

Präsentiert von



Hilal Kilic

# Analyse und Bewertung von Integrationsvarianten eines Wassererzeugungssystems in Passagierflugzeugen



AIRBUS

# Inhalt

1. Entwicklung des Flugverkehrs bis 2020
2. Einführung in die Brennstoffzellentechnik
3. Praxis der Nutzung von Wasserstoff
4. Beschreibung der Systemkonzepte
5.  $DOC_{sys}$ -Betriebskostenberechnung von Flugzeugsystemen
6. Zusammenfassung

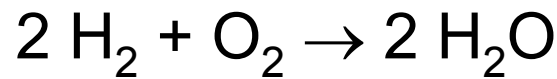
# 1 Entwicklung des Flugverkehrs bis 2020

---

- Anteil der Luftfahrtindustrie am Ölverbrauch beträgt 3 % in den Industrieländern
- Anstieg des Luftverkehrsaufkommens beträgt jährl. 4,88 % bis 2020
- Schadstoffemissionen: Stickoxide, Wasserdampf, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe

# 2 Einführung in die Brennstoffzellentechnik

Aufbau und Funktionsprinzip einer PEM-Brennstoffzelle:



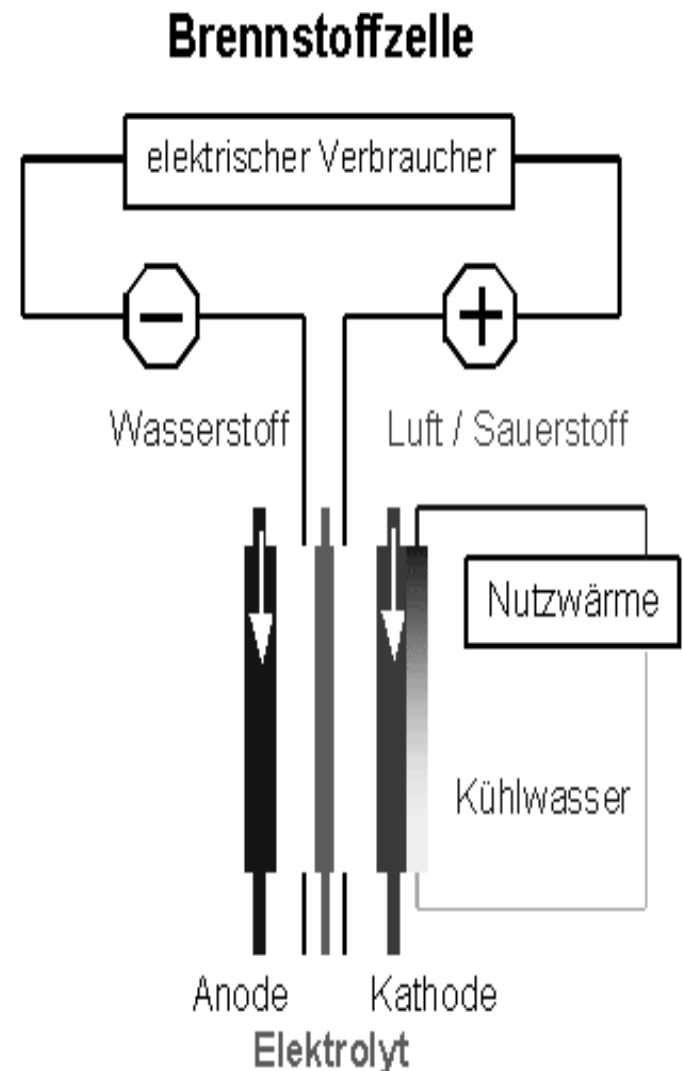
## Aufbau

Niedertemperatur Brennstoffzellen

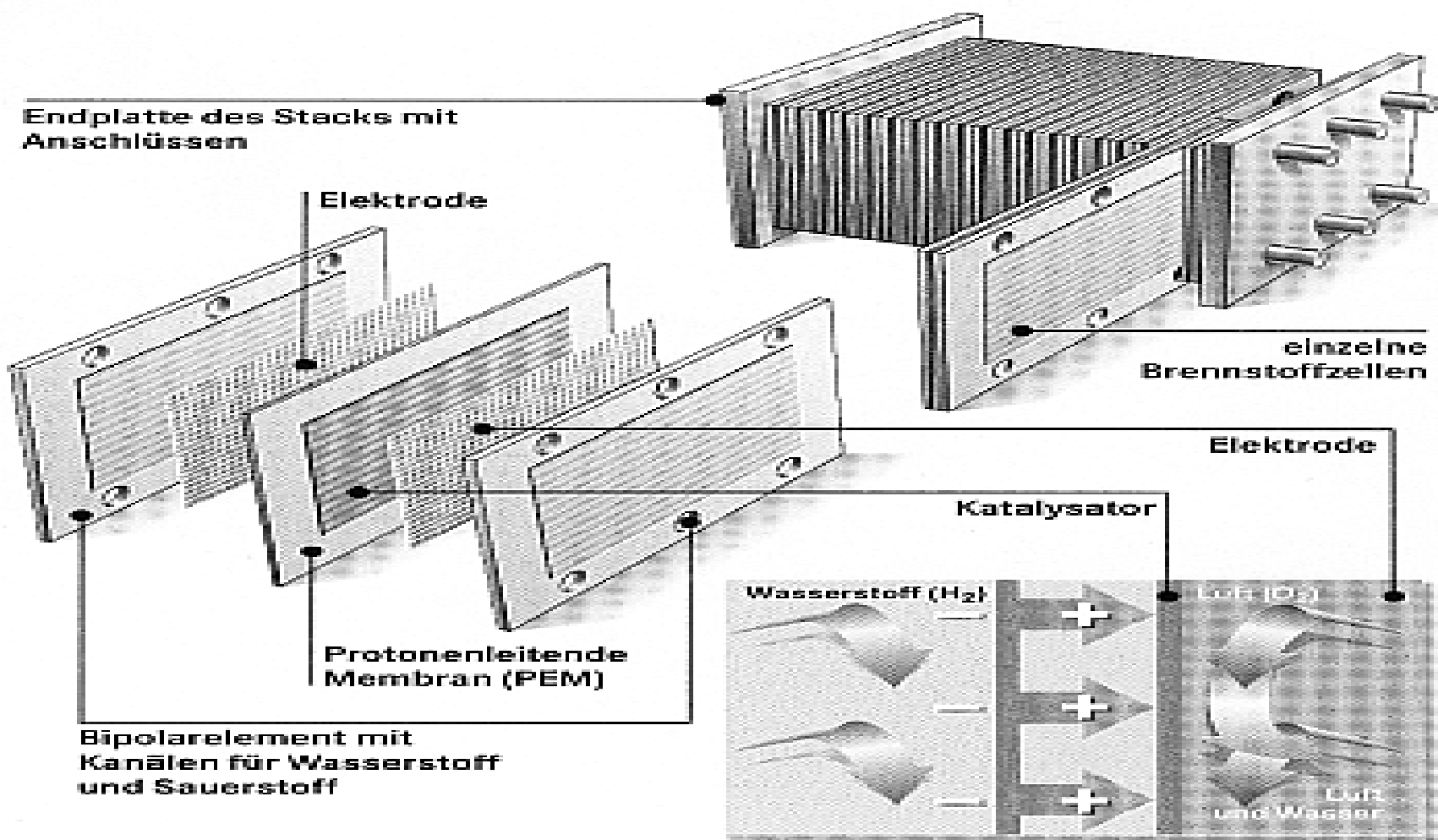
- AFC (70 – 80 °C; 55 – 60 %)
- PEMFC (60 – 80 °C; 30 – 60 %)
- PAFC (180 – 220 °C; 35 – 40 %)

Hochtemperatur Brennstoffzellen

- MCFC (600 – 650 °C; 50 – 60 %)
- SOFC (850 – 1000 °C; 50 – 65 %)



# 2 Aufbau einer PEM-Brennstoffzelle



# 3 Praxis der Nutzung von Wasserstoff

---

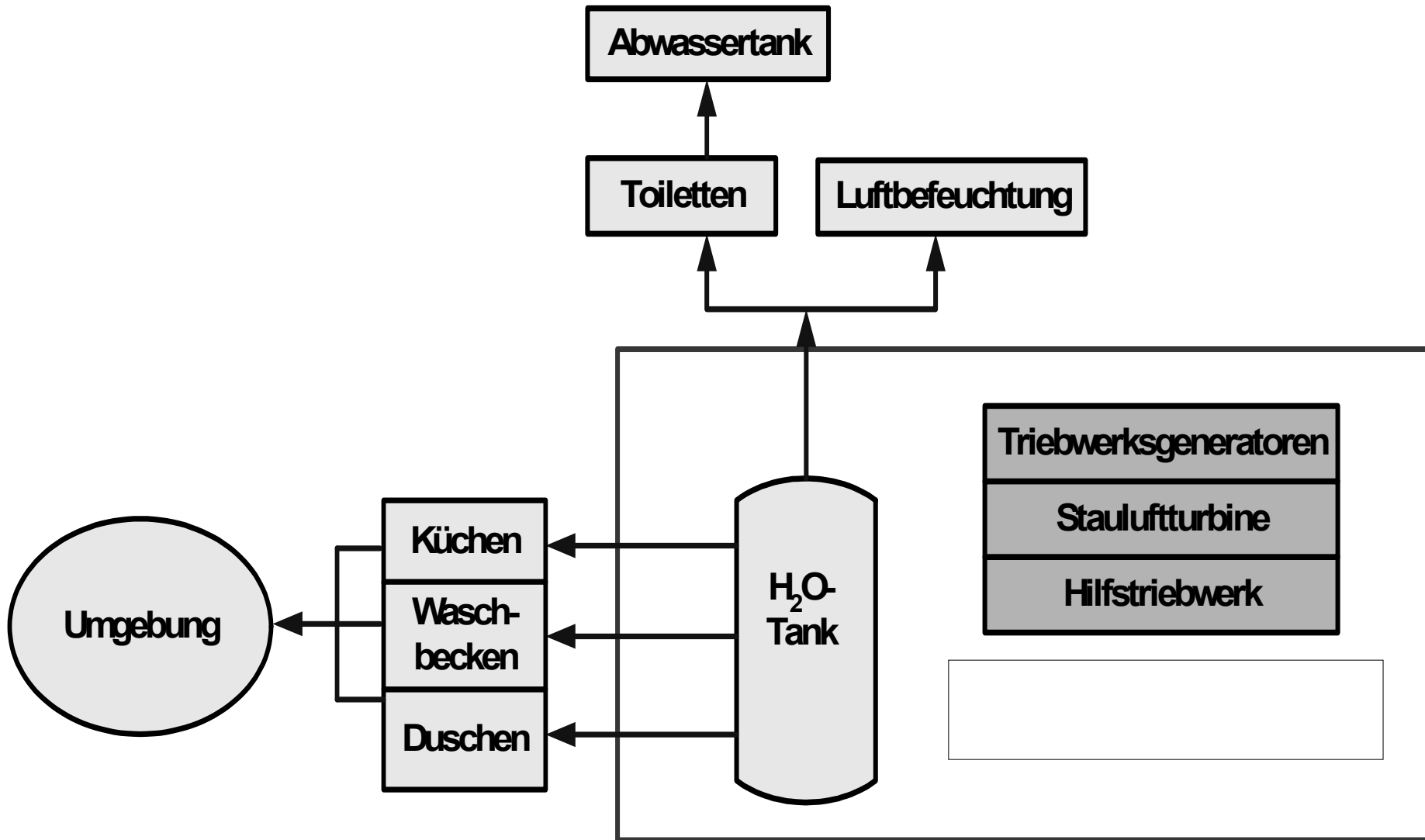
## Herstellungsverfahren

- Reformierung
- Biochemische Herstellung
- Kværner-Verfahren
- Hochleistungs-Elektrolyseur

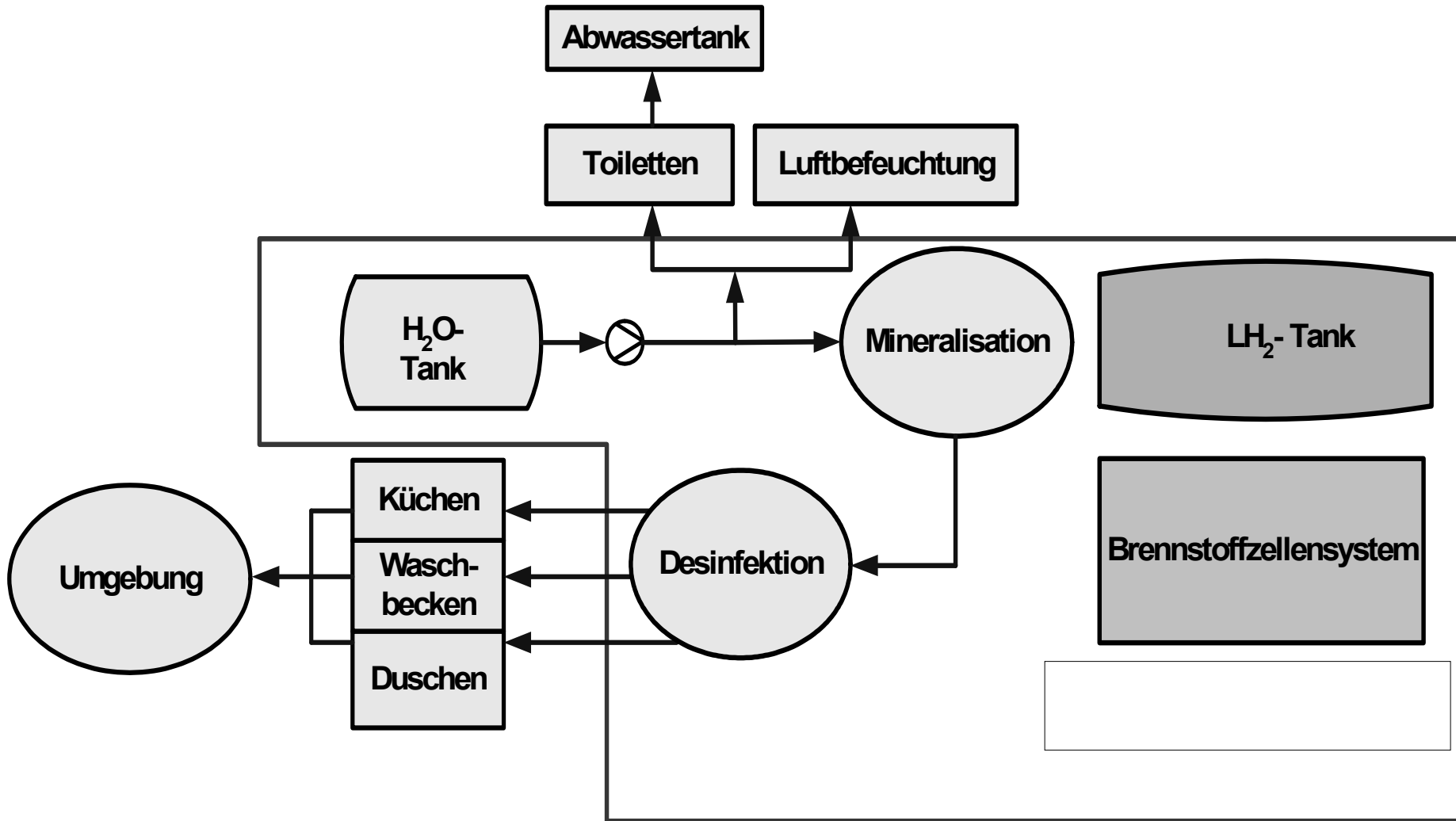
## Speicherung von Wasserstoff

- Speicherung im flüssigen Zustand
- Speicherung im gasförmigen Zustand
- Speicherung in chemisch gebundener Form

# 4 Systemgrenzen des konventionellen Wassersystems



# 4 Systemgrenzen des OBOWAGS®





# 5 DOCsys Betriebskostenberechnung von Flugzeugsystemen

---

- Betriebskosten eines Flugzeugzeugsystems werden mit dem DOCsys-Programm ermittelt.
- Eingabeparameter sind:
  1. Flugzeugdaten
  2. Allgemeine Systemdaten
  3. Ökonomische Daten
  4. Flugmissionsdaten
  5. Weitere Systemdaten zu DOC-Bestandteilen

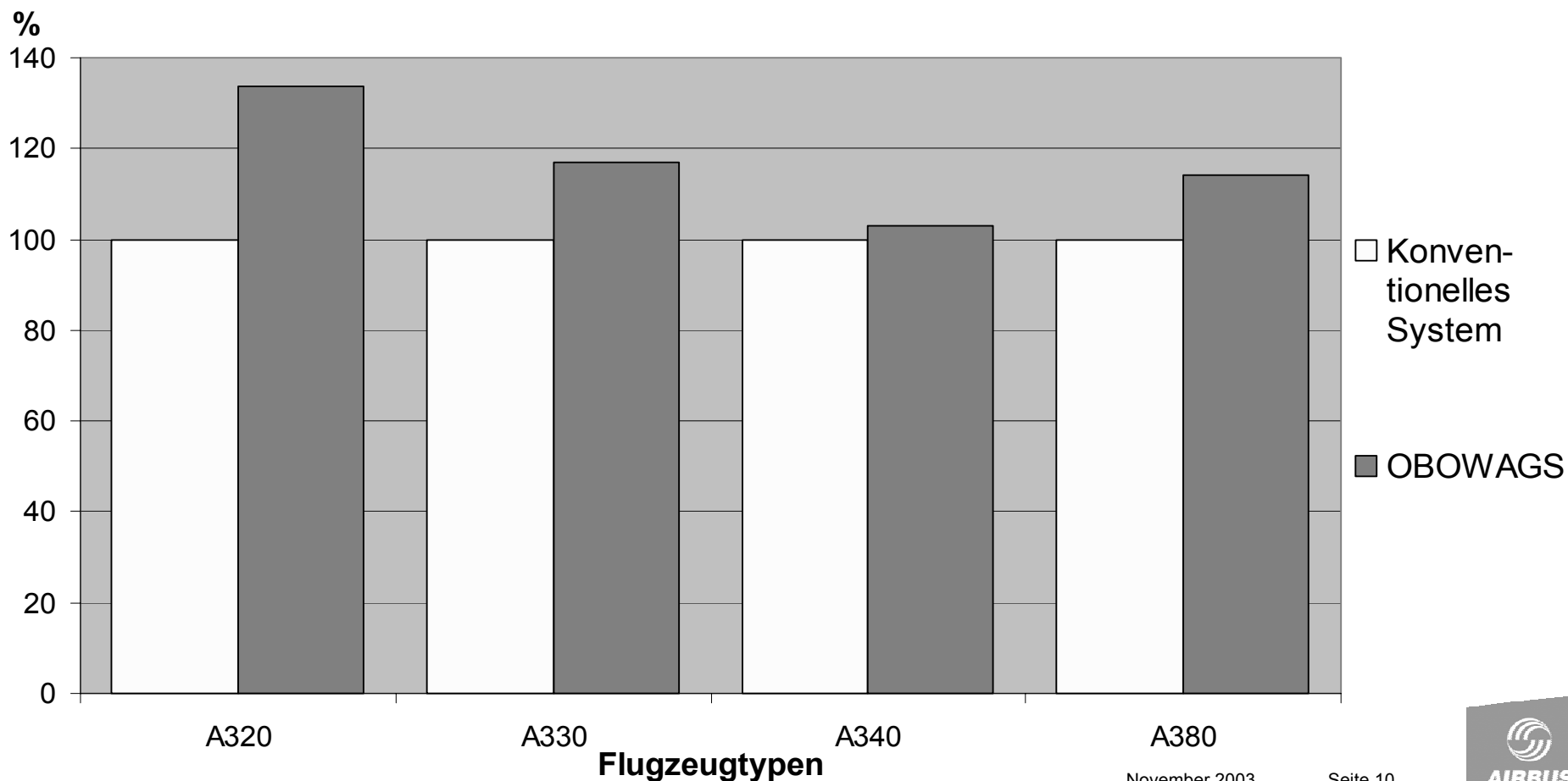
# 5 DOCsys Betriebskostenberechnung von Flugzeugsystemen

---

- DOC-Ergebnisse:
  1. Abschreibungskosten
  2. Kosten durch Wartung und Instandhaltung
  3. Kraftstoffkosten durch den Transport von fixen Massen
  4. Kraftstoffkosten durch den Transport von variablen Massen
  5. Kraftstoffkosten durch Wellenleistungsentnahme

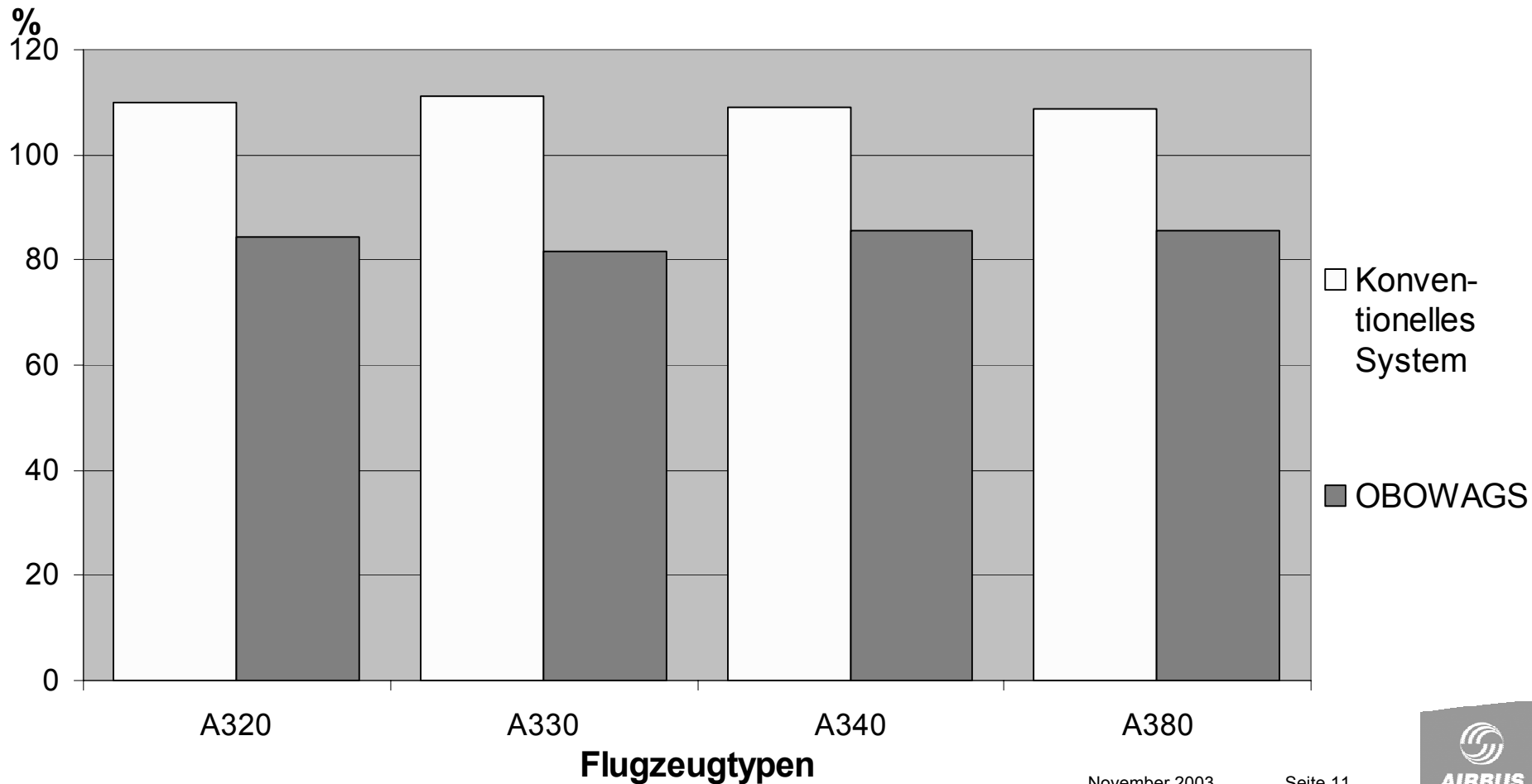
# 5 DOC-Ergebnisse im Jahr 2003

- Kerosinpreis: 0,21 US\$/Liter
- Flüssiger Wasserstoff: 1 US\$/kg
- Brennstoffzelle: 3 kg/kW und 1000 US\$/kW



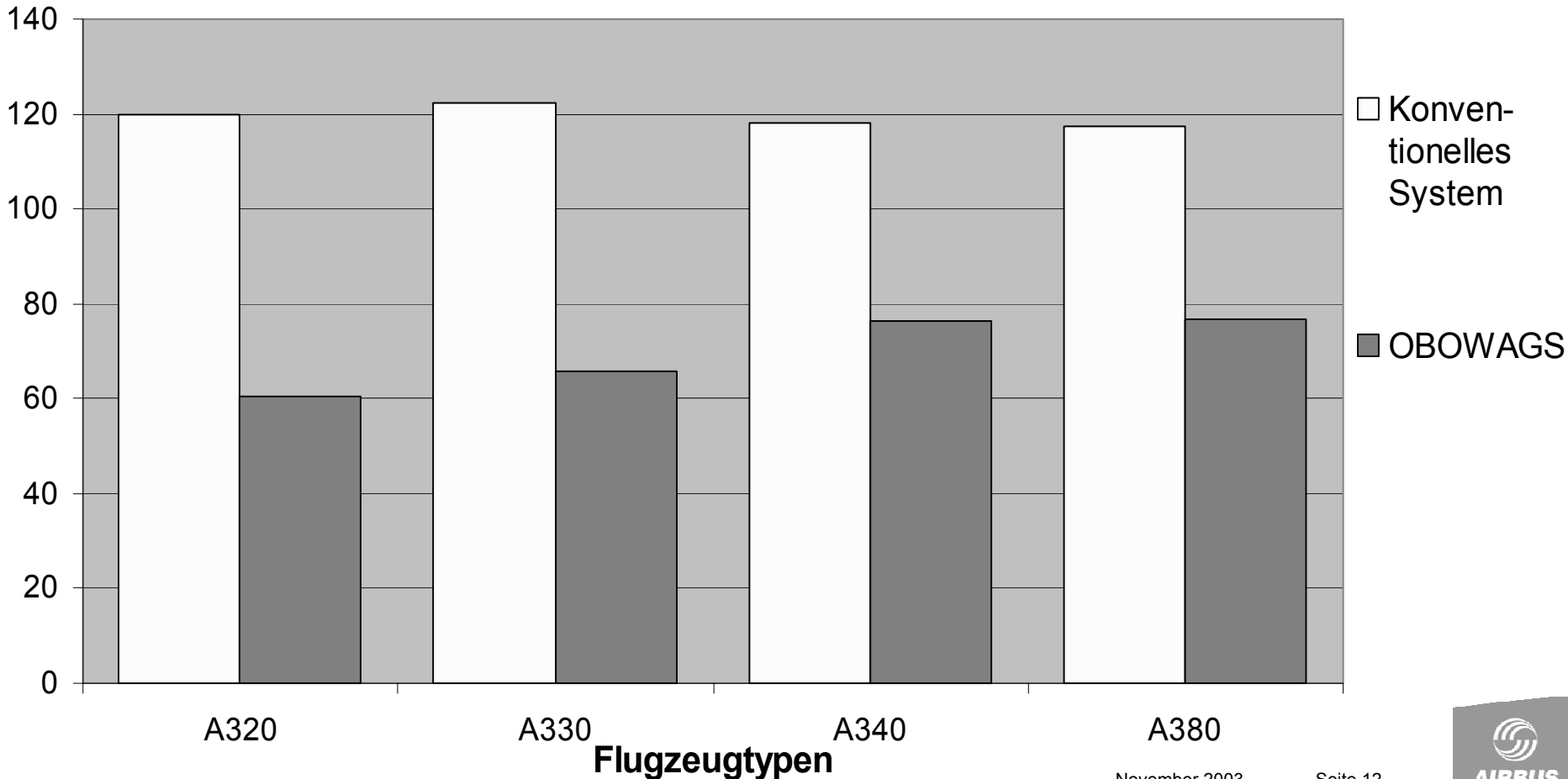
# 5 DOC-Ergebnisse im Jahr 2010

- Kerosinpreis: 0,263 US\$/Liter
- Flüssiger Wasserstoff: 0,5 US\$/kg
- Brennstoffzelle: 2 kg/kW und 500 US\$/kW



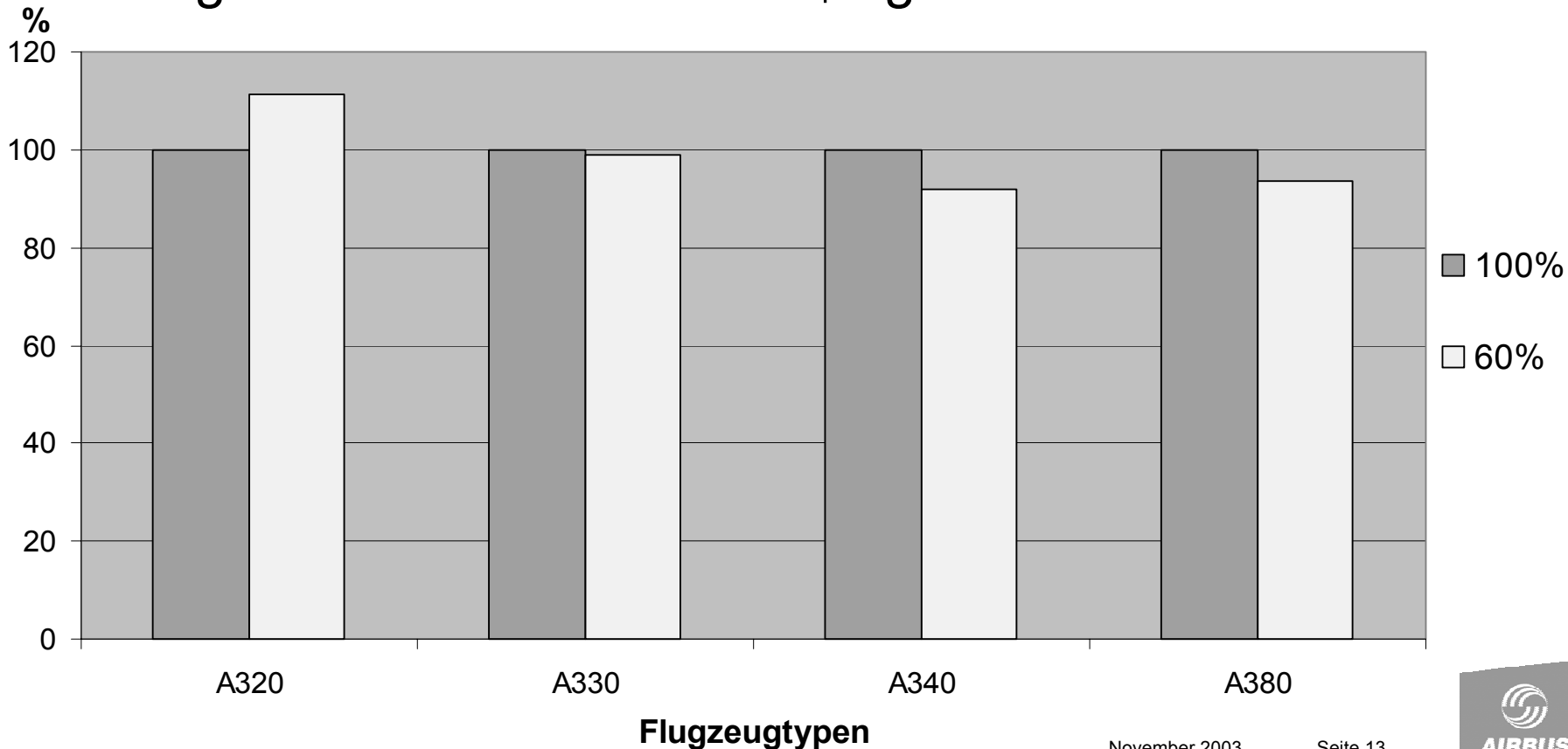
# 5 DOC-Ergebnisse im Jahr 2020

- Kerosinpreis: 0,315 US\$/Liter
- Flüssiger Wasserstoff: 0,2 US\$/kg
- Brennstoffzelle: 1,5 kg/kW und 100 US\$/kW



# 5 Szenario: Flugzeit

- Kraftstoffpreis: 0,21 US\$/Liter
- Brennstoffzellen: 3 kg/kW und 1000 US/kW
- Flugzeit: 60 % der maximalen Flugzeit
- Flüssiger Wasserstoff: 1 US\$/kg



# 6 Zusammenfassung

---

- Durch das OBOWAGS<sup>®</sup> werden in allen Szenarien geringere Betriebskosten erzielt
- Einsatz ist besonders sinnvoll bei:
  - ▶ Hohen Passagierzahlen
  - ▶ Hoher Wasserbedarf
  - ▶ Langen Flugzeiten
  - ▶ Erhöhtem Kerosinpreis