



Systemintegration

DGLR-Seminar "Flugzeugkabine und Kabinensysteme"

21. - 23.09.2004

Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2004 in Dresden

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Prof. Dr.- Ing. Dieter Scholz, MSME

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fachbereich Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau
Berliner Tor 9
20099 Hamburg

E- mail: info@ProfScholz.de
Internet: <http://www.ProfScholz.de>

- Einleitung
 - Definitionen
 - Integrationsaufgaben
 - Integrationstechniken
- Integration der Mitarbeiter
- Integration von Firmen
- Integration von Kapital
- Integration von Standorten
- Integration der Zulieferer
- Prozesse und Techniken der Systemintegration
 - Business Process, Milestones, Concurrent Engineering, Requirements Engineering
 - Simulation, Test Rigs, EMU
 - Integration von Rohren und Kabeln
- Literatur und Vorschriften (Airbus)
- Literatur und Vorschriften der Systemintegration
- Integrationsbeispiel: Vom Kundenwunsch zur Modifikation

- Definition „**System**“:

Eine System ist eine abgegrenzte Anordnung von aufeinander einwirkenden Gebilden. Die Anordnung wird durch eine Hüllfläche von ihrer Umgebung abgegrenzt. Durch die Hüllfläche werden Verbindungen des Systems mit seiner Umwelt geschnitten.

Definition „**Integration**“ (Duden):

- 1.) Herstellung einer Einheit aus Differenziertem;
Vervollständigung
- 2.) Einbeziehung, Eingliederung in ein größeres Ganzes

Definition „**Integration**“ (Brockhaus):

Zusammenschluß, Bildung übergeordneter Ganzheiten

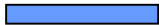
Definition: „**Integration**“ (ARP 4754):

- 1.) The act of causing elements of an item to function together.
- 2.) The act of gathering a number of separate functions within a single implementation.

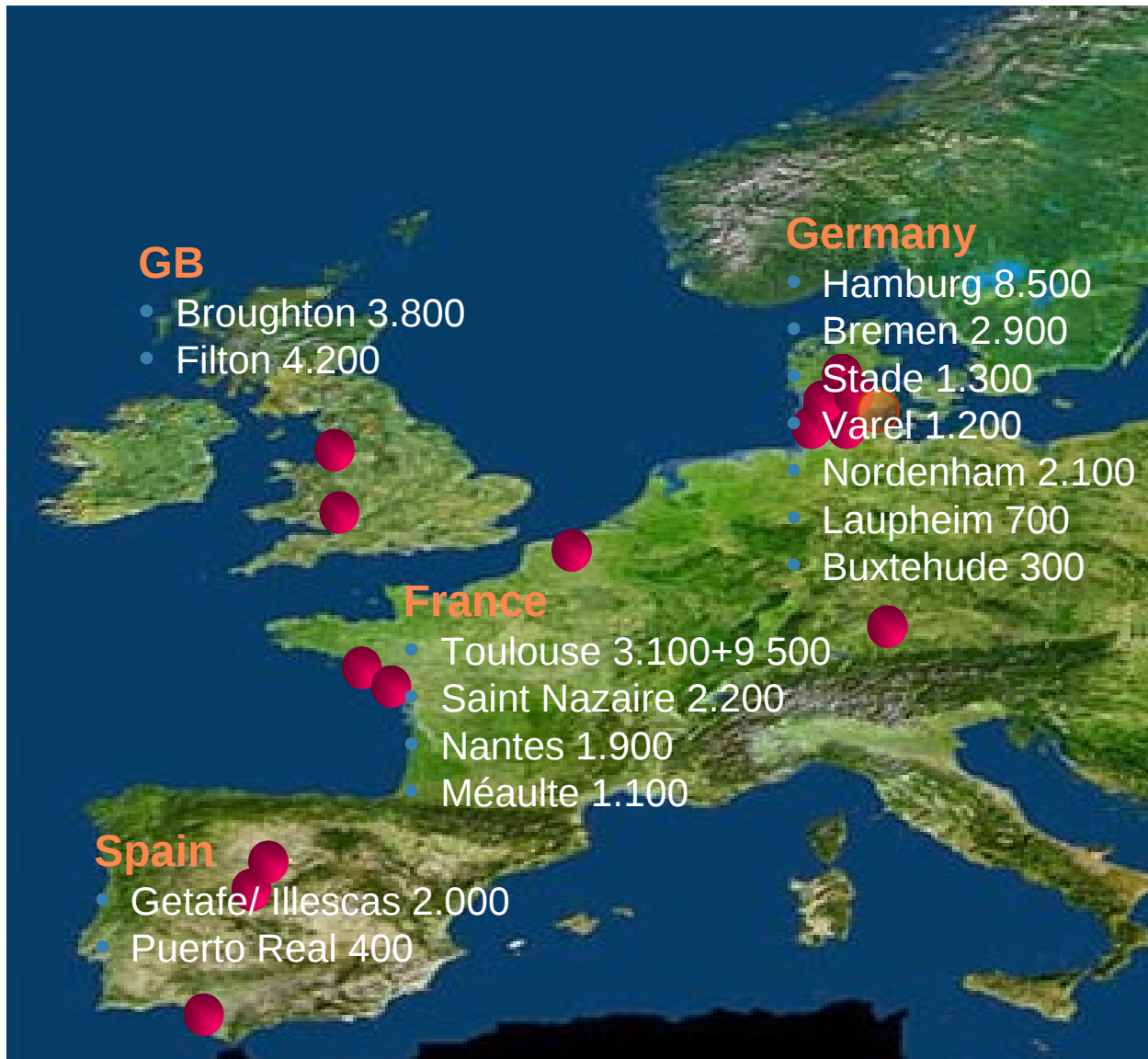
Integrationsaufgaben im Flugzeugbau im Zusammenhang mit ...

- Arbeitskraft, Wissen (Abteilungen, Standorte, Firmen)
- Anforderungen (Requirements-Engineering)
- Zulassung
- Funktionen der Systeme (Integration zur Gesamtfunktion)
- Materialien (Composite-Structuren)
- Komponenten (Baugruppen, Subsysteme, Systeme)
- Informationen (Signalübertragung und -verarbeitung)
- Energien (Bereitstellung, Verteilung, Verbrauch von Sekundärenergie)
- Integration des Produktes Flugzeug in die Welt der Luftfahrt mit den Randbedingungen der Politik, der Airlines, der Flughäfen und der Flugsicherung

Integrationstechniken

- Prozessdefinitionen: **Business Process Map**
- Entwicklungsstrategien: **Concurrent Engineering**
- Überwachung der Anforderungen: **Requirements-Engineering**
- Managementmethoden: **Quality Gates**
- Check der Systemfunktion: **Simulation, Test Rigs, Iron Bird**
- Check des Einbauraumes: **Routing & Ducting: 3D-CAD, Engineering Mock Up (EMU)**
- Masseprognosen
- Zuverlässigkeitsprognosen  **dieses Modul: Systemintegration**
- Prognosen der Wartbarkeit  siehe Modul: Methoden der Systemauslegung
- Kostenprognosen

Integration der Mitarbeiter



AIRBUS Mitarbeiter in Europa

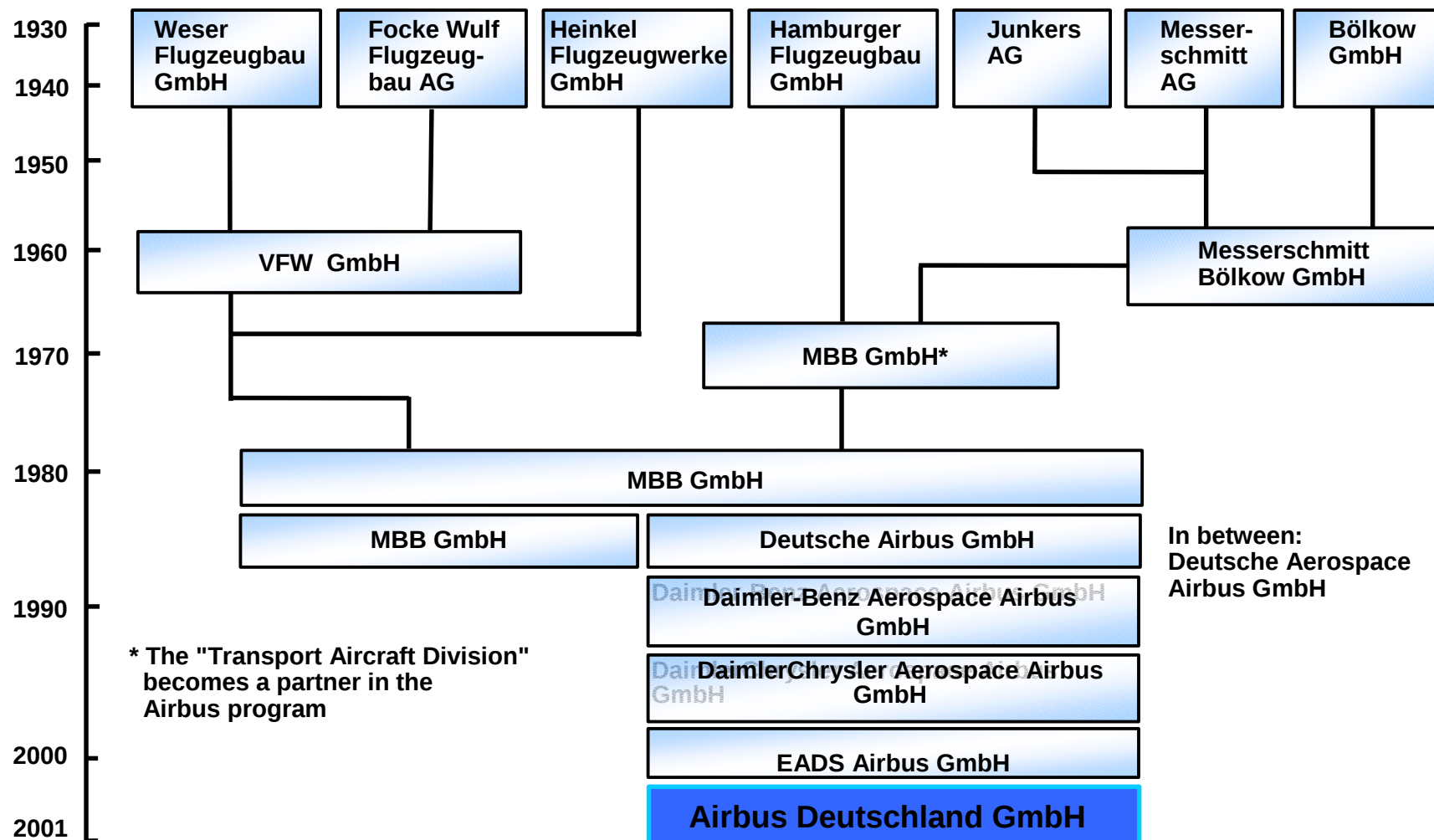
Permanent staff (by 01.01.2002)

• Airbus Deutschland	17.000
• Airbus France	14.700
• Airbus UK	8.000
• Airbus Espana	2.400
• Center	3.100
	45.200

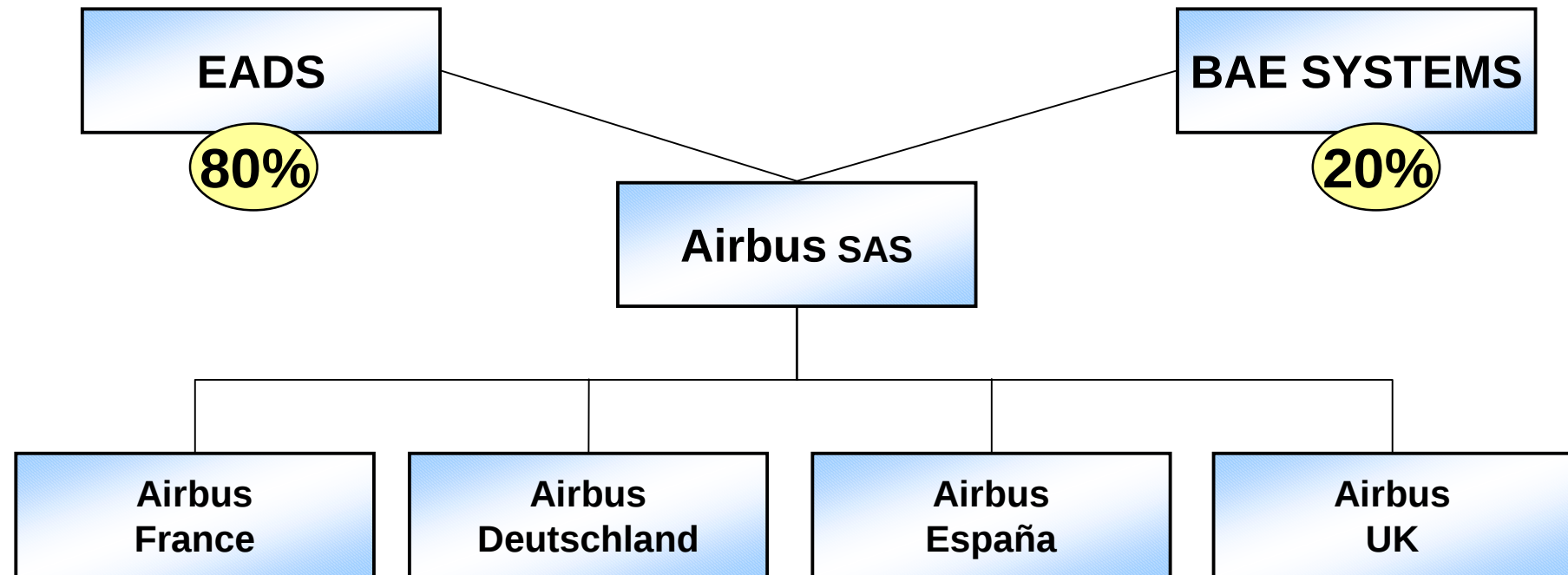
Integration von Firmen



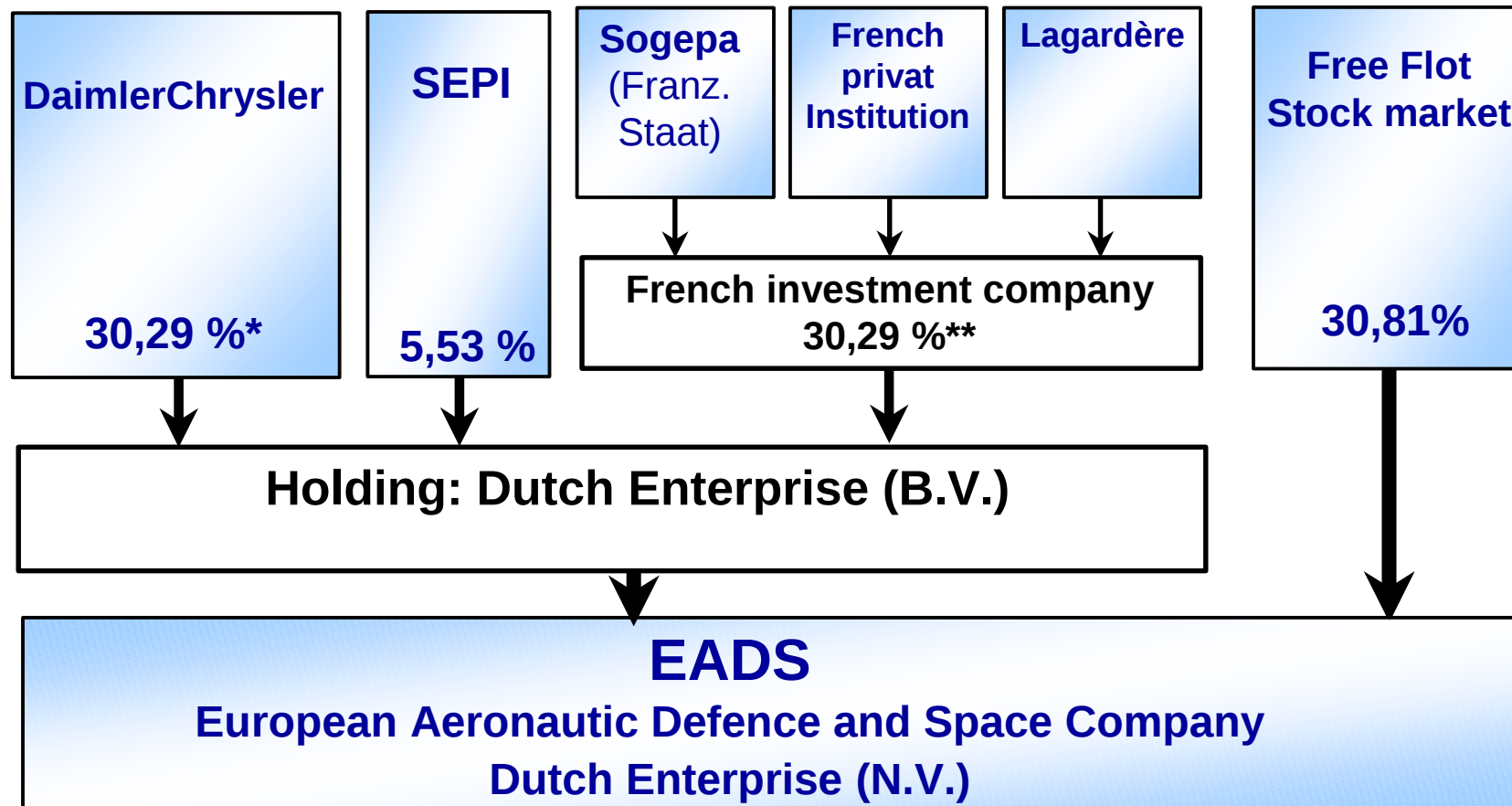
Integration von Traditionsunternehmen



Integration von Kapital



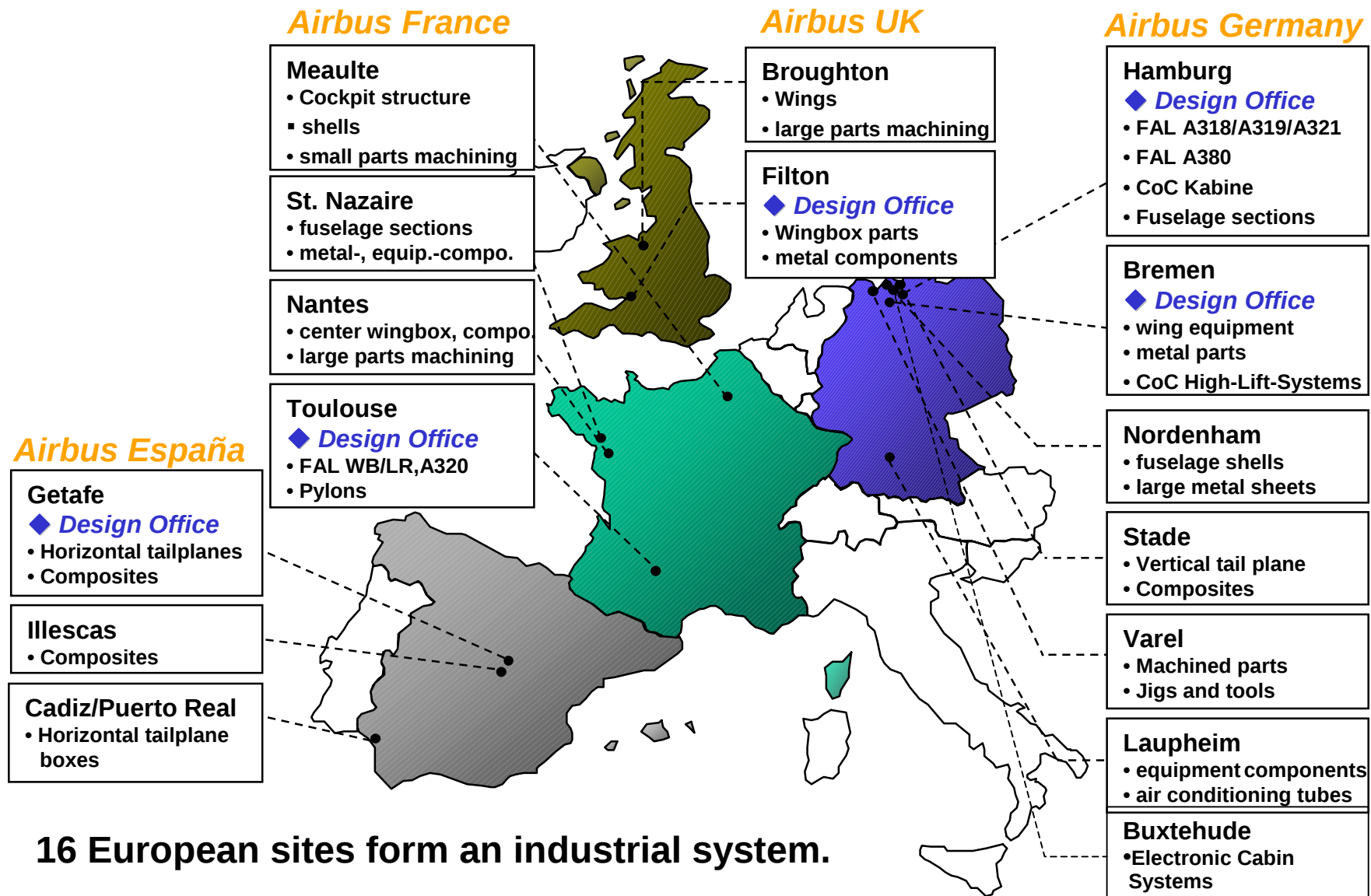
Integration von Kapital

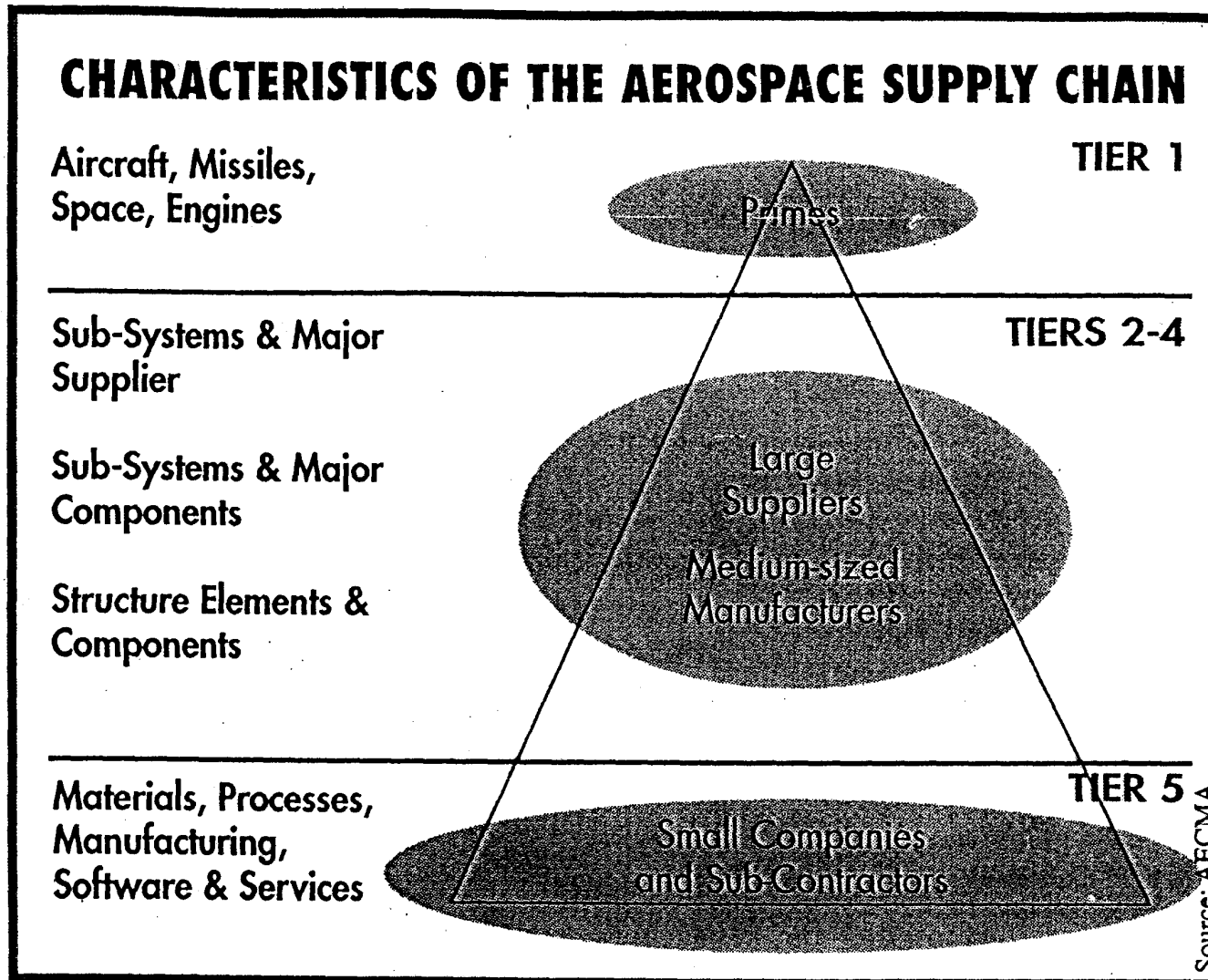


* zzgl. 2,75% DaimlerChrysler Überhanganteile (werden später verkauft)

** zzgl. 0,33% -Französischer Staat

Integration von Standorten





Integration der Zulieferer



AIRBUS

Aircraft Manufacturer

GOODRICH

Honeywell



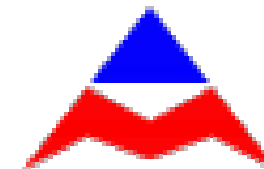
Subcontractor

AOA
apparatebau
gauting



COMTAS

Innovint
AIRCRAFT INTERIOR



Supply Chain



Luft- und raumfahrtorientierte KMUs kann man wie folgt strukturieren:

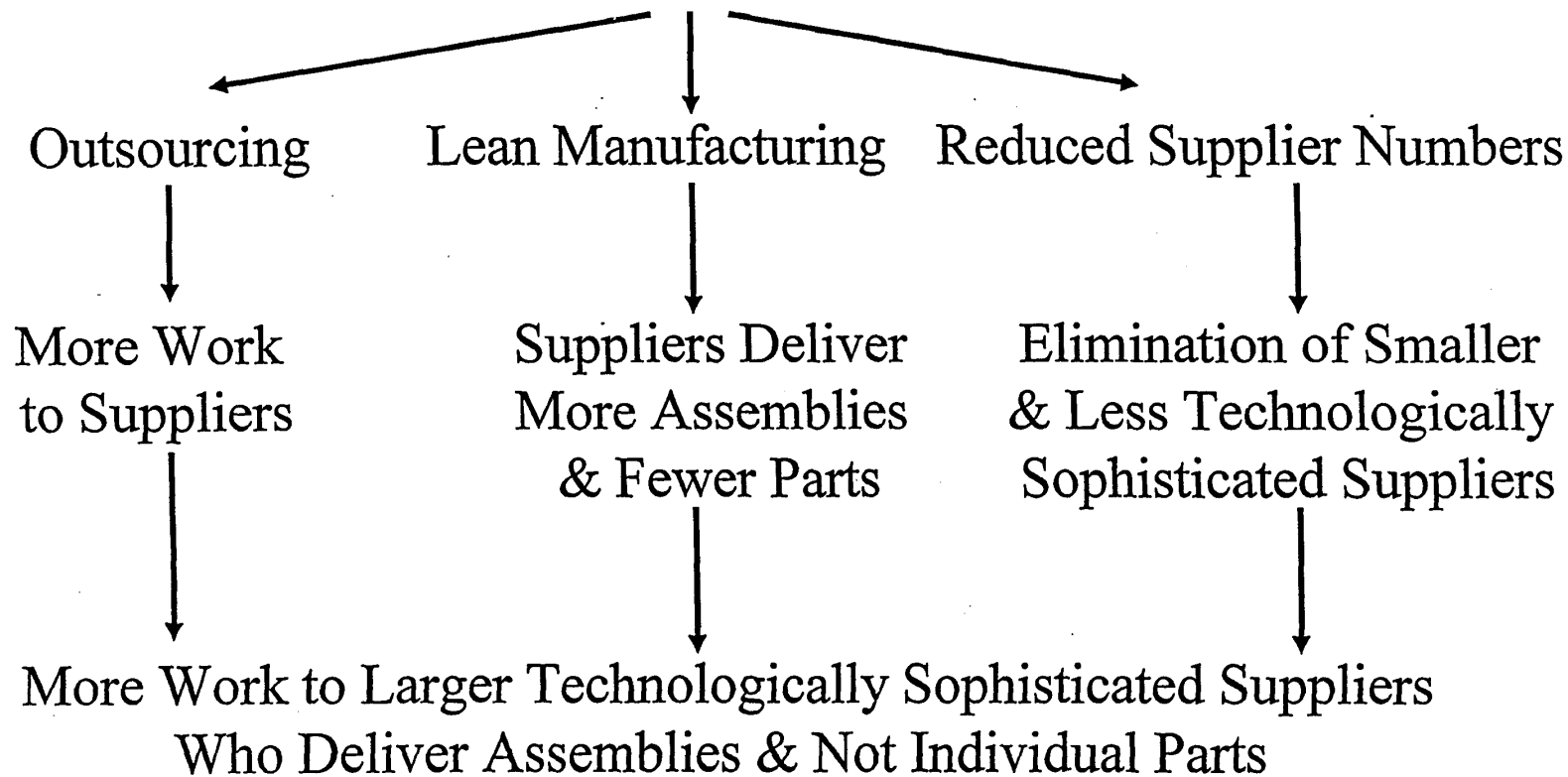
- Entwickler in allen Bereichen der Luft- und Raumfahrtindustrie
- Entwickler in spezialisierten Bereichen mit eigener Fertigung
- Ingenieurbüros
- Fertiger als "verlängerte Werkbank"
- Zulieferer, z.B. Veredelungsprozesse, Rohteile, Rohmaterial
- Handel und Vertrieb
- Consulting, z.B. Projektmanagement, Qualitätssicherung
- Dienstleister, z.B. Technische-Dokumentation, Wartung, Schulung, Logistik

Die Abnehmerseite bilden:

- ☐ Flugzeughersteller (z.B. Daimler-Benz Aerospace)
- ☐ Fluggesellschaften
- ☐ Allgemeine Luftfahrt
- ☐ Flugzeugwerften
- ☐ Flughäfen

KMU:
Kleine und mittlere
Unternehmen

PRESSURE TO REDUCE COSTS



Integration der Zulieferer



Die internationalen Zentren für zivilen Flugzeugbau im Überblick

Merkmal	HAMBURG	Metropolregionen ¹ TOULOUSE	SEATTLE
Einwohnerzahl	3.138.000	650.000	3.131.000
Erwerbsbevölkerung	1.279.000	299.000	1.558.000
Anzahl der LRI-Betriebe			
- im engeren Sinn	10 ²	21	22
- im weiteren Sinn	190 ³	241	78 ⁴
LRI-Beschäftigte	26.200	30.250	167.250 ⁵
Gebietskörperschaften der Region	Hamburg + Kreise: Pinneberg Steinburg Segeberg Stormarn Lauenburg Lüneburg Harburg Stade	Toulouse Balma Blagnac Colomiers L'Union Ramonville Tourefeuille Sincoval	Counties: Island King Kitsap Pierce Snokomish Thurston
Führendes LRI-Unternehmen	DA Airbus	Aerospatiale	Boeing

Der Firmensitz an einem Luftfahrtstandort kann für ein KMU ein strategischer Wettbewerbsvorteil sein.

¹ Jeweils aktuellste Angaben ² LBA-Betriebe ³ Schätzung aufgrund Befragung ⁴ nur Ausrüstungsbetriebe ⁵ einschließlich Militärsektor

Ausgewählte Prozesse und Techniken:

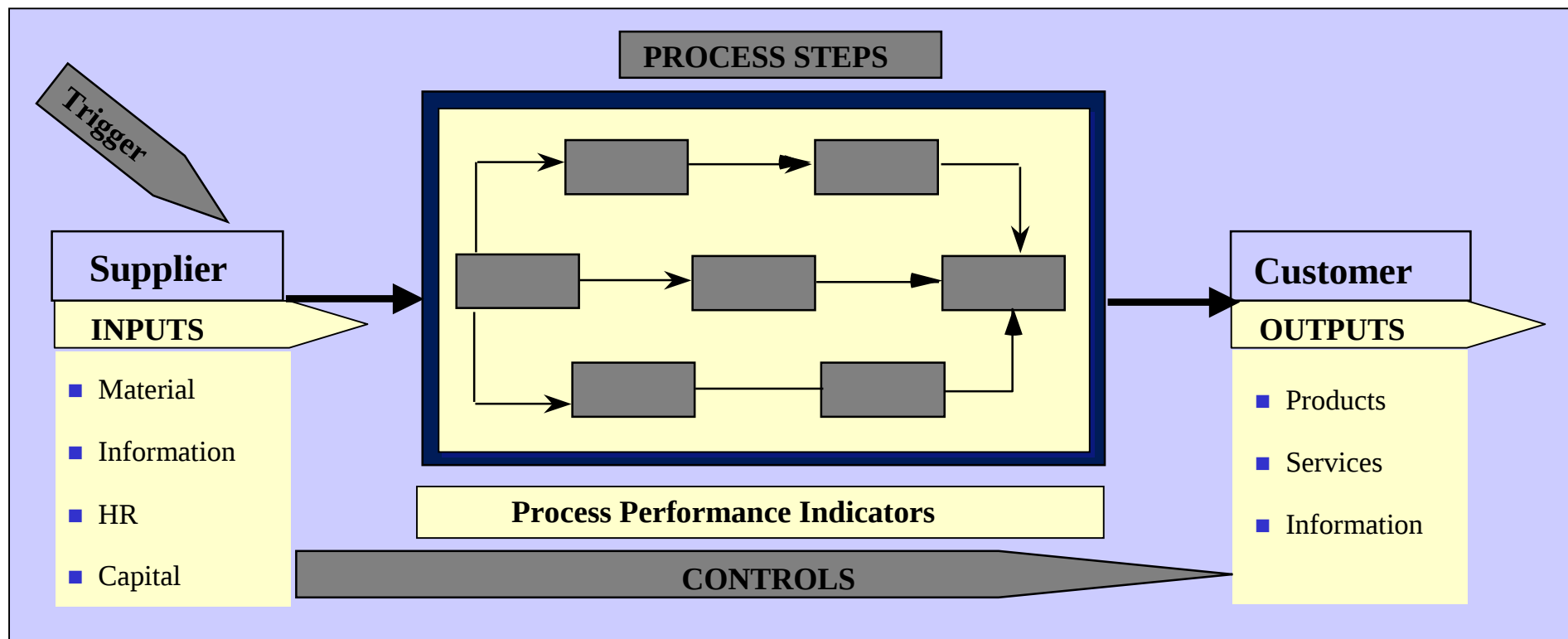
- Business Process
- Milestones
- Concurrent Engineering
- Requirements Engineering
- Simulation / Test Rigs
- EMU (Engineering Mock Up)
- Routing & Ducting

Business Process: Definition



A business process is ...

...a structured set of activities that transforms inputs (such as knowledge, labour and materials) into specified outputs that provide value to stakeholders.



Business Process: Core Processes



Strategic Management Processes

The strategic management process is the process that:

- develops the Airbus mission,
- defines the Airbus business objectives,
- identifies the business risks that threaten attainment of the business objectives,

Customer
Requirement

Core Processes

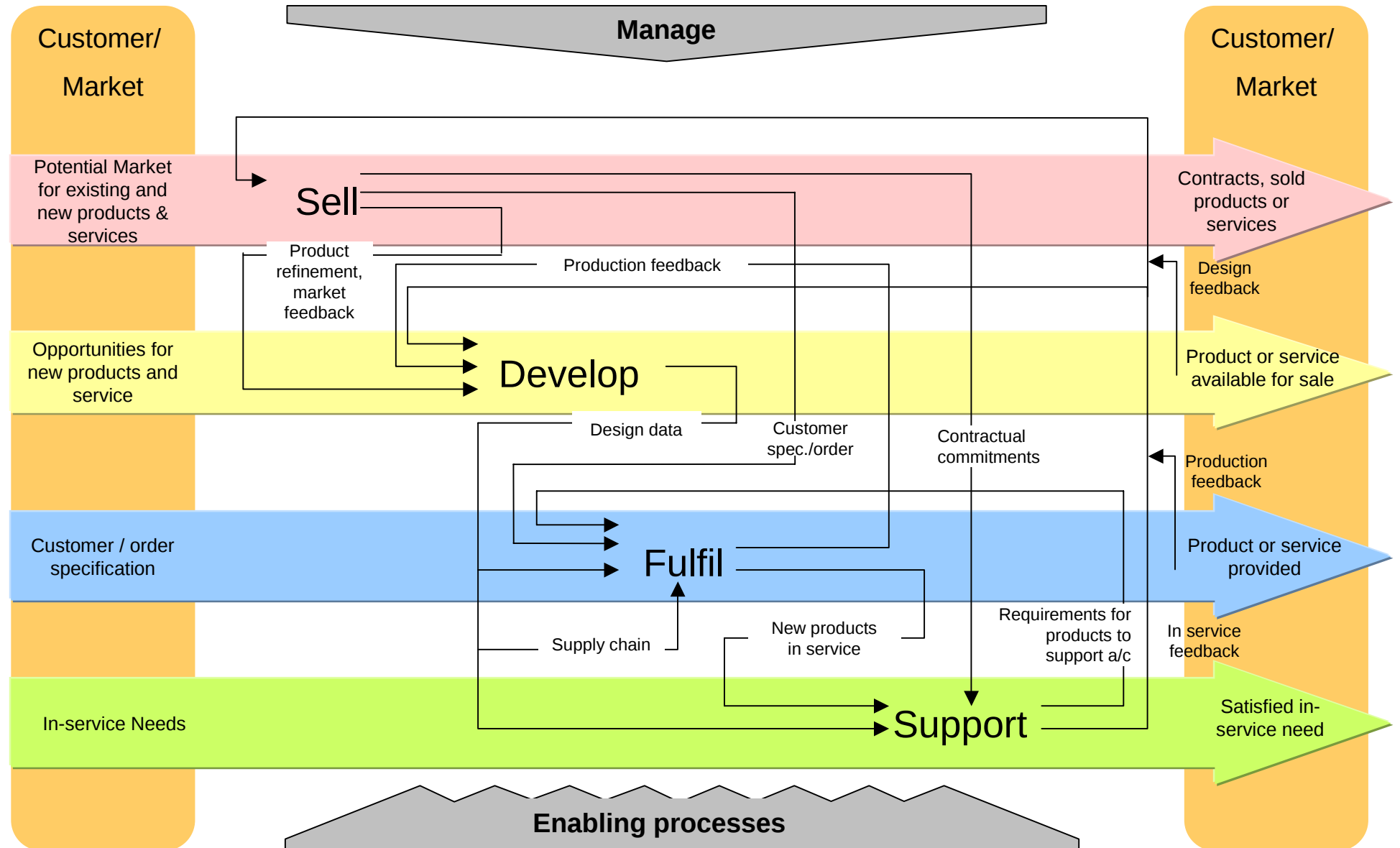
Core business processes are the processes that develop, produce, sell, and support Airbus products. These processes do not follow traditional organisational or functional lines, but reflect the grouping of related business activities.

Customer
Satisfaction

Enabling Processes

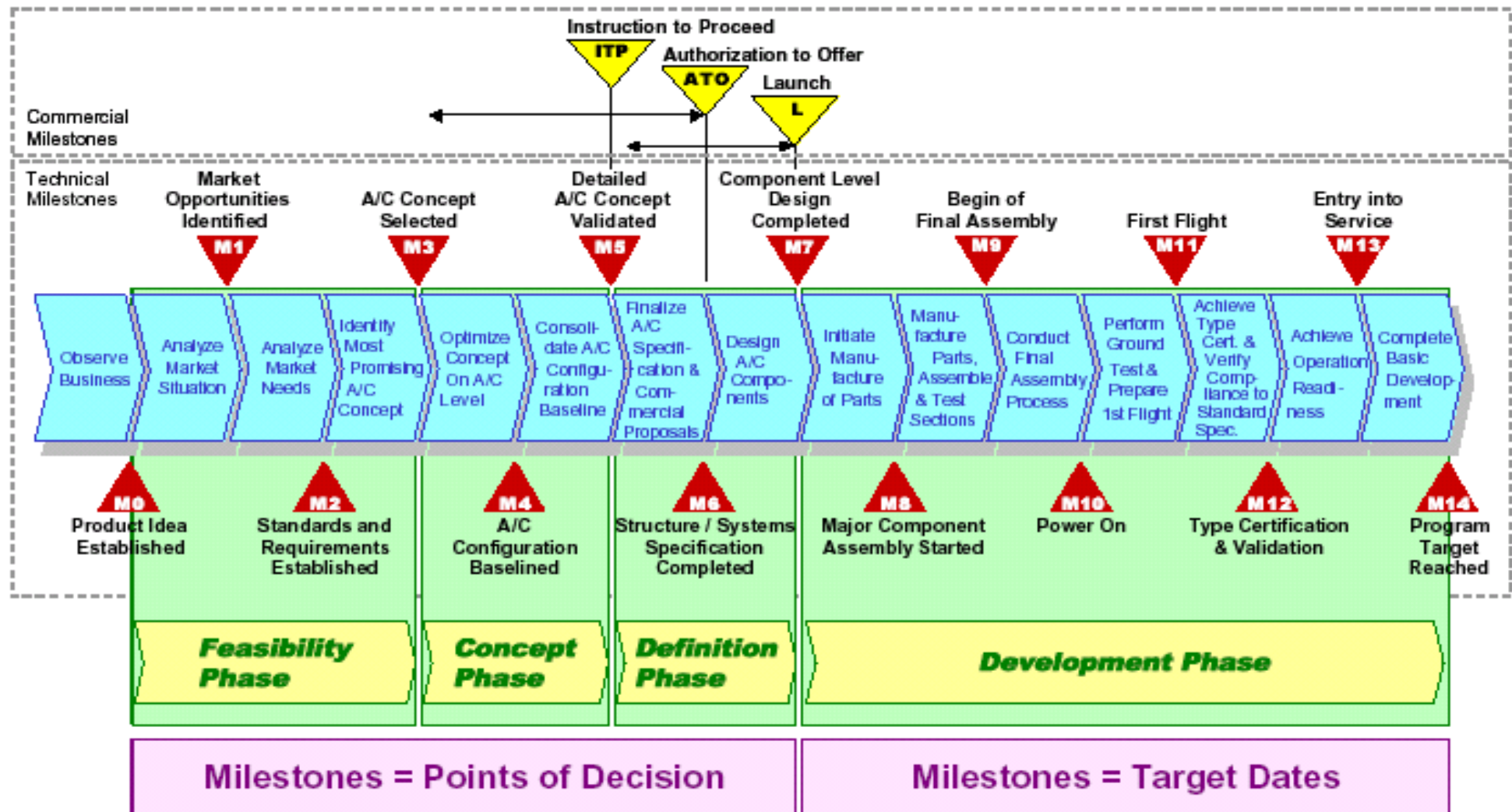
Enabling processes are business processes that provide appropriate support and resources to the other business processes.

Business Process: The Top Level Process Map Structure



Milestones:

AP2254 Module 1



Concurrent Engineering:

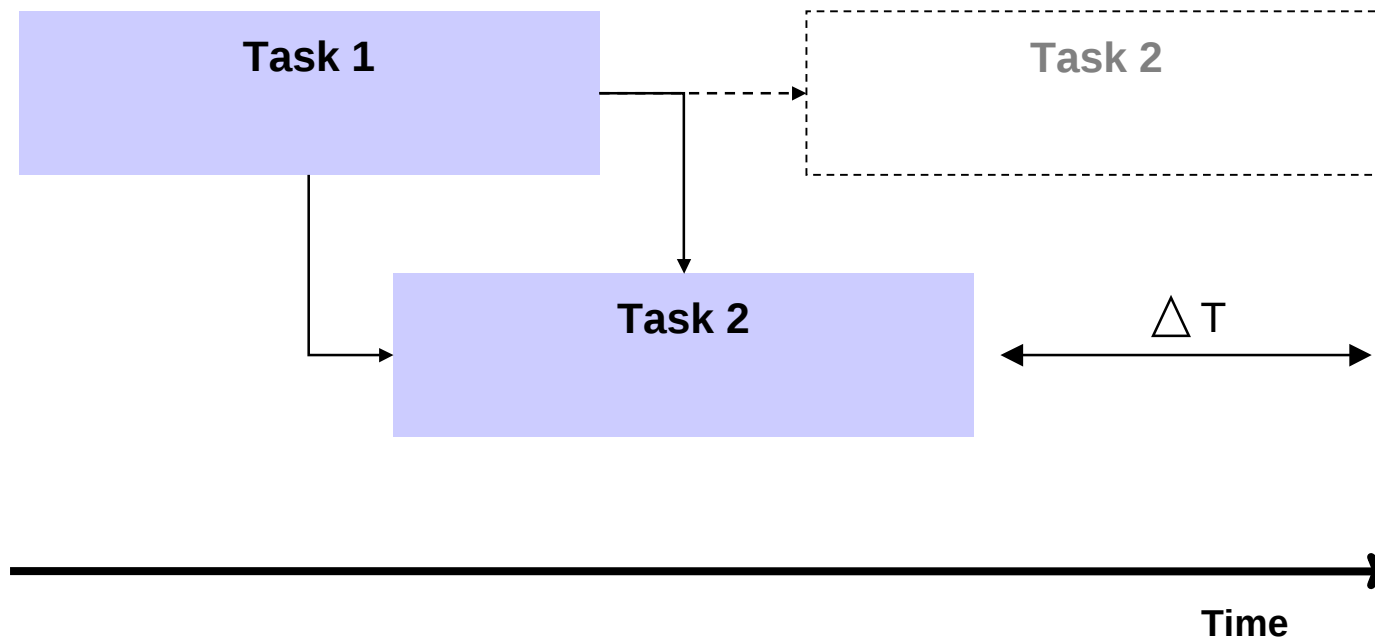
lead time, cost, quality



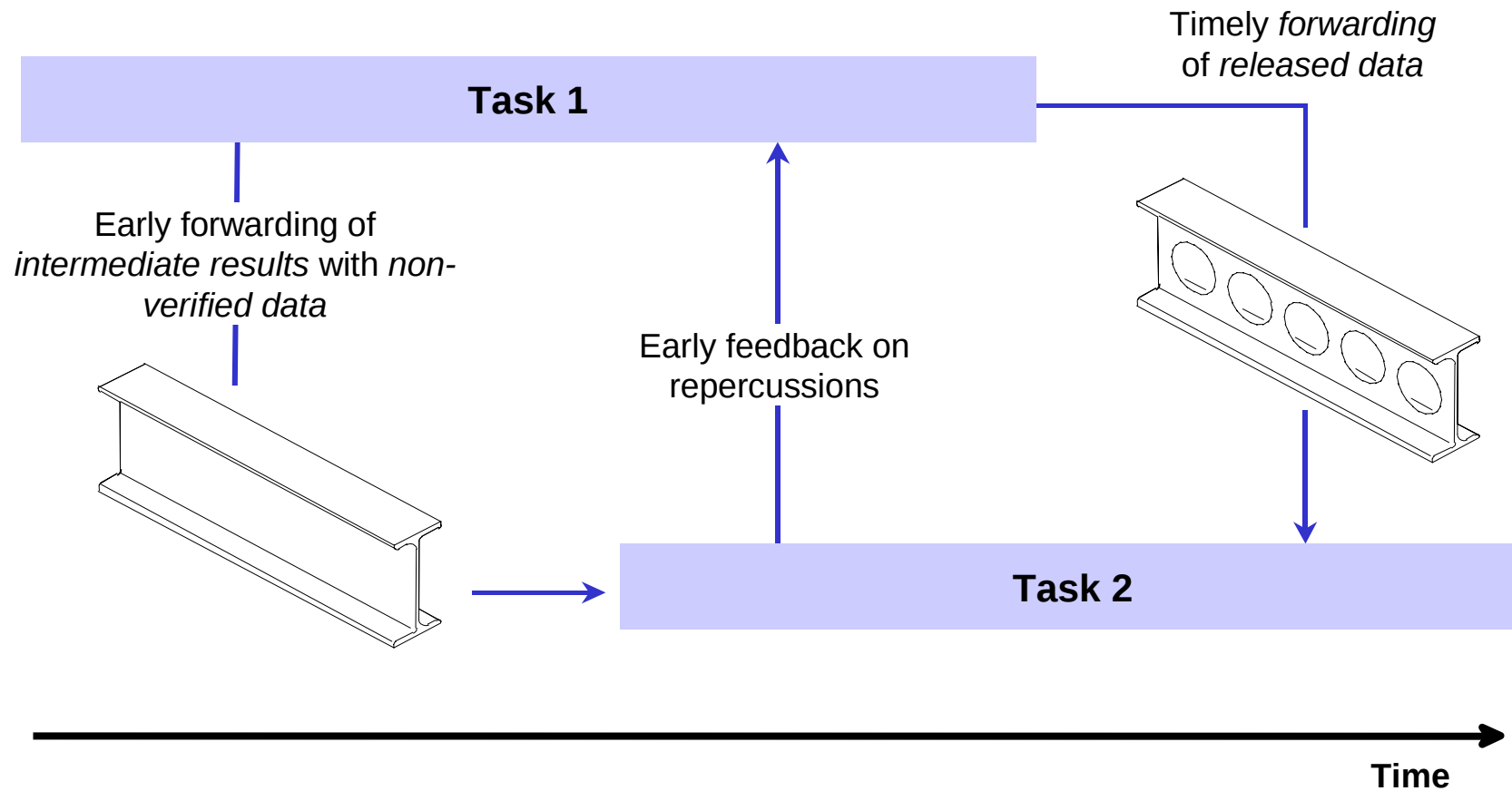
- **Lead time**, **costs** and **quality** of a product are today the most important aspects to survive at the global market. Concurrent Engineering aims to improve these aspects through new ways of working.
- At Airbus: **ACE** (**Airbus Concurrent Engineering**).

Concurrent Engineering:

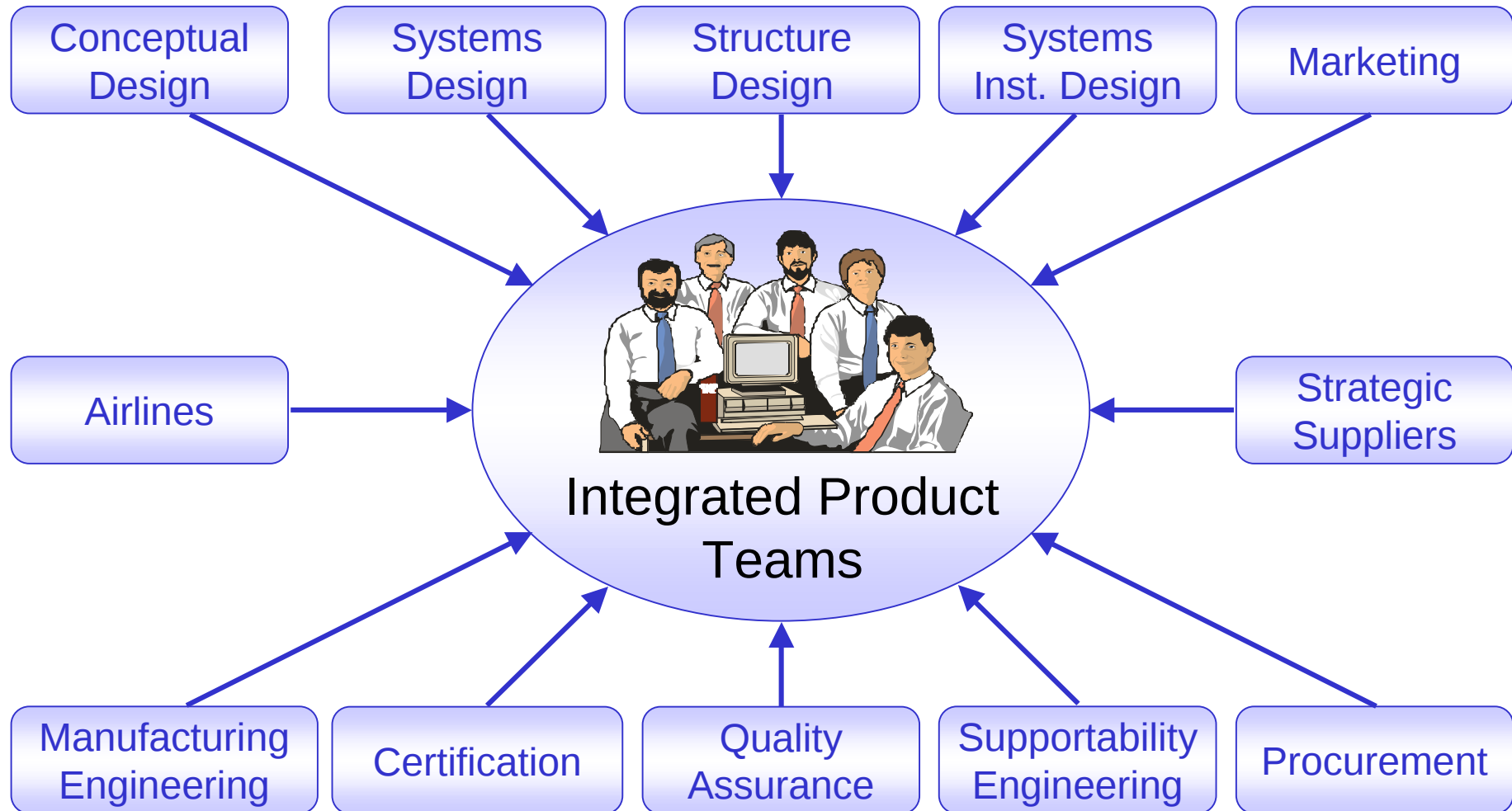
parallel processes



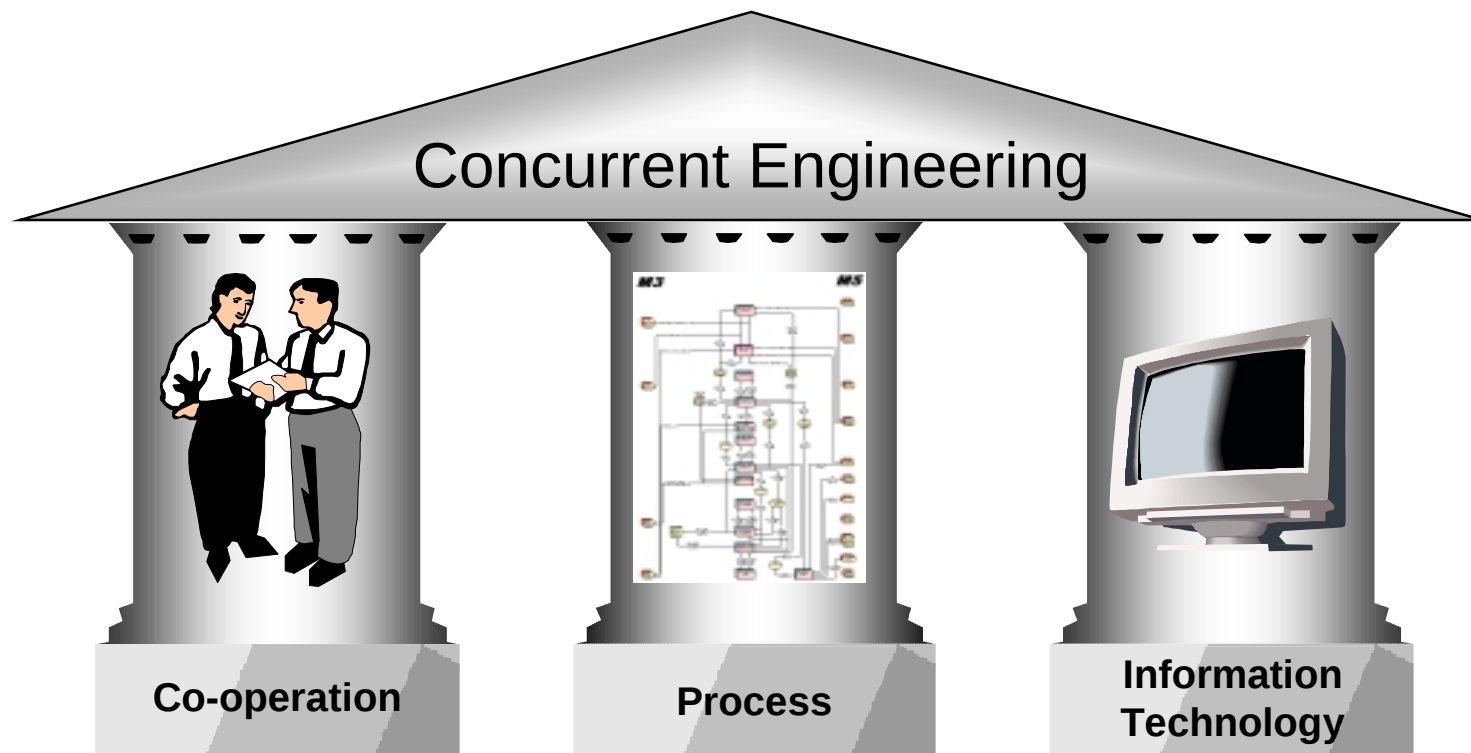
Concurrent Engineering: parallel processes



Concurrent Engineering: integrated product teams



Concurrent Engineering: ... and use of information technology

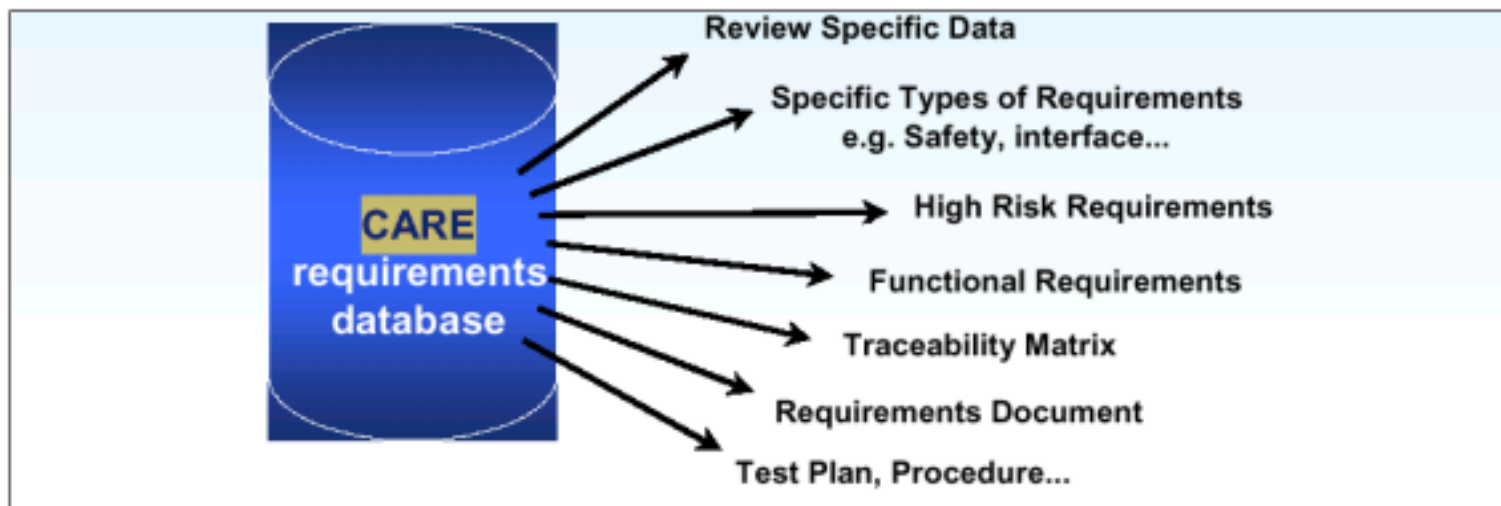


Requirements Engineering: data centric approach



Data Centric Engineering versus Document Centric Engineering

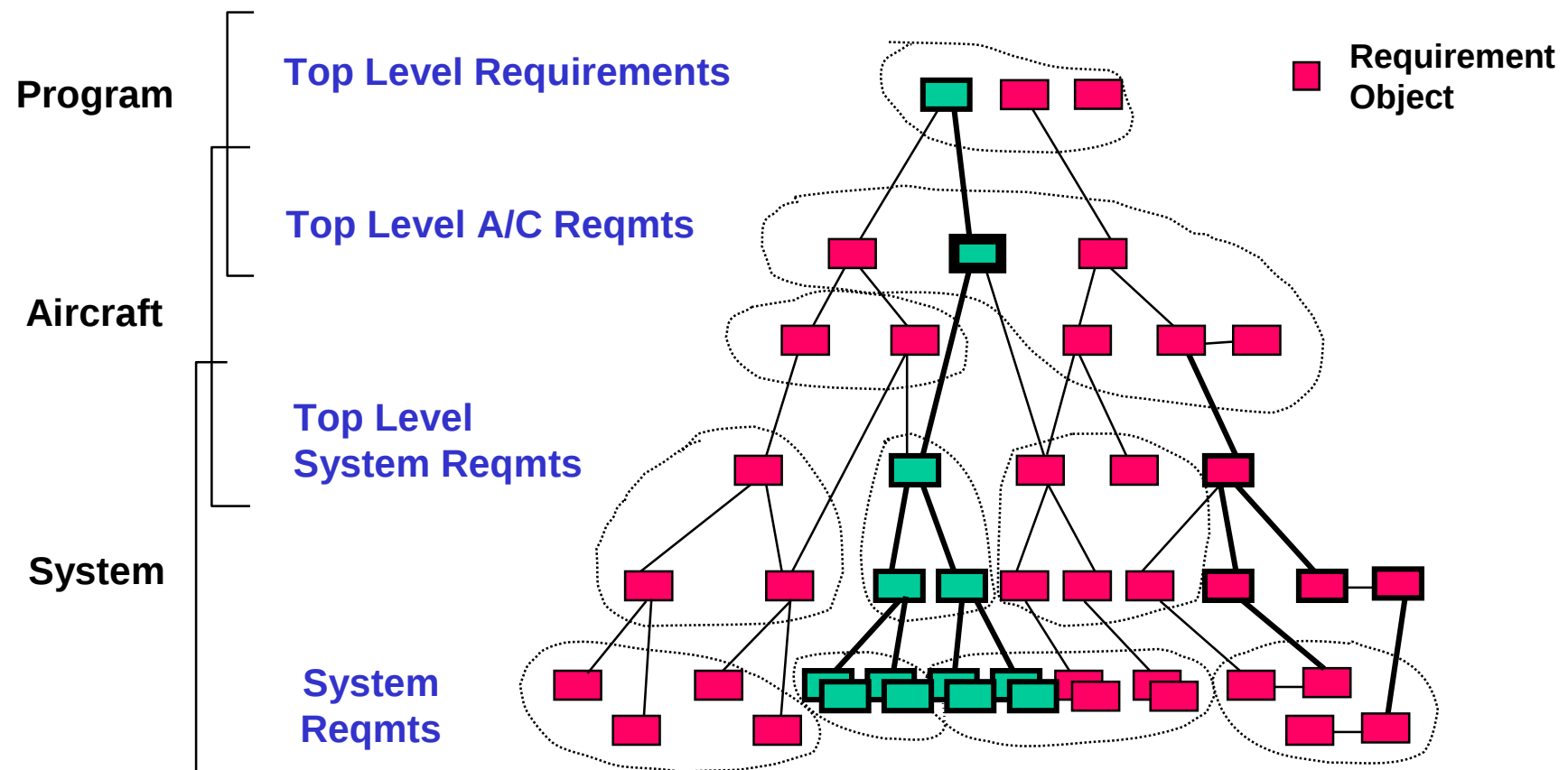
Historically, the engineering of systems has typically been managed by following a document driven approach. Databases now offer a more flexible storage media for engineering data than that traditionally provided by the word processor and hence document. Managing the requirements using a database, documents are produced by extracting specific “views” in support of requirement engineering. The CARE process moves away from a document centric world, recognising that documents are representations of engineering data taken from specific viewpoints. A database is introduced which, once populated with data and certain attributes, allows as many “views” of the available data to be taken as required.



Requirements Engineering: hierarchic and traceable

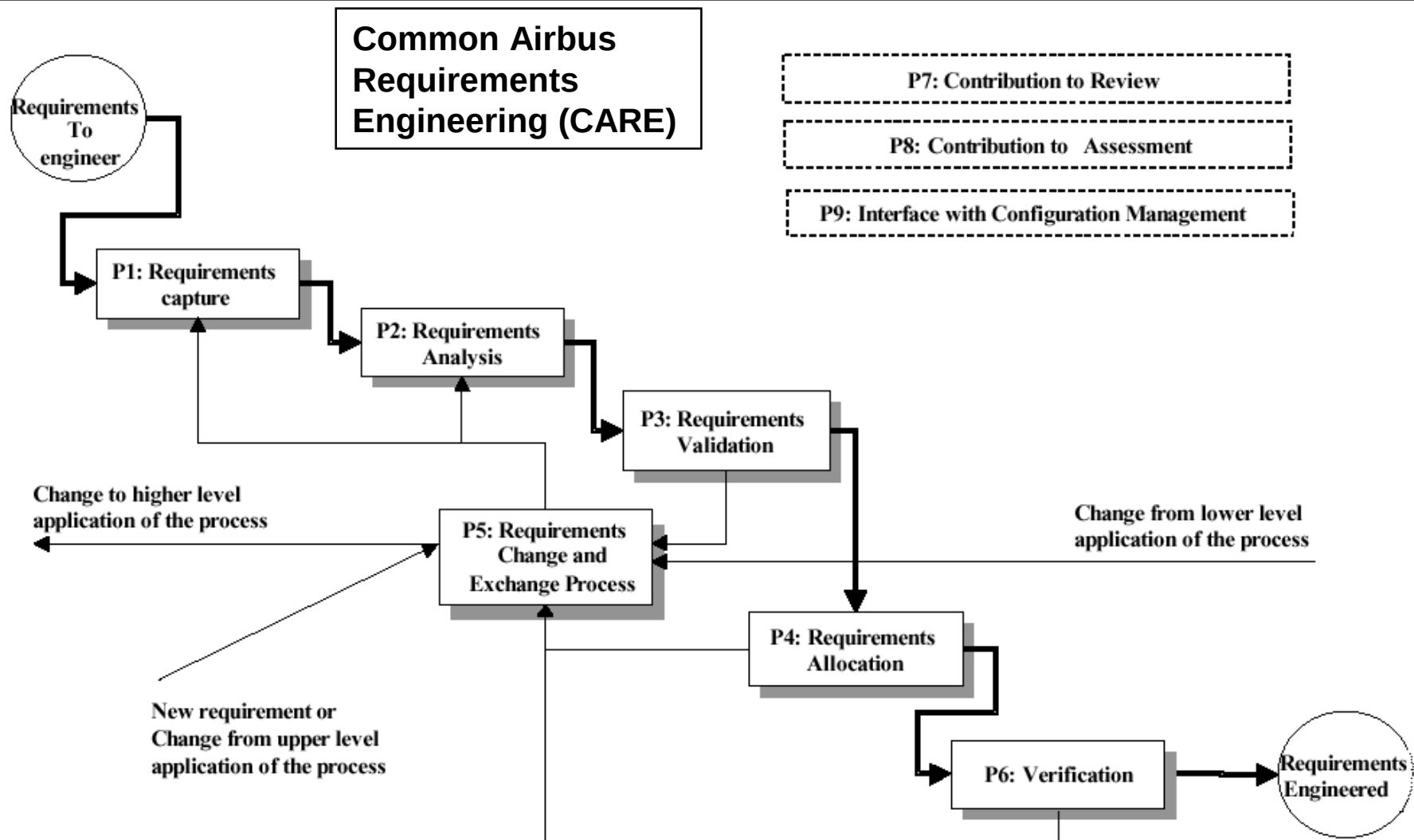


The creation of **relationships** (links) between requirements objects at **different levels** of abstraction allows the impact of change to be fully assessed thanks to the **traceability**.



Requirements Engineering:

CARE process



Integrationsnachweis: Simulation oder Test?



Kategorisierung

Mock-up: Attrappe zur Geometriedarstellung

Test Rig: Versuchsaufbau zum Funktionsnachweis

Hardware Mock-ups z. B. Engineering Mock-up	Elektronische Mock-ups z.B. 3D-grafische Darstellung
Hardware- gestützte Simulationen z.B. Cockpit Simulator	Rechner- gestützte Simulationen z.B. System Simulation

Einsatzmöglichkeiten rechnergestützter Simulationen

- Rechnergestützte Simulationen können Test Rigs nicht vollständig ersetzen
- Rechnergestützte Simulationen zu Beginn der Entwicklung zur Absicherung und Qualitätsverbesserung des Systementwurfs
- Test Rigs am Ende der Entwicklung zum Nachweis der Systemfunktion immer erforderlich

Test Rigs zum Integrationsnachweis



- In Sinne der Systemintegration werden verschiedene Arten von Versuchsständen (**Test Rigs**) eingesetzt um die Systemfunktionen von Komponenten, Subsystemen oder Systemen nachzuweisen.
- Der **Iron Bird** ist ein Versuchsstand, mit dem viele Funktionen des Flugzeugs in *einem* Versuchsstand nachgebildet werden können.

Engineering Mock Up zum Integrationsnachweis



Check der Einbau- verhältnisse am Engineering Mock-Up (EMU)

o The mock ups are meant to be used for investigation into: clearances, installation, adjustment, removal, maintenance facilities

o Unit mock ups shall meet the following requirements:

- a) demonstration of the original unit contour
- b) original unit and LRU fastening (dimensions and tolerances), exactly on the original position
- c) LRU's must be replaceable.
- d) It shall be possible to simulate servicing, adjusting or lubricating at aircraft installed equipments.
- e) Material
Wood or any other material possessing sufficient strength to be used for mock up purposes.
- f) Colour
Mock ups shall be painted yellow. Maintenance equipment such as filler plugs, drain plugs, torque lock indicators etc. shall be painted in a different colour.
- g) Original name plate and modification plate positions shall be indicated on the mock ups.
- h) Identification
The following details shall be shown on a name plate fixed to the mock up:
 - Designation and P/N of the equipment represented by the mock up
 - Modification index taken from the original unit.

Integration von Rohren und Kabeln

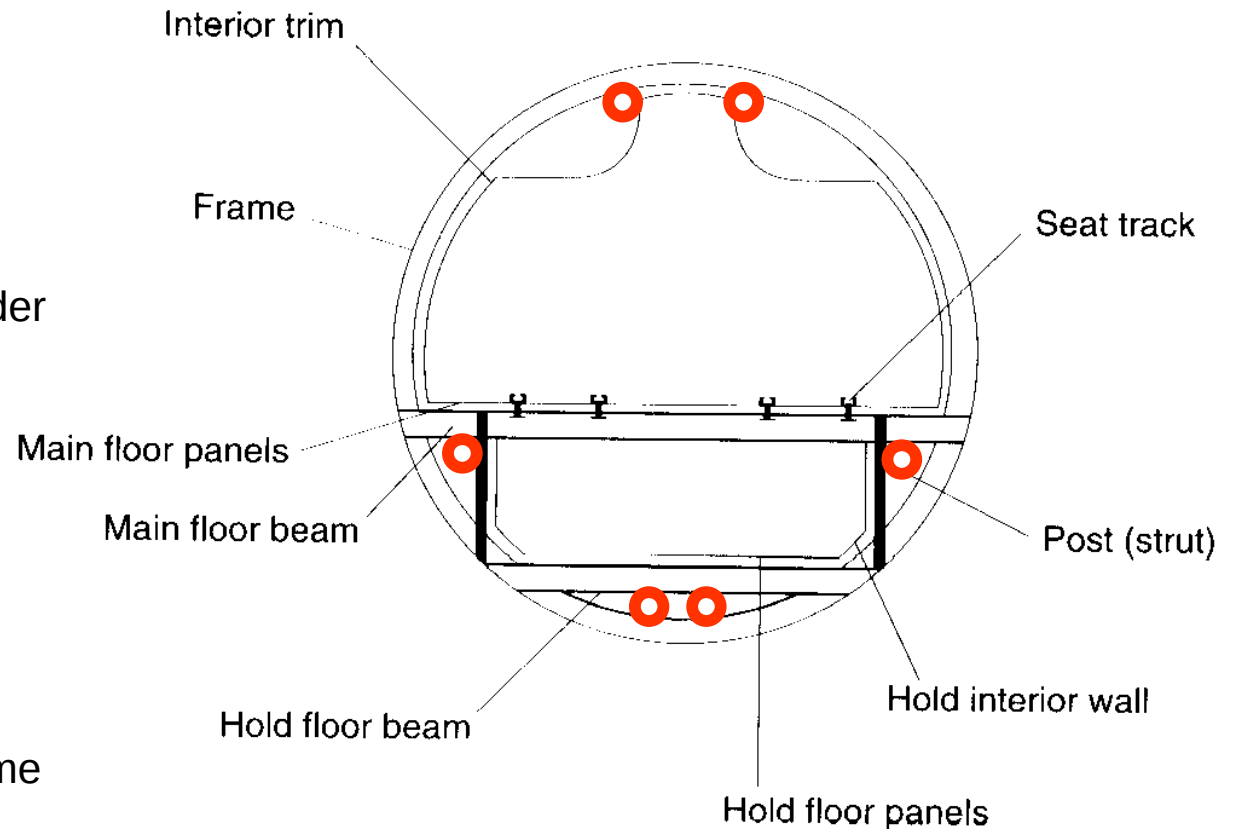


Routing & Ducting ist die Aufgabe, der **Verlegung von Rohren und Verkabelung** durch das Flugzeug.

Es handelt sich um eine Aufgabe der **Integration verschiedener Systeme** in einen begrenzten Raum.

Exemplarisch sind Verlungsräume im Bild durch rote Kreise gezeigt.

Zu beachten ist, dass redundante Systeme separate Verlegungsräume nutzen müssen. Dies wird Routentrennung genannt; engl.: **segregation**.



Integration von Rohren und Kabeln



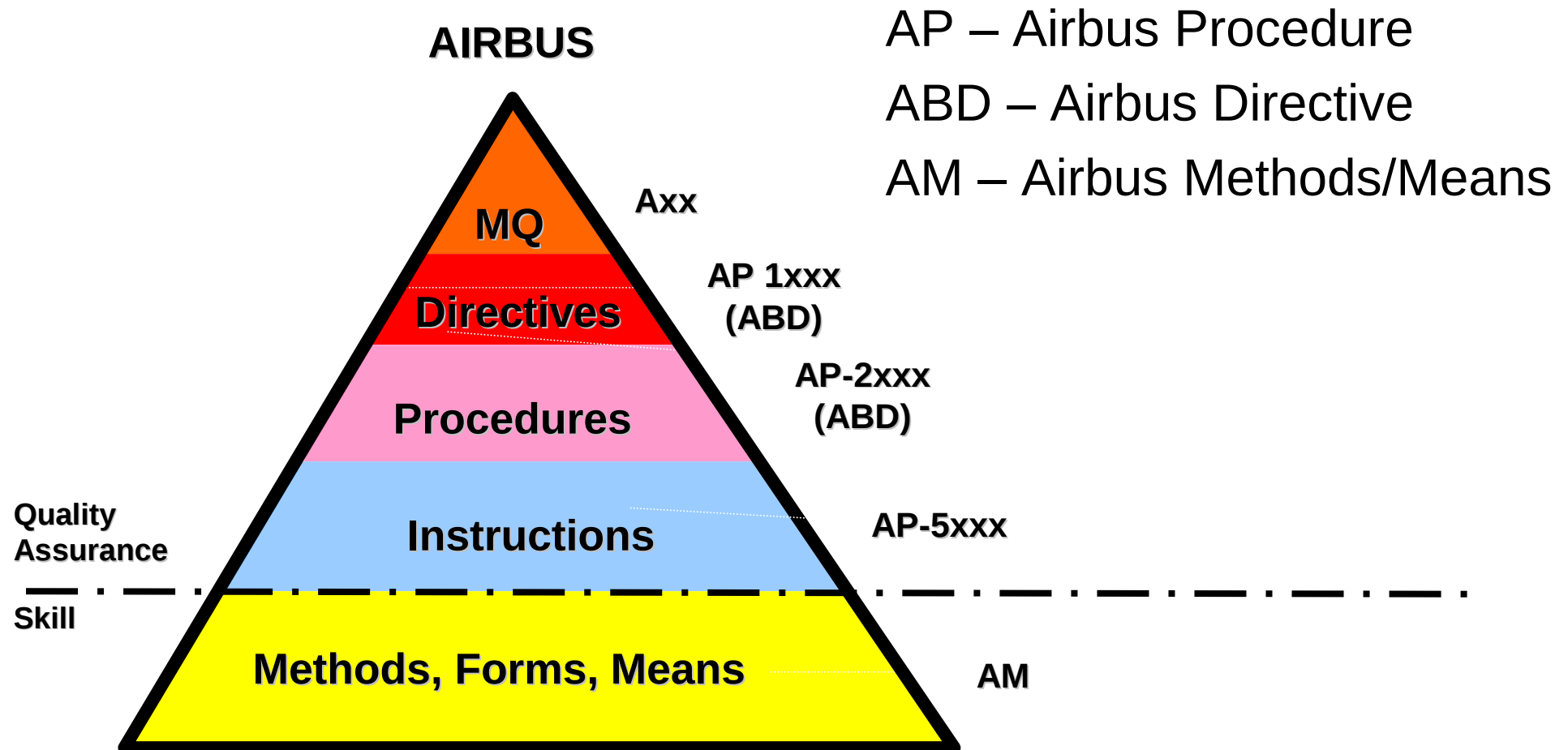
Beim Routing & Ducting ist es wichtig, in der frühen Projektphase bereits die erforderlichen **Rohrquerschnitte abschätzen** zu können.

Der Rohrquerschnitt A wird abgeschätzt aus dem durchzuleitenden Volumenstrom Q und einer aus Erfahrung bekannten **mittleren Strömungsgeschwindigkeit** im Rohr v .

$$A = \frac{Q}{v}$$

Die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten v finden Sie auf einem separaten Blatt!

Literatur und Vorschriften (Airbus)



Literatur und Vorschriften der Systemintegration

ausgewählte Dokumente



International:

- **ARP4754** Certification Considerations for Highly-Integrated or Complex Aircraft Systems
- **RTCA-DO-178B** Software Considerations
- **RTCA-DO-160D** Environmental Conditions

Airbus:

- **AM2000** Mapping of the Procedural Documentation
- **AM2006** Record of Procedural Documents

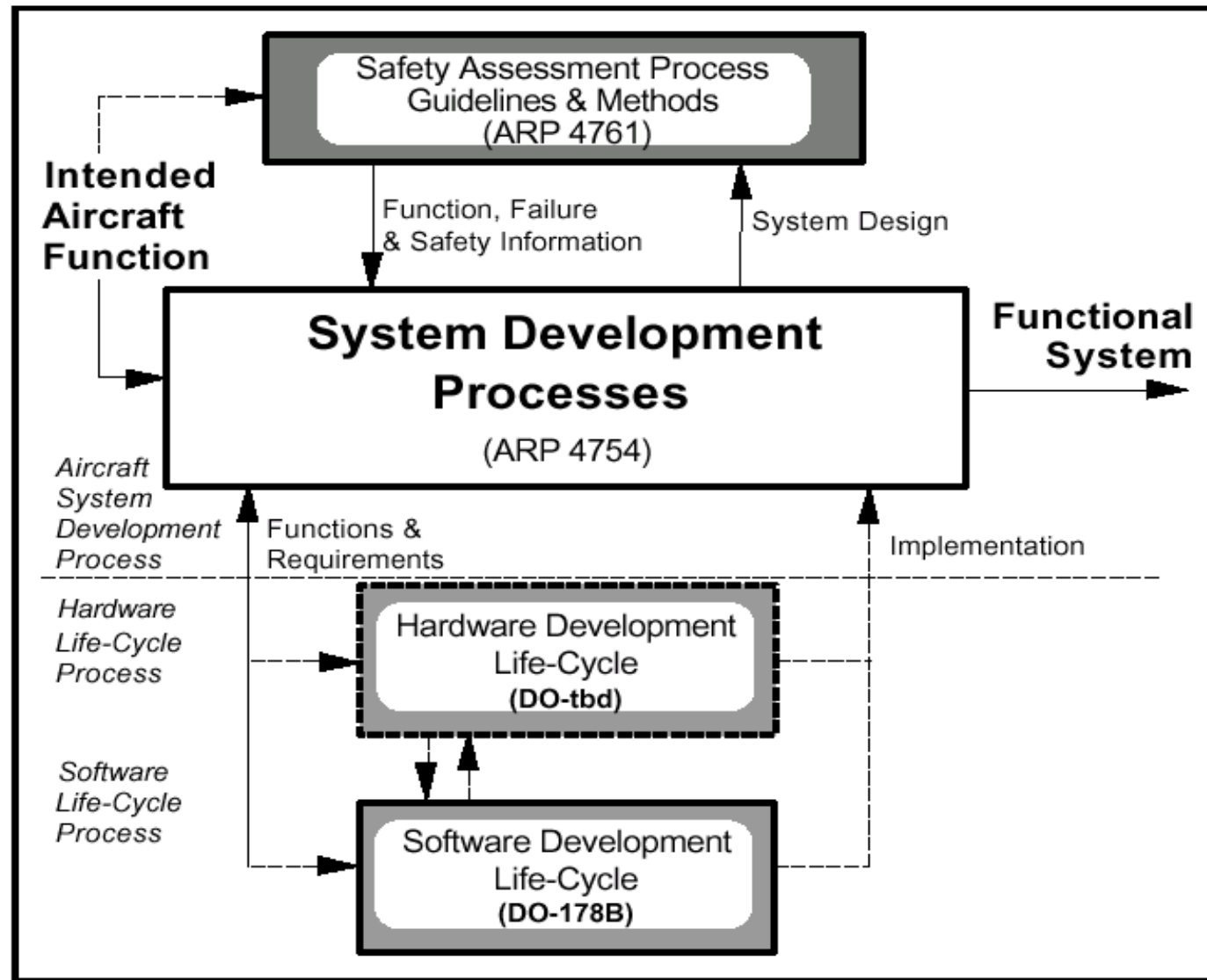
- **ABD0200** Requirements and Guidelines for the System Designer
- **ABD0100** Equipment - Design –General Requirements For Suppliers
- **GRESS** General Requirements for Equipment and System Suppliers
- **TDD** Technical Design Directives

ARP4754

Certification Considerations for Highly-Integrated or Complex Aircraft Systems



Herausgeber:
SAE



RTCA-DO-178B und RTCA-DO-160D



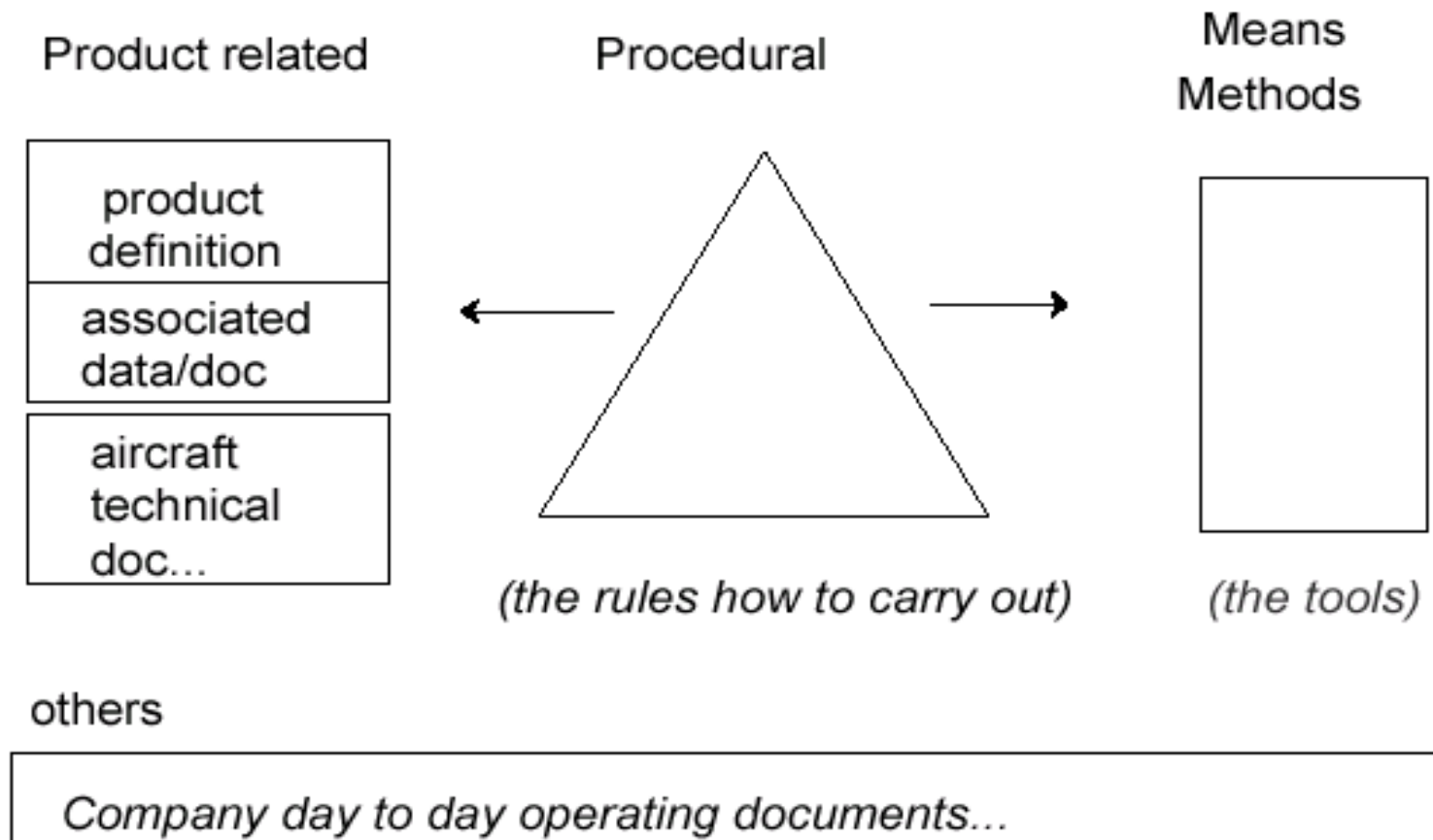
Die **Radio Technical Commission for Aeronautics** (RTCA) hat einige viel zitierte Schriften herausgebracht:

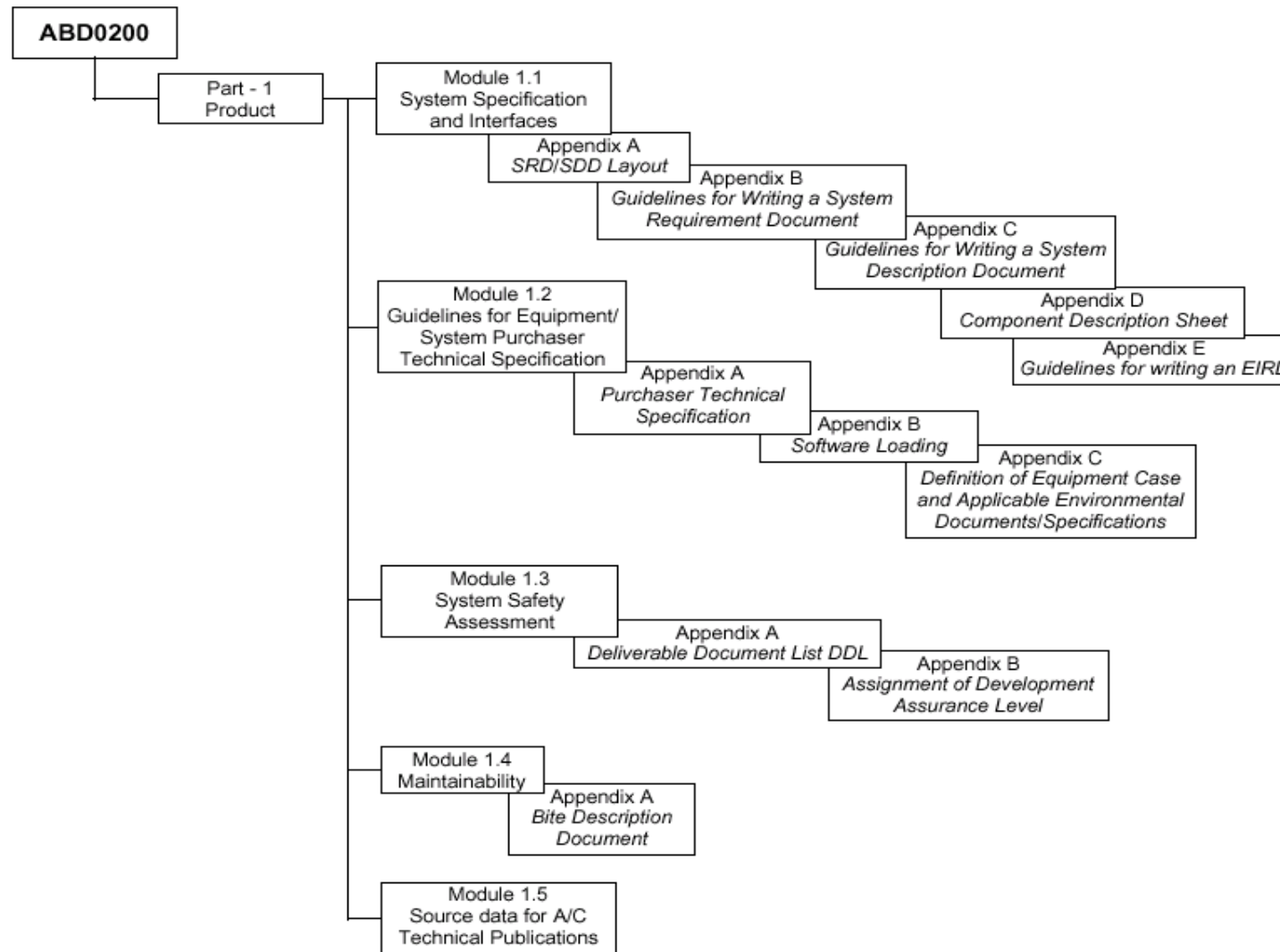
RTCA-DO-178B

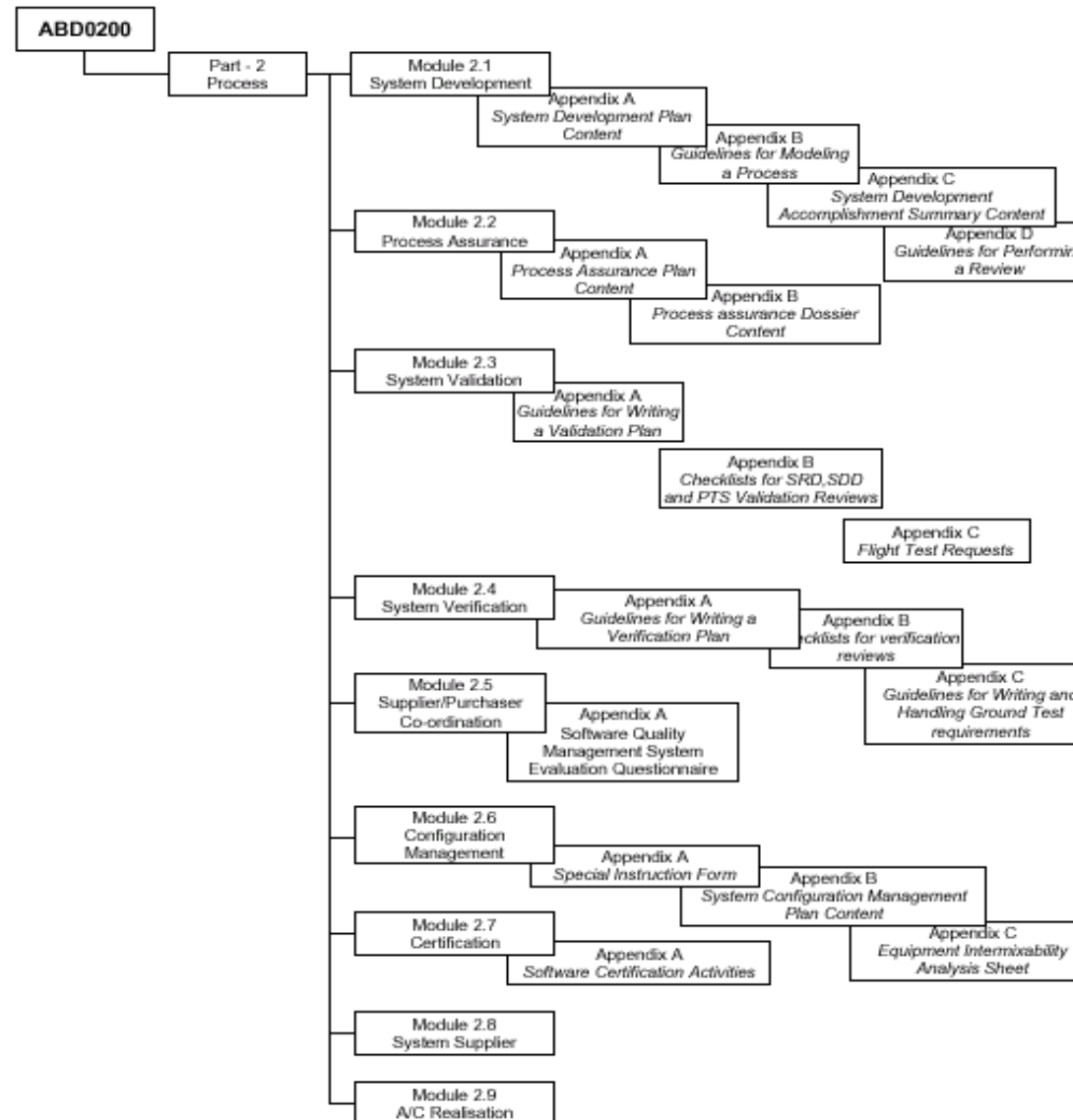
SOFTWARE CONSIDERATIONS IN AIRBORNE SYSTEMS AND EQUIPMENT
CERTIFICATION

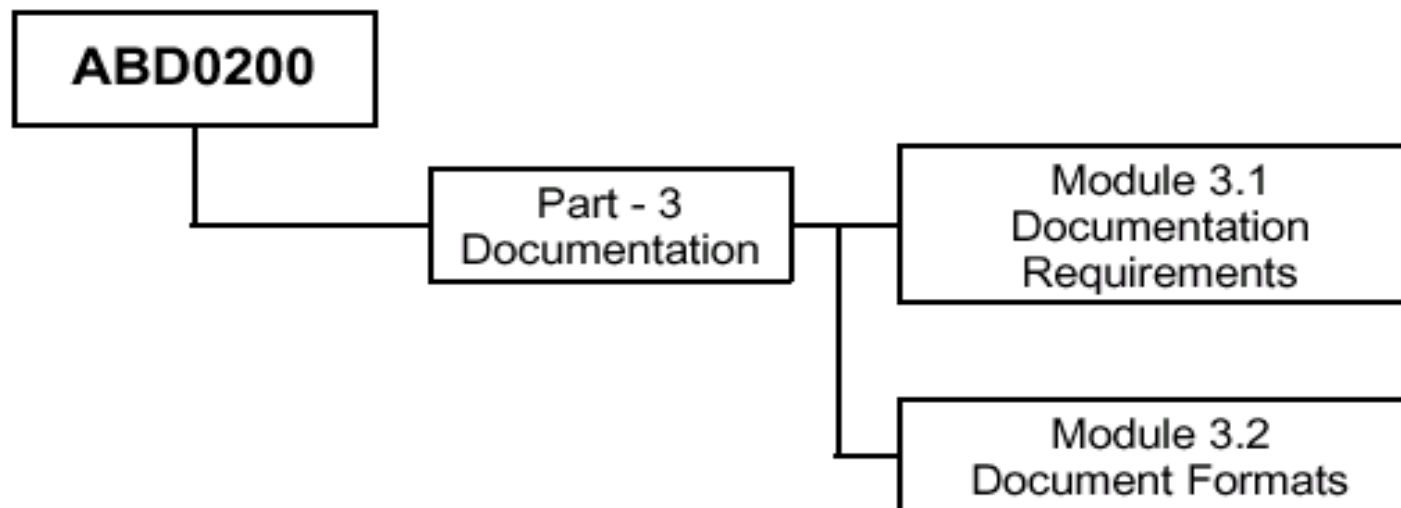
RTCA-DO-160D

ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND TEST PROCEDURES FOR AIRBORNE
EQUIPMENT











The document addresses the following requirements linked to:

- Project Management
- Design
- Engineering for Manufacturing
- Supply Chain
- Deliveries: Product Delivery Documentation
and Supplier Quality Performances Metrics
- Airline Support.
- Documentation release



These “General Requirements” are applicable to all activities allocated to a Supplier of Items of Equipment or System within the Purchaser Airbus Projects.

The document addresses the following requirements linked to:

- Project Management
- Design
- Engineering for Manufacturing
- Supply Chain
- Deliveries: Product Delivery Documentation
and Supplier Quality Performances Metrics
- Airline Support.
- Documentation release

TDD (Technical Design Directives)



Beispiele für TDDs aus dem Bereich der Kabinensysteme:

TDD 21 Air Conditioning

TDD 26 Fire Protection

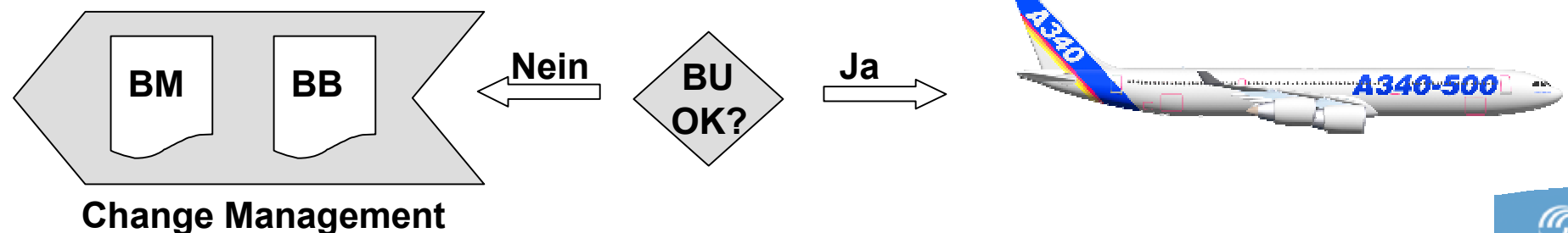
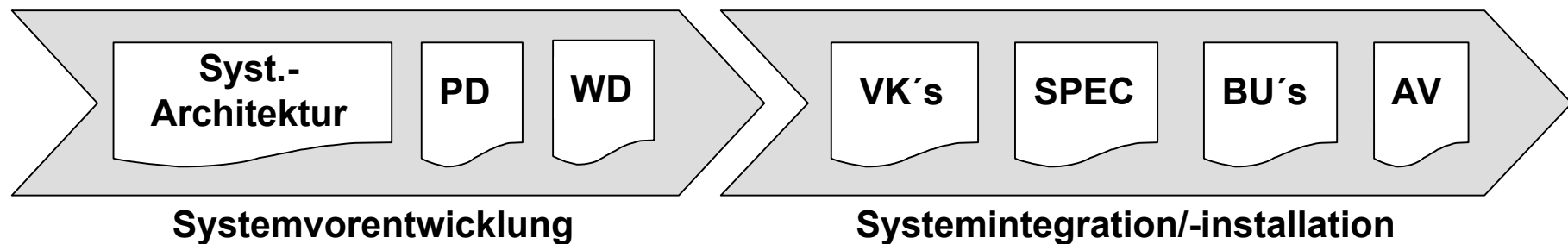
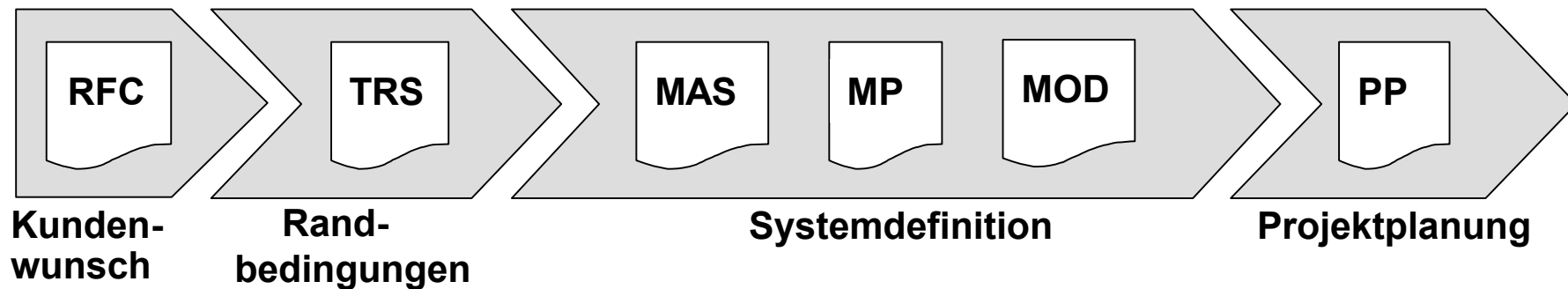
TDD 33 Lights

TDD 35 Oxygen System

TDD 38 Water Waste SystemGröße:

TDD 92 Electrical Installation

Vom Kundenwunsch zur Modifikation



Abbreviation list

A/C	Aircraft	MOD	Modification
ATA	Air Transport Association	MP	Modification Proposal
BB	Beanstandungsblatt	MSN	Manufacturing Serial Number
BM	Beanstandungsmeldung	PD	Principle Diagram
BoM	Bill of Material (Stückliste)	PSU	Passenger Service Unit
BU	Bauunterlage	RFC	Request For Change
CoC	Center of Competence	SPEC	Specification
DVS	Direct View System	TDD	Technical Design Directives
FAA	Federal Aviation Administration	TRS	Technical Repercussion Sheet
F/C	First Class	VKE	Vorkonstruktion Elektrik
HoV	Head of Version	VKM	Vorkonstruktion Mechanik
JAA	Joint Aviation Authorities	VKH	Vorkonstruktion Halter
MAS	Modification Approval Sheet	WD	Wiring Diagram