RAKETWETENSCHAP

Deel I - Geschiedenis

Inhoud

Inleiding **1**
VUUR, VONKEN EN VERRE WERELDEN **1**
HOOFDSTUK 1: VAN VUURPIJL TOT MAANRAKET **2**
1.1 Een mislukt levenselixer 2
1.2 Oorlogspijlen 3
1.3 Een doof genie en zijn kwetsbare droom 4
1.4 De V-2: een duister keerpunt 5
1.5 De Space Race 5
HOOFDSTUK 2: VAN SHUTTLE TOT STARSHIP **7**
2.1 Na de maan: een huisje in de ruimte 7
2.2 De spaceshuttle: een raket met vleugels 8
2.3 De Buran: de Russische zus die één keer vloog 9
2.4 Stations: van Mir tot ISS 10
2.5 Een nieuw tijdperk: herbruikbaar, commercieel, en terug naar de maan 11
HOOFDSTUK 3: DE WETENSCHAP ACHTER DE KNAL **12**
3.1 Het geheim zit in een ballon 12
3.2 De tirannie van de raketvergelijking 12
3.3 Een baan om de aarde is geen kwestie van hoogte 13
3.4 Brandstof, motoren en een heleboel hitte 14
3.5 Een kleine buiging voor het zachte geweld 14
3.6 Waarom het toch bijna een wonder blijft 15
EPILOOG **15**
PODCAST POINTS **17**
Hier is een gestructureerde samenvatting en draaiboek voor jullie podcastaflevering van circa 50 minuten, verdeeld over drie presentatoren. 17
Rolverdeling (Suggestie voor dynamiek) 17
Draaiboek & Tijdsindeling (Totaal: ~50 min) 17
00:00 – 04:00 | Introductie: Het onwaarschijnlijke concept 17
04:00 – 20:00 | Deel 1: Van vuurpijl tot maanraket (16 min) 17
20:00 – 35:00 | Deel 2: Van Shuttle tot Starship (15 min) 18
35:00 – 47:00 | Deel 3: De wetenschap achter de knal (12 min) 18
47:00 – 50:00 | Epiloog & Afsluiting 18

Inleiding

Vaak zeg je tegen iemand „het is geen raketwetenschap, toch“, als je bedoelt dat het thema echt niet ingewikkeld is. Maar vandaag is het raketwetenschap wat je te horen krijgt. Let op, en gordel vast, dit wordt een flinke rit! We zullen horen van de oude Chinezen en hun vuurpijlen. En over raketten in oorlogstijden en van een wedloop die tot de dag van vandaag duurt. En natuurlijk ook hoe zo'n ding eigenlijk werkt. Dus hou je gereedschap klaar, we trappen het af!

VUUR, VONKEN EN VERRE WERELDEN

Dus nou welkom bij een uur dat we helemaal wijden aan een van de mooiste, gevaarlijkste en meest hardnekkige dromen van de mensheid: het naar boven schieten van dingen. En dan bedoel ik niet confetti, al heeft confetti met raketten meer gemeen dan u denkt.

Want kijk eens naar wat een raket eigenlijk is. Het is, als u het mij vraagt, een van de meest onwaarschijnlijke uitvindingen aller tijden. Je neemt een enorme berg brandstof, je maakt er een gecontroleerde explosie van die nooit ophoudt, en je gebruikt die explosie om jezelf van de aarde los te scheuren. Als u dat aan iemand zou uitleggen die nog nooit van een raket had gehoord, zou hij u vragen of u soms te veel van de wijn had gehad.

En toch: het werkt. Het werkt zelfs al bijna duizend jaar, zij het eeuwenlang vooral als vuurwerk met slechte bedoelingen. In het uur dat voor ons ligt, nemen we u mee op een reis in drie delen.

In het eerste deel gaan we terug naar het oude China, waar het allemaal begon met een mislukt drankje voor de eeuwige jeugd, en we vliegen door de eeuwen heen tot aan de maanlanding in 1969. Daarin komen een Russische schoolleraar voor die doof was, een Amerikaanse professor die door de krant werd uitgelachen, en een Duitse ingenieur die aan beide kanten van de Atlantische Oceaan beroemd werd, om heel verschillende redenen.

In het tweede deel gaan we van de jaren zeventig naar vandaag. De spaceshuttle, dat gevleugelde monster. De Russische Buran, het broertje dat maar één keer vloog, en dan nog zonder bestuurder. De ruimtestations, van de eerste kale blikken tot het grote complex waar op dit moment, terwijl wij hier zitten, mensen boven ons hoofd rondzweven. En we kijken ook naar nu: want een paar dagen geleden nog is er in Texas een raket gelanceerd die, zeg ik er vast bij, iets deed wat tot voor kort sciencefiction was.

En in het derde deel kijken we onder de motorkap. Hoe werkt dat nou, een raket? Waarom is het zo ontzettend moeilijk om de ruimte in te komen? En waarom, en dit is mijn lievelingsvraag, heeft een raket vooral heel veel brandstof nodig om… nog meer brandstof te kunnen meenemen?

Genoeg gepraat. Pak een kopje koffie, ga lekker zitten, en laten we beginnen bij het begin. Dat begin ligt in China.

HOOFDSTUK 1: VAN VUURPIJL TOT MAANRAKET

1.1 Een mislukt levenselixer

Stelt u zich de negende eeuw voor, in China. Een groep alchemisten, vaak taoïstische monniken, is op zoek naar het ultieme: het elixer van de onsterfelijkheid. Ze mengen alles wat ze kunnen vinden. Zwavel, houtskool, en een geheimzinnig wit zout dat we kennen als salpeter.

En dan gebeurt wat er vaker gebeurt als je willekeurige poeders in een pot mengt en verhit: het gaat mis. Er komt vuur. Er komt een fikse knal. En sommige van die alchemisten raken hun wenkbrauwen kwijt, of erger. In een oud Chinees geschrift uit die tijd staat zelfs een waarschuwing: wie bepaalde stoffen met elkaar mengt, kan zijn handen en gezicht verbranden, en zelfs het huis waarin hij werkt. Dat is, voor zover wij weten, de eerste veiligheidsinstructie voor buskruit in de geschiedenis.

Zo ontstond buskruit, met als gevolg dat de mensheid op zoek naar eeuwig leven vooral nieuwe manieren vond om elkaar kwijt te raken. Een ironie die niemand hoeft uit te leggen.

Maar buskruit had ook een vrolijke kant. De Chinezen ontdekten al snel dat het prachtig vuurwerk gaf. Ze stopten het in bamboebuizen, en op een gegeven moment ontdekte iemand dat een bamboebuis die aan één kant open is en aan de andere kant brandt, niet blijft liggen. Hij schiet weg. Het gas dat naar achteren ontsnapt, duwt de buis naar voren. Daarmee was de raket geboren, in de vorm van een vuurwerkpijl.

Er gaat een prachtig verhaal over een Chinese ambtenaar, genaamd Wan Hu, die rond het jaar 1500 een stoel zou hebben laten bouwen met tientallen van die raketten eronder. Hij ging erin zitten, liet zijn bedienden de lonten aansteken, en… tja. Er kwam een enorme rookwolk, en daarna was er geen Wan Hu meer. Een mooie legende, die helaas waarschijnlijk pas veel later is verzonnen. Maar als geschiedenis niet klopt, is het soms een betere anekdote. De eerste astronaut, zeggen sommigen, en meteen de eerste die zonder zorgvuldige voorbereiding vertrok.

1.2 Oorlogspijlen

Hoe dan ook: de Chinese legers snapten al gauw dat een pijl die zelf vuur spuwt, een uitstekend wapen is. In de dertiende eeuw, bij het beleg van de stad Kaifeng in het jaar 1232, werden “pijlen van vliegend vuur” ingezet tegen de binnenvallende Mongolen. De Mongolen waren er zo van onder de indruk, dat ze de technologie zelf overnamen. En via de Mongolen, de Arabieren en de handelsroutes verspreidde de raket zich westwaarts, naar het Midden-Oosten en Europa.

In Europa werd er volop mee geëxperimenteerd. Er zijn Italiaanse en Duitse kroniekschrijvers uit de late middeleeuwen die over “raketten” schrijven, en in de zestiende eeuw tekende de ingenieur Conrad Haas, in het Roemeense Sibiu, al raketten met meerdere trappen. Daar was zijn tijd nog lang niet aan toe.

Maar de echte doorbraak kwam, en dit is een deel van het verhaal dat in Nederland en Europa vaak wordt vergeten, uit India. Aan het einde van de achttiende eeuw bouwden Hyder Ali en zijn zoon Tipu Sultan, heersers van het koninkrijk Mysore, een heel korps van raketsoldaten. En belangrijker: hun raketten hadden een ijzeren huls. Dat klinkt als een

detail, maar het is een enorme stap. Een ijzeren huls kan veel meer druk aan dan bamboe of karton. Meer druk betekent meer stuwkracht, en meer stuwkracht betekent een groter bereik, tot meer dan een kilometer.

De Britten kregen daar in de oorlogen tegen Mysore flink de schrik van. Een Britse officier schreef over de verwarring die de raketten veroorzaakten. En wat doen Britten als ze iets zien dat zo goed werkt? Precies: ze nemen het mee naar huis.

Een artillerie-officier, William Congreve, ging ermee aan de slag, en rond 1805 had hij een eigen versie klaar: de Congreve-raket. Die werd door de Britse marine ingezet, onder meer bij de beschieting van Kopenhagen in 1807. En bij de beschieting van het Amerikaanse Fort McHenry in 1814, tijdens de oorlog van 1812, gebeurde er iets dat nog steeds elke dag in de Verenigde Staten wordt herinnerd. Een jonge Amerikaanse advocaat, Francis Scott Key, zag die nacht vanaf een schip hoe de raketten door de lucht vlogen. Het fort hield stand. Hij schreef er een gedicht over, met de beroemde regel over het rode schijnsel van de raketten, en dat gedicht werd later het volkslied van Amerika. Het Amerikaanse volkslied is dus, als je goed kijkt, een lofzang op een vuurpijl.

1.3 Een doof genie en zijn kwetsbare droom

Tot dusver waren raketten vooral wapens. Ze waren onnauwkeurig, ze werden gebruikt tegen vijanden, en niemand dacht serieus dat je ermee de ruimte in zou kunnen. Dat veranderde aan het eind van de negentiende eeuw, dankzij een man in een Russisch provinciestadje.

Konstantin Tsiolkovski, geboren in 1857. Als kind kreeg hij roodvonk, waarna hij vrijwel doof werd. Naar school kon hij niet meer. Hij werd een autodidact, bracht zijn dagen door in bibliotheken en werd uiteindelijk wiskundeleraar in de provincie. En daar, in zijn vrije uren, bedacht hij op papier vrijwel alles wat nodig was om naar de ruimte te reizen.

In 1903 publiceerde hij een artikel over het gebruik van raketten voor ruimtereizen, met een rekenformule die tot op de dag van vandaag zijn naam draagt: de raketvergelijking. Over die formule hebben we het in het derde deel nog uitgebreid, maar de kern is pijnlijk eenvoudig. Hoeveel snelheid een raket kan halen, hangt af van twee dingen: hoe snel de uitlaatgassen naar achteren schieten, en hoeveel van het gewicht van de raket uit brandstof bestaat. Meer niet. Maar die formule laat ook zien waarom ruimtevaart zo lastig is, en dat bewaren we voor later.

Tsiolkovski bedacht ook raketten met meerdere trappen, ruimtestations, en zelfs vloeibare brandstoffen zoals vloeibare zuurstof en waterstof. Hij zag het allemaal voor zich, terwijl vrijwel niemand hem serieus nam. Van hem komt een uitspraak die inmiddels wereldberoemd is:

“de aarde is de wieg van de mensheid, maar niemand blijft eeuwig in de wieg wonen.“

Een mooie zin, uit de pen van een man die nooit een raket heeft zien opstijgen.

Aan de andere kant van de oceaan werkte in dezelfde periode een Amerikaanse natuurkundige, Robert Goddard. Hij was het type wetenschapper dat liever stiekem in zijn eigen werkplaats werkte dan publiciteit zocht, en dat bleek niet zonder reden. Op 16 maart 1926, op een boerenakker in Massachusetts, liet hij de eerste raket met vloeibare brandstof opstijgen. Hij vloog 2,5 seconde. Hij kwam ongeveer 12 meter hoog en landde zo’n 56 meter verderop in een koolveld. Niet om over naar huis te schrijven, maar de eerste stap is altijd de belangrijkste.

En de kranten? Die waren niet onder de indruk. The New York Times schreef al in 1920 een commentaar waarin Goddard werd bespot omdat hij zou denken dat een raket in de lege ruimte kon werken. Volgens de krant had hij blijkbaar de basis van de natuurkunde niet begrepen. Dat was onzin, de krant had zelf ongelijk, en pas in 1969, tijdens de vlucht van Apollo 11, plaatste de Times een kort berichtje waarin ze spijt betuigden. Vijftig jaar te laat, maar het is de gedachte die telt.

Dan was er nog de derde grote naam: Hermann Oberth, een Duits-Roemeense natuurkundige, die in 1923 een boek publiceerde met een titel die klinkt als een gedicht: *De raket naar de planetenruimten*. Dat boek werd een bestseller onder jonge technici. Er ontstond een Duitse vereniging voor ruimtevaart, en daar meldde zich een tiener aan met een enorme belangstelling voor raketten. Zijn naam: Wernher von Braun.

Een leuk weetje tussendoor: Oberth was adviseur bij de Duitse film *Frau im Mond* van Fritz Lang uit 1929. En in die film, zo wordt vaak verteld, werd voor het eerst afgeteld voor een raketlancering: tien, negen, acht, tot nul. Het aftellen, dat we nu overal kennen van oud en nieuw tot aan Cape Canaveral, zou dus een filmeffect zijn geweest, bedoeld om de spanning op te voeren. Als dat klopt, dan hebben we een groot deel van onze lanceer rituelen aan de bioscoop te danken.

1.4 De V-2: een duister keerpunt

En dan komen we bij het donkere hoofdstuk. Want de ontwikkeling van de moderne raket is onlosmakelijk verbonden met de Tweede Wereldoorlog.

In nazi-Duitsland kreeg Wernher von Braun, nu een jonge, briljante ingenieur, de leiding over een geheim project in Peenemünde, aan de Oostzee. Het doel: een raket als wapen. Het resultaat was de V-2. Dat was een enorm apparaat van zo'n veertien meter lang, gevoed door alcohol en vloeibare zuurstof. Een grote stap vooruit in techniek: het was de eerste raket die snel en hoog genoeg vloog om de rand van de ruimte te bereiken. Een testvlucht in juni 1944 kwam meer dan honderd kilometer hoog, en daarmee was het het eerste door mensen gemaakte voorwerp dat de ruimte bereikte.

Maar het is een geschiedenis met een schaduw. De V-2 werd gebruikt om steden als Londen en Antwerpen te beschieten. En de raketten werden in grote aantallen gebouwd door dwangarbeiders, in ondergrondse fabrieken als Mittelwerk, bij Nordhausen. Daar stierven duizenden gevangenen aan honger, uitputting en geweld. Naar schatting kwamen er meer mensen om bij de bouw van de V-2 dan door de inslagen zelf. Dat is een feit dat we niet mogen laten verdwijnen achter de technische bewondering, en het is een les die bij elke raketgeschiedenis hoort: dezelfde techniek die ons naar de maan bracht, begon als een middel tot vernietiging.

Na de oorlog zagen zowel de Amerikanen als de Sovjets hun kans. De Amerikanen haalden honderden Duitse raketdeskundigen naar de Verenigde Staten, onder wie Von Braun zelf, in een operatie die met de naam Paperclip wordt aangeduid. Een omstreden operatie, omdat veel van die mannen een belast verleden hadden. De Sovjets namen op hun beurt Duitse technici, V-2-onderdelen en fabrieken mee. En zo begon, op beide kanten van het IJzeren Gordijn, de wedloop die zou leiden naar de ruimte.

1.5 De Space Race

In de Sovjet-Unie werd de raketontwikkeling geleid door een man wiens naam jarenlang geheim werd gehouden: Sergej Koroljov. Hij was de Chief Designer, de hoofdontwerper, maar de buitenwereld kende hem niet. In de kranten werd hij simpelweg de “Chief Designer” genoemd, en pas na zijn dood in 1966 kreeg hij een gezicht. Een merkwaardig lot voor de man die zijn land in de ruimte bracht. Dat hij ook zelf een tijd in een strafkamp heeft doorgebracht, tijdens de stalinistische zuiveringen, maakt zijn verhaal er niet minder bijzonder op.

Op 4 oktober 1957 ging het gebeuren. Vanaf de steppe in Kazachstan werd een bal van gepolijst metaal, ongeveer zo groot als een strandbal, de ruimte in geschoten: Spoetnik 1. Hij deed niets bijzonders. Hij piepte alleen maar. Een simpel radiosignaal, bleep, bleep, bleep. Maar radioamateurs over de hele wereld konden het opvangen. De wereld hoorde letterlijk dat er iets nieuws boven hun hoofd cirkelde.

[GELUIDSFRAGMENT: het bekende bliepsignaal van Spoetnik.]

In Amerika sloeg de schrik toe. Wat als de Russen niet alleen een satelliet, maar ook kernwapens zo ver konden brengen? Dit was de “Spoetnik-schok”. En het was nog maar het begin. Nog geen maand later, op 3 november, lanceerden de Sovjets Spoetnik 2, met aan boord een zwerfhondje uit Moskou, Laika. Zij was het eerste levende wezen in een baan om de aarde. Het is een ontroerend en tegelijk pijnlijk verhaal: Laika is tijdens de vlucht overleden, en terugkeren was nooit het plan. Pas jaren later werd bekend dat dat al snel gebeurde, door oververhitting. Daarmee werd ze een symbool, en een herinnering dat ruimtevaart niet alleen heldenmoed is, maar ook offers vraagt.

De Amerikanen sloegen terug met Explorer 1, in januari 1958. Die ontdekte de stralingsgordels rond de aarde, de Van Allen-gordels. De eerste wetenschappelijke ontdekking van het ruimtetijdperk, dus. Kleine troost voor de Amerikanen, maar toch.

En de Sovjets bleven ze voor. In 1961, op 12 april, steeg Joeri Gagarin op in zijn Vostok-capsule. Hij was 27 jaar, 1 meter 57 lang, en een stralend voorbeeld van de Sovjetmens. Volgens het verhaal riep hij bij de lancering *Poechali!*, ongeveer “daar gaan we!”. Hij maakte één baan om de aarde, in 108 minuten, en kwam veilig terug. Voor het eerst had een mens de planeet van boven gezien.

Een paar weken later volgde Alan Shepard, de eerste Amerikaan in de ruimte, al duurde zijn vlucht maar vijftien minuten, en hij kwam niet eens in een baan om de aarde. Het was een vlucht omhoog en weer omlaag, als een gigantische vuurpijl. Het kon de Amerikanen niet bevredigen.

En toen deed de nieuwe Amerikaanse president, John F. Kennedy, een van de gedurfdste beloftes in de geschiedenis. In 1961 kondigde hij aan dat Amerika voor het einde van het decennium een mens op de maan zou zetten en veilig terug zou brengen. Dat was vrij gedurfd, want op dat moment had Amerika totaal maar vijftien minuten ruimtevlucht op zijn naam. In 1962 hield hij in een stadion in Houston een beroemde toespraak waarin hij zei dat ze naar de maan gingen niet omdat het makkelijk was, maar omdat het moeilijk was.

Wat volgde was een decennium van razendsnelle ontwikkelingen. De Sovjets hadden hun primeurs: de eerste vrouw in de ruimte, Valentina Teresjkova in 1963, en de eerste ruimtewandeling, door Aleksej Leonov in maart 1965. Leonov kwam bijna niet meer terug, want zijn pak blies zich zo op dat hij niet meer door de sluis paste. Hij moest met enig gevaar

lucht uit zijn pak laten ontsnappen om terug te kunnen. Dat is zo'n verhaal dat je maar beter pas achteraf hoort.

Maar Amerika werkte achter de schermen aan iets wat nog nooit gebouwd was: de Saturnus V. Een raket van 110 meter hoog, zo hoog als een gebouw van meer dan dertig verdiepingen, met aan de onderkant vijf motoren die samen zo'n 34 miljoen newton stuwkracht gaven. Dat getal zegt u waarschijnlijk niets, mij ook niet, maar het komt erop neer dat hij bij de lancering de grond liet trillen tot kilometers ver.

Het was niet zonder tragedie. In januari 1967 kwamen drie Amerikaanse astronauten om het leven bij een brand in hun Apollo-capsule tijdens een test op de grond. De Sovjets verloren in 1967 kosmonaut Vladimir Komarov, toen zijn parachute faalde bij de terugkeer. En Koroljov, de ziel van het Sovjet-programma, overleed in januari 1966 na een operatie. Zijn Sovjet-maanraket, de N1, mislukte in alle vier de proeflanceringen, waarmee de maanwedloop praktisch beslist was.

En dan: 20 juli 1969. Apollo 11. De Saturnus V brengt drie mannen op weg: Neil Armstrong, Buzz Aldrin en Michael Collins. Armstrong en Aldrin dalen af in de maanlander, Collins blijft in een baan om de maan. Het landen zelf was bijna misgegaan, want de computer raakte overbelast en Armstrong moest de laatste minuten handmatig vliegen, om grote rotsblokken heen. Toen hij landde, had hij nog voor slechts ongeveer een halve minuut brandstof over.

Een kleine stap voor een mens, een gigantische sprong voor de mensheid. Een half miljard mensen keken mee. En ook al ging het om een wedloop tussen twee supermachten, op dat moment voelde iedereen hetzelfde: we waren thuis aan het kijken naar iets dat ons allemaal overkwam.

Tot en met december 1972 zouden er in totaal zes landingen plaatsvinden, en twaalf mensen liepen op de maan. Sindsdien is niemand er meer geweest. Dat is een feit dat ik zelf nog steeds moeilijk te bevatten vind: dat de laatste mens die op de maan liep, nu inmiddels meer dan vijftig jaar geleden terugkeerde. Maar daarover meer in het volgende deel. Want na de maan begon een heel nieuw verhaal: het verhaal van de ruimte als werkplaats.

HOOFDSTUK 2: VAN SHUTTLE TOT STARSHIP

2.1 Na de maan: een huisje in de ruimte

Welkom terug. We staan in december 1972. De laatste Apollo-astronauten zijn terug op aarde, de wedloop is beslist, en de vraag is: wat nu? Want een maanraket als de Saturnus V kost een fortuin, en je gooit hem na één gebruik weg. Alsof je na elke autorit je auto in de sloot rijdt.

Dus kwamen er twee nieuwe ideeën. Het eerste: als we dan toch in de ruimte willen blijven, laten we er dan een stekkie bouwen. Een ruimtestation.

De Sovjets waren de eersten. In 1971 lanceerden ze Saljoet 1, het eerste ruimtestation ter wereld. Het begin was tragisch: de eerste bemanning die er verbleef, kwam om bij de terugkeer, doordat een ventiel openging en hun capsule lucht verloor. Een droevige start. Maar de Sovjets leerden en bleven stations bouwen.

De Amerikanen volgden in 1973 met Skylab. Dat was een ombouw van het bovenste deel van een Saturnus V, en het was voor Amerikaanse begrippen luxueus: er was zelfs een douche. Al schijnt dat een uitdaging te zijn geweest. In gewichtloosheid blijft het water namelijk niet netjes naar beneden stromen, maar kruipt het overal heen. Een astronaut zei dat het douchen een uur kostte, waarvan het grootste deel bestond uit het opzuigen van waterbolletjes.

En in 1975 gebeurde iets dat een paar jaar eerder ondenkbaar was geweest: Amerikanen en Sovjets koppelden hun ruimteschepen aan elkaar. Het project heette Apollo-Sojoez, en op 17 juli 1975 schudden de commandanten elkaar de hand, 220 kilometer boven de aarde. Een hartelijke handdruk tussen twee landen die elkaar op aarde nog altijd met raketten bedreigden. Als dat geen boodschap is.

2.2 De spaceshuttle: een raket met vleugels

Het tweede idee van NASA was nog gedurfder: bouw een ruimteschip dat je opnieuw kunt gebruiken. Niet een raket die je weggooit, maar een vliegtuig dat de ruimte in gaat en terugkomt, om volgende maand opnieuw te vliegen. Zo kwam de spaceshuttle in de tekeningen, met de belofte dat ruimtevaart goedkoop en routineus zou worden. Er werd gesproken over tientallen vluchten per jaar.

Op 12 april 1981, precies twintig jaar na Gagarin, ging de eerste shuttle, de Columbia, de lucht in. En dan nog bemand, bij de allereerste vlucht, iets wat geen enkel Amerikaans ruimteschip tevoren had gedurfd. Twee astronauten, John Young en Robert Crippen, zaten in een ding dat nog nooit gevlogen had. Dat is, om het zacht te zeggen, een vrij stevige testvlucht.

Het ontwerp was een bijzonder samenraapsel. Het ruimteschip zelf, de orbiter, zag eruit als een vliegtuig met korte, brede vleugels. Hij zat vast aan een enorme oranje brandstoftank, en aan weerszijden zaten twee witte, lange boosters. Die boosters werden na ongeveer twee minuten losgelaten en kwamen aan parachutes in de oceaan terecht, om opgevist en hergebruikt te worden. De oranje tank ging na acht en een halve minuut verloren. En de orbiter zelf kwam terug en landde op een gewone landingsbaan, als een zweefvliegtuig van honderd ton. Er was geen tweede poging mogelijk: bij het landen had de shuttle geen motor meer.

Een bijzonder detail: de oranje kleur van de tank is eigenlijk de kleur van het isolatieschuim. De eerste twee tanks waren nog wit geverfd, maar toen NASA besloot de verf weg te laten om gewicht te besparen, kreeg de tank zijn herkenbare oranje tint.

En dan die tegels. Om de gloeiende hitte van de terugkeer te overleven, zat de onderkant van de shuttle vol met tienduizenden speciale tegels, bijna allemaal een beetje anders van vorm. Ze zijn gemaakt van een materiaal dat voor het grootste deel uit lucht bestaat. Je kunt zo'n tegel gloeiend heet uit een oven halen en een paar seconden later aan de randen vasthouden. Een bijzonder staaltje van techniek, maar ook een bron van zorgen: elke tegel moest gecontroleerd worden, en na elke vlucht waren er honderden beschadigd.

De shuttle deed ook prachtige dingen. Hij bracht satellieten de ruimte in en haalde ze soms weer terug. In 1990 lanceerde hij de Hubble-ruimtetelescoop, met daarin een tegenvaller die in de annalen is bijgeschreven: de hoofdspiegel bleek een fractie van een mensenhaar te vlak geslepen, waardoor de eerste foto's wazig waren. Een spiegel van meer dan twee miljard dollar, en wazig. Maar in 1993 vloog een shuttle-bemanning erheen, zette er een soort "bril" op, en sindsdien levert Hubble beelden die ons beeld van het heelal hebben veranderd. Dat reparatiewerk kon alleen omdat de shuttle mensen kon brengen.

Maar de belofte van goedkope ruimtevaart kwam niet uit. In plaats van tientallen vluchten per jaar waren het er hooguit negen, in het beste jaar. En elke vlucht kostte veel meer dan beloofd, volgens sommige berekeningen over een miljard dollar per lancering als je alle kosten meetelt. Het “vliegtuig” moest na elke reis grondig worden gecontroleerd en gerepareerd, wat maanden duurde.

En er was een prijs, een zware. Op 28 januari 1986 explodeerde de Challenger, 73 seconden na de lancering. Alle zeven bemanningsleden kwamen om. Onder hen een lerares, Christa McAuliffe, die de eerste leraar in de ruimte zou worden. Miljoenen schoolkinderen keken live mee. De oorzaak: een rubberen afdichtring in een van de boosters, die door de ongebruikelijke kou van die ochtend was verstijfd en niet meer goed afsloot. Natuurkundige Richard Feynman, lid van de onderzoekscommissie, demonstreerde dat later op televisie door een stukje rubber in een glas ijswater te drukken en te laten zien dat het niet meer terugveerde. Een eenvoudig experiment, dat meer zei dan duizend pagina’s rapport.

Op 1 februari 2003 volgde de tweede ramp. De Columbia viel uiteen tijdens de terugkeer, boven Texas, waarbij weer zeven astronauten omkwamen. Tijdens de lancering, twee weken eerder, was een stuk isolatieschuim losgekomen en tegen de vleugel gesmeten. Dat leek een kleinigheid, maar het sloeg een gat in de hittebescherming van de vleugel. Bij de terugkeer drong het hete gas naar binnen. Het was een pijnlijke herinnering dat in de ruimtevaart kleine dingen grote gevolgen hebben.

Toch had de shuttle ook een opmerkelijk record. In dertig jaar tijd vlogen vijf shuttles in totaal 135 missies. Ze bouwden mee aan het internationale ruimtestation, ze repareerden Hubble, ze brachten onderzoekslaboratoria de ruimte in. In juli 2011 landde de Atlantis voor de laatste keer. Daarmee eindigde een tijdperk, en vandaag staan de overgebleven shuttles als museumstukken op plekken als Florida, Californië en New York. Als u ooit in de buurt bent: het is indrukwekkend hoe groot zo’n ding in het echt is.

2.3 De Buran: de Russische zus die één keer vloog

Even terug naar de Sovjet-Unie. Want die zag het Amerikaanse shuttle-programma met argusogen. Als de Amerikanen een ruimteveer kregen waarmee je, in theorie, een bom vanuit de ruimte op Moskou kon laten vallen, dan wilde Moskou er ook een. Zo ontstond de Buran, wat “sneeuwstorm” of “snijdende wind” betekent.

Wie hem bekijkt, ziet meteen: dit lijkt verdacht veel op de Amerikaanse shuttle. De vorm, de vleugels, de zwarte tegels, het is allemaal opvallend vertrouwd. Voor de Sovjets was dat niet toevallig, al is het ook niet simpelweg afkijken geweest. Ze hadden voor de aerodynamica van een ruimteveer zo ongeveer maar één redelijke oplossing, en het was bovendien slim om de Amerikanen te volgen: wat de ene supermacht al had uitgerekend, hoefde de andere niet nog eens te doen.

Maar er was één groot verschil. De Amerikaanse shuttle droeg zijn eigen grote hoofdmotoren op zijn rug. De Sovjet-versie niet: de Buran werd gelanceerd door een aparte, gigantische raket, de Energia, die helemaal los van het ruimteschip stond. Dat had grote voordelen. De Energia kon ook andere ladingen lanceren, en de Buran zelf was lichter en veiliger.

Op 15 november 1988 vloog de Buran voor het eerst, en tegelijk voor het laatst. En nog wel zonder bemanning, helemaal volautomatisch: twee banen om de aarde, een lange, spannende terugkeer door een flinke zijwind, en een landing op de landingsbaan in Bajkonoer. Hij kwam op een paar meter na midden op de baan tot stilstand. Dat was een

enorme technische prestatie, want de Amerikaanse shuttle werd altijd met de hand geland. Een computer die een ruimteveer volledig zelf landt: dat was in 1988 echt een wereldprimeur.

En dan… was het voorbij. De Sovjet-Unie viel in 1991 uiteen, het geld raakte op, en in 1993 werd het programma officieel stopgezet. De enige gevlogen Buran werd opgeborgen in een hal op het ruimtehaventerrein, waarvan in 2002 het dak instortte. Het ruimteschip werd verwoest, en daarbij kwamen acht werknemers om het leven. Een trieste afloop voor een ruimteschip dat zo veel beloofde.

Gelukkig bestaan er nog testexemplaren, die nooit de ruimte in gingen. Eén daarvan staat tot op de dag van vandaag in het Technik Museum in Speyer, Duitsland. U kunt er gewoon naar binnen en in de buurt van een Russisch ruimteveer staan. Een aanrader, als u van zulke dingen houdt, en daar neem ik aan dat u dat bent, anders had u allang omgeschakeld.

2.4 Stations: van Mir tot ISS

Terwijl de Amerikanen hun shuttle hadden, bleven de Russen ruimtestations bouwen. In 1986 lanceerden ze Mir, wat “vrede” of “wereld” betekent. Mir was een modulair station: er werden steeds nieuwe delen aan vastgekoppeld, tot een groot complex. Het bleef vijftien jaar in de lucht, veel langer dan ooit gepland. Er woonden meer dan honderd mensen, en kosmonaut Valeri Poljakov bleef er in 1994 en 1995 maar liefst 437 dagen achter elkaar, een record dat tot op de dag van vandaag staat.

Mir was een heldenstation, maar ook een station met kuren. Er was brand aan boord. Er was een aanvaring met een onbemand bevoorradingsschip. Er lekte koelvloeistof, er vielen computers uit. De bemanning deed wat ze altijd deed: improviseren, met plakband, kunde en humor. In maart 2001 werd Mir gecontroleerd naar beneden gebracht en brandde boven de Stille Oceaan op. Het brokstukkenveld werd netjes in het water gestort, ver van de bewoonde wereld.

En ondertussen, na het einde van de Koude Oorlog, vonden de oude vijanden elkaar. Amerikaanse shuttles bezochten Mir, Amerikaanse astronauten leefden op Russische stations, en in 1998 begon de bouw van iets nieuws: het Internationaal Ruimtestation, de ISS. Geen project van één land, maar van vijf ruimtevaartorganisaties: Amerika, Rusland, Europa, Japan en Canada.

Op 2 november 2000 trok de eerste vaste bemanning erin. Sindsdien, ruim zesentwintig jaar, is het station onafgebroken bewoond. Op dit moment, terwijl we hier zitten, is er een handvol mensen aan boord. Het complex is zo groot als een voetbalveld, weegt ongeveer 420 ton, en vliegt op zo’n 400 kilometer hoogte, met een snelheid van ruim 27.000 kilometer per uur. Eén keer rond de aarde duurt ongeveer anderhalf uur. Dat betekent dat de astronauten per dag zestien zonsopgangen en zestien zonsondergangen zien. Een prachtig uitzicht, maar het maakt het ook lastig om te slapen.

Ook Nederland en België hebben meegedaan. Wubbo Ockels was in 1985 de eerste Nederlander in de ruimte, aan boord van een shuttle, bij een Duitse missie met een laboratorium in het laadruim. André Kuipers maakte twee vluchten, in 2004 een korte en in 2011-2012 een lange van een half jaar op het ISS. En Frank De Winne uit België was in 2009 zelfs commandant van het station. Kuipers werd een soort nationale held door zijn aanstekelijke enthousiasme: hij liet duizenden kinderen meekijken via live-verbindingen en experimenten. Als u hem wel eens hebt horen praten, weet u: die man zou ook raketten kunnen verkopen aan iemand die geen geld heeft.

Het ISS komt aan zijn einde. De planning is dat het rond 2030 gecontroleerd boven de oceaan wordt neergehaald, met een speciaal voor die taak gebouwd ruimteschip. En er staan opvolgers klaar. Commerciële stations, in ontwikkeling bij verschillende bedrijven, en China heeft er al een: Tiangong, “hemels paleis”, dat in 2022 compleet werd en sindsdien door Chinese taikonauten wordt bemand. Daarmee sluiten we een cirkel: het land waar de raket werd uitgevonden, heeft nu zijn eigen station in een baan om de aarde.

2.5 Een nieuw tijdperk: herbruikbaar, commercieel, en terug naar de maan

En daarmee komen we bij nu. Want in de afgelopen vijftien jaar is er in de raketwereld iets veranderd dat zo ingrijpend is als de overgang van zeilschip naar stoomschip.

Voor het eerst werd het ruimtevervoer een zaak van bedrijven. En één ervan, SpaceX, deed iets waar de shuttle ooit over droomde: het hergebruiken van raketten. Op 21 december 2015 landde een Falcon 9-booster, na het afleveren van zijn lading, rechtop op een landingsplaats in Florida. Mensen die het zagen, dachten aanvankelijk dat de video was omgekeerd. Een raket die zijn staart naar voren landt, zachtjes, op vier pootjes. Sindsdien is het bijna routine. Dezelfde boosters vliegen tientallen keren, en de prijs van een lancering is flink gedaald.

In 2020 vloog SpaceX voor het eerst Amerikaanse astronauten naar het ISS, vanaf Amerikaanse bodem, en dat was voor het eerst sinds het einde van de shuttle in 2011. Andere bedrijven volgen: Blue Origin, Rocket Lab, en in Europa de nieuwe Ariane 6, die in 2024 voor het eerst vloog. Raketten zijn niet langer iets voor alleen supermachten. Ze zijn een bedrijfstak.

En dan de maan, want die is terug. In november 2022 vloog NASA’s nieuwe maanraket, de SLS, voor het eerst, met een onbemande Orion-capsule. En dit jaar, op 1 april 2026, vertrokken vier astronauten, Reid Wiseman, Victor Glover, Christina Koch en Jeremy Hansen, voor een tiendaagse reis rond de maan. Ze landden niet, maar gingen verder van de aarde dan ooit een mens voor hen: ruim 406.000 kilometer. Ze zagen de achterkant van de maan met eigen ogen, en zelfs een zonsverduistering vanaf de ruimte. Op 10 april kwamen ze veilig terug in de Stille Oceaan. Het was de eerste bemande reis in die richting sinds Apollo 17. En het plan voor de volgende stappen: volgend jaar een test in een baan om de aarde met een maanlander, en in 2028 een landing bij de zuidpool van de maan, in elk geval is dat de bedoeling. Raketten zijn gevoelig voor vertraging, en dat geldt voor ruimteplannen ook.

En dan het nieuwste nieuws, heet van de naald. Afgelopen vrijdag, 13 november, lanceerde SpaceX in Texas zijn gigantische Starship, de grootste raket die ooit is gebouwd, voor de vijftiende testvlucht. Het schip bracht 26 satellieten in een baan om de aarde en maakte ongeveer 22 uur lang een reeks rondjes. En toen gebeurde er iets wat tot voor kort sciencefiction leek: op zaterdag kwam het ruimteschip terug bij zijn lanceertoren, en werd het opgevangen door twee gigantische metalen armen, “stokjes” noemt men ze. Het is de eerste keer dat een ruimteschip na een baan om de aarde zo werd gevangen.

Helemaal vlekkeloos was het niet: de onderste trap, die ook terug naar de toren zou komen, ging onderweg verloren in de Golf van Mexico. De oorzaak wordt onderzocht. Maar het is wel precies hoe raketwetenschap werkt: twee stappen vooruit, soms eentje terug, en intussen leren ze iets nieuws.

Het is een prachtig moment om te beseffen hoe lang we onderweg zijn. Van een bamboebuis vol buskruit in China, tot een metalen toren die een ruimteschip uit de lucht plukt, als een kind dat een bal vangt. En daarvoor, zult u zeggen, moet er toch iets bijzonders achter zitten? Dat klopt. En dat is precies waar we nu naartoe gaan: de wetenschap erachter.

EPILOOG

We begonnen met een stelletje Chinese alchemisten die op zoek waren naar eeuwig leven, en per ongeluk buskruit uitvonden. We zagen hoe de vuurpijl een wapen werd, hoe een doof schoolmeester in Rusland in zijn eentje de wiskunde van de ruimtevaart op papier zette, en hoe een Amerikaanse professor door een krant werd uitgelachen, om uiteindelijk vijftig jaar later ongelijk te worden gegeven aan de krant. We zagen de donkere schaduw van de V-2, de wedloop tussen twee supermachten, een piepende bal, een hond, een jonge Rus met een brede glimlach, en een man die een stap zette op een stoffige grijze bodem.

We zagen daarna hoe die bijzondere droom gewoner werd, met stations, een spaceshuttle, een Russische zus die één keer vloog, en een internationaal station waar, terwijl wij hier zitten, mensen wonen en werken, ruim vierhonderd kilometer boven onze hoofden. En we zagen hoe de droom nu weer groter wordt, met herbruikbare raketten, een bemande reis rond de maan, en deze week nog een ruimteschip dat uit zijn baan om de aarde terugkeerde in de armen van een toren.

Er is een oude Chinese vuurpijl, uit de dertiende eeuw, en er is een Starship dat zijn eigen toren vindt in het donker. Tussen die twee zit bijna achthonderd jaar, maar het principe is hetzelfde gebleven: een gas dat achteruit gaat, en een droom die vooruit gaat.

Als u na dit uur iets meeneemt, laat het dan dit zijn. De volgende keer dat u ’s avonds de sterren ziet, en er trekt een heldere stip langzaam over de hemel, dat kan gewoon het ruimtestation zijn. Zwaai maar. Er is een goede kans dat iemand terugzwaait.

Bedankt voor het luisteren. Tot de volgende keer, en houd uw ogen op de hemel.

LINKS:
The Space Race Debunked: The Legend of Wan Hu | MythBusters

The Star-Spangled Banner Lyrics
O say can you see, by the dawn's early light,
What so proudly we hailed at the twilight's last gleaming,
Whose broad stripes and bright stars through the perilous fight,
O'er the ramparts we watched, were so gallantly streaming?
And the rocket's red glare, the bombs bursting in air,
Gave proof through the night that our flag was still there;
O say does that star-spangled banner yet wave
O'er the land of the free and the home of the brave?