

# Fliegbarkeit moderner Anflugprozeduren

## Integration von effizienten Anflügen im FMS

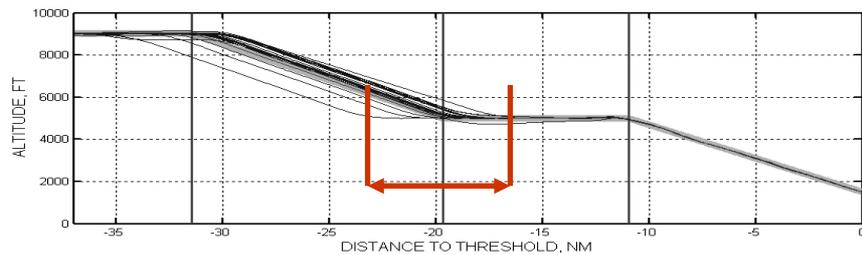
Institut für Flugführung, DLR Braunschweig, A. Kuenz

 Deutsches Zentrum  
DLR für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Folie 1 > Fliegbarkeit moderner Anflugprozeduren > A. Kuenz  
FliegbarkeitModernerAnflugprozedurenFinal > 17.09.2007

## Motivation: Ergebnisse aus Leiser Flugverkehr I

- Lärmreduktion durch neue Anflugverfahren theoretisch möglich
- Operationelle Umsetzung für Piloten ohne FMS schwierig
  - Hoher Workload
  - Unzureichende Abfluggenauigkeit der Verfahren



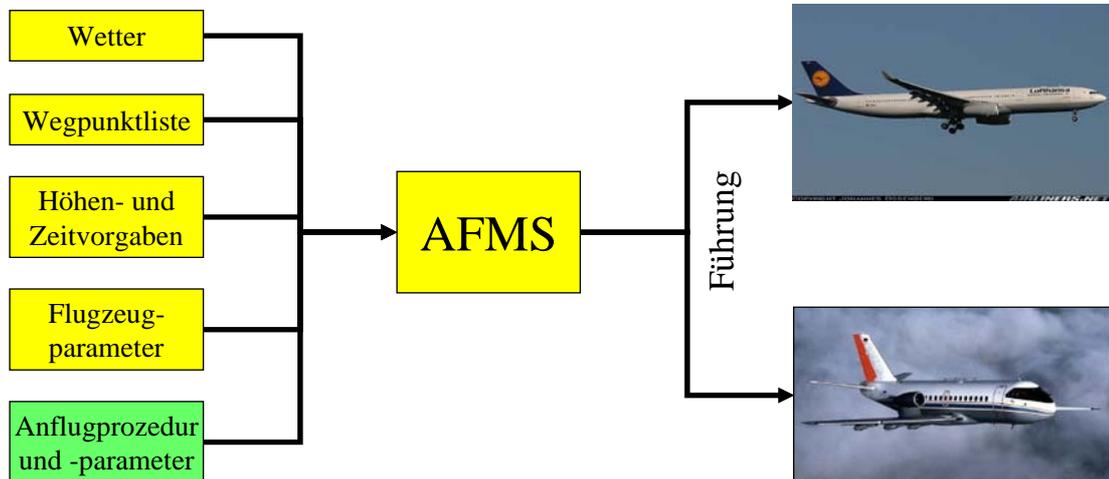
- ➔ Volles Lärminderungspotential nur mit FMS erreichbar!
- ➔ Leiser Flugverkehr II



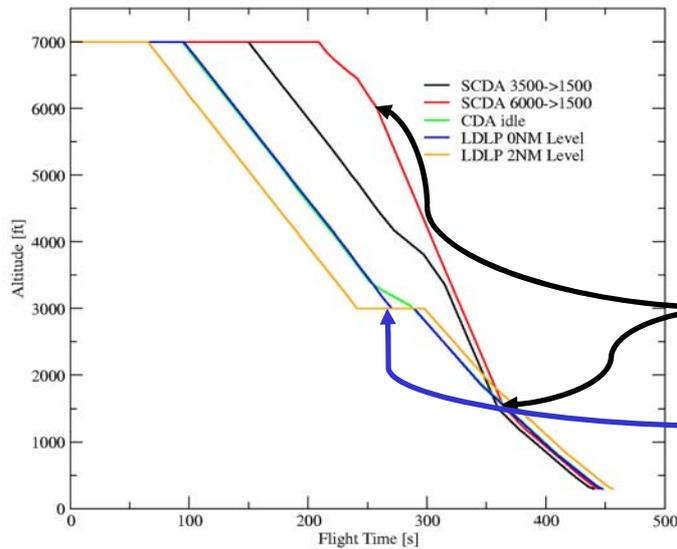
## Das Advanced Flight Management System des DLR

- Bordseitige Berechnung von 4D-Flugbahnen unter Beachtung von
  - Vorgaben von Air-Traffic-Control (ATC)
  - Leistungsparameter des Flugzeugs
  - Wettereinfluss
  - Wirtschaftliche Kriterien usw.
- Verhandlung des Flugplans mit ATC/ATM über Datalink
- 4D-Flugführungsfunktion entlang der aktivierten Flugbahn
- Ansteuerung über interaktives Navigationsdisplay

## Funktionsweise des Advanced FMS



# Anflugprozeduren und deren Parametrisierung im Advanced FMS



- **CDA (Continuous Descent)**
  - „Segelflug“ ohne Level
  - Exakte TOD-Berechnung
- **SCDA (Segmented CDA)**
  - Frühes Konfigurieren
  - Steiler Sinkflug
  - Höhen konfigurierbar
- **LDLP (Low Drag Low Power)**
  - Intercept Altitude
  - Intercept Level

## Beispiel 4D-Flugbahnen AFMS



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Folie 6 > Fliegbarkeit moderner Anflugprozeduren > A. Kuenz  
FliegbarkeitModernerAnflugprozedurenFinal >17.09.2007



## Flugversuche mit AFMS mit A330-300 ZFB Berlin + ATTAS VFW614

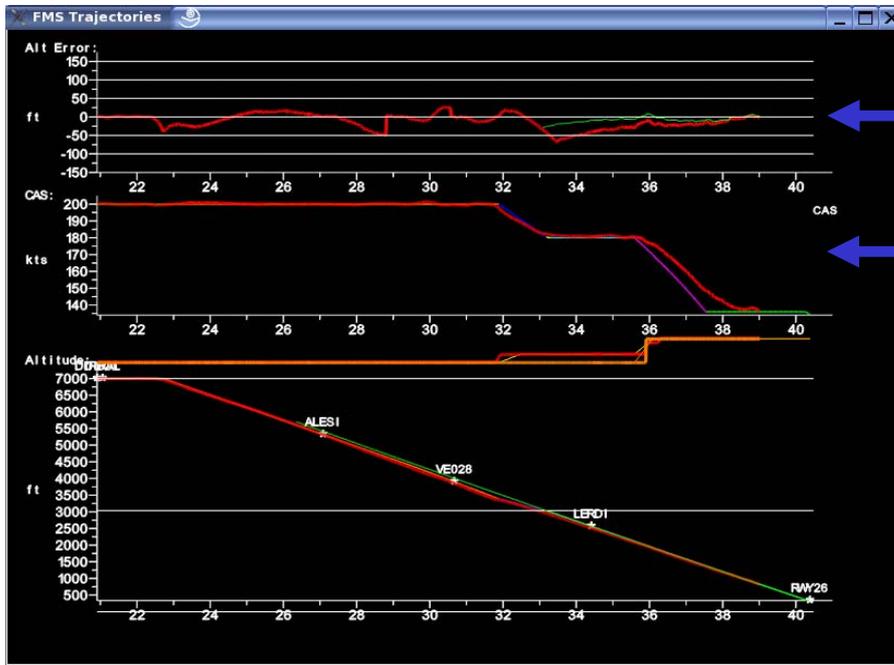
### ➤ Durchführung:

- FMS führt ATTAS entlang der berechneten 4D-Anflüge (managed mode)
- Bedienung durch Versuchspiloten über Touchpad
- Klappen: automatisch über FMS
- Fahrwerk: manuell nach Vorgabe vom FMS, automatisch beim ZFB

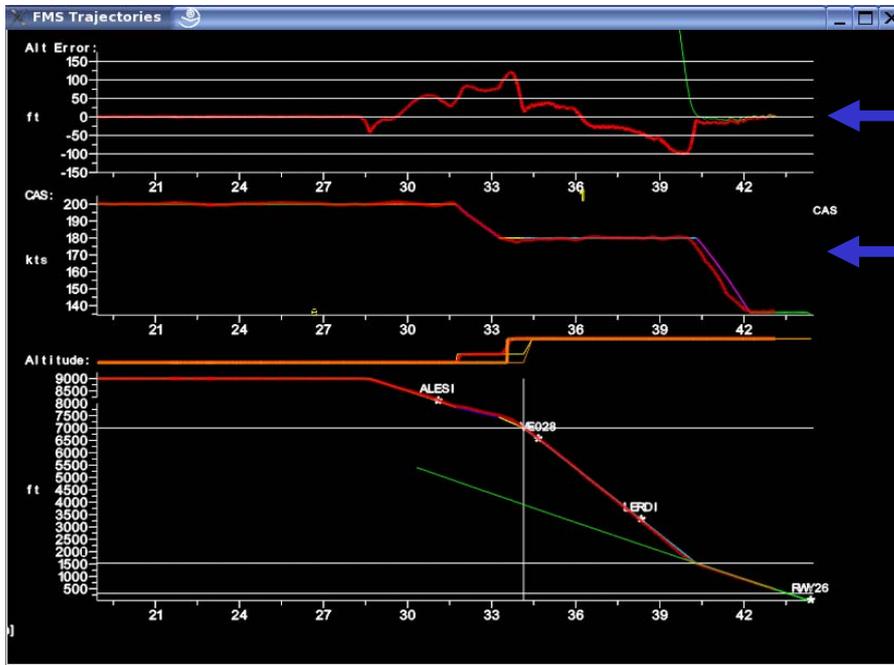
### ➤ Abweichungen entstehen durch:

- Falsche Wettervorhersage
- Abweichungen zwischen gerechnetem und geflogenem Modell
  - Triebwerke
  - Abweichende Auftriebs-/Widerstandswerte

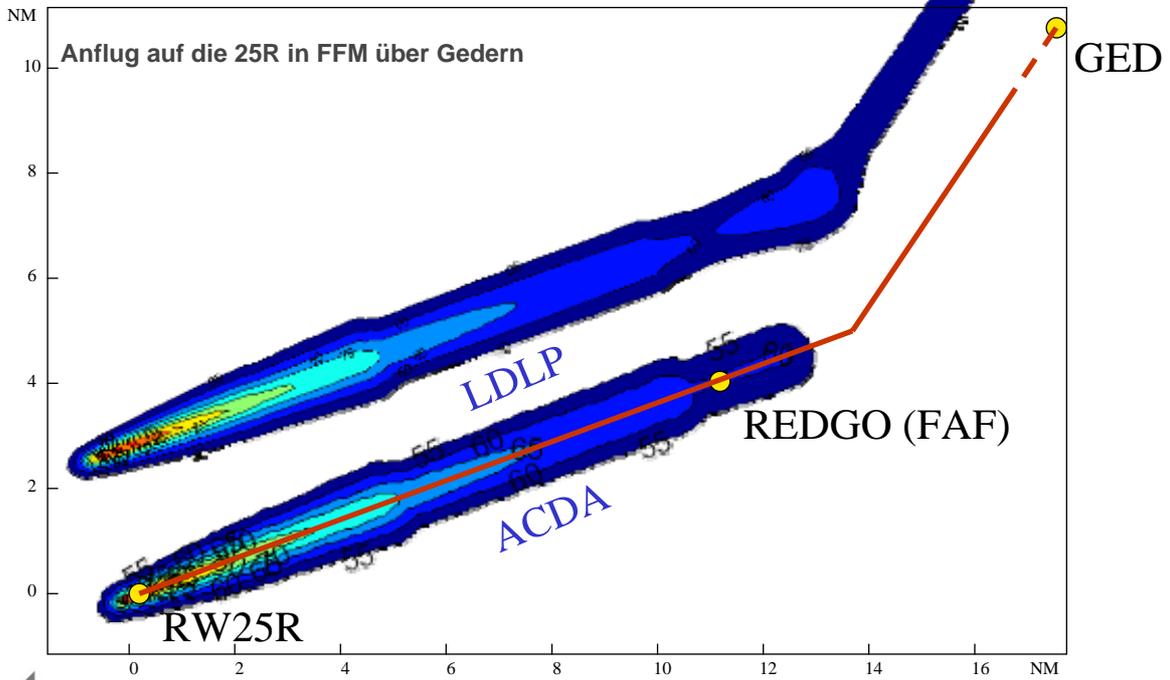
# Flugversuche: CDA-Verfahren



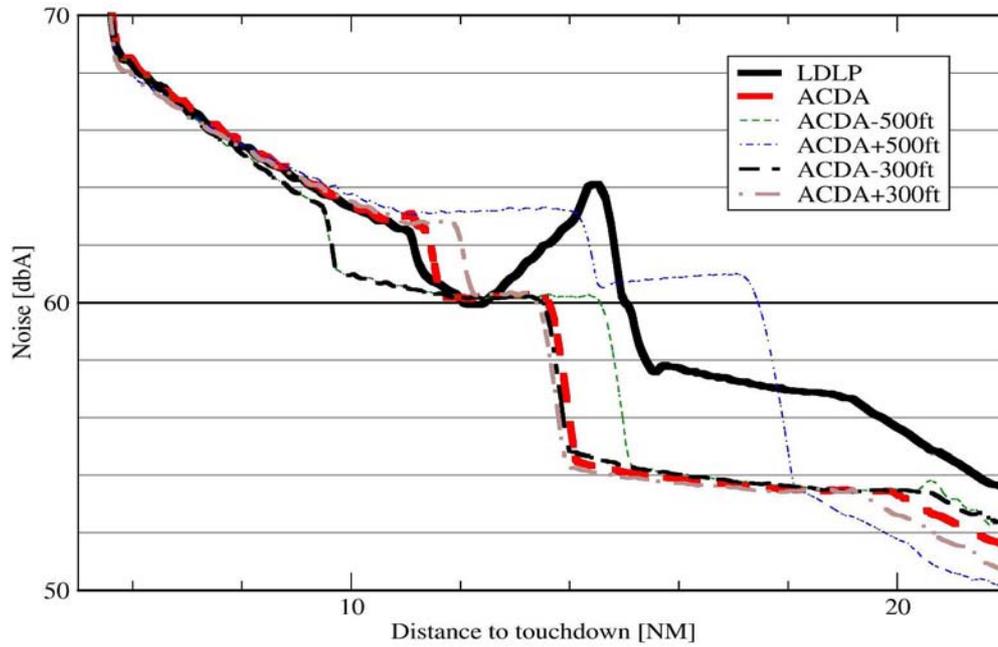
# Flugversuche: SCDA-Verfahren



# Lärmteppiche von LDLP und ACDA (SIMUL)

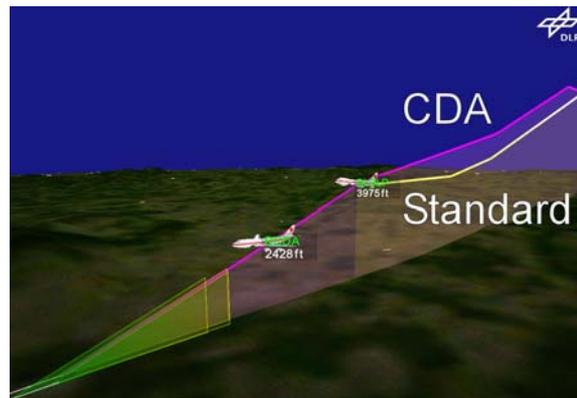


## Lärmsenkung durch ACDA (SIMUL)



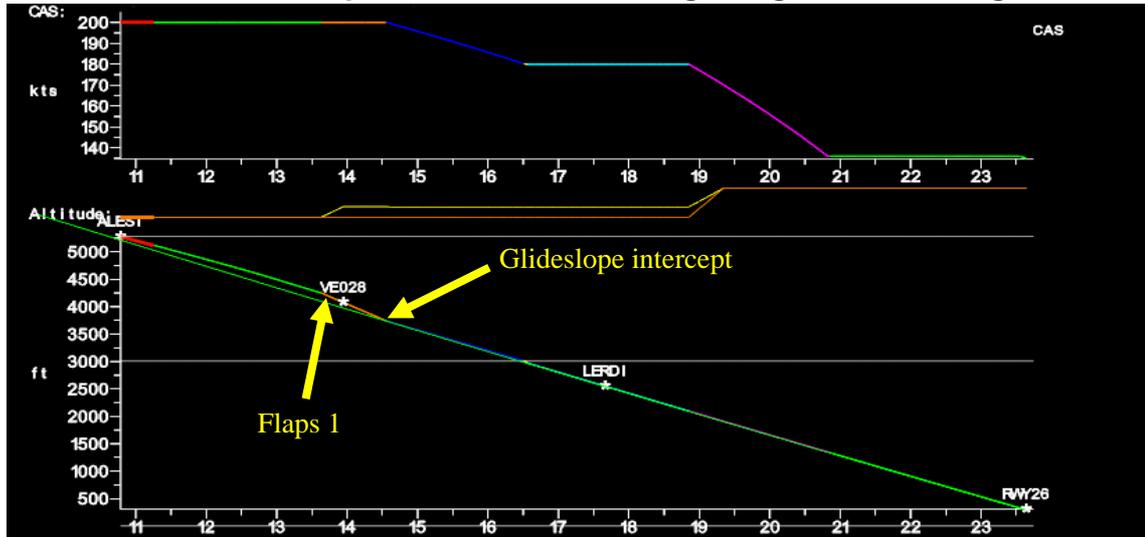
## Ergebnisse

- Lärmoptimierte Anflugverfahren mit FMS fliegbar
  - mit hoher Genauigkeit
  - anschließende Landung möglich
- Erste reale Lärmmessungen zeigen Vorteile der Continuous Descent Prozeduren
- Lärmreduzierung („Segelflug“) und Lärmumverteilung (Verfahren) durch Einsatz des AFMS möglich



## Positiver Höhenfehler

- ▶ Steilere Sinkphase mit Flaps 1 und 200 Knoten
- ▶ Bei Erreichen des Gleitpfades wird dieser eingefangen und verzögert



## Negativer Höhenfehler

- ▶ Segment mit Gleitpfadwinkel-1° (Extremfall Horizontalflug)
- ▶ Bei Erreichen des Gleitpfades wird dieser eingefangen

