



Ariane 5

Die kommerzielle Zukunft der europäischen Raumfahrt

Michael H. Obersteiner

DGLR Hamburg, 24.10.2002

Aktuelle Raumtransportsysteme - Shuttle & Trägerraketen

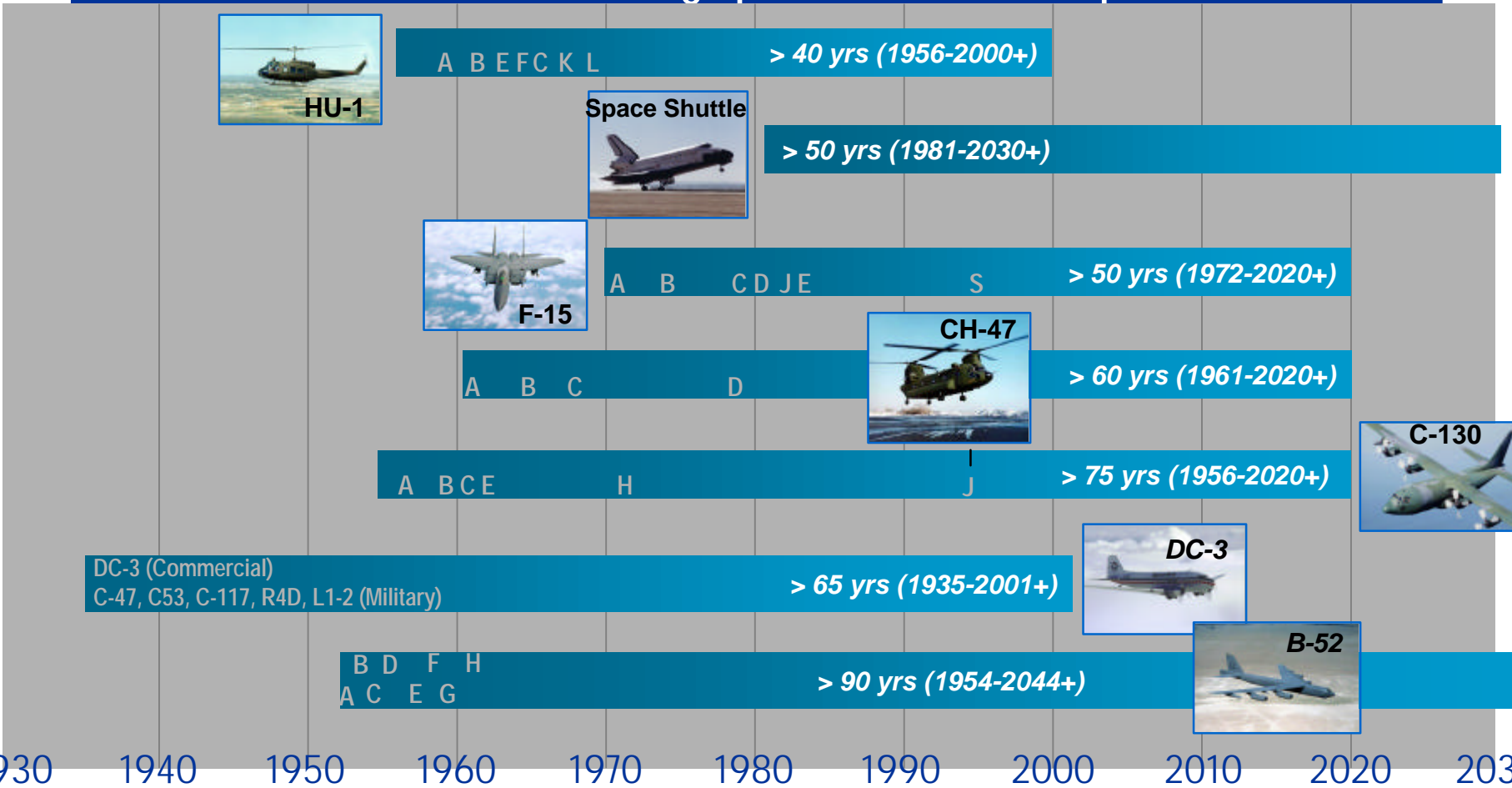


Raumtransport - Global & Heute

- Der globale Raumtransport Bedarf von Telekom Satelliten, ISS, Wissenschaft und Militär hat ein Volumen von 4-7 Mrd € / Jahr und wird durch die existierenden Trägersysteme abgedeckt:
 - USA: Shuttle, Delta 4, Atlas 5, ...
 - Europa: Ariane 5
 - Japan: H2A
 - Russland/Ukraine: Proton, Soyuz, Rockot, Zenith
- Kosten, Flexibilität, Verfügbarkeit und die Grenzen der Zuverlässigkeit dieser Systeme sind im Detail bekannt
- Weitere wesentliche Verbesserungen (Kostenreduzierung, höhere Zuverlässigkeit, Startabbruch, Rückkehrmöglichkeit der Nutzlast) könnte durch Wiederverwendung erreicht werden, allerdings läßt sich eine komplett kommerziell finanzierte Entwicklung nicht amortisieren
- Die USA werden eine Weiterentwicklung oder Ersatz für das Space Shuttle benötigen (seit 1981 in Betrieb)

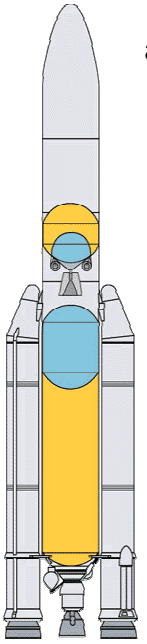
Evolution von Luft- und Raumfahrzeugen

Extension of Shuttle operating life is consistent with evolution and extension of other high performance vehicle platforms

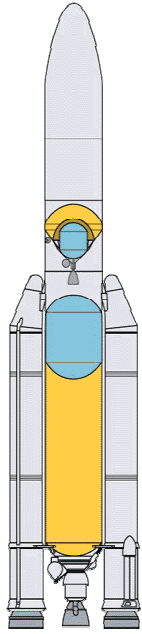


Europas Startkapazität

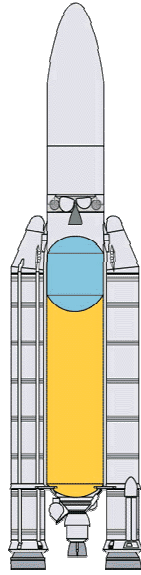
ab 2007



**Ariane 5
ESC-B**

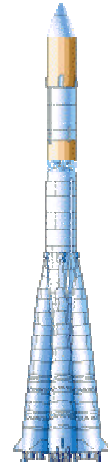


**Ariane 5
ESC-A**



**Ariane 5
EPS**

+



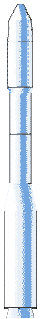
**Soyuz
Starsem**



Rockot

ab 2006

+



Vega

GTO (Doppelstart)

Grosse LEO

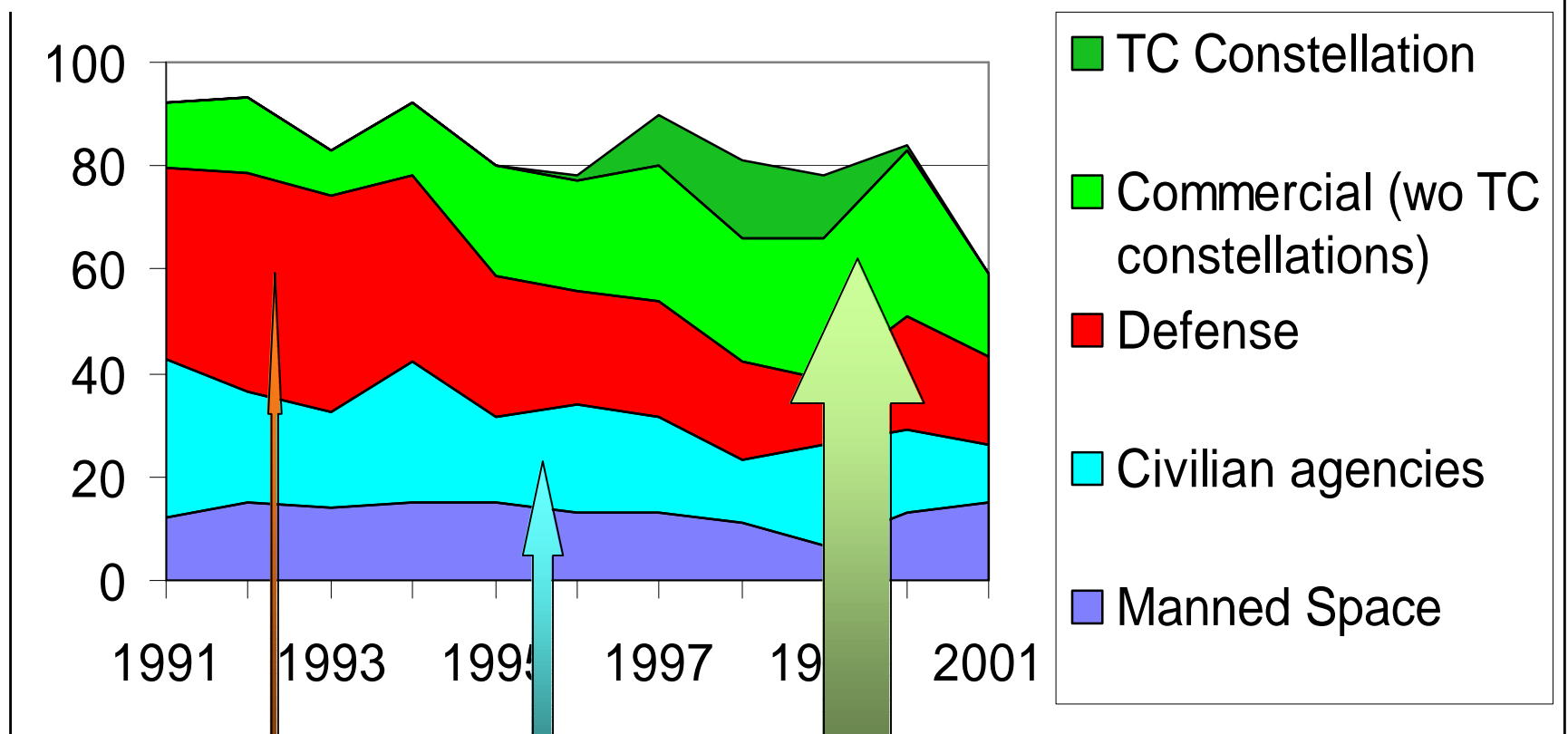
GTO, MEO

LEO

Komplette Startkapazität

Marktevolution (letzte Dekade)

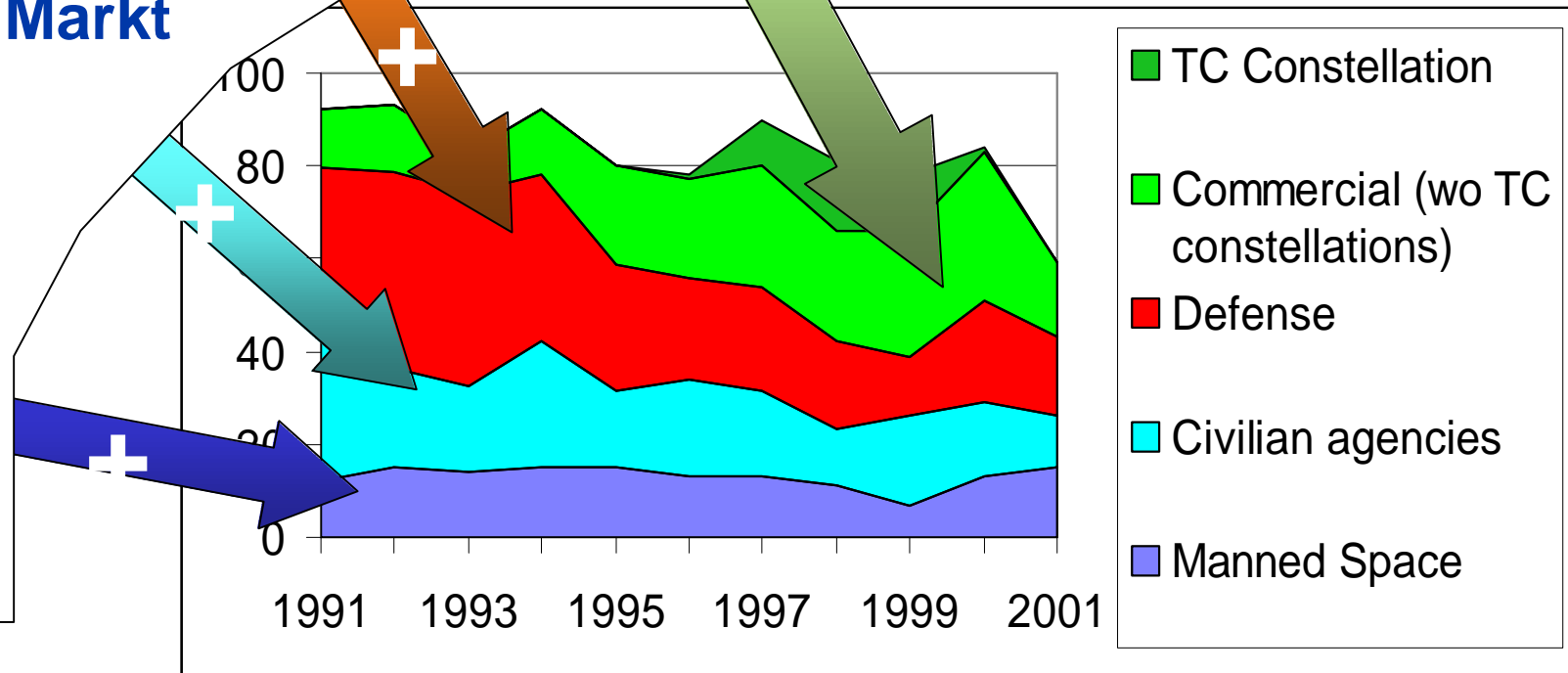
Starts/Jahr



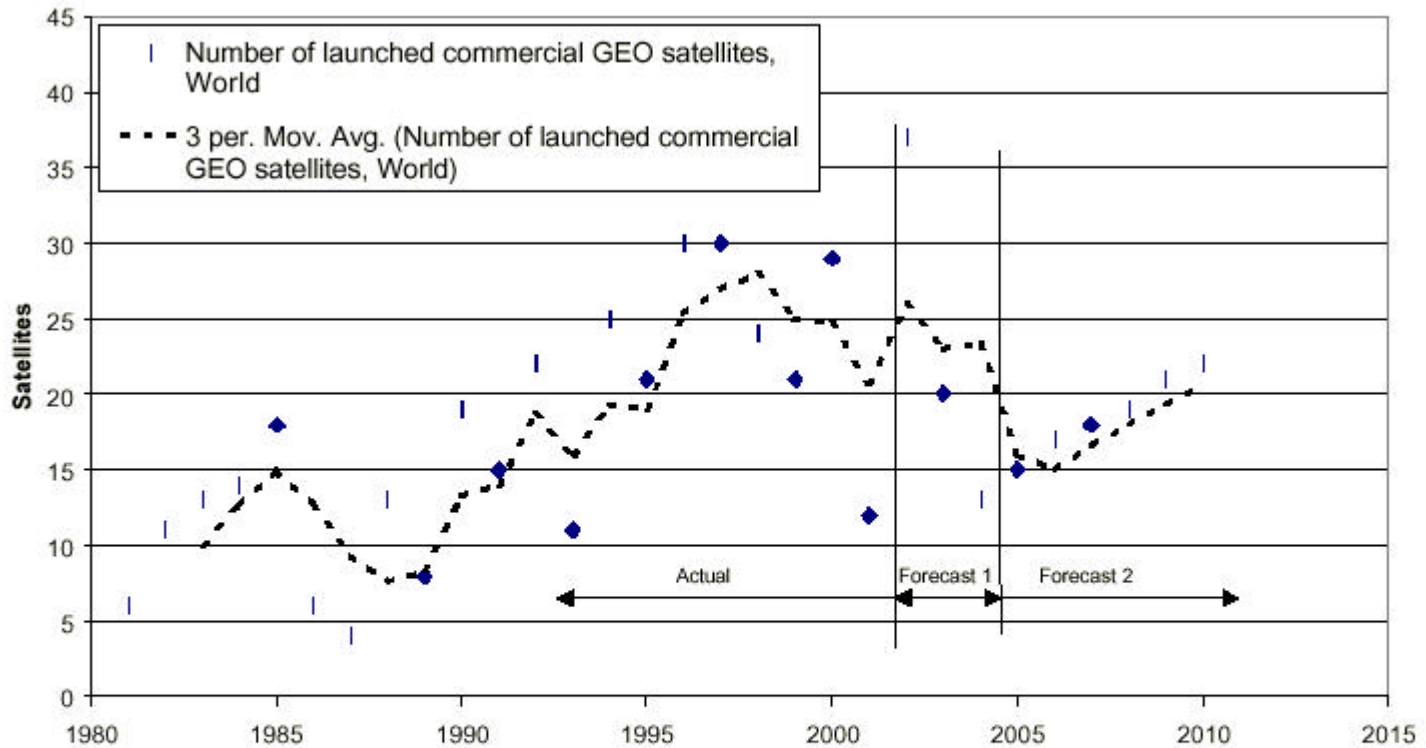
Ariane 5 Markt (anteile)

Marktprojektion (kommende Dekade)

für
Ariane 5
zugänglicher
Markt



Kommerzieller GEO Markt (Telekom)

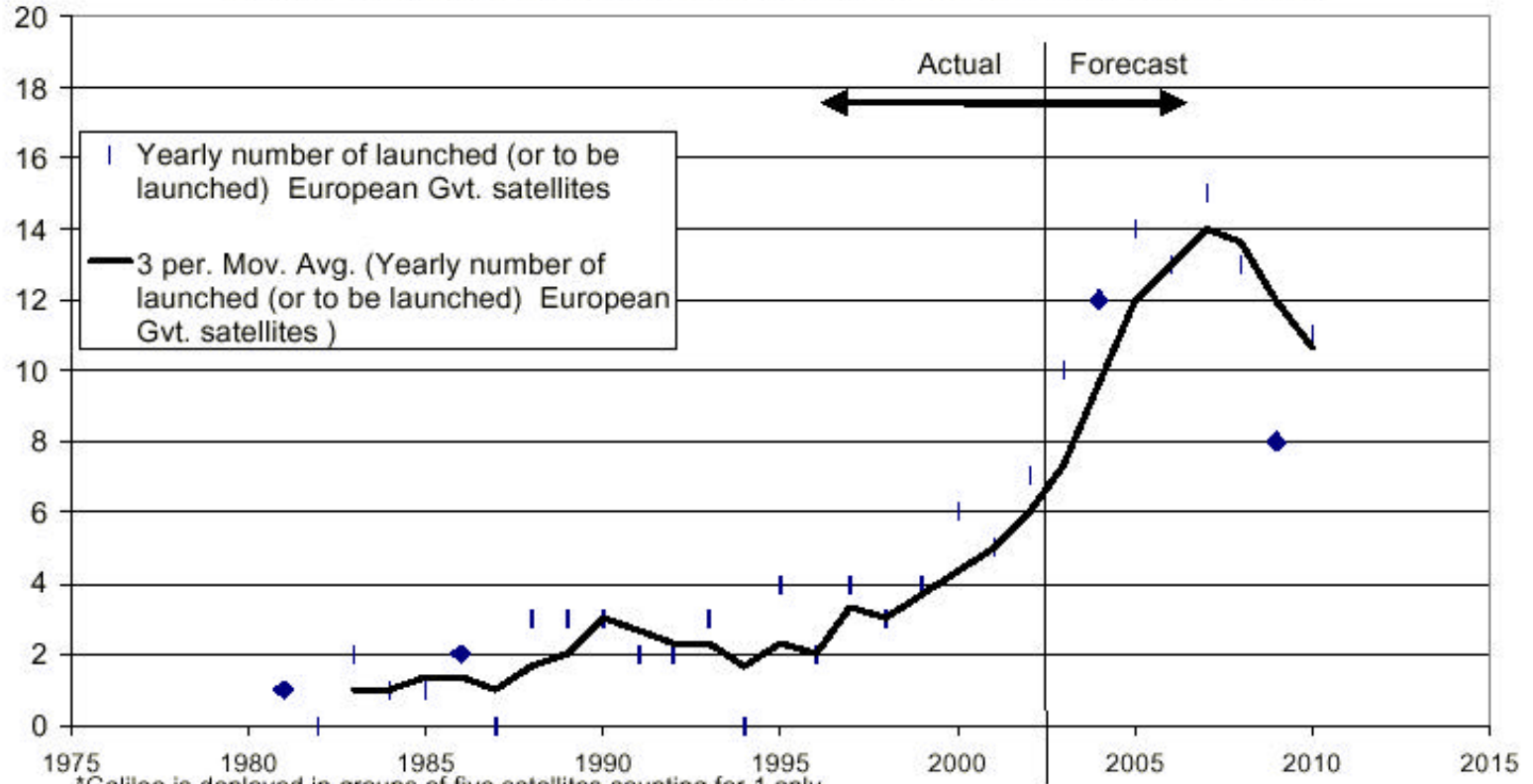


Commercial GEO satellites 1981-2010

(source: Euroconsult)

Europäische Staatliche Nutzlasten

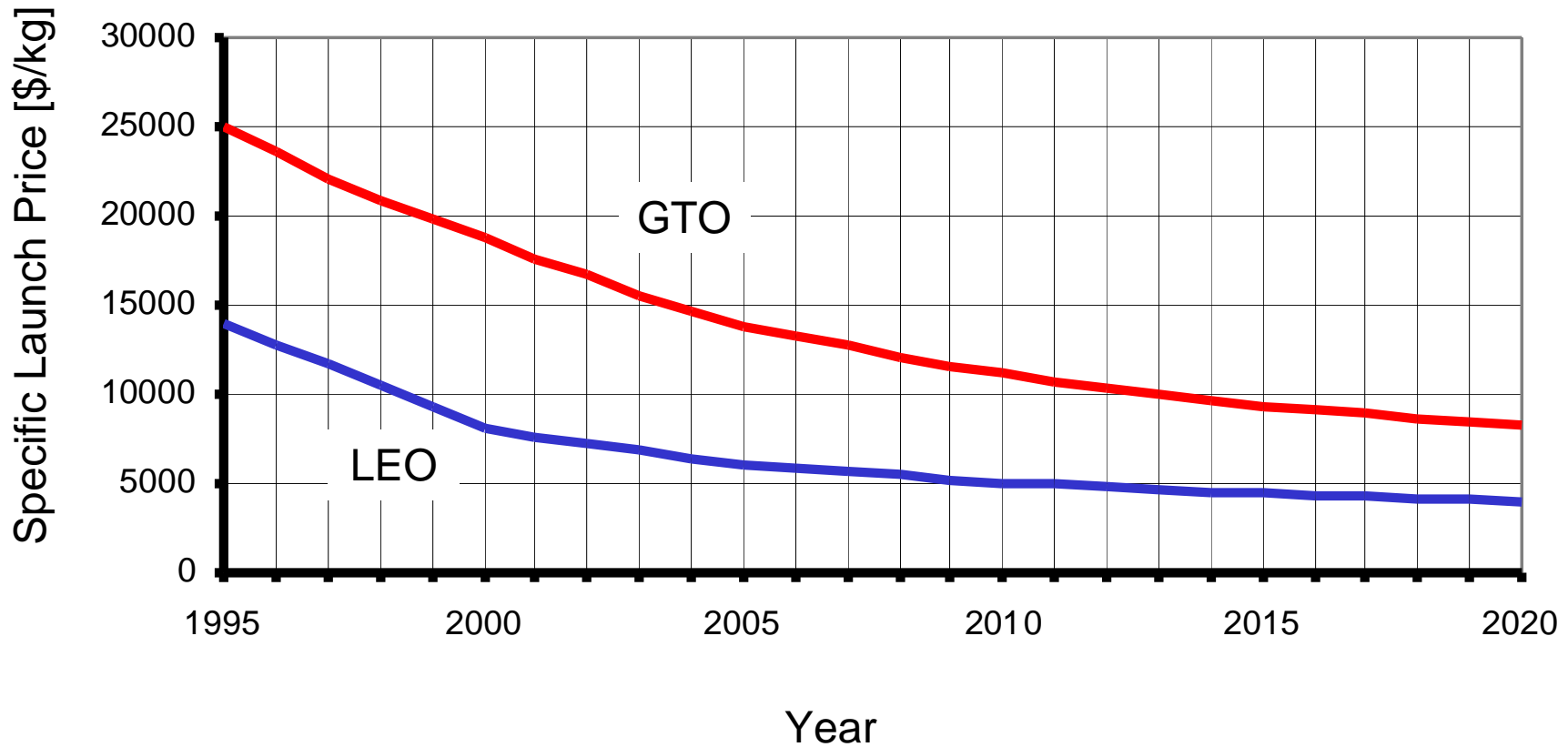
All European governmental satellites launched, actual and forecast



*Galileo is deployed in groups of five satellites counting for 1 only.

**6 ATV's is included

Projektion der spezifischen Startpreise

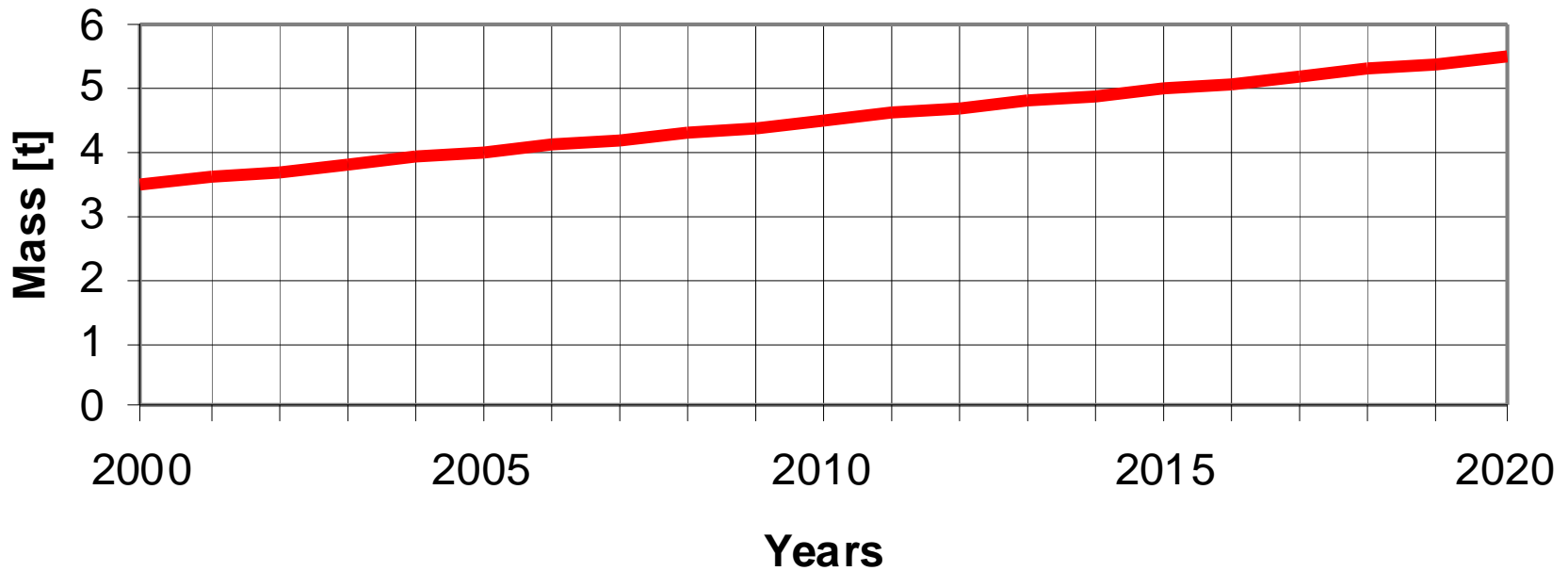


⇒ **Wegen des begrenzten Marktes und der großen Konkurrenz wird erwartet, dass sich die Startpreise alle 10 - 15 Jahre halbieren**

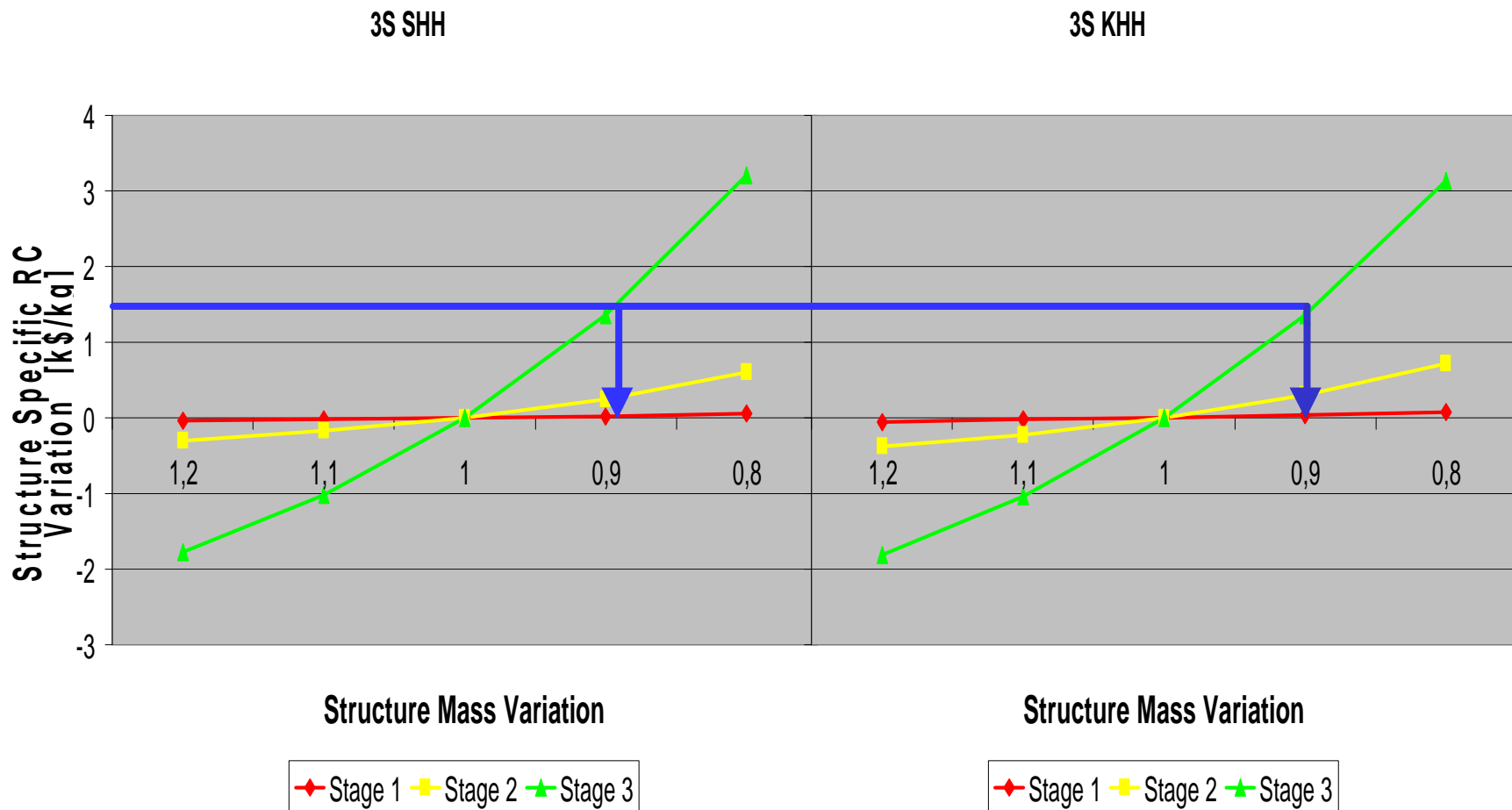
Ariane Kostenreduzierung (Lernkurve)

- Die Erfahrung aus der Ariane 4 zeigt, dass durch kontinuierliche Verbesserung der Fertigung und Integration eine Kostenreduzierung von ca. 30% über einen Zeitraum von 10 Jahren realistisch ist
- Weitergehende Kosteneinsparungen erfordern konstruktive Veränderungen und damit Investitionen
- Die Marktevolution erfordert eine Reduzierung der Ariane 5 Startkosten (Fertigung, Integration und Betrieb) von 50% innerhalb der ersten 10 Jahre Ariane 5 Betrieb (1997-2007)

Projektion der Gemittelten Satellitenmasse (GTO)

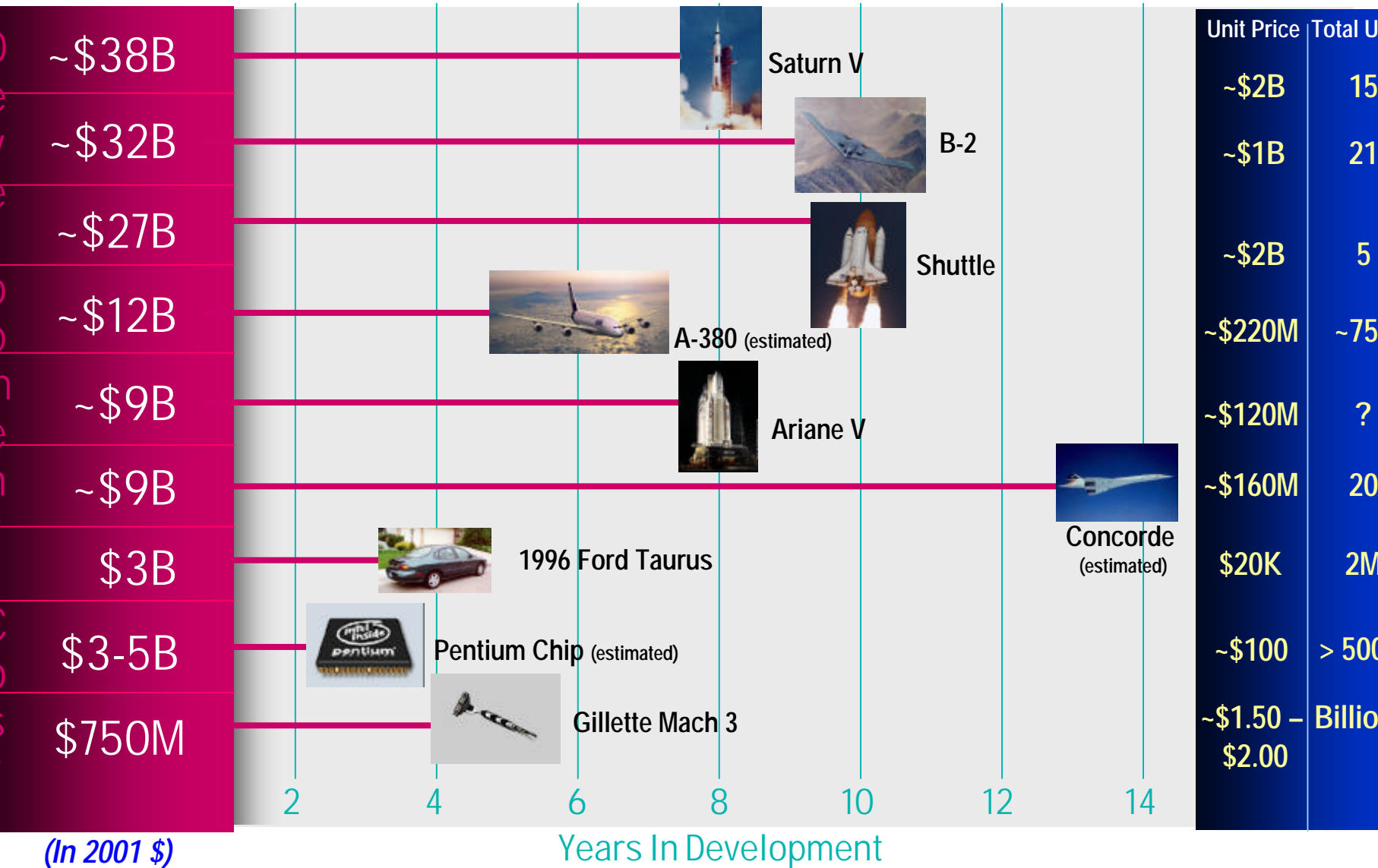


Effiziente Leistungssteigerung als Kosteneinsparung



~ 10% Upper Stage Structure Mass Reduction is equal a Upper Stage Structure RC Reduction of 50%
Assumptions: 10k\$/kg LP GTO, 3k\$/kg initial Structure Cost

Entwicklungskosten (US Analyse)

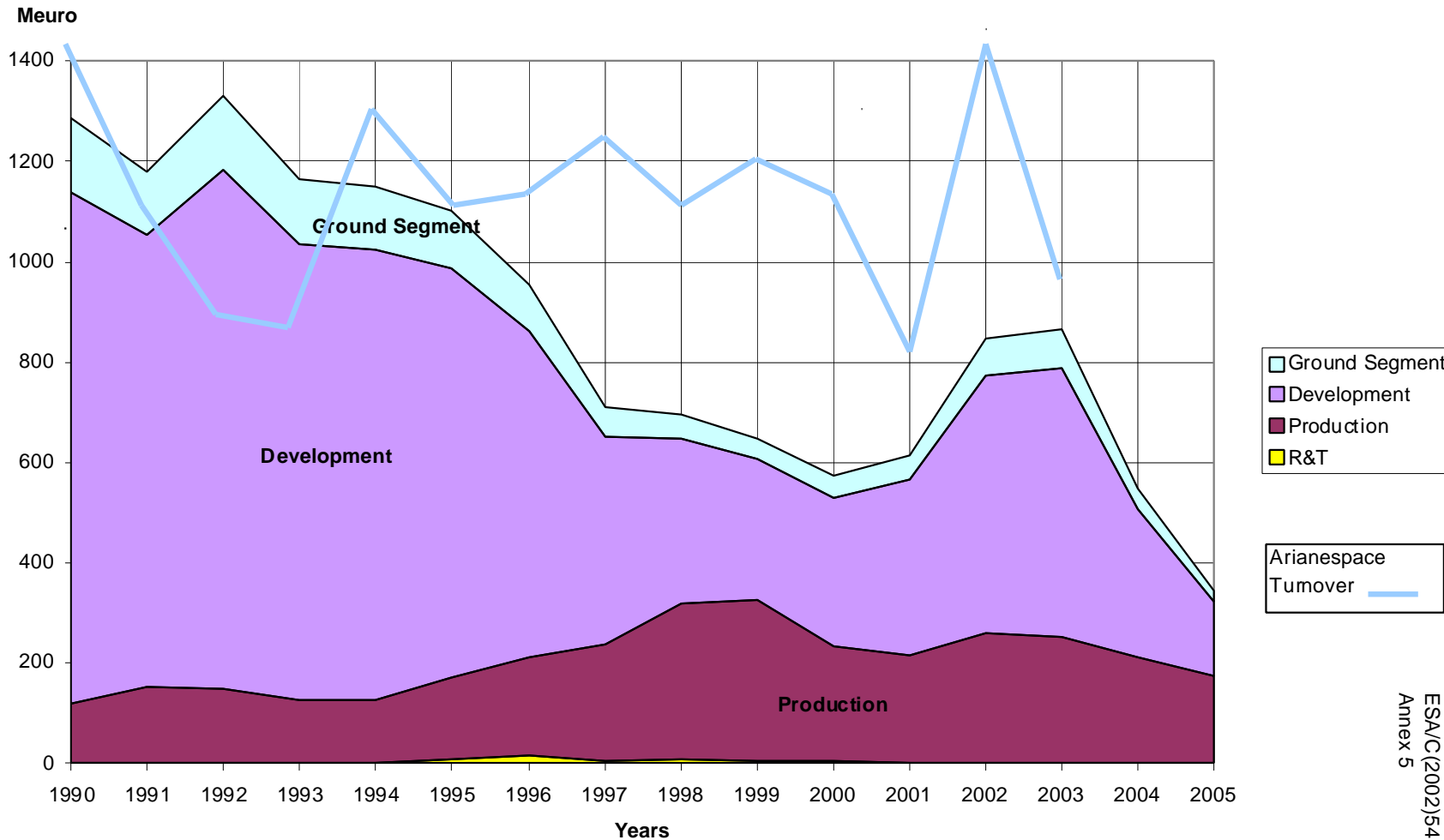


(In 2001 \$)

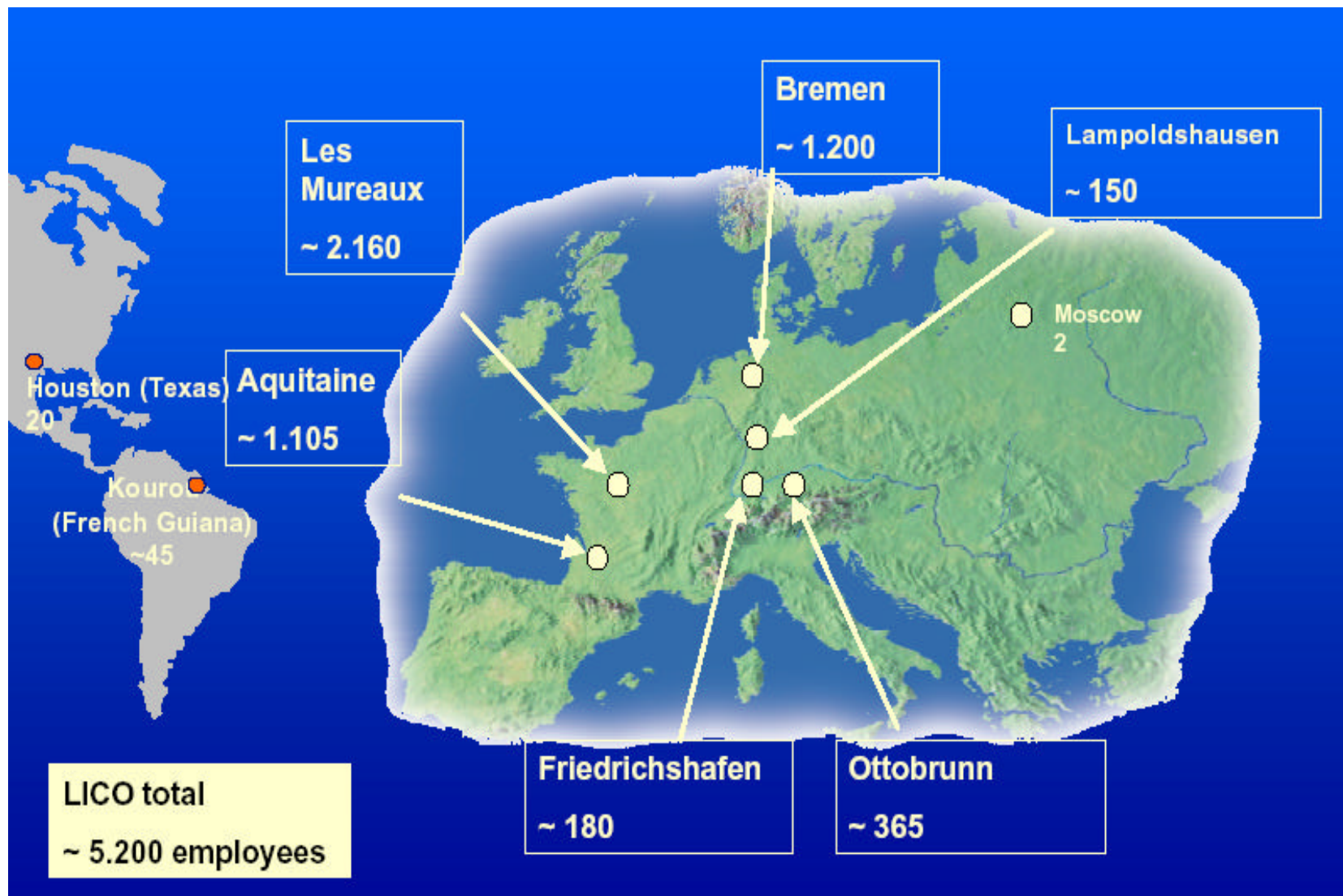
Years In Development

Geplantes ESA Budget für den Raumtransport Sektor

1990 - 2005 Member States' contributions to the Launcher Sector in Meuro 2002



Französisch-Deutsche Ariane Systemfirma - LICo



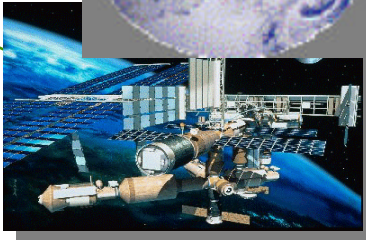
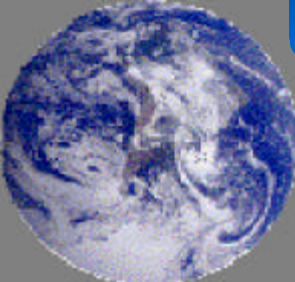
Raumfahrt Nutzung - Realität und Visionen

Today

Telecom, EO, Nav,
Science & Military
Satellites



Interplanetary
Missions



International
Space Station

*Future
Potentials*



Human Exploration
& Outpost

Moon



Mars



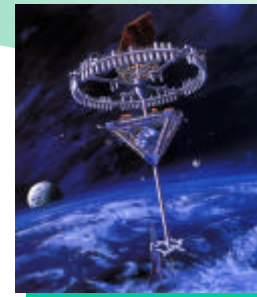
Satellite
Transport / Servicing



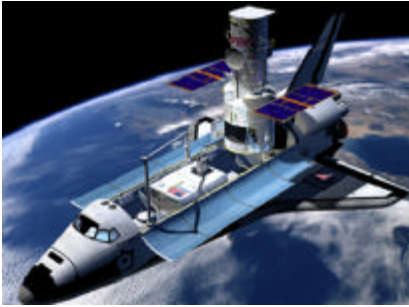
Energy
from
Space



Space
Tourism



NASA's Visionen für den Zukünftigen Raumtransport



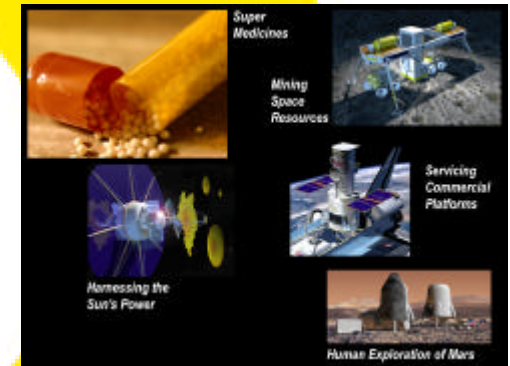
Today: Space Shuttle 1st Generation RLV

- ◆ Orbital Scientific Platform
- ◆ Satellite Retrieval and Repair
- ◆ Satellite Deployment



2010: 2nd Generation RLV

- ◆ Space Transportation
- ◆ Rendezvous, Docking, Crew Transfer
- ◆ Other on-orbit operations
- ◆ ISS Orbital Scientific Platform
- ◆ 10x Cheaper
- ◆ 100x Safer



2025: 3rd Generation RLV

- ◆ New Markets Enabled
- ◆ Multiple Platforms / Destinations
- ◆ 100x Cheaper
- ◆ 10,000x Safer

2040: 4th Generation RLV

- ◆ Routine Passenger Space Travel
- ◆ 1,000x Cheaper
- ◆ 20,000x Safer



US-Konzepte Wiederverwendbarer Raumtransporter



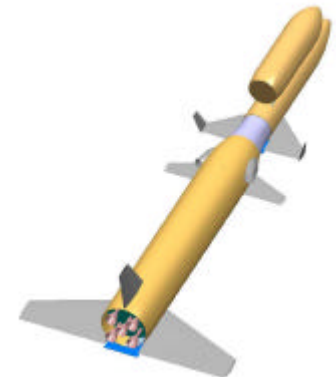
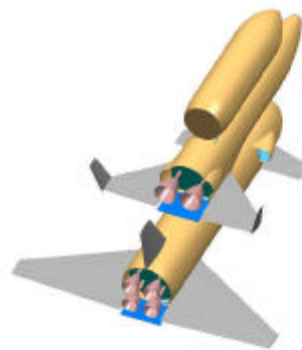
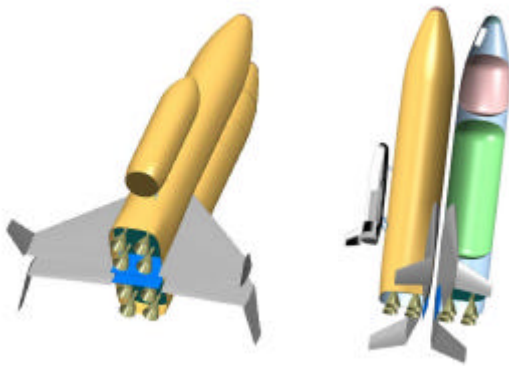
Boeing



Lockheed Martin



OSC/Northrop Grumman



Benötigte Verbesserungen für Neue Märkte (US Analyse)

PARAMETER	Today	2 nd -Gen RLVs	3 rd -Gen RLVs
Dollars / kg to LEO	\$10000-\$20000	\$2000	\$200
Average flights / yr	5-10 per LV	100	> 500
Order time	>Year	1 Week	Days
Reliability (loss of vehicle)	.84-.99 Experienced	> .999	> .99999
New Markets	None	Space Exploration? (Moon, Mars)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Space tourism ➤ Suborbital or hypersonic transportation ➤ New military role

Shuttle - Das Zuverlässigste Raumtransportsystem

Transport-system	Erfolgsrate [%]
Shuttle	99.1
Soyuz	98.2
Delta II / III	96.4
Atlas Family	96.4
Ariane	93.0
Proton	93.3
Titan IV	90.3
Titan 34D, II, III	89.4
Long March	88.1
Sea Launch	85.7



Mangelnde Zuverlässigkeit bemannter Missionen (US Analyse)



Commercial Aircraft

One in 8,000,000 enplanements*

Military Aircraft

One in 159,000 flight hours**

Risk mitigation:

- ◆ *New technology*
- ◆ *Evolution of existing systems*

Space Shuttle

One in 245 enplanements

ELVs

One in 95 enplanements

Loss of Life

Risk assumable by industry

Risk gap facing commercial human-rated launch systems

Risk borne by governments

SLI goal:
1 in 10,000

* 2000 NTSB preliminary data – US carriers with 10+ seats (665M enplanements / 83 fatalities) ** 2000 US Military Service Safety Centers Data (see notes page for web sites)
• Reliability statistics do not include acts of terrorism

Die Bedeutung int. Zusammenarbeit in L&R Programmen

Viele wissenschaftliche, kommerzielle und auch militärische Luft- und Raumfahrt Programme sind internationale Anstrengungen

Flugzeuge



JSF



Trägerraketen



Delta II



Delta IV



Ariane 5



Raumfahrt



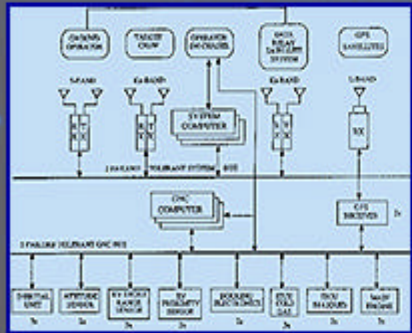
ISS



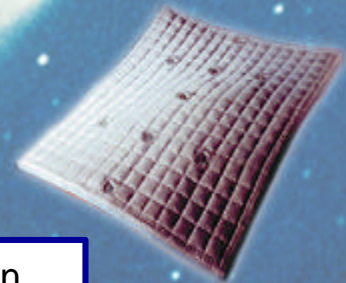
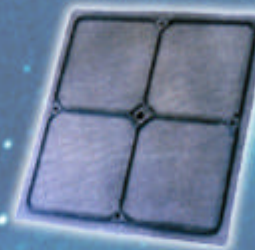
Sonden



RLV Technologiebedarf



Flight Control System



Reusable Thermal Protection



Reusable Propulsion

The Hopper Concept



Operational Concept

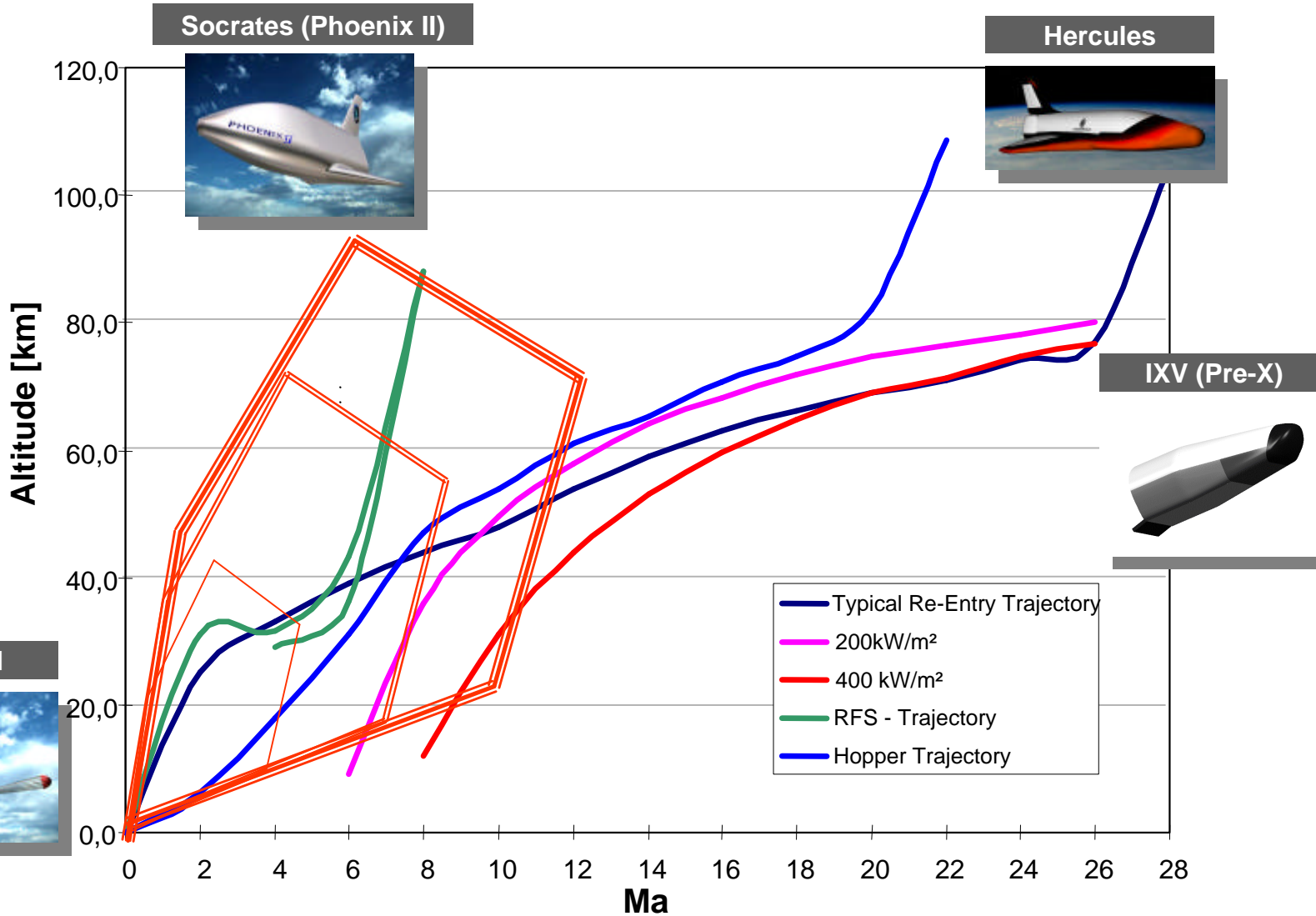


Cost Efficient Turn-Around Operations

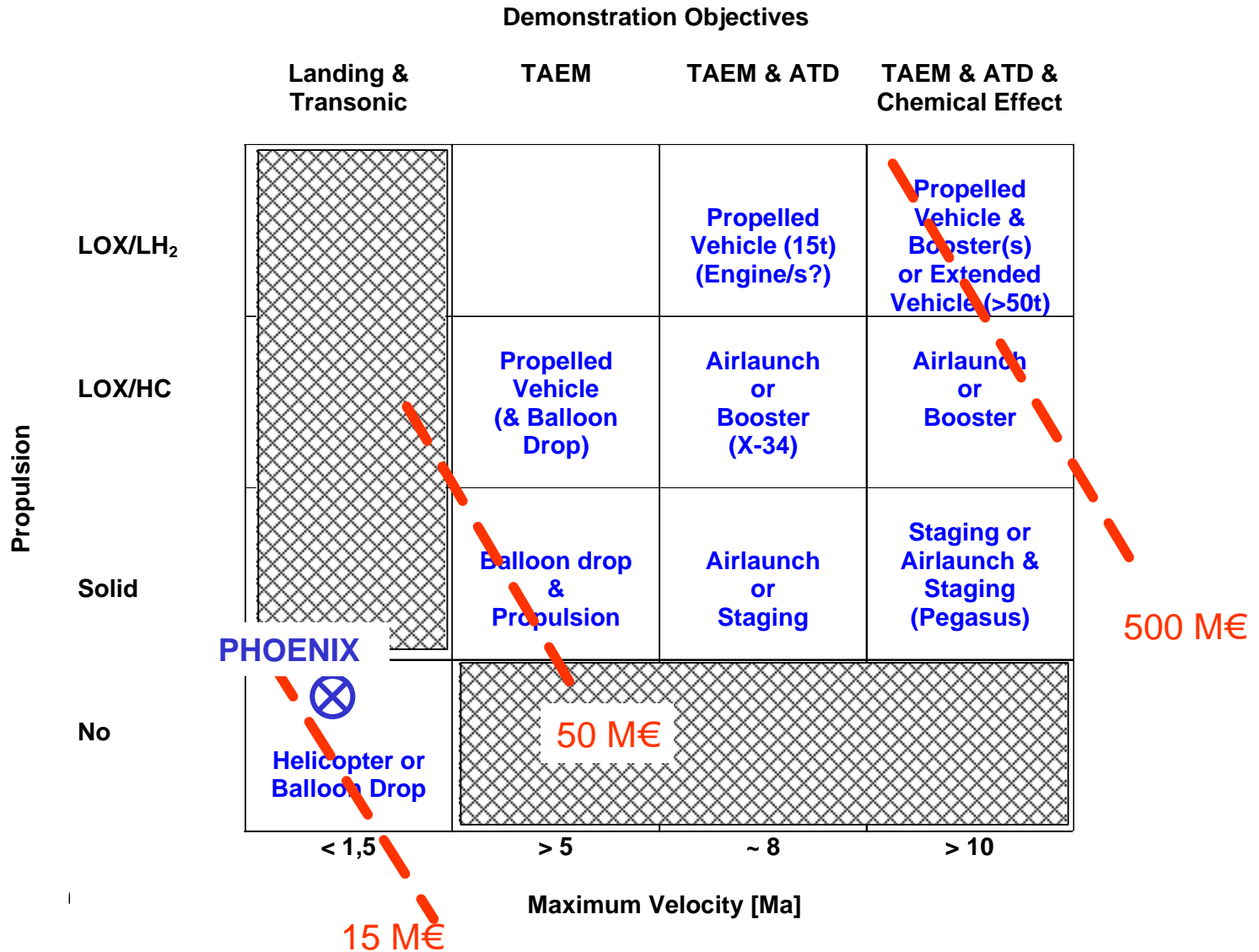


Aerothermodynamics
Shape & Configuration
Definition

Demonstrationsbedarf bzgl. Der RLV-Flugbahn



Leistungs/Kosten-Relation von RLV-Demonstratoren



Das Deutsche Demonstrationsprojekt PHOENIX

Steep Approach

$V_{MAX} \sim 105 \text{ m/s}$
 $V_V \sim 50 \text{ m/s}$
 $g \sim 28^\circ$



Release
Altitude 4000 m
Speed > 30 m/s



Flare
Altitude ~ 400 m



Roll-Out



Touch-Down

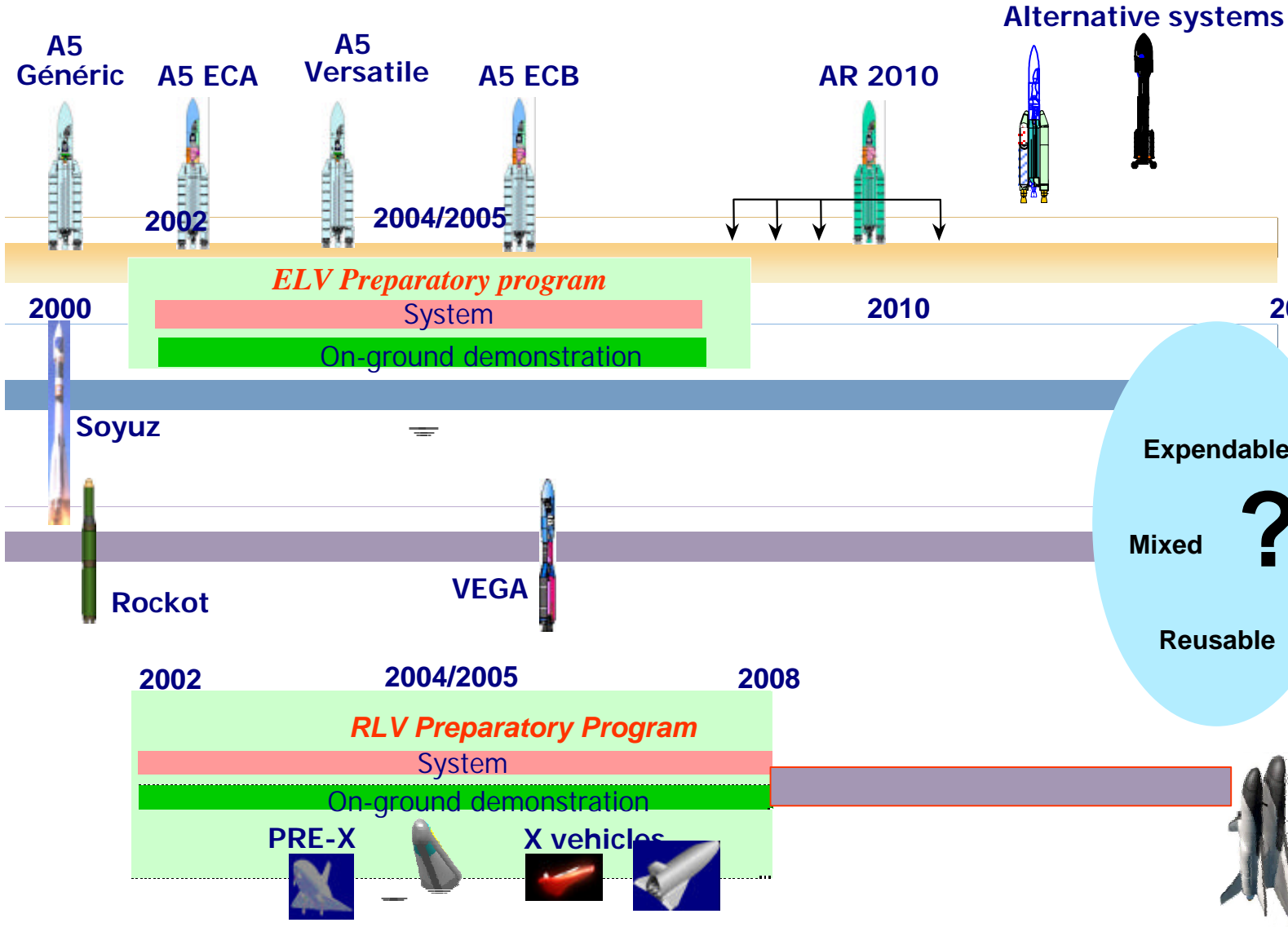


**Landing Gear
Deployment**
T - 15 s

Europäische Raumtransport Evolution (CNES Vorschlag)

ELV

RLV



Zusammenfassung

Der Raumtransport befindet sich weltweit in einer kritischen Situation

- Kommerzieller Markt leidet unter der allg. Wirtschaftsflaute
- Begrenzte Budgets für staatl. Missionen, insbesondere in Europa
- Überangebot an Trägern-Kapazität
- Russische Träger können zu Dumping-Preisen angeboten werden

Die Ariane Industrie stellt sich der Herausforderung durch

- Konzentration und Effizienzsteigerung (LICO)
- Kosteneinsparung durch Anpassung der Kapazitäten
- Anpassung der Leistungsfähigkeit an den zukünftigen Marktbedarf

Die Agenturen unterstützen durch

- Weitere Förderung der notwendigen Ariane Entwicklungsarbeiten
- Ausgleich von Ariane Wettbewerbsnachteilen (staatl. abgesicherte Mindeststartrate)
- Technologieförderung für langfristige Entwicklungen (RLVs)