

satellieten verloren gaan of niet werken. Vaak ligt dat aan problemen met de draagraketten, en meer dan eens blijkt menselijk falen de belangrijkste factor.

Zo ontplofte op 23 februari van dit jaar een Ariane-raket, 101 seconden na de lancering. De oorzaak bleek van een ontwepende (en onthutsende) eenvoud. Waarschijnlijk is bij werkzaamheden aan de wattertoevoerleiding een stuk doek, mogelijk een poetslap, terechtgekomen in de leiding die een waterreservoir verbindt met de Viking-motoren van de Ariane. Het water is nodig om stuwstoffen te mengen en de verbrandingsdruk te regelen, maar door de blokkade die het stukje doek opwierp, vond bij de lancering van de Ariane een drukvermindering in de verbrandingskamers plaats.

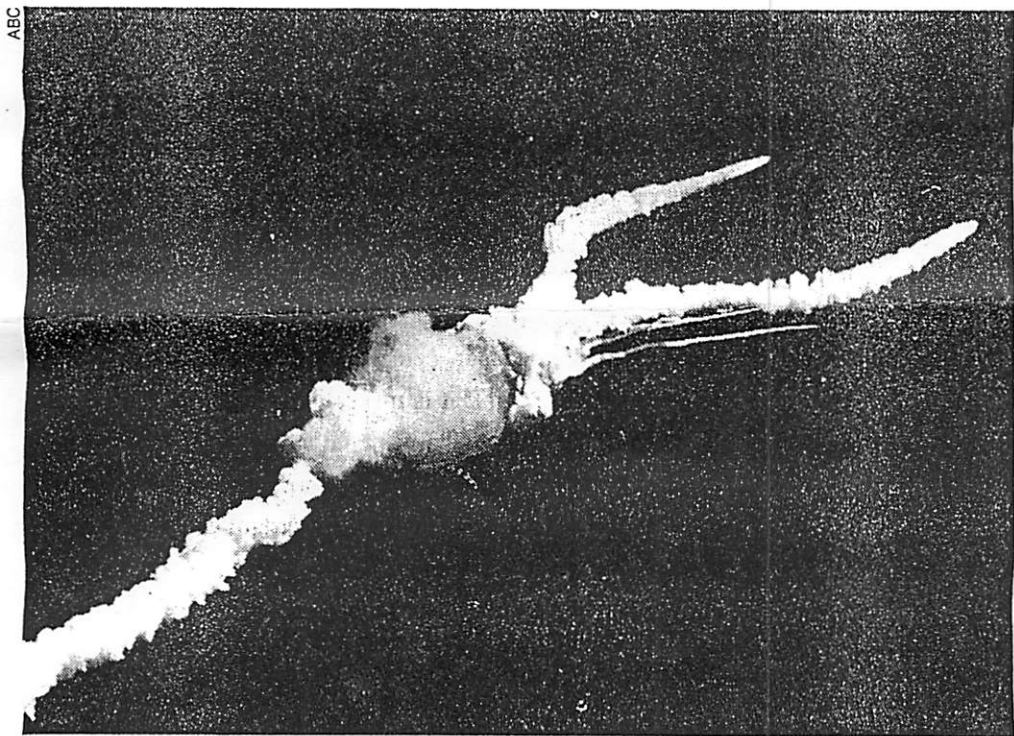
Arianes compensatiesysteem kon dit drukverlies niet opvangen en als gevolg van de dynamische krachten die daardoor ontstonden, ontplofte de raket. Op de rekening stond vierhonderd miljoen dollar voor de twee Japanse satellieten die verloren gingen, 85 miljoen dollar voor de lancering zelf en ontelbare miljoenen aan misgelopen exploitatievoordelen. Niettemin bleek het vertrouwen in de Ariane zo groot dat toch weer nieuwe contracten worden afgesloten en zelfs de verzekeringspremies nauwelijks zijn verhoogd.

De Fransen hebben geen alleenrecht op dit soort problemen. Het Kvant astrofysisch laboratorium dat de Russen op 31 maart 1987 lanceerden, slaagde er aanvankelijk niet in om de koppeling met het ruimtestation Mir te volbrengen. Pas nadat de kosmonauten tijdens een ruimtewandeling een plastic zak van de koppelingspoort hadden verwijderd, kon het laboratorium alsnog succesvol aanleggen.

Problemen ontstaan ook vaak als de draagraket van de satelliet moet scheiden of als de omloopbaan waarin zij terecht is gekomen moet worden veranderd. Dat is wat er misging bij de lancering van de Intelsat-VI communicatiesatelliet, op 14 maart van dit jaar. Het gevaarte kwam niet los van de laatste trap van de Titan-draagraket, naar later bleek omdat een draadje verkeerd was aangesloten. Computerprogrammeurs hadden in het programma van de draagraket wat veranderd en verkeerden in de veronderstelling dat de juiste mensen te horen hadden gekregen dat ze een draadje anders dienden aan te sluiten. Nadien bleek dat ook een in juni te lanceren satelliet aan hetzelfde euvel leed. De kosten: 265 miljoen dollar voor de (onverzekerde) satelliet en 120 miljoen voor de mislukte lancering, plus commerciële verliezen. De Intelsat-VI cirkelt ondertussen onbruikbaar in de ruimte, in afwachting van een mogelijke reddingsoperatie.

Een bekende mislukking was de lancering van de Hipparcos, een satelliet voor astronomisch onderzoek die in augustus 1989 niet in zijn juiste baan terechtkwam omdat de motor die daarvoor moest zorgen, weigerde te ontbranden. De wetenschappelijke waarde van de missie werd daarmee gehalveerd. Knarsetandend zagen wetenschappers toe hoe de tegelijk gelan-

# Ruimtevaartindustrie is niet onbetrouwbaar



Een miljard dollar schade in één kwartaal – iedere andere bedrijfstak dan de ruimtevaartindustrie zou er aan ten onder gaan. Een Amerikaanse spionagesatelliet ter waarde van een miljard dollar spatte in vier stukken uiteen; een communicatiesatelliet van 150 miljoen dollar, de Intelsat-VI, wacht op een onzekere reddingsoperatie.

Toch is de indruk dat de ruimtevaart alleen maar onbetrouwbare producten aflevert niet gerechtvaardigd. Een analyse van de mislukkingen en bijna-mislukkingen geeft een genuanceerder beeld. Dat doen ook de kille cijfers, al zijn voor de Sovjetactiviteiten geen officiële gegevens beschikbaar.

Over een langere periode bezien is de betrouwbaarheid van veel gebruikte draag-

raketten vrij hoog, meer dan negentig procent. Daarbij valt op dat de raketten die voor de bemande ruimtevaart worden gebruikt, de Shuttle voor de Amerikanen en de Sojoez voor de Russen, nog veel hoger scoren.

Ieder systeem heeft zijn perioden van tegenslag. Voor de hele ruimtevaart was 1986 echter een wel heel teleurstellend jaar. De Amerikanen verloren de Challenger, een Titan en een Delta. Het European Space Agency (ESA) raakte een Ariane kwijt en de Russen deden voor de anderen niet onder met een falende Kosmos, een Molniya, een Sojoez en een Cycloon-draagraket.

Grote schade, zowel direct vanwege de investeringskosten als indirect vanwege misgelopen opbrengsten, wordt geleden als

Betrouwbaarheidspercentages van veelgebruikte draagraketten  
Peildatum 1 januari 1990

USA		USSR		China		ESA	
Atlas	84,8	Kosmos	95,8	LM-2	90,9	Ariane	87,8
Delta	93,6	Molniya	96,0	LM-3	80,0		
Scout	87,5	Proton	85,0				
Shuttle	96,7	Sojoez	97,9				
Titan	95,7	Cycloon	97,2				
		Zenit	92,3				

ceerde Westduitse TV-Sat-2 wel in de goede geostationaire baan terecht kwam.

Van een satelliet die het in de ruimte begeeft, kan soms moeilijk worden vastgesteld wat nu precies het probleem was. Soms kunnen telemetriegegevens nog klaarheid brengen, vaak blijft het een raadsel. Ingenieurs van het Amerikaanse ruimtevaartbureau vermoeden bijvoorbeeld dat een gesprongen zekering de reden is dat een relaissatelliet die de verbinding moest onderhouden tussen de Shuttles en de vluchtcontrolecentra sinds januari niet meer functioneert zoals het hoort.

Soms worden onorthodoxe methoden van reparatie toegepast. Vorig jaar december ging het Kvant-2 laboratorium dat aan het ruimtestation Mir moest worden gekoppeld, bijna verloren omdat een klemmetje niet los wilde laten. Daardoor werd een zonnepaneel niet in zijn geheel uitgevouwen en werd het ruimtevaartuig instabiel. Door het ruimtevaartuig te laten 'rollen', kreeg men het klemmetje los en kon normaal worden gekoppeld.

Een van de duurste ruimtedebâcles overkwam de AFP-731-satelliet, die op 1 maart door de Shuttle Atlantis in de ruimte werd gebracht. Deze spionagesatelliet, ter grootte van een autobus en met een waarde van een miljard dollar, brak zes dagen later uiteen in vier stukken. Het Amerikaanse ministerie van Defensie verklaarde dat de missie een succes was geweest, maar het vermoeden bestaat dat de Amerikanen de satelliet opzettelijk hebben vernietigd toen bleek dat hij niet werkte.

Gelukkig ontdekt men niet alle problemen pas na lancering. De verkenningsatelliet Spot-2 was bijvoorbeeld al geïnstalleerd op de draagraket toen bleek dat een bandrecorder niet goed werkte. De lancering werd uitgesteld en de satelliet alsnog verwijderd van de draagraket. Bijna twee weken te laat werd de Spot-2 alsnog gelanceerd, tot ieders tevredenheid.

Gezien de complexiteit van de gebruikte systemen is een faalpercentage van zo'n achtenhalf procent zo slecht nog niet. Als daarbij wordt bedacht dat van de satellieten die eenmaal in de juiste loopbaan zijn gebracht, zo'n 97 procent de hele geplande tijd functioneert, dan ziet de betrouwbaarheid van de industrie er al heel wat beter uit. In de auto-industrie slaagt men erin om 99 procent van de auto's die de fabriek verlaten zonder feilen te laten werken, maar dat is een stuk eenvoudiger. Wat tijdens de levensduur van de auto kapot gaat, kan gewoon worden vervangen. Maar in een satelliet moet men al bij voorbaat een back-up-systeem inbouwen, dat automatisch gaat werken als het eerste systeem het niet doet. En als de ruimtevluchten bemand zijn, stijgt de complexiteit van de apparatuur exponentieel, evenals de kans dat er iets misgaat.

De betrouwbaarheid van raketsystemen zal nooit honderd procent kunnen worden, want zij neemt niet lineair toe met de geplaatste back-up-systemen. Bovendien moet men keuzes maken, om te voorkomen dat systemen te zwaar worden. Een lancering kost gemiddeld negenduizend dollar per kilogram, zodat een keuze voor grotere betrouwbaarheid meteen een stuk duurder uitvalt. De keuze om meer risico te nemen, kan dan economisch volkomen gerechtvaardigd zijn.

*Henk Smid*