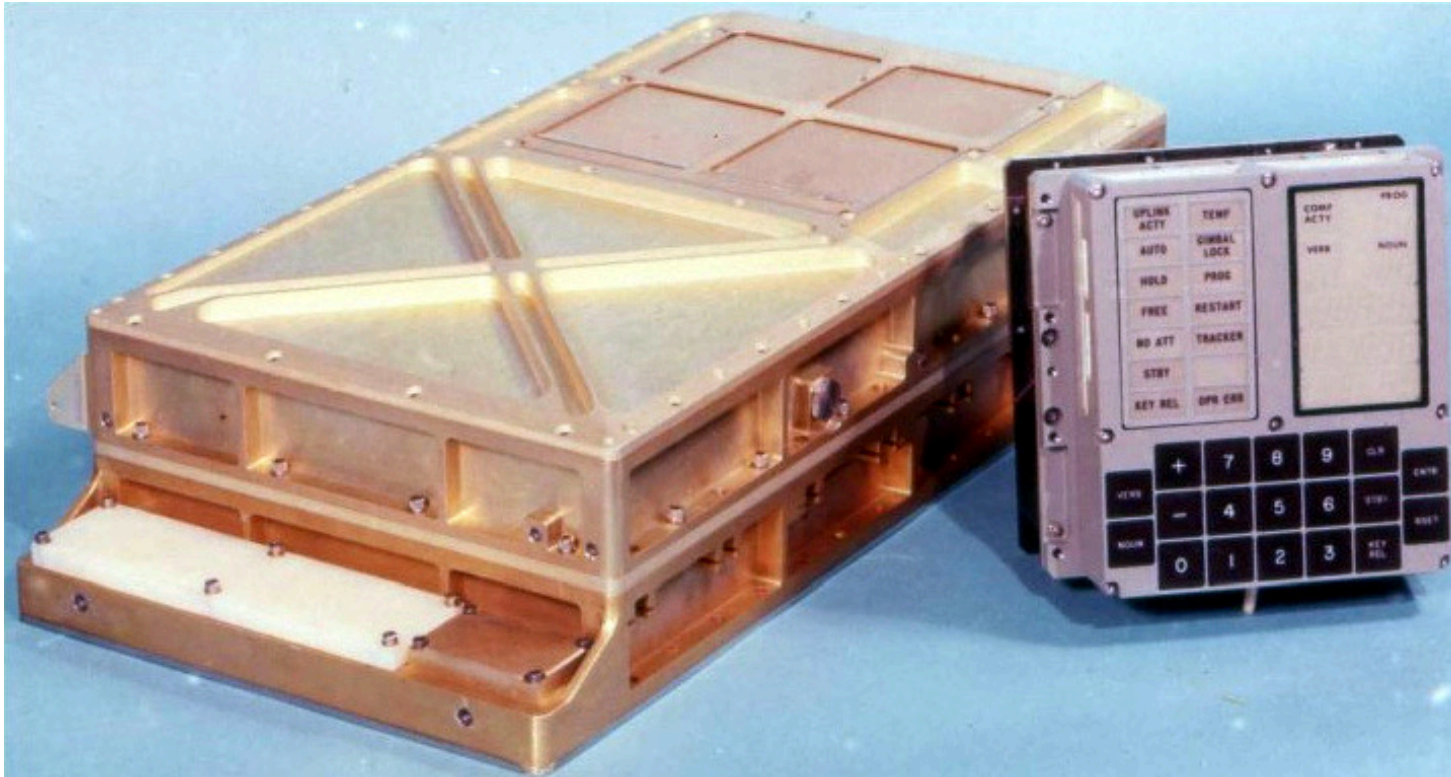


Bildquellen: Von NASA, gemeinfrei

29.09.23

© 2023 viadee

AGC = APOLLO GUIDANCE COMPUTER



Bildquellen: Von Der ursprünglich hochladende Benutzer war Grabert in der Wikipedia auf Deutsch - Übertragen aus de.wikipedia nach Commons durch henristosch., Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3984038>

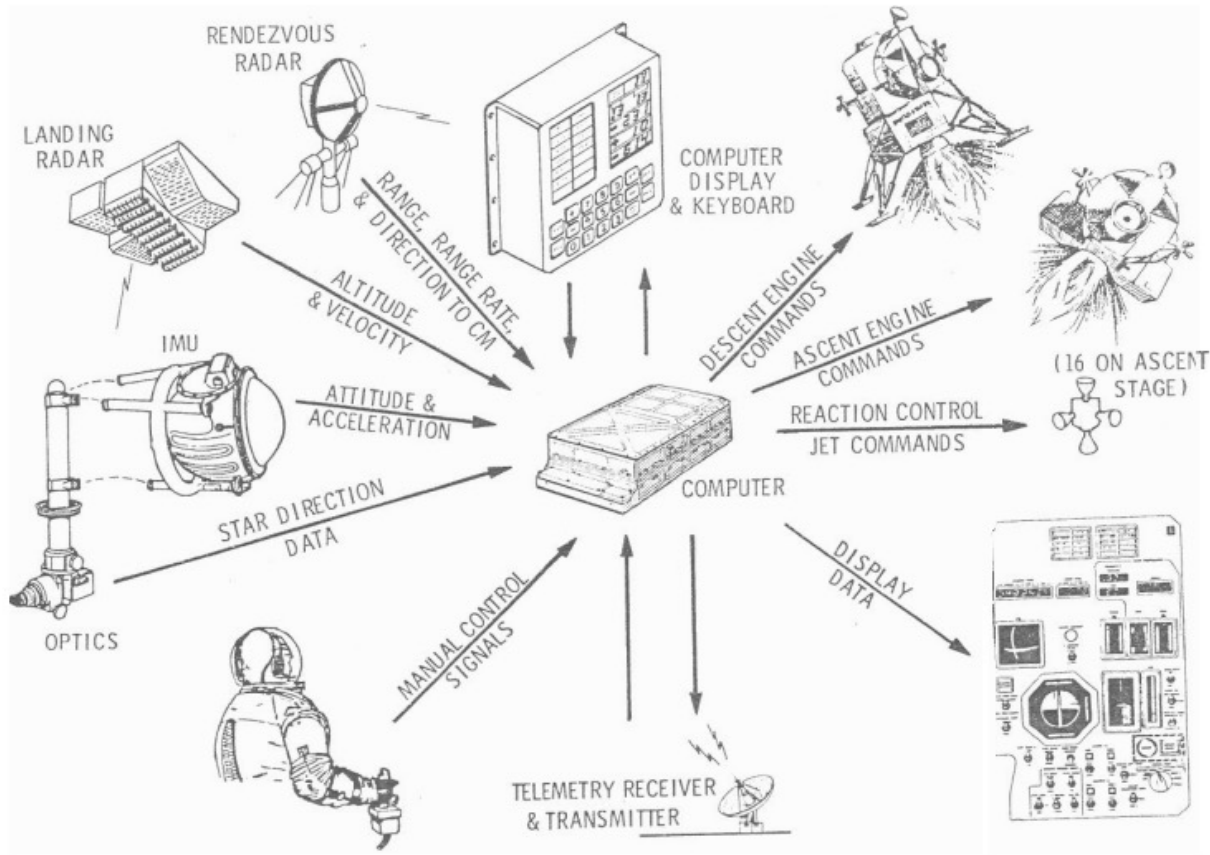


Fig. 3-2 Lunar Module Navigation and

Bildquellen: James A. Hand, MIT's Role in Project Apollo (R-700), Volume 1, October 1971

55, 33, 15

Abmessungen in cm (Länge, Breite, Höhe)

32

Gewicht in kg

55

Stromverbrauch in Watt

16

Bit-Architektur
1 Vorzeichen, 14 Stellen, 1 Paritätsbit

-16,383 bis 16,383

Integer-Wertebereich
Einerkomplement

9

Dezimalstellen numerische Präzision
Realisiert mit Doppelwort (28 bit)
Genauigkeit von 1 Fuß (=30,48 cm) bei Navigation

2048

words read/write memory (RAM)
Entspricht 4 KiB

36.864

words read-only-memory (ROM)
Entspricht 72 KiB

12

Länge der Speicheradressen (bei 3 bit Opcode)
Reicht nur für 4096 Worte
Memory banking (virtuelle Adressierung)

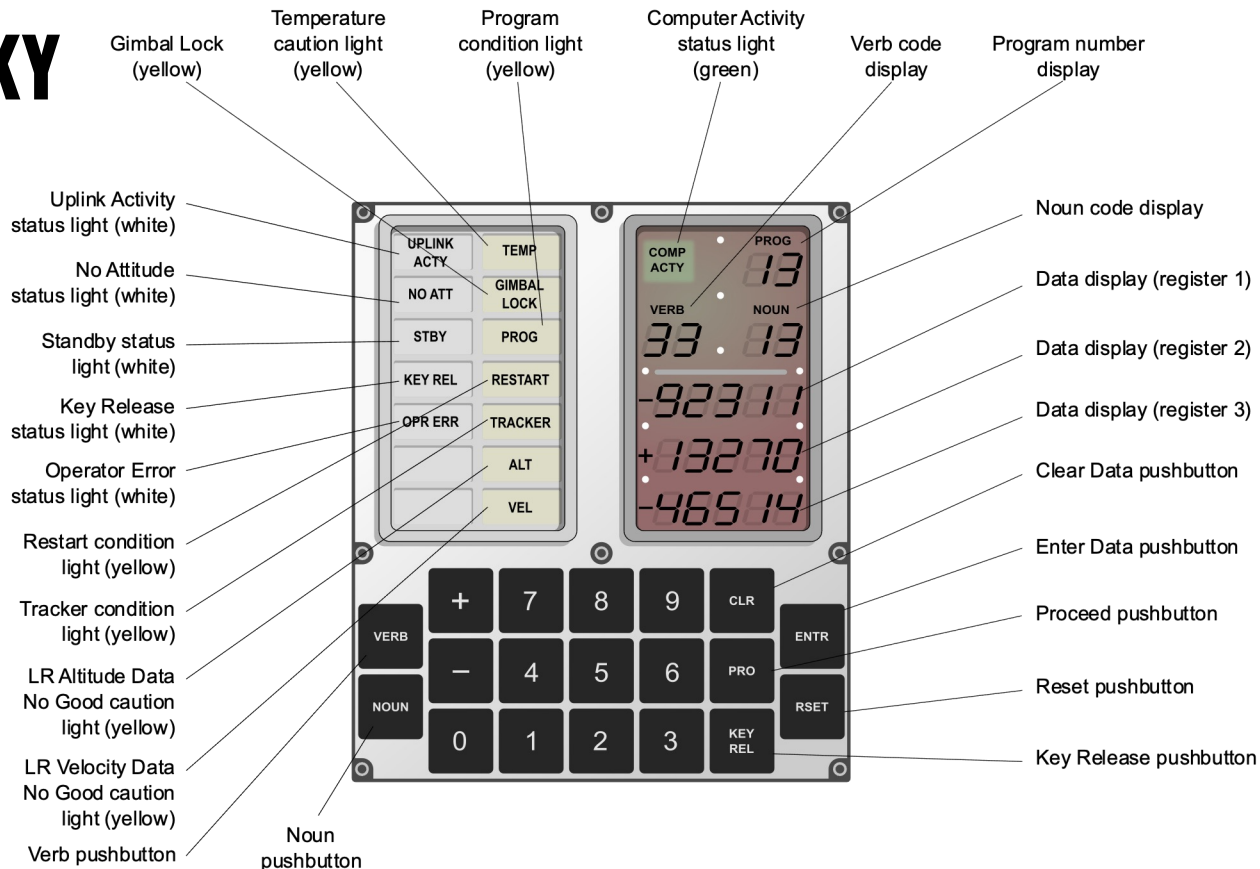
2

Taktfrequenz in MHz

51.000 / 1.900

Downlink data rate in bps (bit per second)
zur Mission Control („Houston“)

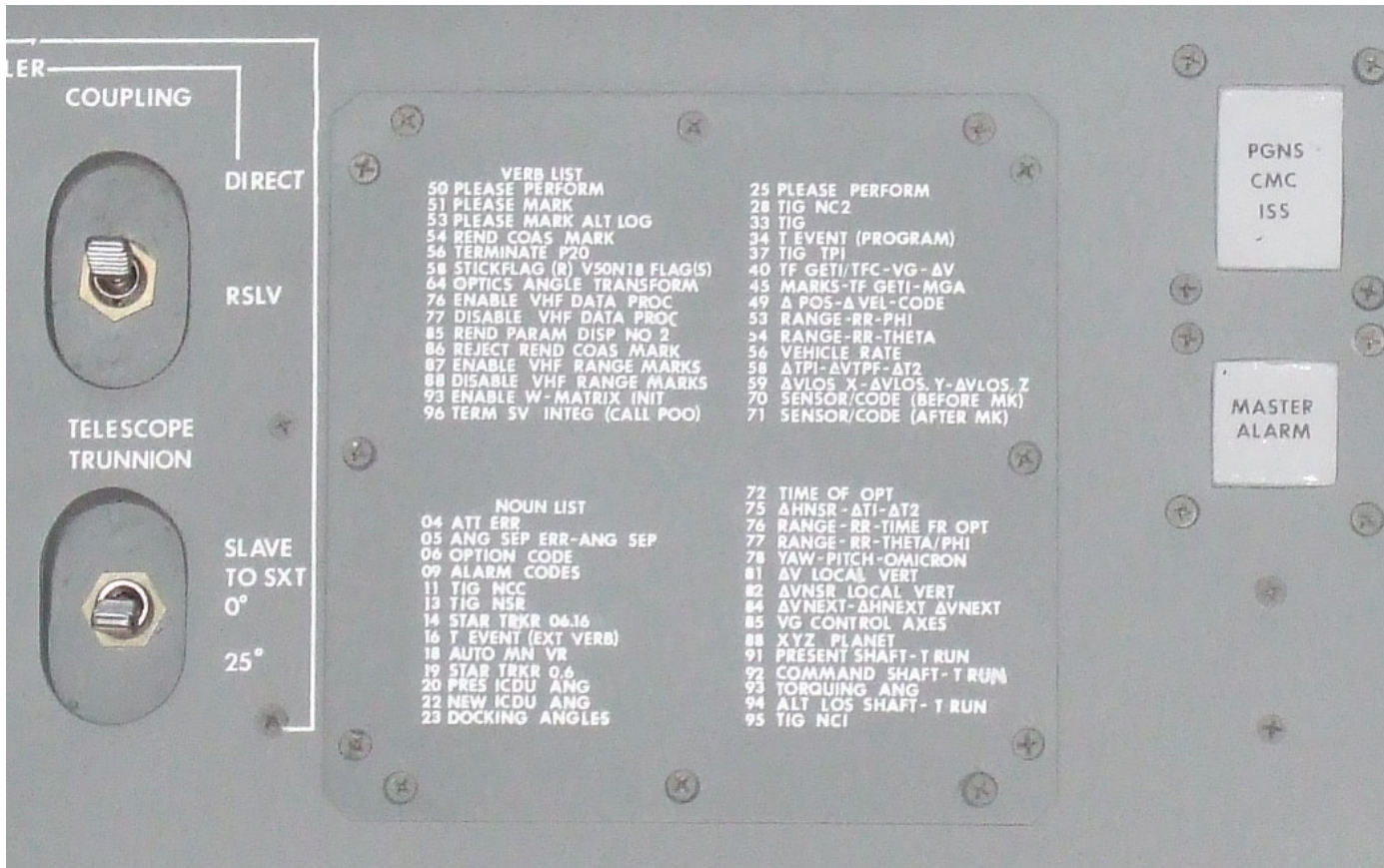
DSKY



Bildquellen: Von Oona Räisänen & NASA - Self-made in Inkscape; based on the Apollo Operations Handbook (File:DSKYS interface.jpg, by NASA) and a NASA photo from http://www.nasa.gov/centers/dryden/about/Organizations/Technology/Facts/TF-2001-02-DFRC_prt.htm, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8991950>

DSKY / AGC SIMULATOR

<https://svtsim.com/moonjs/agc.html>



EXECUTIVE = ECHTZEITBETRIEBSSYSTEM

7

Prozesse nach Priorität gewichtet
Kooperatives Multitasking mit NEWJOB

EXECUTIVE = ECHTZEITBETRIEBSSYSTEM

11

Verschiedene Interrupts
T3RUPT = TIME3 timer overflow
KEYRUPT1 = Keystroke DSKY

EXECUTIVE = ECHTZEITBETRIEBSSYSTEM

100

Tastenanschläge für den state vector
Telemetry Uplink von Bodenstation
RPA = uplink data entspricht DSKY input

INTERPRETER



Virtual machine

Vektor-/Matrix-Datentypen
Trigonometrische / Wurzel-Funktionen
Index-Register / Stack-Pointer
Einfache Adressierung ohne Banks
Gemischter Code mit Executive-Assembly



APOLLO IN REAL TIME

A real-time journey through the Apollo missions.
This website consists entirely of historical mission material

Select an available mission:



APOLLO 11

The First Landing on the Moon
Launch: July 16, 1969



APOLLO 13

The Third Lunar Landing Attempt
Launch: April 11, 1970



APOLLO 17

The Last Landing on the Moon
Launch: Dec 7, 1972

„I want you to study and write down every possible program alarm whether they can happen or not.“

Gene Kranz (Flight Director Mission Control) to Jack Garman (Support for Flight Controllers)

1201

- Executive Overflow – NO CORE SETS
→ Exhaustion of „Core Sets“, d.h. der Menge der wartenden Prozesse im Scheduler

1202

Executive Overflow – NO VAC AREAS
Vector Accumulator (VAC) Area Exhaustion
→ Mehr als 5 Interpreter-Jobs

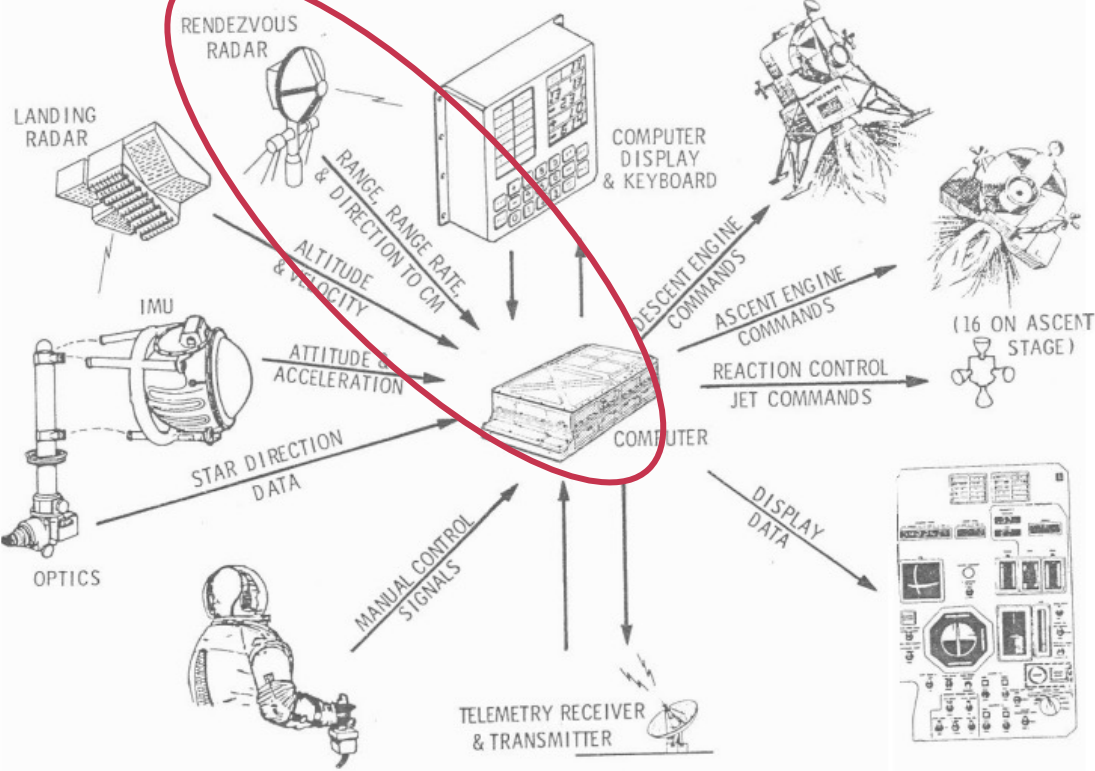


Fig. 3-2 Lunar Module Navigation and

Bildquellen: James A. Hand, MIT's Role in Project Apollo (R-700), Volume 1, October 1971

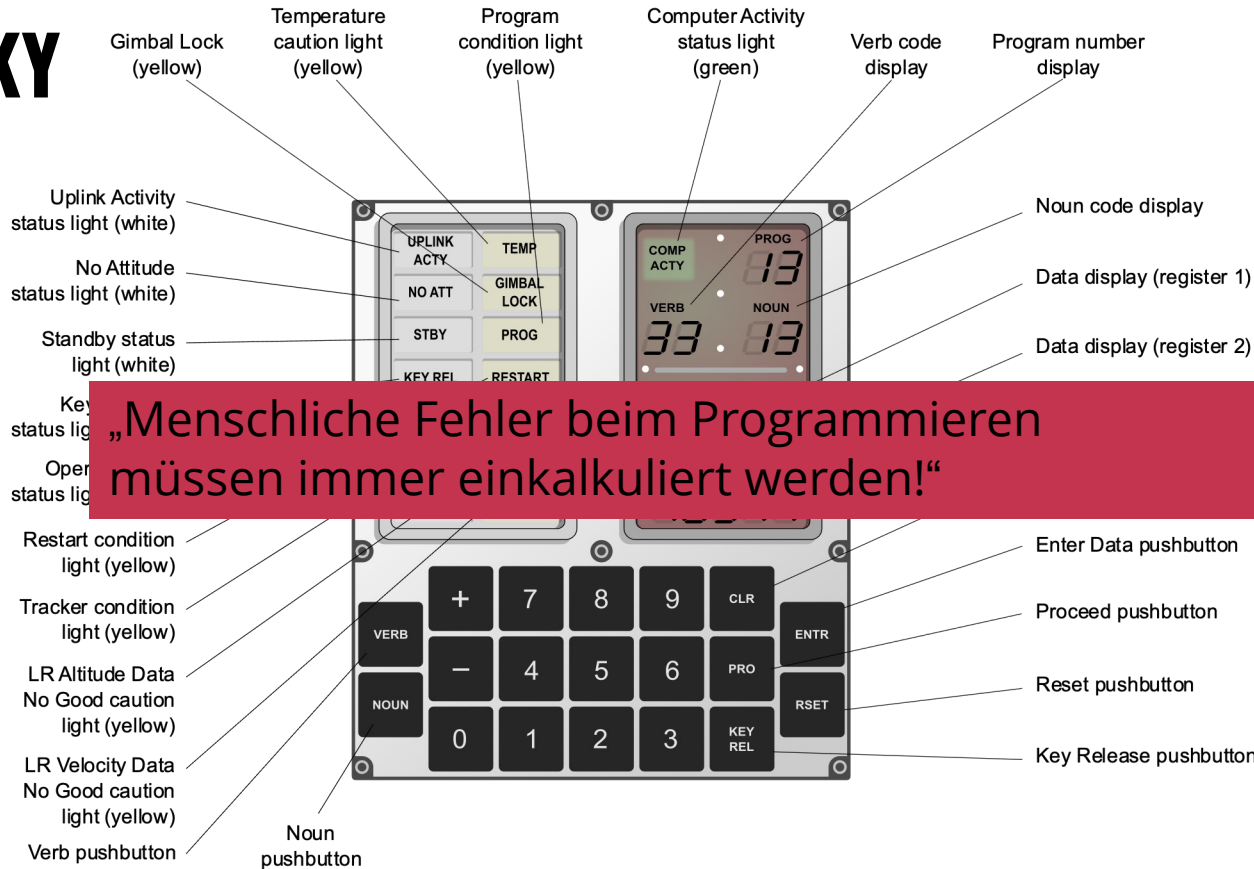


Software Engineering

„The computer (or rather the software in it) was smart enough to recognize that it was being asked to perform more tasks than it should be performing. It then sent out an alarm, which meant to the astronaut, 'I'm overloaded with more tasks than I should be doing at this time and I'm going to keep only the more important tasks'; i.e., the ones needed for landing ...“

(Letter from Margaret H. Hamilton, Director of Apollo Flight Computer Programming MIT Draper Laboratory, Cambridge, Massachusetts, titled "Computer Got Loaded", published in Datamation, March 1, 1971)





„Menschliche Fehler beim Programmieren
müssen immer einkalkuliert werden!“

Bildquellen: Von Oona Räisänen & NASA - Self-made in Inkscape; based on the Apollo Operations Handbook (File:DSKYS interface.jpg, by NASA) and a NASA photo from http://www.nasa.gov/centers/dryden/about/Organizations/Technology/Facts/TF-2001-02-DFRC_prt.htm, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8991950>

MISSION CONTROL (HOUSTON)



Bildquellen: Space Center Houston (spacecenter.org)

DIGITAL AUTOPILOT



„At MET 102:43:08 (650 feet), after deciding that he could not stop short of the crater, Armstrong flipped the autopilot mode switch from AUTO to ATT HOLD to take manual control of the LM's attitude. He maneuvered to zero pitch to maintain horizontal velocity and skim over the rocky area.“

(http://klabs.org/history/apollo_11_alarms/eyes_2004/eyes_2004.htm)

Apollo-11-Sourcecode auf GitHub veröffentlicht

Der Quellcode des "Apollo 11 Guidance Computers" steht nun auf GitHub zum freien Download bereit. Das Paket umfasst volle 3,3 Megabyte.

Lesezeit: 1 Min.  In Pocket speichern

   135



Das Eagle-Landemodul auf dem Weg zur Mondoberfläche. (Bild: NASA)

UPDATE 11.07.2016 12:03 Uhr


```

637 ## Page 1095
638 # SEQUENCE CHANGING AND SUBROUTINE CALLING OPTIONS.
639
640 # THE FOLLOWING OPERATIONS ARE AVAILABLE FOR SEQUENCING CHANGING, BRANCHING, AND CALLING SUBROUTINES:
641
642 # 1. GOTO GO TO.
643 # 2. CALL CALL SUBROUTINE SETTING QPRET.
644 # 3. CGOTO COMPUTED GO TO.
645 # 4. CCALL COMPUTED CALL.
646 # 7. BPL BRANCH IF MPAC POSITIVE OR ZERO.
647 # 8. BZE BRANCH IF MPAC ZERO.
648 # 9. BMN BRANCH IF MPAC NEGATIVE NON-ZERO.
649
650 CCALL INCR LOC # MAINTAIN LOC FOR QPRET COMPUTATION.
651 INDEX LOC
652 CAF 0 # GET BASE ADDRESS OF CADR LIST.
653 INDEX ADDRWD
654 AD 0 # ADD INCREMENT.
655 TS FBANK # SELECT DESIRED CADR.
656 MASK LOW10
657 INDEX A
658 CAF 10000
659 TS POLISH
660
661 CALL CA BANKSET # FOR ANY OF THE CALL OPTIONS, MAKE UP THE
662 MASK BANKMASK # ADDRESS OF THE NEXT OP-CODE PAIR/STORE
663 AD BANKMASK # CODE AND LEAVE IT IN QPRET. NOTE THAT
664 AD LOC # BANKMASK = -(2000 - 1).
665 INDEX FIXLOC
666 TS QPRET
667
668 GOTO CA POLISH # BASIC BRANCHING SEQUENCE.
669 +1 MASK HIGH4
670 EXTEND
671 BZF GOTOERS # SEE IF ADDRESS POINTS TO FIXED OR ERAS.
672 +4 CA BANKSET # SET EBANK PART OF BBANK. NEXT, SET UP
673 TS BBANK # FBANK. THE COMBINATION IS PICKED UP &
674 CA POLISH # PUT INTO BANKSET AT INTPRET +2.
675 TS FBANK
676 MASK LOW10

```

METHODIK / PRINZIPIEN BLEIBEN



Agile Planung

Apollo 11	LM-5	G	Luminary IA	099/0	Syntax-highlighted, hyperlinked - HTML	Document Library	One of the original AGC programmers, Allan Klumpp, kept a copy of Luminary 99 Rev 0 (or 99/0 for short), since donated to klabs.org , having been told that it was the version that flew on Apollo 11. Unfortunately, that turns out not to have been the case, but it was indeed the first revision of Luminary released for manufacture for Apollo 11 - by which I mean that its core-logic memory modules were actually manufactured, though not flown.
				099/1	Syntax-highlighted, hyperlinked - HTML Scanned page images (copy.1), plus replacement pages 1472 and 1473 Scanned page images (copy.2)		This is the AGC software version that was flown in the Apollo 11 Lunar Module. By the way, strictly speaking I don't think this program is LUMINARY, but instead had been branched off from the main branch of LUMINARY source code (... LUMINARY 97, LUMINARY 98, LUMINARY 99, LUMINARY 100, ...) as LUMINARY 99. This new branch of code was called "LMY99" rather than "LUMINARY", so that's why at the tops of the pages of the assembly listing you see that it's listed as "PROGRAM LMY99" rather than "PROGRAM LUMINARY", and that's why the revision level is listed as 001 rather than 009. This kind of trick allowed development for Apollo 12 to continue with LUMINARY 100, LUMINARY 101, and so on, while development for Apollo 11 continued with LMY99. Page images have been taken from a hardcopy from the Charles Stark Draper Historical Collection, MIT Museum, and then converted to source code by a team of volunteers.

Robust
Fehlertolerant

```
102:38:29 Armstrong Program alarm.  
102:38:30 Mission It's looking good to us.  
Control  
102:38:33 Armstrong 1202; 1202.  
102:38:35 Aldrin 1202.
```

Iterative Entwicklung Simulation



Vision
Inspiration



Konkurrenz belebt das Geschäft

METHODIK / PRINZIPIEN BLEIBEN

Abstraktion
Virtualisierung



Vielen Dank fürs Mitfliegen
bei der Raketenhistorie 😊



LinkedIn



Tobias Voß
tobias.voss@viadee.de



[@tobiaslvoss](https://twitter.com/tobiaslvoss)



[tobiaslvoss](https://www.linkedin.com/in/tobiaslvoss)