

Der lange Countdown



Koordination Mehr als hundert Firmen in zwölf Ländern arbeiten an einem Projekt: Arianespace bezieht die Einzelteile seiner Trägerrakete Ariane 5 GS aus ganz Europa.

Countdown: „Cinq, quatre, trois, deux, un, zéro“. Die Stimme aus dem Lautsprecher wird von einem dumpfen Grollen abgelöst. Das Vulcain-Triebwerk der Ariane 5 GS und seine beiden Booster sind gezündet. Allein die beiden Feststoffraketen schleudern einen Feuerstrahl gegen die Startplattform, der einen Startschub von knapp 12.000 kN entwickelt. Die untere Raketenstufe ist in eine Wolke aus Feuer und Kondensation gehüllt. Dann steigt die 750 Tonnen schwere Ariane 5 GS in den Nachthimmel über Kourou, dem Europäischen Weltraumbahnhof in Französisch-Guyana. „A l'image EAP,

décollage, tous les paramètres sont normaux“, kommentiert die Stimme aus dem Lautsprecher den Raketenstart. „Séparation d'EAP“.

Nach etwa zwei Minuten werden die ausgebrannten Booster von der Trägerrakete abgesprengt, die jetzt eine Höhe von 60 Kilometern erreicht hat.

Nach einer halben Stunde ist alles vorbei

Den Mitarbeitern im Kontrollzentrum, die vor ihren Monitoren und an der großen Videowand den Start mitverfolgt haben, merkt man die Erleichterung deutlich an. Nach etwa zehn Minuten Flugzeit

ist auch die erste Raketenstufe ausgebrannt und trennt sich von der zweiten Stufe, die automatisch gezündet wird. 26 Minuten nach dem Start erreicht die Oberstufe in 1896 Kilometer Höhe den Transferorbit für den 6,5 Tonnen schweren Thai-com-4-Satelliten. Dieser Start ereignete sich am 11. August 2005.

Für Arianespace hat die Mission hingegen bereits 18 Monate zuvor begonnen. Insgesamt arbeiten für das europäische Konsortium mehr als hundert Firmen in den zwölf Mitgliedstaaten der European Space Administration (ESA). Sie mobilisieren für jeden Ariane-Start fast 12.000 Mitarbeiter. Der Bau der einzelnen Komponenten



„...trois, deux, un, zéro.“: Bis eine Ariane-Rakete abhebt, müssen gewaltige logistische Leistungen vollbracht werden.

jeder Ariane 5 wird einem Generalunternehmer übertragen. So ist EADS Space Transportation für die Beförderung der Elemente der Trägerrakete einschließlich der Stufen, der Steuerungseinheit VEB (Vehicle Equipment Bay) sowie für die Flug-Software und zahlreiche Unterbaugruppen verantwortlich.

Die Produktionsstandorte sind über zahlreiche Länder verteilt. So werden die Feststoff-Booster der Ariane 5 im Weltraumbahnhof in Französisch-Guyana hergestellt und integriert. Die kryogene Hauptstufe (EPC) des Vulcain-Triebwerks, die etwa zehn Minuten lang 110 Tonnen Schub liefert, genug um die Rakete auf den Transferorbit zu bringen, wird von EADS Space Transportation in Les Mureaux bei Paris montiert. Die Schubkammer, quasi das Herz des Triebwerkes, in dem die Treibstoffe gemischt und gezündet werden, wird am Standort Ottobrunn gefertigt. Von dort kommt auch das

Oberstufentriebwerk Aestus. Die erforderlichen Triebwerktests finden am Standort Lampoldshausen bei Heilbronn statt. Die Ariane-Oberstufen schließlich, die die Nutzlasten zu ihren vorgegebenen Zielorbitalen transportieren, werden in den Werken in Bremen und Ottobrunn entwickelt. Das Bremer EADS-Werk liegt praktisch direkt am Flughafen.

Ungünstig ist hingegen, dass der Neustädter Hafen, der nächst gelegene Seehafen, sieben Kilometer entfernt ist. Der mehr als sechs Meter breite und ebenso hohe Container, in dem die Hauptstufe verpackt ist, passt unter keiner Brücke durch. Die Fahrdrähte der Bahnlinie oder die Oberleitungen der Straßenbahn, aber auch die Ampelanlagen stellen weitere Hindernisse dar. „Wir mussten schon ein paar Eingriffe auf der Transportstrecke vornehmen“, zählt Ulf Vagt, Logistikleiter des Ariane-Projekts bei EADS Space Transportation, mit norddeutschem Understatement die Probleme auf.

Die Hermann Titschkuss KG, der von EADS Space Transportation beauftragte Transportunternehmer, hat die ganze Nacht Zeit, um die Rakete vom Betriebsgelände zum Hafen zu verfrachten, aber wenn der Fahrdraht der Bahnstrecke angehoben werden muss, ist man schon auf das enge Zeitfenster angewiesen, das die Deutsche Bahn dem Trans-

port einräumt. Denn dazu müssen auch der Strom abgeschaltet und die Oberleitung geerdet werden. Beim letzten Transport hatte Vagt jedoch Glück. Die Ariane 5 GS verfügte nur über eine kleine Oberstufe. „Die passt in eine Dose mit 4,50 Meter Durchmesser, da können wir problemlos unter den Brücken durch und müssen keine Umwege fahren“, erklärt der Logistikleiter.

Im Neustädter Hafen wartet bereits das Ro/Ro-Schiff „MN Toucan“ auf seine Fracht. Es ist eines der beiden Schiffe, die Arianespace speziell für die Raketentransporte hat bauen lassen. Das Schwesterschiff ist die „MN Colibri“. „Normalerweise hat jedes dieser Spezialschiffe alles an Bord, was für einen Start gebraucht wird“, erläutert Vagt. Am 22. April läuft die „MN Toucan“ nach Rotterdam aus. Dort legt sie noch einen Zwischenhalt ein, um die Nutzlastverkleidungen oder Fairings an Bord zu nehmen. Diese werden von der Schweizer Firma Contraves gebaut.

Am 6. April verlässt auch die Hauptstufe, die EPC, das Werk in Les Mureaux. Sie wird mit dem Leichter „Alizée“ nach Le Havre gebracht. Dort liegt bereits die „MN Colibri“ am Kai. Da die mit eigenen Fahrwerken ausgerüsteten EPC-Container auch immer mit ihren eigenen Zugmaschinen reisen, muss nur der Motor der Nicolas-Zugmaschine angelassen ▶



»Wir mussten schon ein paar Eingriffe auf der Transportstrecke vornehmen.«

Ulf Vagt, Logistikleiter bei der EADS Space Transportation



Ready for take-off:
Der Thaicom-4-
Satellit geht auf
die Reise.



»Wir liefern die beiden Stufen der Trägerrakete kurz vor Beginn eines Starts.«

Pierre-Marie Le Bris,
Leiter der
Arianespace-
Logistik

werden. Dann kann der Container vom Leichter auf das Lkw-Deck des Ro/Ro-Schiffes gefahren werden. Verladen wird jetzt auch die Steuerungseinheit VEB. „Wir liefern die beiden Stufen der Trägerrakete immer kurz vor Beginn eines Ariane-Starts nach Kourou. Auf Grund der Abmessungen der Container und der Tatsache, dass wir auch Gefahrgut transportieren, haben wir zwei Spezialschiffe gechartert, die für solche Transporte zugelassen sind“, präzisiert Pierre Marie Le Bris, Logistikleiter bei Arianespace.

„Der Transport für den Start am 11. August war allerdings insofern ungewöhnlich, als wir dieses Mal zwei Schiffe benutzten“, erinnert sich Le Bris. Die „MN Colibri“ nahm nämlich von Le Havre aus Kurs auf den italienischen Hafen Livorno. Dort lud sie zwei mit 23 Tonnen Pulver voll gestopfte Segmente der Booster-Raketen. Die „MN Toucan“ hingegen steuerte nach ihrem Zwischenhalt in Rotterdam direkt Pariacabo, den Hafen Kourous, an.

Von Pariacabo aus werden die Container mit Haupt- und Oberstufe die 14 Kilometer bis zur Montagehalle der Trägerrakete von ihren eigenen Nicolas-Zugmaschinen

gezogen. Oder aber die betagten, schweren dreiachsigen Renault-Zugmaschinen, die in Kourou stationiert sind, erledigen diese Aufgabe. In der Montagehalle werden zunächst die beiden 30 Meter hohen Feststoff-Booster auf dem rund 900 Tonnen schweren mobilen Starttisch aufgerichtet. Da-

zwischen wird dann die Hauptstufe EPC aufgehängt. Darauf werden VEB und Oberstufe aufgesetzt. Die Montage einschließlich des Testens der mechanischen und elektrischen Funktionen sowie der Hydrauliksysteme nimmt 17 Tage in Anspruch. Sobald diese Phase abgeschlossen ist, wird die Ariane 5 auf ihrem mobilen Starttisch zur 90 Meter hohen Endmontagehalle (BAF) gerollt.

Währenddessen legen die Ingenieure bei Space Systems/Loral (SS/L) im kalifornischen Palo Alto letzte Hand an den Thaicom-4-Satelliten. Diesen will die thailändische Shin Satellite Plc. auf eine geostationäre Umlaufbahn befördern lassen. Er ist Voraussetzung für einen schnellen Internetzugang in ganz Asien bis nach Australien und Neuseeland.

Dafür hat der Satellit einen Datendurchsatz von mehr als 45 Gbps. Das ist ungefähr so viel, wie derzeit alle Satelliten für den asiatischen Raum leisten. Sein Design ermöglicht eine Datenübertragung mit bis zu vier Mbps beim Upload und zwei Mbps beim Download. Er bietet einen kostengünstigen Zugang zu satellitenbasierten Breitband-Angeboten. Mit seinen sieben Antennen

ÜBERBLICK

Technik Ariane 5 GS

- Hauptstufe: EPC H158 mod.
- Triebwerk: Vulcain
- Oberstufe: EPS L10
- Triebwerk: Aestus
- Booster: EAP P241
- Startmasse: 750 Tonnen
- Nutzlast: 10 Tonnen
- Feststoffbooster: 2
- Treibstoff: flüssiger Wasserstoff und Sauerstoff als Oxidator
- Schub (Liftoff): 12.500 kN
- Schub (max): 15.300 kN
- Höhe (max): 52 Meter
- Durchmesser EPC: 5,4 Meter
- Erster Flug: 11. August 2005
- Anzahl der Flüge: 1



Schneckentempo:
Das Ariane-
Triebwerk kriecht
zur Verladung.

kann der Thaicom-4-Satellit 87 Ku-Band- sowie zehn C-Band-Transponder managen. Seine Lebensdauer wird zwölf Jahre betragen.

Seit 1993 ist dies bereits der vierte Satellit, den Arianespace für Shin Satellite ins All schießt. Am Morgen des 8. Juni ist es dann soweit. Der 6,5 Tonnen schwere Satellit wird nach mehr als zwei Jahren Bauzeit in seinen Transportcontainer verpackt. Ein überbreiter Schwertransport der Three Way Corporation aus dem kalifornischen Sunnyvale bringt ihn zum NASA-Ames-Research-Center-Flughafen Moffett Field. Dort wartet bereits die riesige Antonow 124 mit weit geöffnetem Heck auf die Ladung. Das russische Frachtflugzeug hebt wenig später ab und nimmt Kurs auf den Flughafen Cayenne-Rochambeau in Französisch-Guyana.

Nach seiner Überführung ins Raumfahrtzentrum wird der Thaicom-4-Satellit in speziellen Hallen für die Montage auf der Oberstufe vorbereitet. Dazu wird er in die Nutzlastspitze integriert, die mit den beiden Fairing-Hälften verschlossen wird. Inzwischen wartet die Trägerrakete in der Montagehalle BAF auf ihre Ladung. Endlich ist es dann soweit: Die Nutzlastspit-

ze wird auf die Trägerrakete aufgesetzt, die Oberstufe mit 3,2 Tonnen Monomethylhydrazin und 6,5 Tonnen Stickstofftetroxid befüllt und das Lage-Regelungssystem SCA mit Hydrazin. Mit dem SCA können die Satelliten nach Brennschluss noch präzise ausgerichtet werden. Dazu hat die VEB sechs Korrekturdüsen.

GLOSSAR

- EAP (Etage d'accélération à poudre): Beschleunigungsstufe, die mit Pulver angetrieben wird
- BAF (Bâtiment d'Assemblage Final): In der Endmontagehalle werden Satellit und Rakete vereint
- BIP (Bâtiment d'intégration des propulseurs): Montagehalle der Booster
- BPE (Bâtiment préparation étage): Montagehalle für die Hauptstufe
- EPC (Etage Principal Cryotechnique): Die kryogene Hauptstufe arbeitet mit Wasserstoff als Treibstoff. Sie besitzt ein Vulcain-Triebwerk, das 1118 Kilonewton (kN) Schub entwickelt
- BIL (Bâtiment d'Intégration des Lanceurs): Die Booster werden an die Hauptstufe angeflanscht

Vier Beschleunigungsmesser übermitteln die Daten an die Bordcomputer.

Die Arbeiten dauern etwa elf Tage. Danach rollt der mobile Starttisch zum Startkomplex ELA-3. Sobald die Ariane-Trägerrakete über der Betonplattform mit ihren drei Flammenschächten ausgerichtet ist, werden die Verbindungen zum Betanken der Hauptstufe mit flüssigem Sauer- und flüssigem Wasserstoff unter dem Starttisch angeschlossen. Um den Startkomplex stehen vier 100 Meter hohe Masten – riesige Blitzableiter – sowie ein Wasserturm. Von dort können beim Start der Trägerrakete bis zu 1500 Kubikmeter Kühlwasser auf die Plattform gepumpt werden. Das Kühlwasser dient nebenbei auch noch als Lärmschutz.

Die Ariane 5 GS ragt jetzt mehr als 52 Meter in den strahlend blauen Himmel über Kourou. Die Systemchecks laufen auf Hochtouren. Das Startfenster ist nur für zwei Stunden offen. Damit hat die Endphase eines Abenteuers begonnen, das 18 Monate zuvor seinen Anfang genommen hatte. ●

Hans Müller
mueller@logpunkt.de