



LIQORNE

Liquid Hydrogen for Airborne Applications

Sondierungsprojekt, Take-Off Call 2022

Dr. Fabrice GIULIANI
Combustion Bay One e.U.
Graz

Kurzdarstellung der Konsortialpartner

- Combustion Bay One e.U.
 - » Projektleiter
 - » Spezialisiert auf Flugzeugkraftstoffe und Verbrennungssysteme für Flugzeugmotoren
- FH Joanneum / Aviation
 - » Akademischer Partner
 - » Zweites Wasserstoff-Forschungsprojekt mit CBOne
 - » Zuständig für die Modellierung und die grundlegenden Experimente
- Test-Fuchs
 - » Industrieller Partner
 - » Verantwortlich für die technischen Aspekte und die "real world"-Implementierung eines LH₂-Treibstoffsystems

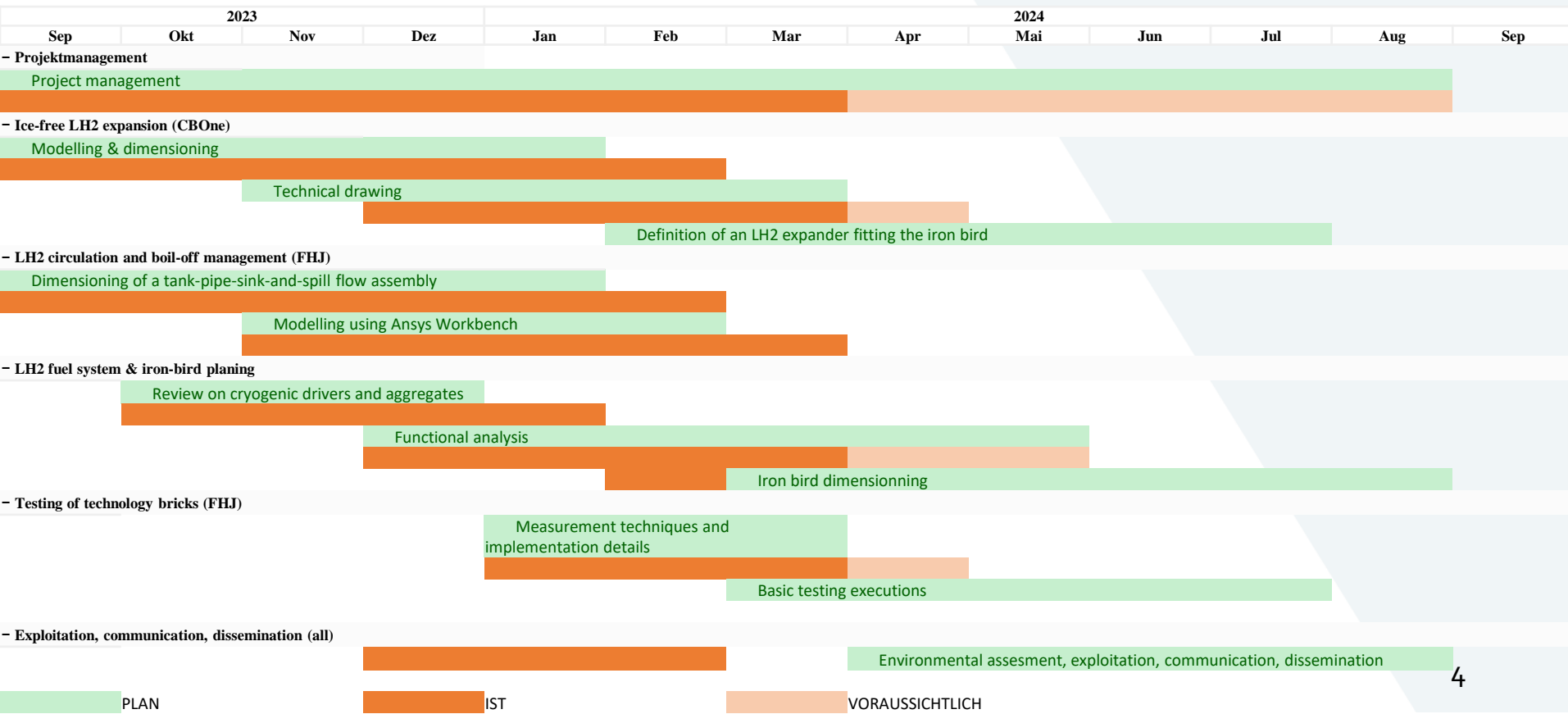
Ziel des Projekts

Wir wollen ein sicheres und einfach zu verwendendes LH₂-Kraftstoffsystem für die Luftfahrt entwickeln.

Die drei verfolgten Grundlagen sind die folgenden:

- Die Verteilung des Wasserstoffs erfolgt in flüssiger Form.
- Der Tank und die Rohrleitungen bleiben auf niedrigem Druck (<10 bar, aus Gewichts- und Platzgründen).
- Das Sieden und die thermische Konditionierung (Einspritzung bei positiven Temperaturen, ca. 80°C) erfolgen unter Nutzung der im Motor verfügbaren Wärme (bis zu +10% Effizienz im Vergleich zum Stand der Technik).

Arbeitsplan/Zeitplan/Umsetzung



PLAN

IST

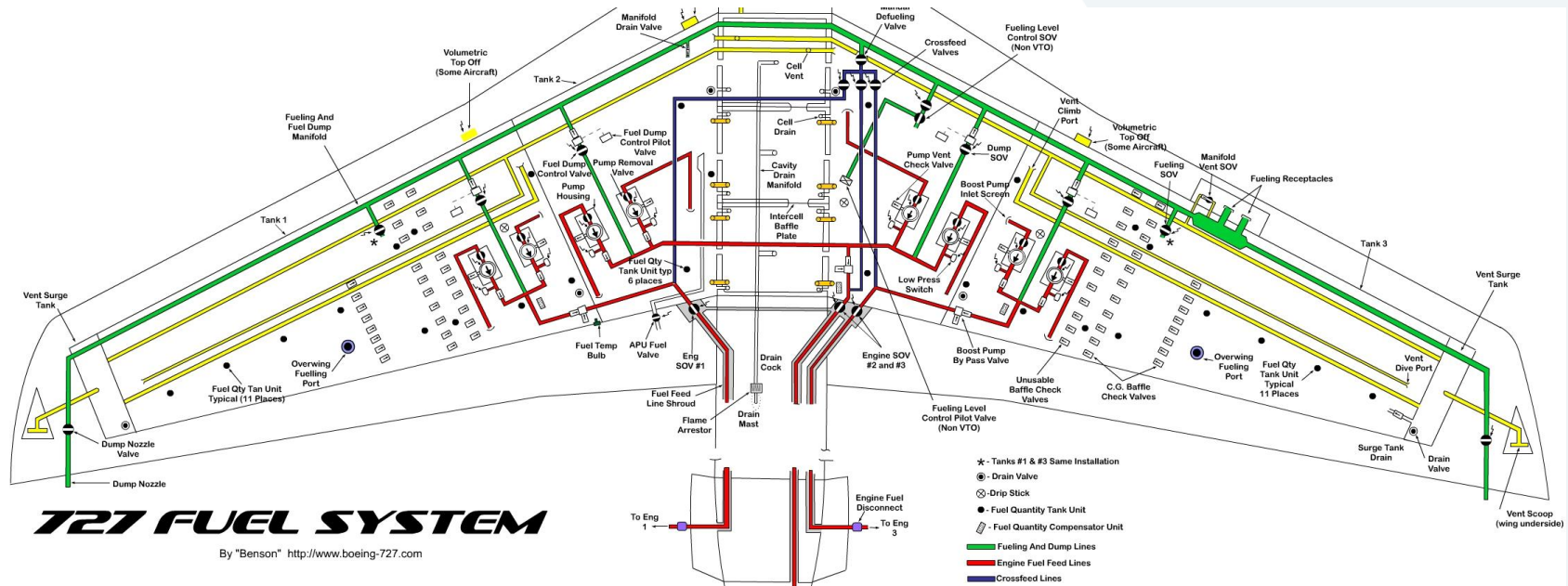
VORAUSSICHTLICH

Angestrebte Verwertung

- Positive Rückmeldungen aus Wissenschaft und Industrie über unsere Arbeit:
 - Thilker et al. ENTWURF UND MODELLIERUNG EINES DIREKTEM KRYOGENEM LH₂-TREIBSTOFFSYSTEMS FÜR DEN EINSATZ IN FLUGZEUGEN. Konferenz: 18. Symposium Energieinnovation, 14.-16.02.2024, Graz/Austria
 - Thilker et al. Design and Simulation Model of a Direct Cryogenic LH₂ Fuel Aircraft System for Airborne Applications. Submission (GT2024-123206) to the ASME Turbo Expo Conference and Exhibition, London, June 24-28, 2024.
 - Thilker et al. Model Analysis of a Direct Cryogenic LH₂ Fuel Aircraft System for Airborne Applications. Submission (control ID 4033144) to the 2024 AIAA Aviation and Aeronautics Forum and Exposition (AIAA AVIATION Forum), 29 July - 2 August 2024, Las Vegas, Nevada, USA (submitted)
- Neue Ideen, insbesondere zum Thermomanagement LH₂-GH₂
- Positive Bewertung unserer Hypothese => Einreichung eines experimentellen Programms im Rahmen des Take-Off Call 2023

BACKUP-FOLIEN

Conventional fuel system



LH₂ fuel system

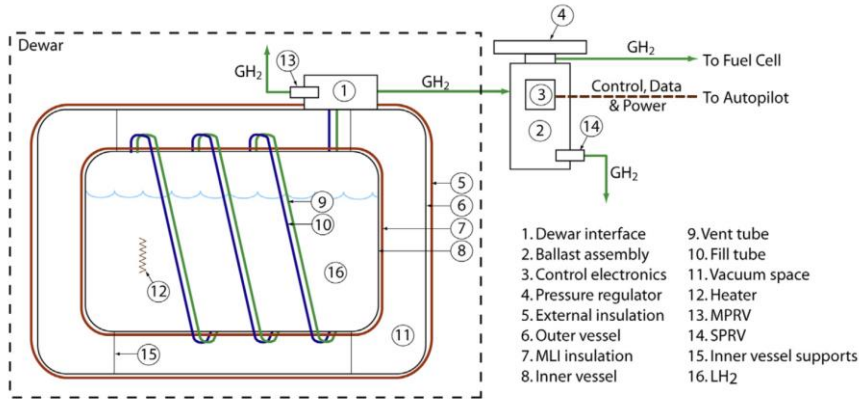
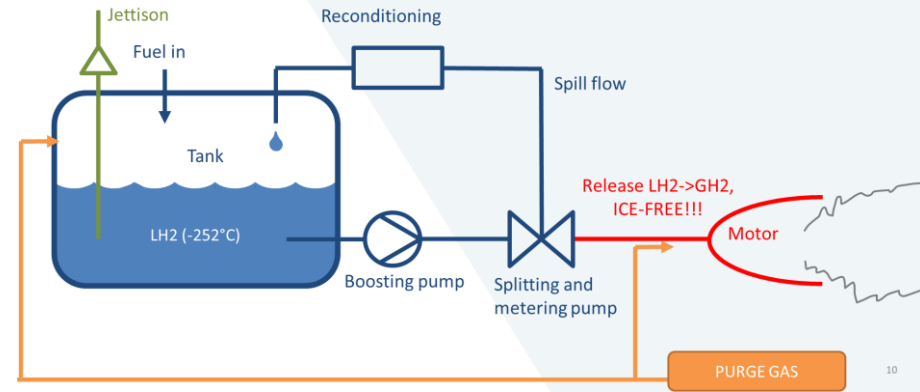


Fig. 3 – Schematic of the Ion Tiger LH₂ system.

STATE OF THE ART: GH₂-feed

„Liquid hydrogen fuel system design and demonstration in a small long endurance air vehicle“ for drone application. Stroman et al. Hydrogen energy 2014.



LIQORNE Proposal: LH₂-direct feed

- Shorter response time
- More efficient

Fuel system modelling

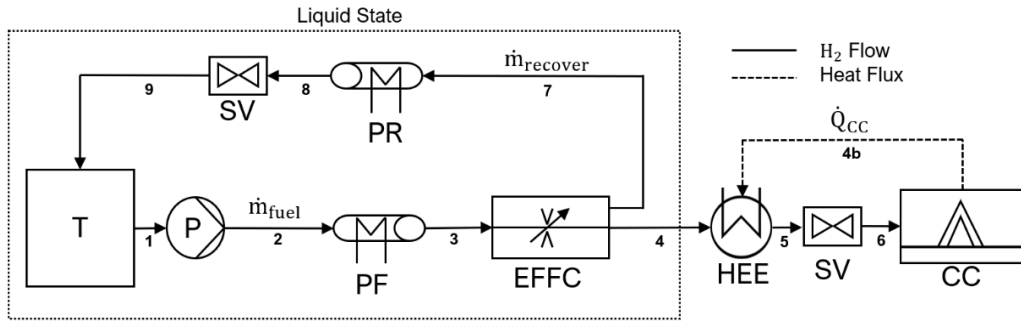
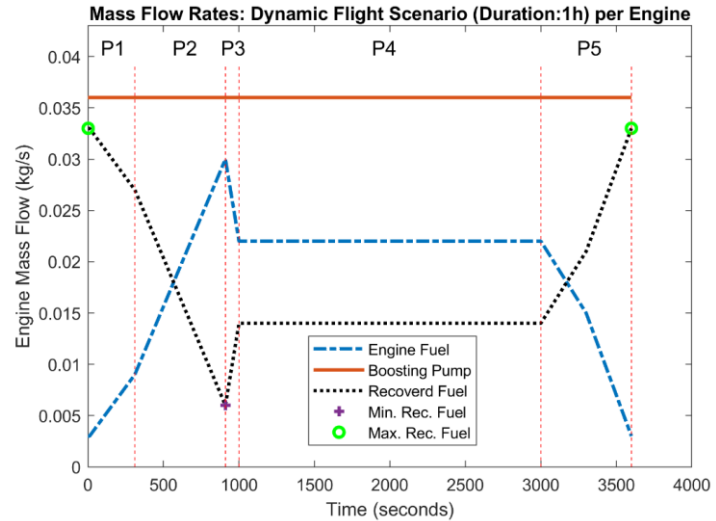


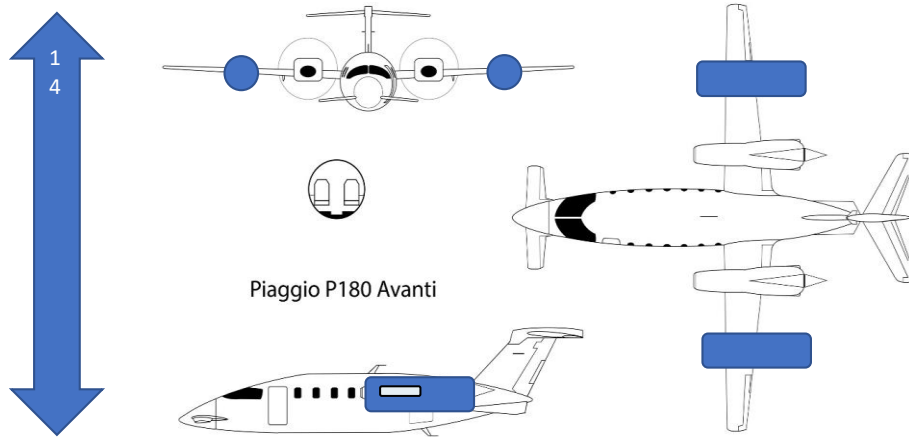
FIGURE 1: CRYOGENIC HYDROGEN FUEL SIMULATION MODEL SCHEME WITH THE MAIN COMPONENTS: TANK (T), BOOST PUMP (P), PIPES (PF & PR), ENGINE FUEL FLOW CONTROLLER (EFFC), HEAT EXCHANGER ENGINE (HEE), SAFETY VALVES (SV) AND THE COMBUSTION CHAMBER (CC)



Dynamic model combining elements of fluidics,
thermics and thermodynamics

Application to a flight mission

Possible application



Piaggio P180 Avanti

The integration of 3m³ fuel tanks on small airplanes is not trivial

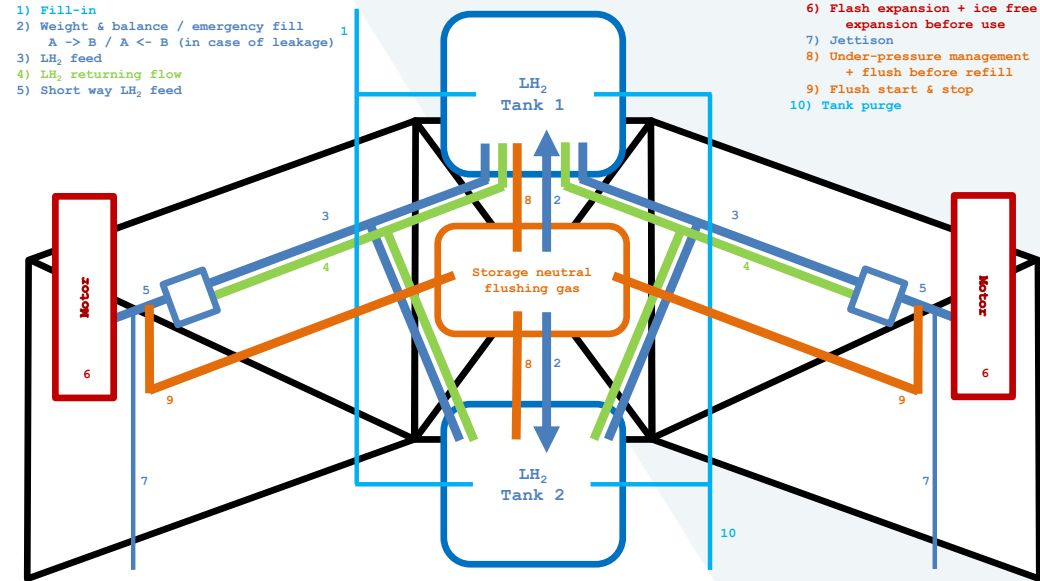
Piaggio is one of the aircraft manufacturers interested in this study

- Small aircraft, twin-engine:
 - 2*750kW shaft power, thermal
 - 2*1,5m³ LH₂ fuel
 - Mission type 1hr30min flight time, action radius 500km
- Recommended tank dimension:
 - Sphere 0,850m + Cylinder length 2,250
 - Volume 1,6m³, filled with 80% LH₂ at start
 - Overall Size 3,100 * 0,850 * 0,850
 - Aspect ratio 27%
 - Wet surface 125% from equivalent sphere
 - Critical heat flux = 800W/m² over 1,30hrs (manageable)

Next step: the iron-bird



Example: Iron bird at Airbus



A possible LIQORNE architecture