Raumfahrt

Entwicklungsgeschichte der Raumfahrt mit Einblicken aus 30 Jahren beruflicher Erfahrung



Vortrag 29. Oktober 2026

Göppinger Technikforum e.V.

Aula der Technischen Hochschule Esslingen

Eckart Schober Dipl.Ing., M.Sc

V O G E L Z U G

Straßen der Lüfte

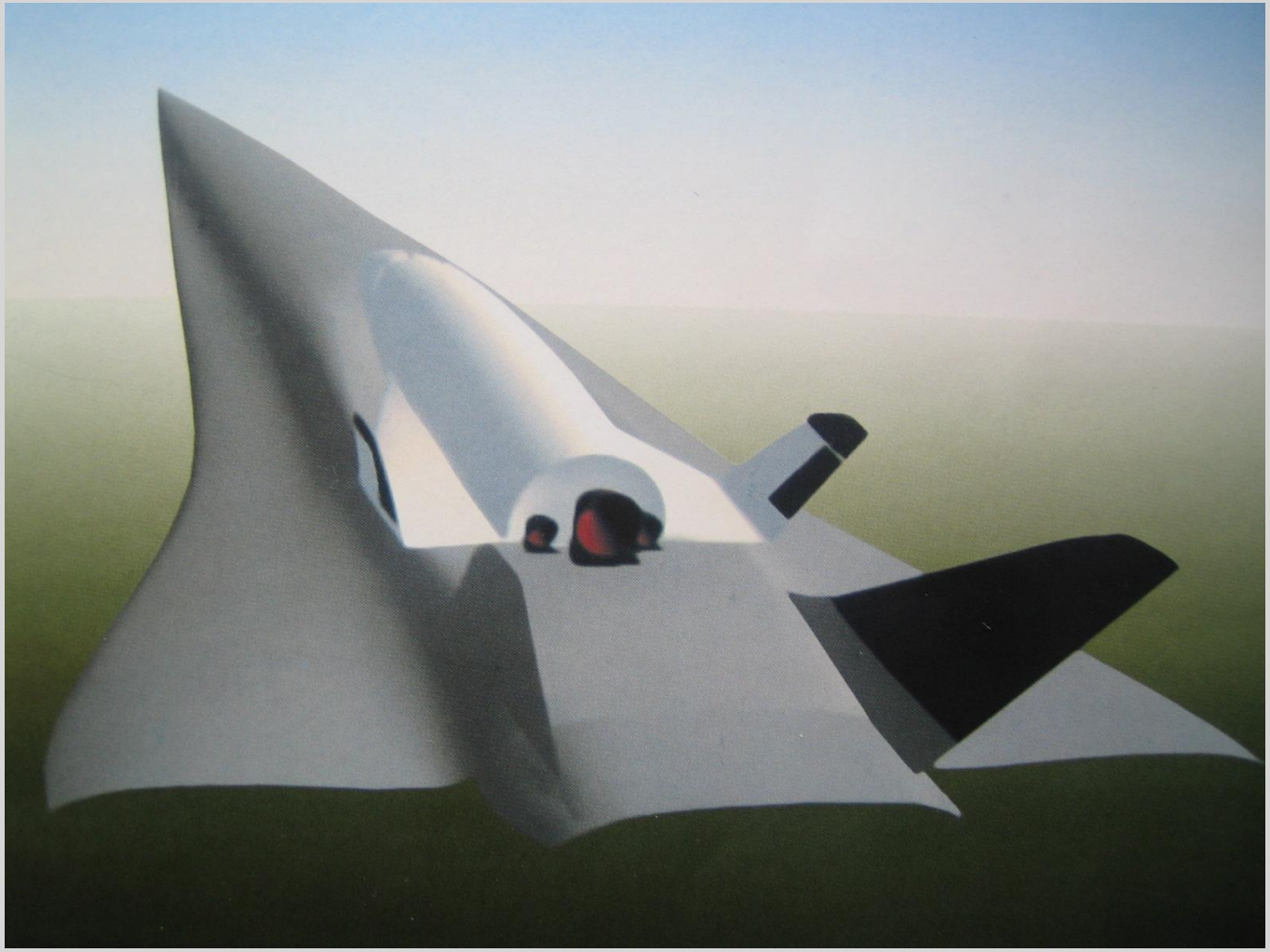


Straßen ins All - Raumfähre Discovery beim Start




Göppinger Technikforum e.V.
HOCHSCHULE ESSLINGEN
RAUMFAHRT
VORTRAGSREIHE IM WINTERSEMESTER 2026/27
- für alle Interessierte -
Mehr Infos
29. Oktober 2026 – 18:00 – 20:00 Uhr
Entwicklungsgeschichte der Raumfahrt mit Einblicken aus 30 Jahre beruflicher Erfahrung
Dipl.-Ing. M.Sc. Eckart Schober
05. November 2026 – 18:00 – 20:00 Uhr
Kommerzielle und privatwirtschaftliche Kommunikationssatellitensysteme
Jonas Beutel, M.Sc., TESAT-Spacecom
12. November 2026 – 18:00 – 20:00 Uhr
Raumtransportsysteme: Entwicklung, Stand und Ausblick
Prof. Dr.-Ing. Georg Herdrich, Institut für Raumfahrtsysteme (IRS), Universität Stuttgart
19. November 2026 – 18:00 – 20:00 Uhr
Bemannte Raumfahrt: Entwicklung hin zu Raumstationen, Mondlandung und möglichen Marsmission
Dipl.-Biologe Norbert Illmer, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
03. Dezember 2026 – 18:00 – 20:00 Uhr
Anwendungssatelliten für Meteorologie, Navigation, Erderkundung, Astronomie und wissenschaftliche Missionen
Ines Kühnert, Airbus Space & Defence GmbH
10. Dezember 2026 – 18:00 – 20:00 Uhr
Kommerzielle Nutzung des Weltraums und rechtliche Rahmenbedingungen
Dr. Grace Nacimiento, LL.M. Emory, Kanzlei GvW Graf von Westphalen, Düsseldorf
Veranstaltungsort:
Aula der Hochschule ES
Campus Göppingen
Robert-Bosch-Straße 1
73037 Göppingen
EINTRITT FREI
Kontakt:
info@technikforum-gp.de
www.technikforum-gp.de
GRENZEN ÜBERSCHREITEN.
ZUKUNFT ENTDECKEN.

Vorschläge für zukünftige Raumtransporter- ähnlich früherer Vorschläge von Eugen Sänger, vergleichbar mit Konzepten der Fa. Junkers in München



Ansicht der Erde vom Erdbeobachtungssatelliten Geos



Bemannter Raumflug (24)

Apollo 17 Blick zur Erde bei der Rückkehr am 20.Dez. 1972

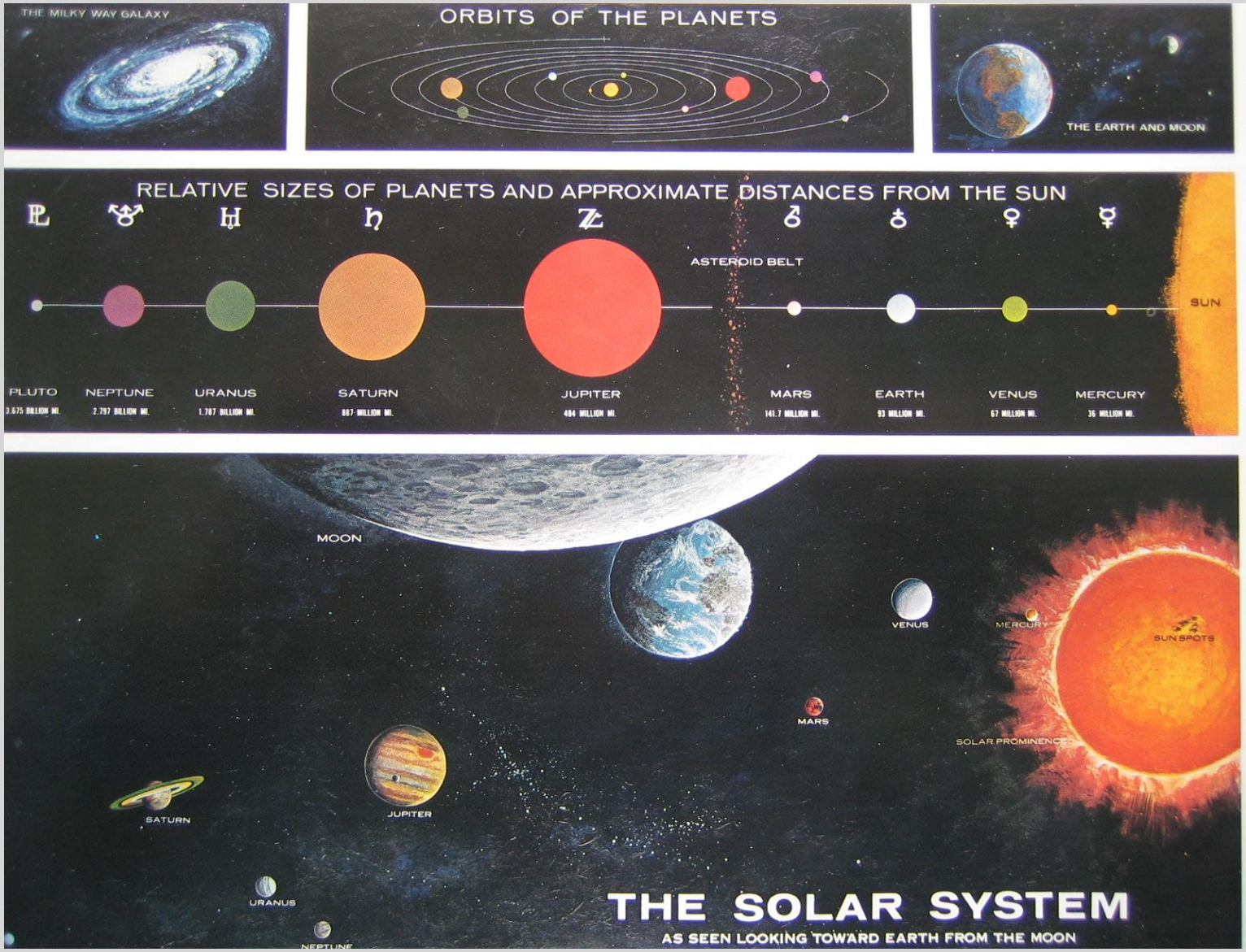


Erdaufgang vom Mond aus gesehen

Apollo 17 Dezember 1972



Unser Solar- und Milchstraßensystem



RAUM Dimensionen… (2)

- **Unser Sonnen- / Planetensystem** — **Durchmesser ca. 2 x 7 Milliarden km = 2 x 6,4 Lichtstunden**
- **Unser Milchstraßensystem (Galaxie)** — **Durchmesser ca. 950 Trio km = 100 000 LJ**

Unsere Galaxie („Milchstraßensystem“) besteht aus geschätzten 100-400 Mrd Sonnen, dreht in Spiralform alle 230 Millionen Jahre um ein Zentrum (Schwarzes Loch in ca. 30 000 LJ Entfernung von der Erde

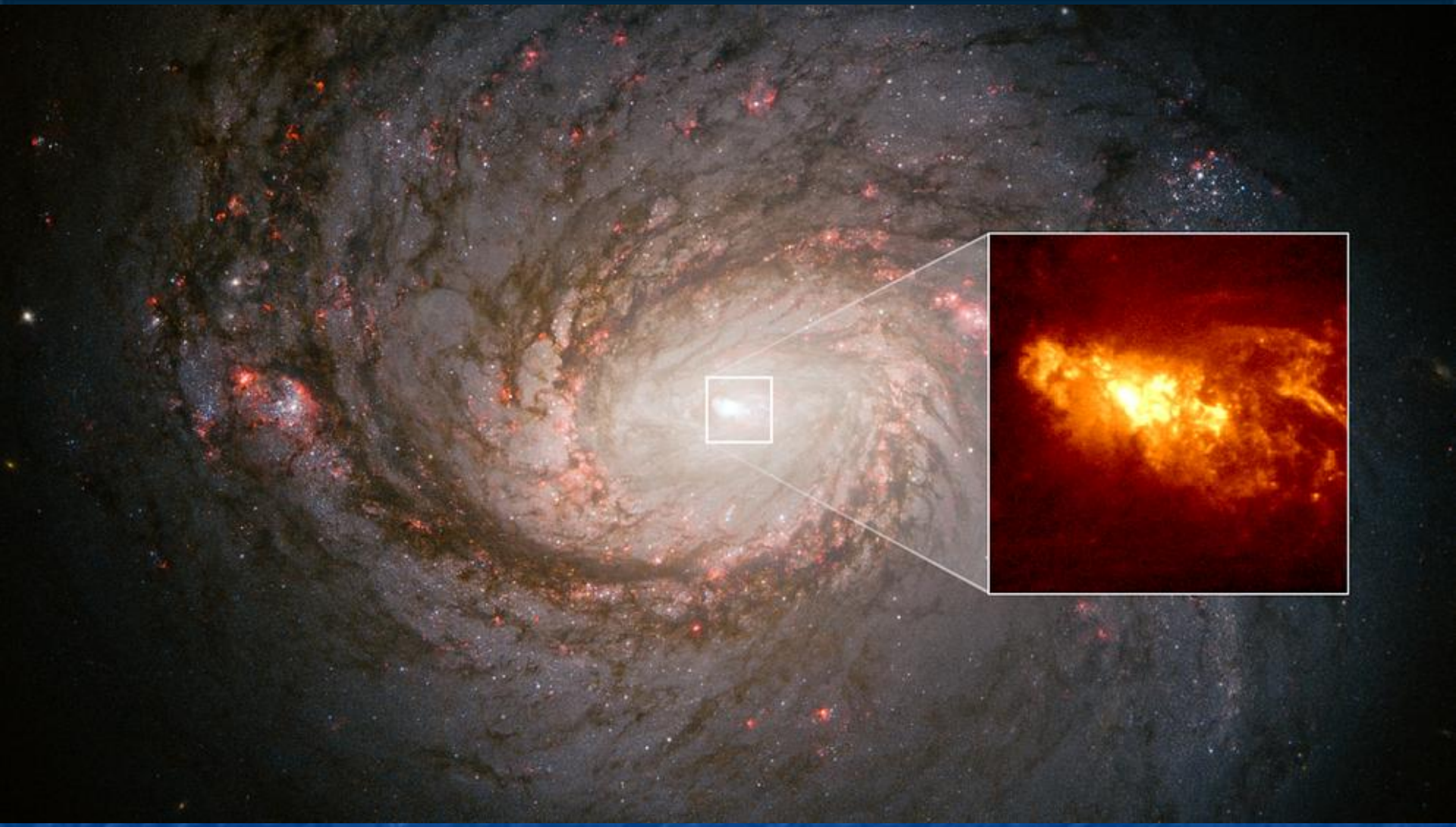
- **Universum: im „sichtbaren Kosmos“ (Hubble und James Webb Telescope)**
  gibt es 1 - 2 Billionen Galaxien
  Durchmesser 13,7 Milliarden Lichtjahre
- **Multiversum** — **es könnte (viele) andere Universen geben**

1 Lichtjahr entspricht 9,46 Billionen km
(Lichtgeschwindigkeit ca. 300 000 km/s)

ERFORSCHUNG DES WELTRAUMS (12.3)
Das UNIVERSUM
Weltraumteleskope

- 32 Millionen LJ von der Erde entfernt die Whirlpool-Galaxie, ähnlich unserer „Milchstraße", gebildet aus Milliarden von Sternen
- Schon 1798 vom Astronomen William Herschel entdeckt, mit zahlreichen Sterngeburten und Explosionen (Supernovas)
- im letzten Jahrhundert wurden 8 davon in dieser Galaxie entdeckt, in unserer Milchstraße wurden in 1000 Jahren nur 4 beobachtet und darüber berichtet





Strahlender Kern der Galaxie NGC 1068

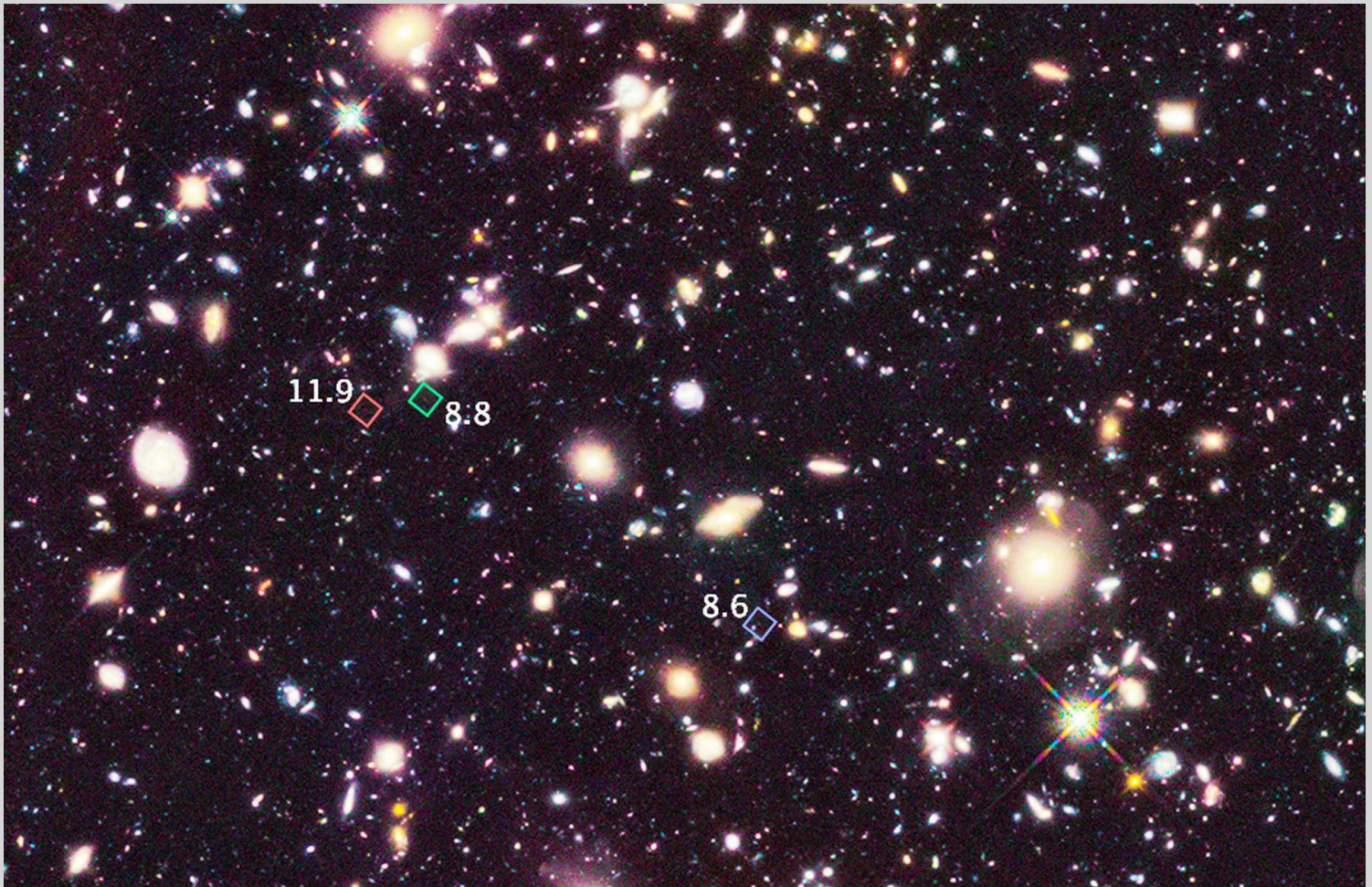
e, durch Wolken aus Wasserstoff, die von Strahlungseruptionen aus dem Schwarzen Loch aufleuchten



Nachbargalaxie Andromedanebel in 2,5 Millionen LJ Entfernung, ein Spiralnebel wie unsere Milchstraße

Anzahl der Sterne im Universum

- Wenn man die Anzahl der Galaxien (ca. 2 Billionen) mit der durchschnittlichen Zahl der Sterne pro Galaxie (Hundert Milliarden) multipliziert kommt man auf eine astronomische unvorstellbare Menge an Sternen im Universum- mehr als es Sandkörner an allen Stränden de Erde zusammen gibt!



RAUM Geschwindigkeiten

„Die Erde ist ein gewaltiges Raumschiff mit Milliarden Menschen als Passagiere“

- Umlaufgeschwindigkeit der Erdoberfläche am Äquator 465 m/s (1674 km/h)
- Geschwindigkeit der Erde auf Sonnenumlaufbahn 28,8 km/s (107 200 km/h)
  (2,5 Millionen km pro Tag)
- Geschwindigkeit der Sonne mit dem Planetensystem in Richtung Sternbild Herkules 19,4 km/s (69 840 km/h) oder 1,7 Millionen km/Tag
- Geschwindigkeit der Sonne und der benachbarten Sternensysteme um den Mittelpunkt unserer Galaxie 285 km/s (1 026 000 km/h),
  Umlaufzeit ca. 230 Millionen Jahre (22 mal seit Entstehung)
- Geschwindigkeit mit der sich unsere und benachbarte Galaxien als Folge des Urknalls (Explosion) durch den Raum bewegt: ? Bezugspunkt fehlt!

RAUMFAHRT Geschwindigkeiten

- Orbitalgeschwindigkeit (Fliehkraft entgegengesetzt gleich Anziehungskraft)

in Höhe 200 km 7,8 km/s (28 080 km/h) ca. 90 min/ Erdumrundung

geostationär 35780 km 3,07 km/s (11 050 km/h) 23h56’ / Erdumrundung

Fluchtgeschwindigkeit von der Erde 11,2 km/s (40 000 km/h)

Gestartet 1977 haben die Voyager 1,2 Sonden 2012 bzw. 2018 den Bereich unseres Sonnensystems mit der größten Geschwindigkeit verlassen, die je ein künstliches Fahrzeug erreicht hat:

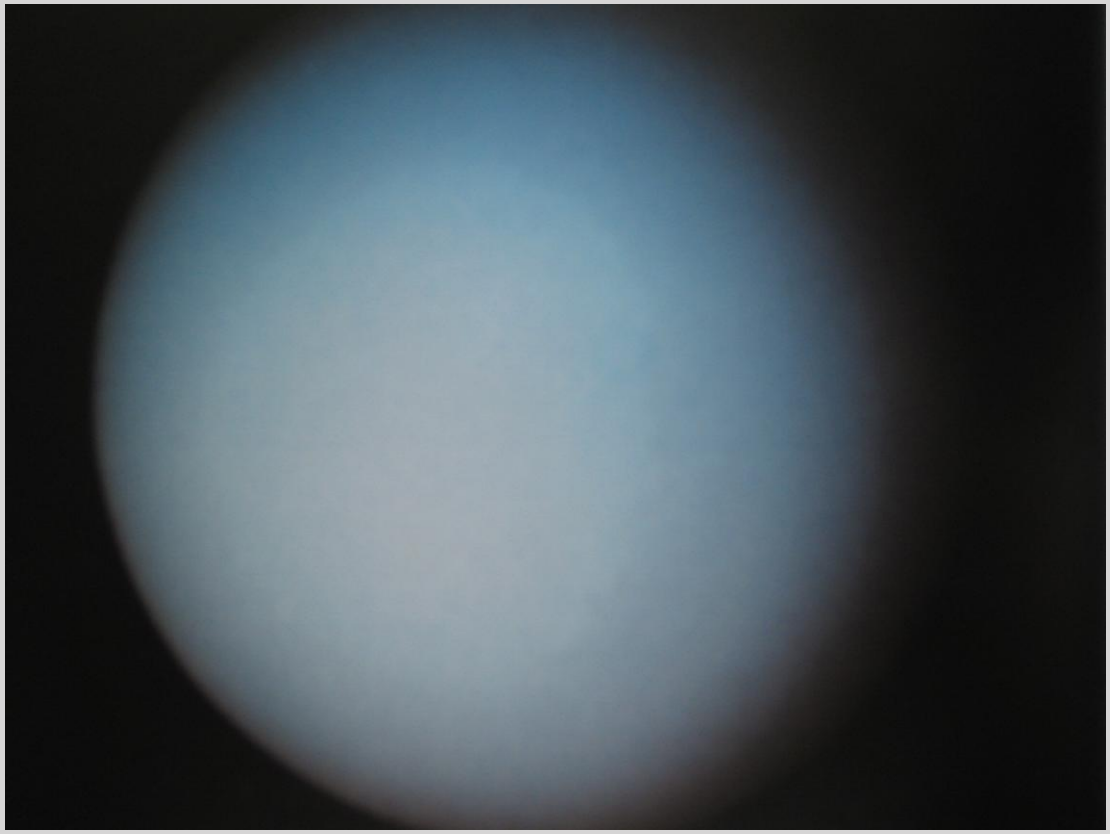
ca. 57 000 km/h (15,8 km/s)

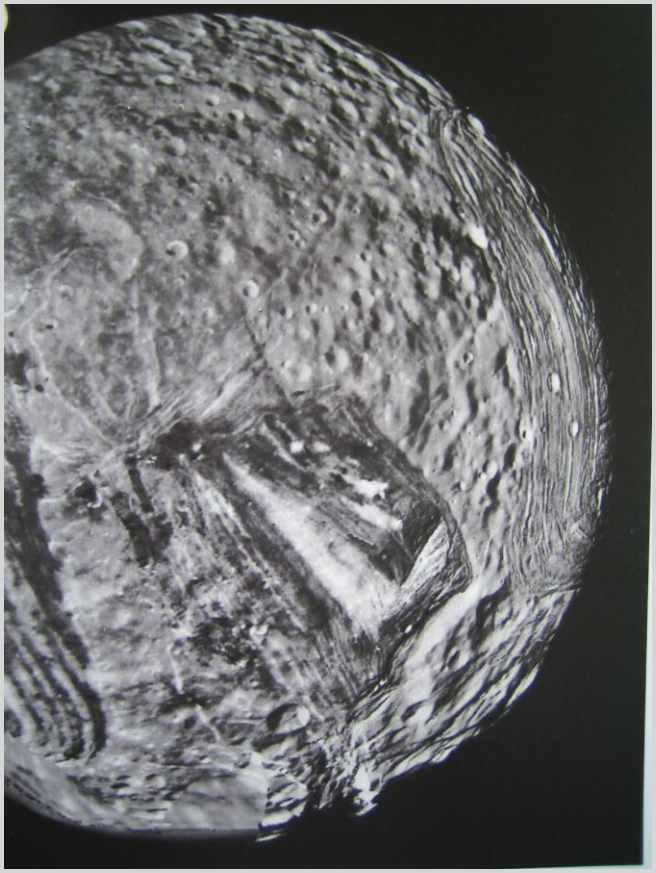
ERFORSCHUNG DES WELTRAUMS (7)

Unser Sonnensystem

1977 gestartet fliegt Voyager 2 von Jupiter über Saturn (1981) weiter zu Uranus (1986) und Neptun (1989) über Pluto hinaus um schließlich 2018 das Sonnensystem zu verlassen. Voyager 1 verließ bereits 2012 die „Heliopause".

l.: URANUS in natürlichem Licht unter Methan-Atmosphäre; r.: Uranus-Mond Miranda, d=450 km





ZEIT Weltgeschichtliche Daten (1)

Entstehung unseres Universums / Urknall	ca. 14 Milliarden Jahre
Entstehung unseres Sonnensystems (aus interstellarer Gaswolke durch Gravitation und Turbulenzen)	ca.4,5 Milliarden Jahre
Ursonne beginnt unter zunehmender Verdichtung zu strahlen	ca.4,0 Milliarden Jahre
Erstarrung der Erdkruste	ca.3,5 Milliarden Jahre
Wasser und erste organische Lebensformen (Blaualgen, Bakterien…)	ca.3,3 Milliarden Jahre

ZEIT Daten (2)

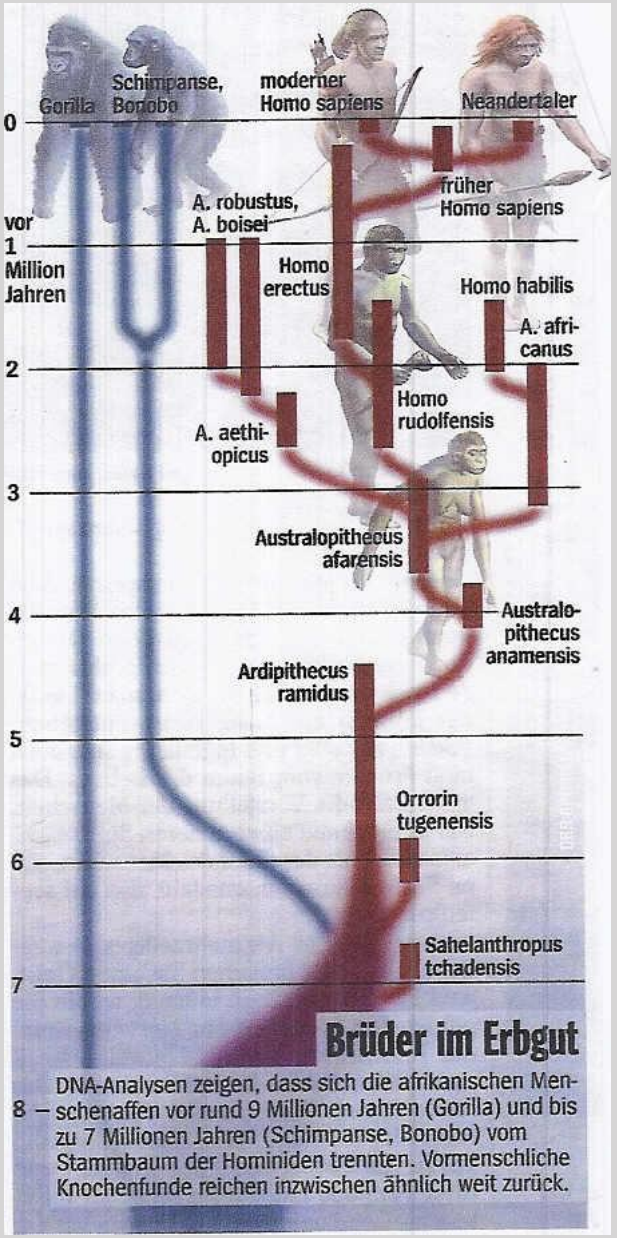
Sauerstoffatmosphäre entwickelt sich	**ca. 2 Milliarden Jahre**
Höhere Pflanzen, Trennung Tier-Pflanze, wirbellose Tiere	**ca. 1 Milliarde Jahre**
Wirbeltiere	ca.500 Millionen Jahre
Frühe Säuger, Dinosaurier, Vögel	ca.250 Millionen Jahre
Aussterben der Ichtyosaurier in Eislingen	ca.180 Millionen Jahre
Moderne Säugetiere	ca.130 Millionen Jahre
Menschenaffenähnliche Urformen	ca. 40 Millionen Jahre
Erste Vormenschen	ca. 3-4 Millionen Jahre

Zeit Daten (2.1)

Stammbaum des Menschen

- Afrikanische Menschenaffen trennten sich vor rund 9 Millionen Jahren (Gorilla) bzw. 7 Millionen Jahren (Schimpanse etc.) vom Stammbaum der Hominiden, der Vorfahren des heutigen Menschen

- Über australische Vorläufer (vor etwa 4-3 Millionen Jahren) ging die Linie zu Homo Rudolfensis (ca. 2 Millionen Jahre) und Homo Erectus (ca.1 Million Jahre). Früher Homo Sapiens vor etwa 500 Tausend Jahren, trennt sich dann in die Linien vom Neandertaler (die vor etwa 40000 Jahren ausstarb) und dem modernen Homo Sapiens



ZEIT Daten (3)

- Homo habilis, Homo Erectus — ca. 2 Millionen Jahre
  (Urmenschen, Australien, Afrika, Asien, Europa)

- Frühmenschen — ca. 500 000 Jahre
  (Java-, Peking-, Heidelberg-Mensch)

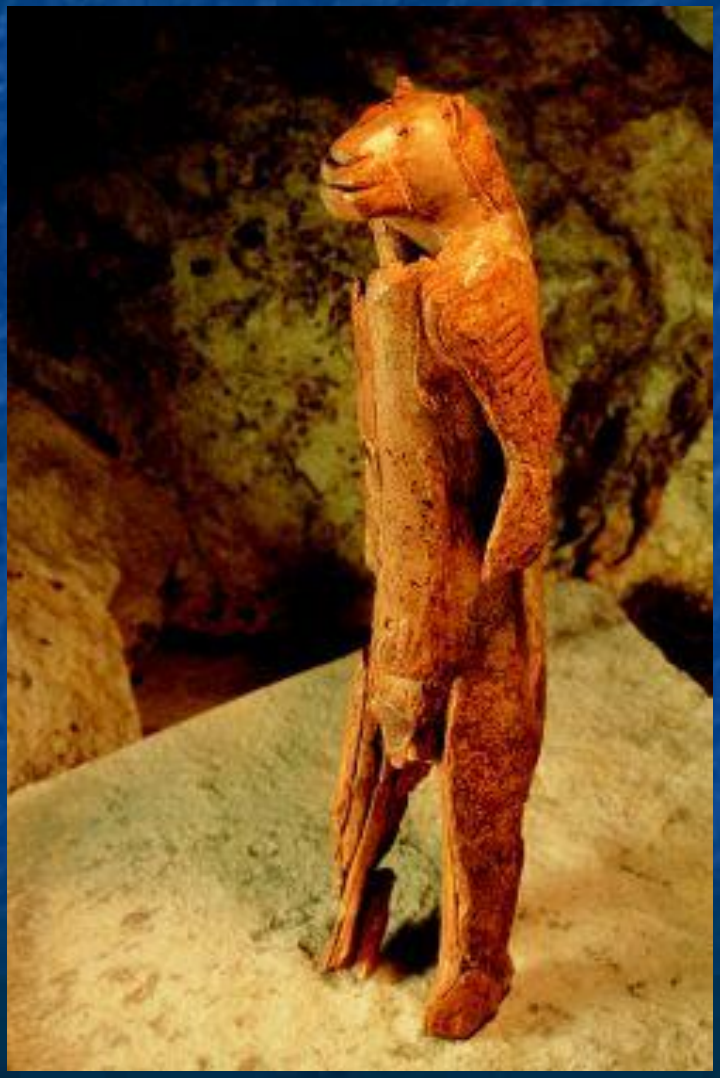
- Nutzung des Feuers, erste Werkzeuge (China) — 400 000 Jahre

- Altmenschen Homo Sapiens (u. a. Neandertaler) — 100 000 bis
  mit wachsender Intelligenz — 60 000 Jahre

- Jetztmenschen Homo Sapiens Sapiens — 40 000 Jahre
  z.B. Cromagnon-Menschen mit Höhlenmalereien — 30 000 Jahre
  (Atamira, Lascaux…)

  „Löwenmensch“ Ältestes (?) Kunstwerk (Skulptur) — 36 000 Jahre
  der Welt, Fund von der Schwäbischen Alb
  (Lonetal, Hohlenstein - Stadelhöhle)
  Aus Elfenbein

LÖWENMENSCH(3)

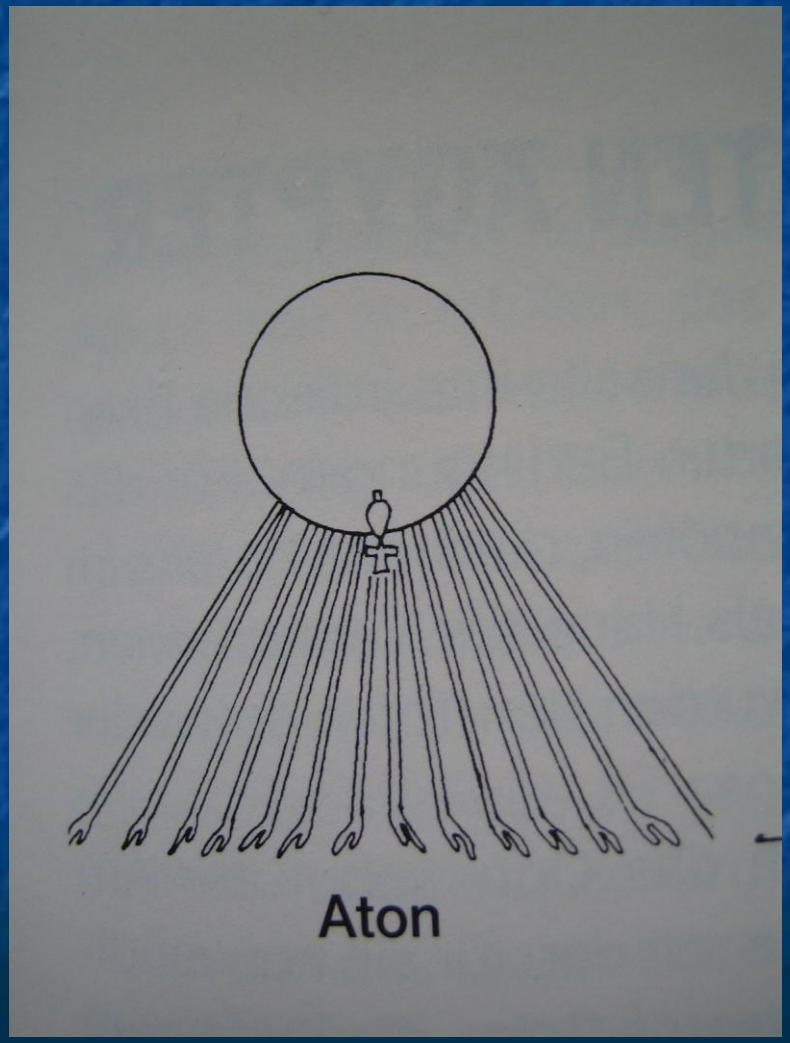


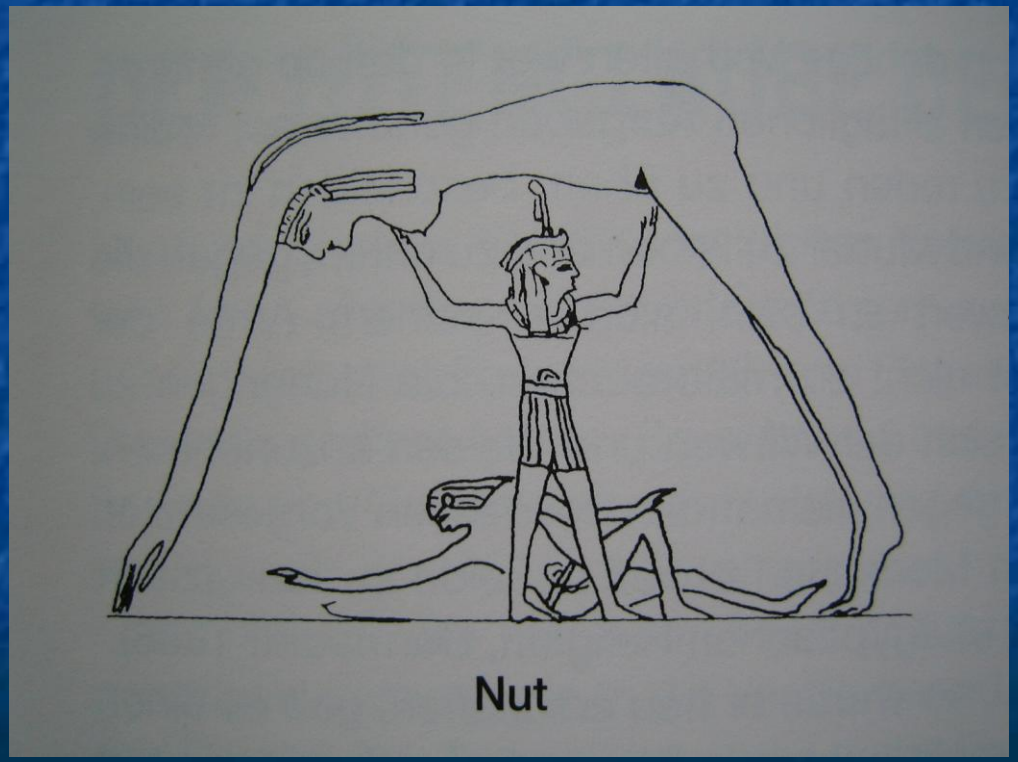
Die Geschichte des Universums und unsere Geschichte in einen Jahresrahmen gepresst (1 sec = 500 Jahre)

(nach Hasinger und Kafka vom MPI Garching für Extraterrestrische Physik)
aus Zeitschrift Wissen, März 2005 Verlag Süddeutsche Zeitung

1. Jan. 0.00h	Urknall, Entstehung des Universums
19. Jan.	Erste Sterne leuchten, erste Galaxien entstehen
im August	Entstehung unseres Sonnen- und Planetensystems in der „Milchstrassen- Galaxie", damit der Erde
im September	Erstes Leben in Form von Blaualgen, Bakterien entsteht aus Kohlenstoff und Wasser Pflanzen, Bäume, Reptilien, erste Säugetiere
31. Dez. 22.00 Uhr	Erste Vormenschen (3-4 Millionen Jahre)
23.57 Uhr	Homo Sapiens (90 000 Jahre)
23.59.55	Beginn unserer Zeitrechnung
.596	Technisches Zeitalter (0,4 Sekunden vor Jahresende)
31. Dez. 24.00 Uhr	heute
Mitte des folgenden Januars	Die Sonne dehnt sich weiter aus, wird zunehmend heißer, die Ozeane verdampfen, die Grundlage jeden Lebens wird entzogen (in 500 Millionen Jahren….)

Der Mensch und die Wahrnehmung der Kosmischen Umgebung (1.1)
Göttliche Sonnendarstellung





Der Mensch und die Wahrnehmung der Kosmischen Umgebung (1.3)
SONNENSCHEIBE mit Gott HORUS



Der Mensch und die Wahrnehmung der Kosmischen Umgebung (2.1)

- **vor ca. 3 600 Jahren**

  Sonnenscheibe von Nebra; angeblich älteste

  Darstellung von Sonne, Mond, Gestirnen

  (Siebengestirn der Plejaden)

  Darstellung der

  Sonnenwenden

- **Funde jüngster Zeit in unmittelbarer Nähe weisen auf aus Holzpfählen aufgebaute kreisförmige Kultstätten hin, bei denen durch seitliche Aussparungen der Zeitpunkt der Winter- und Sommer-Sonnen-wende bestimmt wurde (Steinzeit vor ca. 7000 Jahren).**



Der Mensch und die Wahrnehmung der Kosmischen Umgebung (2.2)

- **Erste mathematisch - basierte Astronomie vor ca. 3000 Jahren**
  Babylon (Sternbilder), Mesopotamien
- **Mayas:**
  Kalender mit nur 17,28 sec Jahresabweichung vor ca. 3000 Jahren

- **Griechenland** Geozentrisches Weltbild **vor ca. 2 300 J**
  Erde im Mittelpunkt, umgeben von konzentrischen Schalen
  mit den Planeten, der Sonne, den Fixsternen
  Pythagoras **(550 v.C.) lehrt Kugelgestalt der Erde**
  Aristoteles **(350 v.Chr.) Erde im Mittelpunkt, umgeben von 56 Schalen die Fixsterne und Planeten tragen**
  Ptolemäus **(150 n. C.) mathematisch beschriebenes geozentrisches Weltbild**

- **Das Ptolemäische Weltbild überdauert mehr als 1500 Jahre, bis ins Mittelalter, insbesondere auch durch den Widerstand der christlichen Kirche**

Der Mensch und die Wahrnehmung der Kosmischen Umgebung (3)

Der Mensch blickt jenseits der äußeren Schalen ins All



Der Mensch und die Wahrnehmung der Kosmischen Umgebung (4)

- 1543 Nikolaus Kopernikus (s. Bild) „Vom Umlauf der Himmelssphären“ vor 500 J. bekräftigt Heliozentrisches Weltmodell

- 1619 Johannes Kepler *

  3 Gesetze zur Planetenbewegung
  (auf elliptischen Bahnen um die Sonne)

- 1632 Galileo Galilei „Über das Ptolemäische und das kopernikanische Weltsystem“, bestätigt das kop. Weltbild auf Grund astronomischer Beobachtungen mit neu entwickeltem Fernrohr: stellt fest dass die Milchstrasse aus unzähligen Fixsternen (Sonnen) besteht. Von der Kirche/Inquisition verfolgt…

  (1893 von Papst Leo III Recht gegeben und 1992 von der kath. Kirche in neuem Verfahren offiziell rehabilitiert)



*geboren in Weil der Stadt, aufgewachsen in Leonberg, besucht Klosterschulen in Adelberg und Maulbronn, studiert dann in Tübingen Theologie, Philosophie und Mathematik

Der Mensch und die Wahrnehmung der Kosmischen Umgebung (5)

- 1642-1727 Isaac Newton Gravitationsgesetze, Anziehung von Massen erklären die Keplerschen Bahngesetze

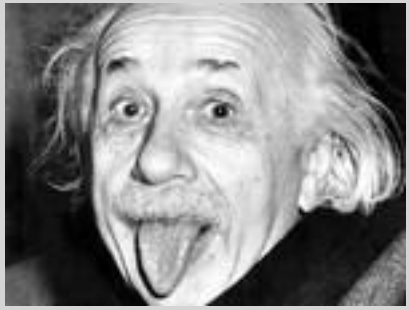
  Die Physik basiert bis Anfang des 20. Jahrhunderts auf den Gesetzen der Newtonschen Mechanik

- 1900 Max Planck Quantenphysik und

- 1905, 1915 Einstein mit der Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie revolutionieren das Physikalische Weltbild:

  Neue prägende Begriffe wie
  Raum-/Zeit – Einheit, 4-dimensionale Raumzeit
  Dilatation der Zeit
  Einheit von Masse und Energie- (E=m.c2)

Der Mensch und die Wahrnehmung der Kosmischen Umgebung (6)



- (Neue Begriffe Fortsetzung)

  Krümmung des Raums

  Gravitationswellen

  Unschärfeprinzip

  Quantensprung

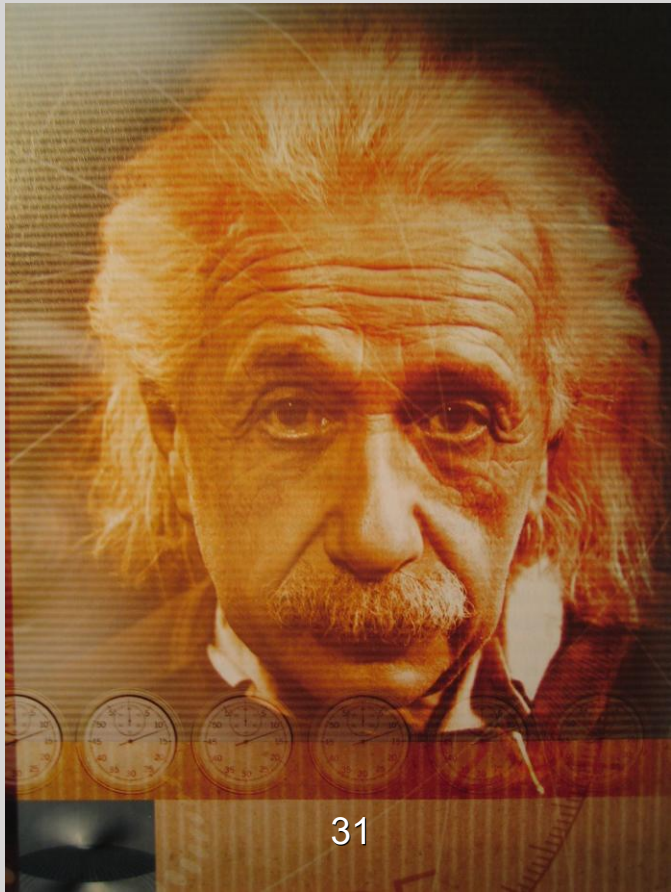
  Dualismus von Quantenteilchen (das Licht, Elektronen und Protonen sind sowohl als Teilchen wie auch als Wellen nachweisbar)

  Verlust des Kausalitätsprinzips, des Determinismus (Quantenmechanik)

  Zufalls- /Wahrscheinlichkeitsprinzip (Statistische Deutung von Erscheinungsformen..)

- 1938 Otto Hahn - Erste Atomkernspaltung (Grundlage auch von Atombomben)

- 1945 Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki



Der Mensch und die Wahrnehmung der Kosmischen Umgebung (7)

- Neue Kosmologie (seit ca. 50 – 70 Jahren)

Theorie vom Urknall, Explosion und Expansion des Universums

Nachweise zu diesen Theorien für den Makrokosmos und zu den Geschehnissen im Mikrokosmos werden möglich durch technisch sehr aufwendige Projekte:

Hochleistungszentrifugen zur Erzeugung höchster Geschwindigkeiten und höchster Energien für den Teilchenbeschuss

Raumsonden und Raumteleskope wie HUBBLE und JAMES WEBB zur Erforschung der Tiefen des Alls und damit die Rückschau der Geschichte des Universums um Milliarden Jahre, bis nahe an den Zeitpunkt des Urknalls

Vom Traum des Fliegens, der Reise zum Mond…(2)

- **Dädalos und Ikarus (Vater und Sohn) z. Zt der Minoischen Kultur (vor ca. 4000 J.)**

  Flucht aus der Gefangenschaft bei König Minos mit selbstgebauten Flügeln aus Vogelfedern und Wachs.

  Flucht gelingt, aber Ikarus steigt der Sonne zu nahe, das Wachs schmilzt, er stürzt ab…

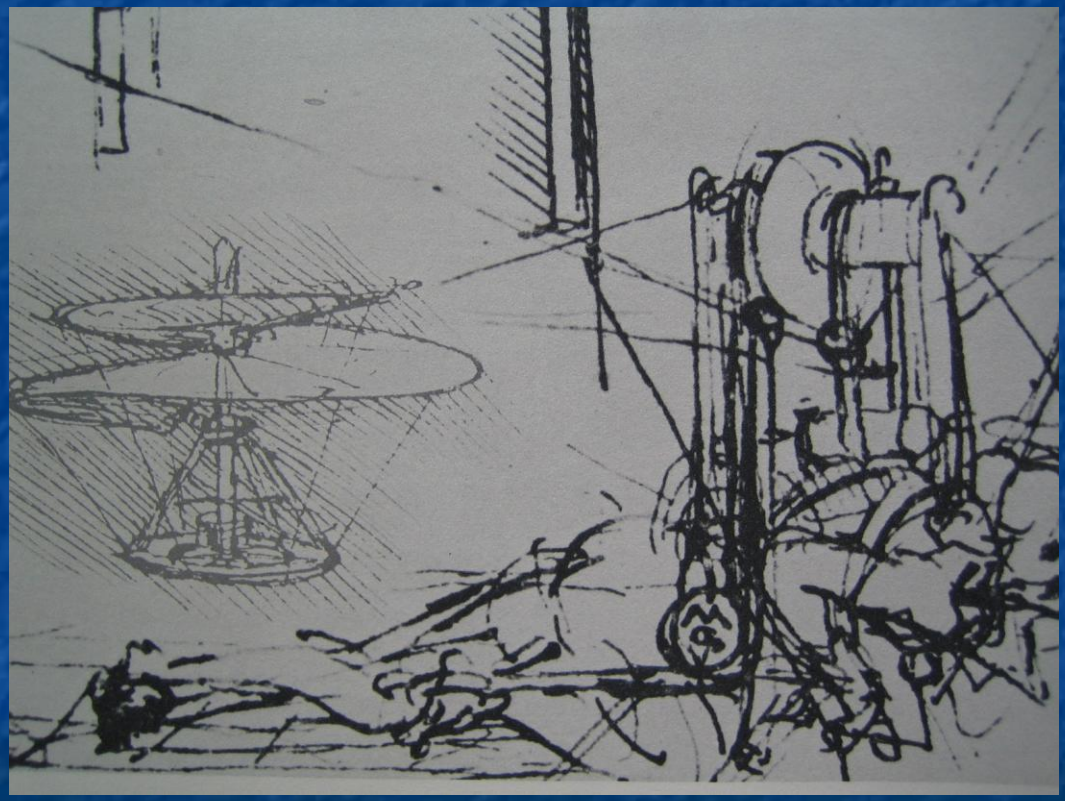


Vom Traum des Fliegens, der Reise zum Mond…(4)

- **Um 1500: Leonardo da Vinci**

  Beschäftigt sich intensiv mit den Grundlagen des Fliegens, beobachtet und studiert den Flug der Vögel.

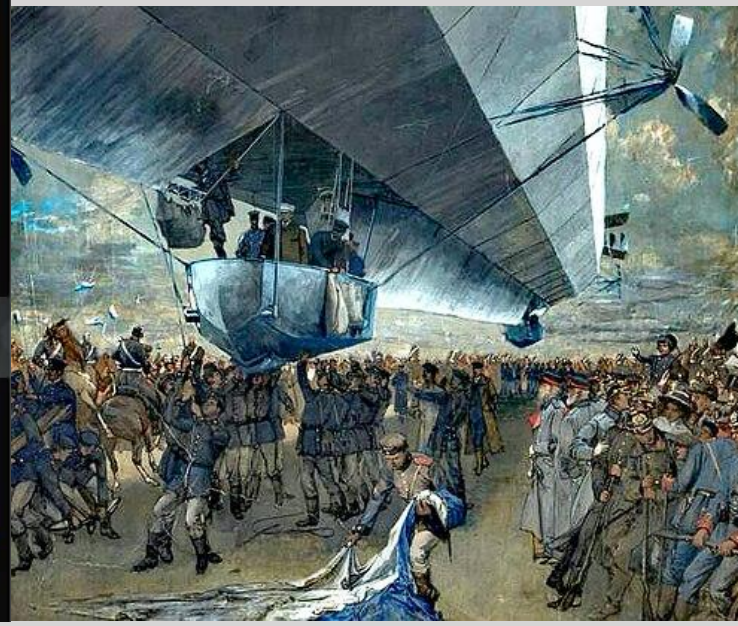
- **Mehr als 500 Skizzen zu mechanischem Fluggerät, u. a. Schwingenflugzeuge, Hubschrauber mit horizontalem Rotor für Senkrechtstart, Fallschirme…**



Montgolfieren 1784 und Zeppeline um 1900





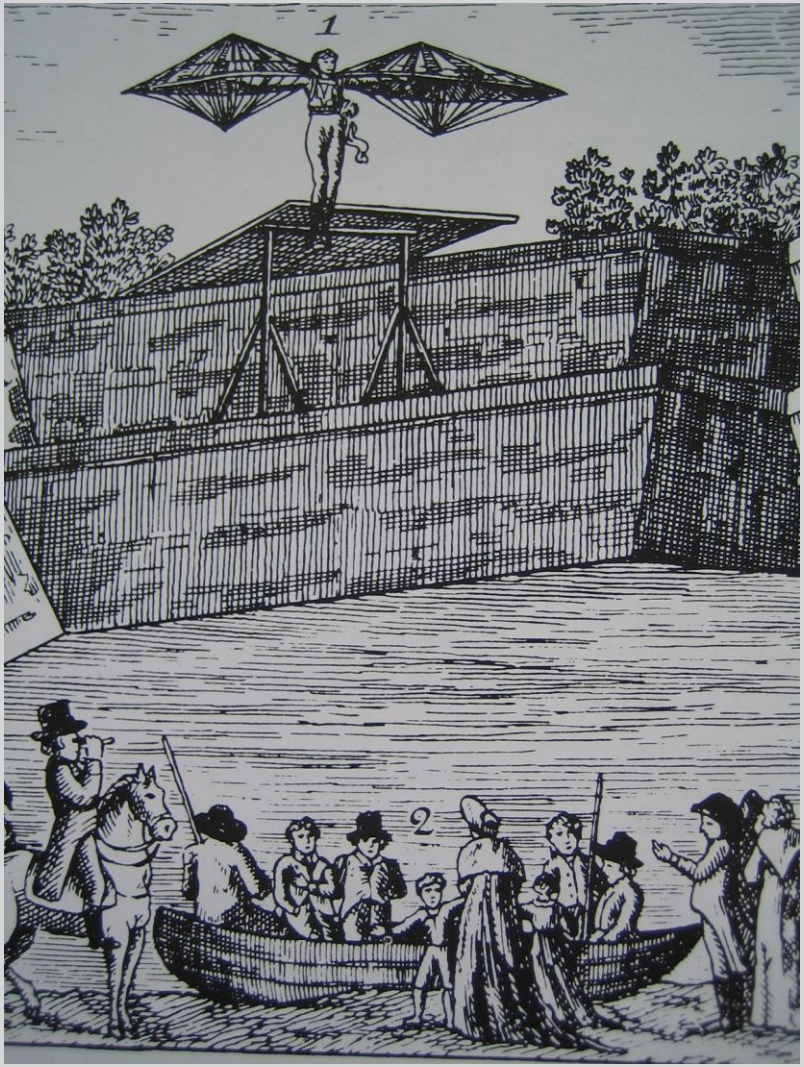


Vom Traum des Fliegens, der Reise zum Mond...(6)

- Um 1800 Albrecht Ludwig Berblinger, der „Schneider von Ulm" soll mit seinen Starrflügel- Konstruktionen Gleitflüge ausgeführt haben

  Wurde aber insbesondere durch seinen Flugversuch 1811 über die Donau vor dem Herzog und zahlreichen Zuschauern bekannt, der mit einer Landung im Wasser endete

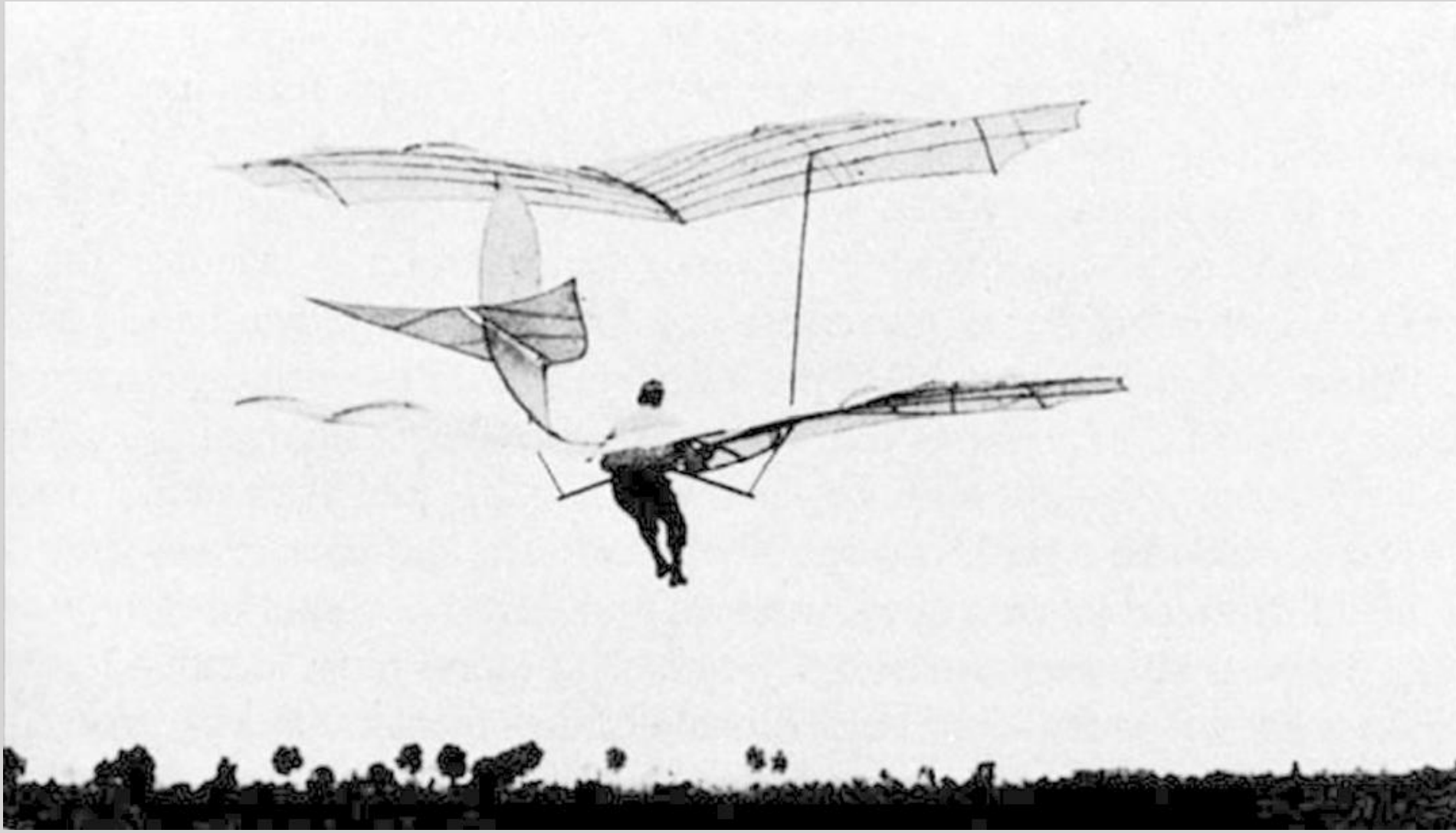
- Vor ihm hatten bereits zahlreiche Flugversuche mit ungeeignetem Material stattgefunden, insbesondere in England, die „Turmspringer", oft Mönche, die sich mehr auf die göttliche Hilfe als auf das eigene Konstruktionstalent verließen. Angeblich ab dem 11. Jahrhundert.



Flugversuche mit Flügelschlagapparat 1894



Lilienthal’s Gleitflüge mit dem Doppeldecker 1995



Die Realität: eine kleine Geschichte des Fliegens (4)

- **14. Aug. 1901 Gustaf Weißkopf (Whitehead) soll nach Zeugen in den USA den ersten Motorflug durchgeführt haben, am 17. Jan.2002 sogar einen 7 Meilen-Flug**

- **17. Dez. 1903 Mit dem FLYER 1 (Spannweite 12,3 m, Gewicht 63,5 kg) gelang es (offiziell) den Gebrüdern WRIGHT zum ersten Mal, ein motor-getriebenes Flugzeug in die Luft zu bringen und wieder sanft zu landen.**

  Bei weiteren Flügen an diesem Tag blieb das Flugzeug 56 Sekunden in der Luft und legte 260 m zurück.

- **August 1904: Rekordflug von 1,2 km Länge in 1 min 35 s; erster Vollkreis**

- **Oktober 1905: 38 km in 30 min mit Flyer 3**



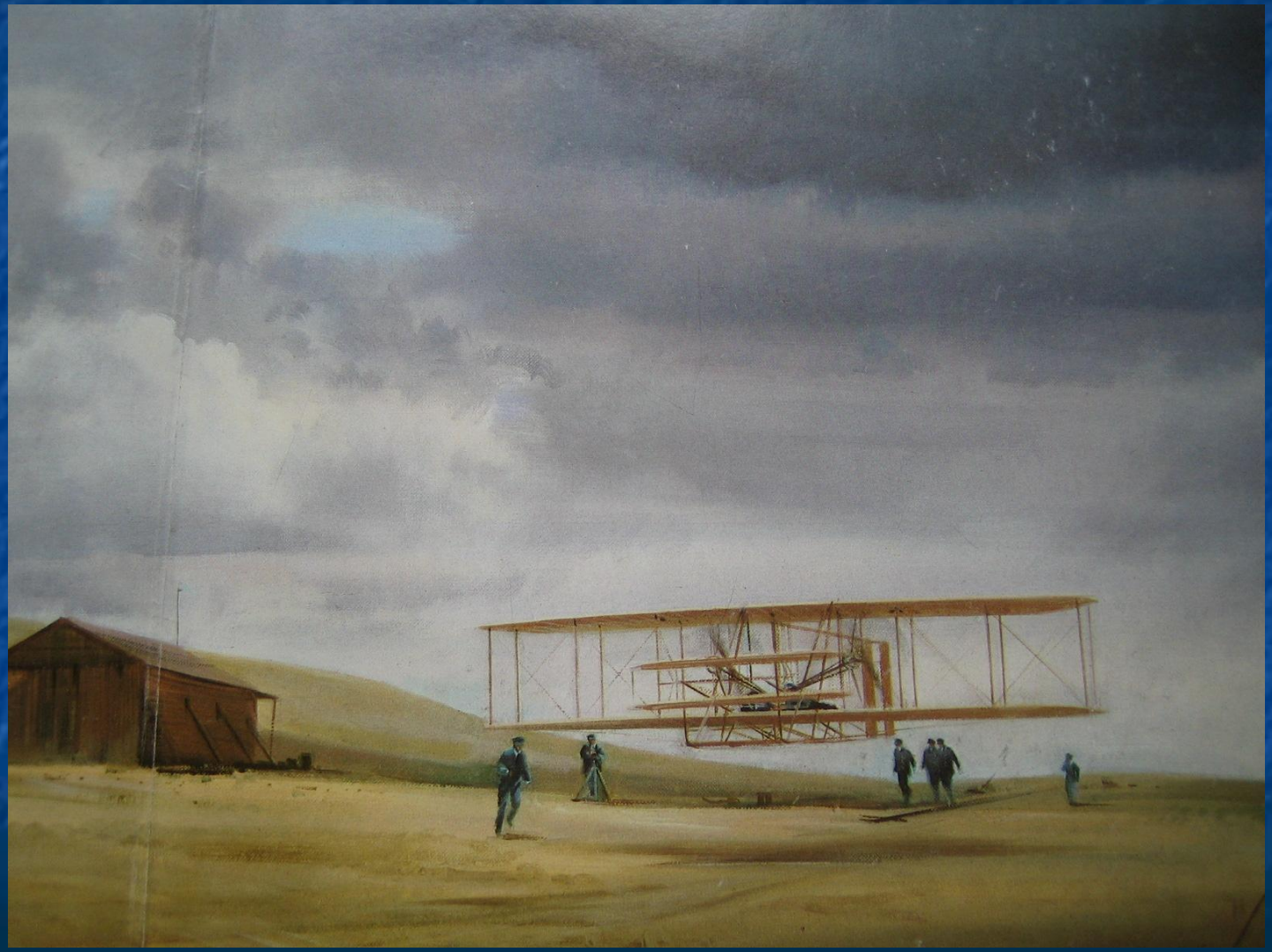
Pioniere der Luftfahrt

Ein kleiner Sprung mit großen Folgen

Am 17. Dezember 1903 gelang Wilbur und Orville Wright der erste gesteuerte Motorflug der Welt / Er dauerte zwölf Sekunden und reichte 37 Meter weit

Brüder, zur Sonne: Orville Wright (rechts neben Wilbur) steuerte ... seinem Rekord 1903. Das Fluggerät hatte eine Spannweite von 12 ... wurde von einem 12-PS-Motor angetrieben. Fotos: Reuters, Deutsch

Die Realität: eine kleine Geschichte des Fliegens (6)



Die Realität: eine kleine Geschichte des Fliegens (8.1)

Typisches Flugzeug 1910-1920: Fokker E III



Die Realität: eine kleine Geschichte des Fliegens (8.2)

Typische Flugszene 1914-1918: Luftkampf deutscher Fokker DVII mit französischen und englischen Kampffliegern (Artist View)



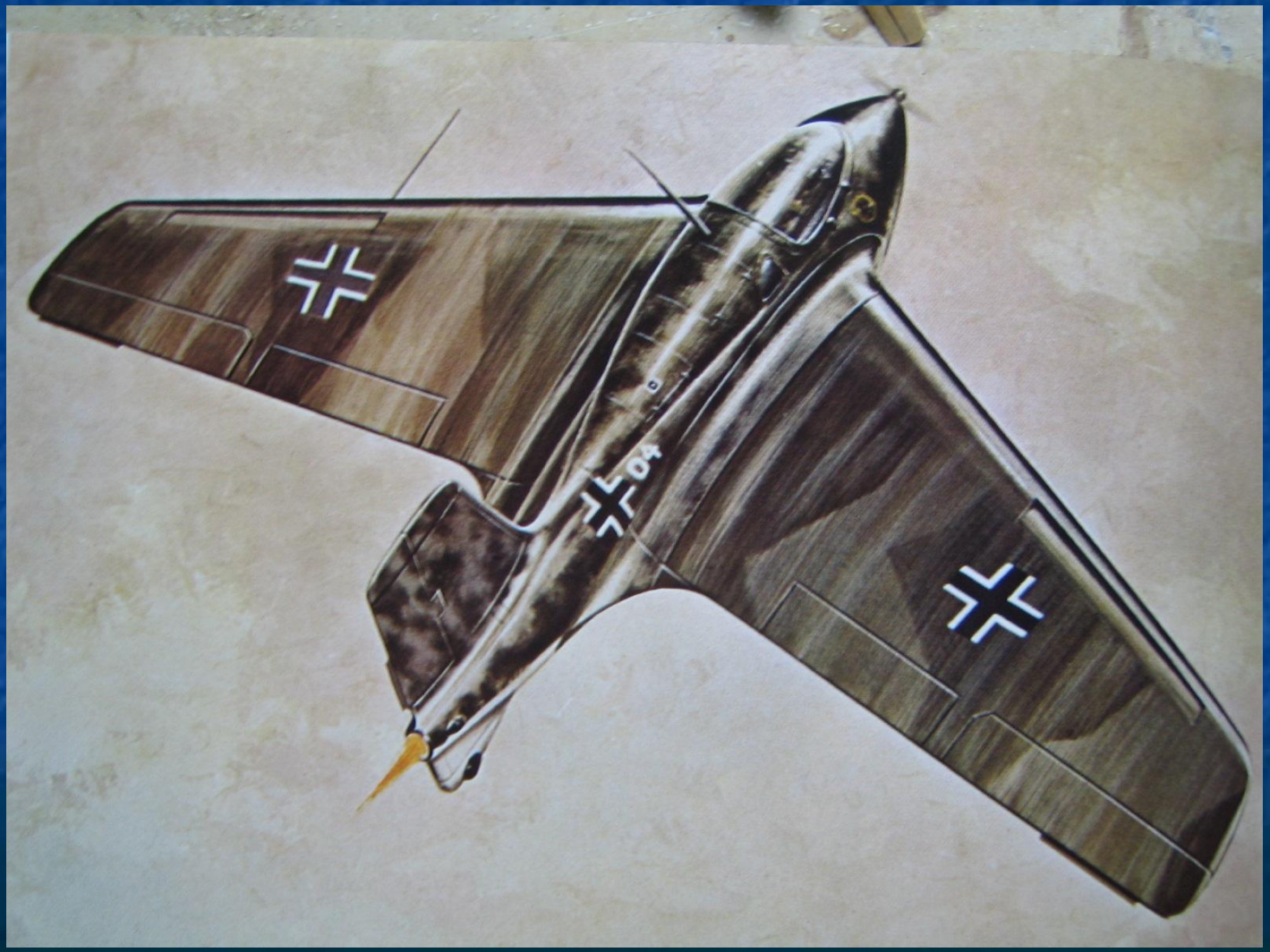
Die Realität: eine kleine Geschichte des Fliegens (10.1)

Typisches Flugzeug 1930-1940: Junkers Ju 52 („Tante Ju“) ab 1930



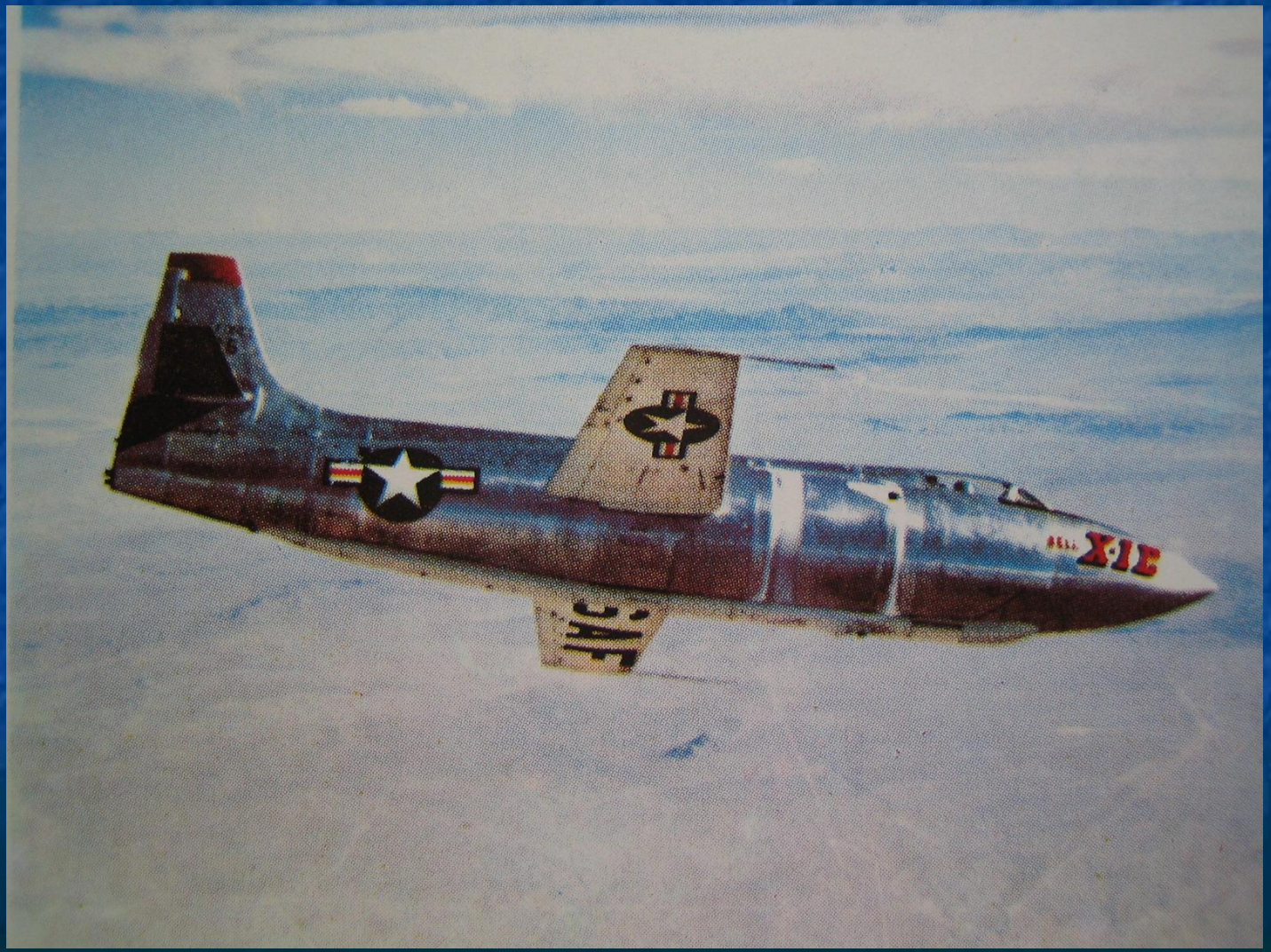
Die Realität: eine kleine Geschichte des Fliegens (11.2)

Typisches Flugzeug 1940-1950:Messerschmitt Me163 Raketenflugzeug (1941)



Die Realität: eine kleine Geschichte des Fliegens (11.3)

Typisches Flugzeug 1940-1950: Bell X-1 Raketenflugzeug Mach 1 (1947)



Die Realität: eine kleine Geschichte des Fliegens (15.2)

Typisches Flugzeug 2000 +: Rutans SpaceShipOne (Juli 2004)

Erster Privater Flug ins All (über 100km)



Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (1)

- **Ca. 1000 Chinesen verwenden Feuerwerkskörper nach dem Rückstossprinzip**

- **Ca. 1200 Chinesische Feuerwerkskörper**

  Feststoffraketen) zum Abschuß von Geschossen (Pfeilen, Speeren..) auf feindliche Stellungen

- **1891 Hermann Ganswindt schlägt ein Weltenfahrzeug vor mit „Explosivstoffen" als Antrieb (Feststoffrakete)**



Vom Traum des Fliegens, der Reise zum Mond…(7)

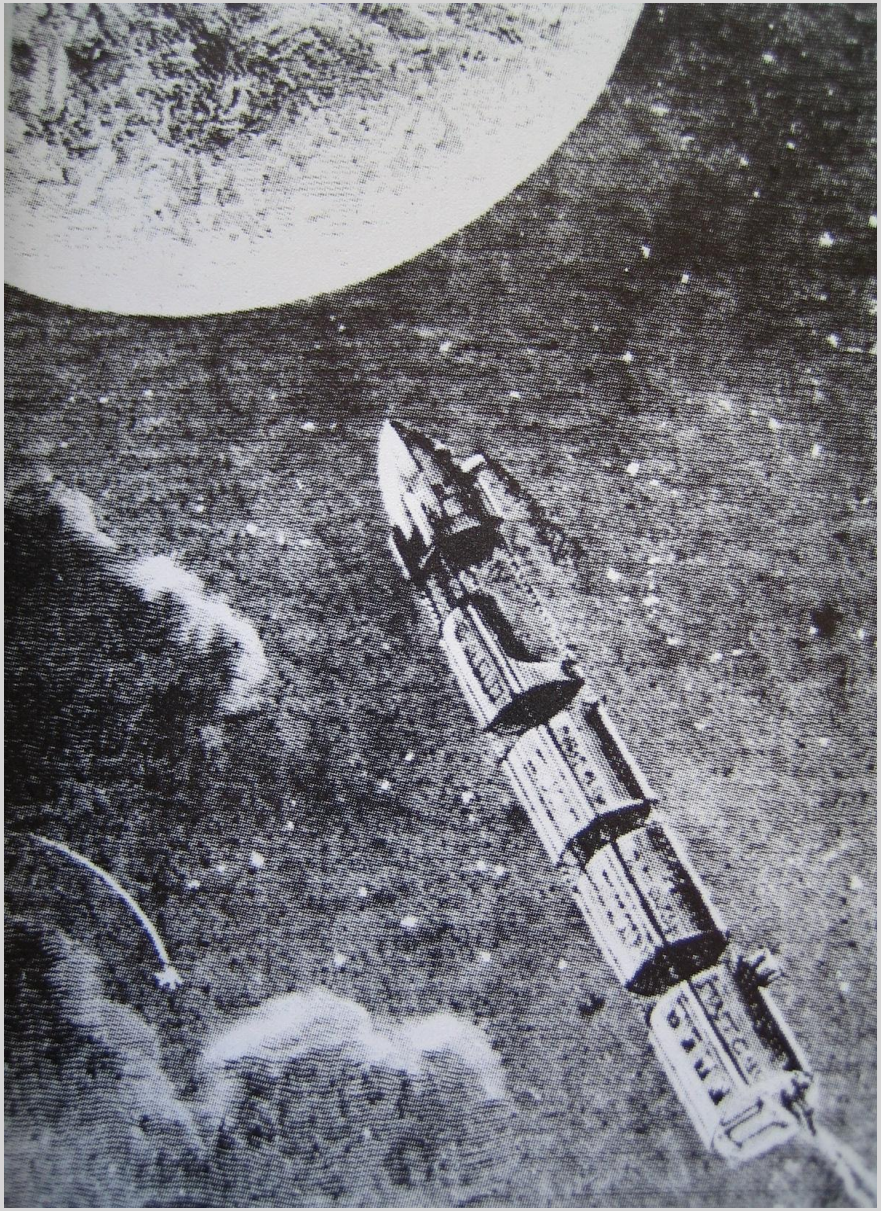
Träume der Raumfahrt:

1643 Johannes Keplers Roman „Somnium“
(der Traum) erscheint 13 Jahre nach seinem Tod mit Schilderung einer Reise zum Mond, mit vielen visionären technischen Ideen

1649 Cyrano de Bergerac
„Voyage à la Lune“, phantastische Erzählung von seiner Reise zum Mond

1865 Jules Verne „De la Terre à la „Lune“
„von der Erde zum Mond“. Recht realistische Beschreibung des Flugs einer Besatzung mit einer senkrecht startenden Rakete (Rückstoss-Prinzip) zum Erdtrabanten. Startort: Florida!

1898 Wells „Krieg der Welten“
mit der Invasion von Marsmenschen auf der Erde

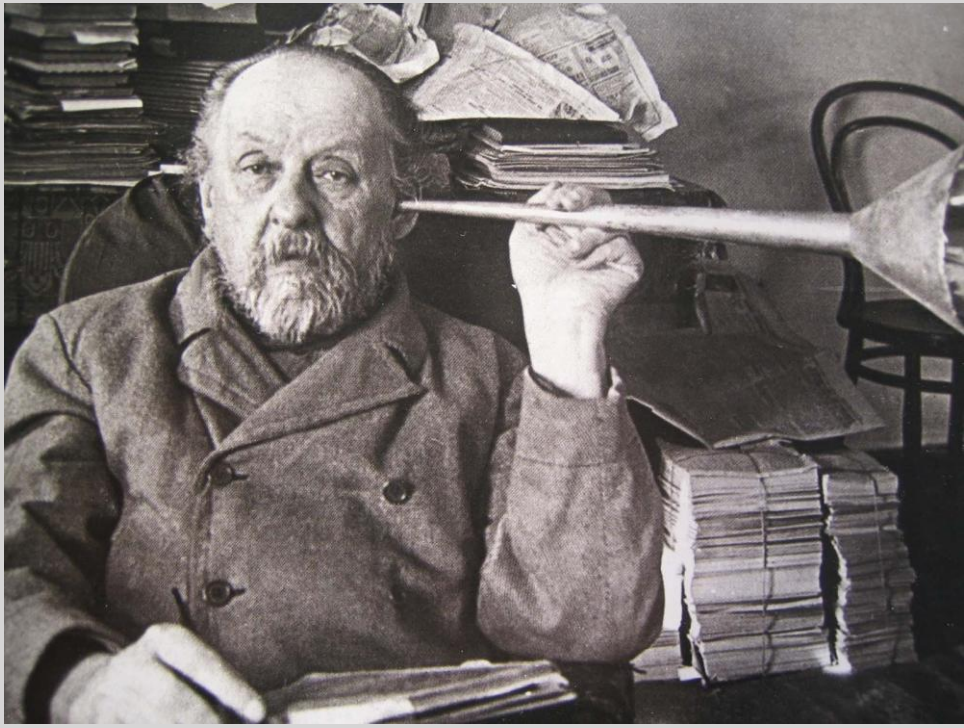


Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (2)

1857-1935 Konstantin Eduardowich Ziolkowsky,

ein russischer Lehrer u. Privatgelehrter veröffentlicht ab 1876 Schriften über Grundlagen und Visionen des Raumflugs:

- **berechnete und konzipierte u.a. mehrstufige Raketen zur Leistungsoptimierung**
- **Flüssigkeitstriebwerke mit Wasserstoff und Sauerstoff (wie Spätere Oberstufen bei Saturn-Mondraketen)**
- **Raumstationen mit Ausflügen im Schutzanzug unter Schwerelosigkeit**
- **„Geistiger Vater der modernen Weltraumrakete"**



Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (3)

- **1882-1945 Prof. Robert Goddard**
  studierte, experimentierte
  und
- **1916 patentierte er**
  Flüssigkeits-Raketen-
  antriebe

- **1926 gelang ihm der erste**
  größere Freiluft-Test mit einem
  Raketenmodell

- **R. Goddard erhielt 216 Patente und zahlreiche Ehrungen für seine Arbeiten,**
  gilt als Vater der modernen
  Flüssigkeits Triebwerkstechnologie



Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (4)

- **1923 Hermann Oberth propagiert in seinem Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen" Flüssigkeitsraketen für die Weltraumfahrt**

- **ein visionäres Buch über die Chancen und Möglichkeiten der Raumfahrt,**

- **gilt als „deutscher Vater" des**
- **Raumfahrtgedankens.**

  Wernher von Braun begeisterte sich an seinen Ideen und arbeitete mit ihm zusammen.



Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (5)

- Ab 1923 In Deutschland wird die Raketenentwicklung erstmals staatlich gefördert (nicht vom Versailler Vertrag beschränkt!). Ein Entwicklungsteam unter Walter Dornberger und mit Wernher v. Braun (der noch Student war) arbeitet erst in Kummersdorf (bei Berlin), dann

- ab 1936 in Peenemünde. Dort wurden mit der Entwicklung der Aggregate A1 bis A4 (später V2) die wesentlichen Grundlagen für alle späteren Aktivitäten der Raketentechnik und Weltraumfahrt gelegt, für den Einsatz als Waffen aber lange nicht ernst genommen. Wernher von Braun wurde Chef der Entwicklung in diesem Team mit über 100 Mitarbeitern. Erst die A4 war erfolgreich, erreicht im Oktober 1942 eine Höhe von 70 km mit Mach 5,2, der erste Einstieg in den Weltraum.

Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (6)

- 1943 Im Krieg in die Defensive geraten erhielten Entwicklungen wie die von Fiesseler 103 (A2)

  („fliegende Bombe") und A4

  (senkrecht startende Flüssigkeitsrakete als Bombenträger) plötzlich höchste Priorität in Deutschland.

- Als Vergeltungswaffen V1 und V2 sollten sie den Endsieg schaffen.

- Nach einem Fliegerangriff auf Peenemünde wurde die Serienfertigung in unterirdische Stollen bei Nordhausen verlegt und unter unmenschlichen Umständen von Häftlingen und Kriegsgefangenen durchgeführt (900 V2 /Monat geplant).

- Bis Kriegsende wurden mehr als 6000 V2 gebaut über 4000 abgeschossen. Sie richteten (insbes. in London, Canterbury..) verheerenden Schaden an, mit vielen Opfern bei der Zivilbevölkerung.



Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (7)

- **1945 Ingenieure und Gerät waren beliebte Kriegsbeute der Alliierten**

  Ein wesentlicher Teil des Teams (einschließlich v. Braun, Dornberger...) wurde von den Amerikanern vor den Russen in Sicherheit und nach Reutte /Tirol gebracht (Operation Paperclip), von dort mit zahlreichen V2 und Gerät nach USA/White Sands transportiert. Bereits Juni 1946 wurden dort Teststarts mit V2-Raketen durchgeführt und die Weiterentwicklung mit den deutschen Ingenieuren vorangetrieben.

- Die Weiterentwicklung der V2 bei der US Army führte zur Redstone-Rakete. Die NAVY konzentrierte sich auf eine neue Linie mit schwenkbarem Triebwerk (ebenfalls auf V2-Basis), die für die Höhenforschung ausgelegte Rakete Viking. Hieraus wurde später die 1. Stufe der Vanguard entwickelt, die den ersten amerikanischen Satelliten in den Weltraum bringen sollte.

- Andere Techniker des Entwicklungsteams und Gerät fiel den einmarschierenden Russen in die Hände, die das Arsenal von Peenemünde besetzten, und auch die Engländer bedienten sich mit Unterlagen und V2‘s aus den Beständen. In England wurde auf dieser Basis die Blue Streak-Rakete, daraus dann Black Arrow entwickelt, für die Russen waren Personal, Material und Pläne entscheidend beim Aufbau ihres Raketenprogramms.

- Nach Frankreich kamen Ingenieure der BMW und Mercedes-Triebwerksentwicklung, die entscheidend an der Technologie der dortigen Triebwerksfirmen SNECMA und Turbomeca mitwirkten

Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (8)

- 4.Oktober 1957
- Russland startet den 1. künstlichen Erdsatelliten (83,6kg, d=68cm)

  Sputnik 1 auf eine elliptische Bahn (p=228km, a=947km),
- misst Dichte der Atmosphäre und und die Ausbreitung elektromagnetischer

  Wellen in der Ionosphäre



Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (9)

- ANMERKUNGEN zu den ersten künstlichen Satelliten der Menschheitsgeschichte

1. Die russischen Erfolge schockierten die westliche Welt, insbesondere die USA, die sich im technologischen Bereich in einer Vormachtstellung wähnten

2. Russland/die Sowjetunion demonstrierte, dass es in der Lage war, größere Nutzlasten (z. b. Atomsprengköpfe/Wasserstoffbombe) über sehr weite Strecken, etwa über den Atlantik, bis in die USA zu transportieren

3. Es wurden erste zusätzliche Erkenntnisse über das erdnahe All gewonnen, durch Messungen mit entsprechend instrumentierten Satelliten

4. Die seit Kepler und Galileo gewonnene Erkenntnis über die Kugelgestalt der Erde und Elemente des Planetensystems mit unserer Sonne im Mittelpunkt wurde bestätigt. Mitteilung der Gesellschaft für Erdweltforschung in München (Sommer57) „Wir verfügen über umfangreiches wissenschaftliches Material, das die astronomischen Vorstellungen als unzutreffend erweist und die Erde als geschlossene Kugel erscheinen lässt. In dieser Hohlwelt ist ein Kreisen von Meßsatelliten ausgeschlossen….“

Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (10)

- 3.November 1957
- Sputnik 2 (508 kg)

  mit Hündin Laika an Bord
- Keine Rückführung, Hündin Laika wird eingeschläfert



Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (11)

- Dezember 57 Vanguard 1 explodiert beim Start auf gleichnamiger Rakete der Navy

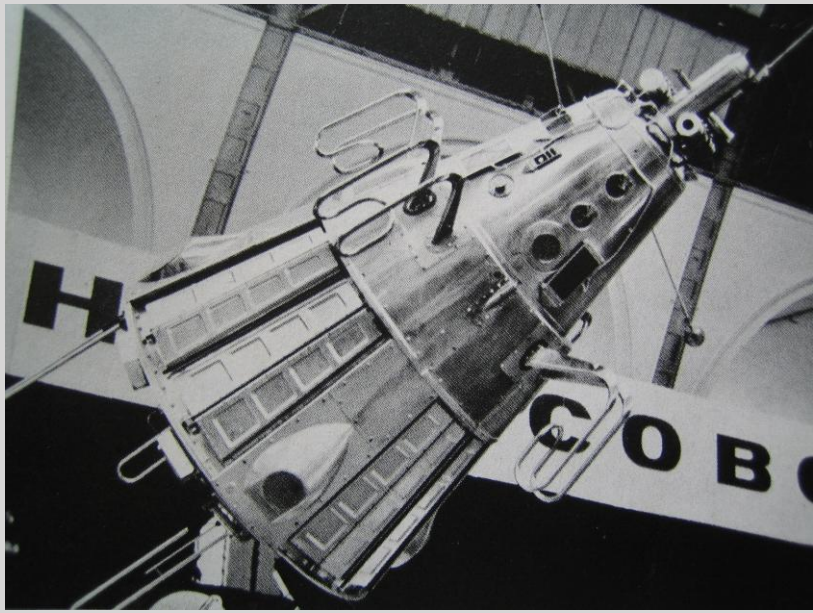
- 31.Januar 58 Explorer 1 auf einer Jupiter-C Rakete (Weiterentwicklung der Redstone) der Army unter W.v. Braun erfolgreich gestartet, (14kg, d=15cm).

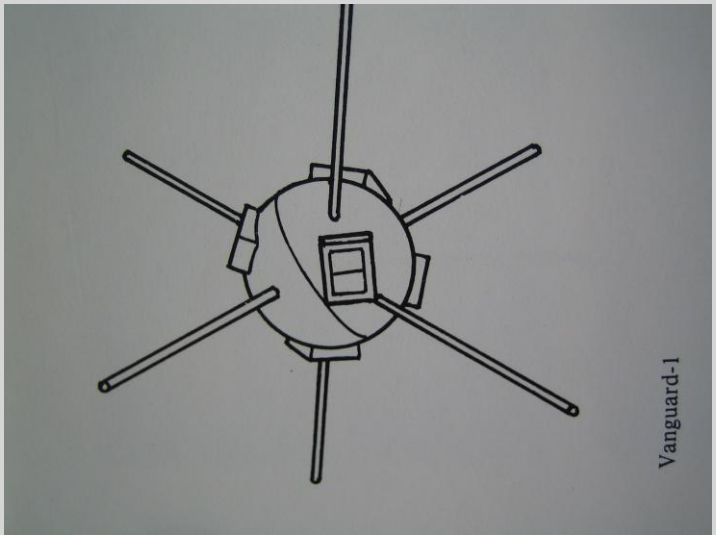
  Elliptische Bahn (p=367 a=2548km)
  Strahlungsmessungen:
  Entdeckung des Van-Allen-Gürtels



Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (12)

- 15.May 58 Sputnik 3 mit 1327 kg Masse, 968 kg Nutzlast (wissenschaftliche Instrumente), bleibt bis April 60 im Orbit
- 1. Okt. 1958 National Aeronautics and Space Administration (NASA) gegründet, Cape Canaveral/Florida als nationaler Startplatz festgelegt
- 5. Nov. 1958 Das Manned Space Center (MSC) mit Sitz in Houston nimmt den Betrieb auf
- 5 Monate später werden bereits die ersten Astronauten ausgewählt
- 17.Februar 59 Vanguard 2 der Navy erfolgreich gestartet (kl. Satellit, stark elliptische Bahn)





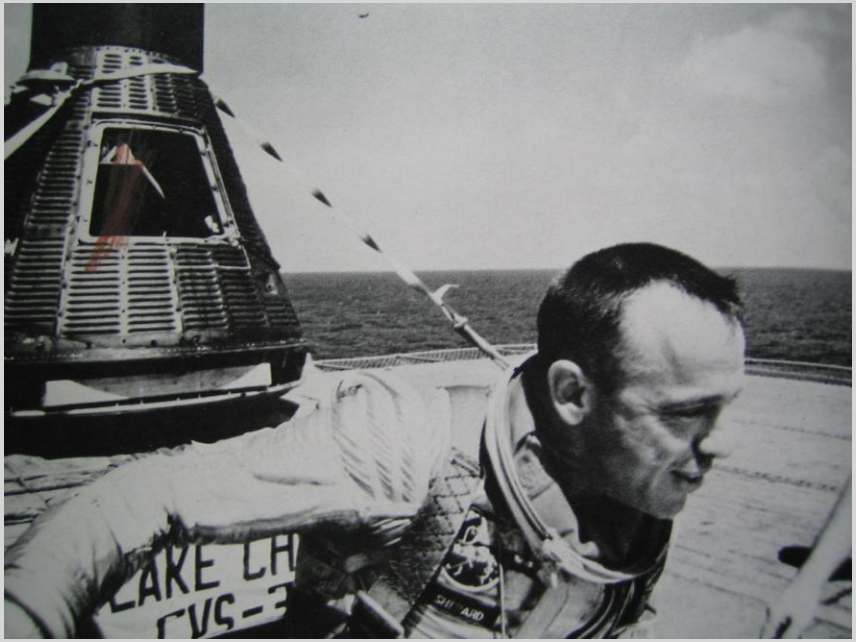
Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (14)

Schimpansin HAM (Jan 61) und Juri Gagarin(12.April 61) in seiner Kapsel





Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (15)
Alan Shepard (5.Mai 61) und Juri Gagarin(12.April 61)





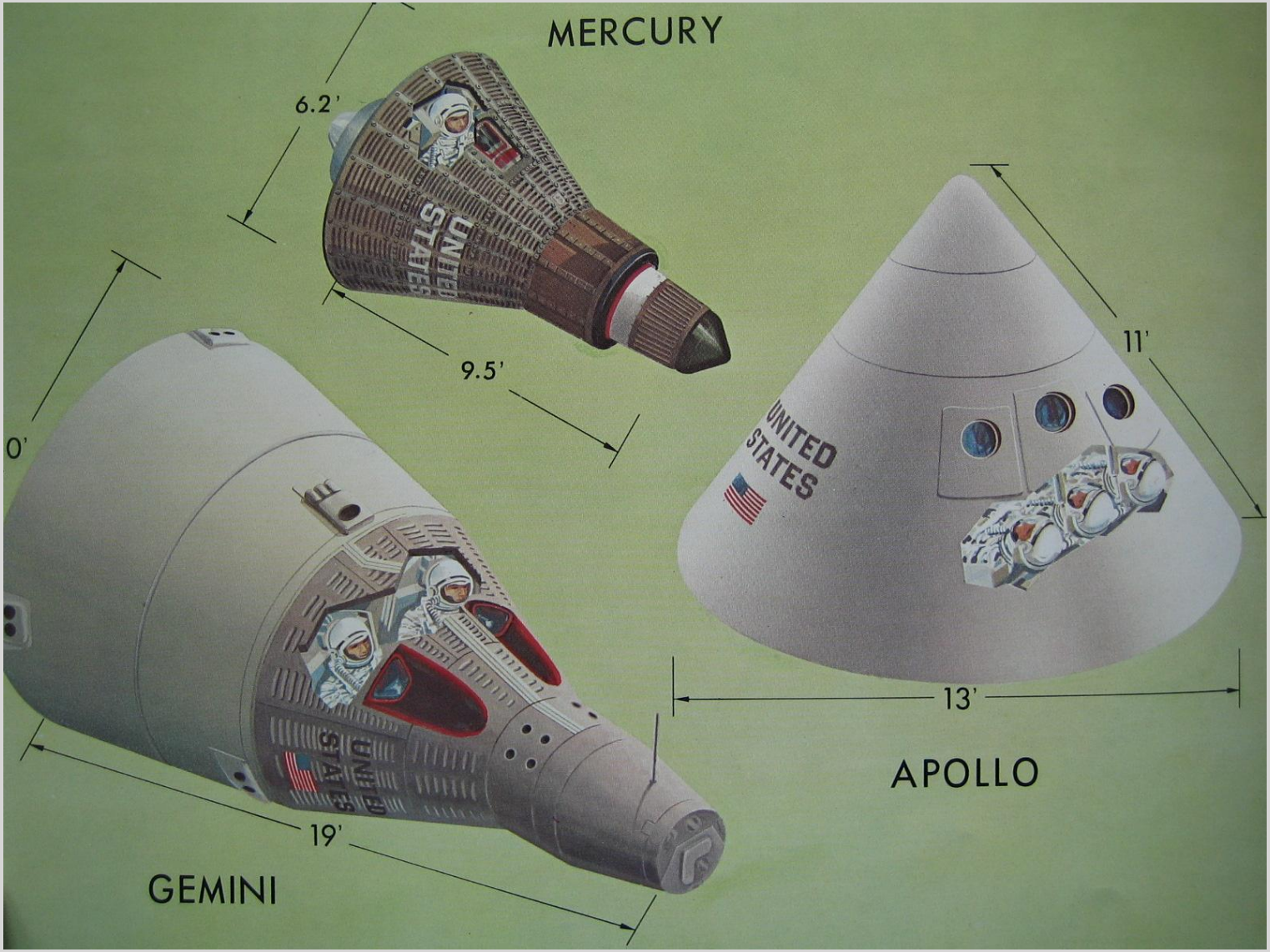
Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (13)

Zielrichtung: MOND

- 25. Mai 1961 Präsident Kennedy gibt die Erklärung vor dem Kongress ab, noch vor Ende der Dekade einen Menschen zum Mond zu senden

- Es gehörte ein ungeheures Vertrauen in die Leistungsfähigkeit der neuen Technologie und das Management dazu, im Mai 1961 einen bemannten Flug zum Mond in einem Zeitraum von weniger als 10 Jahren anzukündigen, nur 3 Jahre nach dem Start des ersten Satelliten und wenige Monate nach dem ersten Raumflug

Bemannter Raumflug (2)
US Kapseln Mercury, Gemini, Apollo



Bemannter Raumflug (8)

- Das epochale Ereignis der ersten Mondlandung fand 2 Monate später statt: Eine 3-köpfige Besatzung startete mit Apollo 11 am 16. Juli 1969 um 9.32 am. Die Mondlandung, der „touchdown", erfolgte am 20.Juli 16.17h (22.17MEZ).

- Die Flugzeit mit allen Manövern, der Umkreisung des Mondes (112 km Höhe), das Abkoppeln des Lunar Modules (Eagle) vom Orbiter(„Columbus"), die Abbremsen und der Abstieg des „Eagle" zur Mondoberfläche, zur Landung, betrug also 4Tage, 6 Std. und 45 Minuten.

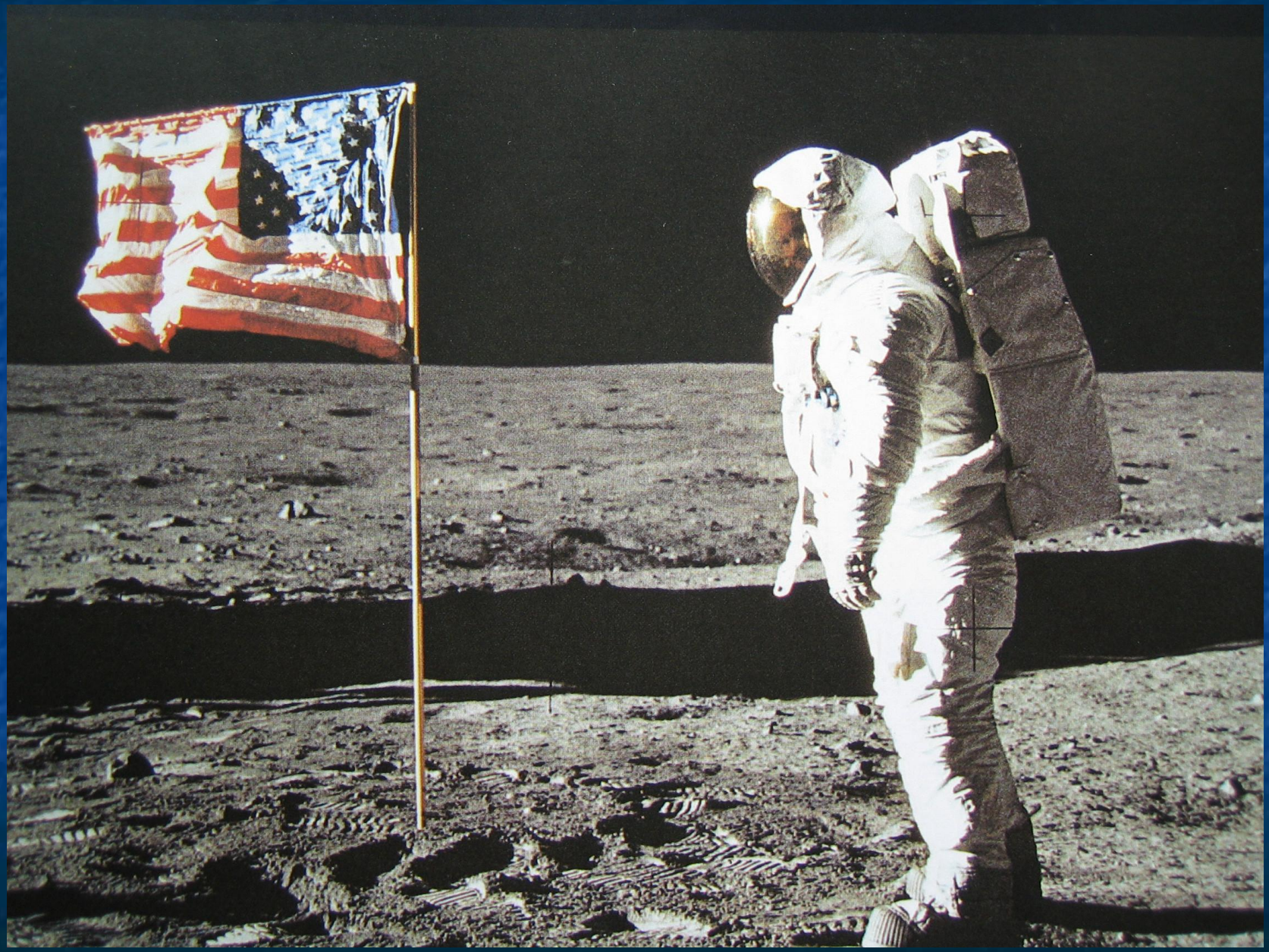
- Neil Armstrong war der erste Mensch, der sechs Stunden später, um 21.56 Uhr (zentralamerikanische Sommerzeit = 21.7.69 um 3 h 56 MEZ) den Mond betreten durfte. Seine Worte

  „Ein kleiner Schritt für einen Menschen, aber ein großer Sprung vorwärts für die Menschheit"

  sind in die Geschichte eingegangen.

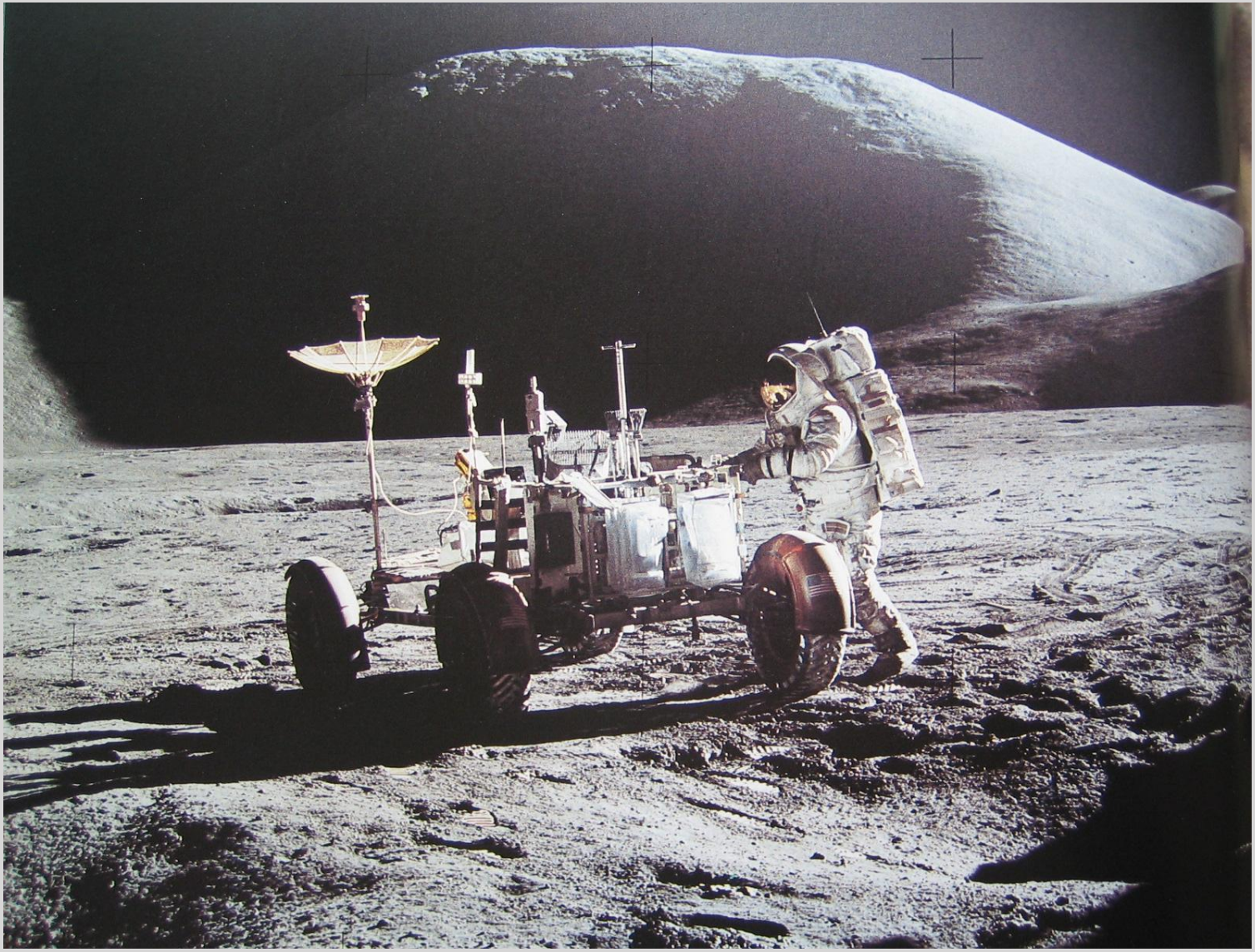


Bemannter Raumflug (9)



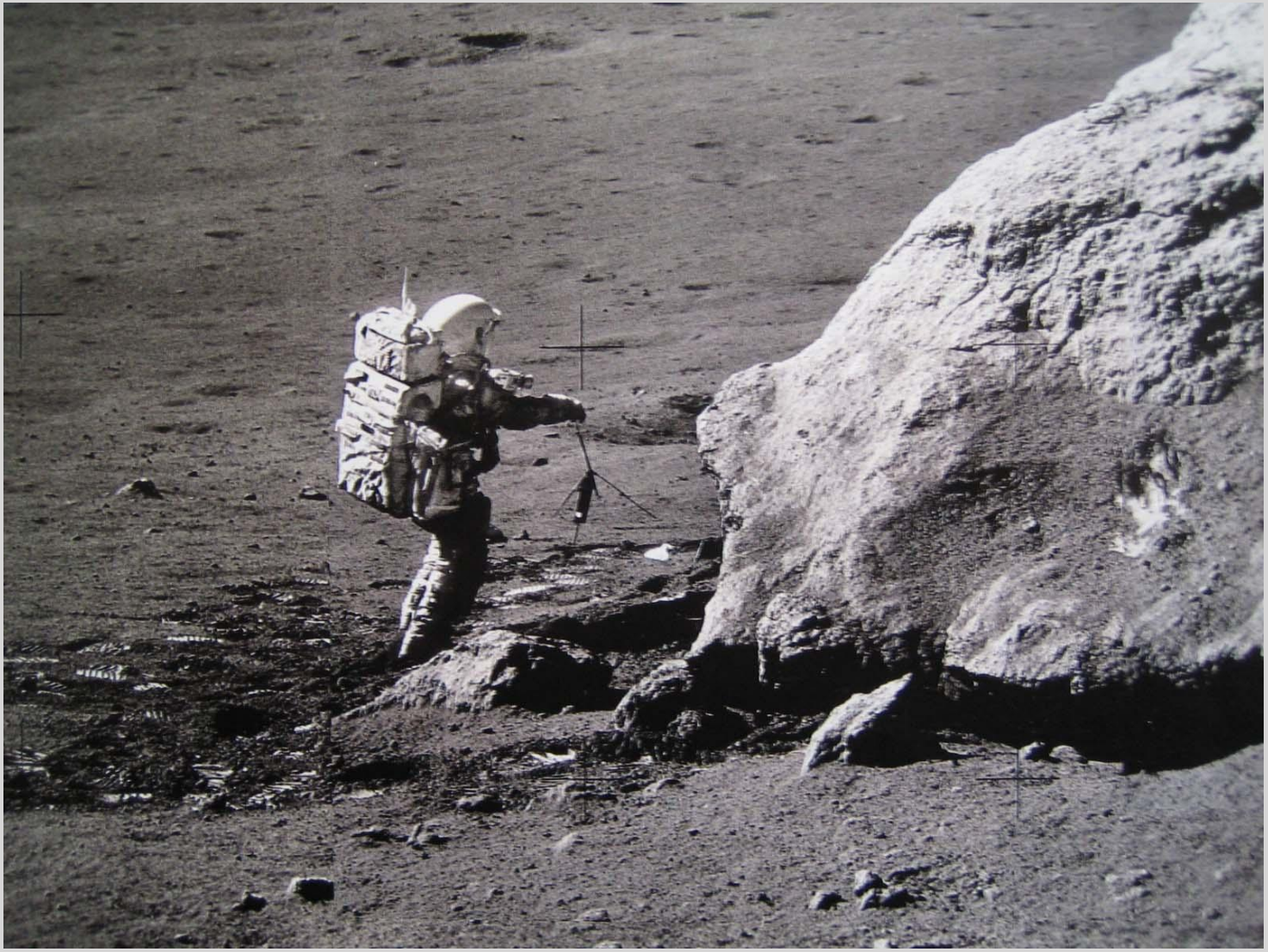
Bemannter Raumflug (18)

Apollo 15: elektrogetriebenes Mondauto vor 4500 m hohem Mt. Hadley (31. Juli 71)



Bemannter Raumflug (23)

Apollo 17 (Dez 1972) vor einem großen Felsen zur Entnahme von Gesteinsproben



ERFORSCHUNG DES WELTRAUMS (4.3)

Unser Sonnensystem

Planetenmissionen: Expeditionen zum Mars

Mars-Rover Spirit und Opportunity 2004 und über 2005 hinaus



Visionen zur Zeit der Euphorie der Mondlandung

- NASA Administrator Dr. George Mueller fand euphorische Worte nach geglückter Mondlandung und Rückkehr der Astronauten Ende 1969:

  „Dies ist die Stunde der Entscheidung, den Geist unserer Vorväter wieder aufleben zu lassen, eine Ära des gemeinsamen Aufbruchs für alle Menschen… Der Wille unserer Nation und der ganzen Welt wird entscheiden, ob die Menschheit den großen Sprung zu den Planeten machen wird…"

- Dr. Mueller glaubte, dass die Landung von Menschen auf dem Mars schon Anfang der achtziger Jahre realisierbar ist… sofern Regierung und Kongress jetzt (1969) ein entsprechendes Projekt beschließen und die nötigen Mittel bereitstellen.

- Wernher von Braun sagt die Landung auf dem Mars für 1982 voraus.

- Der Flug zum Mars ist selbst bei günstigster Konstellation ein um viele schwierigeres Unterfangen als die Mondlandung. Sie setzt eine Missionsdauer von rund drei Jahren voraus, ein Hin- bzw Rückflug sind unter sechzehn Monaten (einfach) mit heute verfügbarer Technologie nicht zu machen. Mit neuartigen elektrischen Photonen- (oder Ionenstrahl-) Triebwerken oder Arcjets (auch Lichtbogen-Triebwerke) soll die Missionsdauer auf etwa die Hälfte reduziert werden können. Sie ermöglichen sehr lange Antriebsphasen bei geringem Verbrauch an Treibstoff, allerdings bei nur sehr schwachem Schub.

Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (18)
EUROPA

- Ab Mitte 60-er Jahre: erste europäische Satelliten (z. b. 1964 erste italienische San Marco-Satelliten, und französische Satelliten France 1, 2. 1968 Erster Deutsch/Europäischer- Satellit HEOS (Highly Excentric Orbit Satellite) zur Erkundung erdnaher und erdferner Schichten
- Frankreich nutzt seine Langstreckenraketen Diamant, Veronique für Satellitenstarts von Kourou/ Französisch Guyana aus
- Die Europäischen Raumfahrtagenturen ESRO (für Satelliten) und ELDO (für Trägerraketen) werden gegründet (1963)
- Ab 1964 Startversuche der Europa 1 Trägerrakete in Woomera/Australien, später Europa II (1971) ohne überzeugenden Erfolg
- Ab 1967 Start der wissenschaftlichen Satelliten ESRO 1A, 1B, 2A, 2B, 4 HEOS 1,2, TD etc.
- 1973 Gründung der European Space Agency (ESA) nach Auflösung von

  ELDO und ESRO; Initiierung zahlreicher weiterer Programme zur Weltraumforschung; Meteosat zur Wetterbeobachtung (Start Meteosat 1 1967); OTS 1,2 für Telekommunikation
- Initiierung des Trägerprogramms ARIANE (Frankreich, Deutschland war skeptisch), Klaus von Dohnany (BmFT): „Wir müssen das Rad nicht nochmal neu erfinden!“)

22. JANVIER 1963:
CHARLES DE GAULLE ET KONRAD ADENAUER SIGNENT LE TRAITÉ DE L' ÉLYSÉE

LA PRINCIPALE MOTIVATION EST LA RECONCILIATION ENTRE LA FRANCE ET L'ALLEMAGNE, AINSI QUE LA COOPÉRATION EN MATIÈRE DE LA POLITIQUE ÉTRANGÈRE, DE L'ÉCONOMIE, CULTURE ET TECHNOLOGIE



SYMPHONIE

- Erstes wissenschaftlich-technisches Großprojekt unter dem Elyssee-Vertrag zur Entwicklung des Nachrichtensatelliten SYMPHONIE 1969-1975
- Zusammenführung der Projekte SAROS (F) und OLYMPIA (D)
- Erster 3-Achsenstabilisierter Kommunikationssatellit der Welt, mit 2 Transpondern (Kanälen) für je 2 TV-Programme und bis 800 Telefongespräche; 7 J Design-Lebenszeit (10 Jahre erreicht)

- 19.Dez.1974 Start Symphonie 1 mit Thor Delta von Cape Kennedy
- 27.Aug 1975 Start Symphonie 2
- USA verbieten kommerzielle Nutzung im Startvertrag, mit dem Ergebnis eigener Entwicklung von Komponenten der Europäer und einer Forcierung des ARIANE Trägerprogramms, dem nun auch Deutschland maßgeblich beitritt
- Symphonie wird zahlreichen Ländern für Übertragungsversuche, Bildungsfernsehen zur Verfügung gestellt (Indien, Iran, Thailand, Senegal, Togo, Elfenbeinküste, Kamerun…) und bei Blauhelmmissionen Israel/Palästina eingesetzt.

Die Realität: eine kleine Geschichte der Raumfahrt (20)
Symphonie-Team vor Flugmodell des Satelliten 1974





SYMPHONIE



Transmissions par Satellite

- Global (Réception)
- Zone Euro-Africaine
- Zone Américaine

C-Band Charge Utile (4 / 6 GHz)

- 2 Répéteurs 90 MHz Tubes de 13 Watt
- 2 Antennes paraboliques
- 1 Antenne de cornet globale

Capacité de transmission:

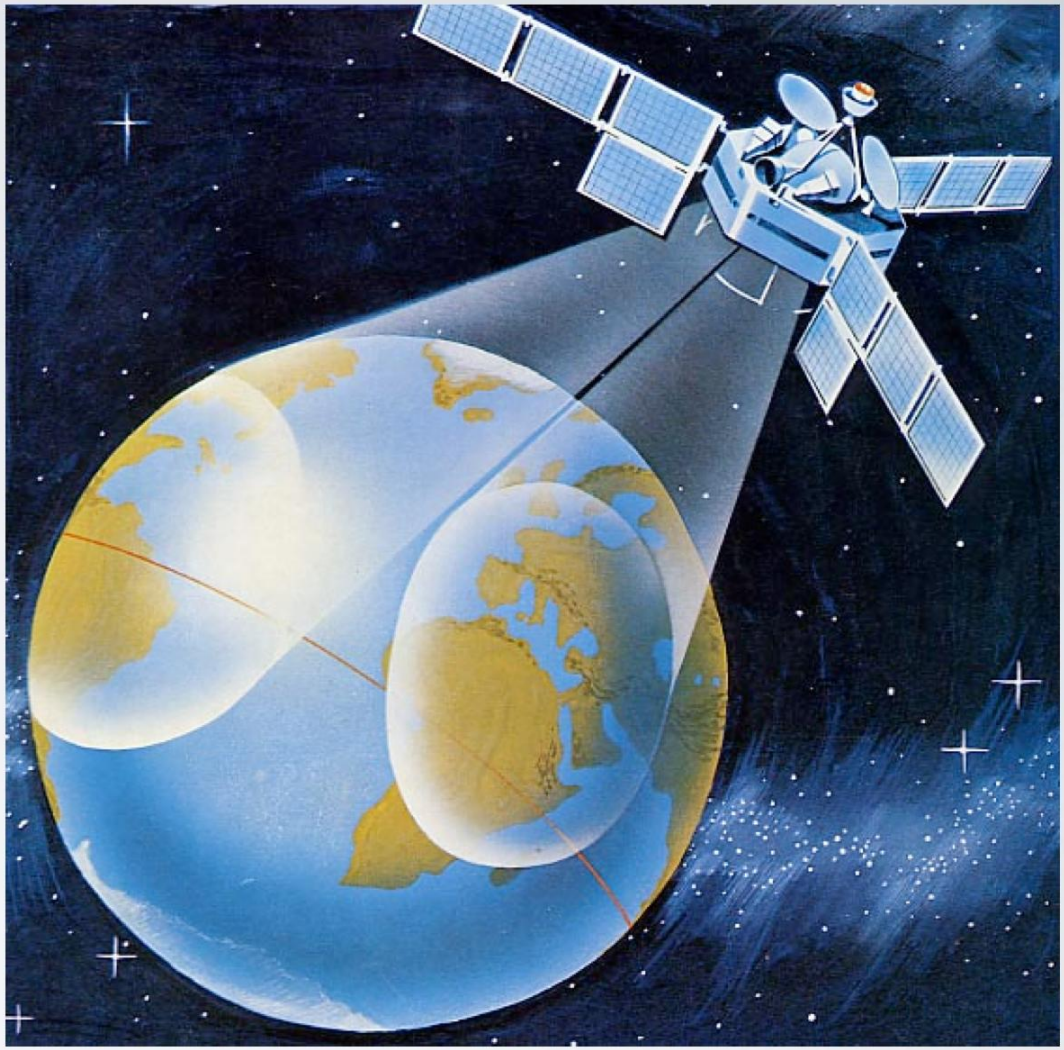
- 1 Programme de TV couleur/ Répéteur
- ou 600 Canaux de téléphone/ Répéteur

Stations principales de transmission:

- Stations fixes de 16 m dia.
- Antenne mobiles de 5-12 m dia.
- Antenne transportables (3-4m die.)

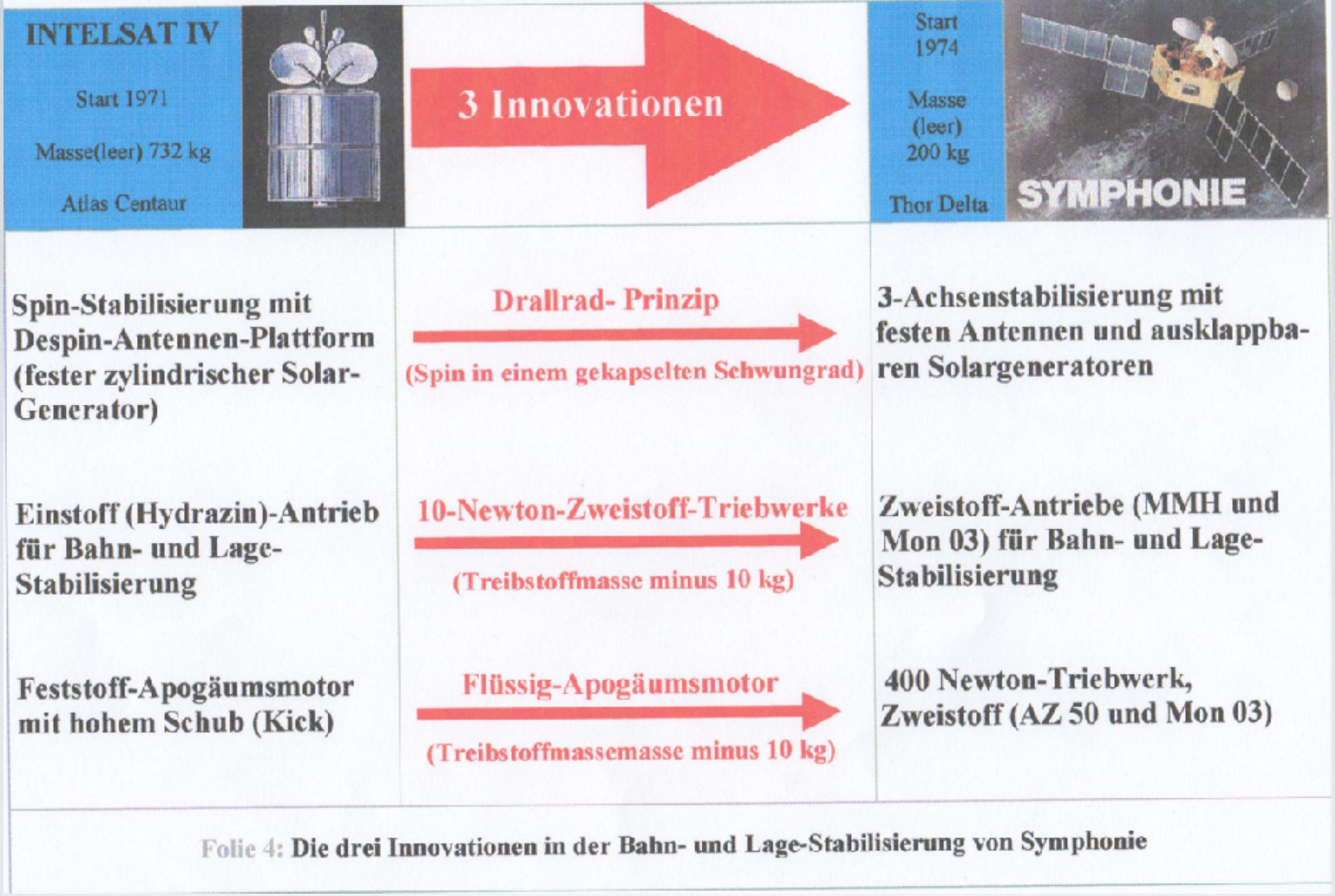
Une mission exigeante pour son temps, des technologies de transmission traditionnelles

Stabilisation 3-axes



SYMPHONIE PERMET AVEC SON FAISEAU EURO-AFRICAIN ET LE FAISEAU AMERICAIN DES COMMUNICATIONS TRANSATLANTIQUES, MAIS AUSSI ENTRE L'AMÉRIQUE DU SUD OU L' EUROPE ET CANADA, L'EUROP ET L'AFRIQUE

En placeant le satellite sur position 49° Est le faiseau américain vient sur l'Europe, et le faiseau Europeain couvre l' Asie.

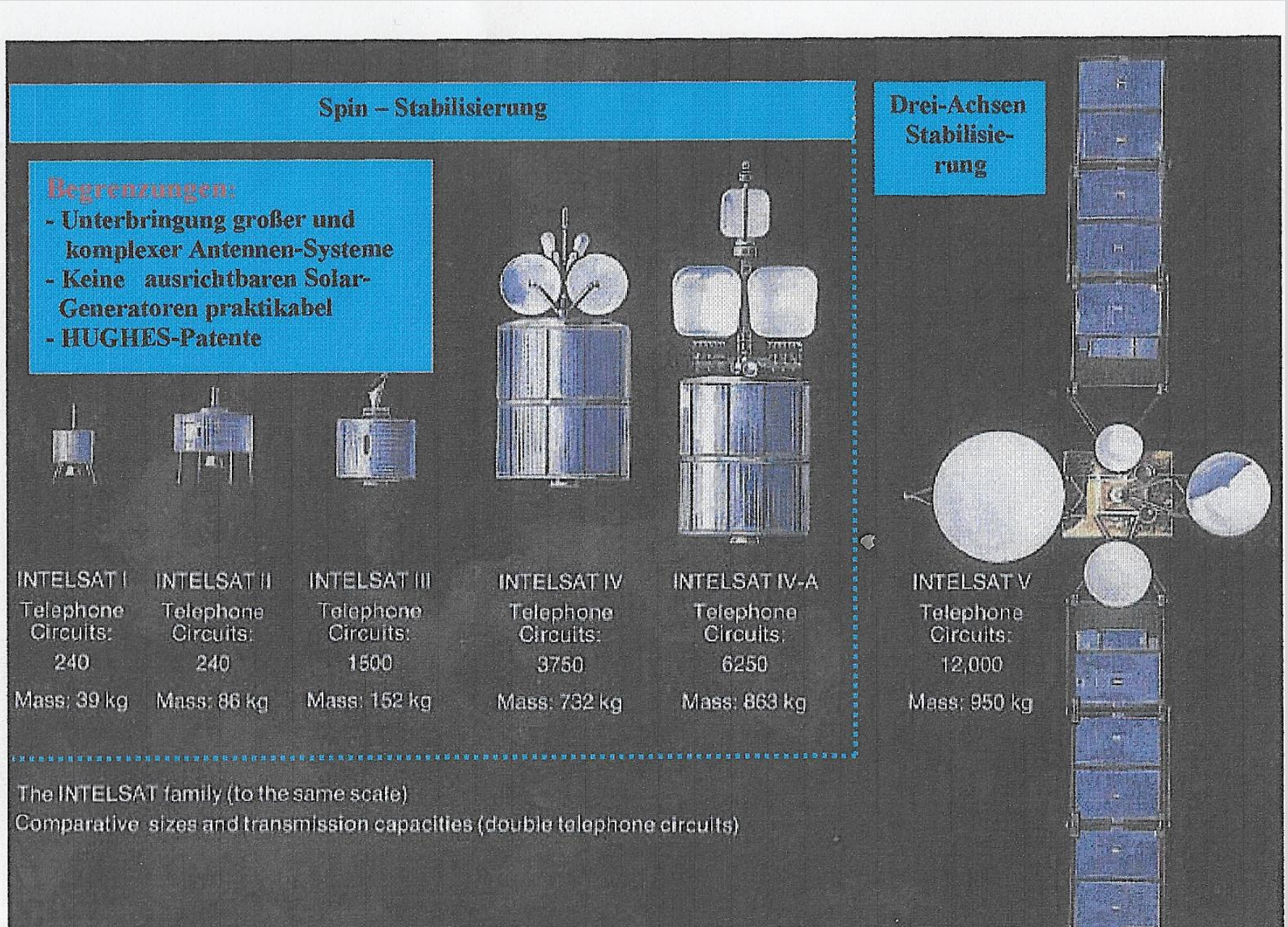


Folie 4: **Die drei Innovationen in der Bahn- und Lage-Stabilisierung von Symphonie**

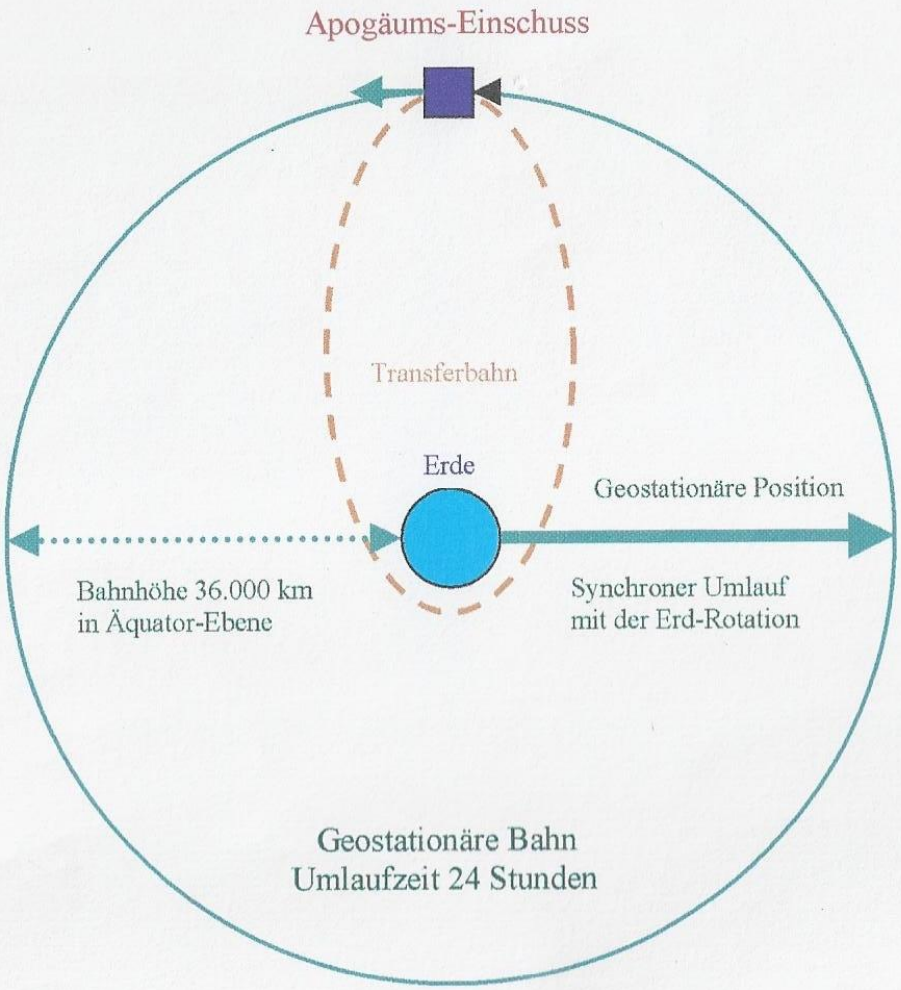
LES SATELLITES AMÉRICAINS ÉTAIENT STABILISÉS PAR SPIN (BREVET HUGHES), AINSI LIMITÉS EN PERFORMANCE PAR LES GÉNÉRATEURS CYLINDRIQUES, ET LES ANTENNES DEVRAIENT ÊTRE ..DESPUN“ PAR UNE ROTATION EN SENS INVERSE

Innovation mondiale: le satellite de télécom stabilisé trois axes

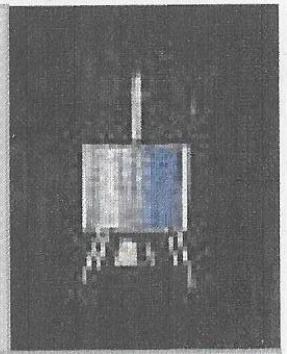
Entwicklung Spinstabilisierter Satelliten und Übergang zu 3-Achsen Stabilisierung



Symphonie Transferorbit zum Geostationären Orbit (GEO)



Geostationäre Bahn und Apogäums-Einschuss (schematisch)

Erster operationeller geostationärer Nachrichten-Satellit **INTELSAT I genannt „Early Bird“**	
Integrierter Apogäumsmotor	Feststoff
Stabilisierung	Spin (senkrecht zur Äquatorebene)
Masse (kg)	39
Antrieb (für Bahn- und Lage-Stabilisierung)	Einstoff (Hydrazin)
Energie-Erzeugung	Solarzellen auf Zylinder, ca. 30% Effizienz
Telefonverbindungen	240
Bodenstationen	Intelsat (32 m dia.)

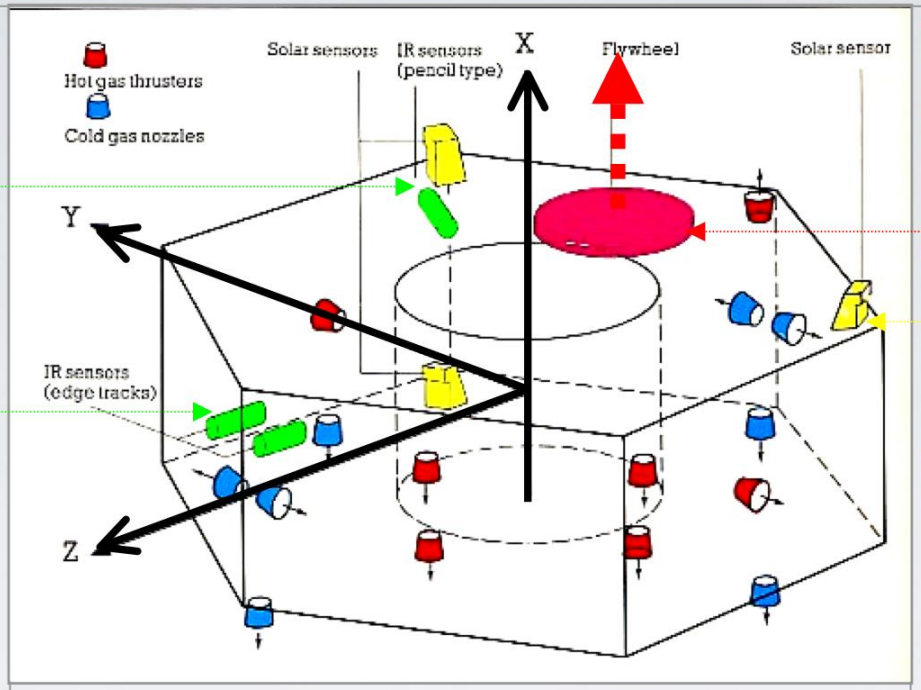
Prinzip und Kenndaten von „Early Bird“

IR-Sensor (Transfer) Hersteller: SODERN (F)





Statischer IR-Sensor für Geostationäre Position Hersteller: SODERN (F)





Drallrad
Drall: 20Nms
3000 U/min
Hersteller: TELDIX (D)



Digitaler Sonnennsen-sor,
Hersteller: LEITZ (D)



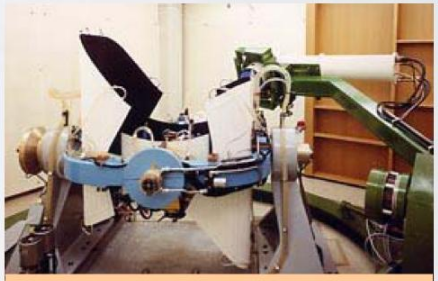
Regel-Elektronik
Hersteller: MBB (D)

Modifikation

Weiterentwicklung

Neu-Entwicklung

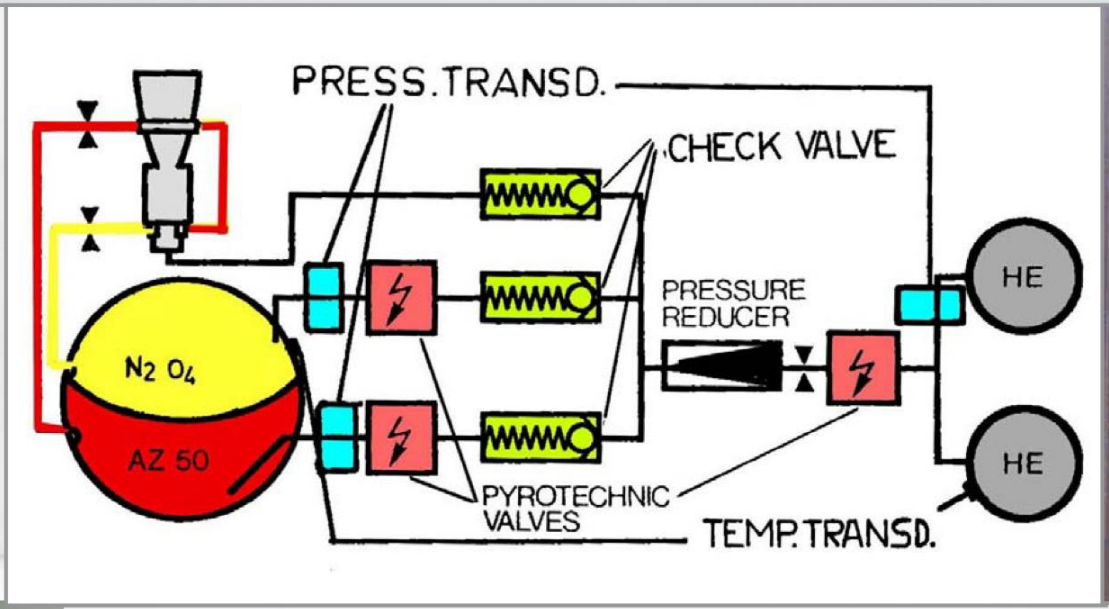
Drallrad-Prinzip: Spin (senkrecht zur Äquatorebene)
Regelung um x-Achse mit Drallrad-Drehzahl
Regelung um y-/z-Achse durch Triebwerkspulse
Lageregelungsgenauigkeit: besser 0,5 Grad in allen Achsen
IR-Sensoren für genaue Erdausrichtung
Sonnensensoren für zusätzliche Lageinformationen
Erprobung des neuen komplexen Stabilisierungs-Systems auf dynamischer Simulationsanlage mit Erd- und Sonnen- Simulation sowieTM/TC-Bedienung durch Bodenstation



Dynamische Simulationsanlage (DFVLR)

Folie 5: 3-Achsenstabilisierung nach dem Drallrad-Prinzip









Wegen Schwierigkeiten mit dem ELDO-Feststoff-Apogäumsmotors wurde von MBB/CIFAS ein Flüssigkeitsmotor nachträglich in das Satellitenkonzept von SYMPHONIE eingeführt.

Benutzung des 400 Newton-Triebwerkes (modifiziert) der 3.Stufe der ELDO-Trägerrakete

Anstelle eines „Kicks“ tritt eine Brennzeit von 20 Minuten im Apogäum auf.
Die dabei auftretenden Gravitationsverluste sind unerheblich klein.

Spezifischer Impuls: 305 sec, Masse: 17,9 kg(leer)/176,5 kg(gefüllt), Druckgas-Förderung

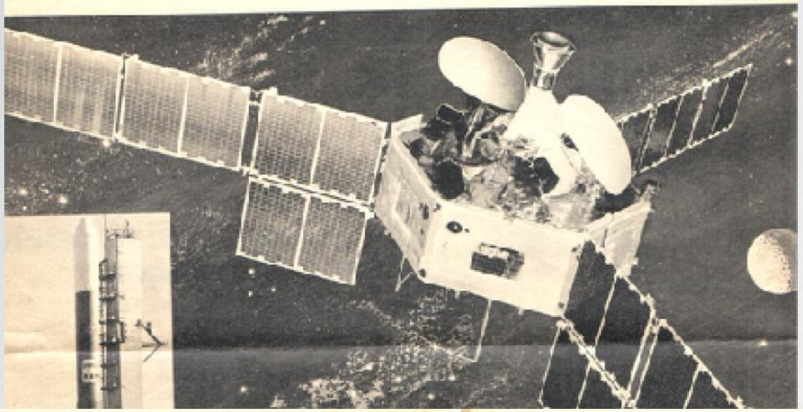
Neu-Entwicklung von System, Titan-Treibstofftank mit Zwischenboden und Fördersystem

Folie 7: **Flüssigkeits-Apogäumsmotor**

Die Deutschen im Weltraum

MADE IN GERMANY

1980 ist es soweit. Dann werden die ersten deutschen Astronauten in einer Raumstation im Weltall kreisen. Die Experimente, die unsere Astronauten ausführen sollen, dienen auch der Krebsforschung. Nicht nur das: Die Entstehung von Naturkatastrophen soll rechtzeitig entdeckt werden



Symphonie

Symphonie Une leçon pour l'Europe

Germain Chambost

Au début des années 70, l'Europe spatiale hésite. Elle traverse même une véritable crise. Français, Allemands et Belges viennent d'essuyer un échec cuisant. Le 5 novembre



Un lanceur au prix fort

Suite au fiasco d'Europa 2 (ci-dessus) en 1971, l'Europe n'a d'autre choix que de recourir à une fusée américaine Thor Delta (ci-contre) pour lancer ses deux satellites Symphonie. Un choix que les Américains vont lui faire payer très cher, imposant des conditions que certains n'hésiteront pas à qualifier de diktat.

Schlangestehen nach Europas Satellit

Lob in höchsten Tönen für ‚Symphonie'

Nachrichten für Ruanda und Schulfunk an der Elfenbeinküste – Direkter Draht zum Roten Kreuz

Sollen bildet sich solch eine Riesenschlange vor einem technischen Gemeinschaftsprodukt aus Europa. Ob Schulfernsehen an der Elfenbeinküste, Nachrichten in Ruanda oder möglicherweise neue Fernmeldeverbindungen in China, das Interesse an der Nutzung des deutsch-französischen Nachrichtensatellitenprogramms „Symphonie" läßt auch drei Jahre nach seinem Schuß ins All nicht nach. „Wir haben allen Grund zum Feiern", stellte ein Sprecher auf der „Geburtstagsparty" fest, die diesmal die deutsch-französische Industrieorganisation Cifas bei Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) in Ottobrunn bei München ausrichtete.

Denn am Starttag des ersten der beiden Satelliten im Dezember 1974 – der zweite folgte im August 1975 – konnten die Verantwortlichen nur ahnen, daß so schnell Ergebnisse bei der Aufteilung von Kapazitäten der Experimentier-Satelliten auftreten könnten.

Das Paar, das Europa, Afrika und große Teile Amerikas und Asiens mit Kommunikationsverbindungen versorgt und zwei Fernsehprogramme oder über 1000 Telefongespräche gleichzeitig übertragen kann, ließ Europa auf dem Schritt Nachrichtensatelliten gegenüber den USA gewaltig aufholen.

Für einen sichtbaren und spektakulären Erfolg sorgte „Symphonie" schon vier Wochen nach dem ersten Start, als eine Fernsehschaltung zwischen Helmut Schmidt und Staatspräsident Giscard auslande kam und jeder Gesprächspartner so das Konterfei seines Kollegen im Zimmer hatte.

Rechtzeitig wurde auch an den Katastropheneinsatz von „Symphonie" gedacht. Denn die notwendigen Sende- und Empfangsstationen sind relativ flexibel, da klein und transportabel, und können per Flugzeug oder Lkw an den jeweiligen Einsatzort gebracht werden. Dadurch können die Informationen besonders auch beispielsweise an das Internationale Rote Kreuz nach Genf weitergeleitet werden.

Seit einiger Zeit ist an der Elfenbeinküste ein erfolgreiches Fernsehexperiment mit Schulungsprogrammen aus Bonn und Paris angelaufen. Es soll auf andere Staaten ausgedehnt werden. Für den Iran ist „Symphonie" die Voraussetzung zur Entwicklung eines eigenen Fernmeldesatellitensystems. Eine komplette Bodenstation wurde im September nach Teheran geliefert. Auch Indien sammelt für sich Erfahrungen aus dem deutsch-französischen Projekt.

Hoffnung setzt man in Europa auf eine baldige Satelliten-Ausschreibung arabischer Staaten.



Das Projekt „Acronsat", das mit „Symphonie"-Technik ausgestattet ist, soll hier Europas Erwartungen realisieren. Möglicherweise sorgt das Satellitenpaar auch für ein erweitertes Programmangebot für Frankreich und die Bundesrepublik von den Olympischen Spielen 1980 in Moskau.

Die europäischen Raumfahrtunternehmen Aerospatiale (Frankreich), ETCA (Belgien) und (Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) haben unterdessen in München einen Vertrag über eine gemeinsame Gesellschaft für Anwendungs- und Nachrichtensatelliten unterzeichnet. Die neue „Eurosatellite CmbH" hat ihren Sitz in München. Die Gründerfirmen wollen ihre technischen Erfahrungen besonders auf dem Sektor Anwendungs- und Nachrichtensatelliten in die neue Gesellschaft einbringen, teilte MBB am Dienstag mit. Als ersten Auftrag erwarte „Eurosatelite" den Vertragsabschluß für „H-SAT" (Heavy-Satellit), der sogenannten schweren Kommunikationssatelliten der Europäischen Raumfahrtorganisation ESA für Direkt-Rundfunk- und -fernsehen.

Schuß in den Ofen

Unbrauchbare Munition geklaut

Bei einem Einbruch in das Munitionsdepot der Bundeswehr in Neuschönningstedt (Kreis Stormarn) haben unbekannte Täter rund 1000 Schuß unbrauchbare Handwaffen-Munition erbeutet. Wie das Standortkommando Hamburg mitteilte, hatten die Einbrecher in der Nacht zum Sonntag einen Zaun aufgeschnitten und sechs Munitionsbehälter aufgebrochen, in denen die zur Vernichtung abgelegte Munition aufbewahrt wurde.

Kinder im Elend

Ausstellung zum Jahr des Kindes

Das von den Vereinten Nationen deklarierte „Jahr des Kindes" soll das Augenmerk der Weltöffentlichkeit auf das Elend unzähliger Kinder in allen Weltteilen richten. Hierzu ist in UN-Hauptquartier in New York eine Weltausstellung eröffnet worden. Die Ausstellung von mehr als 500 Kinderbildern aus 52 Ländern soll nach New York in mehr als 50 Ländern gezeigt werden. Zur Eröffnung der von der Illustrierten „Stern" zusammen mit dem UN-Kinderhilfswerk Unicef organisierten Weltausstellung war neben Unicef-Direktor Henry Labouisse, UN-Botschafter von Wechmar und „Stern"-Chefredakteur Ramon auch der UN-Generalsekretär Waldheim anwe-

Pompidou doutait. Le président lui-même a douté", rappelle Jean-Jacques Dechezelles, à l'époque un des responsables du programme Symphonie. Sans compter le poids des lobbies. Il y a ceux qui croient aux satellites et ceux qui défendent les télécommunications par câble immergé. *"La rivalité entre les deux était sous-jacente à toute cette affaire, jusqu'au sein de l'administration française"*, explique Jean-Pierre Baudry, responsable à l'époque de l'intégration, des essais et du lancement des satellites. En 1972, le sort des satellites Symphonie est donc loin d'être acquis et si la décision est finalement prise de ne pas abandonner le programme, les Européens ne s'en trouvent pas moins en situation inconfortable.

Les Symphonie devront offrir gratuitement leurs services

Français et Allemands ont en effet deux satellites à lancer mais pas de fusée. Pas d'autre solution que d'en passer par les lanceurs américains. C'est là que l'affaire Symphonie se noue. Elle arrive en tout cas à point nommé pour démontrer que, si alliance il doit y avoir avec les États-Unis, l'Europe a tout intérêt à ne pas se présenter en position de quémandeuse. Les négociations avec les Américains vont en effet être impitoyables.

Depuis 1964, année où fut créée l'organisation Intelsat, équivalent occidental de l'Interspoutnik soviétique, ces derniers entendent faire la loi sur les télécommunications spatiales. Intelsat comptait certes à sa création quatorze pays membres, mais son principal actionnaire était la Comsat (Communication satellite corporation), société privée américaine dont trois des administrateurs étaient nommés par le gouvernement américain.

C'est pour réagir contre cette mainmise que Français et Allemands ont décidé, en 1967, de lancer un programme de satellites expérimen-

Die Presse war voll des Lobs

La Presse était enthousiasmée, plein d'éloges

UTILISATION DE SYMPHONIE

EN PLUS DES EXPÉRIMENTS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES RÉALISÉS COMME LA SYNCHRONISATION DE HORLOGES ATOMIQUES, LES TRANSMISSIONS UTILISANT DIFFÉRENTS METHODES DE MULTIPLE ACCÉS, SYMPHONIE SERT DANS PLUS DE 40 PAYS COMME OBJET DE DEMONSTRATION POUR LA TRANSMISSION PAR SATELLITE DE TV ÉDUCATIVE, DES LIAISONS TÉLÉPHONIQUES AVEC DES PAYS ÉLOIGNÉS (COMME LES DÉPARTEMENT D'OUTRE MER) ET LA TRANSMISSION DE TV.

AVEC LE PROGRAMME ESOPE PLUSIEURS PAYS EN AFRIQUE EXPÉRIMENTENT LA TRANSMISSION DE TV-ÉDUCATIVE AUX ENDROITS LOINTAINS DANS LA BROUSSE, DANS LA FÔRET VIÈRGE : P.E. AU TOGO, KAMERUN, SENEGAL, GHANA, GABUN, EN CÔTE D'IVOIRE.
UNO ET UNESCO UTILISENT LES SATELLITES DES MISSIONS DE „PEACE-KEEPING" À JERUSALEM ET SES VOISINS OU POUR RÉALISER UNE LIAISON PERMANENTE DE L'EUROPA AU CENTRE DE L' UNESCO À NAIROBI.

APRÈS LE DÉPLACEMENT DE SYMPHONIE A SUR UNE POSITION DE 49°E DES PAYS COMME LA CHINE, THAILANDE, L'INDE PEUVENT UTILISER LES SERVICES DE SYMPHONIE TEMPORAIREMENT

Avec SYMPHONIE l'Europe peut démontrer dans plus de 40 pays sa capacité en techniques de pointe utilisant des petites antennes portables (VSAT)



Lessons learned
Lektionen aus SYMPHONIE

- Zentrale Projektführung mit integrierter der beteiligten Firmen führt zum Erfolg, d.h.: Abwicklung im Zeit- und Kostenrahmen; Lebensdauer 10 statt 7 Jahre
- Embargo der USA für die Lieferung sensibler Komponenten führt zu Neuentwicklungen und damit zu verstärkter Konkurrenz für die geschützte Industrie
- Die Restriktion der kommerziellen Nutzung des Satelliten bewirkt eine politische Reaktion die mit ARIANE zur Entwicklung eines starken Konkurrenten für die US Trägerraketen führt
- Die technologischen Neuheiten von SYMPHONIE bilden die Basis für deutsche und europäische Beteiligungen an internationalen Projekten wie INTELSAT
- Die Zusammenarbeit der Firmen im Rahmen von SYMPHONIE führen zu der Bildung von Konsortien die in der Fusion und Integration der europäischen Raumfahrtindustrie führen (Aerospatiale/MBB, dann mit Dornier zu DASA und EADS, schließlich zu AIRBUS Defence & Space)
- Auf der Basis des 3-Achsen stabilisierten Symphonie-Satelliten wird mit der SPACEBUS Familie eine international wettbewerbsfähige Plattform für zahlreiche weitere Projekte geschaffen

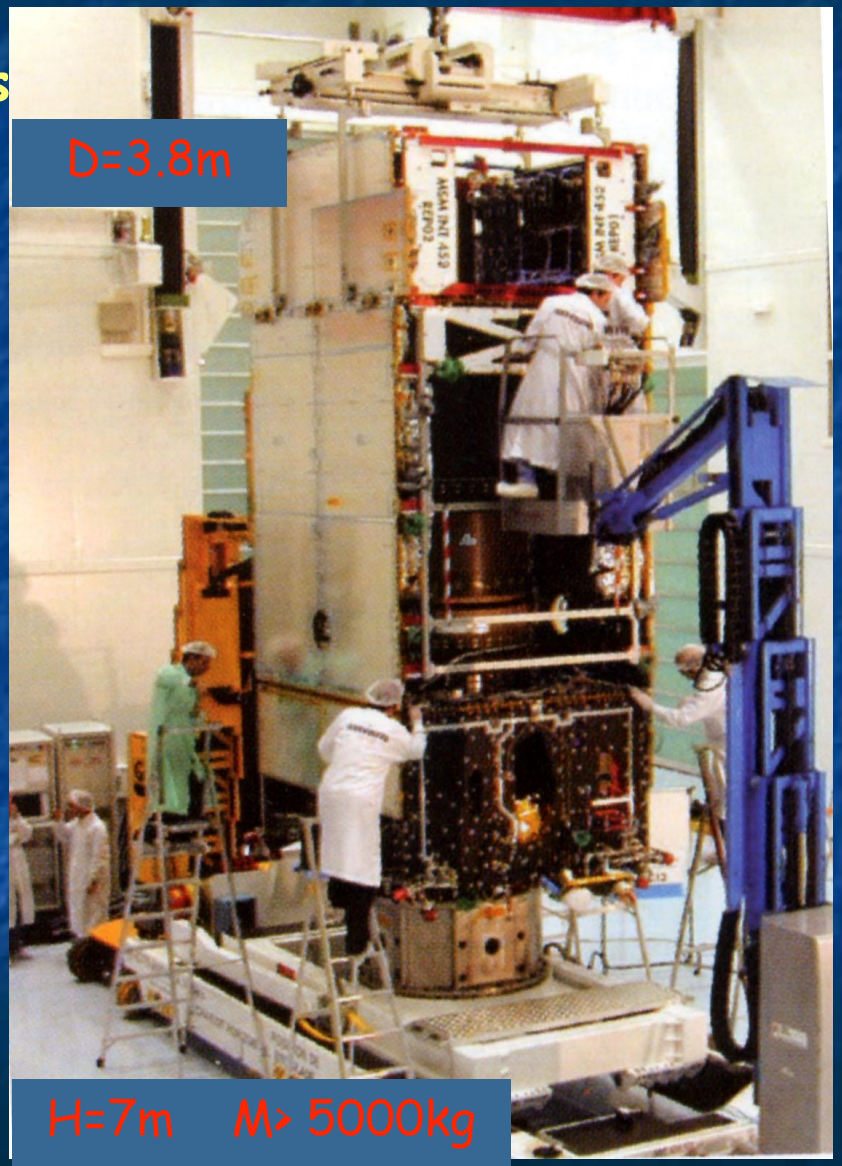
Nutzung der Raumfahrt durch Satelliten (9)
From SYMPHONIE to SPACEBUS 4000

Three decades of magnified wonders !!!



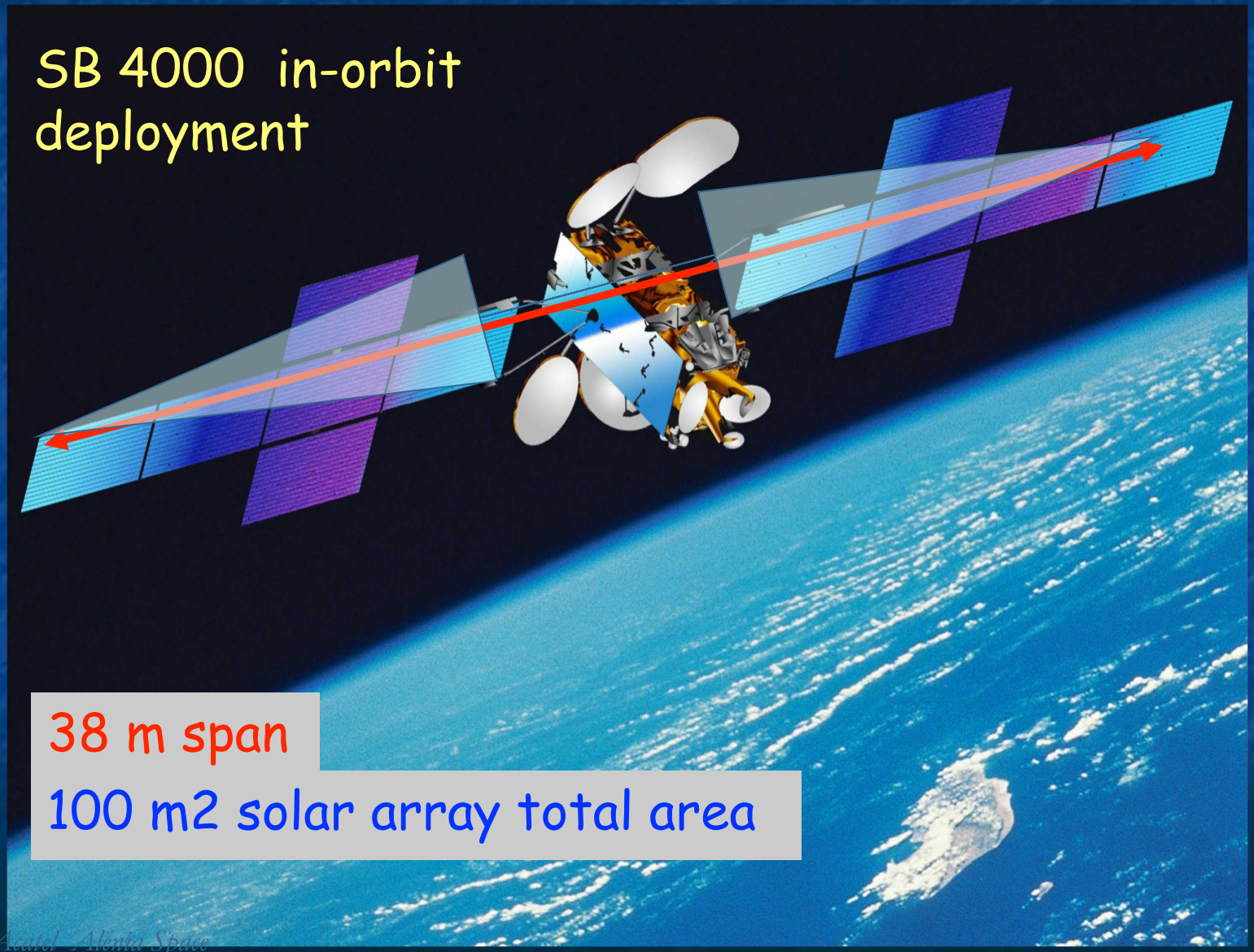
Bdth=3000MHz
100 channels

Bdth=180MHz
2 channels



JJD

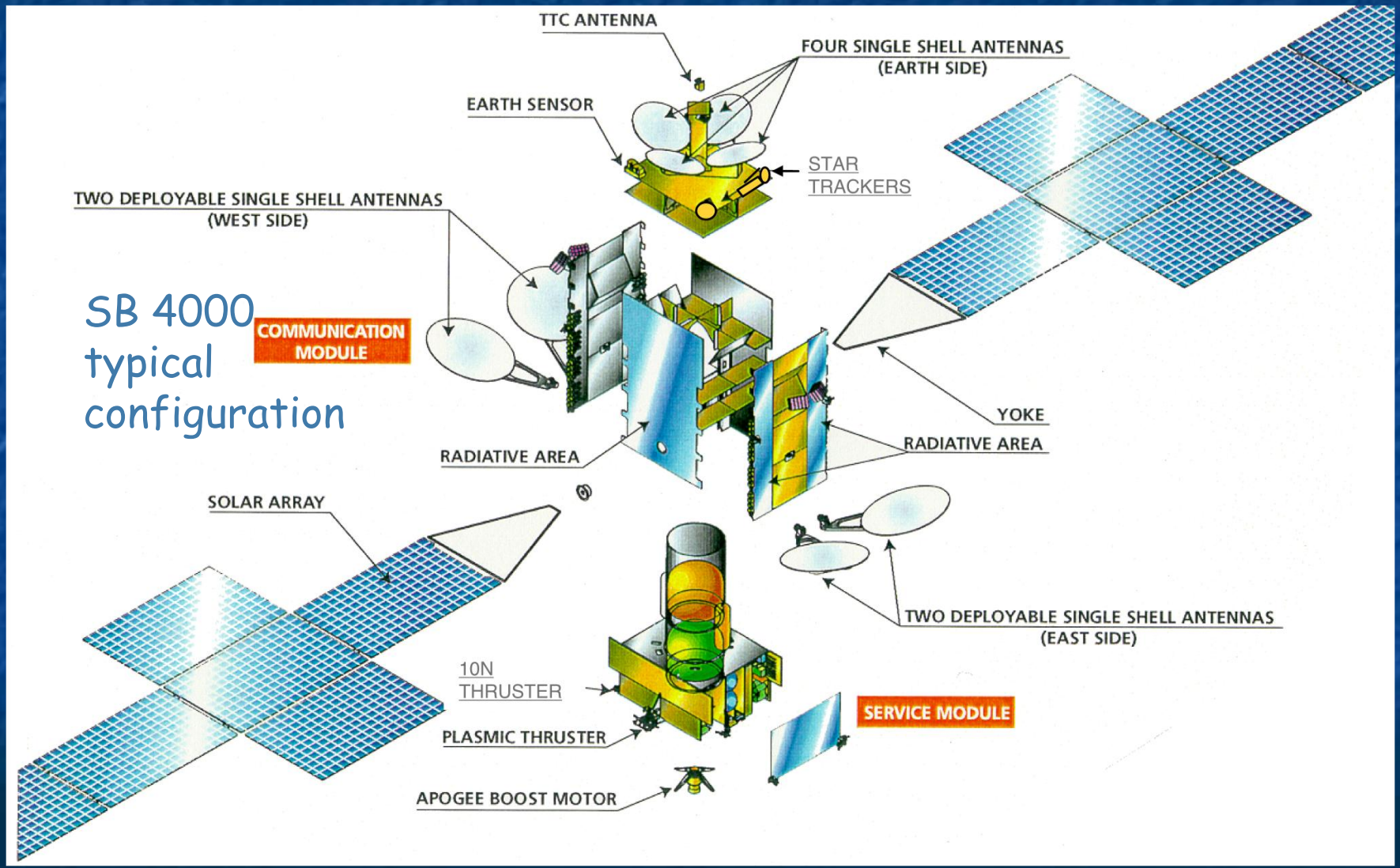
Nutzung der Raumfahrt durch Satelliten (3)
From SYMPHONIE to SPACEBUS 4000



Courtesy of Acatel Alenia Space

Nutzung der Raumfahrt durch Satelliten (4)

From SYMPHONIE to SPACEBUS 4000



Courtesy of Acatel Alenia Space

Raumfahrt in EUROPA in den 1980/90-er Jahren

- ESA initiiert zahlreiche wissenschaftliche Satellitenprojekte der Europäischen Teilnehmerstaaten, entwickelt Wettersatelliten zur kommerziellen Einsatzreife (bis Meteosat 7 in 1997), Raumsonden wie CLUSTER und HUYGENS (Erforschung der Titan- Atmosphäre, des größten Mondes von Saturn einschließlich Bodenproben: Ankunft und umfangreiches Bildmaterial ab 2004)
- Für die kommerzielle Nutzung von Trägerraketen wird in den 80-er Jahren ARIANESPACE gegründet
- ARIANE Trägerprogramm von Ariane 1 bis Ariane 4 (erfolgreichster kommerzieller Träger mit über 130 erfolgreichen Starts)
- Ab 90-er Jahren ARIANE 5 mit 112 erfolgreichen Starts (Sollte das Europäischen Raumfahrzeug HERMES transportieren, war daher „Manrated").
- seit 2024 ARIANE 6 mit bisher 9 erfolgreichen Starts

- Für die europaweite Telekommunikation wird EUTELSAT gegründet (komplementär zu Intelsat
- Für die kommerziellen Anwendungen der Wettersatelliten wird EUMETSAT als Betriebsgesellschaft gegründet
- Für die kommerzielle Nutzung von Erdbeobachtungssatelliten (Französische SPOT) wird Anfang der 90-er Jahre SPOTIMAGE gegründet

- Ebenfalls 1990 wird in Frankreich LOCSTAR gegründet, die Navigations, Ortunungsdienste und Messaging insbesondere für Lastwagenflotten, anbieten sollte

LOCSTAR

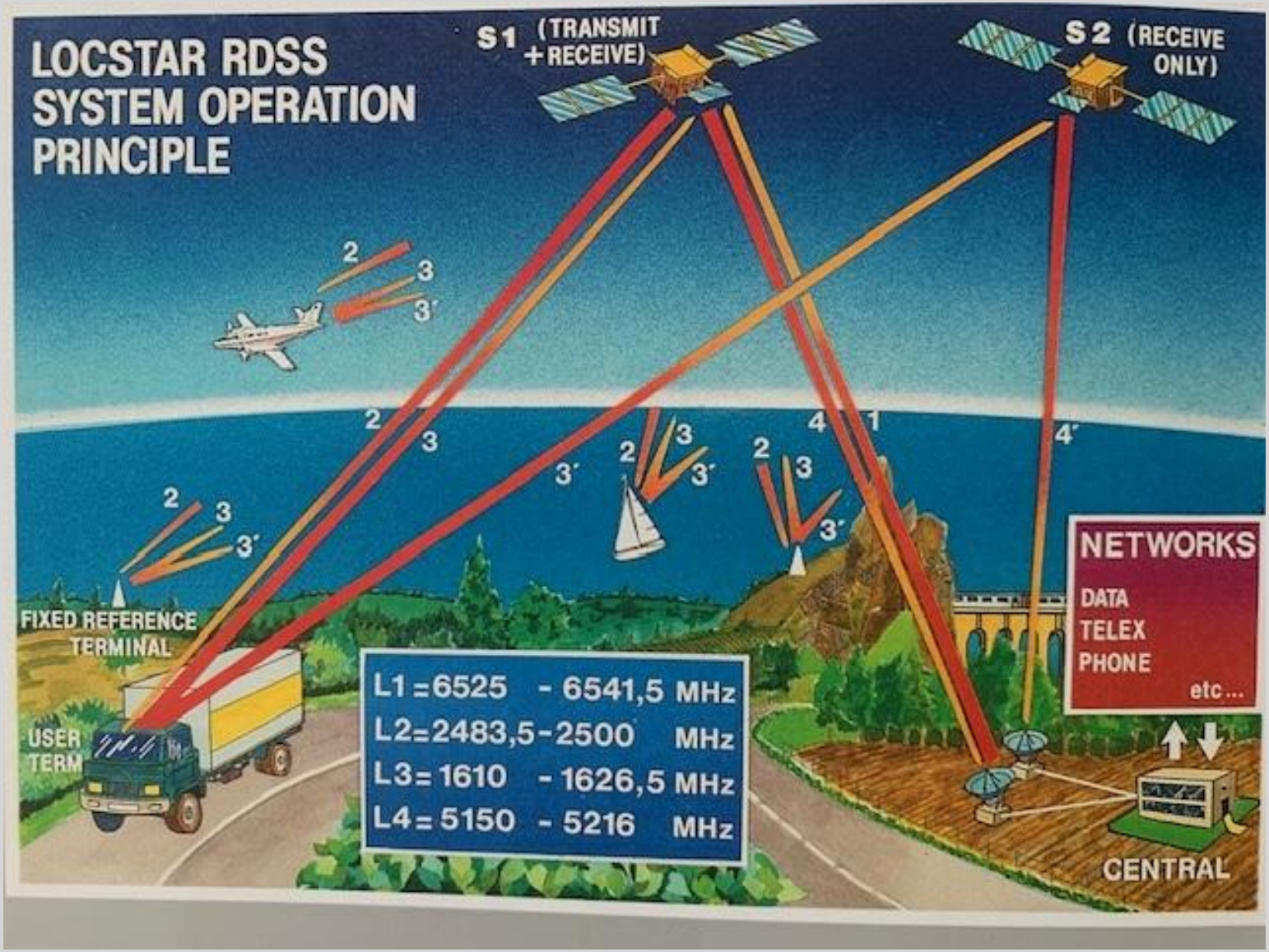
Flottenmanagement mit Lokalisierung Navigation Messaging

- Sitz in Paris / Evry
- Meine Funktion: Technischer Direktor
- Projektstart 1988
- Kontrollstation und zentrale Dienstleistung für Marseille geplant
- 2 Satelliten zur Ortsbestimmung und Messaging zur zentralen Steuerung von Flotten
- 2 Starts geplant für 1992
- Service europaweit geplant daher Finanzierung geplant über COFAS /HERMES
- Irakkrieg verursacht Milliardenverluste der französischen Industrie, von COFAS abgedeckt
- LOCSTAR Finanzierung wird gestrichen wie bei allen neuen Projekten
- Stopp des Projekts 1990



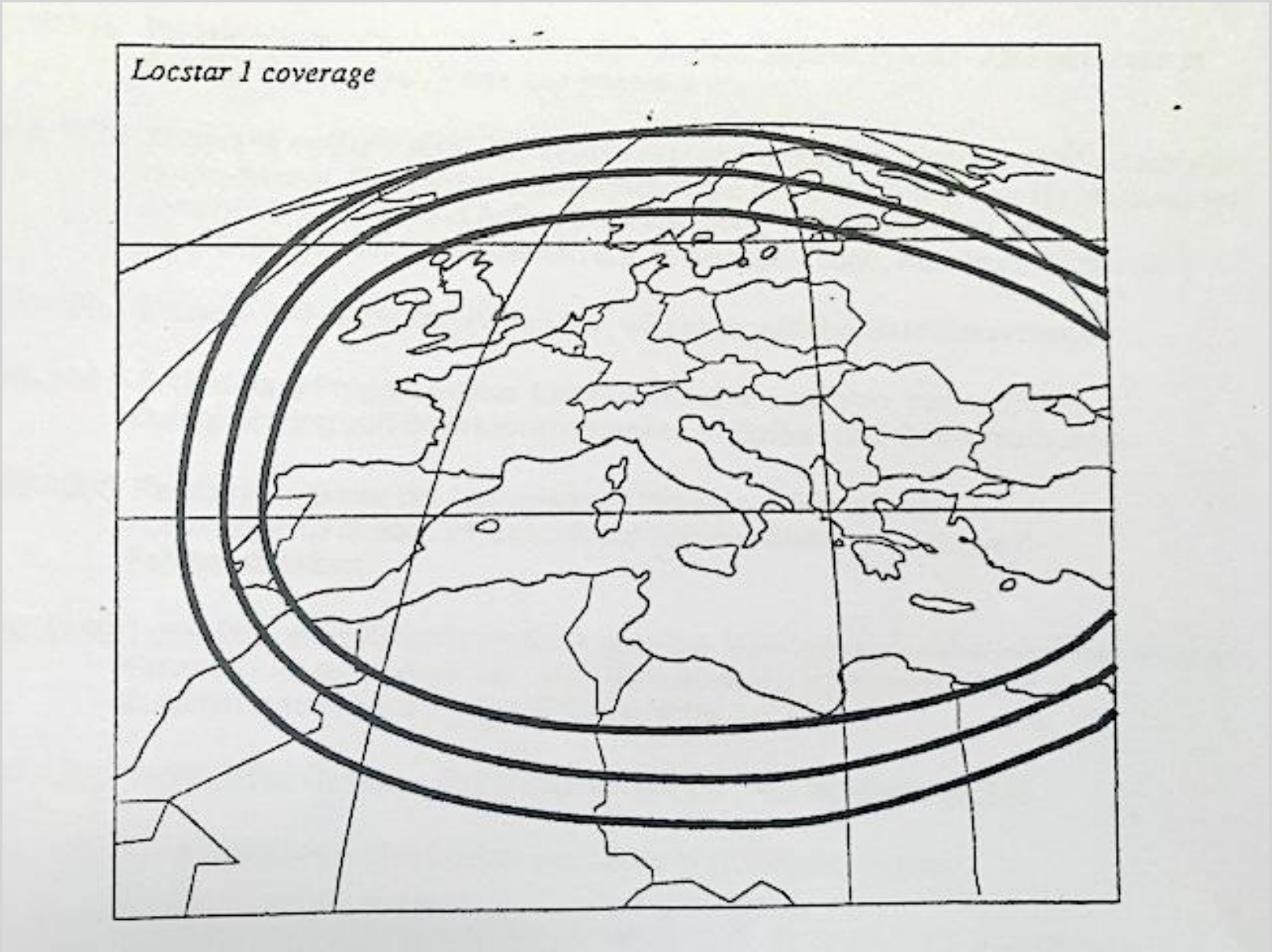
LOCSTAR

Arbeitsprinzip zu Lande, zu Wasser und in der Lift



LOCSTAR

Ausleuchtzone W/O von Portugal bis zum Ural und S/N von Nordafrika bis zum Nordkap



Lessons learned
Lektionen aus LOCSTAR

- Die Finanzierung sollte auf einem tragfähigen kommerziellen Konzept basieren, nicht von politischen Unwägbarkeiten abhängen
- Politische Großereignisse können Projekte zum Scheitern bringen
- Das technologische Konzept sollte zukunftsfähig sein: Locstar wäre möglicherweise auch bei einer Finanzierung an der rapiden Entwicklung der Mobilfunksysteme gescheitert (nur „Messaging", keine sprachliche Kommunikation möglich) und an der Verfügbarkeit von GPS-Daten für die Ortung wirtschaftlich gescheitert.

- Eine persönliche Erfahrung: die Absicherung durch eine Rückkehrklausel beim Wechsel von MBB / DASA zu Locstar hat sich bewährt

Die Zeit der Mondflüge und danach (4)
Europäische Träger: Ariane 1 - 4

- In den 70-er Jahren stießen weitere Nationen zum Club der Raumfahrer:

  China, Indien, Japan, Israel starteten eigene Satelliten und entwickelten Trägerraketen, oft mehr aus militärischen als wissenschaftlichen Gründen. Später kamen Pakistan und Korea hinzu und auch Brasilien baute eigene Raketen.

- Die ESA startete 1979 erfolgreich die Ariane 1 Rakete vom Weltraumbahnhof Kourou in Französisch Guyana aus:

  sie wurde kommerziell äußerst erfolgreich, insbesondere durch die weiterentwickelte, leistungsstärkere Ariane 4 und durch den Ausfall des STS und die Einstellung von US Raketenprogrammen.



Raumfähren (4)
Erststart der Raumfähre COLUMBIA am 12. April 1981





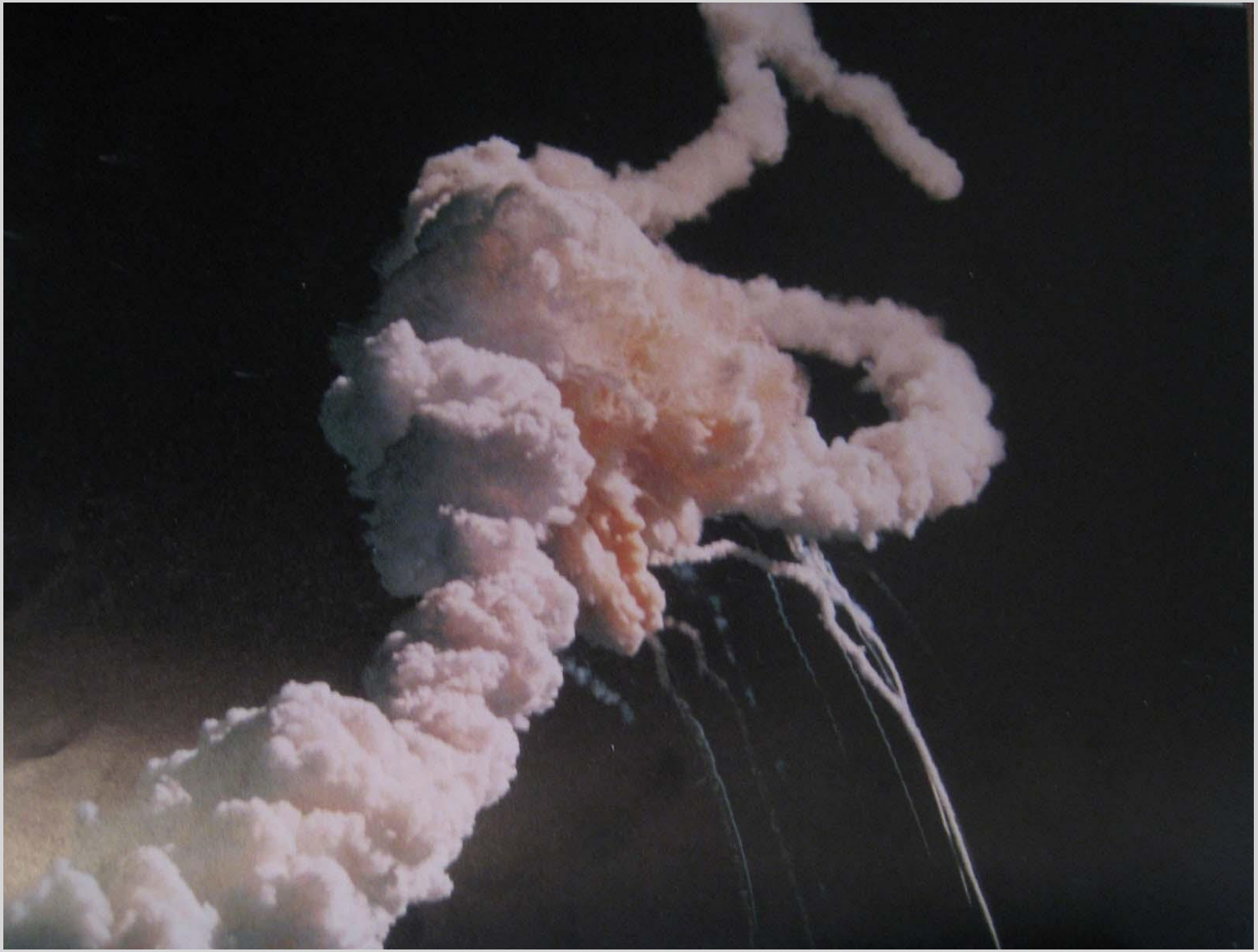
Raumfähren (3)

- 12. April 1981 Erster Start der Raumfähre Columbia STS-1, sichere Landung nach 2-tägigem Flug trotz Verlust von Kacheln des Hitzeschildes
- 12. Nov. 1981 Zweitflug und zweitägige Mission zur Erderkundung
- 1983 Vier STS-Flüge, darunter die Europäische Spacelab 1 Mission mit dem deutschen Astronauten Ulf Merbold: Materialforschung unter Mikrogravität etc
- 1984 Fünf Flüge
- 1985 Neun Shuttle Missionen
- 28.Jan. 1986 Challenger- Raumfähre explodiert 73 Sekunden nach dem Start, alle 7 Besatzungsmitglieder kommen um, darunter die Lehrerin Christa Mc Aucliffe. Grund: ein Dichtungsring eines der Raketen-Booster, der durch die relative Kälte vor dem Start spröde geworden war

Das Unglück ereignete sich nach 25 erfolgreichen Flügen. Die geplante 14-tägige Startsequenz wurde nie erreicht, die Kosten pro Start blieben bei rund 20 000 $ pro kg Nutzlast weit über der Zielmarke. Es folgte eine über 2 ½ jährige Startpause bis zum 29. Sept. 88.

Raumfähren und Raumstationen (6)

Explodierende Raumfähre Challenger am 28. Januar 1986



Raumfähren (7)

- E**s folgten 15 Jahre mit 87 erfolgreichen Shuttleflügen**, darunter der Mitflug des 77-jährigen Astronauten, jetzt Senators John Glenn (9 Tage im Okt./Nov. 98), Launch und später Reparatur des Space-Teleskops Hubble), und ab 2000 fünfzehn Missionen zum Aufbau und Crew-Transport der Internationalen Raumstation ISS.

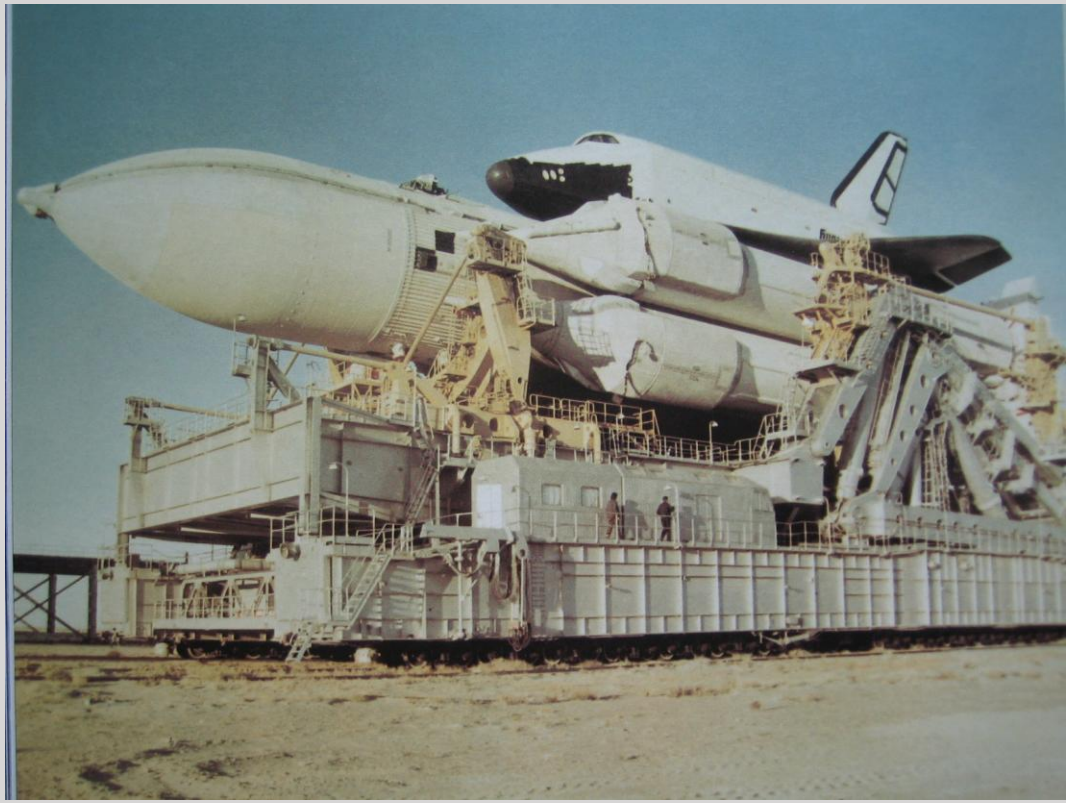
- **16. Jan. 2003 Verlust der Raumfähre Columbia** beim Wiedereintritt in die Atmosphäre wegen abgefallener Hitzekacheln

- Erneut über 2 Jahre Pause der Shuttleflüge. Start STS-114 der Discovery im Juli 2005, ein Flug zu ISS mit drei Weltraumspaziergängen. Beim Start erneut Beschädigung durch herabfallende Isolierteile. Reparatur im Weltall. Bangen bei der Landung---die aber erfolgreich verläuft.

Raumfähren (8)

Sowjetische Raumfähre BURAN, in den 80-er Jahren parallel zum US-Shuttle entwickelt, absolvierte nur einen einzigen Start zum unbemannten Probeflug im November 1988





Skylab: Vorläufer der Raumstationen

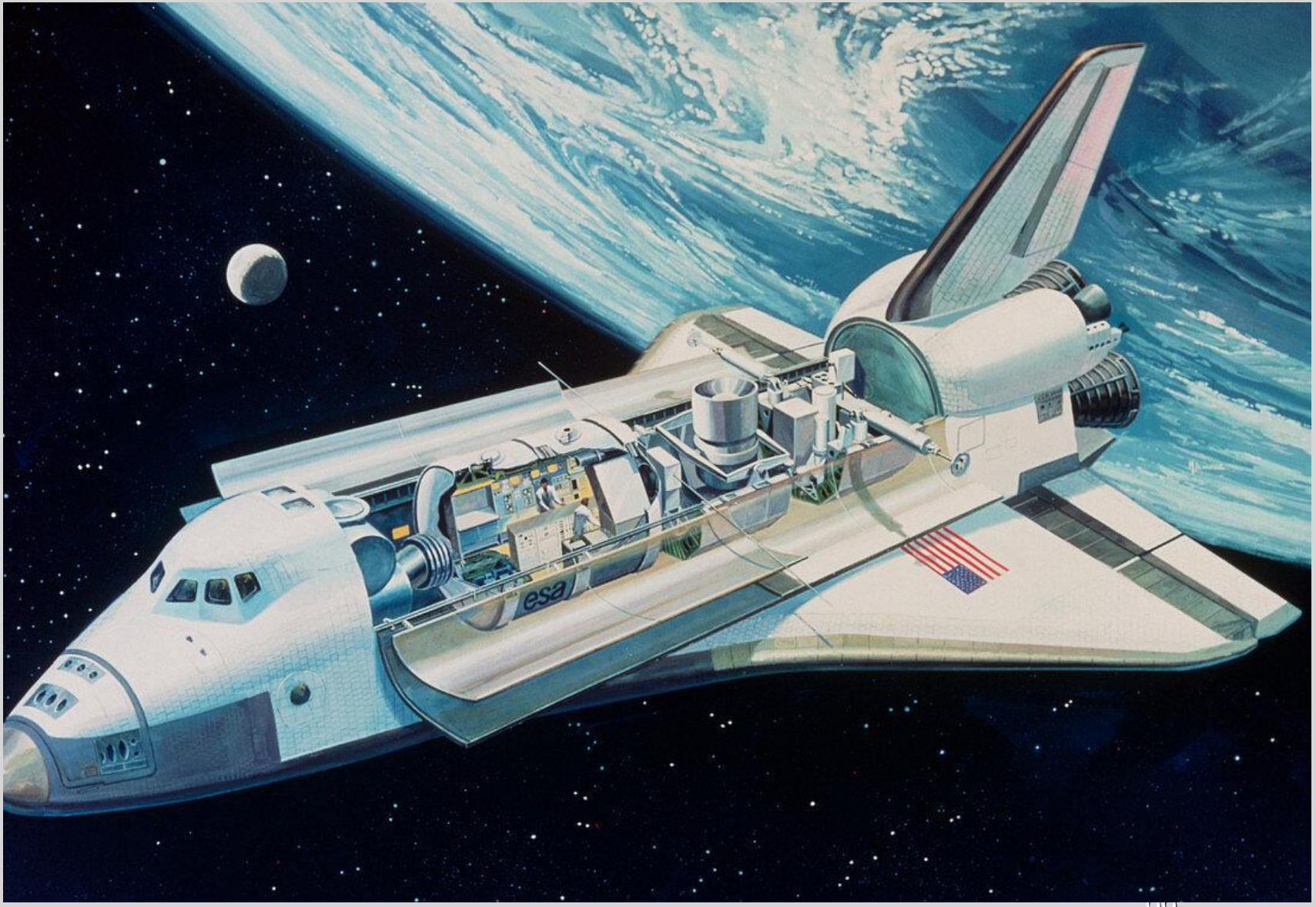
- Skylab wurde in der Folgezeit intensiv von mehreren Besatzungen besucht, mit Aufenthaltsdauern von bis zu 56 und schließlich 94 Tagen (1974/74).

- Es wurden wertvolle wissenschaftliche Experimente unter Schwerelosigkeit durchgeführt, die Sonne mit einem speziellen Teleskop untersucht, medizinische Erkenntnisse über das Verhalten des menschlichen Körpers bei längeren Phasen unter Raumflugbedingungen gesammelt

- Der Bau eines 2. Skylab wurde aus Kostengründen gestrichen. Die USA konzentrierten sich nun auf den Bau eines wieder verwendbaren Raumtransporters, des SPACE TRANSPORTATION SYSTEMS (STS) oder SHUTTLE



Artwork of Spacelab in Shuttle in orbit



Raumstationen (1)
von Saljut zu MIR…

- Die UdSSR setzte in den Jahren 1980 bis 1985 seine Langzeit- Raumflüge mit Saljut 6 und 7 fort, mit bis zu 237 Tagen Aufenthalt einer 3-köpfigen Besatzung

- 1986 wurde die neue Raumstation MIR (Frieden) gestartet, die durch modularen Auf- und Ausbau an unterschiedliche wissenschaftliche Missionen angepasst werden konnte.

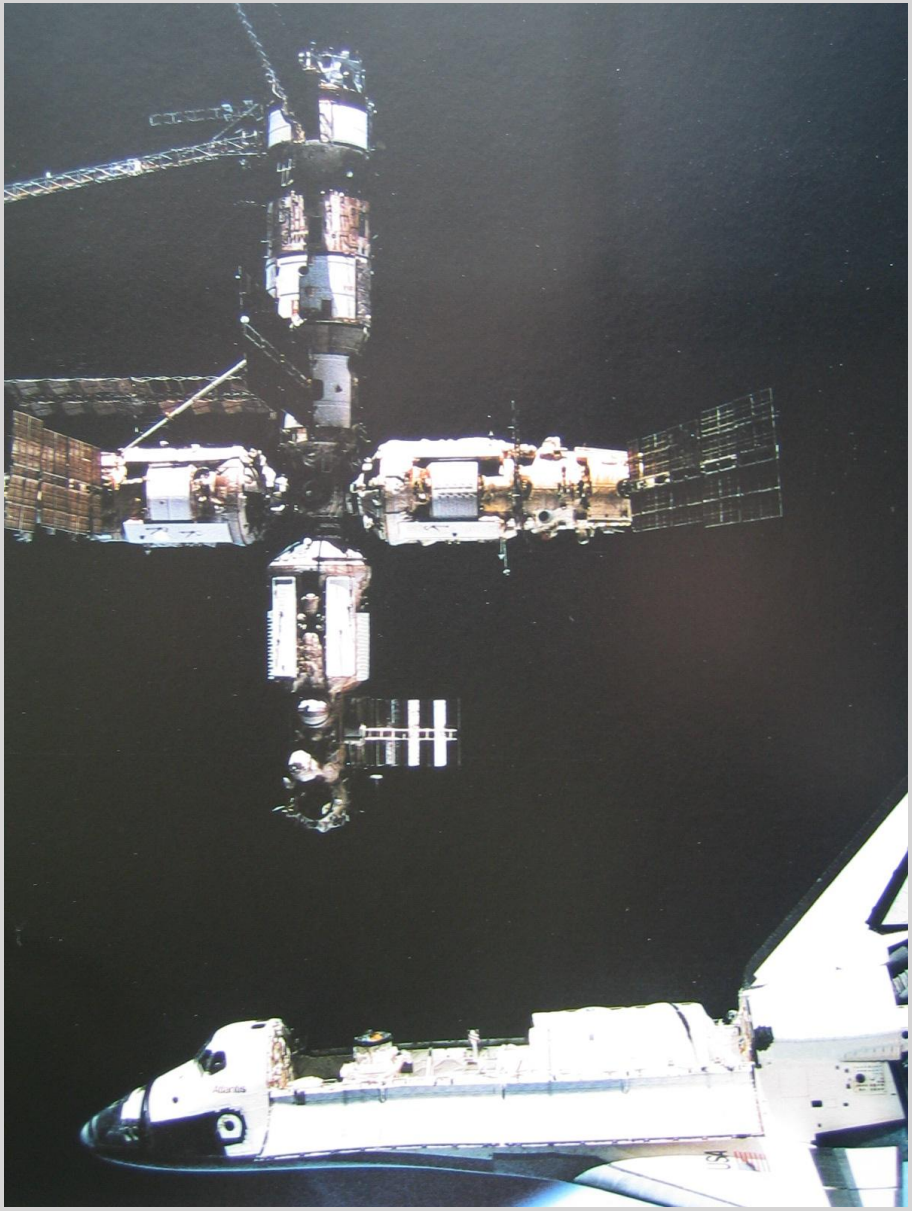
- MIR war bis gegen Ende der 90-er Jahre im Einsatz, wurde im März 1995 (20 Jahre nach Apollo- Sojus) und in den Folgejahren von US-Astronauten besucht, die bis zu 188 Tage (US-Rekord) blieben

- Zwei russische Kosmonauten verbrachten 14 Monate in der Station, ein noch heute gültiger Langzeit-Rekord, auch eine Generalprobe für spätere Marsflüge

- Ein Feuer an Bord, die Beschädigung von Solarkollektoren und eines Arbeitsmoduls ließ die Station unsicher werden.

  MIR wurde am 23. März 2001 gezielt zum Absturz gebracht

- Bild: Shuttle Atlantis zu Besuch bei MIR im Juli 1995



Raumstationen (2)

Entertainment an Bord von MIR-18



Raumstationen (5)

ISS **Status 04-2001 (links) und 2005**





Raumstationen (6)

ISS **in 2005 mit angedocktem Space- Shuttle**



Raumstationen (7)

Montagearbeiten im Raum beim Aufbau von ISS, Mai 2000



Nutzung der Raumfahrt durch Satelliten (1)

Zivile Nutzung

- Kommunikations-/ Nachrichtensatelliten
- Direkt-Fernsehsatelliten
- Mobil-Telefonsysteme
- Internet im Raum
- Navigations-/Ortungssatelliten, Wettersatelliten
- Meeres- und Erdbeobachtungssatelliten
- Wissenschaftliche Missionen
- Astronomie / Raumteleskope
- Weltraumforschung / Sonden

Militärische Nutzung

- Aufklärung-/Reconnaissance (Optische- / Radar Beobachtung)
- Early Warning
- Electronic Intelligence (Lauschsatelliten)
- Milit. Meteorologie und Telekommunikation
- Nuclear Detection
- Anti-Satellite Systems

Nutzung der Raumfahrt durch Satelliten (2)
Einteilung in Orbitalbahnen

- Geostationäre Satelliten
- Fliegen mit gleicher Rotationsgeschwindigkeit wie die Erde in 36 000km über dem Äquator. Scheinen fest am Himmel zu stehen.
- Zum Beispiel für Nachrichten- und Direkt-Fernsehsatelliten, Meteorologische Satelliten, Erderkundungssatelliten

- Nicht Geostationäre Systeme
- Tiefere und mittlere Flughöhen (200 km bis über 10 000 km): LEO und MEO
- Äquatoriale, polare oder Bahnen mit beliebigem Neigungswinkel
- Überstreichen die Erde in 90 min bis mehreren Stunden
- Zum Beispiel Aufklärungs-/Beobachtungssatelliten, GPS mit 27 aktiven Satelliten, Galileo mit 30 Satelliten
- Zum Beispiel Mobile Telefonsysteme wie Iridium (66 Sat) oder Globalstar
- Internet im Raum: zB. Starlink (Space X),13 000 Sat.
- OneWeb (Eutelsat) 600 Sat.
- VLEO: unterhalb 200 km „atmende Satelliten“

Nutzung der Raumfahrt durch Satelliten (1.1)

Beispiel eines Satellitensystems: Mobilfunk Konstellation IRIDIUM

66 Satelliten auf polarer Kreisbahn in 1400km Höhe



AEROSPATIALE

ESPACE & DEFENSE

NAHUEL

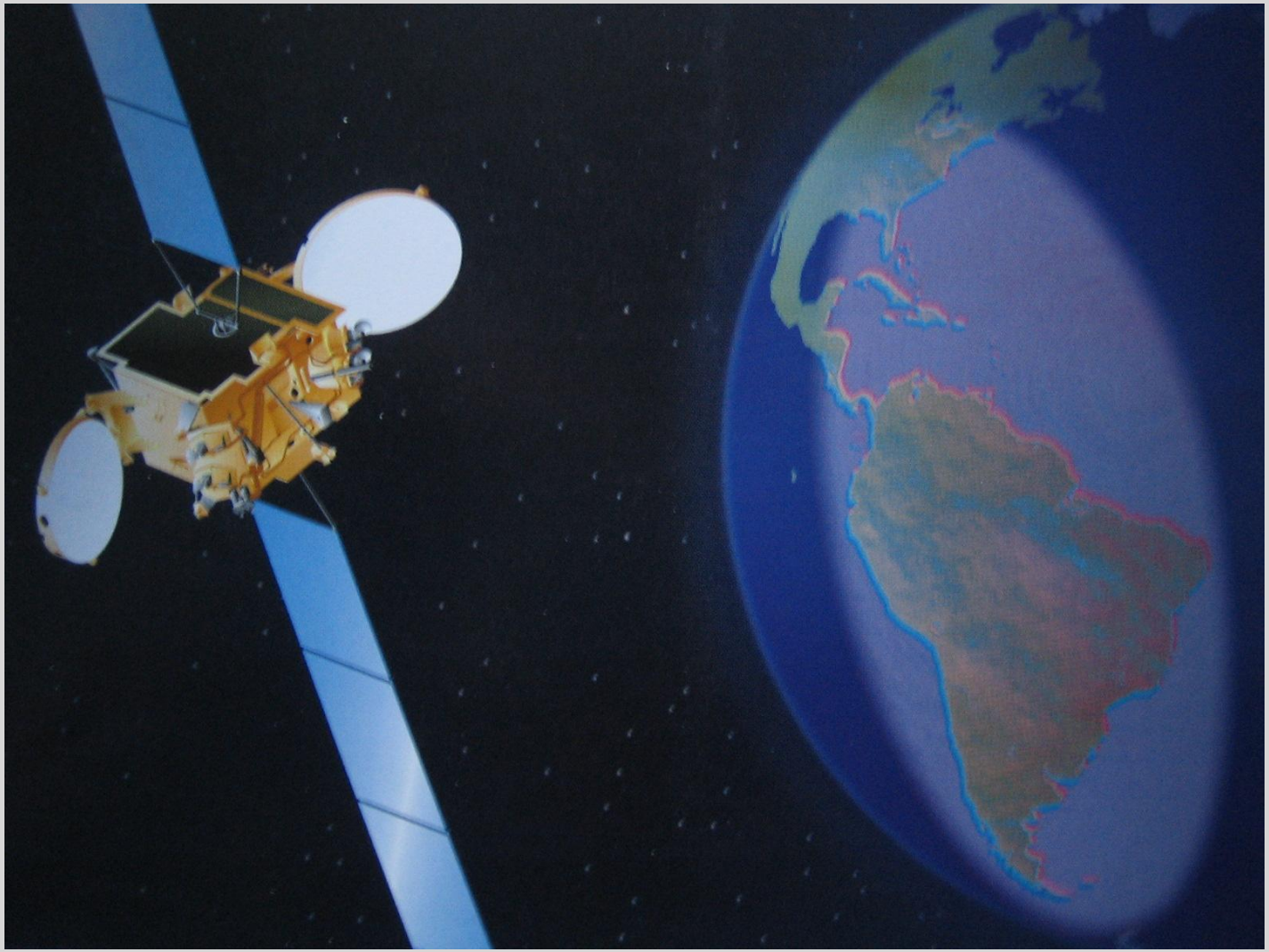



NAHUEL 1A
GE - 2
Daimler-Benz Aerospace
GE American Communications
arianespace
V 93
KOUROU - 1997
esa
arianespace
cnes

Zurück zur Erde: Kommunikationssatelliten

Beispiel: Nahuelsat, Argentinien

Nahuel 1 ab 1997 in Betrieb, Lebensdauer 12 Jahre

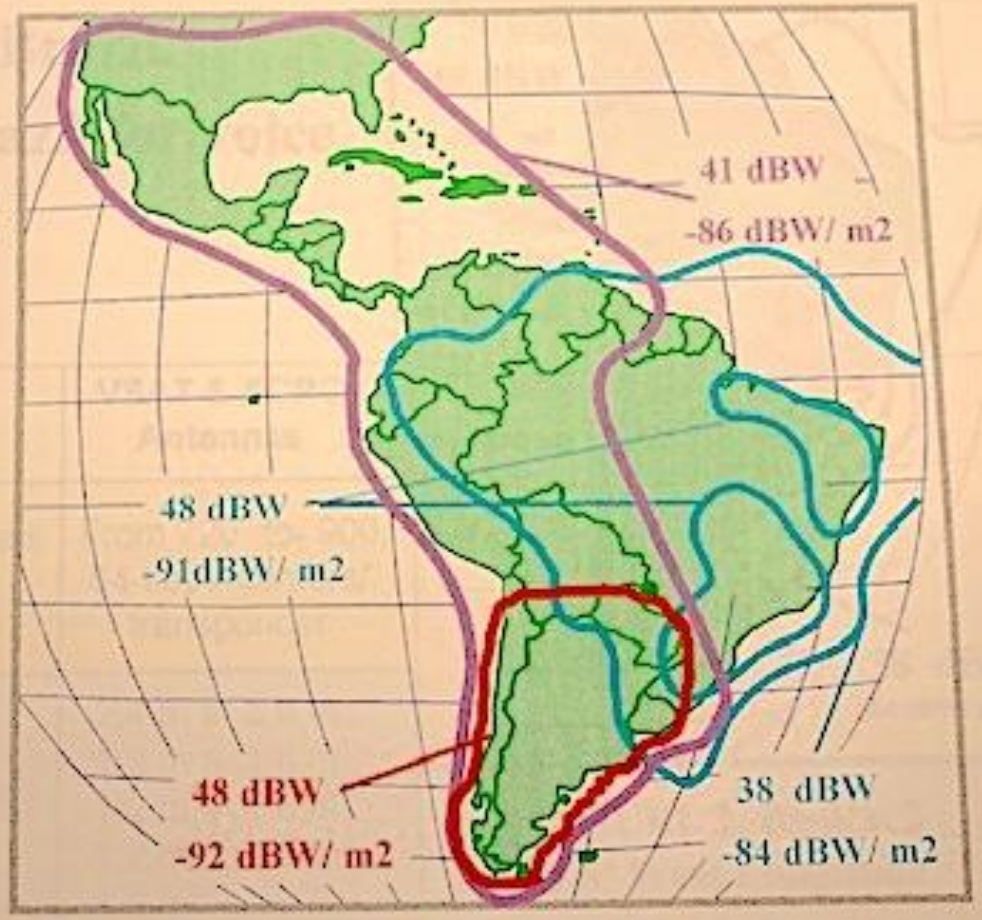


Nahuelsat: AUSLEUCHTZONEN / Coverage

nahuelSAt
SATELITES DE TELECOMUNICACION

Ku in all Latina America

- **The first Satellite Nahuel 1 is in Ku Band, having each 18 transponders of 54 MHz.**
  - Region 1: Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay and Bolivia.
  - Region 2: Brazil, Paraguay and Uruguay.
  - Region 3: Mexico, Latin- America and U.S..

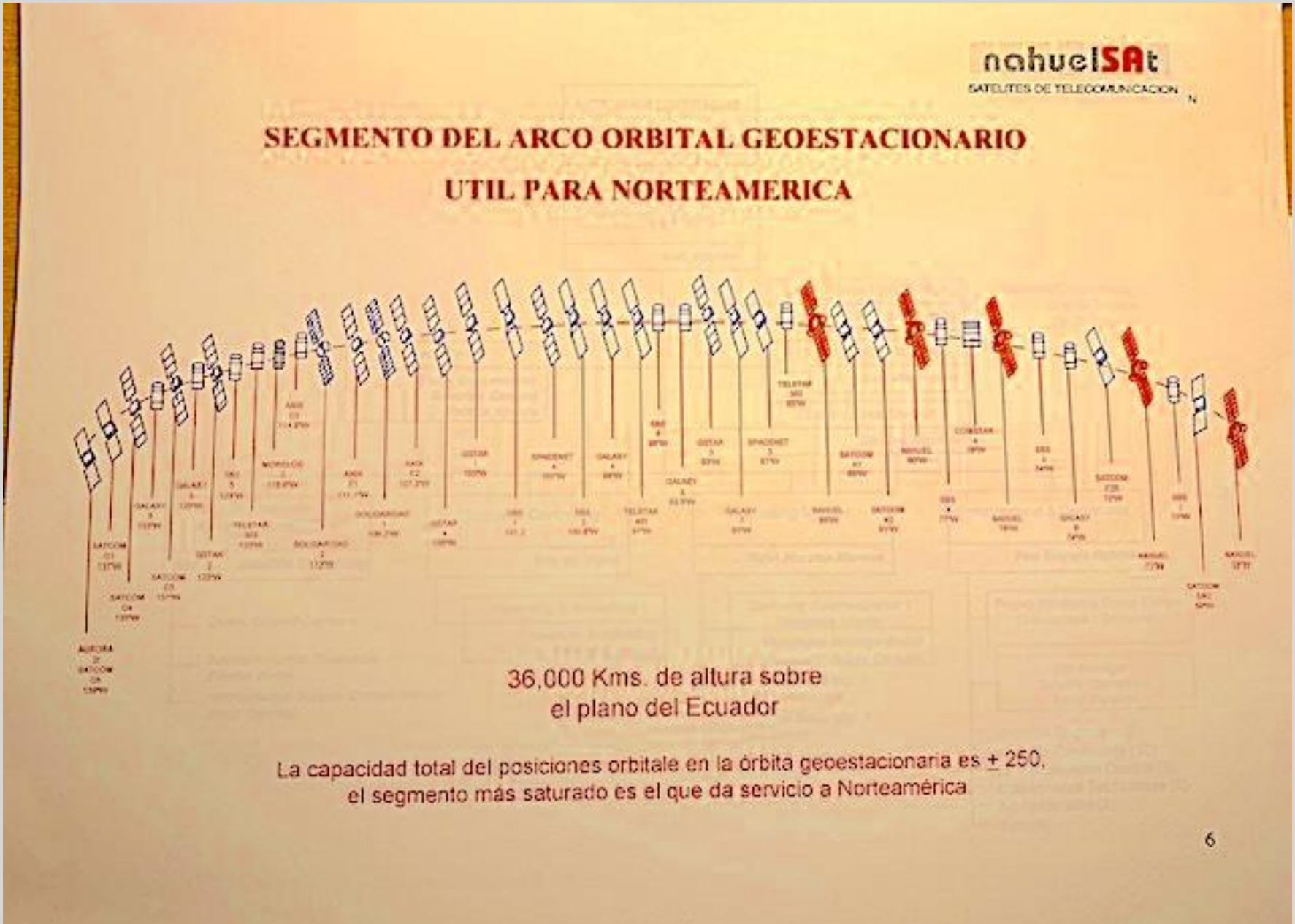


Nahuel 1 Satellite , Ku-Band, 71,8° West Long., EIRP and Saturation Flux Density (SFD)

Nahuelsat: Bodenstation



Nahuelsat Orbital Positions



Nahuelsat: Lessons learned

- Nahuelsat war in seiner Umsetzung erfolgreich: Nahuel A wurde „in time" und im Kostenrahmen erfolgreich gebaut und gestartet
- Nahuel A funktionierte erfolgreich bis zu seiner „Design Lifetime" von 10 Jahren
- Die politische und wirtschaftliche Situation in Argentinien war chaotisch und führte zum Staatsbankrott mit einem Absturz der Währung
- Die abgeschlossenen Verträge mit Kunden wurden per Dekret von Dollar auf Pesos umgewandelt, der nur noch 1/4 des Dollars wert waren
- Während der Entwicklungs- und Bauphase expandierte der Mobilfunkmarkt in Argentinien
- Durch Digitalisierung und Kompression benötigten die Kunden nur noch 1/10 der Kapazität der Übertragungs-Transponder
- Damit benötigte Nahuelsat 10 mal mehr Kunden um die Kapazität auszulasten
- Nach den Privatisierungen der Telekommunikation in den 90-er Jahren wurde durch die linke Regierung erneut nationalisiert
- Nahuelsat wurde in staatlichen Besitz überführt; ohne Entschädigung

