



Presented by

Hans-Jürgen Heinrich, Dipl.-Phys.

Senior Manager

Engineering

Cabin Supply Systems

Wasser- und Abwassersysteme

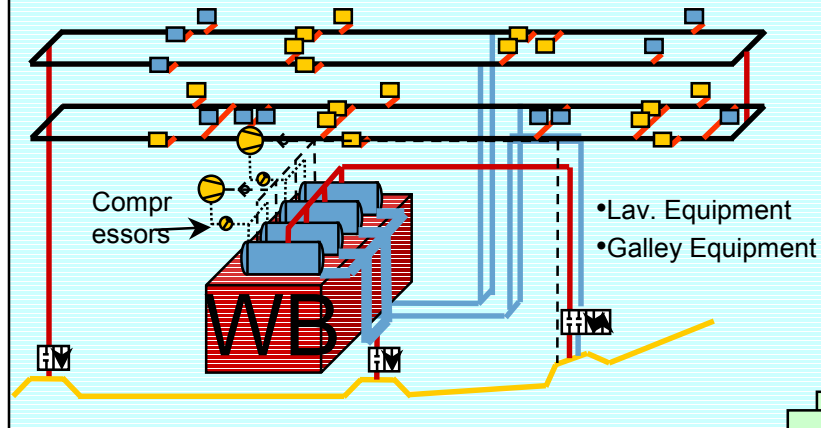
Praxis-Seminar Luftfahrt

Übersicht

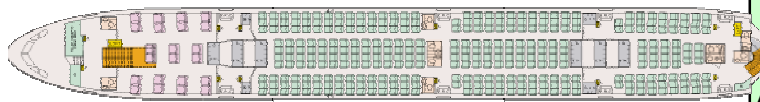
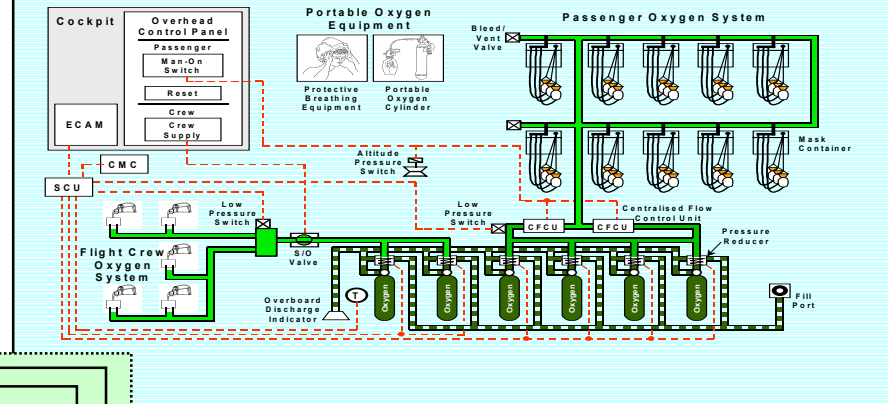
1. Cabin Supply Systems
Vorstellung des Arbeitsbereiches
2. Anforderungen an moderne Kabinensysteme
Was muss bei der Entwicklung berücksichtigt werden?
3. Beispiel eines aktuellen Water/Waste Systems des Airbus A380
Wie sieht so ein System im Detail aus?
4. Moderne Entwicklungsmethoden
Wie geht man bei der Entwicklung vor?
5. Zukunftstechnologien
Welche Perspektiven gibt es für Weiterentwicklungen?

Cabin Supply Systems

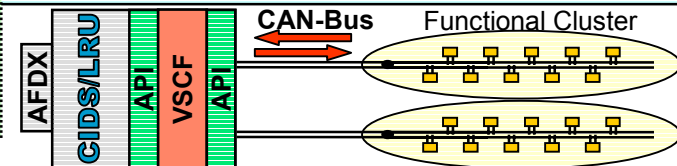
Potable Water System ATA38



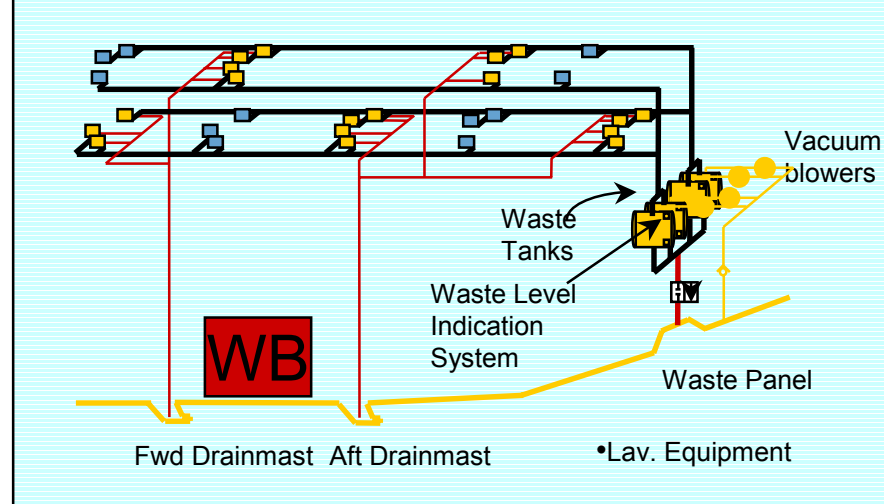
Oxygen System ATA35



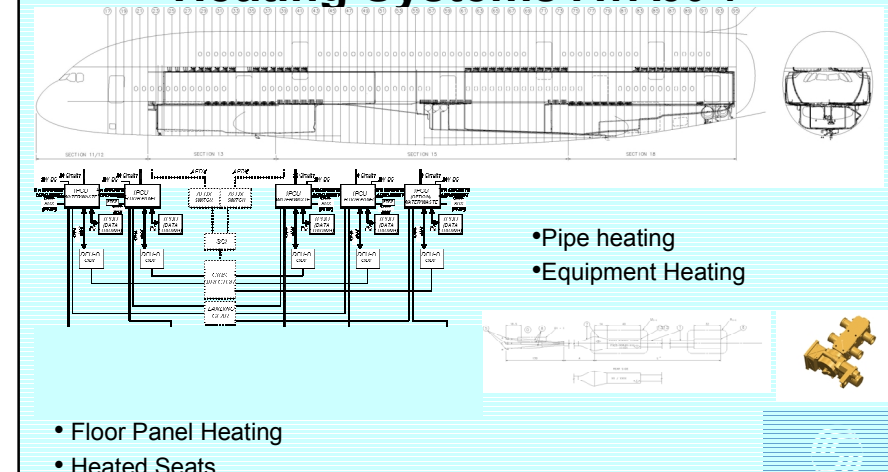
Smart Controller Architecture



Vacuum Toilet/Waste System ATA38



Heating Systems ATA30-7



Übersicht

1. Aufgaben der „Cabin Supply Systems“
Wozu braucht man diese Systeme?
- 2. Anforderungen an moderne Kabinensysteme**
Was muss bei der Entwicklung berücksichtigt werden?
3. Beispiel eines aktuellen Water/Waste Systems des Airbus A380
Wie sieht so ein System im Detail aus?
4. Moderne Entwicklungsmethoden
Wie geht man bei der Entwicklung vor?
5. Zukunftstechnologien
Welche Perspektiven gibt es für Weiterentwicklungen?

Anforderungen / Randbedingungen

Primäre Anforderungen an moderne Kabinensysteme:

- Gewicht
 - Insbesondere bei Großflugzeugen wie dem Airbus A380 ist das Gewicht ein zentrales Designkriterium für alle Systeme
- Zuverlässigkeit
 - Jede „Operational Interruption“ kostet Zeit und Geld und senkt langfristig die Wettbewerbsfähigkeit
- Kosten
 - Auch die Entwicklungs-, System- und Betriebskosten spielen eine zentrale Rolle im Entwicklungsprozess

Darüberhinaus sind auch folgende Aspekte von Bedeutung:

- Gute Wartbarkeit / Servicing
 - Water Treatment, Wartungs- und Servicing-Schnittstellen
- Customizing
 - Flexible Architekturen, z.B. CAN-Bus. Anpassung an verschiedene Cabinen-Layouts
Integration optionaler Komponenten (z.B. Duschen, Luftbefeuchter, etc.)
- Gute Bedienbarkeit
 - Komfortable Schnittstellen für Flight-Crew und Passagiere
- Umfangreiche Funktionalität
 - Neue Architekturen und Komponenten

Primäre Anforderung: Gewicht

Beispielhaft dazu ein paar Zahlen:

Das maximale Abfluggewicht einer A380 beträgt ca. **560 Tonnen**
(Leergewicht **276 Tonnen**)

Die Komponenten des gesamte Frischwassersystem (inklusive Tanks, Kompressoren, etc.) dürfen dabei zusammen ca. **145 kg** wiegen.

Ein Frischwassertank mit **300 Liter** Inhalt, der u.a. einen Überdruck von über 8 bar aushalten muss, wiegt nur ca. **13kg**.

An Board einer A380 werden sich ca. **2000 Liter** Frischwasser befinden.

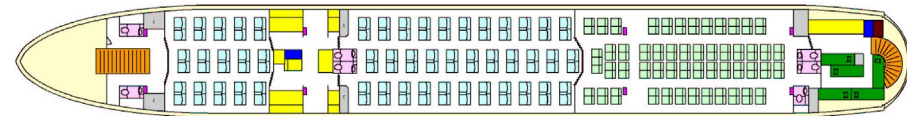
- Alle Komponenten müssen gewichtsoptimiert entwickelt werden
- Alle Einsparpotentiale müssen genutzt werden
(z.B. Reduzierung des Wasserverbrauchs)

Anforderungen: Weitere Aspekte

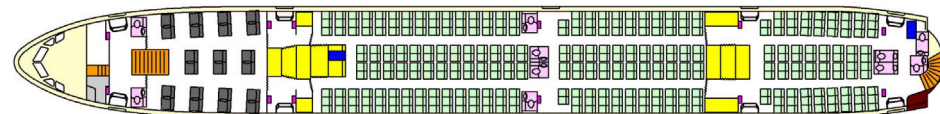
Neue Konzepte werden zur Bewältigung steigender Funktionalität und Komplexität benötigt:

- Steigende Anzahl an Passagieren:

A380-Familie:
Layouts mit mehr als
550 Plätzen



Typisches A380-Layout

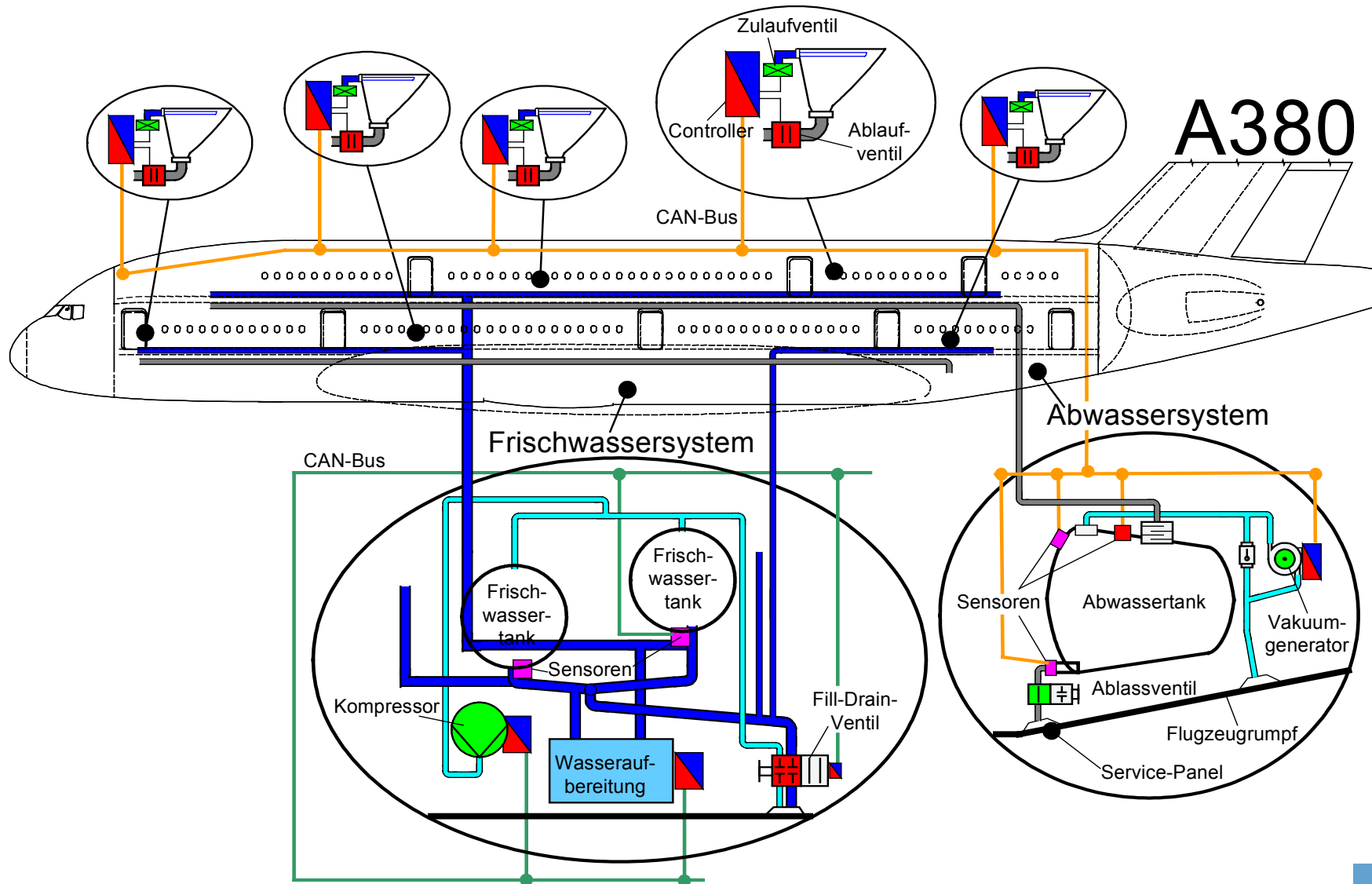


- Flexible Kabinen-Layouts
- Neue optionale Systeme (z.B. Duschen, Luftbefeuchter, etc.)
- Mehr Funktionalität gefordert durch Airlines (z.B. Fehlermeldung zum Boden)
- Neue Anforderungen, Vorschriften, Standards etc.
- Etc..

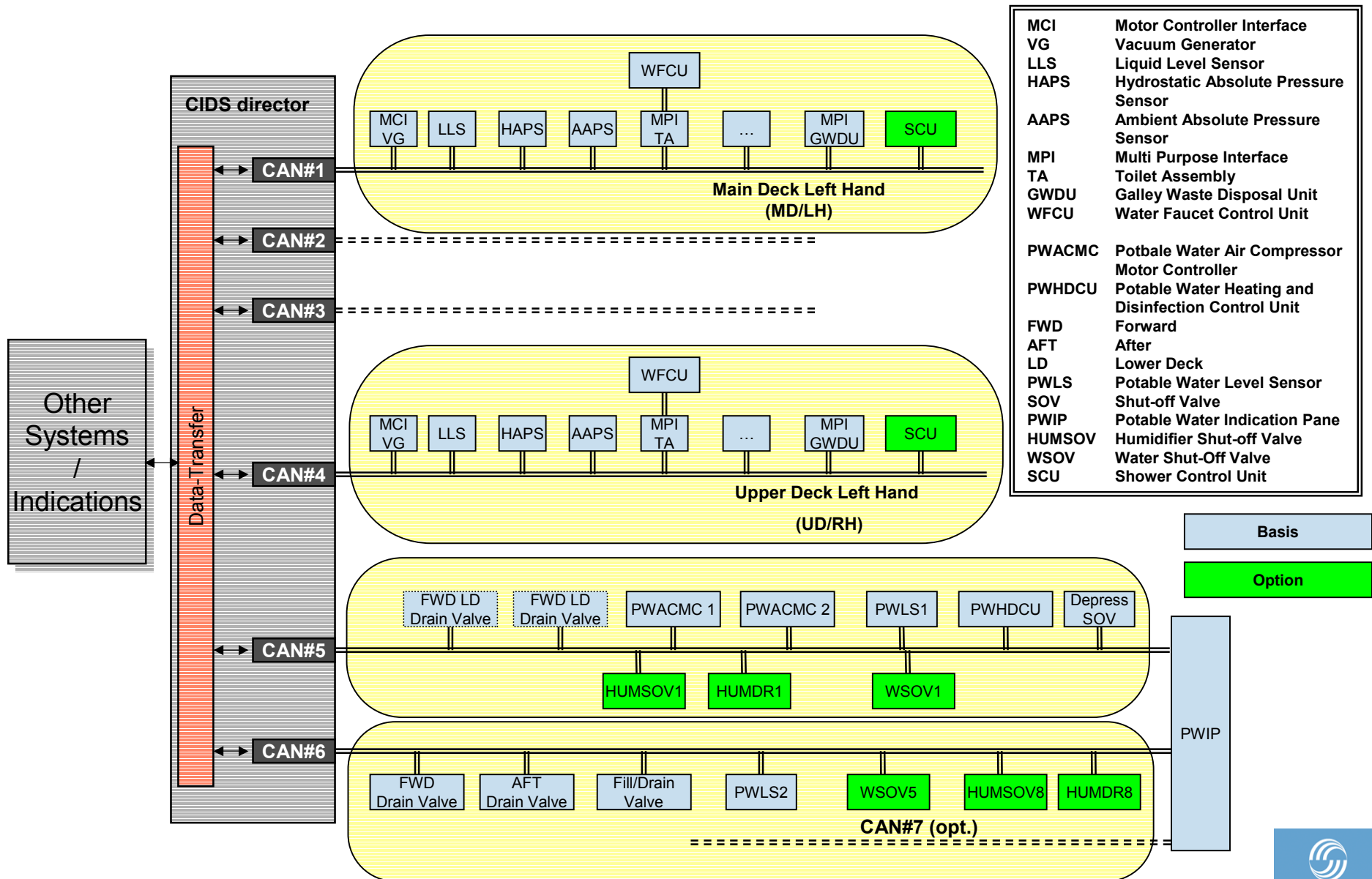
Übersicht

1. Aufgaben der „Cabin Supply Systems“
Wozu braucht man diese Systeme?
2. Anforderungen an moderne Kabinensysteme
Was muss bei der Entwicklung berücksichtigt werden?
- 3. Beispiel eines aktuellen Water/Waste Systems des Airbus A380**
Wie sieht so ein System im Detail aus?
4. Moderne Entwicklungsmethoden
Wie geht man bei der Entwicklung vor?
5. Zukunftstechnologien
Welche Perspektiven gibt es für Weiterentwicklungen?

Gesamtübersicht (Wasser & Abwasser)



Flexible elektrische Architektur



Flexible elektrische Architektur



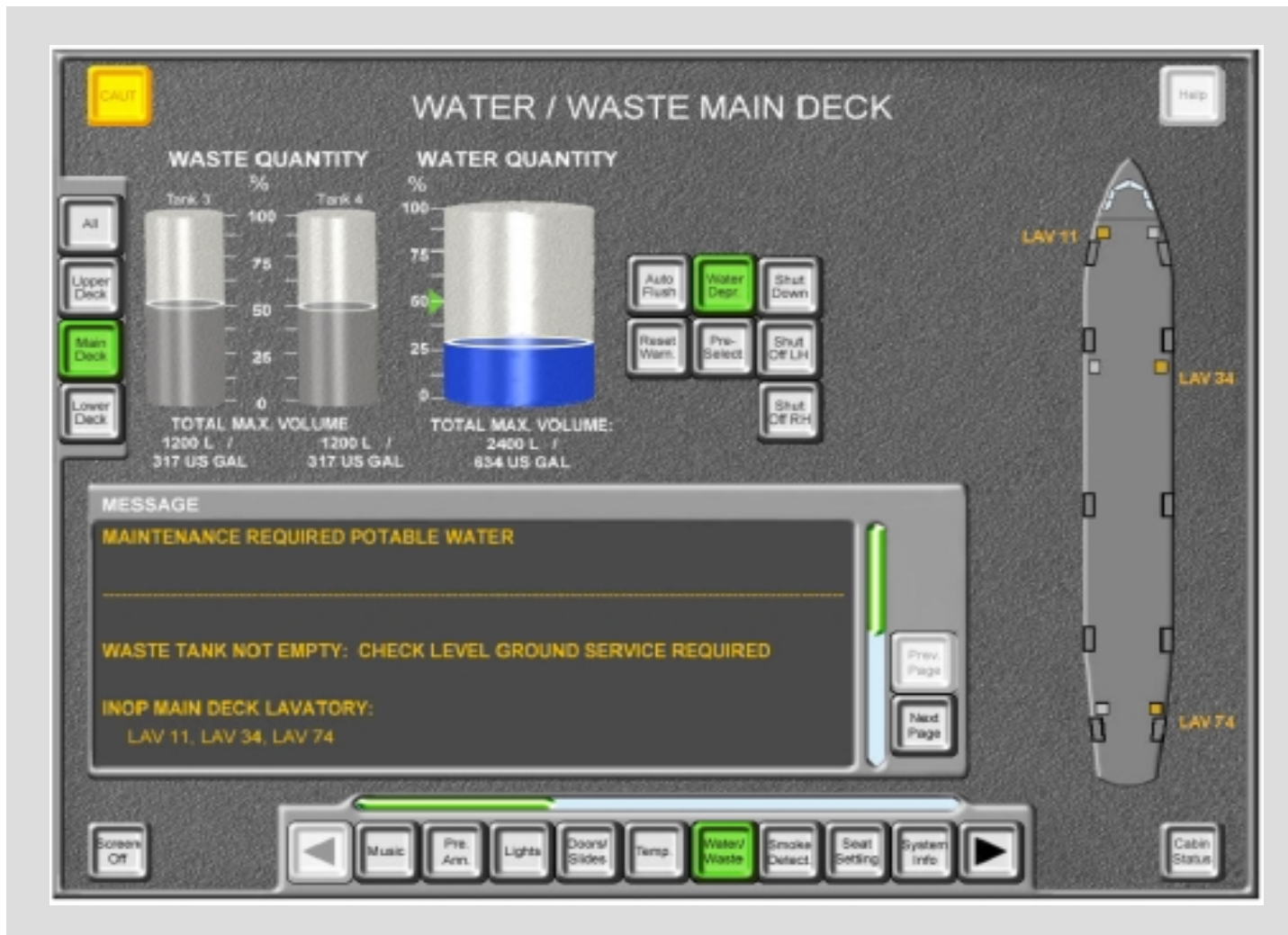
Flexible elektrische Architektur

The screenshot displays a web application interface for a 'Post flight report'. At the top, there are navigation menus for 'Context', 'Tools', 'Data', 'Documents', and 'Utilities'. Below these are sections for 'Aircraft' (Tail number: 9V-SGX, Total Flight Hours: 1280), 'Previous Leg' (From: London Heathrow (LHR) to Singapore Changi (SIN)), and 'Current time' (Mar 23, 2004 09:24:50). There are buttons for 'Close', 'Print', 'Back', and 'Open'. The main content area is titled 'Post flight report' and includes tabs for 'Action', 'Observation', 'Cabin', 'Standby Faults', 'Minor Faults', 'Servicing', and 'Customized'. A dropdown menu allows sorting items by 'Criticality'. A table lists three faults:

Nbr	Context	Fault
1/3	Jan 15 2003 01:36 Approach	Fault: (Time limit) FCGU-2A(ICE12) (INTRO TO FCGU-2A/PINAAB SPLY TO FCGU-2A/PINAAB) Possible effect: Caution Nbr of occurrences: Jan 06 2003 Remaining time: 2500FH
2/3	Jan 15 2003 01:38 Cruise	Fault: (Cabin Comfort) PAW Video Seat 04A Insp
3/3	Jan 15 2003 01:36 Cruise	Fault: (Cabin Comfort) LAV16 Flush Valve Inop

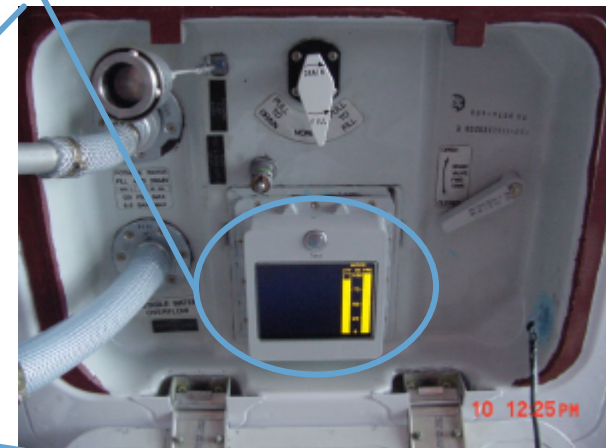
At the bottom left, there are buttons for 'Home page' and 'PFR'.

Flexible elektrische Architektur



Potable Water Indication Panel

- Steuerung der Befüllungsprozedur
- Anzeige von Fehlern
- Anzeige der Systemstati
- Desinfektionsauslösung
- Füllstandsberechnung basierend auf Tankkonfiguration und -geometrie
- Einleitung der Depressfunktion
- Zukünftig: Voreinstellung der Frischwasser-Befüllmenge während des Flugs vom Boden aus.
- Ermittlung der Systemstati und Senden auf CAN-Bus an andere Controller



Potable Water Treatment Module

- Kontinuierliche Wasseraufbereitung:
 - ▶ Temperaturregelung zum Schutz gegen Einfrieren
 - ▶ Schutz gegen Verkalkung
 - ▶ Chlorierung zur Desinfektion
 - ➔ Reduzierung von Desinfektionsprozeduren

- Wartungs-Desinfektionsprozedur:
 - ▶ Desinfektion aller Rohre, Toiletten, Wasserhähne, Luftbefeuchter, etc.
 - ▶ Komplexe, verteilte Steuerung: ca. 60 Mikrocontroller an 6 CAN-Bussen beteiligt.
 - ▶ Automatisierter Ablauf mit geringen manuellen Anteilen.

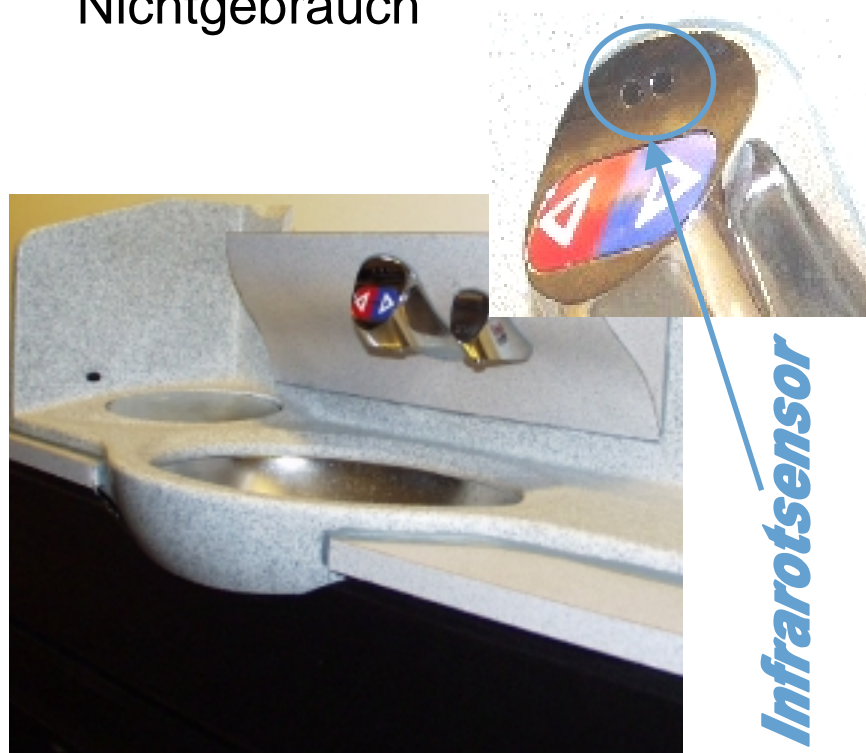
➔ Deutlich reduzierter Wartungsaufwand



Reduzierung des Frischwasserverbrauchs

Handwaschbecken mit Infrarotsensor

- ▶ Schnelle Wasserabschaltung bei Nichtgebrauch



Infrarotsensor

Weiterentwickelte Toiletten

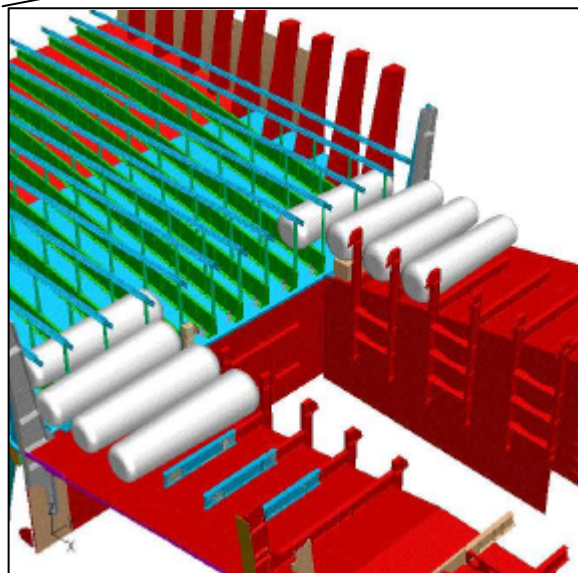
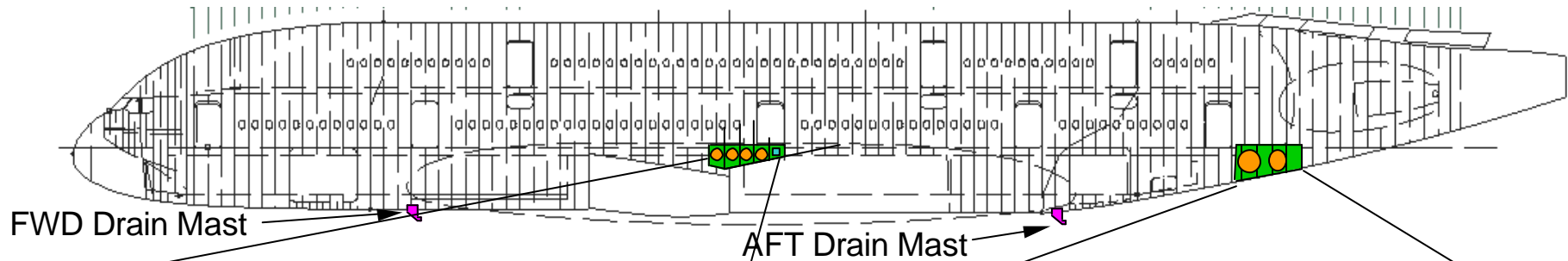
- ▶ Unterscheidung zwischen langem und kurzem Spülen (low water consumption)



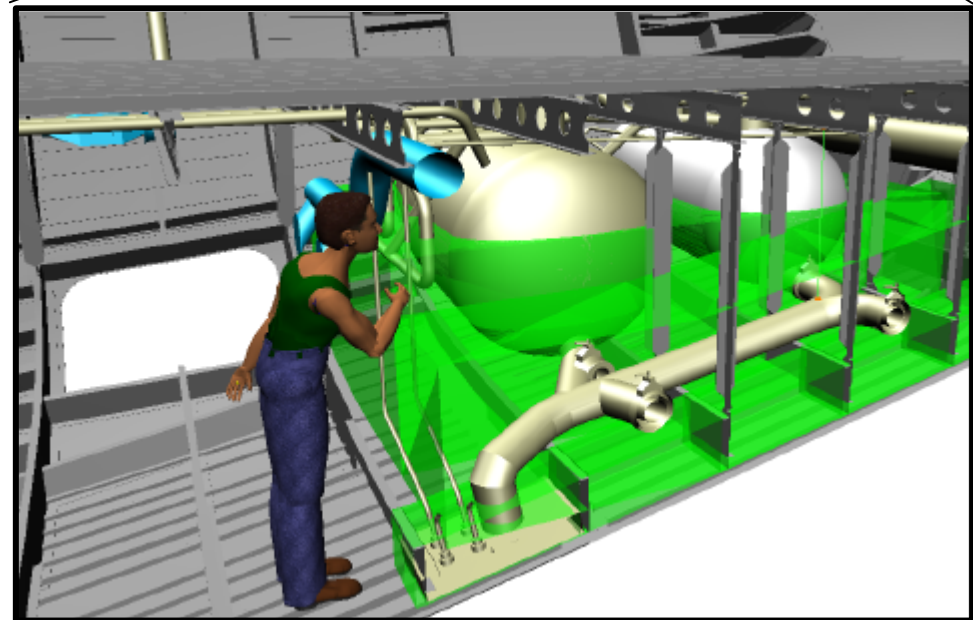
Strain Gage

➔ Technische Weiterentwicklungen zur Betriebskostensenkung (Wassereinsparungen über 250 Liter werden erreicht)

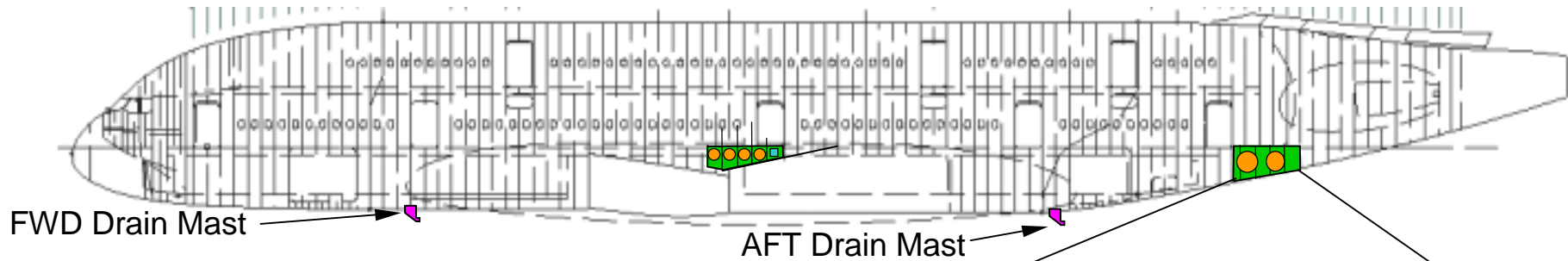
Tank Installation



Potable Water Tanks



Tank Installation



Criteria for development & integration

Common equipment/parts

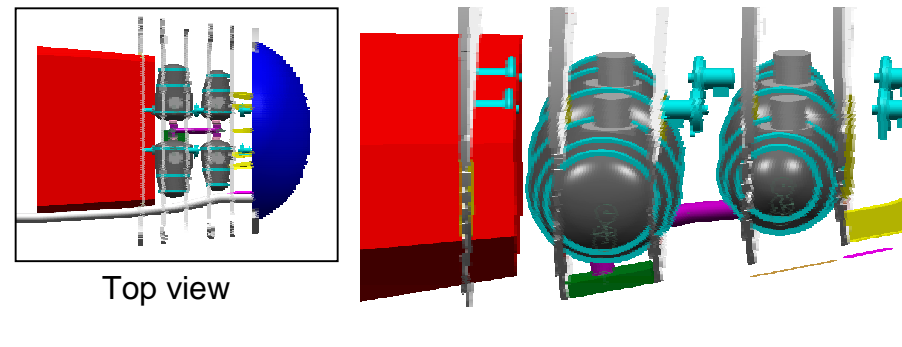
Reliability

Structural integr.

Design to manufacturing

Installation space

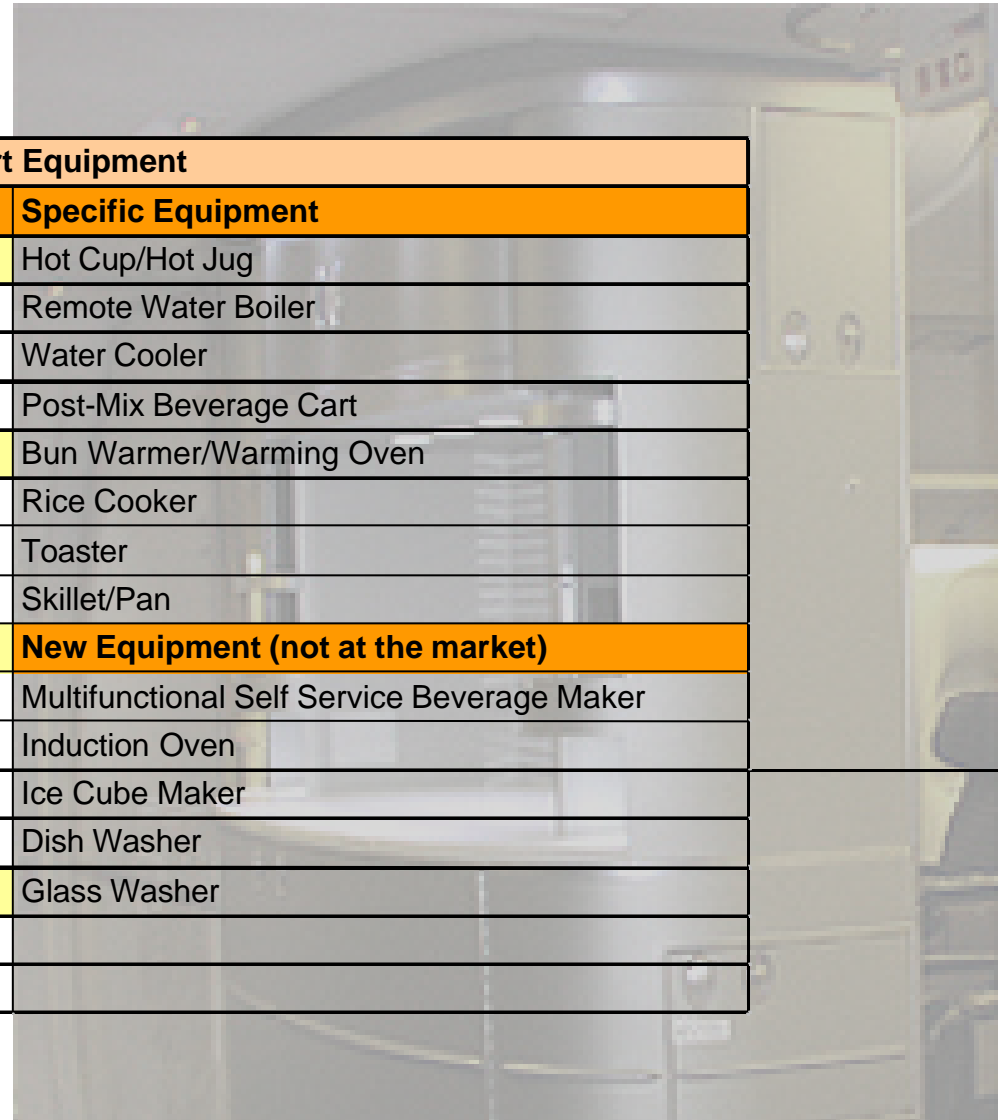
Maintainability



Waste Tanks/ Vacuum Generation equipment

Galley Insert Equipment

Galley Insert Equipment	
Main Equipment	Specific Equipment
Beverage Maker	Hot Cup/Hot Jug
Coffee Maker	Remote Water Boiler
Espresso Machine	Water Cooler
Water Boiler/Water Heater	Post-Mix Beverage Cart
Ovens	Bun Warmer/Warming Oven
Convection Oven	Rice Cooker
Steam Oven	Toaster
Microwave Oven	Skillet/Pan
Refrigeration Equipment	New Equipment (not at the market)
Conventional Wine Chiller	Multifunctional Self Service Beverage Maker
Refrigerator	Induction Oven
Freezer	Ice Cube Maker
Wine Chiller connected with Potable Water System	Dish Washer
Others	Glass Washer
Galley Waste Disposal Unit	
Conventional Trash Compactor	



Übersicht

1. Aufgaben der „Cabin Supply Systems“
Wozu braucht man diese Systeme?
2. Anforderungen an moderne Kabinensysteme
Was muss bei der Entwicklung berücksichtigt werden?
3. Beispiel eines aktuellen Water/Waste Systems des Airbus A380
Wie sieht so ein System im Detail aus?
- 4. Moderne Entwicklungsmethoden**
Wie geht man bei der Entwicklung vor?
5. Zukunftstechnologien
Welche Perspektiven gibt es für Weiterentwicklungen?

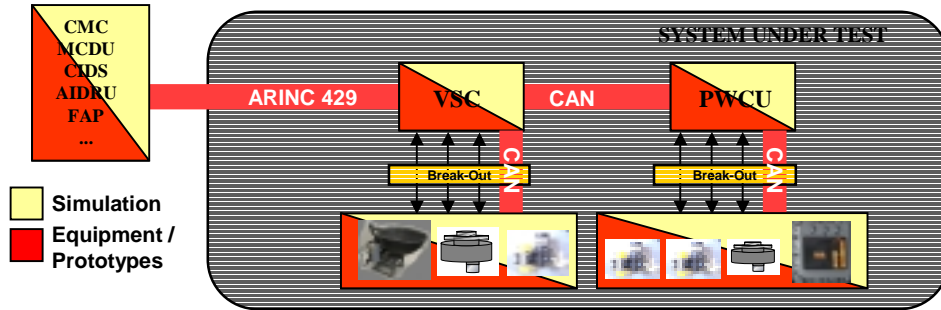
Entwicklungs- und Testkonzepte

Sinkende Entwicklungszeiten, steigende Komplexität und Customization erfordern moderne Entwicklungsmethoden:

- ▶ Pilotprojekte in der Abteilung Water/Waste für die Entwicklung und Anwendung neuer Engineering- und Testmethoden:
 - Requirement based engineering (Formale Spezifikationen)
 - Requirement engineering im V-Modell
 - Simulationsmodelle zur Entwicklung und zum Testen
 - Simulationsmodelle für (turbulente) Strömungen, Wärmeverteilung/-austausch
 - Ein- und Mehrphasenmodelle
 - Entwicklungs- und Testmodelle für control und monitoring
 - Automatisiertes Testen und Auswerten
 - Testmethoden für Modul-, Integrations- und Flighttests
 - Smart Testcontroller
 - Systematisches Testen und Auswerten

V-Modell

Test/Verification Environment



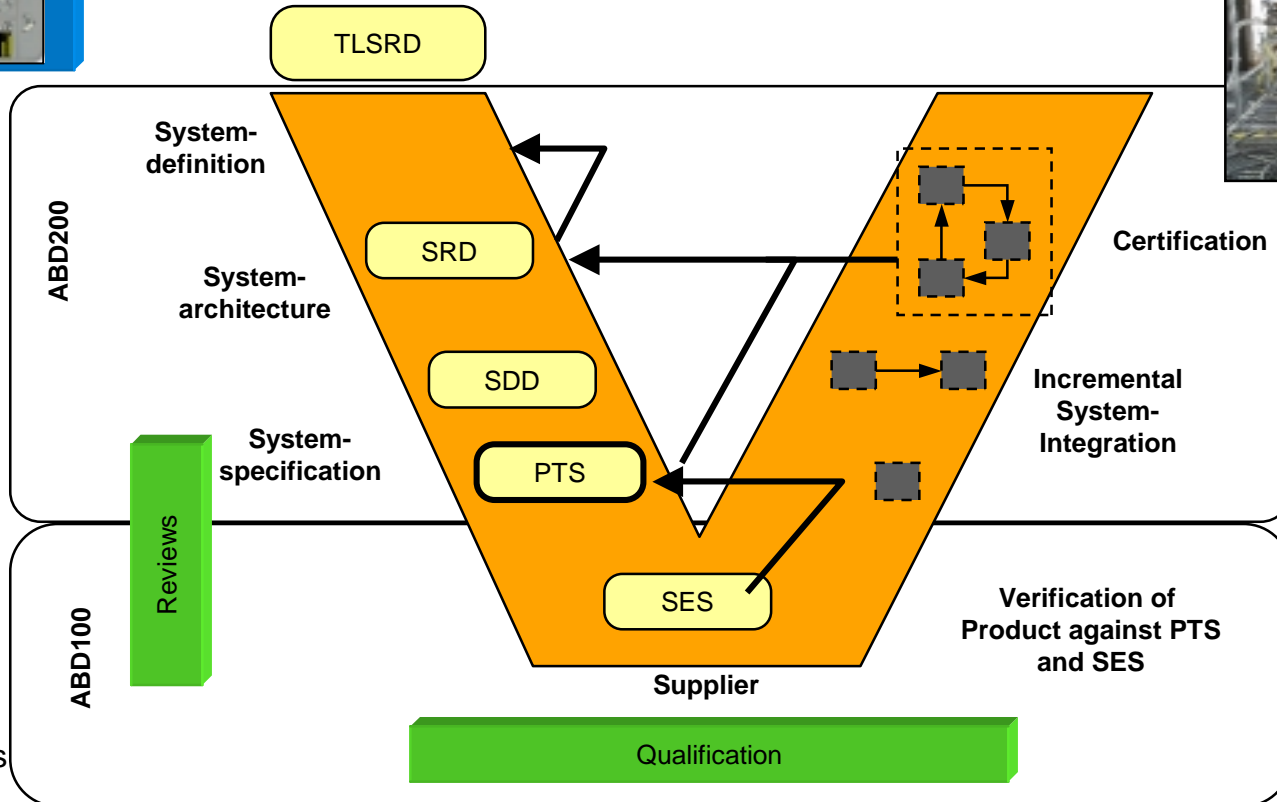
Ground-Tests **Flight-Tests**



Laboratory-Tests



- Simulation
- Analysis
- Experience
- ...



- Simulation
- Stimulation
- Evaluation
- Visualization
- Documentation

- Documents
- Components

Teststand Wassersystem A380



© AIRBUS DEUTSCHLAND GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Vertrauliches und geschütztes Dokument.

Lean Development Cabin Supply Systems

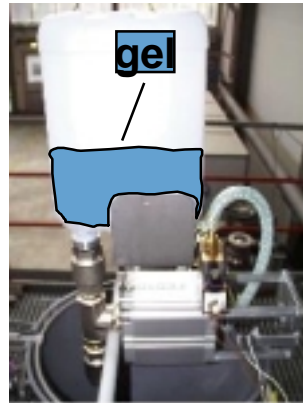
Verifikation auf der Systemebene



Teststand:

- Original equipment & piping available
- Close to reality component, function and system verification
- Investigation of longterm behaviour by accumulation

„virtuell“ FH



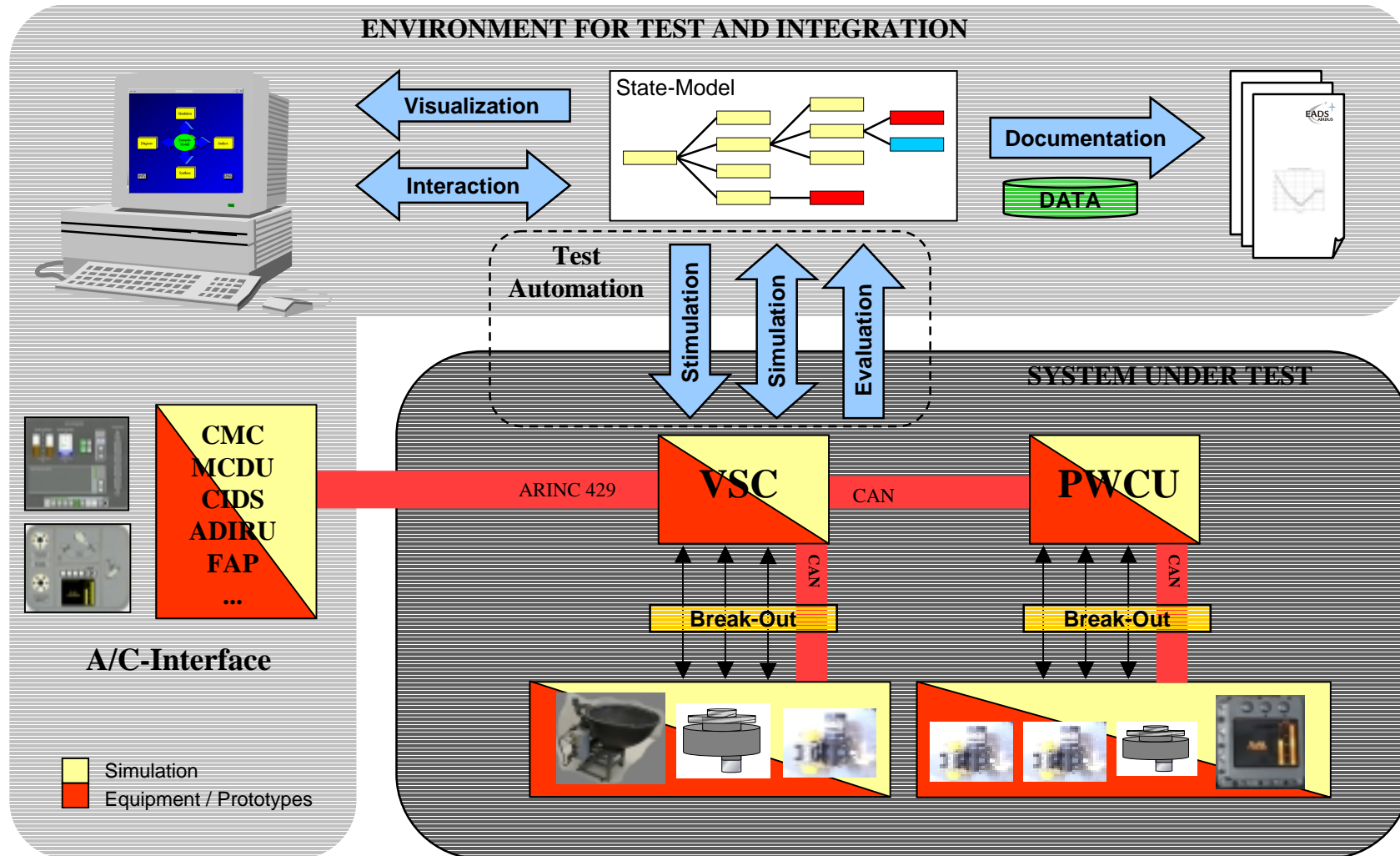
Flight Test Phase:

- Original equipment & piping available
- Close to reality component, function and system verification
- Investigation of longterm behaviour by using FSDU to simulate pax



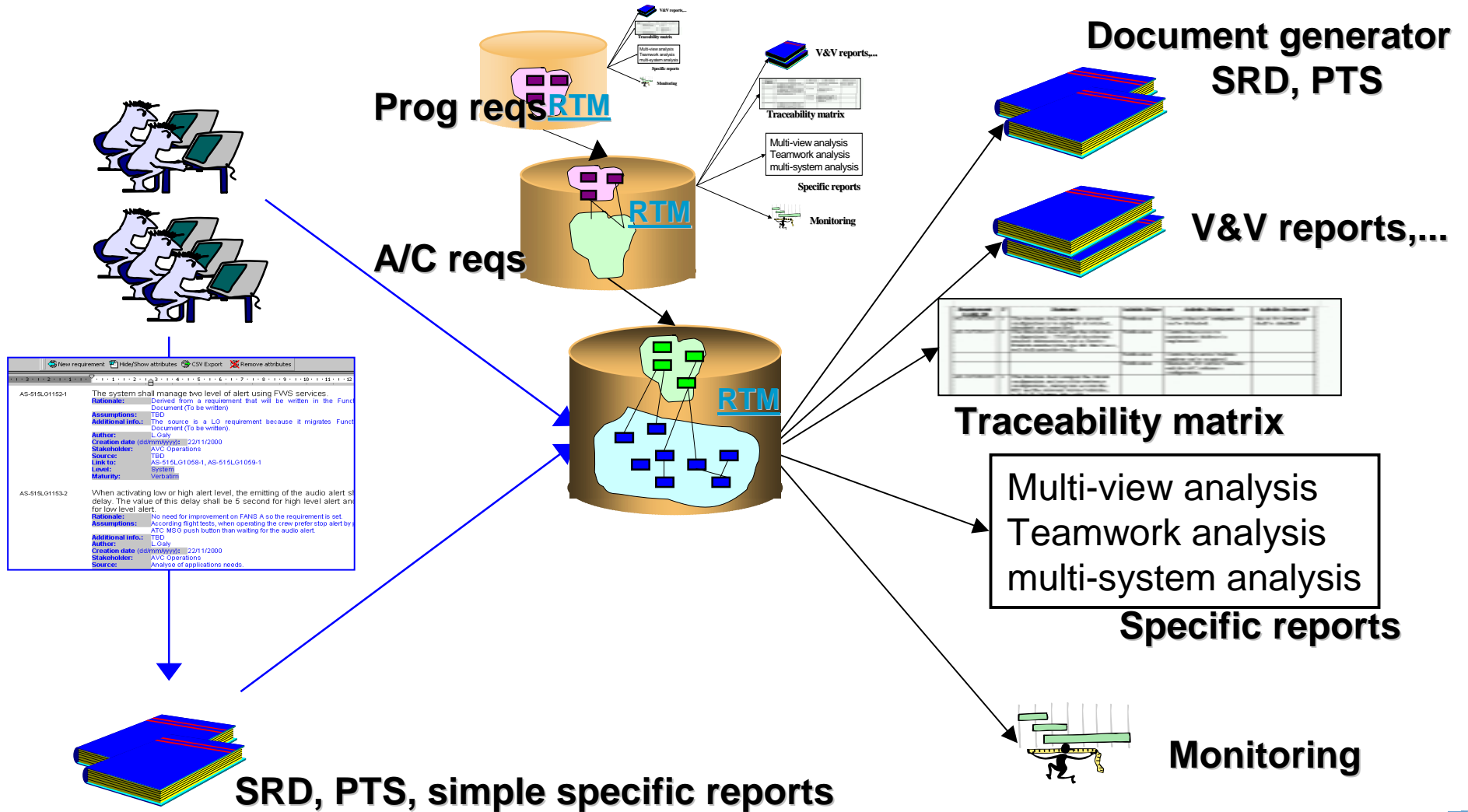
permanent comparison/adjustment

Integrationstests



➔ **Kontinuierliche Verbesserung der eigenen Prozesse**

Requirement Based Engineering mit RTM

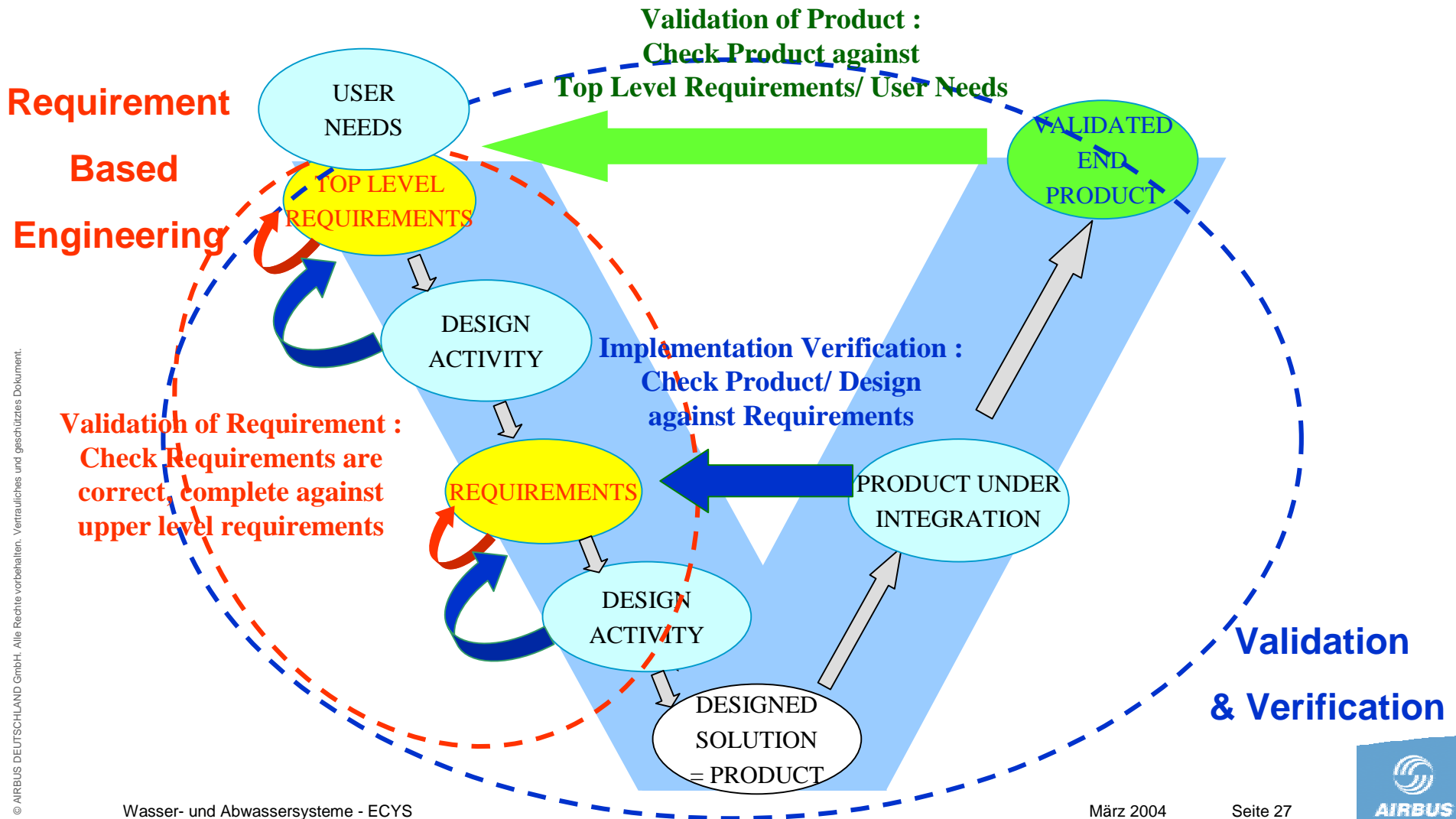


Policy for Requirement Based Engineering in A380 Programme

What is Requirement Based Engineering ?

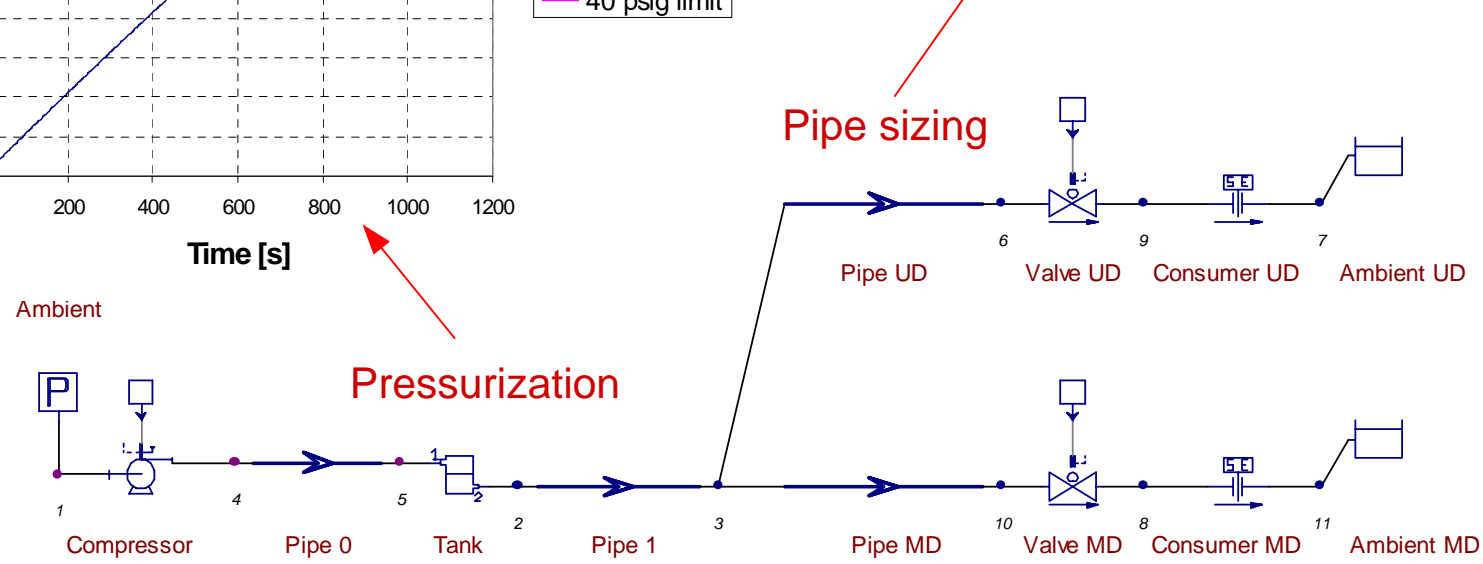
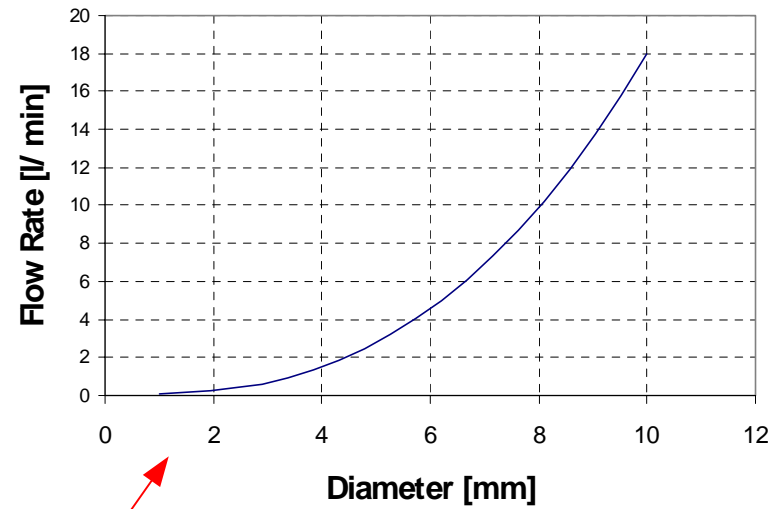
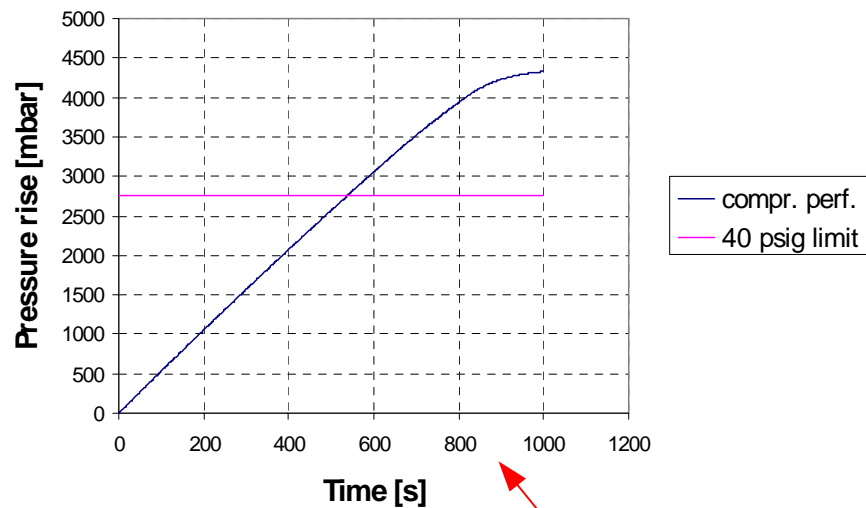
THE ENGINEERING V CYCLE

Requirement Based Engineering is totally embedded in the V&V Process



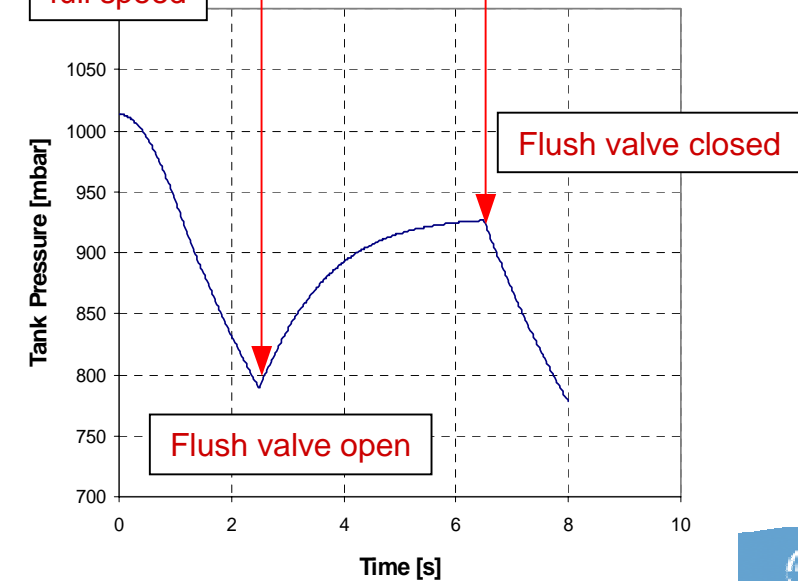
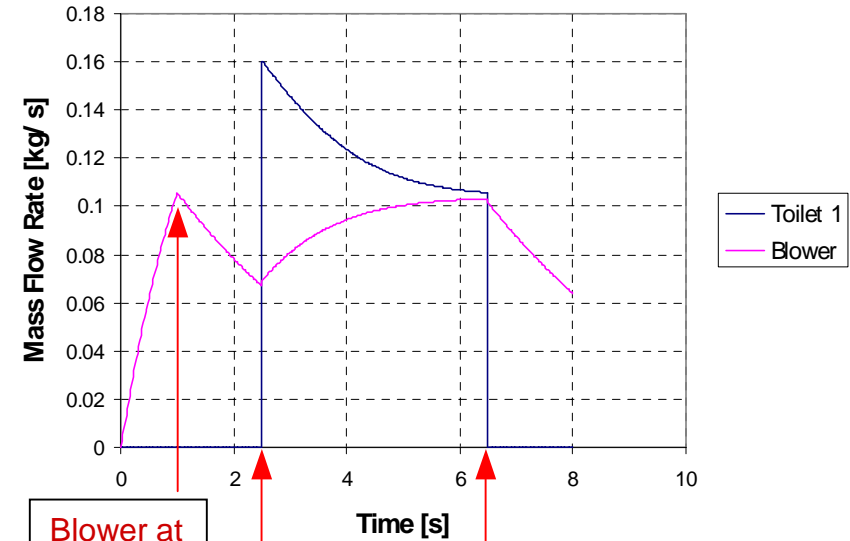
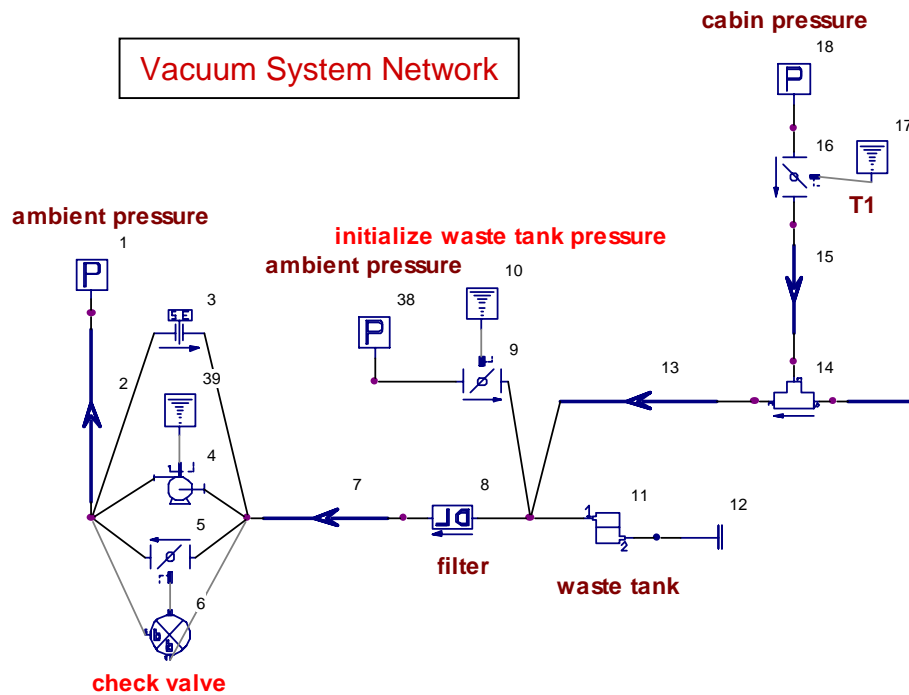
1D Flow Simulation Potable Water System

- For system definition:
 - ▶ Pressurization procedure
 - ▶ Pipe design & sizing
 - Pressure loss to consumers
 - Fill / drain times



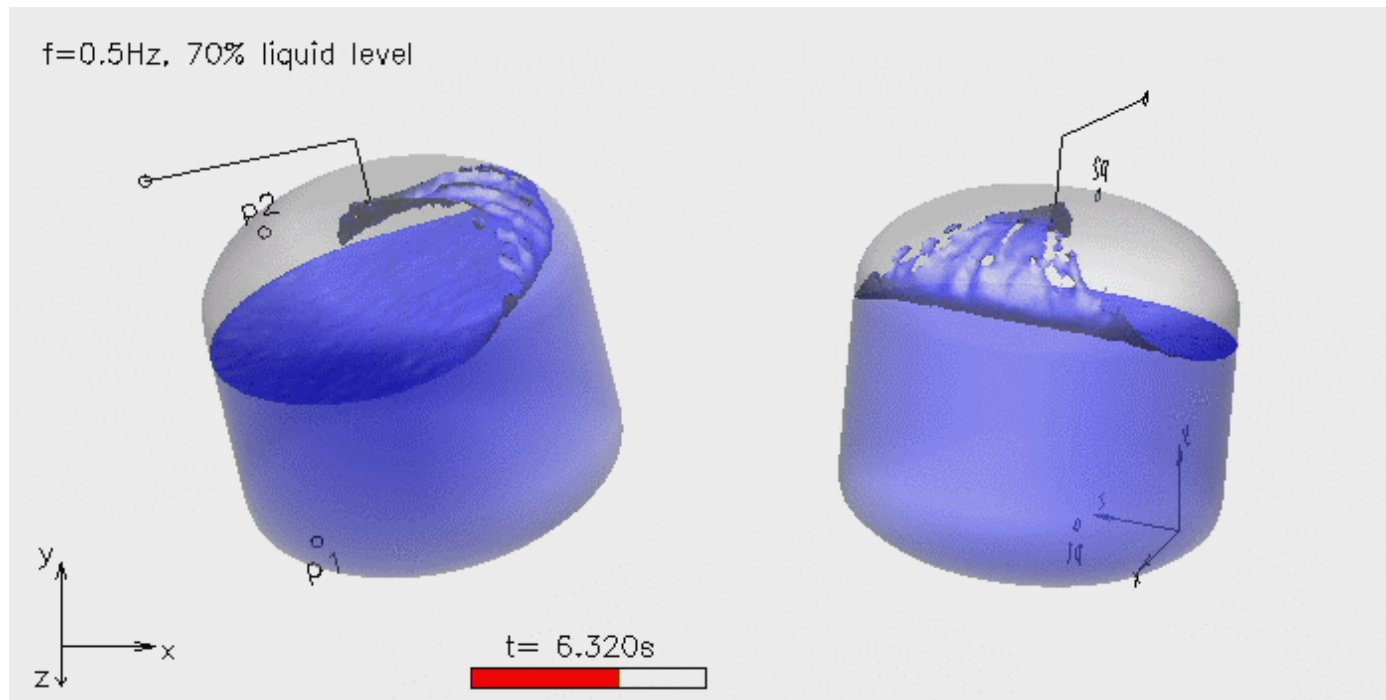
1D Flow Simulation Waste System

- Vacuum generation:
 - ▶ Blower sizing
 - ▶ Tank pressure vs. time



CFD Application

- Example: Tank sloshing
 - Sensor position
 - Sensor filter time
 - Eigenfrequency sloshing
- CFD-Model generation & verification
- CFD-Model application:



Übersicht

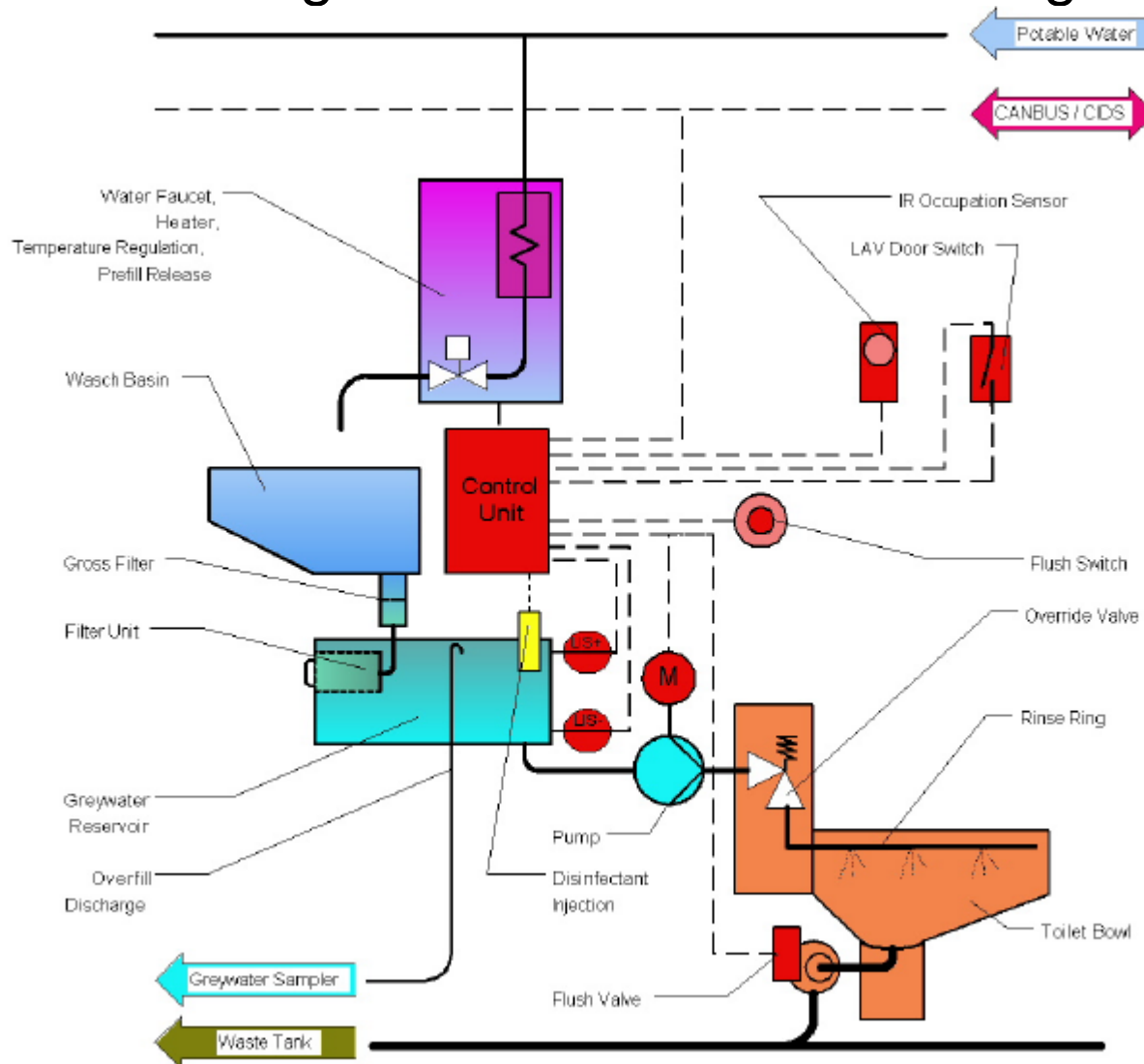
1. Aufgaben der „Cabin Supply Systems“
Wozu braucht man diese Systeme?
2. Anforderungen an moderne Kabinensysteme
Was muss bei der Entwicklung berücksichtigt werden?
3. Beispiel eines aktuellen Water/Waste Systems des Airbus A380
Wie sieht so ein System im Detail aus?
4. Moderne Entwicklungsmethoden
Wie geht man bei der Entwicklung vor?
- 5. Zukunftstechnologien**
Welche Perspektiven gibt es für Weiterentwicklungen?

Entwicklung völlig neuer Technologien für das Flugzeug

- ▶ Zusammenarbeit mit Universitäten, Forschungseinrichtungen und Zulieferindustrie
- ▶ Neue Standards für Passagierflugzeuge
- ▶ Langfristige Forschungsprojekte
- ▶ Beispiele:
 - OBOWAGS: On Board Water Generation System
 - Grauwasseraufbereitung
 - Warmwasseraufbereitung
 - Desinfektion
 - V&V-Methoden
 - etc.

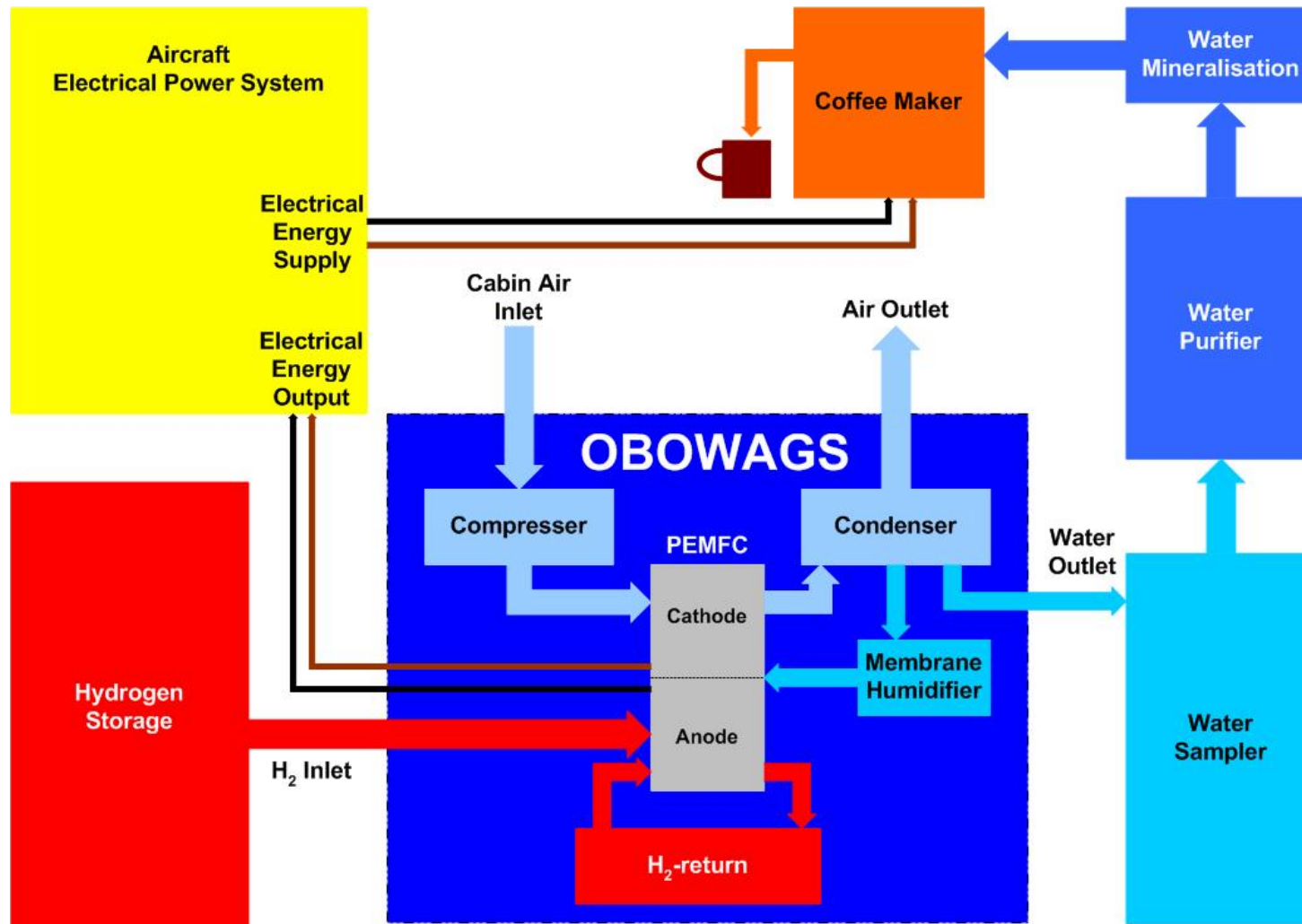
Wasser- Rezirkulation

Gewichtsreduzierung durch Wasseraufbereitung

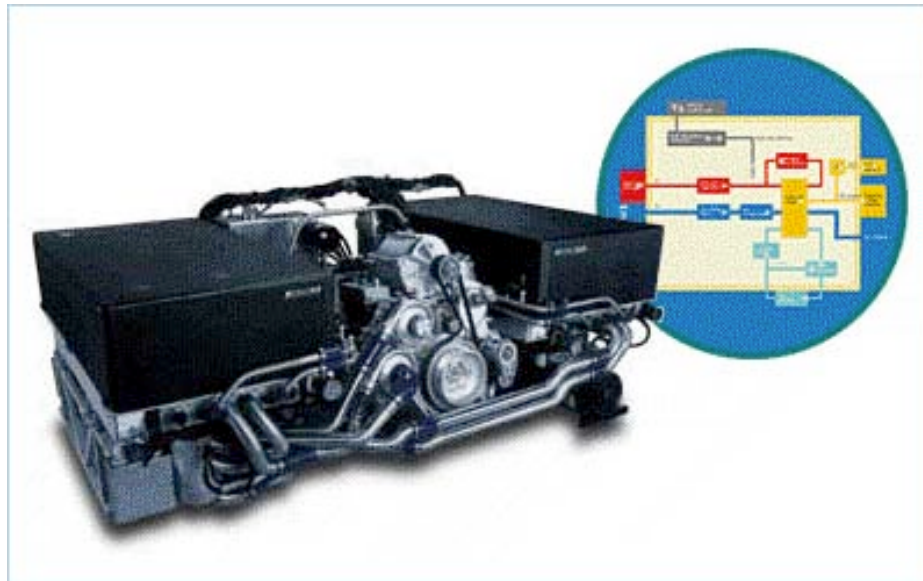


Wasser aus der Brennstoffzelle

Einfacher Systemaufbau auf Wasserstoffbasis (Beispiel)

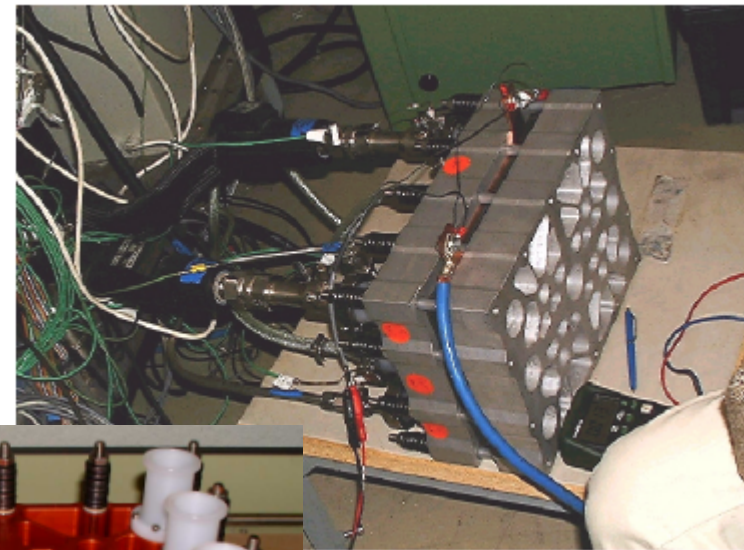


Brennstoffzellen – Stand der Technik



Kommerzielles PEMFC-System

(250 kW Ballard Brennstoffzelle für Busse)

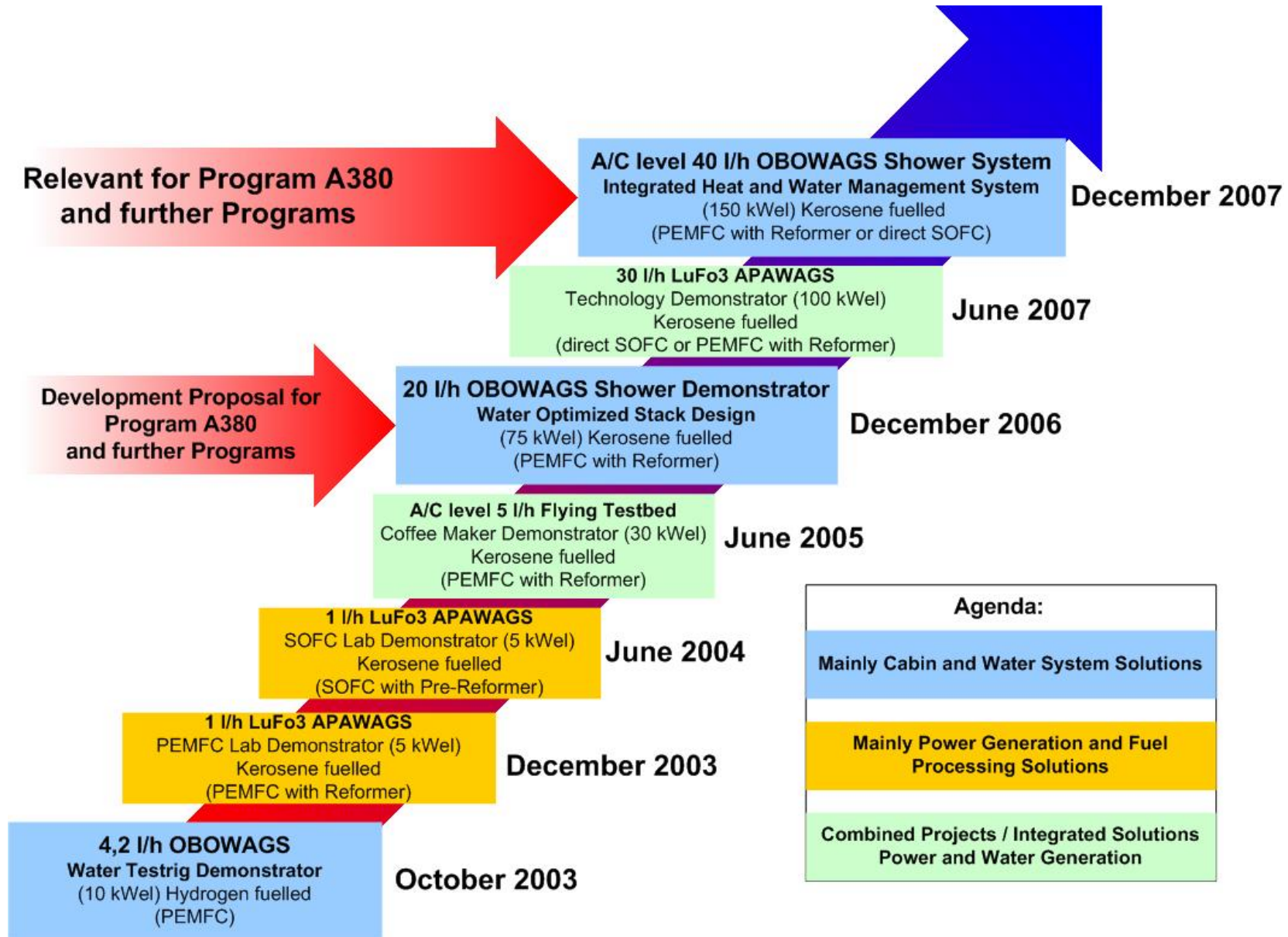


Erstes OBOWAGS Modul

(3-Zeller Versuchsaufbau von
ZSW
und aktuelles System:
5 l/h – 10 kWel PEMFC System)

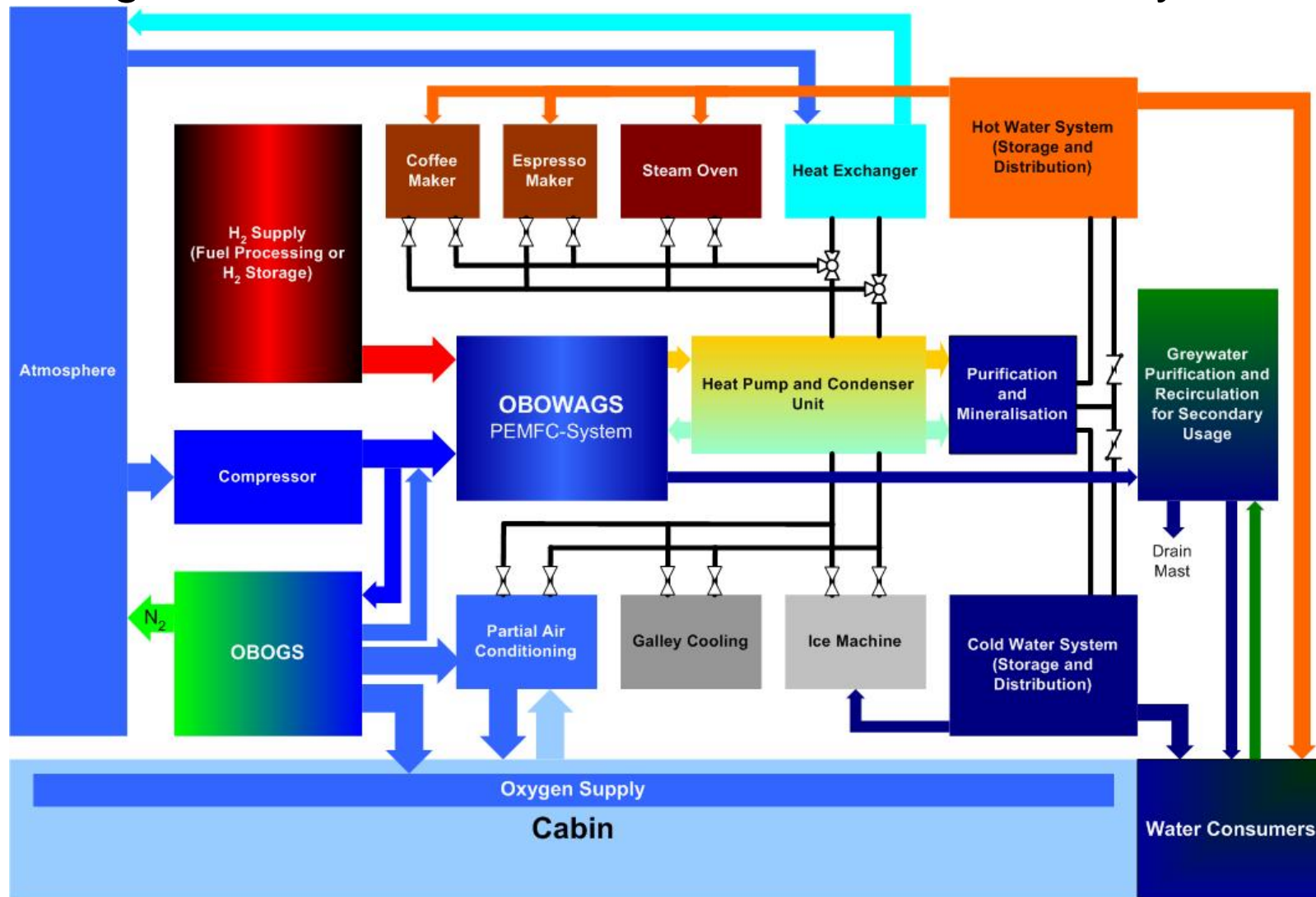


Voraussichtliche OBOWAGS Entwicklungsstufen



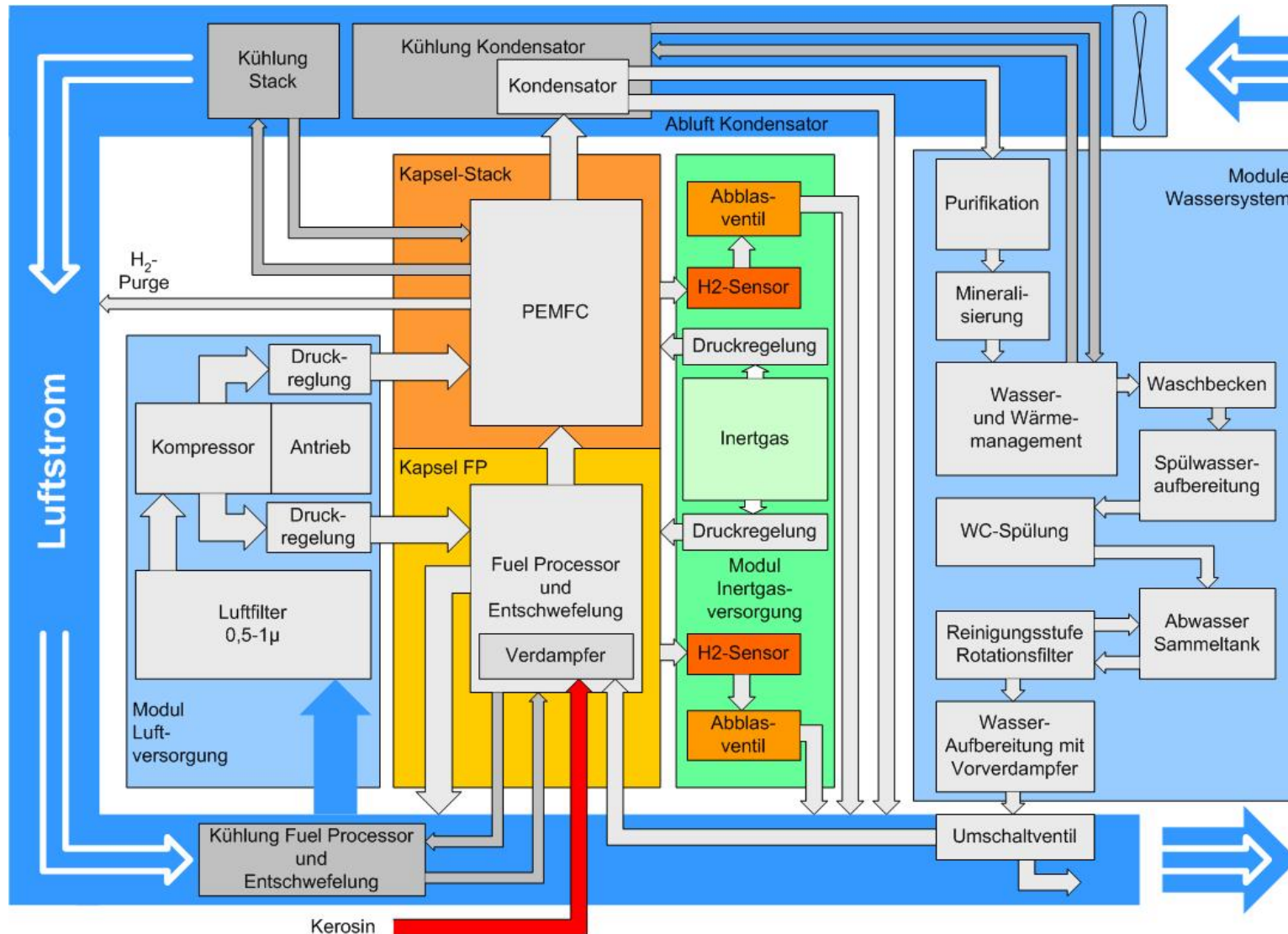
Wasser- und Wärmemanagement

Nutzung der Brennstoffzellen-Abwärme im Wassersystem



Vorschau auf 2007: 50 l/h Demonstrator

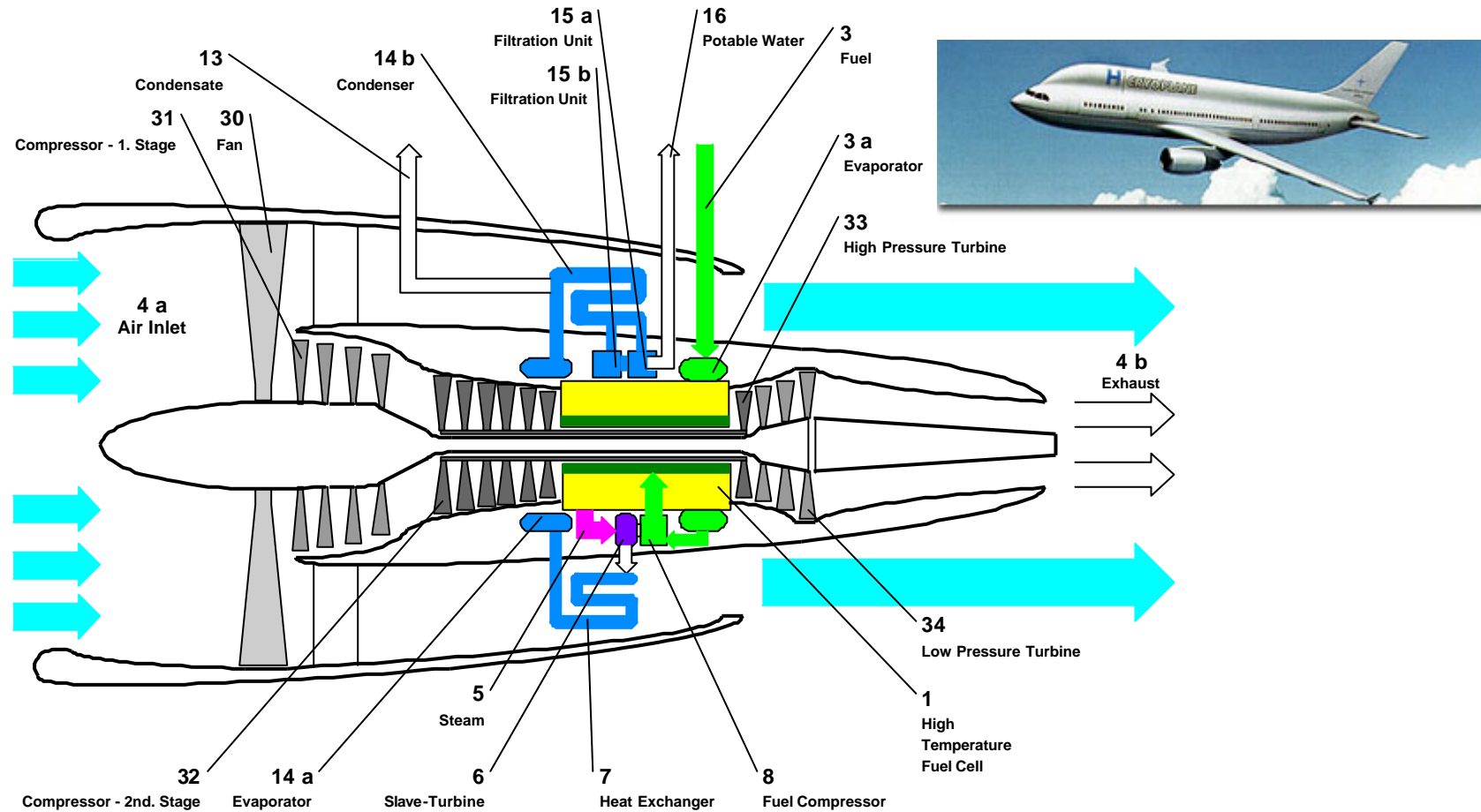
Demonstratorkonzept für das Luftfahrtforschungsprogramm



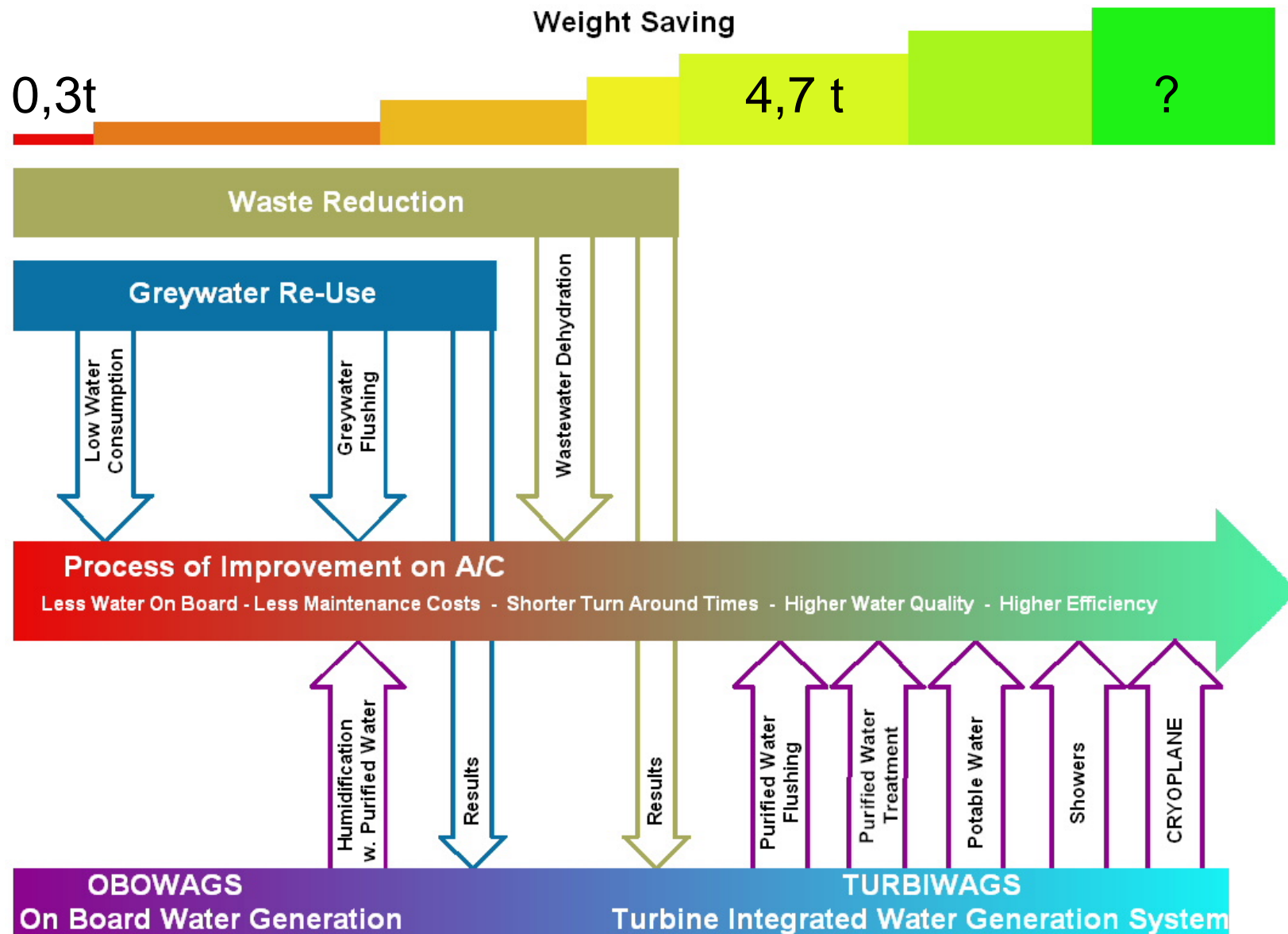
Die Ferne Zukunft: TURBIWAGS

Turbine Integrated On Board Water Generation System

The Idea: A High Temperature Fuel Cell will replace the Combustion Chambers of the A/C-Engine



Entwicklungspotentiale



Zusammenfassung

- Stetig steigende Anforderung in bezug auf Gewicht, Kosten, Zuverlässigkeit, Flexibilität und Funktionalität
- Neue Architekturen und Technologien zur Bewältigung steigender Komplexität.
- Flexibel ausgelegtes Basissystem zum Customizing
- Ergonomische Human-Machine-Interfaces für die Flightcrew
- Technische Weiterentwicklungen zur Betriebskostensenkung
- Kontinuierliche Verbesserung der Entwicklungsprozesse
- Zukunftstechnologien als Innovationsmotor

„Kabine und Customizing sind Kerngeschäft von Airbus. Nach der Revolution im Cockpit ist jetzt die Revolution in der Kabine dran. Die Kabine ist der Bereich, in dem sich die Airlines im Wettbewerb am ehesten voneinander unterscheiden können.“, G. Blanc, 16.03.04