RAKET



JOSH BARKER

INHOUD



4 Wat is een raket?

6 Een raket in aanbouw

8 Hot-fire testen

10 Raketbrandstof

12 Raketvervoer

14 De payload beschermen

16 Superstapels

18 Het Vehicle Assembly Building

20 Op weg naar de lanceerplaats

22 Klaar voor lancering

24 En nu de lucht in!

26 Geleidingssystemen

28 Hittespoor

30 Vliegroute

32 De Ariane van de ESA

34 Het afwerpen van de trappen

36 De Starship van SpaceX

38 Herbruikbare raketten

40 Het Sojoez-systeem

42 Lancering van de Lange Mars

44 Kleine draagraketten

46 Satellietbanen

48 Bemande vluchten

50 Space Shuttle

52 Koppeling met het ISS

54 Space Launch System (SLS)

56 De machtige Saturnus V

58 Terug naar huis

60 Draagraketten

62 Lanceerbases

64 Register en beeldverantwoording

EEN SATELLIET LANCEREN //
Hier zie je de Atlas V-raket in 2012, voordat die in Florida, VS werd gelanceerd. Hij bracht twee NASA-satellieten in een baan om de aarde, om de straling rond onze planeet te bestuderen. In 2024 werden wereldwijd meer dan tweehonderdvijftig raketten gelanceerd om 2695 satellieten in een baan om de aarde te brengen. Die satellieten hebben allerlei doelen, van het observeren van de aarde en het klimaat, tot langs andere planeten vliegen en informatie over de ruimte vergaren.

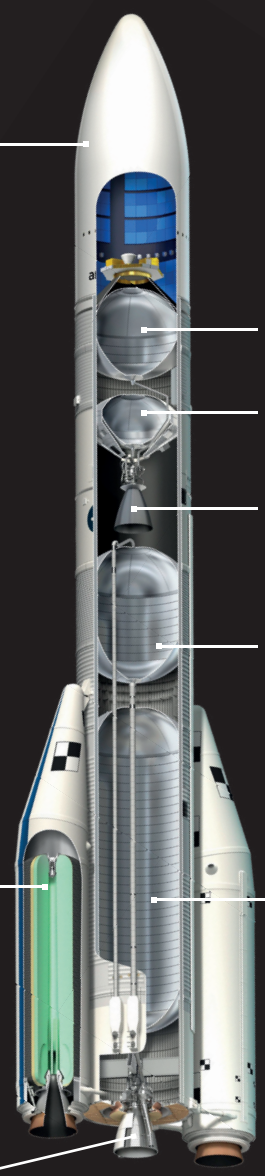


WAT IS EEN RAKET?

Een raket is een voertuig dat brandstof verbrandt en de uitlaatgassen op hoge snelheid uitstoot om stuwkracht te produceren: dat is de kracht die de raket de lucht in duwt. De raketten in dit boek zijn draagraketten: ze dragen voorwerpen de ruimte in. Sommige raketten nemen astronauten of onbemande ruimtevaartuigen mee, andere brengen satellieten in een baan om de aarde.

Neuskegel
Deze uit twee delen bestaande, gestroomlijnde neuskegel beschermt tijdens de lancering de *payload* ofwel de nuttige lading van de raket. Hier is dat een satelliet.

MEERTRAPSRAKETTEN //
De meeste raketten in dit boek zijn meertrapsraketten. Dat betekent dat ze uit verschillende segmenten (trappen) bestaan, elk met hun eigen motor en brandstofvoorraad. Een voor een verbruikt elke trap zijn brandstof en wordt dan afgeworpen. Op die manier vermindert het gewicht van de raket en kan hij sneller reizen met minder brandstof. Deze Ariane 6-raket heeft twee hoofdtrappen en boosters (hulpraketten), die bij de lancering voor extra kracht zorgen.



Tank voor vloeibare waterstof

Tank voor vloeibare zuurstof

Vinci-motor
De bovenste trap van de raket wordt aangedreven door een motor, die opnieuw kan worden opgestart en die op vloeibare zuurstof en vloeibare waterstof werkt.

Tank voor vloeibare zuurstof

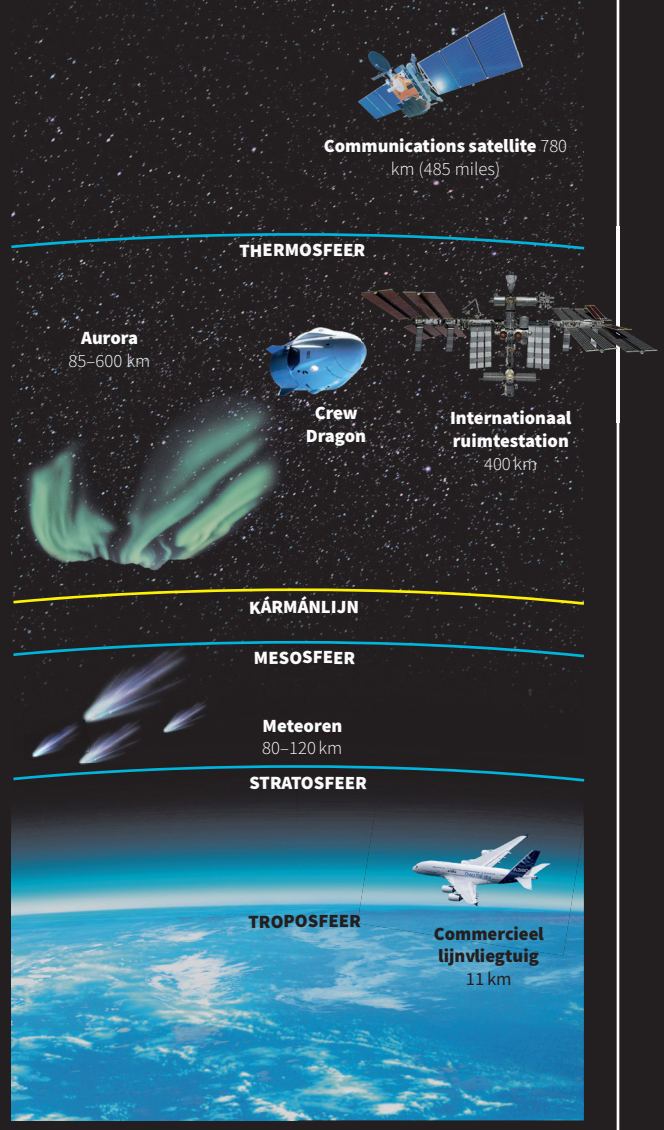
Vastebrandstofhulpraket
Elke hulpraket bevat ongeveer 142 ton aan vaste brandstof, die de raket extra stuwkracht geeft.

Tank voor vloeibare waterstof

Vulcain-motor
De eerste rakettrap verbrandt vloeibare zuurstof en vloeibare waterstof om 138 ton stuwkracht te genereren.

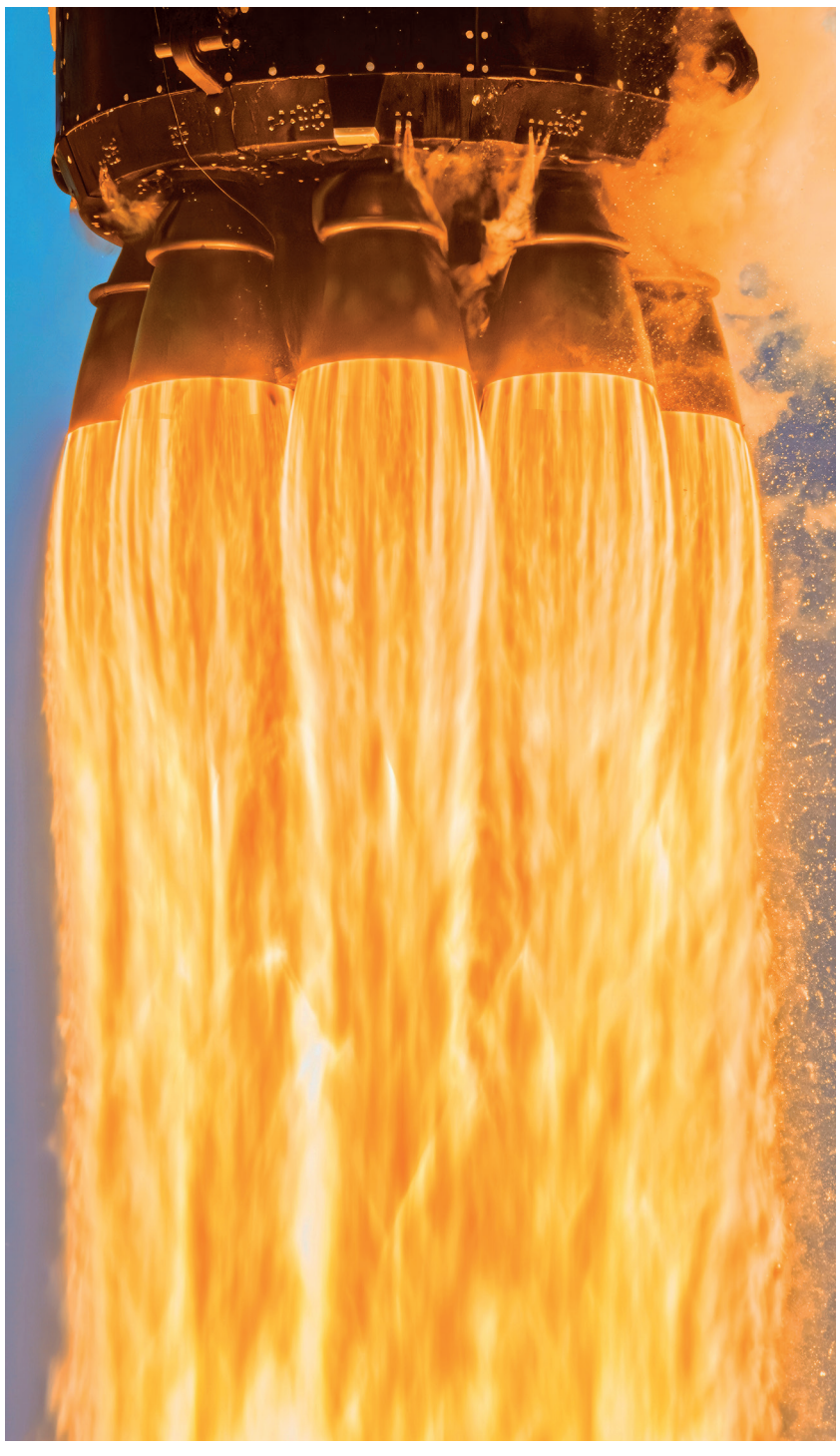
WAAR BEGINT DE RUIMTE? //

Er is geen exacte grenslijn waar de atmosfeer van de aarde ophoudt en de ruimte begint. Het meeste gas in de atmosfeer bevindt zich in de onderste laag, de troposfeer. De lagen van de atmosfeer worden dan geleidelijk minder dicht tot er geen gas meer is, alleen nog het vacuüm van de ruimte. Het meeste luchtverkeer vindt veel lager plaats. Iedereen die voorbij de Kármánlijn reist, een denkbeeldige grens op 100 kilometer hoogte, mag zich astronaut ofwel ruimtereiziger noemen.



RAKET-BRANDSTOF

Bij bijna elke raketlancering is maar een heel klein deel van de massa van de raket toe te schrijven aan de motoren, de *payload* of nuttige lading, en de raketconstructie. De rest, een ongelooflijke 90 procent, is de brandstof. Om op te stijgen heeft een raket een enorme hoeveelheid brandstof nodig, die wordt gemengd met een oxidatiemiddel, meestal vloeibare zuurstof. Er is een hele reeks brandstoffen die gebruikt kunnen worden en die elk een andere uitlaatpluim veroorzaken.



ORANJE VLAM //
Geraffineerde kerosine en zuurstof
Deze oranje vlam van de Falcon 9-raket van SpaceX ontstaat doordat RP-1 wordt verbrand, een brandstof die bestaat uit geraffineerde kerosine en vloeibare zuurstof. RP-1 is relatief makkelijk om mee te werken omdat het bij kamertemperatuur vloeibaar is en een laag risico op explosies draagt.



BLAUWE VLAM //
Methaan en zuurstof
De Terran 1 van Relativity Space was de eerste 3D-geprinte raket. Hij ging de ruimte in op methalox, een brandstof die is gemaakt van vloeibaar methaan en vloeibare zuurstof en een blauwe vlam geeft. Beide stoffen zijn gasvormig bij kamertemperatuur, en moeten sterk worden gekoeld om vloeibaar te blijven.



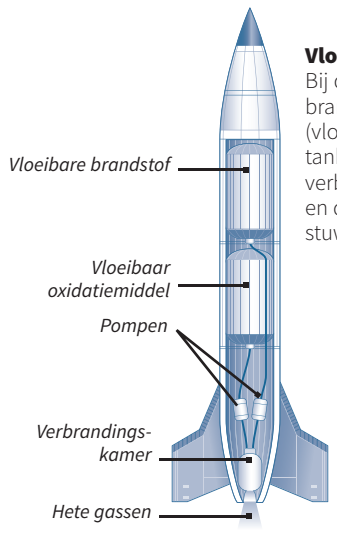
WITTE VLAM //
Aluminium
De witte pluimen aan de zijkanten van de Atlas V worden gemaakt door zijn vastebrandstofhulpraketten, die zorgen voor extra stuwkracht bij het opstijgen. De vaste brandstof bevat aluminium, dat helderwitte rook produceert. De hoofdmotor van de raket, die je in het midden ziet, gebruikt RP-1.



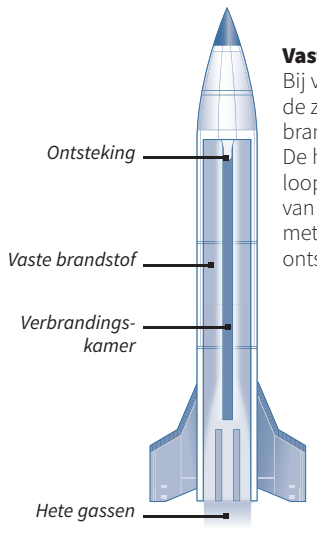
TRANSPARANTE VLAM //
Vloeibare zuurstof en vloeibare waterstof
De hoofdmotoren van de Chinese Lange Mars 5 worden aangedreven door vloeibare waterstof en zuurstof. Daardoor ontstaat een zeer schone, krachtige reactie waarbij enkel waterdamp ontstaat en een bijna doorschijnende vlam, die je op deze afbeelding uit de middelste straalpijp ziet komen.

VAST OF VLOEIBAAR //

De eerste raketten gebruikten vaste brandstof, maar veel moderne raketten verbranden vloeibare brandstoffen, die vluchtig, maar ook ruimer toepasbaar zijn. Als een vastebrandstofraket eenmaal is gestart, kan hij niet worden uitgezet, maar een raket op vloeibare brandstof kan worden bijgesteld en opnieuw gestart. Sommige raketten hebben een hoofdmotor met vloeibare brandstof en hulpraketten met vaste brandstof. De hulpraketten vallen na de lancering terug naar de aarde en zijn soms herbruikbaar.



Vloeibare brandstof
Bij deze raket zitten vloeibare brandstof en oxidatiemiddel (vloeibare zuurstof) in aparte tanks. Ze worden in de verbrandingskamer gepompt en daar ontstoken om stuwkracht te genereren.



Vaste brandstof
Bij vaste brandstof wordt de zuurstof met de brandstof zelf gemengd. De holle verbrandingskamer loopt door het midden van de vaste brandstof, met aan de bovenkant het ontstekingsmechanisme.