

SWR2 Wissen

Die neue Ariane-Rakete – Europas teurer Zugang zum Weltraum

Von Dirk Asendorpf

Sendung vom: Dienstag, 12. September 2023, 8.30 Uhr

Redaktion: Gábor Paál

Regie: Dirk Asendorpf

Produktion: SWR 2012

Europa setzt auf seine neue Rakete – die Ariane 6. Doch wer braucht die noch in Zeiten von Space-X und flexiblen Kleinraketen, wie sie auch in deutschen Startups entwickelt werden?

Bitte beachten Sie:

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

SWR2 können Sie auch im **SWR2 Webradio** unter www.SWR2.de und auf Mobilgeräten in der **SWR2 App** hören – oder als **Podcast** nachhören.

Die SWR2 App für Android und iOS

Hören Sie das SWR2 Programm, wann und wo Sie wollen. Jederzeit live oder zeitversetzt, online oder offline. Alle Sendung stehen mindestens sieben Tage lang zum Nachhören bereit. Nutzen Sie die neuen Funktionen der SWR2 App: abonnieren, offline hören, stöbern, meistgehört, Themenbereiche, Empfehlungen, Entdeckungen ...

Kostenlos herunterladen: www.swr2.de/app

MANUSKRIFT

Atmo 1: Start der letzten Ariane-5-Rakete:
Countdown auf Französisch

Sprecher:

5. Juli 2023 – der letzte Start einer Ariane-5-Rakete, an Bord zwei Kommunikationssatelliten. Nach 27 Jahren mustert die Europäische Raumfahrtagentur ESA ihr Flaggschiff aus. 117-mal ist die Ariane 5 geflogen, nur zwei Starts sind gescheitert, der letzte Fehlstart liegt über 20 Jahre zurück. Die Ariane-5 war die zuverlässigste Rakete auf dem kommerziellen Satellitenmarkt und über viele Jahre auch die am häufigsten genutzte.

Doch diese Erfolgsgeschichte ist zu Ende. Derzeit hat Europa keinen eigenen Zugang zum Weltall mehr. Denn Vega, die kleine Schwester der Ariane, kann seit einem Fehlstart im Dezember 2022 vorerst nicht mehr abheben. Russische Sojuz-Raketen, die 27-mal im europäischen Auftrag ins All flogen, dürfen seit dem Krieg gegen die Ukraine nicht mehr vom europäischen Raumfahrtbahnhof in Französisch Guayana starten. Hoffnungsvoll wartet die europäische Raumfahrt deshalb darauf, dass der Nachfolger des erfolgreichen ESA-Flaggschiffs fertig wird: die Ariane 6.

Ansage:

Die neue Ariane-Rakete – Europas teurer Zugang zum Weltraum. Von Dirk Asendorpf.

Sprecher:

Eigentlich war ein nahtloser Übergang geplant. Schon ab 2020 sollte die Ariane 6 zur Verfügung stehen, drei Jahre vor der Ausmusterung ihrer Vorgängerin. So hatte es die ESA bei der Auftragsvergabe vor zehn Jahren angekündigt. Doch das Projekt steckt in der Krise. Mehrmals musste der Termin für den Erststart der Ariane 6 verschoben werden, jetzt ist er für Anfang 2024 geplant. Vier Milliarden Euro hat die Entwicklung bisher gekostet, rund ein Fünftel davon zahlt Deutschland. Durch die Verzögerung hat Europa seine Führungsrolle beim Transport kommerzieller Satelliten verloren. Und in der Zwischenzeit hat sich auf dem Markt einiges getan. Denn weltweit entwickeln Startups günstige Kleinraketen, auch in Deutschland. Und für größere Lasten beherrscht das von Elon Musk gegründete Raumfahrtunternehmen SpaceX den Markt. Hat sich die ESA mit der Ariane 6 verkalkuliert?

Atmo 2: Start Falcon 9
Countdown auf Englisch

Sprecher:

250-mal ist Elon Musks Falcon 9 Rakete bereits gestartet, nur einmal ging es schief, und das ist auch schon acht Jahre her. Inzwischen heben jede Woche bis zu vier Falcon 9 Raketen von den Raumfahrtzentren in Florida und Kalifornien ab. Zum Vergleich: Die Ariane 5 hat es in ihren besten Zeiten auf sieben Starts gebracht – aber nicht pro Woche, sondern im Jahr. Ein weiterer wichtiger Unterschied: Die ausgebrannte Hauptstufe der Falcon 9 fällt nicht ins Meer, sondern kehrt acht

Minuten nach dem Start zum Raumfahrtzentrum zurück und kann wiederverwendet werden. Das ist weltweit einzigartig.

Massenproduktion und Wiederverwendbarkeit – das ist das Erfolgsrezept der Falcon 9. Deshalb kann SpaceX einen Raketenstart für die Hälfte des Preises anbieten, der für die Ariane 5 verlangt wurde. Daraus hat die ESA ihre Ziele abgeleitet: Doppelt so viele Starts für die Hälfte der Kosten – mit dieser Vorgabe soll die Ariane 6 konkurrenzfähig werden. Das werde man – trotz der jahrelangen Verzögerung – auch fast erreichen, versichert Pierre Godart, Deutschland-Chef der ArianeGroup. Das deutsch-französische Unternehmen ist der Hauptauftragnehmer für Entwicklung und Bau der neuen Rakete.

O-Ton 1 Pierre Godart, ArianeGroup :

Wir müssen die Kosten senken. Und wir haben gesagt, und das werden wir einhalten, dass Ariane-6 40 Prozent günstiger wird als Ariane 5. Wir haben ein Spitzenprodukt, wir haben Spitzentechnologien. Und wir sind extrem zuverlässig. Wir sollen nicht als Europäer zu bescheiden sein, wir sind manchmal ein bisschen zu zurückhaltend. Unsere Rakete ist auch cool. Wir haben auch eine coole Rakete (lacht).

Sprecher:

Die Falcon-Raketen von SpaceX werden an einem Ort sowohl entwickelt als auch gebaut. Dort, in einem riesigen Industriekomplex bei Los Angeles, befindet sich zugleich das Kontrollzentrum. Das spart Wege, Zeit und Kosten. Die ESA ist da im Nachteil. Sie muss alle Mitgliedstaaten im Verhältnis ihres finanziellen Beitrags an den Industrie-Aufträgen beteiligen. Georeturn heißt dieses Prinzip. Es wird schon lange kritisiert, denn es verkompliziert den hoch komplexen Raketenbau zusätzlich. 600 Zulieferunternehmen sind am Bau der Ariane 6 beteiligt. Die Feststoffbooster kommen aus Italien, die Hauptstufe wird in Les Mureaux bei Paris gebaut und die Oberstufe in Bremen. Die Endmontage aller Komponenten wiederum findet weit von Europa entfernt statt, im südamerikanischen Kourou. 63 Meter ragt die Rakete am Ende in die Höhe, unten die Hauptstufe, an der Seite zwei oder vier Booster für zusätzlichen Schub. Ganz oben die Nutzlast und dazwischen das technisch anspruchsvollste Teil: die Oberstufe.

Atmo 3: Atmo Eingang zum Reinraum Ariane-6-Zentrum Bremen (Stimmen „Moin, moin“)

Sprecher:

Hier wird sie gebaut. 2019 hat die ArianeGroup dafür neben den Bremer Flughafen eine große Halle gebaut, 21 Meter hoch. Wer sie betreten will, muss sich erst mal umziehen. Denn Straßendreck ist ein großer Feind der Raumfahrttechnik, warnt Hanno Zeiler, er ist hier der Produktionsleiter.

O-Ton 2 Hanno Zeiler, ArianeGroup:

Wir nehmen mal den Flüssig-Sauerstoff-Tank: Sauerstoff in Verbindung mit organischen Materialien ist hoch explosiv. Das heißt, wir müssen sicherstellen, dass in diesem Tank kein kleinstes Teil von organischem Material drin ist. Erstmal sind die Teile, die ankommen, vorher gereinigt und eingeschweißt. Dann integrieren wir sie. Dann machen wir nochmal einen Reinigungsprozess, um wirklich sicher zu sein, dass das alles weg ist, und dann werden die Deckel draufgemacht, die werden

bedrückt, so dass auch nichts rein kann mehr. Und damit stellen wir sicher, dass Systeme sauber sind.

Sprecher:

Beim Start wird eine Rakete extrem belastet, schon der kleinste Fehler kann zum Absturz führen – mit Folgekosten in Milliardenhöhe. Gründlichkeit hat oberste Priorität. Gleichzeitig soll die Produktion schneller und billiger werden. Beim Bau der Ariane 5 war die Arbeit organisiert wie in einer Manufaktur, jede Oberstufe eine Einzelfertigung. Jetzt werden die einzelnen Komponenten mit Hubwagen durch die Halle bewegt und wachsen dabei langsam zur Oberstufe heran – von einer spezialisierten Arbeitsstation zur nächsten. Für diese Umstellung hat sich die ArianeGroup einen Manager aus der Automobilindustrie geholt. Statt für den VW-Touareg ist Karl-Heinz Servos jetzt für die Ariane-Oberstufe zuständig und musste sich umgewöhnen: Ein Auto alle zwei Minuten, 300 Autos pro Schicht – das war der Takt in der Autofabrik. Hier geht es um maximal 12 Oberstufen pro Jahr. Trotzdem sieht der Manager Ähnlichkeiten.

O-Ton 3 Karl-Heinz Servos, Arianegroup:

Wir haben versucht, viele Komponenten und Bauteile, die in der Rakete mehrfach vorkommen, mehr zu standardisieren, und da hat man schon Stückzahl. Im Space ist man das noch nicht gewohnt. Die Zielsetzung ist hier, einen Wochentakt einzuführen, also eine Komponente pro Station eine Woche.

Atmo 4: Metallsäge:

Sprecher:

Die Oberstufe der Ariane 6 besitzt zwei Treibstofftanks – je einen für flüssigen Sauerstoff und Wasserstoff. Beide werden am sogenannten Hochzeitsstand von einem Hallenkran über der Triebwerksaufhängung justiert und verschraubt. Solche Abläufe sind automatisiert. Die gesamte Halle und alle Werkzeugmaschinen sind nagelneu. Trotzdem blickt Karl-Heinz Servos manchmal neidisch auf den Konkurrenten in Kalifornien.

O-Ton 4a Karl-Heinz Servos:

SpaceX, die arbeiten mit amerikanischen Beschäftigungsmethoden, d.h. die sind sehr viel flexibler im Auf- und Abbau von Personal. Die haben nicht das Thema: viele Länder, wir haben ja 13 Staaten, die beteiligt sind.

Sprecher:

Und jeder Staat hat andere Vorschriften für Arbeitsrecht, Mitbestimmung oder Arbeitsschutz.

O-Ton 4b Karl-Heinz Servos:

Zu viele Köche verderben schon den Brei, eine Reduktion auf weniger Partner wäre vielleicht sinnvoll, an vielen Stellen ist da vielleicht noch Luft drin. Und die werden wir jetzt sukzessive rausholen müssen.

Sprecher:

Die neue Ariane 6 soll bei ihrem ersten Start sieben Kleinsatelliten gleichzeitig ins All bringen und an verschiedenen Stellen aussetzen. Kleinsatelliten sind der größte Wachstumstreiber der Raumfahrtindustrie. Durch eine Neukonstruktion des Ariane-

Triebwerks könnten Dutzende davon mit einer einzigen Rakete ins All befördert werden.

O-Ton 5 Karl-Heinz Servos:

Dadurch, dass der Oberstufen-Motor wiederzündbar ist – was nicht der Fall war bei der A-5 – können wir jetzt einen Satelliten aussetzen und dann wieder zünden und dann den anderen Satelliten woanders absetzen. Das sind Sachen auch für Konstellationen, die eine ganz andere Möglichkeit bieten.

Sprecher:

Zu einer solchen Konstellation gehören Dutzende, Hunderte oder gar Zehntausende Kleinsatelliten, die zusammen für weltweite Kommunikation oder Navigation sorgen. Die größte Konstellation dient dem globalen Zugang zum Internet, heißt Starlink und gehört ebenfalls Elon Musk. Über 4.000 Kleinsatelliten hat er dafür bereits mit Falcon-9-Raketen ins All geschossen, bis zu 30.000 sollen es am Ende werden. In einer anderen Folge von SWR2 Wissen haben wir uns ausführlich mit Starlink beschäftigt.

Atmo 5: Kuiper-Reklamevideo mit Musik

So we took on the challenge to design our satellites two orders of magnitude cheaper.

We have to build everything from the ground up.

We're designing the solar arrays, we're designing the reaction wheels.

Satellite constellation management systems,

Thermal solution,

networking,

engineering, manufacturing, you name it.

Sprecher:

Um Größenordnungen billiger will Amazon-Gründer Jeff Bezos die Satelliten für seine Konstellation machen, Kuiper heißt das Projekt. Es soll ebenfalls für einen globalen Internetzugang sorgen und über den Preis mit Starlink konkurrieren.

Atmo 5:

The complexity is enormous, but we're up to the challenge because of the team we have.

Sprecher:

Auch Jeff Bezos besitzt mit Blue Origin eine eigene Raketenfabrik, trotzdem hat er Anfang 2022 18 Starts mit der neuen Ariane 6 bestellt, der größte Auftrag, den die europäische Raumfahrtindustrie jemals erhalten hat. Für die Vermarktung der europäischen Raketen ist ein eigenes Unternehmen zuständig, Arianespace. Und es hat schon vor dem ersten Flug 28 Starts mit der Ariane 6 verkauft. Ein gutes Zeichen, meint der Raumfahrtexperte Stefanos Fasoulas, Direktor des Instituts für Raumfahrtsysteme an der Universität Stuttgart.

O-Ton 6 Stefanos Fasoulas, Raumfahrtexperte, Uni Stuttgart:

Die Auslastung ist für die ersten vier, fünf Jahre eigentlich schon ausgebucht. Das hat es bei keiner Vorgängerrakete gegeben, also der Markt ist da.

Sprecher:

Rund 7.000 Satelliten umkreisen heute schon die Erde. Die Marktforschung rechnet mit 25.000 weiteren in den nächsten zehn Jahren. Ihr Bau und Start werde 400 Milliarden Dollar kosten, fast zwei Drittel davon finanziert aus Steuergeldern, darunter viele Militär-Aufträge. Europas neue Ariane-Rakete komme jetzt zwar spät ins Spiel, grundsätzlich aber noch nicht zu spät, meint Stefanos Fasoulas.

O-Ton 7 Stefanos Fasoulas:

Etwas schneller wäre natürlich wünschenswert gewesen. Trotzdem muss man bedenken: Alle vorhergehenden Entwicklungen von großen Trägersystemen hatten keine Corona-Pandemie über drei Jahre, hatten keinen Ukraine-Russland-Konflikt was sich natürlich hier auch auswirkt. Ich denke schon, dass die Ariane 6 die richtige Rakete ist. Ob es die einzige sein sollte, ist die andere Frage.

Sprecher:

Sobald Ariane und Vega wieder flugbereit sind, wird die europäische Raumfahrt zwar über zwei Raketen verfügen. Was aber fehlt, sind sogenannte Microlauncher, Raketen, die kleine Satelliten für wenig Geld auf eine niedrige Umlaufbahn bringen können. Stefanos Fasoulas vergleicht das mit der Situation auf der Straße.

O-Ton 8 Stefanos Fasoulas :

Es gibt Schwerlast-LKWs, es gibt auch leichte Transporter und alle haben ihre Daseinsberechtigung. Und genau so muss man sich das vorstellen auch für den Weltraum. Natürlich, wenn wir dann 50, 60, 70 Satelliten am Stück starten wollen, dann ist so ein Schwerlasttransporter besonders geeignet. Aber angenommen, drei, vier dieser Konstellations-Satelliten fallen aus. Dann brauchen Sie ein kleineres System, was flexibler, schneller auch einsetzbar ist, um die Konstellationen wieder sicherzustellen. Und da sollte sich nach meiner festen Überzeugung Europa tatsächlich auch ein Stück vom Kuchen abschneiden und versuchen, hier tatsächlich auch Präsenz zu zeigen.

Sprecher:

Weltweit gibt es rund hundert Startups, die an der Entwicklung günstiger Kleinraketen arbeiten, eines davon in Neuenstadt am Kocher, ganz im Norden Baden-Württembergs.

Atmo 6: Schritte auf einer Treppe, Tür geht auf, Hallenatmo, Tür knallt zu, „Hallo, hallo“:

Sprecher:

Um diese Halle zu betreten, ist keine Schutzkleidung nötig. Statt mit flüssigem Wasserstoff soll die Rakete des Startups Hylmpulse nämlich mit Kerzenwachs angetrieben werden, einem ungefährlichen Treibstoff. Christian Schmierer hat die Firma mitgegründet.

Atmo 7: Produktionshalle

O-Ton 9 Christian Schmierer, Hylmpulse:

Hier in der Halle, da bauen wir unsere Raketen-Triebwerke selber. Da hinten sehen Sie den Schmelz-Apparat, um unsere Paraffin-Treibstoffe zu schmelzen und zu

mischen. Das wird dann in Form gegossen und dann quasi – da hinten sehen Sie die Wickelmaschine, wo dann mit Faserverbundwerkstoffen das Triebwerk geformt wird. Unser Triebwerk brennt von innen nach außen. Also nicht wie eine Kerze von oben nach unten, sondern von innen nach außen. Und der Sauerstoff wird auf der einen Seite eingespritzt, vermischt sich dann über die Länge der Brennkammer mit dem Kerzenwachs und zum Schluss wird es verbrannt und durch die Düse expandiert, um dann eben den Schub zu erzeugen.

Sprecher:

Der Sauerstoff wird erst auf der Startrampe in die kleine Rakete gepumpt. Vorher stellt die Paraffinfüllung keine Gefahr dar. Anders als bei der Ariane 6, der zwei oder vier Feststoffbooster den Hauptschub verleihen sollen.

O-Ton 10 Christian Schmierer:

Ähnlich wie eine Silvester Rakete oder ein Böller. Und deshalb sind sie auch dementsprechend gefährlich, weil sie explosiv sind. Gefährlich im Betrieb, aber auch in der Lagerung und natürlich auch in den Sicherheitsvorkehrungen spiegelt sich das wider. Alles wird viel teurer mit Feststoff-Raketen als mit Kerzenwachs.

Sprecher:

Und noch etwas spreche für den Treibstoff Paraffin: seine Umweltverträglichkeit. Zwar entsteht auch bei der Verbrennung von Paraffin CO₂, Umweltgifte werden aber nicht freigesetzt.

O-Ton 11 Christian Schmierer:

Feststoff-Raketen haben in ihrem Abgasstrahl auch toxische Materialien, Metalloxide, weil Metallzusätze im Brennstoff vorhanden sind. Unsere Raketen sind natürlich noch mal extra umweltfreundlicher. Selbst bei einer Katastrophe, bei einem Absturz der Rakete, gibt es keine Umweltverschmutzung durch den Brennstoff.

Sprecher:

HyImpulse will seine Raketen vom SaxaVord Spaceport im äußersten Norden der britischen Shetland Inseln starten. Das ist eine von von einem runden Dutzend Startrampen für Kleinraketen, die derzeit in Europa geplant sind oder bereits gebaut werden – vom nordschwedischen Kiruna bis zu den Kanaren. Ein Industriekonsortium unter Führung des zweitgrößten deutschen Raumfahrtunternehmens OHB will Kleinraketen sogar von einem Spezialschiff im deutschen Hoheitsgebiet der Nordsee aus starten.

Atmo 8: Baustelle der Startrampe in Kourou:

We are here on Ariane-6 launch pad. And here you can see the exhaust gas

Sprecher:

Auch die Ariane 6 soll von einer nagelneuen Startrampe abheben. Schon vor sieben Jahren wurde dafür der Regenwald auf einem großen Areal im Norden des Europäischen Raumfahrtbahnhofs gerodet. Der liegt im südamerikanischen Kourou, und damit in der Nähe des Äquators. Das hat den Vorteil, dass eine Rakete beim Start Richtung Osten einen zusätzlichen An Schub durch die Erdrotation bekommt. Das hilft sowohl bei interplanetaren Missionen als auch, wenn große geostationäre Fernsehsatelliten in die Erdumlaufbahn gebracht werden. Für die Startrampe in Kourou musste eine 28 Meter tiefe Grube ausgebagert und mit sehr viel Beton

wieder aufgefüllt werden. Ein künstlicher See soll das nötige Kühlwasser für den Start liefern, erklärt der Bauleiter Frederic Muñoz.

O-Ton 12 Frederic Muñoz, ESA:

Everything is under ground with tunnels.....So there is two types of deluge.

Overvoice:

Das Abgas leiten wir durch Tunnel nach Norden und Süden ab und kühlen es mit Wasser. Außerdem brauchen wir Wasser, um die Rakete und ihre Nutzlast vor übermäßigen Vibrationen zu schützen.

Sprecher:

Der Neubau der Startrampe war nötig, weil die Ariane 6 gute 12 Meter höher und 80 Tonnen schwerer ist als ihre Vorgängerin. Im Juli 2022 stand erstmals eine komplett montierte Ariane-6-Rakete auf der neuen Startrampe. Ein Jahr später wurde sie mit minus 253 Grad kaltem Wasserstoff und kaum weniger kaltem Flüssigsauerstoff betankt. Der Countdown lief, musste aber ein paar Sekunden vor der Zündung des Haupttriebwerks abgebrochen werden. Einer von sehr vielen Sensoren hatte eine Abweichung von den erwarteten Werten gemeldet. Das stellte sich später zwar als Fehlalarm heraus, doch die ESA musste vorerst auf die herbeigesehnten Bilder einer dampfenden Rakete auf der Startrampe verzichten. Ein Start war allerdings sowieso nicht vorgesehen. Der erste Zusammenbau einer Ariane 6 diente nur dazu, alle Abläufe bis zum Countdown einzuüben. Bevor eine neue Rakete erstmals abheben kann, muss sie sehr viele solcher Tests durchlaufen.

Atmo 9: Schritte auf der Metalleiter zum Prüfstand

Sprecher:

Zurück in Deutschland. Das neu entwickelte Triebwerk der Ariane 6 wurde erstmals hier gezündet, in Lampoldshausen bei Heilbronn, am Institut für Raumfahrtantriebe des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt. Das weitläufige Areal erstreckt sich über einen bewaldeten Berghang. P5 heißt der Stahlurm, neben dem – wie auf einer echten Startrampe – eine der in Bremen gebauten Oberstufen der neuen Ariane-Rakete steht. Sven Dietershagen ist bei Arianegroup für die Durchführung der Tests zuständig.

O-Ton 13 Sven Dietershagen, Arianegroup:

Auf unserer Höhe, wo wir hier stehen, ist der Sauerstofftank und da oben drüber, man sieht diese Wulst, alles was da drüber ist, ist der Wasserstofftank. Hier in der Zwischenstruktur, da haben wir die ganzen Onboard-Computer und Steuereinheiten.

Sprecher:

Jedes Triebwerk muss vor der Auslieferung nach Kourou hier mindestens einmal getestet werden. Anja Frank ist die Chefin der Anlage.

O-Ton 14 Anja Frank, DLR:

Die Oberstufe steht beim Test so wie sie auch auf der Rakete steht. Und das Triebwerk feuert nach unten. Da haben wir dann ein Abgasleitsystem, d.h. das, was das Triebwerk an heißem Wasserdampf ausspuckt, das leiten wir dann auch entsprechend weg.

Sprecher:

Während eines solchen Tests wird das Gelände weiträumig abgesperrt. Allein die Oberstufe der Ariane 6 entwickelt bei der Zündung so viel Schubkraft wie ein ganzes Dutzend Düsenjäger. Und warum hebt sie dann nicht ab?

O-Ton 15 Anja Frank, DLR:

Wir halten die Oberstufe gut fest (lacht). Die würde auch am Anfang gar nicht wegfliegen, weil am Anfang tatsächlich das Gewicht durch die Treibstoffe noch größer ist als der Schub, den das Triebwerk selber leistet. Aber natürlich: wenn die Oberstufe leerer wird, dann würde irgendwann der Zeitpunkt kommen, wo die Oberstufe auch abheben würde. Und deshalb haben wir ganz, ganz viele Schrauben, eine ganz ganz feste Befestigung auch, umgeleitet über Stützen am Prüfstand, die dann wirklich diese Stufe massiv halten. Da passiert nichts. (lacht)

Sprecher:

Noch ist die Ariane 6 kein einziges Mal geflogen. Doch schon jetzt ist klar: Wenn sie das erste Mal startet, wird Europas neue Rakete schon nicht mehr auf dem neuesten Stand der Technik stehen, eine Folge der jahrelangen Verzögerung. Deshalb arbeiten die Ingenieure der Arianegroup schon vor dem Erststart an ihrer Weiterentwicklung. Sven Rakers ist im Bremer Ariane-Werk für die Zukunftsprojekte zuständig.

O-Ton 16 Sven Rakers, Arianegroup:

Da gibt es zum Beispiel die Astris Kick Stage, das ist so eine kleine zusätzliche Oberstufe, um im Orbit noch flexibler zu sein. Das wäre eine dritte Stufe.

Sprecher:

Auch für die Konstruktion der normalen Oberstufe gibt es neue Ideen. Statt aus Aluminium und Titan sollen die Tanks für Wasserstoff und Sauerstoff künftig aus einem Kohlefaserverbundwerkstoff gefertigt werden. Karbon ist leichter als Metall. Mit dem eingesparten Gewicht könnte die Ariane 6 zusätzliche zwei Tonnen Nutzlast ins All befördern. Die neue Oberstufe wäre womöglich sogar wiederverwendbar. Denn ihr geringeres Gewicht macht es einfacher, sie kontrolliert zur Erdoberfläche zurückzubringen. Und das wären noch nicht die einzigen Vorteile beim Wechsel von glänzendem Metall zu schwarzen Kohlefasern. Sven Rakers erklärt es an Modellen der bisherigen und der künftigen Oberstufe.

O-Ton 17 Sven Rakers:

Das, was hier so silberfarben ist, das ist alt. Und das rechte hier, das was schwarz ist – schwarz symbolisiert eben den Kohlefaserverbundwerkstoff –, das ist das, was dann die nächste Generation sein wird. Die Tanks haben auch eine etwas andere Form. Und das ist eben der Vorteil, den wir durch das neue Material haben. Wir können die Form der Tanks optimieren. Wir können enorm vereinfachen durch das Karbonmaterial.

Sprecher:

Und jede Vereinfachung macht die Produktion billiger, erklärt Karl-Heinz Servos, der ehemalige Automobilingenieur, der jetzt den Oberstufenbau in Bremen leitet.

O-Ton 18 Karl-Heinz Servos:

Wenn ich sehe, was ich heute an Kosten habe, dann sind die Materialkosten, die ich an einer Rakete habe, natürlich schon erheblich, aber das meiste sind tatsächlich die Stunden, die unsere Arbeiter, unsere Ingenieure an der Rakete arbeiten. Die Composite-Stufe wird das verbessern.

Atmo 10: Verabschiedung der letzten Ariane-5-Oberstufe in Bremen

Nach 25 Jahren Ariane fünf. Ein Abschied, ein Neuanfang, ein bisschen Wehmut, ein bisschen Tränchen. Ein bisschen schöne Geschichten. Ein bisschen – ja, noch mal nachdenken. Was hat das Ganze gebracht? Was hat diese Rakete mit Euch gemacht uns gemacht?

Sprecher:

Dezember 2022, kurz vor Weihnachten. Die Belegschaft des Bremer Werks hat sich zur Verabschiedung der letzten Ariane-5-Oberstufe versammelt, es gibt Glühwein, Bratwurst und auf der Bühne sentimentale Ansprachen.

Atmo 10 weiter:

Und ich mache das auch schon lange. Und bin seit 23 Jahren im Ariane 5-Programm involviert. Ich war mit Jens vor 25 Jahren in Kourou zusammen, als junge Menschen noch (Lachen)....

Sprecher:

Viele der versammelten Ingenieure und Techniker haben ihr gesamtes Berufsleben mit dem Bau von Ariane-Oberstufen verbracht. Auch Wolfgang Scholz. Der Werkzeugmachermeister war von 1978 bis 2016 dabei, zuletzt als Chef von 50 Mitarbeitern – und Mitarbeiterinnen.

O-Ton 19 Wolfgang Scholz, Rentner:

Ich habe da besonders großen Wert darauf gelegt, dass wir Frauen bekamen. Und zwar eignen sich Frauen für bestimmte Arbeiten eigentlich viel besser als Männer, weil die ausdauernder sind und, ich sage mal, filigraner in der Arbeit. Und zwar insbesondere dann, wenn es um Elektrotechnik geht. Bei mir kamen die ersten vier Frauen mit rein. Hat viel Ruhe reingebracht ins Team. Die Jungs, die haben sich dann ordentlich benommen, sage ich mal, und das war ganz gut.

Sprecher:

Seit sieben Jahren ist Wolfgang Scholz in Rente, den Kontakt zu den Kolleginnen und Kollegen im Werk hat er noch nicht verloren. Aber er ist auch froh, dass er den Übergang zur Serienfertigung nicht mehr mitmachen muss.

O-Ton 20 Wolfgang Scholz:

Heute werden Raumfahrtprodukte im Wesentlichen am Rechner konstruiert. Wenn man sich vorstellt, wie man damals zum Beispiel die Längen von Kabeln ausgemessen hat, das hat man mit Tauen gemacht. Wir wussten die Anschlusspunkte, wo die Kabel hin mussten, und dann haben wir ein Tau verlegt und abgeschnitten und das haben wir ausgemessen und das war dann die Länge. Hat immer gepasst, hat immer gepasst.

Atmo 11: Veranstaltung zur Ariane-5-Verabschiedung

Sprecher:

Besondere Ariane-Starts wurden für die Beschäftigten im Bremer Werk immer live aus Kourou auf eine Großbildleinwand übertragen: 2002 beim Start von Envisat, dem größten jemals auf eine Umlaufbahn geschickten Umweltsatelliten, 2004 beim Start der Rosetta-Mission mit der späteren Landung auf dem Kometen Tschurjumow-Gerassimenko, ab 2008 beim Start mehrerer Versorgungsflüge zur Internationalen Raumstation, 2018 beim Start der BepiColombo-Sonde zum Merkur, 2022 beim Start des James Webb Space Telescope, der teuersten wissenschaftlichen Weltraummission, die es je gab, und schließlich im April 2023 beim Start der Juice-Sonde zum Jupiter. Live hat die Belegschaft auch die Fehlschläge miterlebt: 1996 beim gescheiterten Erststart der Ariane 5 und 2002 die Explosion einer neuen, leistungsstärkeren Version.

O-Ton 21 Wolfgang Scholz:

Wenn ein Auto ein Motorproblem hat, bleibt er stehen. Macht aber nix, ruft man den Pannendienst und es geht irgendwann weiter. Und bei Flugzeugen sieht das schon schlechter aus, aber runter kriegt man sie in der Regel auch noch heil. Aber bei Raketen hat man keine Chance. Absolut null Chance.

Sprecher:

Ein dünnes Metallröhrchen, durch das der minus 253 Grad kalte Wasserstoff ins Triebwerk eingespritzt wird, war 2002 geplatzt. Die Rakete kam von ihrer Bahn ab und musste drei Minuten nach dem Start gesprengt werden. Kleine Ursache, große Wirkung. Mehr als zwei Jahre haben Fehlersuche und Neukonstruktion des Haupttriebwerks anschließend gedauert – und fast eine Milliarde Euro gekostet.

O-Ton 22a Stefanos Fasoulas:

Es gibt eine schöne Statistik, was die Anzahl der Fehlschläge angeht. Die ist tatsächlich proportional zur Wurzel der Starts dividiert durch Anzahl der Starts.

Sprecher:

Ist die Zahl der Starts genau 1, würde sich nach dieser Rechnung genau ein Fehlstart ergeben, rechnet der Raumfahrtexperte Stefanos Fasoulas von der Uni Stuttgart vor.

O-Ton 22b Stefanos Fasoulas:

Das heißt, wenn der Erststart ist, ist die Wahrscheinlichkeit, dass es schief geht, bei 100 Prozent.

Sprecher:

Er meint das als Witz. Doch tatsächlich geht ein Drittel aller Erststarts neu entwickelter Raketen komplett schief, bei einem weiteren Drittel gibt es größere Probleme und nur ein Drittel verläuft wie geplant. Guy Pilchen weiß das. Er ist der Programm-Manager der Ariane 6 Entwicklung bei der Europäischen Raumfahrtagentur ESA.

O-Ton 23 Guy Pilchen, ESA:

It is true that the risks are at the beginning ... and remain modest because it is a critical domain.

Overvoice:

Es stimmt schon: Das Risiko ist beim Erststart am größten. Manche Dinge können wir am Boden einfach nicht testen, wir müssen sie simulieren. Aber am wichtigsten ist es, aus Fehlern zu lernen, die Ursachen gründlich aufzuklären und das Design und das Management entsprechend zu ändern. So haben wir es in der Vergangenheit gemacht, und so sollten wir weiter vorgehen. Und wir müssen bescheiden bleiben, denn wir arbeiten auf einem Hochrisiko-Gebiet.

Sprecher:

Die Marktführerschaft für kommerzielle Satellitenstarts wird die neue Ariane-Rakete sicherlich nicht wieder erreichen. Dafür ist „New Space“ zu stark. So werden die von US-Milliardären und Startups gegründeten Raumfahrtunternehmen gerne bezeichnet. Doch auf einen eigenen Zugang zum All wird Europa schon aus sicherheits-strategischen Gründen nicht verzichten. Auch im Konfliktfall sollen europäische Satelliten jederzeit starten können. Zu viel hängt heute von zuverlässiger Navigation, Kommunikation, Erd- und Wetterbeobachtung ab. Auch das Militär will die Ariane 6: für Aufklärung und Spionage – und für Frankreichs Streitkräfte. Deren Atomraketen werden nämlich ebenfalls von Arianegroup gebaut, mit dem gleichen Feststofftriebwerk.

Abspann:

SWR2 Wissen (mit Musikbett)

Sprecher:

Die neue Ariane-Rakete, Autor und Sprecher: Dirk Asendorpf, Redaktion: Gábor Paál.

Abbinder