

Der Europäische Transschall Windkanal ETW

**- Meß- und Versuchstechnik in Gegenwart und Zukunft -
W. Burgsmüller**

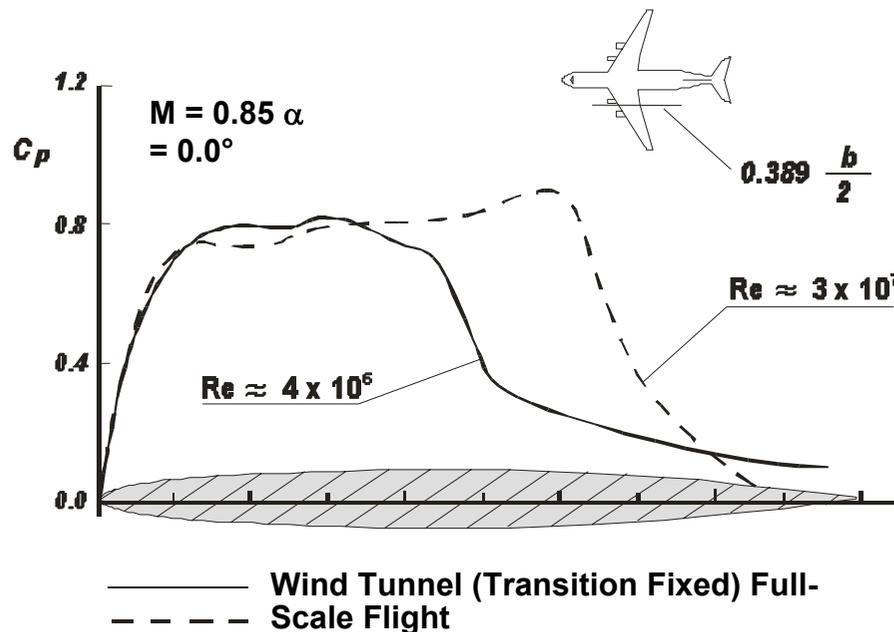
INHALT

- Einleitung
- Status der ETW-Meßtechnik
- Zukünftige Meß- und Versuchstechnik
- Zusammenfassung

ZU KLEINE RE-ZAHLEN - C141 / 1964



Lockheed C-141 Starlifter

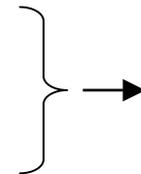


- Falscher Kraftangriffspunkt am Flügel vorhergesagt
- 300 KG Ballast zum Ausgleich (1 % Nutzlast)

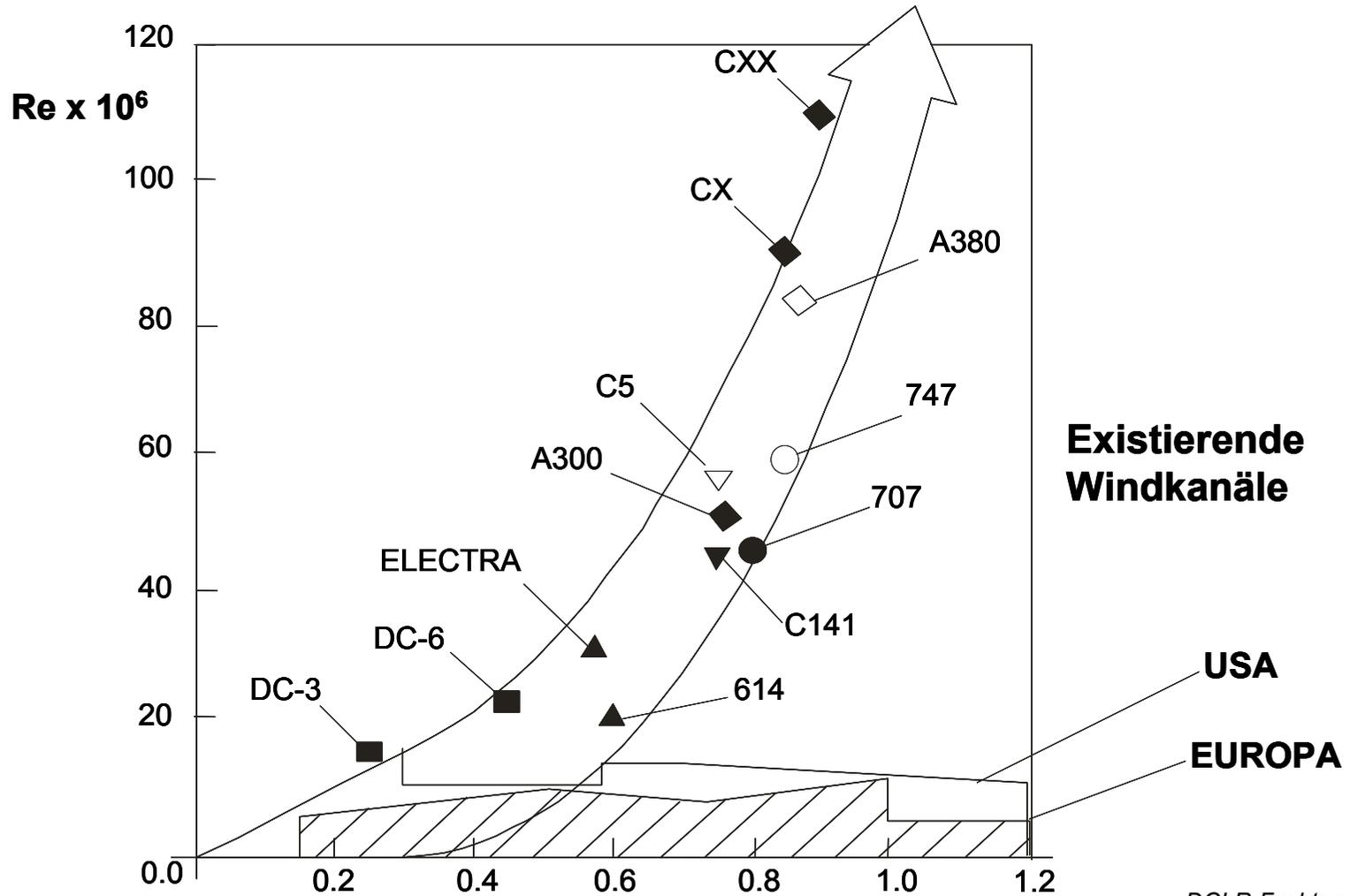
ZU KLEINE RE-ZAHLEN - C5GALAXY / 1969



- FLUGVERSUCH: 14 % Flügeldicke möglich
 - WINDKANAL: 12 % Flügeldicke möglich
- Tankvolumen 16 % kleiner als möglich
- Lebensdauer 1/3 des geforderten Wertes
- Nachrüstung von 77 Flugzeugen: 1 Milliarde Dollar



REYNOLDSZAHLLÜCKE

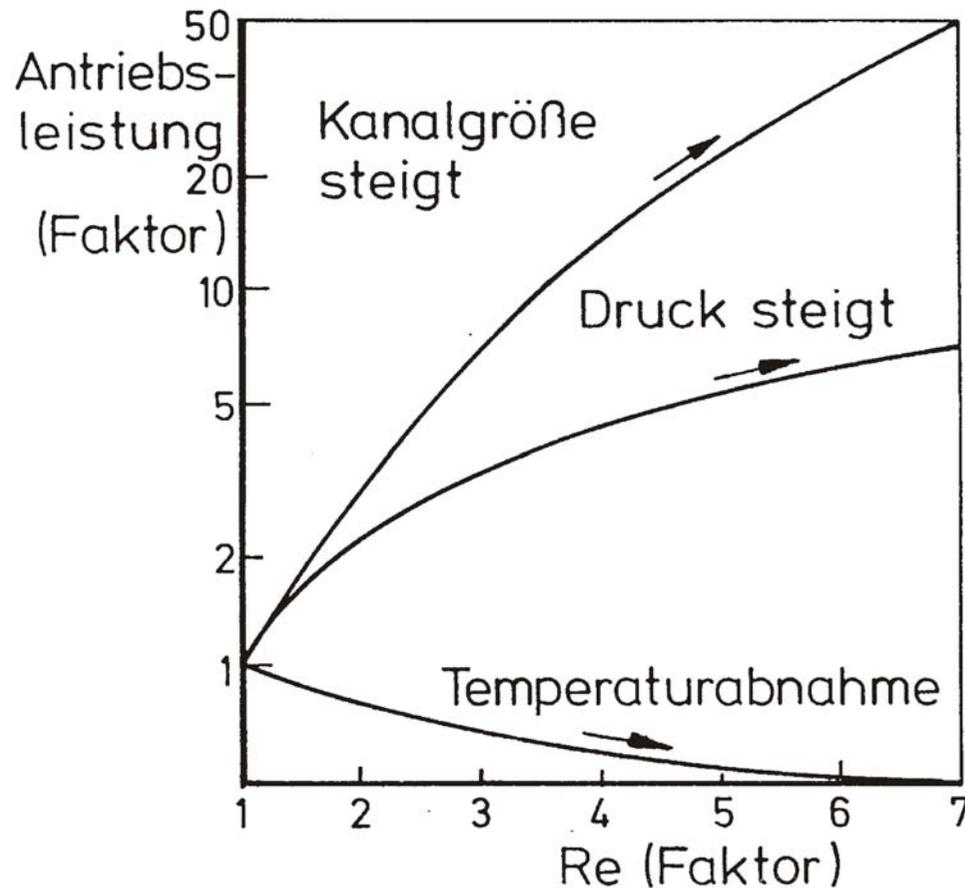


RE-ZAHL STEIGERUNG

$$Re = \frac{\rho \cdot m \cdot v \cdot l}{\eta \cdot \mu \cdot T}$$

- Steigern von
 - ρ (Kanaldruck) → Modellbelastung
 - m (Molekulargew.) → Ähnlichkeit (k)
 - l (Modellgrösse) → Baukosten, Antriebsleistung
Leistung ($N \sim l^3$)
- Senken von
 - μ (Zähigkeit) } → Kryo-Kanal
 - T (Temperatur) }

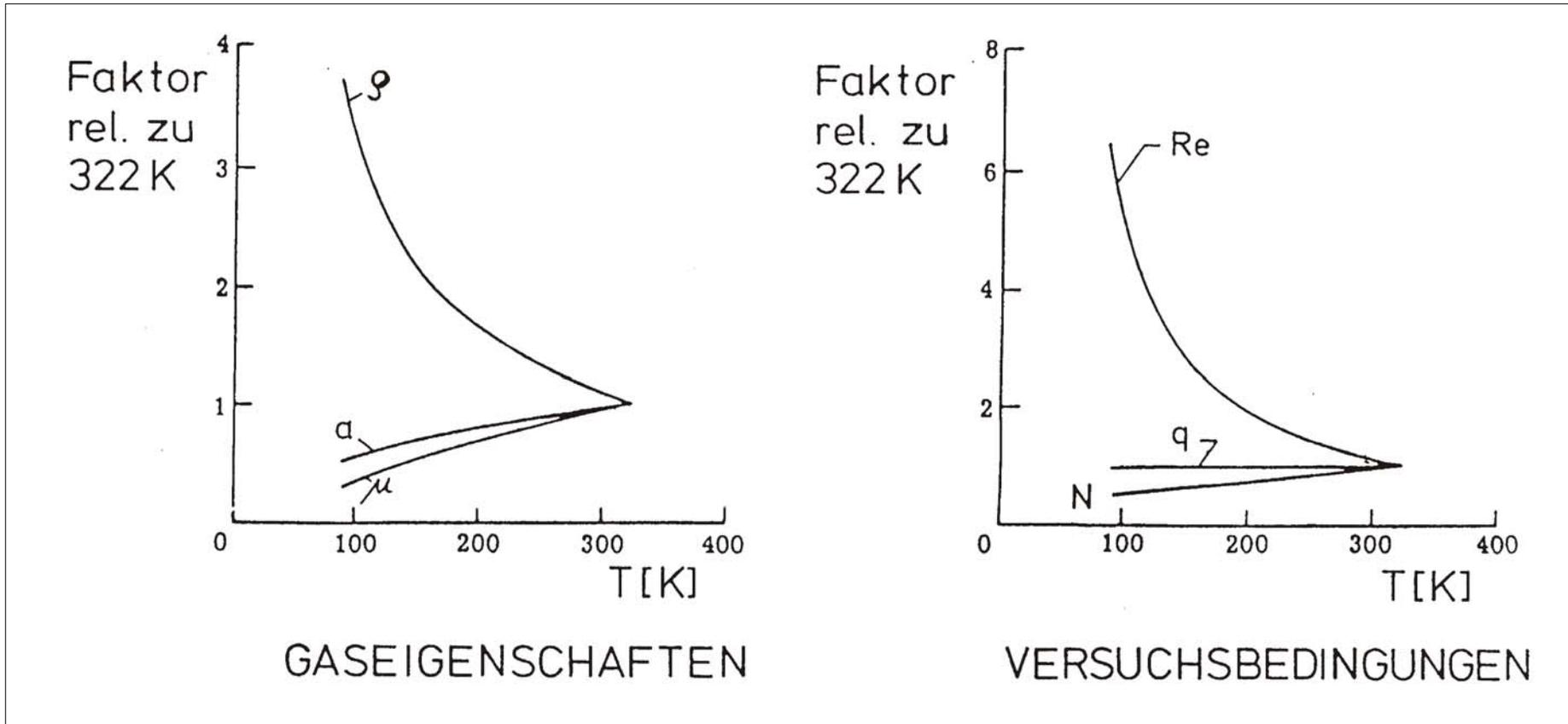
ANTRIEBSLEISTUNG



Konsequenz:

Nur Kryo-Kanal kann als kontinuierlich arbeitender Kanal gebaut werden (Wirtschaftlichkeit)

TEMPERATUREINFLUSS (M, p, l = const.)



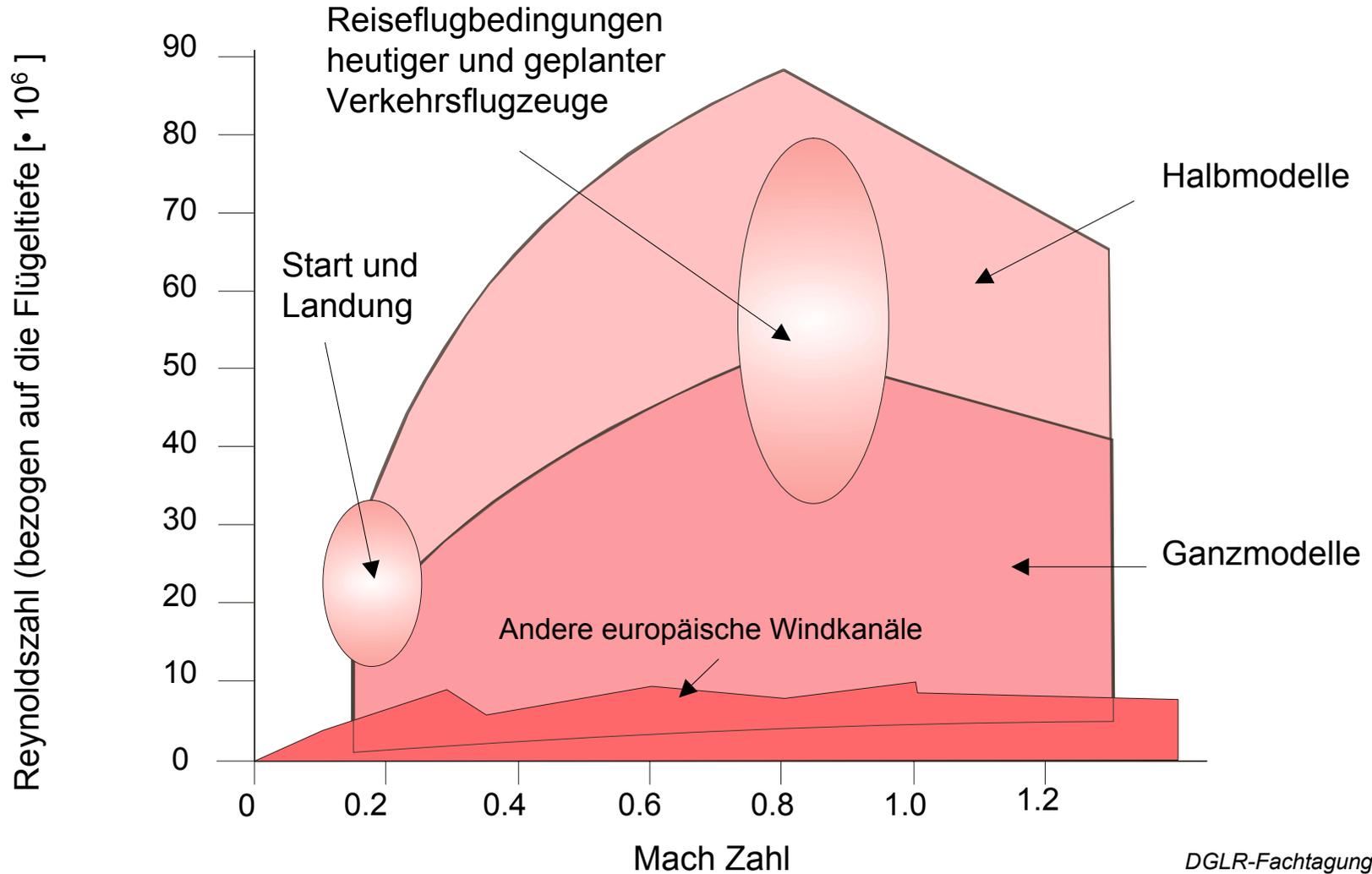
ETW-HISTORIE

- 1967 Erste Studien (USA, Europa)
- 1971 Ad-Hoc-Gruppen > Kanäle hoher Re-Zahlen empfohlen
- 1973 Projectgruppe Kanaldefinition (D, F, GB, NL) 4 Verfahren
Bei Umgebungstemperatur > Investitionskosten zu hoch
- 1976 Kryo-Studien > Empfehlung für kontinuierlich arbeitenden Kanal
- 1978 MOU (D, F, GB, NL), Beginn Vorentwurf ETW
- (1983 NTF / USA)**
- 1985 Beginn endgültiger Entwurf ETW
- 1989 Baubeginn ETW
- 1993 Inbetriebnahme ETW**

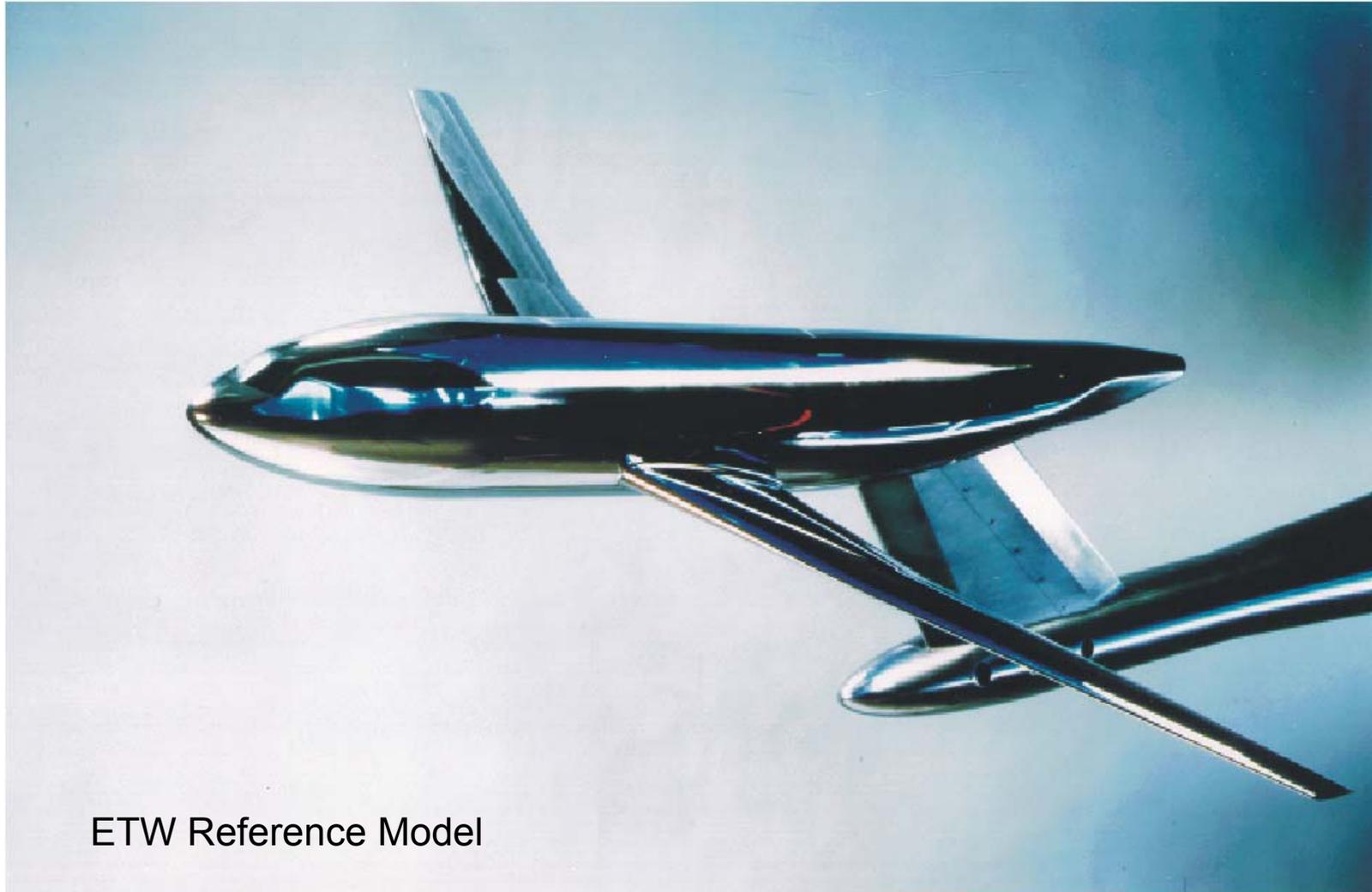
LUFTAUFNAHME DES ETW



ETW-REYNOLDSZAHL-BEREICH

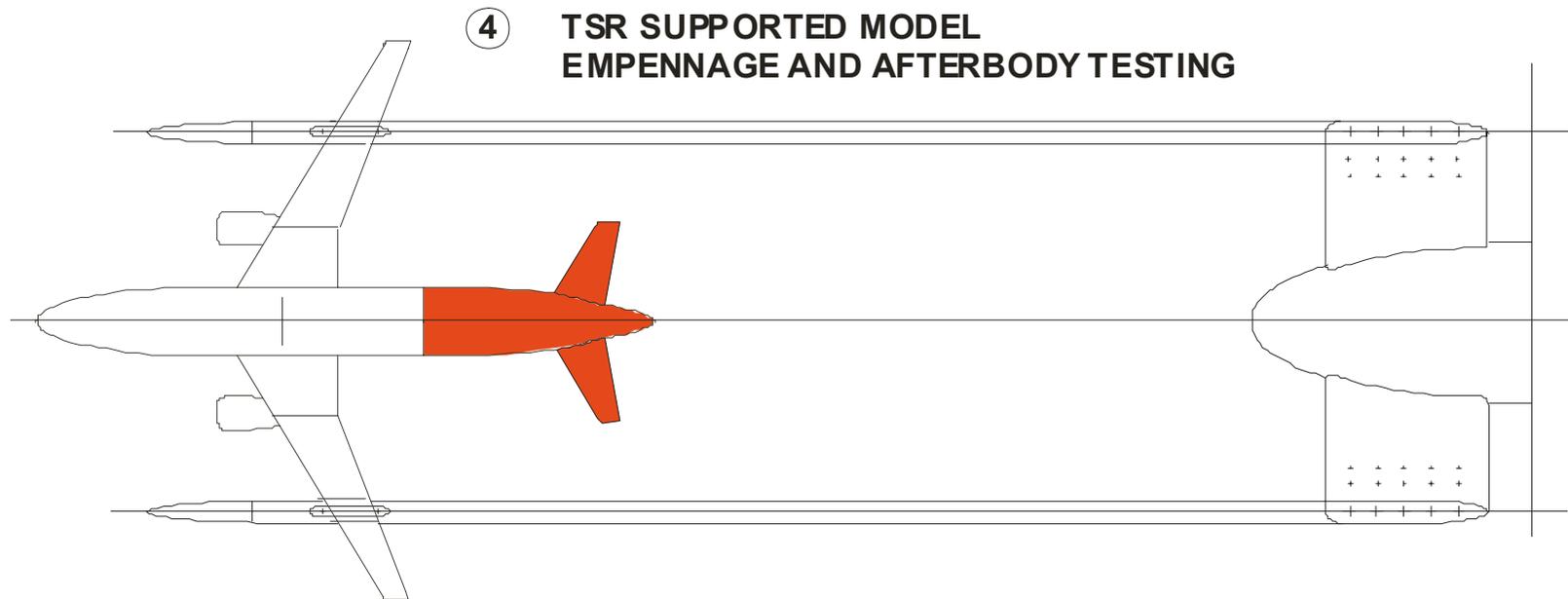


Z-STIEL-AUFHÄNGUNG



ETW Reference Model

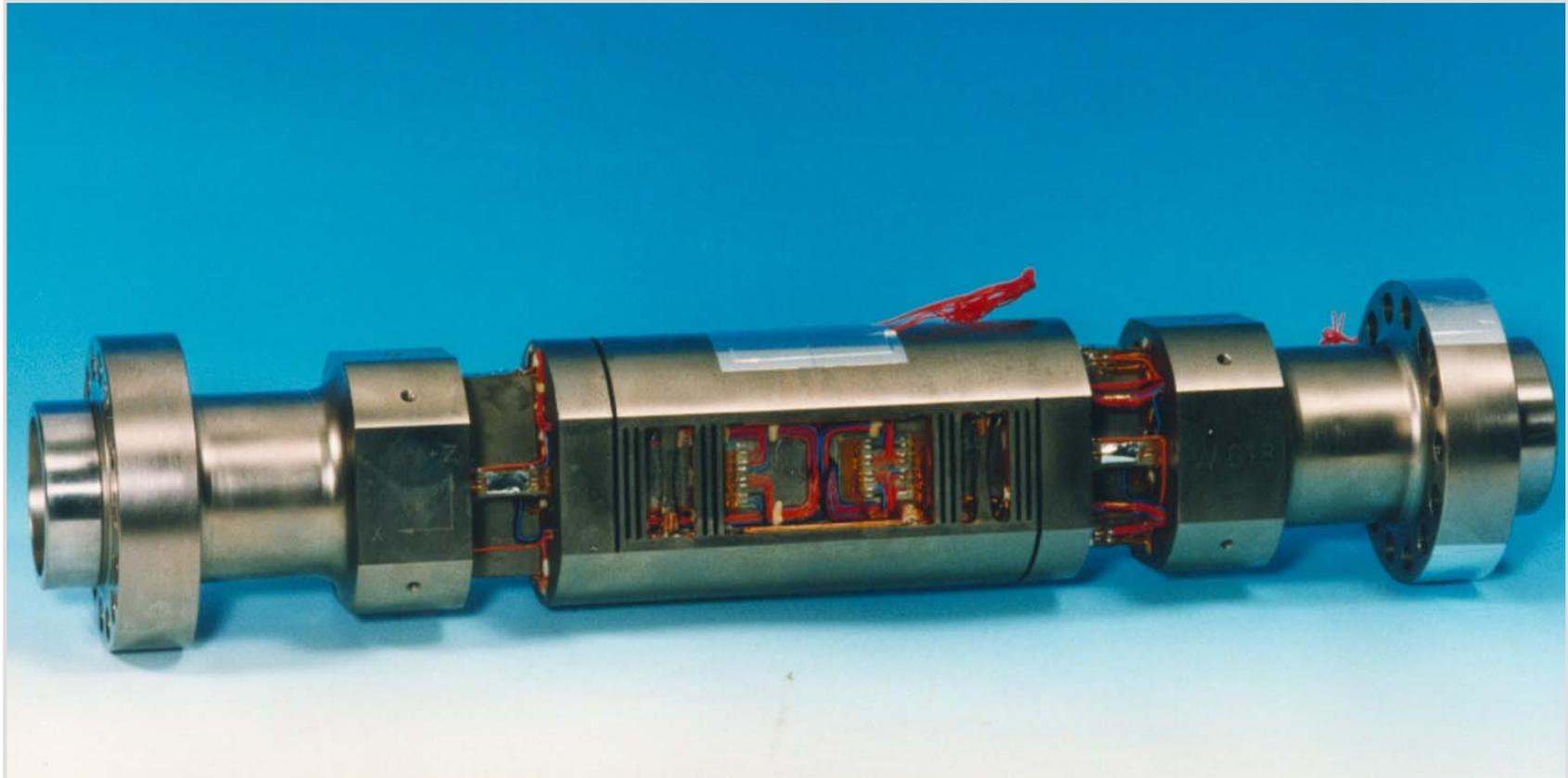
ETW DOPPELSTIEL-AUFHÄNGUNG



ETW DOPPELSTIEL-AUFHÄNGUNG



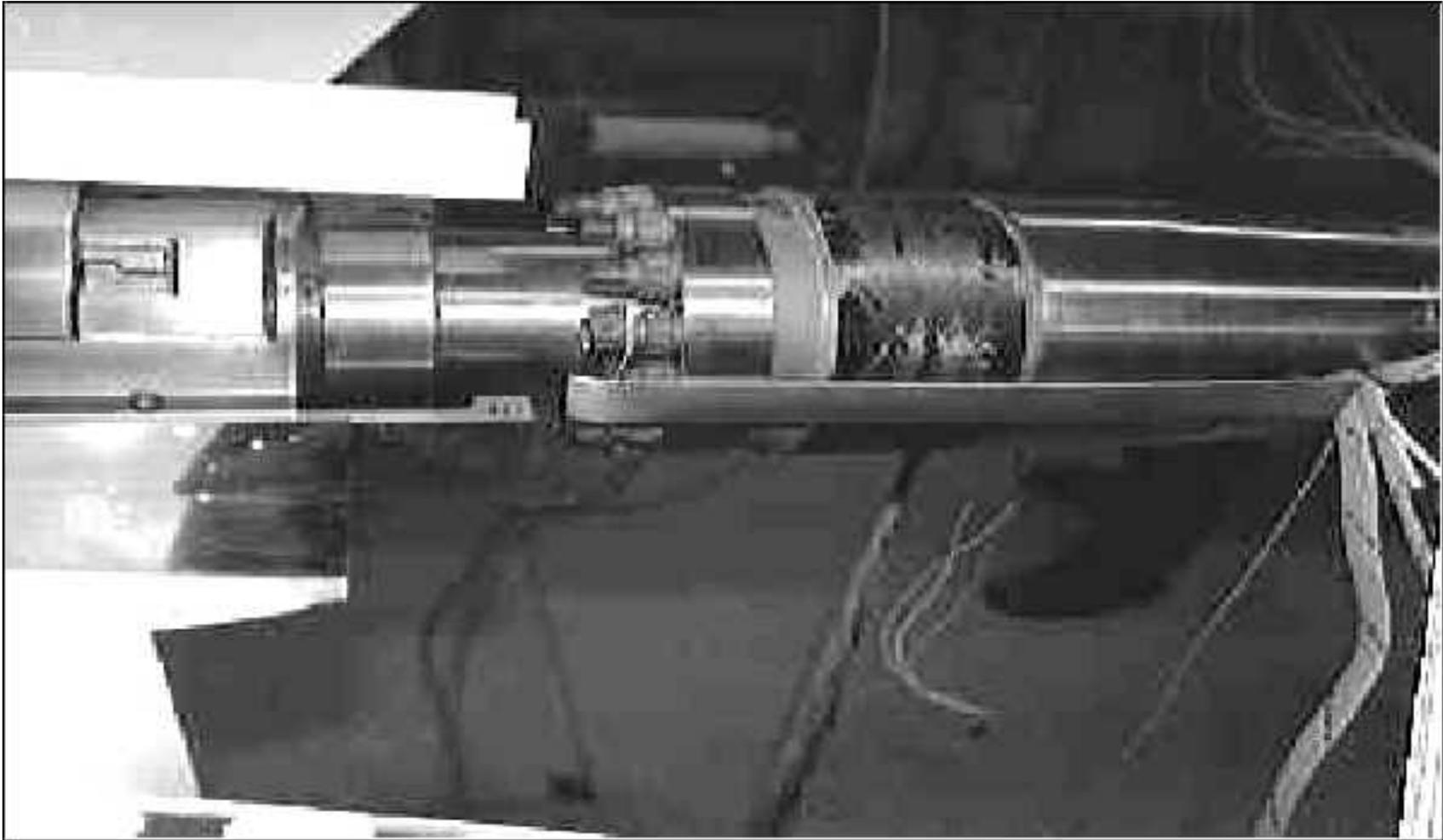
INTERNE WINDKANALWAAGE



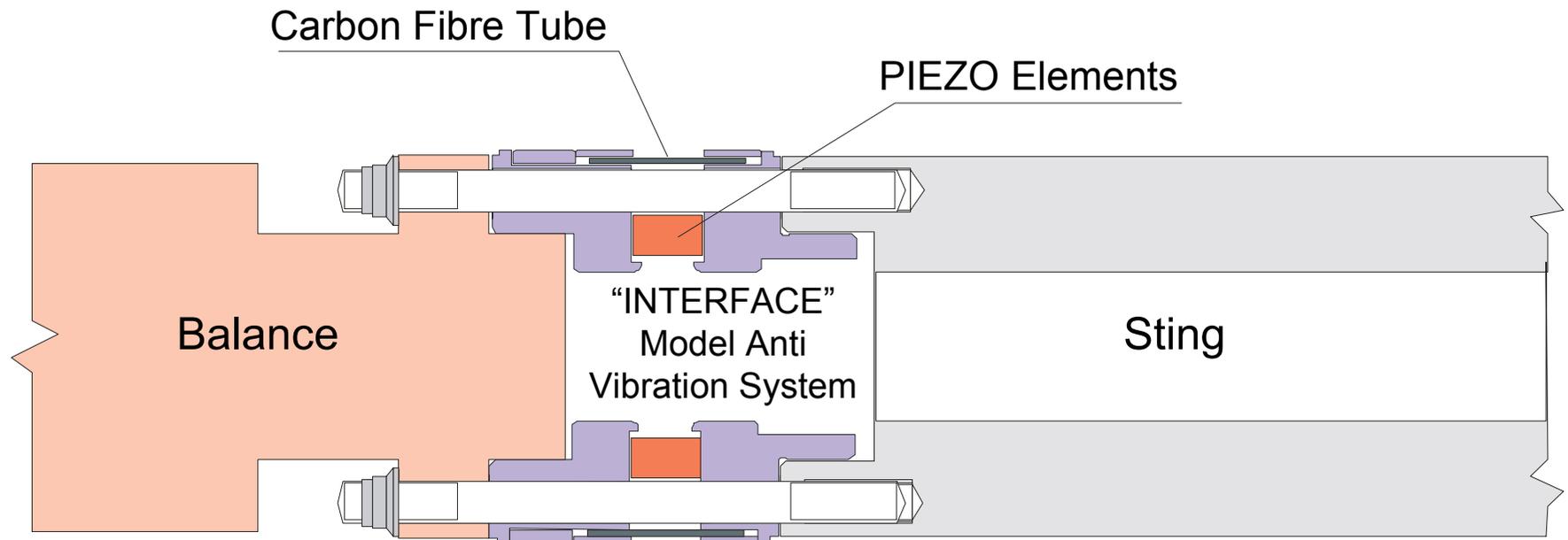
WAAGEN-KALIBRIERMASCHINE



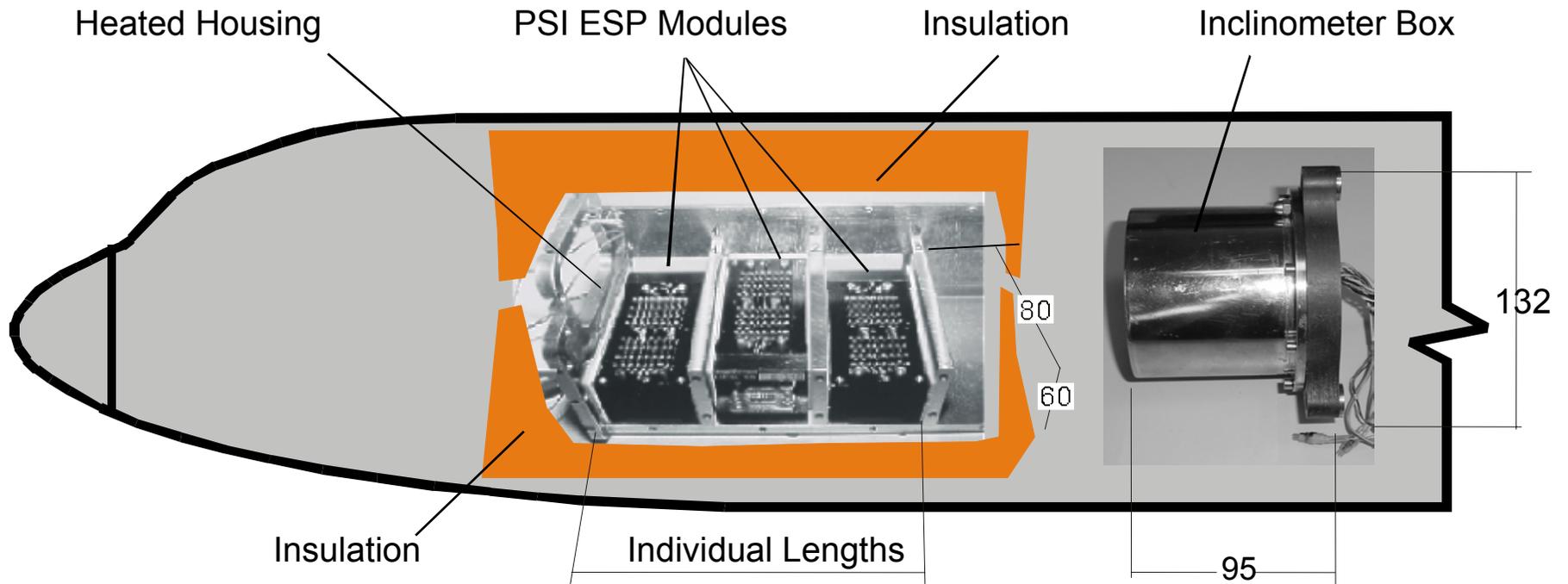
KÜHLUNG DER WAAGE / ANTIVIBRATIONS-SYSTEM



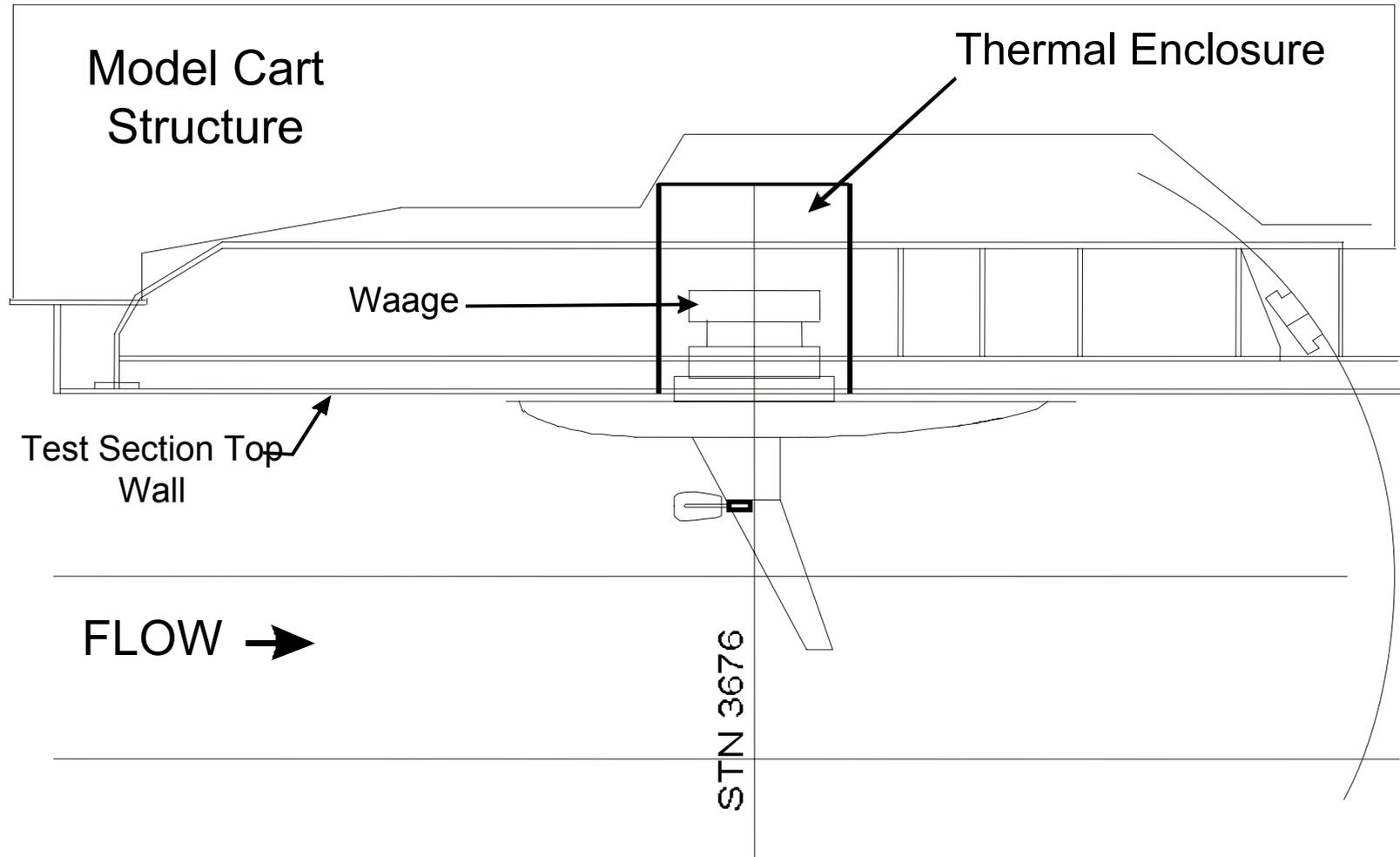
KONZEPT DES ANTIVIBRATIONS-SYSTEMS



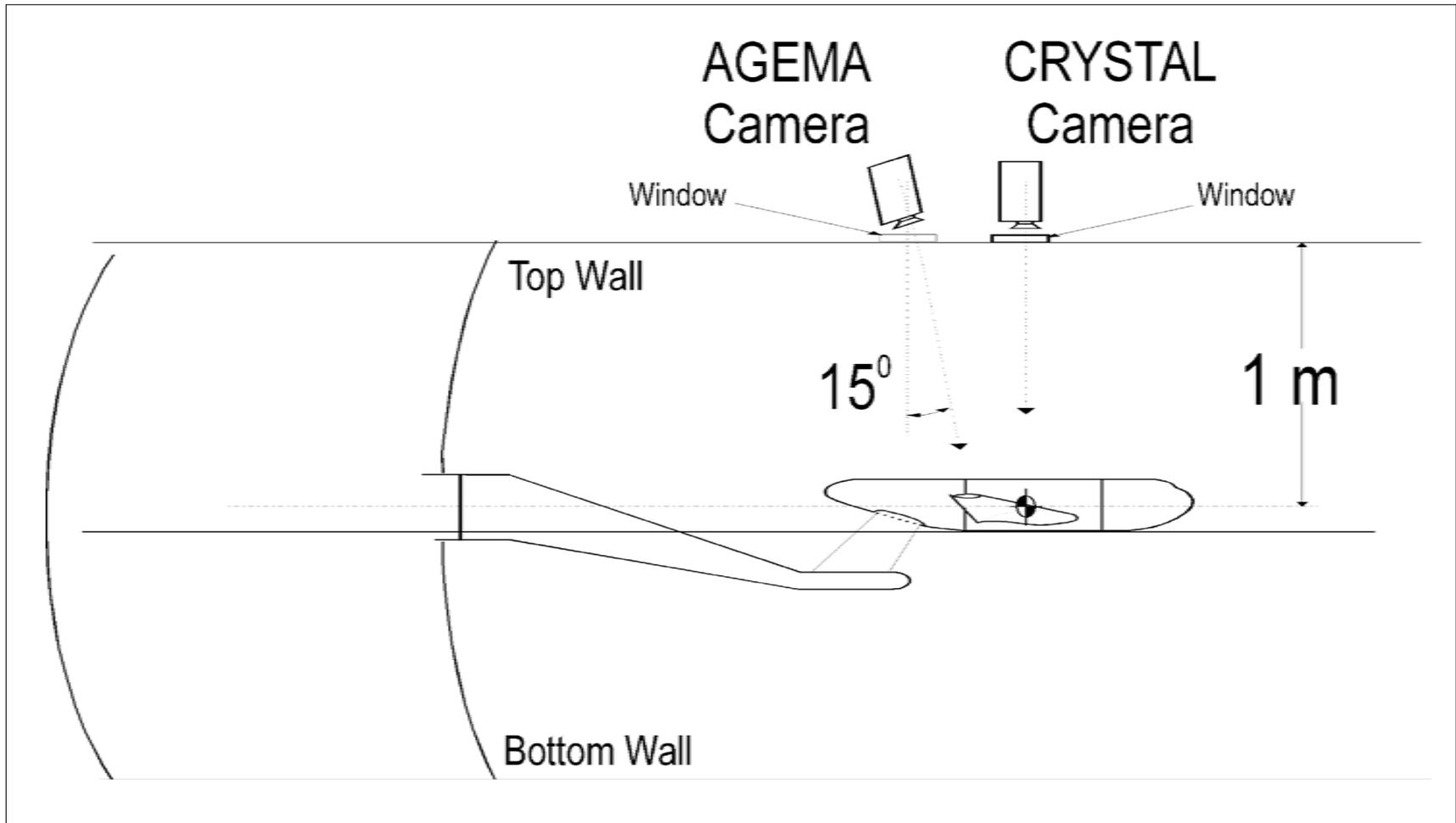
MODELL INSTRUMENTIERUNG



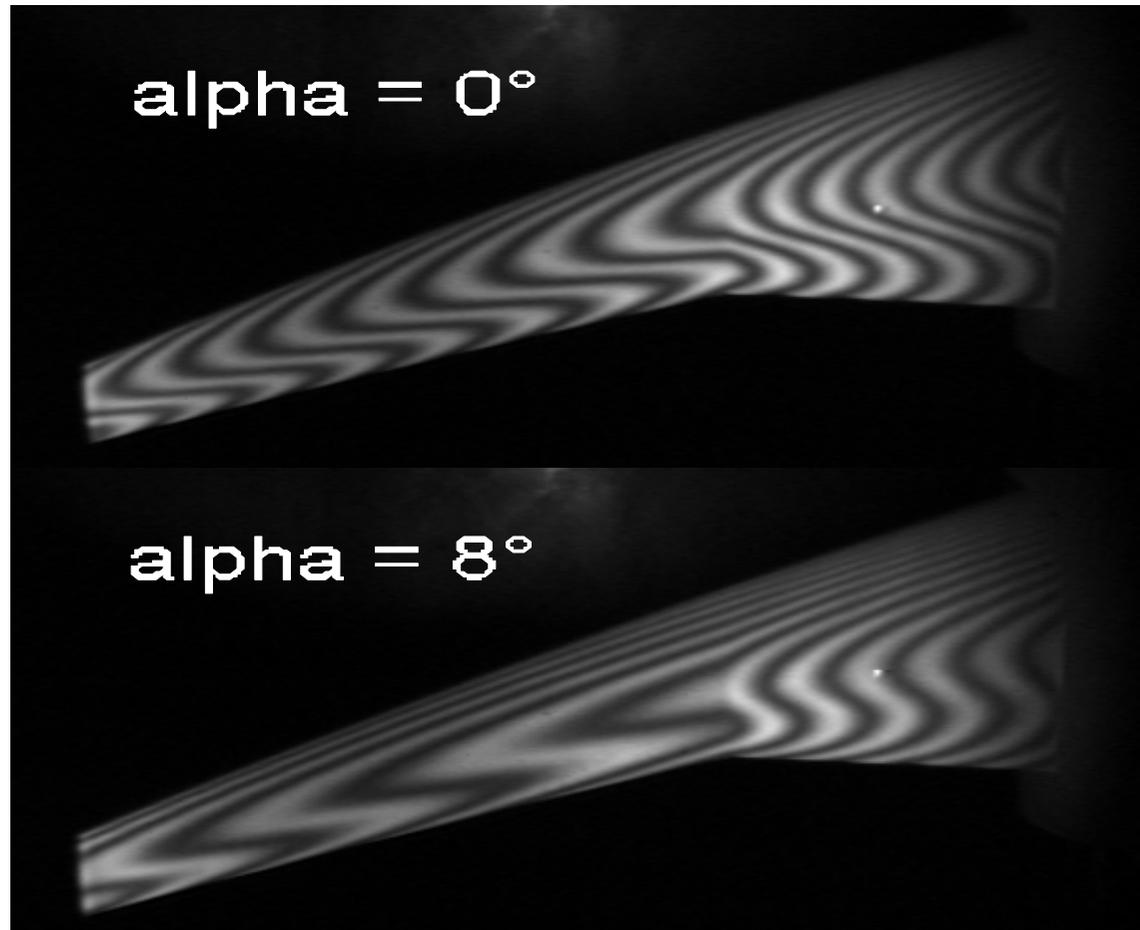
SCHEMA FÜR HALBMODELLE



ANORDNUNG DER IR KAMERAS

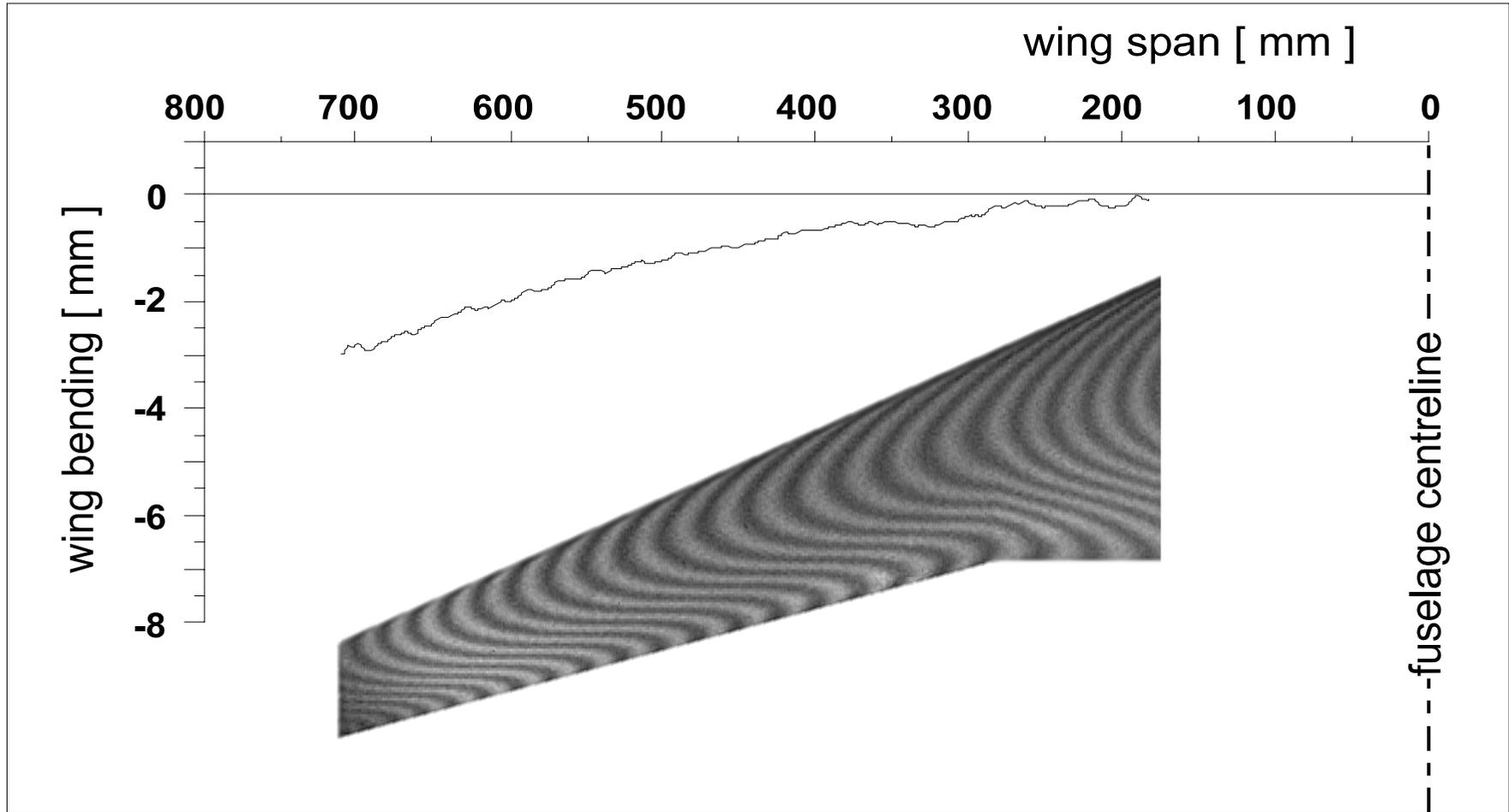


FLÜGELVERBIEGUNG AUSGEWERTET DURCH DAS MDMS-SYSTEM

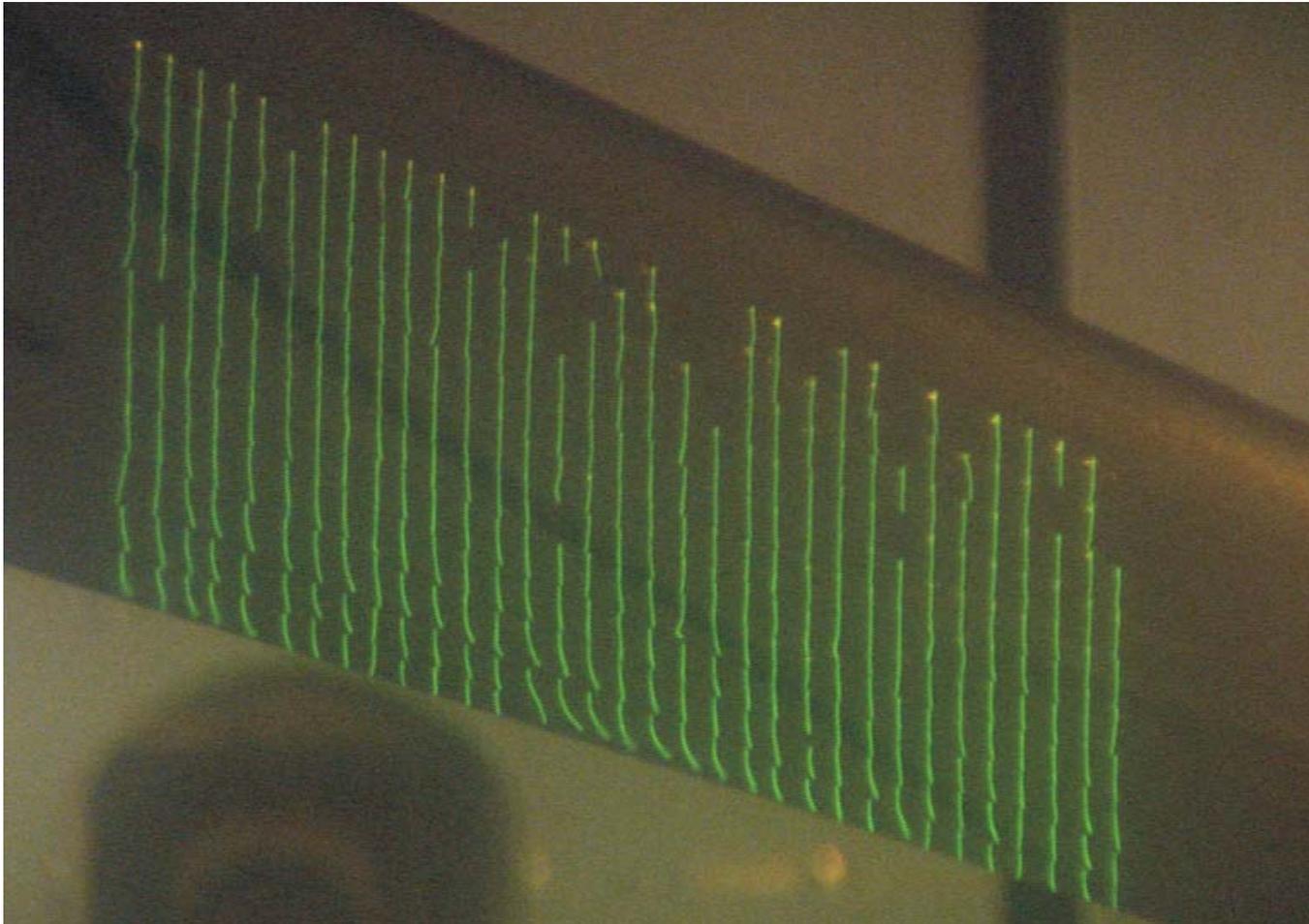


FLÜGELVERBIEGUNG AUSGEWERTET

DURCH DAS MDMS-SYSTEM



STRÖMUNGSSICHTBARMACHUNG MITTELS KRYO-TAUGLICHER FÄDCHEN



ZUKÜNFTIGE MESS- UND VERSUCHSTECHNIK

- Messung von Transition und Verwindung an Halbmodellen
- Einsatz druck-sensitiver Farben (PSP)
- PIV / Doppler-Global und Laser-Lichtschnitt
- Fernverstellbare Modellkomponenten
- Triebwerksimulation

ZUSAMMENFASSUNG

- Kostspielige Umrüstungen infolge falscher Leistungsvorhersagen waren Grund für den Bau eines Hoch-Reynoldszahl-Kanals
- Das Kryo-Konzept ist optimal hinsichtlich Leistung / Kosten
- Kryo-taugliche Meß- und Versuchstechnik ist im industriellen Einsatz
- Für eine Anlage höchster Qualitätsstufe ist stetige Weiterentwicklung und Einsatz moderner Technik obligatorisch