



# 60 Jahre DLR Lampoldshausen





# Inhaltsverzeichnis

Grußwort _____	05
Zeitstrahl 60 Jahre Lampoldshausen _____	06
1954 – 1963 Der Aufbau des Standortes Lampoldshausen _____	08
1963 – 1973 Das ELDO-Programm _____	12
1973 – 1988 Die Erfolgsgeschichte der Ariane _____	16
1988 – 2004 DLR Lampoldshausen auf dem Weg ins neue Jahrtausend _____	22
2004 – 2014 Vinci und Ariane 5 ECA – Fortführung der Erfolgsgeschichte _____	26
2014 – 2019 Ariane 6 und Prüfstand P5.2 – Die Sicherung der Zukunft _____	32
Epilog _____	40
Impressum _____	42

Liebe Leserinnen und Leser,

das Ariane-Programm hat von Beginn an unsere Standortentwicklung geprägt. Seit 1973 erleben wir eine kontinuierlich gute Entwicklung der Ariane-Trägerraketen. Der Wechsel von der Ariane 4, der weltweit kommerziell erfolgreichsten Rakete, zur leistungsstärksten Ariane 5 wurde durch das DLR Lampoldshausen mitgestaltet.

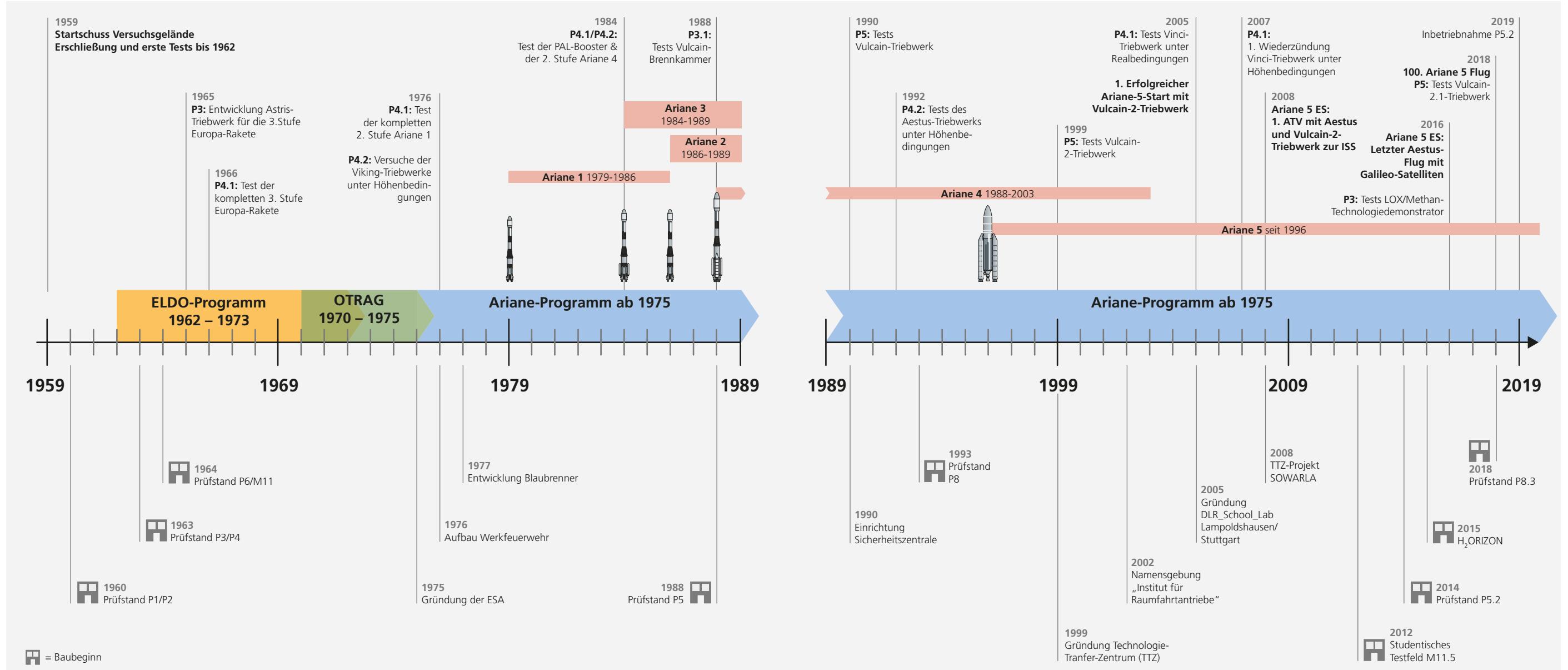
Jetzt richten wir unseren Blick auf den nächsten Meilenstein: die Inbetriebnahme der Ariane 6. Das DLR Lampoldshausen ist für alle Tests des Hauptstufentriebwerks Vulcain 2.1, des Oberstufentriebwerks Vinci und auch der gesamten Oberstufe der Ariane 6 verantwortlich. Darüber hinaus ist das DLR Lampoldshausen ein renommierter Forschungsstandort für Flüssigkeitsraketenantriebe in Deutschland. Hier werden die Grundlagen der Prozesse in Raketenbrennkammern untersucht, Versuchsanlagen für Raketenantriebe geplant sowie Treibstoffe für neue Antriebssysteme erforscht. Unser erklärtes Ziel ist seit 60 Jahren unverändert: Europa einen unabhängigen, bezahlbaren und zuverlässigen Zugang zum Weltraum zu erhalten.

Dear readers,

The Ariane program has shaped our site development right from the start. Since 1973, we have seen a continuous positive development of Ariane launchers. The transition from Ariane 4, the world's most commercially successful rocket, to the most powerful Ariane 5 was mainly influenced by DLR Lampoldshausen.

Now we are focusing on the next milestone: the commissioning of Ariane 6. DLR Lampoldshausen is responsible for all tests of the Vulcain 2.1 main stage engine, the Vinci upper stage engine and the entire Ariane 6 upper stage. In addition, DLR Lampoldshausen is a renowned research site for liquid rocket propulsion in Germany. The fundamentals of the processes in rocket combustion chambers are investigated, test facilities for rocket propulsion systems are planned, and fuels for new propulsion systems are explored. Our declared goal has remained unchanged for 60 years: to preserve an independent, affordable and reliable access to space for Europe.

# Zeitstrahl 60 Jahre DLR Lampoldshausen





## 1954 – 1963

### Der Aufbau des Standortes Lampoldshausen

1954 kehrte Eugen Sänger, ein führender Raumfahrtwissenschaftler, nach Deutschland zurück. Der Zeitpunkt war ideal: Mit der Aufhebung des Besatzungsstatuts 1955 endete auch das Verbot der Raketenforschung und Westdeutschland konnte nach zehn Jahren wieder Raumfahrtforschung betreiben. Sänger gründete zunächst in Stuttgart das „Forschungsinstitut für Physik der Strahlantriebe“ (FPS). Dafür suchte er nach einem geeigneten Standort für ein Testgelände für Flüssigkeitsraketenantriebe und fand es im Harthäuser Wald. Das Land Baden-Württemberg stellte das Gelände zur Verfügung. Im Herbst 1959 konnte Sänger auch die Skeptiker in der Gemeinde Lampoldshausen überzeugen. Der Ausbau des Testgeländes begann im April 1960, zwei Jahre später waren zwei Prüfstände betriebsbereit und erste Tests für ein nationales Raketenprogramm wurden durchgeführt. Sänger war zu diesem Zeitpunkt bereits aus dem Stuttgarter Institut ausgeschieden.

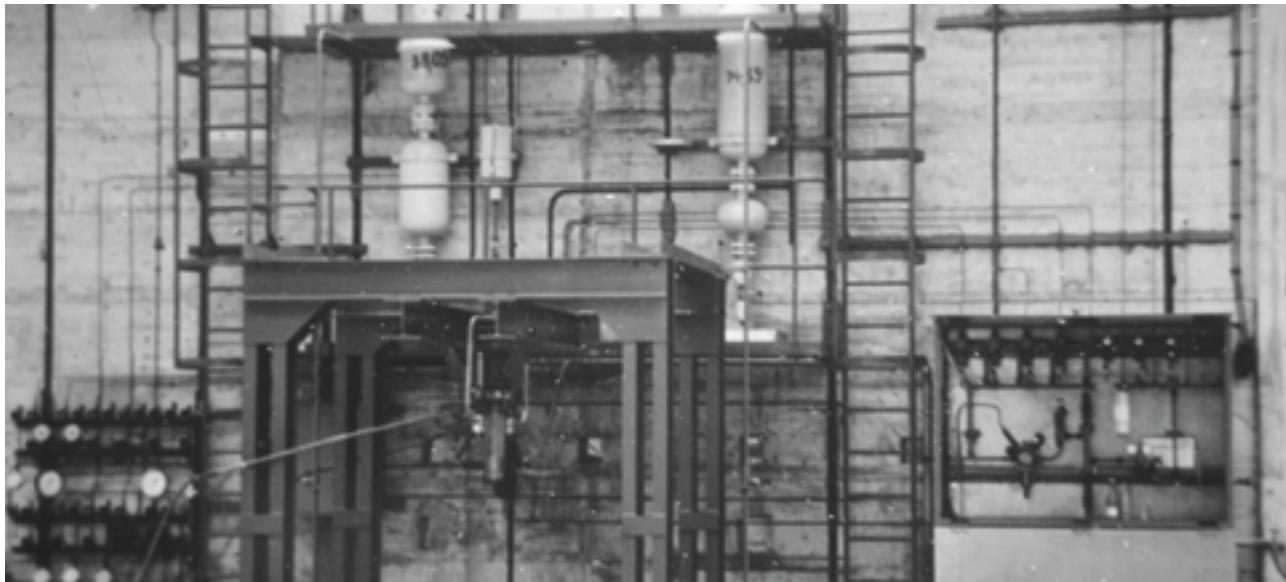
### Building up the Lampoldshausen site

In 1954, Eugen Sänger, a leading rocket scientist, returned to Germany. The time was ideal: With the abolition of the occupation statute in 1955, the ban on rocket research also ended and West Germany was able to conduct space research again after ten years. Sänger founded the „Research Institute for the Physics of Jet Propulsion Systems“ (FPS) in Stuttgart. He had been looking for an appropriate test site for liquid rocket propulsion systems and found it in the Harthäuser Forest. The state of Baden-Württemberg provided the site. In the autumn of 1959, Sänger could even convince the skeptics in the community of Lampoldshausen. The expansion of the test site began in April 1960, two years later two test facilities were ready for operation and the first tests for a national rocket program were carried out. At that time, Sänger had already left the Stuttgart Institute.



Professor Eugen Sänger (1905-1964) gründete 1959 den heutigen DLR-Standort Lampoldshausen.  
 Professor Eugen Sänger (1905-1964) founded the current DLR Lampoldshausen site in 1959.

Im April 1960 begannen die Bauarbeiten „Im Langen Grund“. In der sogenannten 1. Ausbauphase entstanden auch die Prüfstände P1 und P2.  
 In April 1960 the construction work began "Im Langen Grund". In the so-called first building phase, the test facilities P1 and P2 were erected.



Am Prüfstandskomplex P1 wurde im August 1962 mit dem Testbetrieb begonnen.  
 The test facility P1 took up operation in August 1962.

Geländebewertung

	Aufgaben 0-1 Punkt	0-10 Punkte	10-15 Punkte	15-20 Punkte	20-25 Punkte	25-30 Punkte	30-35 Punkte	35-40 Punkte	40-45 Punkte	45-50 Punkte	50-55 Punkte	55-60 Punkte	60-65 Punkte	65-70 Punkte	70-75 Punkte	75-80 Punkte	80-85 Punkte	85-90 Punkte	90-95 Punkte	95-100 Punkte
Phosphor-Seehaus	6	5	4	2	4	2	5	4	4	4	0	1	40	44						
Karberg-Wildbad	8	5	5	8	8	1	3	2	4	0	4	4	36	48						
Schönbühl-Kleinjet	6	5	5	6	8	0	8	5	5	3	0	1	57	52	x					
Eichfirt-Tal	5	5	5	6	7	2	8	5	5	4	0	1	52	53	x					
Südl. Lärchen	1	4	4	5	4	1	7	3	4	2	1	4	35	47						
Nödl. Lärchen	1	5	5	4	2	1	6	4	4	2	1	4	34	46						
Schneidtal	6	5	5	6	8	3	8	5	5	4	3	2	55	60	x					
Eigennerhochstr.	1	0	5	8	0	0	0	4	5	0	1	5	23	38						
Wannetal	1	2	4	4	0	1	2	4	5	2	1	4	25	39						
Kistal-Tripstal	0	2	5	7	0	2	3	0	0	2	4	4	27	31						
Trippelsteinplatz	0	4	5	8	2	3	0	5	5	3	10	5	35	50						
Felsvorsprung	4	4	4	5	8	2	7	4	3	4	3	1	46	50						
Oberradernach	8	5	2	0	5	2	8	5	5	4	8	5	36	49						
Wald	8	2	5	5	1	0	0	5	4	0	6	3	22	31						
Beurenertal	0	5	5	8	6	2	6	5	4	1	10	5	42	57						
Rammert-Neulandtal	2	5	5	7	7	3	7	5	3	8	4	4	48	60						
Vingensied	8	5	5	7	6	2	7	5	5	2	9	5	45	58						
Lampoldshausen Berg	8	2	5	4	4	1	6	3	4	2	8	4	31	43						
Häthausen Wald	8	4	5	5	2	1	6	4	4	2	9	5	33	47						
Mühlstein	8	4	5	5	5	2	8	4	4	5	2	0	50	52						
Ammerthal/Kohle	3	1	5	4	7	2	7	4	4	3			39							

Mehrere Standorte kamen für den Bau des Testgeländes infrage. Auf dieser Liste wurden die Vor- und Nachteile der „Kandidaten“ vermerkt.  
 Several locations were considered for the construction of the test site. The pros and cons of each "applicant" were taken down in a list.



## 1963 – 1973

### Das ELDO-Programm

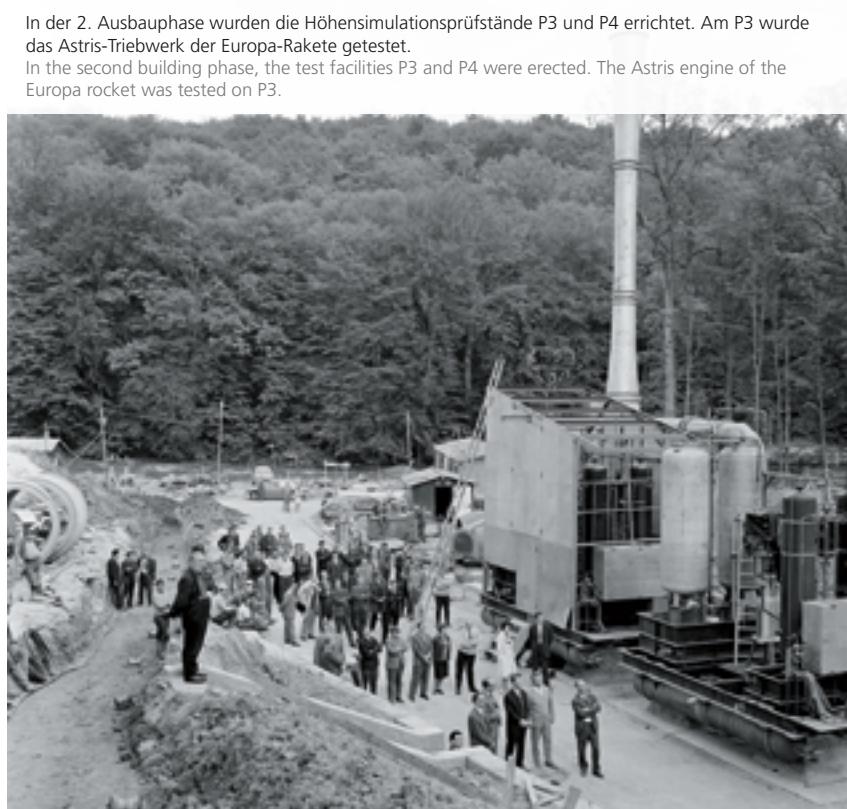
1963 war die erste Ausbaustufe des Testgeländes abgeschlossen. Im gleichen Jahr wurde Lampoldshausen für das erste große europäische Raumfahrtprojekt ausgewählt: Die Bundesregierung beteiligte sich im Rahmen der European Launcher Development Organisation ELDO an der Entwicklung einer europäischen Trägerrakete. In Lampoldshausen sollte dafür Astris, das von Deutschland entwickelte Triebwerk der 3. Stufe der Rakete, getestet werden. Für diesen Zweck wurde das Gelände nochmals erweitert. Die neuen Prüfstände P3 und P4 waren für Tests unter Boden- und Höhenbedingungen geeignet. Zugleich forschten die Wissenschaftler und Ingenieure in Lampoldshausen im Bereich der hochenergetischen Flüssigkeitsantriebe. Organisatorische Schwierigkeiten und Unstimmigkeiten innerhalb der ELDO brachten das Projekt der Europa-Rakete 1973 jedoch zum Scheitern. Der Standort Lampoldshausen geriet zunächst in eine Krise, die durch kleinere Projekte überbrückt werden konnte.

### The ELDO program

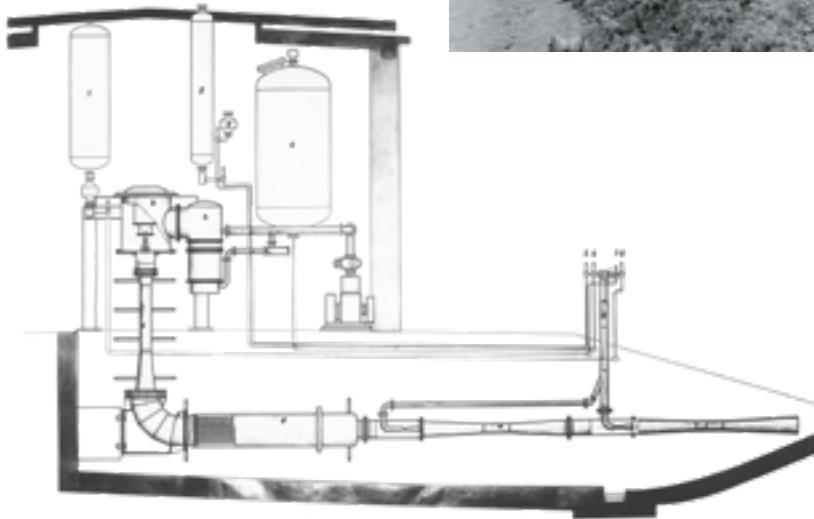
The first expansion stage of the test site was accomplished in 1963. In the same year Lampoldshausen was selected for the first European space flight project. Within the framework of the European Launcher Development Organisation ELDO, the Federal Government of Germany participated in the development of a European launch vehicle. Astris, the engine developed by Germany for the 3rd stage of the rocket, had to be tested in Lampoldshausen. For this purpose the area needed to be extended again. The new test facilities P3 and P4 were suitable for tests under ground and altitude conditions. In parallel, the scientists and engineers in Lampoldshausen conducted research into high-energy liquid propulsion systems. Organisational difficulties and disagreements within ELDO, however, led to the failure of the Europa rocket project in 1973. The Lampoldshausen site ended up in a crisis that could be bridged by smaller projects.



Die 3. Stufe der Europa-Rakete, von den DLR-Technikern „Brunhilde“ getauft, wurde am Prüfstand P3 in Lampoldshausen getestet. The 3rd stage of the Europa rocket, christened „Brunhilde“ by DLR technicians, was tested at the test facility P3 in Lampoldshausen.



In der 2. Ausbauphase wurden die Höhensimulationsprüfstände P3 und P4 errichtet. Am P3 wurde das Astris-Triebwerk der Europa-Rakete getestet. In the second building phase, the test facilities P3 and P4 were erected. The Astris engine of the Europa rocket was tested on P3.



Modell einer Höhenanlage aus den 1960er-Jahren. Die Dampferzeuger treiben Strahlpumpen an, die die Luft und Triebwerksabgase aus der Testkammer absaugen und so das nötige Vakuum erzeugen. Model of an altitude test facility from the 1960s. The steam generators propel jet pumps for the suction of air and exhaust gases from the test chamber and to generate the necessary vacuum.



Als sich das Ende des ELDO-Programms abzeichnete, erhielt der Standort neue Aufgaben: Für den Ingenieur Lutz Thilo Kayser wurden seit 1972 am P2.2 die Triebwerke der OTRAG-Rakete getestet. New tasks were allocated to Lampoldshausen when the end of the ELDO program approached: For engineer Lutz Thilo Kayser, the engines of the OTRAG rocket have been tested on P2.2 since 1972.



In der 3. Ausbaustufe wurden der Prüfstand P6 und der Prüfstandskomplex M11 errichtet. Diese wurden in den 1960er-Jahren für die Erforschung hoch-energetischer Treibstoffe genutzt. In the third building phase, test facility P6 and test complex M11 were erected. Those facilities were used for high-energetic fuel research in the 1960s.



Versuchsaufbau des Sechserbündels der OTRAG-Rakete. Test setup of the six OTRAG rocket bundles.



## 1973 – 1988

### Die Erfolgsgeschichte der Ariane

Schon bald nach dem Ende des ELDO-Programms setzte sich in Europa die Überzeugung durch, dass ein eigenständiger Zugang zum Weltraum unverzichtbar ist, um europäische Satellitenprogramme selbstständig durchzuführen. 1975 wurden unter der Führung der neu gegründeten Europäischen Weltraumagentur (ESA) die Arbeiten an der neuen Trägerrakete Ariane aufgenommen. In Lampoldshausen wurden wichtige Tests des Viking-Triebwerks durchgeführt. Der erste erfolgreiche Start der Ariane-Rakete gelang am 24. Dezember 1979: eine Erfolgsgeschichte begann. Die europäische Rakete wurde bis zur Ariane 4 weiterentwickelt, um immer schwerere Satelliten transportieren zu können. Vermarktet von dem 1980 gegründeten Unternehmen Arianespace stieg Ariane zum Weltmarktführer kommerzieller Trägersysteme auf. Neben dem Testbetrieb für Ariane wurde in Lampoldshausen auch an anderen Forschungsprogrammen wie der Entwicklung eines energiesparenden Heizkessel-Brennverfahrens gearbeitet.

### The Ariane success story

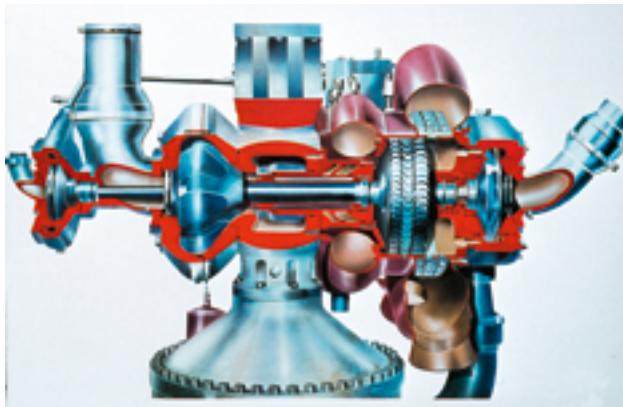
Soon after the end of the ELDO program, Europe was convinced that an independent access to space is indispensable in order to carry out European satellite programs independently. In 1975, under the leadership of the newly founded European Space Agency (ESA), work began on the new Ariane launcher. Important tests of the Viking engine were carried out in Lampoldshausen. The first successful launch of the Ariane rocket took place on 24 December 1979: a success story began. The European rocket was further developed up to Ariane 4 in order to be able to transport increasingly heavy satellites. Marketed by Arianespace, a company founded in 1980, Ariane became the world market leader in commercial launchers. In addition to the test operation for Ariane, other research programs such as the development of energy-saving boiler combustion processes were also worked on in Lampoldshausen.



Für die Ariane-Rakete kam das Viking-Triebwerk zum Einsatz. Am P4.2 wurde es unter Höhenbedingungen in Lampoldshausen getestet. Viking, the engine for the Ariane, was tested on P4.2 under vacuum conditions in Lampoldshausen.



Einbau eines Viking-Triebwerks auf dem Prüfstand. Im Laufe des Ariane-Programms übernahmen DLR-Mitarbeiter immer mehr Verantwortung bei der Durchführung der Versuche. Installation of a Viking engine on the test facility. Within the course of the Ariane program DLR employees took on an increasing amount of responsibility for the conduction of tests.



Für das Viking-Triebwerk kamen Turbopumpen zum Einsatz. Turbopumps were used for the Viking engine.



Die Wissenschaftler in Lampoldshausen entwickelten ein Verfahren, das Heizöl mit höchstmöglicher Energienutzung bei gleichzeitig sehr geringen Schadstoffemissionen rußfrei verbrennt. Der sogenannte Blaubrenner wurde auch in privaten Haushalten eingesetzt und war somit ein wichtiger Technologietransfer aus der Raumfahrt. The scientists in Lampoldshausen developed a process that enabled heating oil to be burnt with the highest-possible energy utilization and a simultaneous very low emission of pollutants and no soot formation. The so-called blue burner was also used as a technology transfer project in private households.



Das wachsende Gelände und die Auslastung der Prüfstände führten zu erhöhten Sicherheitsstandards. Dazu gehörten auch die Einrichtung einer Werkfeuerwehr sowie regelmäßige Katastrophenschutzübungen. The growing site and increasing capacity of the test facilities led to heightened safety standards. These also included setting up a fire brigade and regular disaster control exercises.

# Ariane-Entwicklung 1973 bis morgen



**Ariane 1, 1979 – 1986**

11 Starts, davon 9 erfolgreich  
**1. Stufe:** 4 Viking-2-Triebwerke  
**2. Stufe:** 1 Viking-4-Triebwerk  
**3. Stufe:** HM-7-Triebwerk  
**Höhe:** 47 Meter  
**Nutzlast (GTO):** 1,85 Tonnen  
**Erststart:** 24. Dezember 1979

11 launches, 9 of these successful  
**1st stage:** 4 Viking-2 engines  
**2nd stage:** 1 Viking-4 engine  
**3rd Stage:** HM-7 engine  
**Height:** 47 meters  
**Payload (GTO):** 1.85 tons  
**First Launch:** 24 December 1979



**Ariane 2, 1986 – 1989**

6 Starts, davon 5 erfolgreich  
**Änderungen zu Ariane 1:**  
 - Neuer Brennstoff in 1./2. Stufe (UH25 statt UDMH)  
 - Verlängerte 3. Stufe mit HM-7B-Triebwerk  
**Höhe:** 49 Meter  
**Nutzlast (GTO):** 2,27 Tonnen  
**Erststart:** 31. Mai 1986

6 launches, 5 of these successful  
**Modifications to Ariane 1:**  
 - New fuel in 1st/2nd stage (UH25 instead of UDMH)  
 - Extended 3rd stage with HM-7B engine  
**Height:** 49 meters  
**Payload (GTO):** 2.27 tons  
**First launch:** 31 May 1986



**Ariane 3, 1984 – 1989**

11 Starts, davon 10 erfolgreich  
**Änderungen zu Ariane 2:**  
 - 0. Stufe: 2 Feststoffbooster (PAP)  
**Höhe:** 49 Meter  
**Nutzlast (GTO):** 2,65 Tonnen  
**Erststart:** 4. August 1984

11 launches, 10 of these successful  
**Modifications to Ariane 2:**  
 - 0th stage: 2 solid boosters (PAP)  
**Height:** 49 meters  
**Payload (GTO):** 2.65 tons  
**First launch:** 4 August 1984



**Ariane 4, 1988 – 2003**

116 Starts, davon 113 erfolgreich  
**Änderungen zu Ariane 3:**  
 - 6 verschiedene Varianten (40,42P, 42L, 44P, 44L, 44LP)  
 - 0. Stufe: 0, 2 oder 4 Feststoff- und Flüssigkeitsbooster kombiniert  
 - Doppelstartfähigkeit (2 Satelliten)  
**Höhe:** 58 Meter  
**Nutzlast (GTO):** 2 bis 4,9 Tonnen  
**Erststart:** 15. Juni 1988

116 launches, 113 of these successful  
**Modifications to Ariane 3:**  
 - 6 different versions (40, 42P, 42L, 44P, 44L, 44LP)  
 - 0th stage: 0, 2 or 4 solid and liquid boosters combined  
 - Dual launch capability (2 satellites)  
**Height:** 58 meters  
**Payload (GTO):** 2 to 4.9 tons  
**First launch:** 15 June 1988



**Ariane 5, 1996 – vorauss. 2023\***

104 Starts, davon 100 erfolgreich\*  
**Neukonstruktion zu Ariane 4:**  
 - 5 verschiedene Varianten (G, G+, GS, ECA, ES)  
 - 0. Stufe: 2 Feststoffbooster EAP  
 - 1. Stufe: Vulcain, Vulcain-2-Triebwerk  
 - 2. Stufe: Aestus, HM-7B-Triebwerk  
 - Durchmesser: 5,4 statt 3,8 m  
**Höhe:** 53 bis 59 Meter  
**Nutzlast (GTO):** 6 bis 10,8 Tonnen  
**Erststart:** 4. Juni 1996  
 \*) Stand: 1. Juli 2019

103 launches, 99 of these successful  
**New construction to Ariane 4:**  
 - 5 different versions (G, G+, GS, ECA, ES)  
 - 0th stage: 2 solid boosters EAP  
 - 1st stage: Vulcain, Vulcain 2 engine  
 - 2nd stage: Aestus, HM-7B engine  
 - Diameter: 5, 4 instead of 3,8m  
**Height:** 53 to 59 meters  
**Payload (GTO):** 6 to 10.8 tons  
**First launch:** 4 June 1996  
 \*) Status: 1 July 2019



**Ariane 6, vorauss. ab 2020\***

**Änderungen zu Ariane 5:**  
 - 2 verschiedene Varianten (62, 64)  
 - 0. Stufe: 2 oder 4 Feststoffbooster (P120C)  
 - 1. Stufe: Vulcain-2.1-Triebwerk  
 - 2. Stufe: Vinci-Triebwerk  
**Höhe:** 52 bis 61 Meter  
**Nutzlast (GTO):** 5 bzw. 11,5 Tonnen  
**Erststart:** 16. Juli 2020\*  
 \*) Stand: 1. Juli 2019

**Modifications to Ariane 5:**  
 - 2 different versions (62, 64)  
 - 0th stage: 2 or 4 solid boosters (P120C)  
 - 1st stage: Vulcain 2.1 engine  
 - 2nd stage: Vinci engine  
**Height:** 52 to 61 meters  
**Payload (GTO):** 5 or 11.5 tons  
**First launch:** 16 July 2020\*  
 \*) Status: 1 July 2019



## 1988 – 2004

### DLR Lampoldshausen auf dem Weg ins neue Jahrtausend

1998 fand der erste erfolgreiche Start einer Ariane-5-Rakete statt. Die Ariane 5 sollte mit hoher Zuverlässigkeit und möglichst geringen Kosten unterschiedlichste Lasten ins All befördern und damit die Marktposition der europäischen Raumfahrt stärken. Der DLR-Standort Lampoldshausen war an der Entwicklung der Ariane-5-Rakete maßgeblich beteiligt. Das Gelände wurde angesichts der Anforderungen der neuen Triebwerkstests erneut erweitert und umgebaut. Das DLR errichtete den Großprüfstand P5 und rüstete die Prüfstände P4.1 und P4.2 um. Diese modernen Triebwerksprüfstände liefern seitdem zuverlässig Testdaten zu den Triebwerken der Ariane 5. Mit dem Programm Lampoldshausen 2000+ richtete der Standort zudem seit Ende der 1980er-Jahre Forschung und Anwendung eng auf die Anforderungen zukünftiger europäischer Raumfahrtprogramme aus. So werden am neuen Forschungsprüfstand P8 unter anderem Untersuchungen zur Hochdruckverbrennung durchgeführt.

### DLR Lampoldshausen on the road to the new millennium

The first successful launch of an Ariane 5 rocket took place in 1998. Ariane 5 was designed to transport a wide variety of payloads into space with high reliability and at the lowest possible cost, thus strengthening the market position of European space transport. DLR's Lampoldshausen site played a key role in the development of the Ariane 5 rocket. The site was again extended and rebuilt to meet the requirements of the new engine tests. DLR erected the P5 large test facility and converted the P4.1 and P4.2 test facilities. Since then, the modern engine test benches have been reliably providing test data for the Ariane 5 engines. With the Lampoldshausen 2000+ program, the site has also been closely aligning research and application to the requirements of future European space programs since the late 1980s. The new research test facility P8 is used, for example, to conduct investigations into high-pressure combustion.



Einbau eines Vulcain-Triebwerks am Prüfstand P5.  
Nach der Entwicklung wurden sogar Triebwerke für ihren Flug qualifiziert.  
Installation of a Vulcain engine on the test bench.  
After the development engines were even qualified for their flights.



Beim Test des Vulcain-2-Triebwerks tritt der Abgasstrahl mit mehrfacher Schallgeschwindigkeit aus.  
When testing the Vulcain 2 engine, the exhaust gas jet reaches several times the speed of sound.



Am 21. Oktober 1998 fand der erste erfolgreiche Start einer Ariane 5 in Kourou, Französisch-Guyana statt.  
On 21 October 1998, the first successful launch of an Ariane 5 took place in Kourou, French-Guyana.



Kontrollraum M8 für den Testbetrieb am Prüfstand P5.  
Control room M8 for the test operation of the test facility P5.



## 2004 – 2014

### Vinci und Ariane 5 ECA – Fortführung der Erfolgsgeschichte

2005 startete die neue Ariane 5 ECA zum ersten Mal erfolgreich ins All – mit dem Hauptstufentriebwerk Vulcain 2, das am Prüfstand P5 entwickelt worden war. Für eine damals angedachte Ariane 5 ME testeten DLR-Ingenieure ebenfalls ab 2005 das neue wiederzündbare Oberstufentriebwerk Vinci am P4.1 unter Höhenbedingungen. Am P4.2 wurde unterdessen das bewährte Aestus-Triebwerk weiterentwickelt. In der Oberstufe der neuen Ariane 5 ES brachte es dann ab 2008 fünf Mal einen unbemannten Raumfrachter ATV der ESA zur Internationalen Raumstation ISS. In Lampoldshausen widmete man sich außerdem auch intensiv dem wissenschaftlichen und ingenieur-technischen Nachwuchs. So wurde 2005 das DLR\_School\_Lab gegründet und 2012 mit dem Bau des Studentischen Testfelds M11.5 begonnen. 2013 schließlich eröffnete das DLR-Forum für Raumfahrtantriebe, das seitdem mit seiner Ausstellung zur Geschichte des Standorts zahlreiche Besucher anzieht.

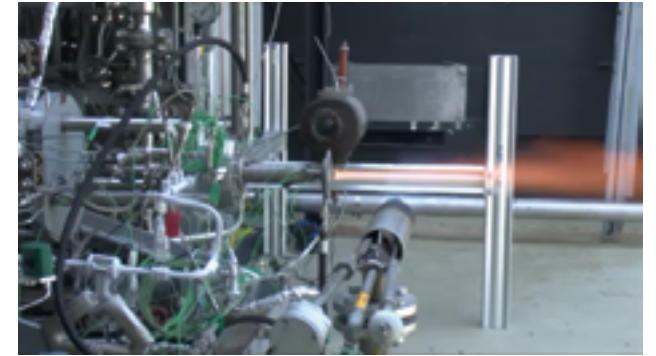
### Vinci and Ariane 5 ECA – A success story to be continued

In 2005, the new Ariane 5 ECA successfully launched into space for the first time—with the Vulcain 2 main stage engine developed on the P5 test bench. For the then envisioned Ariane 5 ME, DLR engineers also tested the new re-ignitable Vinci upper stage engine under altitude conditions on the P4.1 from 2005 onwards. Meanwhile, the proven Aestus engine was further developed on the P4.2. In the upper stage of the new Ariane 5 ES it then took ESA's unmanned space freighter ATV to the International Space Station ISS five times starting in 2008. Lampoldshausen was also intensively dedicated to young scientists and engineers. The DLR\_School\_Lab was founded in 2005 and construction of the M11.5 student test field began in 2012. Finally, in 2013, the DLR Space Propulsion Forum opened and has attracted numerous visitors with its exhibition since then.

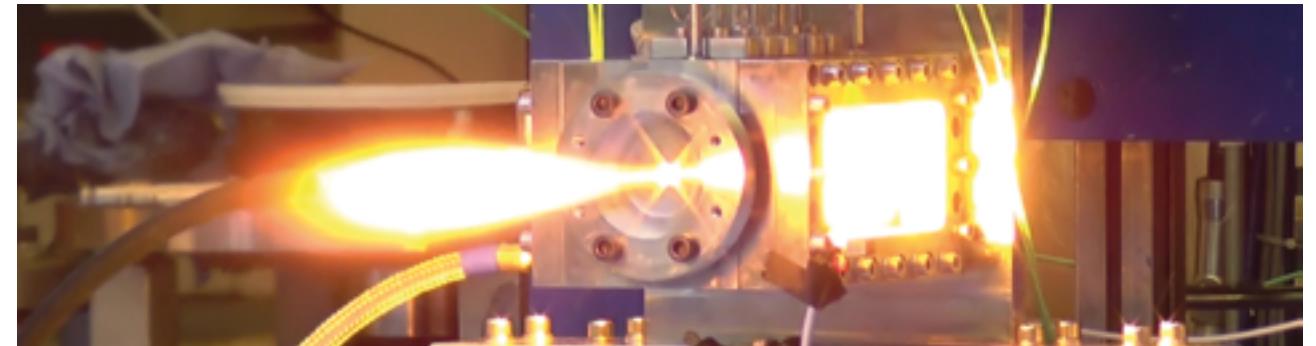
2008 startete zum ersten Mal eine Ariane-5-ES-Rakete mit einem in Lampoldshausen getesteten Aestus-Triebwerk Richtung ISS. An Bord der unbemannte Raumfrachter ATV der ESA.  
 In 2008, for the first time an Ariane 5 ES launched to the ISS with an Aestus engine tested in Lampoldshausen. On board, ESA's unmanned space freighter ATV.



Auf dem Höhensimulationsprüfstand P4.2 wurde das Oberstufentriebwerk Aestus getestet. Die Düse des Triebwerks beginnt beim Heißlauf zu glühen.  
 The upper stage engine Aestus was tested on the high-altitude simulation test facility P4.2. The nozzle of the engine starts to glow during a hot-run.



Am Forschungs- und Technologieprüfstand P8 werden zukünftige Raketenantriebe hinsichtlich wichtigster Anforderungen, wie der Leistungssteigerung und Erhöhung der Zuverlässigkeit erforscht. Fortschrittliche Fertigungsverfahren, wie das Laser-3D-Drucken, erlauben neue Designlösungen für Raketen-schubkammern, die diesen Anforderungen gerecht werden.  
 At the P8 research and technology test facility, future rocket propulsion systems are being tested with regard to the most important requirements such as increased performance and reliability. Advanced manufacturing processes, such as laser 3D printing, allow new design solutions for rocket thrust chambers that meet these requirements.

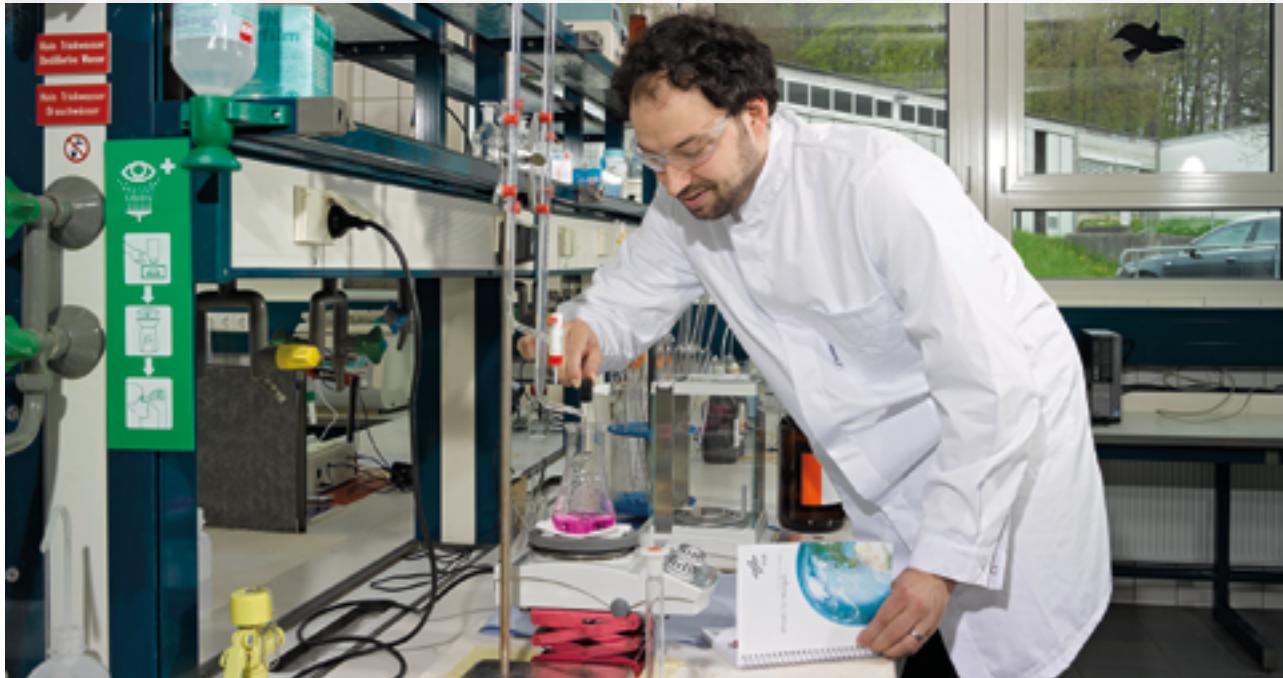


Am Prüfstandskomplex M11 werden unter anderem gelförmige Treibstoffe als „Green Propellants“ auf das Einspritz- und Verbrennungsverhalten in Brennkammern untersucht. Während eines Heißgasversuchs können DLR-Ingenieure durch einen optischen Zugang das Geschehen in der Brennkammer beobachten.  
 The test complex M11 is used to investigate the injection and combustion behavior of gelled propellants as “green propellants” in combustion chambers. During a combustion test, DLR engineers can observe the behavior through an optical access in the combustion chamber.



Mittels SOWARLA – einer vom DLR gemeinsam mit Industriepartnern entwickelten Anlage – kann im DLR Lampoldshaus ein Teil der Abwässer mit Sonnenlicht gereinigt werden. Hier können über 13.500 Liter Wasser pro Tag so aufbereitet werden, dass es danach wieder in den Buchsbach eingeleitet oder am Standort wiederverwendet werden kann.  
 Using SOWARLA – a facility developed by DLR together with industrial partners – some wastewater of DLR Lampoldshaus can be cleaned with sunlight. Here, more than 13,500 liters of water per day can be treated, that it can be fed back into the Buchsbach or reused at the site.

Das DLR Lampoldshaus hat mit dem physikalisch-chemischen Labor und dem Prüfstandscomplex M11 eine hohe Kompetenz für die Treibstoffe der Zukunft aufgebaut. DLR-Wissenschaftler entwickeln, analysieren, bewerten und testen sogenannte „Green Propellants“.  
 With its physical-chemical laboratory and the M11 test complex, DLR Lampoldshaus has built up a high level of competence for the fuels of the future. DLR scientists develop, analyse, evaluate and test so-called “green propellants”.



Im Jahr 2013 eröffnete der Standort das DLR-Forum für Raumfahrtantriebe. Mit seiner Ausstellung zur Geschichte des Standorts zieht es zahlreiche Besucher zum DLR.  
 In 2013, the site opened the DLR-Forum of Space Propulsion. With its exhibition on the site's history, it attracts numerous visitors.



Von 2002 bis 2006 übernahm Prof. Dr. Wolfgang Koschel (zweiter von rechts) die Leitung des DLR-Instituts für Raumfahrtantriebe.  
 From 2002 to 2006, Prof. Dr. Wolfgang Koschel (second from right) took over as head of the DLR Institute of Space Propulsion.

Raus aus der Schule – Rein ins Labor! Das ist das Motto des DLR\_School\_Labs Lampoldshausen/Stuttgart, welches im Jahr 2005 gegründet wurde. Die Forschungsarbeiten, die hier in Form von Mitmach-Experimenten altersgerecht vermittelt werden, finden bei Raketenantrieben Anwendung.  
 Out of School – into the Lab! This is the motto of DLR\_School\_Lab Lampoldshausen/Stuttgart, which was founded in 2005. The research work, which is conducted here in form of age-appropriate hands-on experiments, is used for rocket propulsion.



## 2014 – 2019+

### Ariane 6 und Prüfstand P5.2 – Die Sicherung der Zukunft

Die Zukunft des DLR Lampoldshausen begann bereits 2014, als die ESA die Entwicklung der Ariane 6 beschloss und der Bau des neuen Stufenprüfstands P5.2 begann. Die Vinci-Versuche am P4.1 wurden 2016 ins Ariane-6-Programm überführt und 2018 erfolgte mit der abschließenden Flugqualifizierung und der am P5 beginnenden Entwicklungsversuche des neuen Hauptstufentriebwerks Vulcain 2.1 ein herausfordernder Parallelbetrieb. Im selben Jahr fanden auch der 100. Ariane-5-Flug sowie der letzte Start mit einem am P4.2 getesteten Aestus-Triebwerk für das Galileo-Navigationssystem statt. Weiter vorausschauend, testeten DLR-Ingenieure bereits 2016 einen Technologie-Demonstrator für das neu projektierte LOX/Methan-Triebwerk Prometheus am P3, und am Prüfstand P8 entsteht seit 2018 eine dritte Testzelle für Versuche eines kompletten Antriebs auf Systemebene. Ein Ausblick in die Zukunft zeigt für 2020 die ersten Oberstufenversuche am P5.2 und den nachfolgenden Erststart der Ariane 6 auf.

### Ariane 6 and test stand P5.2 – Securing the future

The future of DLR Lampoldshausen already began in 2014, as ESA decided to develop the Ariane 6 and the construction of the new P5.2 stage test facility started. In 2016, the Vinci tests on P4.1 were transferred to the Ariane 6 program, and in 2018, a challenging parallel operation took place with the final flight qualification of Vinci and the development tests of the new Vulcain 2.1 main stage engine at P5. In the same year, the 100th Ariane 5 flight and the last launch with an Aestus engine tested at P4.2 for the Galileo navigation system happened. Looking further ahead, a first technology demonstrator for the newly planned LOX/Methane Prometheus engine was tested at the P3 as early as 2016, and a third test cell for tests of a complete propulsion at system level has been built on the P8 test facility since 2018. A glimpse into the future reveals the first upper stage tests on P5.2 in 2020 and the subsequent first launch of Ariane 6.



Der Grundstein für den Prüfstand P5.2 wurde im Herbst 2014 gelegt. Flexibel, anpassungsfähig und kosteneffizient: Mit dem neuen Oberstufenprüfstand P5.2 erweitert das DLR in Lampoldshausen sein Portfolio für alle chemischen, flüssigen Raumfahrtantriebe in Europa.  
 The foundation stone for test facility P5.2 was laid in autumn 2014. Flexible, adaptable and cost-efficient: With the new P5.2 upper-stage test facility, the DLR site in Lampoldshausen is expanding its portfolio for all liquid-fueled, chemical space propulsion systems in Europe.

Auf dem Höhensimulationsprüfstand P4 wurden die beiden Oberstufentriebwerke Aestus und Vinci getestet.  
 The two upper stage engines Aestus and Vinci were tested on the high-altitude simulation test facility P4.



DLR-Ingenieure testen seit 2016 das neue wiederzündbare Vinci-Triebwerk für die Oberstufe der Ariane 6 unter Höhenbedingungen im DLR Lampoldshausen.  
 DLR engineers have been testing the new re-ignitable Vinci engine for the Ariane 6 upper stage under altitude conditions at DLR Lampoldshausen since 2016.

Bevor die Ariane 6 einen erfolgreichen Start absolvieren kann, muss zunächst das Entwicklungstriebwerk Vulcain 2.1 unter Beweis stellen, dass es seiner enormen Schubkraft von 130 Tonnen, rund 3.000 Grad Celsius in seiner Brennkammer, hohen Drehzahlen seiner Turbopumpen und Drücken in seinen Treibstoffleitungen gewachsen ist.  
Before Ariane 6 can get off to a successful launch, the Vulcain 2.1 development engine must prove that it can cope with its enormous thrust of 130 tons, around 3,000 degrees Celsius in its combustion chamber, high speeds of its turbopumps and pressures in its fuel lines.



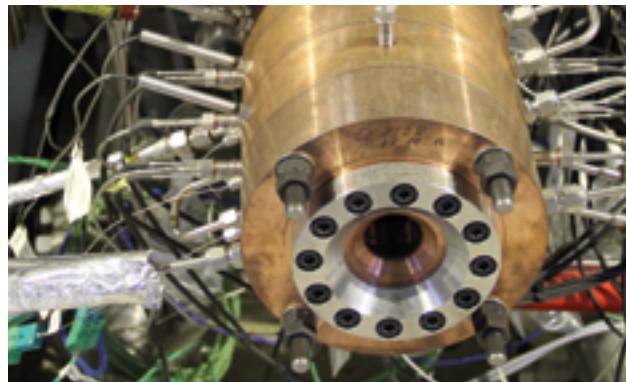
Seit 2016 testeten DLR-Ingenieure einen ersten Technologie-Demonstrator für das neu projektierte LOX/Methan-Triebwerk Prometheus am P3.  
Since 2016, DLR engineers have been testing a first technology demonstrator for the newly projected LOX/methane Prometheus engine on the P3.



Im Projekt H<sub>2</sub>ORIZON wird Wasserstoff aus lokaler Windenergie erzeugt. Das Gemeinschaftsprojekt mit der ZEAG Energie AG demonstriert die Sektorenkopplung von Raumfahrt, Energie und Verkehr im Megawatt-Maßstab.  
The H<sub>2</sub>ORIZON project deals with the generation of hydrogen from local wind energy. This project together with ZEAG Energie AG demonstrates the coupling of the space transport, energy and transport sectors at a megawatt scale.



Seit Anfang 2018 erweitert das DLR den Forschungs- und Technologieprüfstand P8 um eine dritte Testzelle. DLR-Ingenieure entwickeln bereits einen Demonstrator namens LUMEN (Liquid Upper Stage Demonstrator Engine), um das Verhalten eines kompletten Flüssigkeitsraketenmotorzyklus und seiner Teilkomponenten in repräsentativer Umgebung zu untersuchen.  
 Since the beginning of 2018, DLR has been building a third test cell to its research and technology test facility P8. DLR engineers are already developing a demonstrator called LUMEN (Liquid Upper Stage Demonstrator Engine) to investigate the behavior of a complete liquid rocket engine cycle and its subcomponents in a representative environment.



Vor dem Start steht der zündende Moment: Bevor eine mehrere Hundert Tonnen schwere Weltraumrakete startet, muss das Triebwerk zuverlässig gezündet werden. Laserpulse könnten zukünftig dabei die tragende Rolle spielen. Deshalb wurden die Laserzündung für flüssigen Sauerstoff und gasförmigen Wasserstoff oder gasförmiges Methan an einer Versuchsbrennkammer am M3.1 untersucht.  
 Before a several hundred-ton rocket lifts off, the engine must be reliably ignited. Laser pulses could play an important role in future. For this reason, laser ignition for liquid oxygen and gaseous hydrogen or gaseous methane was studied using an experimental combustion chamber at M3.1 test facility.

Das DLR-Team erweitert den Prüfstand P5, um nach dem Abschluss der Vulcain-2.1-Testkampagne einen Flüssigsauerstoff/Methan-Technologiedemonstrator mit 100 Tonnen Schub unter repräsentativen Bedingungen testen zu können.  
 The DLR team expands the P5 test facility to be able to test a liquid oxygen/methane technology demonstrator with 100 tons of thrust under representative conditions after completion of the Vulcain 2.1 test campaign.



Im „Prometheus“-Projekt arbeiten CNES, ArianeGroup und das DLR gemeinsam an der Entwicklung eines kostengünstigen, schubstarken und wiederverwendbaren Raketentriebwerks, das mit Flüssigsauerstoff und Flüssigmethan angetrieben werden soll.  
 In the “Prometheus” Project, CNES, ArianeGroup and DLR are working together on the development of a cost effective, high-thrust, and reusable rocket engine that can be fueled with liquid oxygen and liquid methane.



DLR Lampoldshausen: Das sind rund 330 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die ihr Können und ihr Engagement einsetzen, um zum Erfolg des Raumfahrtstandorts in Lampoldshausen beizutragen.  
 DLR Lampoldshausen: That means around 330 employees using their skills and commitment to contribute to the success of the Lampoldshausen space site.

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

das Weltraum-Zeitalter prägt viele Bereiche unseres täglichen Lebens: Satelliten beobachten die Erde und übermitteln weltweit Informationen; Hochtechnologie und Materialien aus der Raumfahrt werden inzwischen selbstverständlich im Alltag verwendet. Gemeinschaftliche Raumfahrtprojekte bringen zudem die Staaten Europas näher zusammen – und das DLR Lampoldshausen war von Beginn an mit dabei.

Sie, liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, leisten mit Ihrem Know-how und Ihrer Erfahrung einen wichtigen Beitrag zur europäischen Raumfahrt. Herzlichen Dank für 60 Jahre DLR Lampoldshausen.

Dear colleagues,

The space age shapes many aspects of our daily lives: satellites observe the earth and transmit information worldwide; advanced technology and materials from space transportation are now naturally used in everyday life. Joint space projects also bring the countries of Europe closer together – and DLR Lampoldshausen was involved from the outset.

You, dear employees, make an important contribution to European space transportation with your know-how and experience. Many thanks for 60 years of DLR Lampoldshausen.



*Stefan Schlechtriem*  
 Prof. Dr.  
 Stefan Schlechtriem  
 Direktor  
 Institut für  
 Raumfahrtantriebe



*Klaus Schäfer*  
 Klaus Schäfer  
 Stellvertretender Direktor  
 Institut für  
 Raumfahrtantriebe

# Impressum

## Herausgeber

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)  
Institut für Raumfahrtantriebe

## Anschrift:

Im Langen Grund, 74239 Hardthausen  
Telefon + 49 (0) 6298 28-0  
E-Mail info-la@dlr.de  
DLR.de

## Gestaltung

CD Werbeagentur GmbH  
53842 Troisdorf, www.CDonline.de

## Druck

Meinders & Elstermann GmbH & Co. KG  
49191 Belm, www.me-druckhaus.de

## Drucklegung

August 2019

## Fotos

Seite 10: Porträt von Professor Sänger | Helmut Hopmann | Schubkraft für die Raumfahrt.  
Entwicklung der Raketenantriebe in Deutschland | Lemwerderer 1999

Seite 20: Ariane 1-3 | European Space Agency ESA

Seite 21: Ariane 4-6 | European Space Agency ESA

Seite 25: Ariane 5 | European Space Agency ESA

Seite 28: Internationale Raumstation | European Space Agency ESA

Seite 36: LOX/Methan-Versuch | ArianeGroup GmbH

Seite 37: H<sub>2</sub>ORIZON | Fichtner GmbH P8.3 | Fichtner GmbH

Seite 39: Prometheus-Triebwerk | ArianeGroup

Das Cover enthält alle verwendeten Bilder in der Broschüre, es gelten die entsprechenden Quellenangaben.

Alle anderen: DLR

Nachdruck nur mit Zustimmung des Herausgebers und Quellenangabe.

Die in den Texten verwendeten weiblichen und männlichen Bezeichnungen gelten jeweils für alle Geschlechter.

42

## Das DLR im Überblick

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist das Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr, Sicherheit und Digitalisierung sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für einen der größten Projektträger Deutschlands.

In den 26 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Bremerhaven, Cochstedt, Cottbus, Dresden, Göttingen, Hamburg, Hannover, Jena, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Oldenburg, Rhein-Sieg-Kreis, Stade, Stuttgart, Trauen, Ulm, Weilheim und Zittau beschäftigt das DLR circa 8.700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

## DLR at a glance

The German Aerospace Center (DLR) is the national aeronautics and space research centre of the Federal Republic of Germany. Its extensive research and development work in aeronautics, space, energy, transport, security and digitalisation is integrated into national and international cooperative ventures. In addition to its own research, as Germany's space agency, DLR has been given responsibility by the federal government for the planning and implementation of the German space programme. DLR is also the umbrella organisation for one of the nation's largest project management agencies.

DLR has approximately 8700 employees at 26 locations in Germany: Cologne (headquarters), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Bremerhaven, Cochstedt, Cottbus, Dresden, Goettingen, Hamburg, Hanover, Jena, Juelich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Oldenburg, Rhein-Sieg-Kreis, Stade, Stuttgart, Trauen, Ulm, Weilheim and Zittau. DLR also has offices in Brussels, Paris, Tokyo and Washington D.C.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

