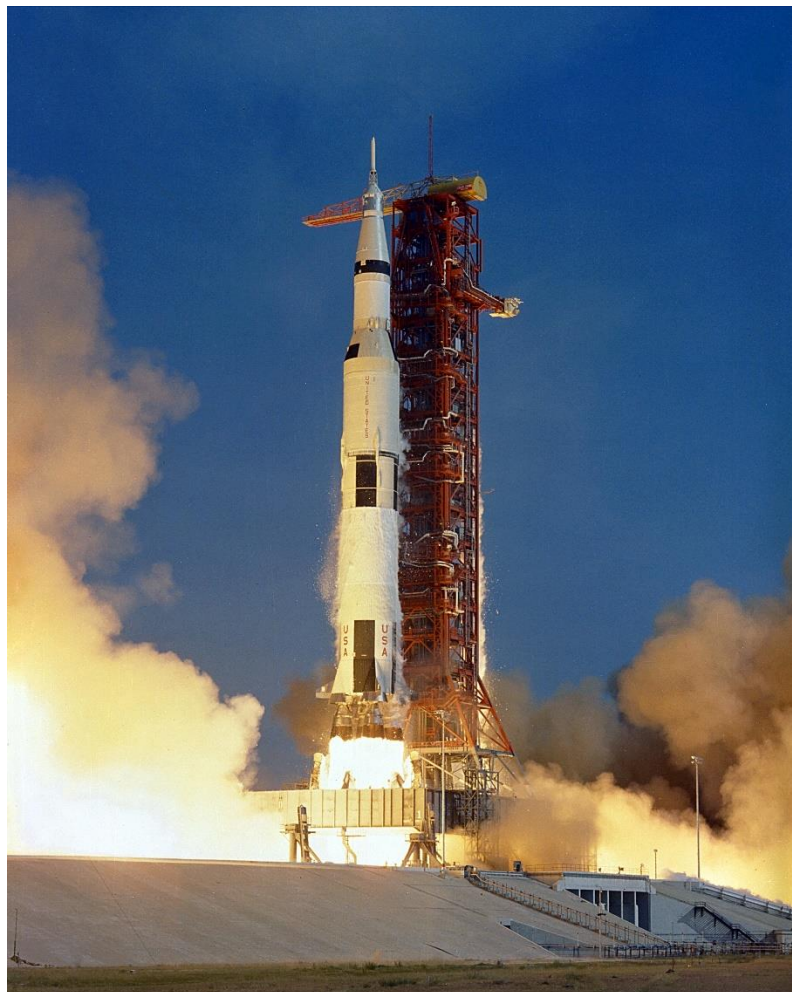


---

# De enorme Saturnus V raket die in 1969 voor het eerst mensen naar de maan bracht\*.

---



De Apollo 11 Saturnus V-raket stijgt op met de astronauten Neil A. Armstrong, Michael Collins en Edwin E. Aldrin op 16 juli 1969, vanaf het lanceercomplex Pad 39A van het Kennedy Space Center.

\* Dit is een vervolg van het thema:

“Ontsnappingsnelheden in het heelal zijn veel hoger dan de snelheid van een kogel uit een geweer”.

Jo Pieters 17-05-2024.

# De enorme Saturnus V raket die in 1969 voor het eerst mensen naar de maan bracht.

## Een vicieuze cirkel.

Als men met een raket wil ontsnappen aan de zwaartekracht van de aarde dan moet die raket op enig moment een minimale snelheid kunnen ontwikkelen van 11,2 km/s oftewel 40.000 km/uur.

Aangezien zo'n raket een bepaald gewicht heeft, moet dat gewicht een snelheid krijgen van 40.000 km/uur. Hiervoor is veel raketbrandstof nodig. Maar de raketbrandstof zelf heeft ook gewicht, naast de lege raket zelf. Dit betekent, dat de raket inclusief brandstof zwaarder wordt. Maar een zwaardere raket vraagt om meer raketbrandstof om los te komen van de zwaartekracht van de aarde. Maar meer raketbrandstof betekent, dat de raket nóg zwaarder wordt, etc, etc. Men kan bij een raketontwerp in een vicieuze cirkel terecht komen.

## Lancering van een Saturnus V raket.



De 110 meter hoge raket bestond voor 85 meter hoogte alleen maar uit brandstoftanks/raketmotoren. De eerste, tweede en derde trap van de raket. Pas op een hoogte vanaf 85 meter, vanaf de zwarte ring markering – de bovenste 25 meter – zat het complete Apollo ruimtevaartuig. Dit Apollo ruimtevaartuig bestond uit drie onderdelen. Direct boven de derde trap in het kegelvormig gedeelte zat het maanlandingsvoertuig of de 'Lunar Module'. Boven de maanlander bevond zich de zilverkleurige cilindrische 'Service Module'. En weer daarbovenop, helemaal aan de top van de Saturnus V raket, bevond zich de kegelvormige 'Command Module'. Dit was de 'woonruimte' van 2,7 x 3,9 meter voor de driekoppige astronauten bemanning. De brandstoftanks van de eerste trap en tweede trap van de raket hadden een diameter van 10 meter. De derde trap had een diameter van 6,6 meter, te zien als de smallere cilindertank, onder het Apollo ruimtevaartuig.

20 mei 1969.



Kennedy Space Center, Florida – De raket Saturnus V voor de Apollo 11 maanlandingsmissie van NASA arriveert bij lanceercomplex 39-A nadat het uit het 'Vehicle Assembly Building' 5,6 mijl verderop is uitgerold.

Het 110 meter hoge Saturnus/Apollo-ruimtevoertuig en zijn mobiele lanceerinrichting worden met een snelheid van anderhalve kilometer per uur over de 'Crawlerway' getransporteerd en worden door de Crawler-transporter de helling opgedragen naar het lanceerplatform.

## **Bijzonderheden en technische details Saturnus V raket.**

De Saturnus V raket uit de jaren zestig van de vorige eeuw was een raket die NASA bouwde om mensen naar de maan te brengen. De V in de naam is het Romeinse cijfer 'vijf'. De Saturnus V was een type raket, die een *'Heavy Lift Vehicle'* werd genoemd. Dat betekent, dat de raket heel krachtig was. Het was de krachtigste raket die ooit met succes had gevlogen.

Pas in 2022 lanceerde NASA een nog krachtigere raket, de SLS-raket. Het 'Space Launch System' (**SLS**), letterlijk "*ruimtelanceersysteem*", is een serie Amerikaanse draagraketten van NASA voor lanceringen van zowel zware vrachtladingen als bemande ruimtevaartmissies naar andere planeten, manen en planetoïden.

### **De Saturnus V raket werd in de jaren zestig en zeventig gebruikt in het Apollo-maanprogramma.**

Het werd ook gebruikt om het Skylab-ruimtestation te lanceren. Geen enkele Saturnus V heeft ooit gefaald. In totaal zijn 13 Saturnus V raketten gelanceerd naar de ruimte. De raket vloog van 1967 tot 1973 en lanceerde 26 astronauten naar de ruimte, waarbij zes succesvolle missies mensen op de maan brachten.

De Saturnus V raket was 110 meter hoog – 18 meter hoger dan het Vrijheidsbeeld – en had een diameter van 10 meter en was 2900 ton zwaar was, oftewel 2,9 miljoen kg zwaar inclusief brandstof.

De raket bestond voornamelijk uit dun aluminium en was ontworpen onder leiding van de Duitse/Amerikaanse luchtvaart- en ruimtevaartpionier en rakettechnoloog Wernher von Braun.

## **De drie rakettrappen of drie raketbrandstoftanks van de Saturnus V raket.**

### **De eerste trap** (S-IC Stage).

*De eerste trap had de krachtigste motoren, omdat deze de uitdagende taak had om de volledig van brandstof voorziene raket van 2,9 miljoen kg van de grond te tillen en te lanceren en bevatte 2 miljoen kg kerosine en vloeibare zuurstof.*

De eerste trap was de grootste trap met vijf F-1 raketmotoren en werd aangedreven door kerosine en vloeibare zuurstof van min 160 °C. De eerste trap was 42 m hoog en had een diameter van 10 m. Deze eerste trap werd slechts twee minuten en 45 seconden gebruikt, wat genoeg tijd was om de raket 68 kilometer boven de aarde te krijgen en te versnellen naar 9.900 km/uur.

De vijf F-1 raketmotoren van de eerste trap verbrandden bij de lancering – elke seconde – 15 ton vloeibare zuurstof en kerosine om voldoende stuwkracht te produceren om los te komen van de aarde.

Hierbij genereerde de vijf raketmotoren bij de lancering een stuwkracht van 34,5 miljoen Newton en een record geluid op aarde van 203 decibels.

Nadat de eerste trap zijn brandstof had verbruikt, viel de eerste rakettrap (de eerste raketbrandstoftank) in de oceaan naar de bodem van de zee.

### **De tweede trap** (S-II-trap).

De tweede rakettrap was 25 m hoog en had eveneens een diameter van 10 m en werd aangedreven door 440.000 kg vloeibare waterstof en zuurstof. De tweede trap duurde zes minuten en bracht de raket de ruimte in en stuwde in 360 seconden de resterende raket naar een snelheid van 25.000 km/uur (bijna de orbitale snelheid) en een hoogte van 175 km.

De lege tweede rakettrap of raketbrandstoftank viel vervolgens naar de aarde en verbrandde in de atmosfeer.

### **De derde trap (S-IVB Stage).**

De derde trap, was 18 m hoog en had een diameter van 6,60 m en werd aangedreven door 110.000 kg vloeibare waterstof en zuurstof. De **herstartbare** motor van de derde trap brandde 2,5 à 3 minuten tot de eerste onderbreking waardoor de raket versnelde naar ongeveer 28.000 km/uur en in een omloopbaan om de aarde terecht kwam op 190 km hoogte.

### **Naar de maan met een snelheid van tien keer de snelheid van een kogel uit een geweer.**

Na eerst anderhalve keer om de aarde te zijn gevlogen en systemen te hebben getest, werd de derde trap opnieuw gestart gedurende zes minuten voor de "**Trans Lunar Injection**". Hierdoor werd de snelheid verhoogd van 28.000 km/uur naar 40.325 km/uur – *tien maal de snelheid van een kogel uit een geweer* – om zo aan de zwaartekracht van de aarde te kunnen ontsnappen en in een baan om de maan terecht te komen.

### **Bovenop de derde trap zat nog de maanlander en de Command /Service module met de 3 astronauten.**

De derde trap met erbovenop de maanlander en de 3 astronauten in de 'Commando en Service Module' (CSM) van Apollo 11 gingen richting maan. Even later werden, bij een snelheid van 40.325 km/uur in de ruimte, de 3 astronauten met de Commando Service Module (CSM) losgekoppeld van de nu lege derde trap, die vervolgens beiden **los van elkaar** in de ruimte vlogen met een snelheid van 40.325 km/uur.

### **Het maanlandingsvoertuig, de 'Lunar Module', was nog bovenop de derde trap gemonteerd.**

Het maanlandingsvoertuig – de 'Lunar Module' LM) was bij het ontwerp van de Saturnus V raket bovenop de derde trap van de raket gemonteerd en moest door de 3 astronauten nog vanaf de losse derde trap gehaald worden om te kunnen landen op de maan.

### **De 3 astronauten trokken de maanlander – de Lunar Module – van de derde trap los.**

Bij een snelheid van 40.325 km/uur op weg naar de maan draaiden de 3 astronauten de 'Commando en Service Module' (CSM) nu 180 graden om, waardoor de grijpparmen van de CSM Module de 'Lunar Module' (LM) - het maanlandingsvoertuig - uit de opengeklapte adapter van de al losgekoppelde derde trap konden trekken en konden verankeren aan de CSM Module. De derde trap werd nu afgestoten in de ruimte. NASA liet sommige derde trappen later bewust op de maan neerstorten om maanbevingen te meten.

### **De Saturnus V raket had nu zijn taak als lanceervoertuig volbracht.**

Wat verder naar de maan reisde was de 'Command and Service Module' (CSM) met de daaraan gekoppelde 'Lunar Module' (LM) – het maanlandingsvoertuig en de 3 astronauten. Nu kon het Apollo maanprogramma het stokje overnemen van de Saturnus V raket. De Saturnus V raket had zijn taak als lanceervoertuig volbracht. De echte reis naar de maan kon nu beginnen – de Apollo maanlandingsmissie.

*Al die technische manoeuvres vonden plaats in de ruimte bij een snelheid van 40.325 km/uur gedurende een periode van drie uur met de techniek en een primitieve boordcomputer van de jaren zestig van de vorige eeuw.*

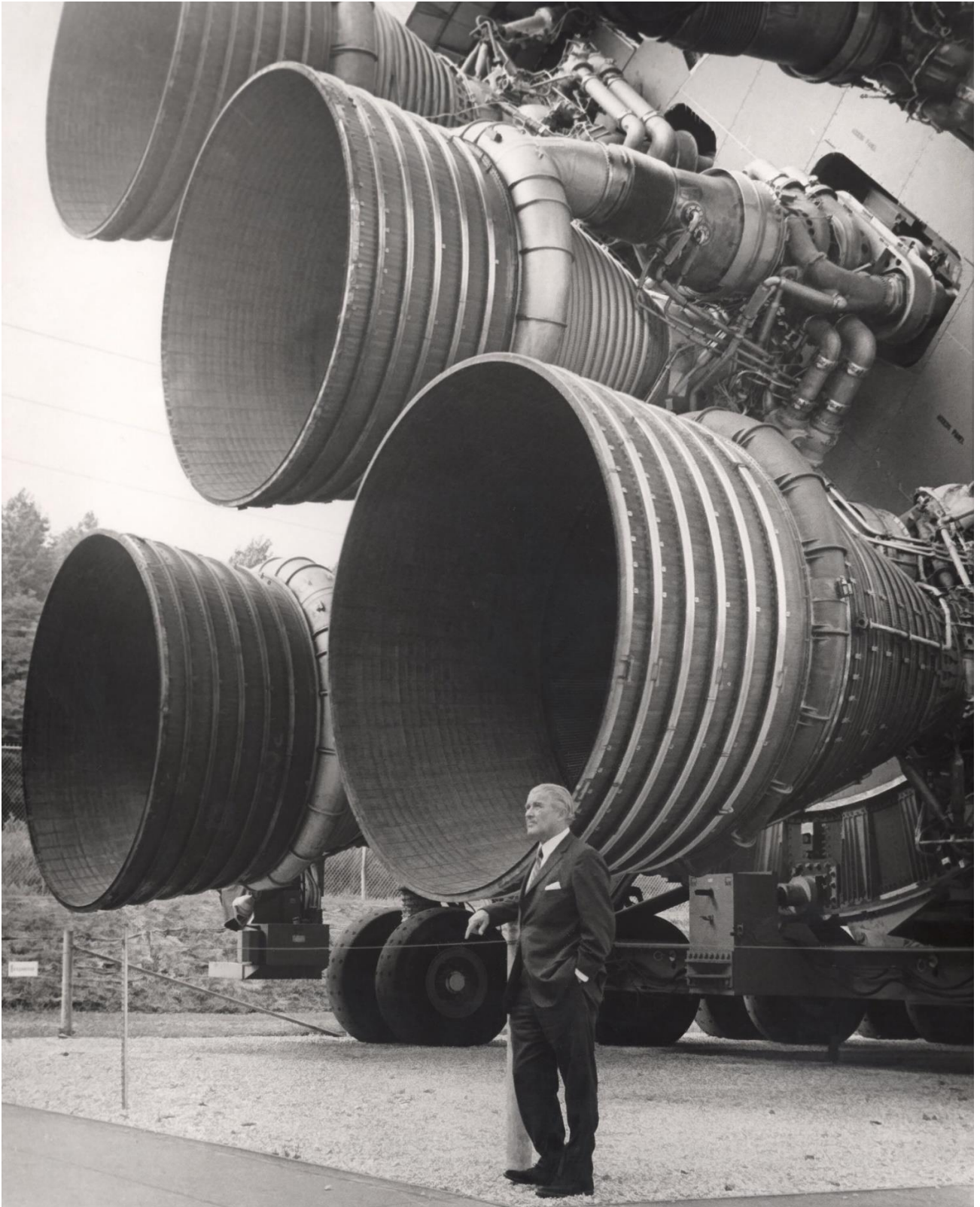
**Indrukwekkende video-opname van de eerste Saturnus V raket lancering op 9 november 1967 – Apollo 4 – met een voorwoord van Dr. Wernher von Braun, met close-up opnamen van de vijf ontstoken F-1 raketmotoren van de eerste trap van de raket.**

<https://youtu.be/ViNcBQ8cDA0>

Op YouTube is verder een prachtig animatiefilmpje te vinden, hoe e.e.a. technisch in zijn werk ging tijdens de gehele lancering van aarde naar de maan, de laanlanding zelf en de terugkeer naar de aarde.

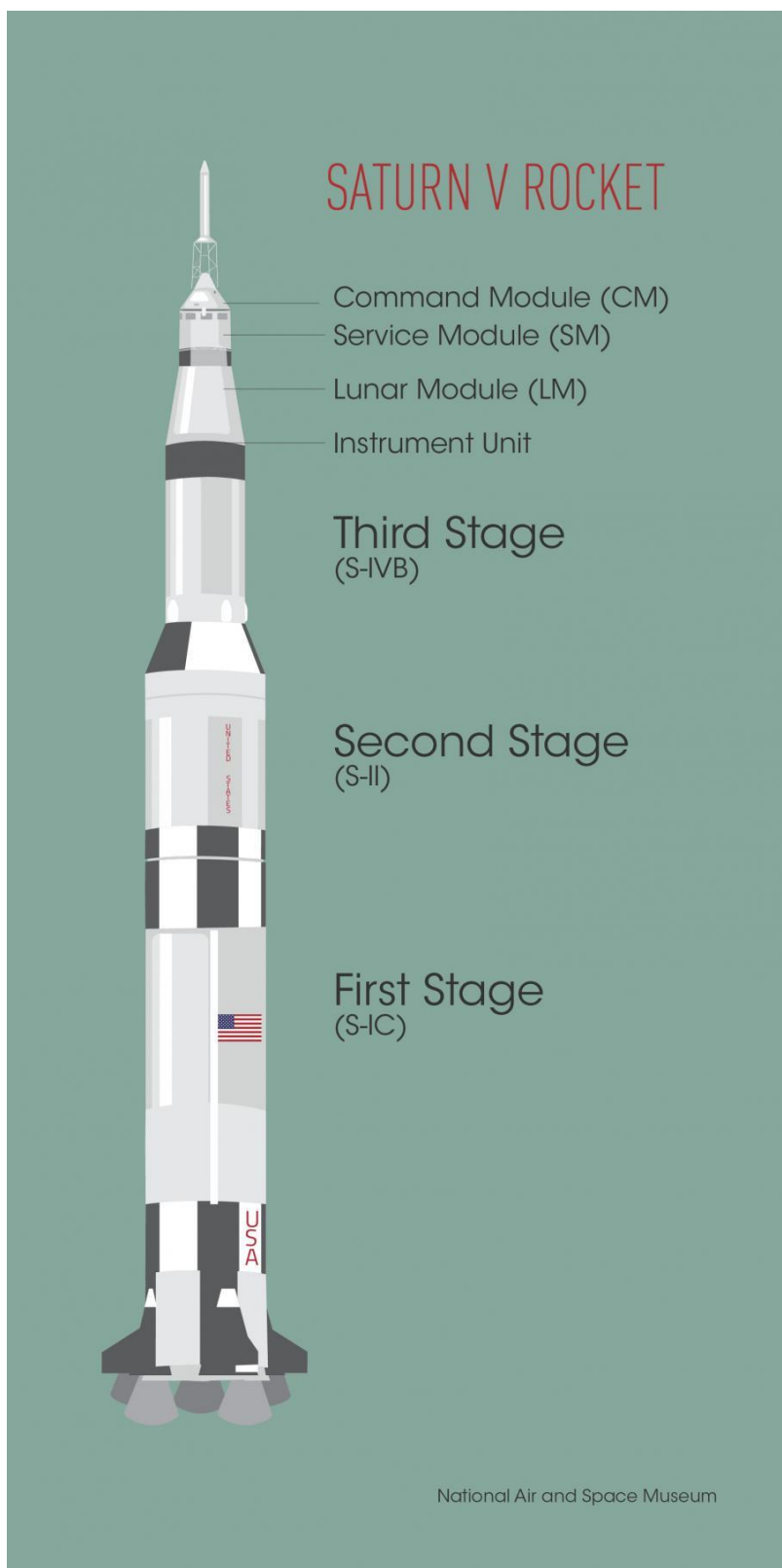
**Prachtige video-animatie van de lancering van de Saturnus V raket en de Apollo 11 maanlanding en terugkeer van de drie astronauten naar de aarde.**

<https://www.youtube.com/watch?v=iEJ3yodhdsw>



**Dr. Wernher von Braun staat bij de vijf F1 raketmotoren van de eerste trap van de Saturnus V raket (1969).**

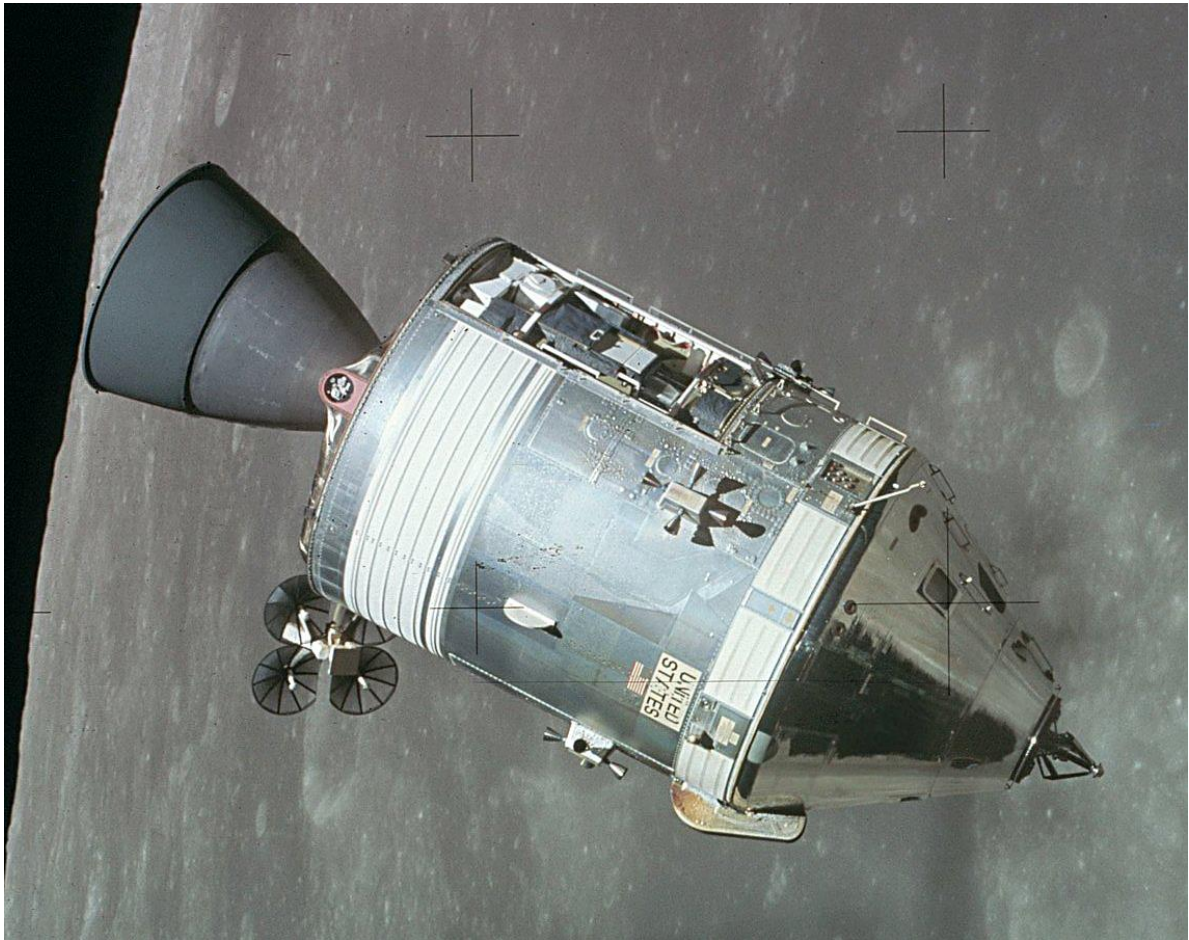
Wernher von Braun werkte als rakettechnoloog in de tweede wereldoorlog aan het V1 en V2 project. Om uit de handen van de Russen te blijven, bracht de Amerikaanse regering de Duitse rakettechnoloog Wernher von Braun en meer dan 1.500 Duitse raketingenieurs en technici in september 1945 over van Duitsland naar de Verenigde Staten in “**Operatie Paperclip**”, goedgekeurd door president Truman. “**Operatie Paperclip**” was een geheime operatie om nazi-wetenschappers naar Amerika te halen en om zoveel mogelijk technologische vernieuwingen – in nazi-Duitsland ontwikkeld – naar de VS over te brengen.



**Schematisch overzicht van de 110 meter hoge Saturnus V raket. Van deze 110 meter hoogte werd 85 meter hoogte ingenomen door de drie rakettrappen of de drie raketbrandstoftanks met raketmotoren. Pas vanaf de bovenste 25 meter, vanaf de zwarte ringmarkering, zat het complete Apollo ruimtevaartuig.**

Dit Apollo ruimtevaartuig bestond uit drie onderdelen, het maanlandingsvoertuig, de 'Lunar Module' (LM), vervolgens de 'Service Module' (SM), die onder meer raketbrandstof bevatte om terug te kunnen keren naar de aarde en de 'Command Module' (CM), de 'woonruimte' voor de 3 astronauten van 2,7 bij 3,9 meter waarin zich ook de bedieningspanelen en de boordcomputers bevonden. De twee modules CM en SM samen, werden het 'Command en Service Module' genoemd (de CSM Module).

**Echte opname van de CSM module van Apollo 15 in een baan om de maan – 2 augustus 1971.**



**De Apollo 15 missie van 26 juli tot 7 augustus 1971.**

De Apollo 15 missie duurde van 26 juli 1971 (de lancering van de Saturnus V raket) tot 7 augustus 1971. De maanlanding met twee astronauten vond plaats op 30 juli 1971 en op 7 augustus vond de behouden terugkeer plaats van de drie astronauten naar de aarde met de landing van de Commando Module (CM).

**Principe Apollo maanlandingsmissie.**

Een Apollo missie bestond uit een team van drie astronauten. Bij aankomst in een baan om de maan werd de Lunar Module met daarin twee astronauten, op ongeveer 100 km boven het maanoppervlak, ontkoppeld van de CSM module, zodat de Lunar Module kon landen op de maan. Het koppelings-/ontkoppelingsmechanisme voor de Lunar Module, het aandokkingsysteem, is te zien op de top van de kegelvormige Commando Module. Eén astronaut bleef permanent in de CSM Module om dit CSM moederschap te bedienen en rondjes te draaien om de maan, terwijl zijn twee collega's op de maan liepen. De astronaut zat in feite in de Commando Module (CM), het kegelvormig onderdeel van de 'Commando en Service Module' (CSM Module).

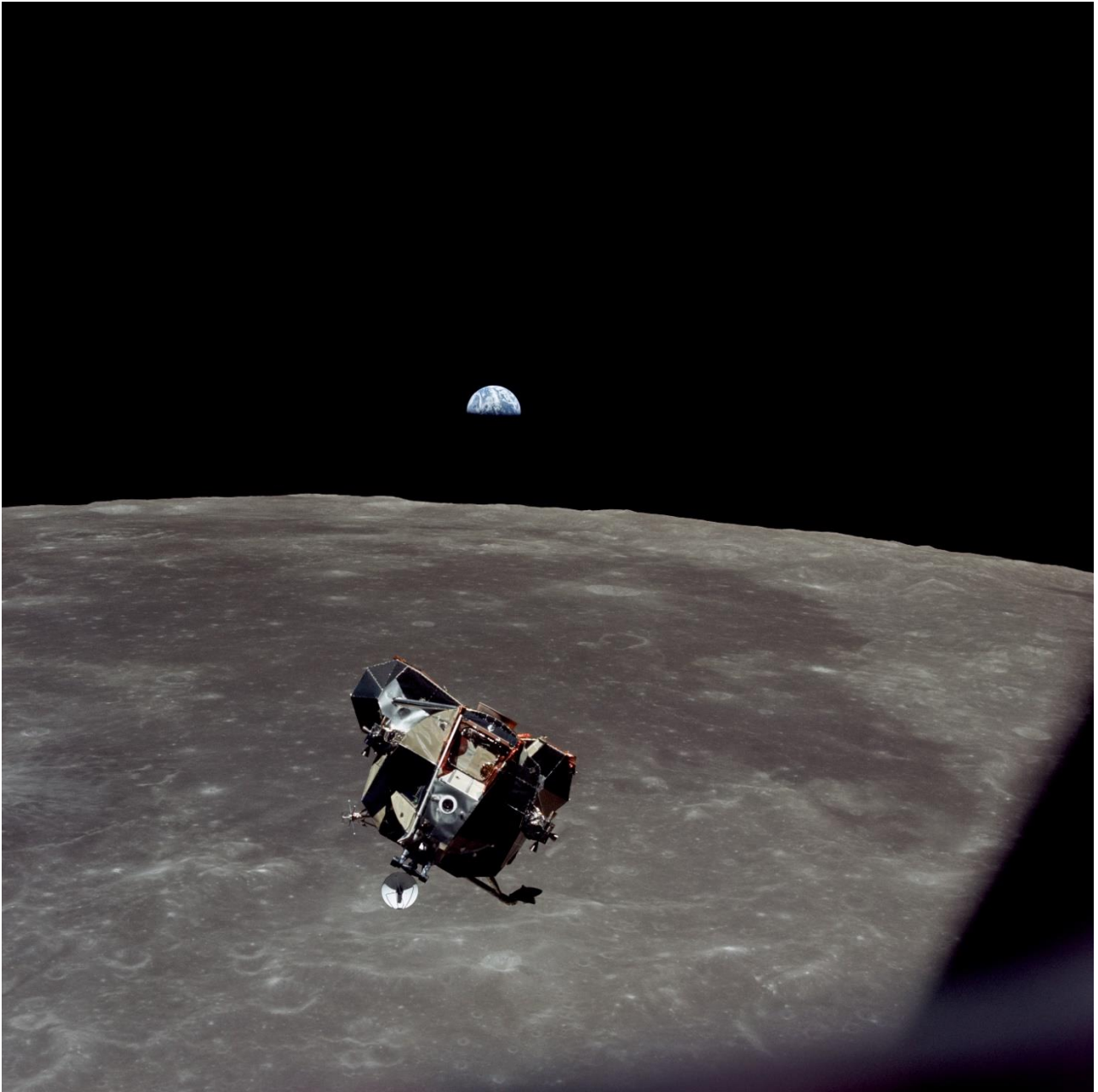
Bij terugkeer van de maan werd de Lunar Module vanaf het maanoppervlak met de twee astronauten gelanceerd naar de ruimte om daarna langzaam maar zeker met corrigerende stuwaketjes, thrusters, terug in de buurt te komen bij het CSM moederschap om aan te dokken aan de Commando Module van het CSM moederschap. De drie astronauten werden nu in de Commando Module weer met elkaar verenigd. De lege Lunar Module werd weer ontkoppeld en liet men neerstorten op de maan voor maanbevingsonderzoek.

De terugreis naar de aarde kon beginnen. Met de raketbrandstof in de cilindrisch vormige 'Service Module' werd de raketmotor ontstoken om te kunnen ontsnappen aan de zwaartekracht van de maan, richting aarde. Eenmaal aangetrokken door de zwaartekracht van de aarde werd nu ook de Service Module losgekoppeld en afgestoten van de kegelvormige Commando Module, die vervolgens met de drie astronauten op aarde landde.



Schaalmodel van de Apollo 'Command and Service Module' (CSM) in het Euro Space Center in België. De CSM bestond uit de cilindrische Service Module (SM) en de kegelvormige Command Module (CM). Alleen de 3 meter hoge Command Module (CM) met de 3 astronauten keerde terug naar de aarde.

## Apollo 11 - 21 juli 1969.



Na een verblijf op de maan van 22 uur stijgen astronauten Neil Armstrong en Buzz Aldrin weer op van het maanoppervlak vanaf het lanceergedeelte van de maanlander. Ze komen weer terug in een baan om de maan op 100 km hoogte om aan te dokken aan de Commando Module waarin zich astronaut Michael Collins bevindt.

Michael Collins kijkt uit het raampje van de Commando Module en ziet zijn collega's terugkomen van de maan in de Lunar Module. Maar hij ziet plotseling ook de aarde opkomen boven de maan. Hij neemt zijn Hasselblatt camera en legt dit beeld vast en zegt bij zichzelf: "***Ieder ander mens bevindt zich voor de lens***".

## De Apollo 11 Command Module – ‘Columbia’.

De Apollo 11 Command Module, ‘Columbia’, was de woonruimte van 2,7 bij 3,9 meter voor de driekoppige astronauten bemanning tijdens het grootste deel van de eerste bemande maanlandingsmissie in juli 1969.

Op 16 juli 1969 werden Neil Armstrong, Edwin ‘Buzz’ Aldrin en Michael Collins gelanceerd vanaf Cape Kennedy bovenop een Saturn V-raket.

De Command Module was een van de drie onderdelen van het complete Apollo-ruimtevaartuig. De andere twee delen waren de Service Module en de Lunar Module, bijgenaamd "Eagle". De Service Module bevatte het belangrijkste voortstuwingssysteem en verbruiksartikelen van het ruimtevaartuig, terwijl de Lunar Module het tweepersonsvaartuig was dat door Armstrong en Aldrin werd gebruikt om op 20 juli naar het maanoppervlak af te dalen.

Van de aanvankelijke 110 meter hoge Saturnus V raket met een massa van 2900 ton, bleef er bij terugkeer van de drie astronauten van de maan naar de aarde, alleen de 3 meter hoge en 6 ton zware Command Module over. Het enige deel van het Apollo ruimtevaartuig en van de raket, dat met behulp van een atmosferisch hitteschild, naar de aarde terugkeerde.



De woon- en verblijfplaats voor de drie astronauten, de Command Module, met bedieningspanelen voorzien van schakelaars – geen toetsen of touchscreen – en primitieve boordcomputers – techniek anno 1969.

**De hitte doorstane Commando Module van Apollo 11 tijdens de afdaling door de atmosfeer naar de aarde.**



**De Apollo 11 Command Module bevindt zich in het "National Air and Space museum" Washington D.C.**

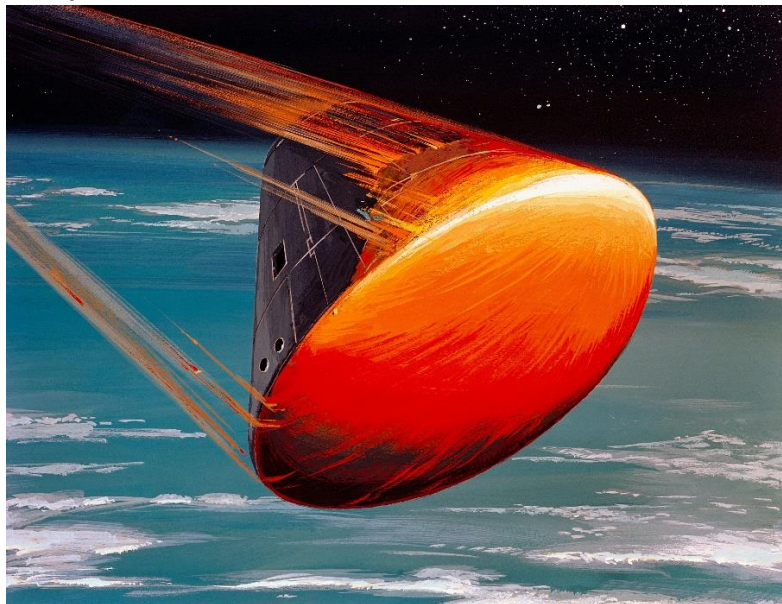
Bij terugkeer (vrije val) van de Command Module naar de aarde door de atmosfeer kon een temperatuur van 1480 °C ontstaan\*, die opgevangen werd door het hitteschild in de bodem van de Command Module.

Vergelijk het uiterlijk van de Command Module - terug op aarde - met het uiterlijk in de ruimte op pagina 7.

De Command Module bestond voornamelijk uit aluminium legeringen, roestvrij staal en het metaal titanium.

\* (Door luchtcompressie en niet door wrijvingsweerstand wat men vaak denkt).

**Artist impression van de vrije val van de Command Module met de drie astronauten naar de aarde.**



De Command Module is aerodynamisch stabiel en valt met het stompe uiteinde naar beneden. Echter met stuurkaketjes (thrusters) zorgt men ervoor dat de valhoek niet nul is. De ontstane liftwerking, de opwaartse atmosferische kracht, wordt gebruikt voor richtingscontrole en voor controle van de landingsbaan.

Als de valhoek te ondiep is, kan de capsule van het oppervlak van de atmosfeer springen. Als de valhoek te steil is, kunnen de vertragskrachten te hoog zijn of kan de hitte bij terugkeer de toleranties van het hitteschild overschrijden. De kleurveranderingen geven de verschillen weer in extreme temperaturen.



De Apollo 17 Command Module (CM), met astronauten Eugene A. Cernan, Ronald E. Evans en Harrison H. Schmitt aan boord, nadert de landing in de Stille Zuidzee om de laatste maanlandingsmissie in het Apollo programma van NASA met succes af te ronden. Dit bovenaanzicht werd genomen vanuit een bergingsvliegtuig, enkele seconden voordat het ruimtevaartuig het water raakte. De landing vond plaats op 19 december 1972.

Bronnen onder meer:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Saturn\\_V](https://en.wikipedia.org/wiki/Saturn_V)

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Saturnus\\_V](https://nl.wikipedia.org/wiki/Saturnus_V)

<https://www.nasa.gov/history/55-years-ago-apollo-4-the-first-flight-of-the-saturn-v/>

<https://www.britannica.com/technology/Saturn-launch-vehicle>

<https://www.cradleofaviation.org/history/history/saturn-v-rocket.html>

<https://spacecenter.org/exhibits-and-experiences/nasa-tram-tour/saturn-v-at-rocket-park/>

<https://www.kennedyspacecenter.com/explore-attractions/race-to-the-moon/featured-attraction/saturn-v-rocket>

<https://airandspace.si.edu/stories/editorial/looking-closer-saturn-v>

[https://airandspace.si.edu/collection-objects/rocket-liquid-fuel-launch-vehicle-saturn-v-transporter/nasm\\_A19780111000](https://airandspace.si.edu/collection-objects/rocket-liquid-fuel-launch-vehicle-saturn-v-transporter/nasm_A19780111000)

<https://search.worldcat.org/nl/title/867715781>

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Operatie\\_Paperclip](https://nl.wikipedia.org/wiki/Operatie_Paperclip)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo\\_command\\_and\\_service\\_module](https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_command_and_service_module)

[https://airandspace.si.edu/collection-objects/command-module-apollo-11/nasm\\_A19700102000](https://airandspace.si.edu/collection-objects/command-module-apollo-11/nasm_A19700102000)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Reentry\\_capsule](https://en.wikipedia.org/wiki/Reentry_capsule)