



# **Lärmreduzierendes Anflugverkehrsmanagement**

Abschlussveranstaltung „Leiser Flugverkehr II“  
Göttingen, 17. September 2007

**Dipl.-Ing. Raimar Stump, Dr. Marco Temme**

# Anflugverkehrsmanagement

## Ziel:

Bestmögliche Ausnutzung der Luftraum- und Landebahnapazität bei größtmöglicher Sicherheit und Umweltverträglichkeit

## Konzept:

Trajektorienbasiertes, bord- bodenseitig integriertes Anflugverkehrsmanagement

## Umsetzung:

Einsatz von Rechnersystemen zur Unterstützung der Fluglotsen bei der kooperativen Planung und Führung des Anflugverkehrs



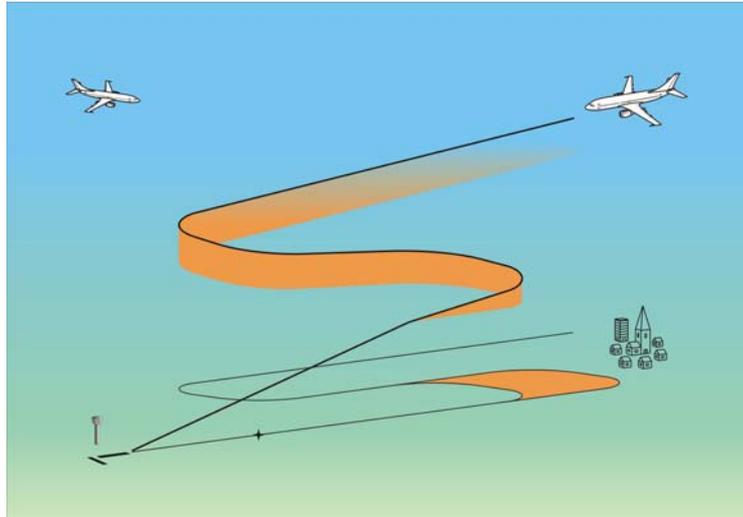
Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Folie 2

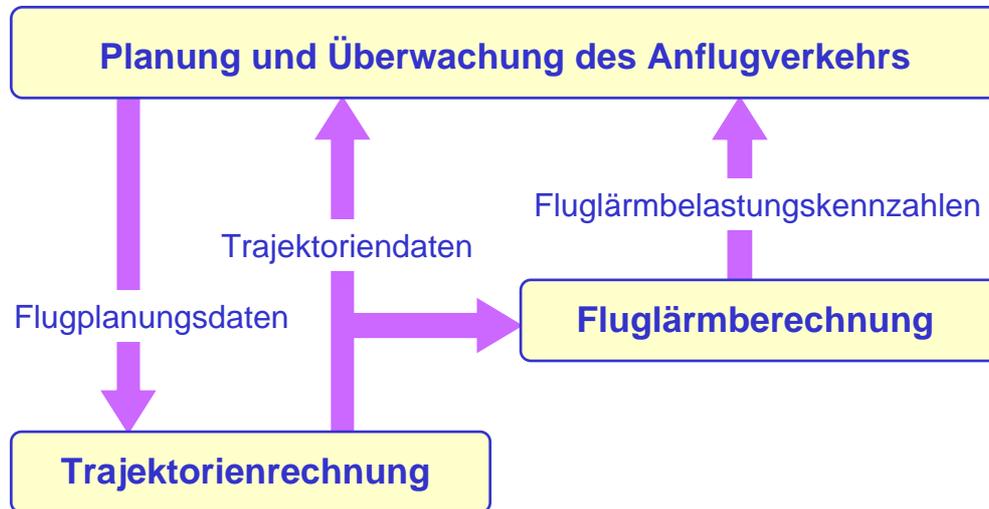
Lärmreduzierendes Anflugverkehrsmanagement > Raimar Stump > 17. 09. 2007

# Lärmreduzierendes Anflugverkehrsmanagement

- Lärmindernde Anflugverfahren
- Lärmreduzierende Anflugrouten



# Trajektorienbasiertes Anflugverkehrsmanagement



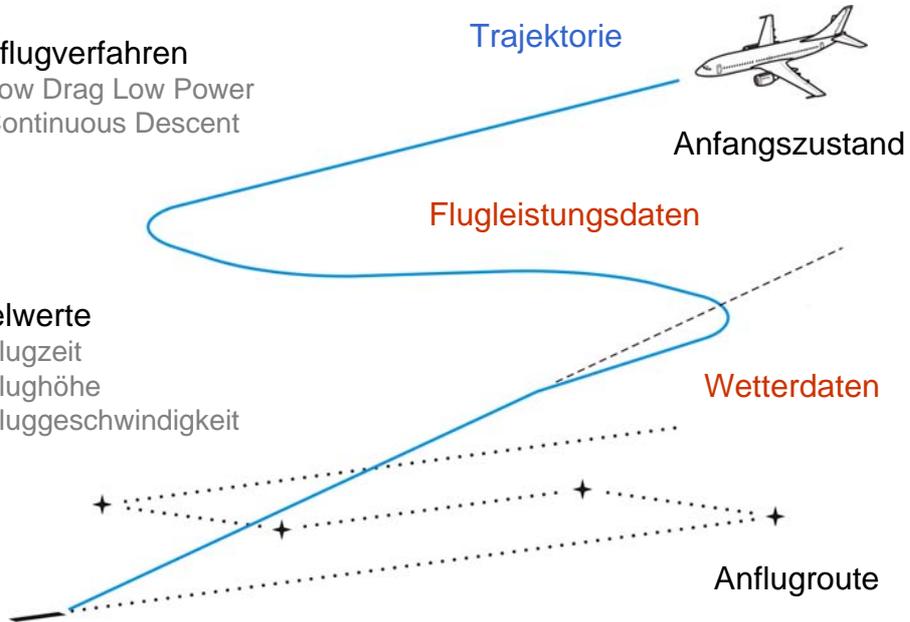
# Trajektorienrechnung

## Anflugverfahren

- Low Drag Low Power
- Continuous Descent

## Zielwerte

- Flugzeit
- Flughöhe
- Fluggeschwindigkeit



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

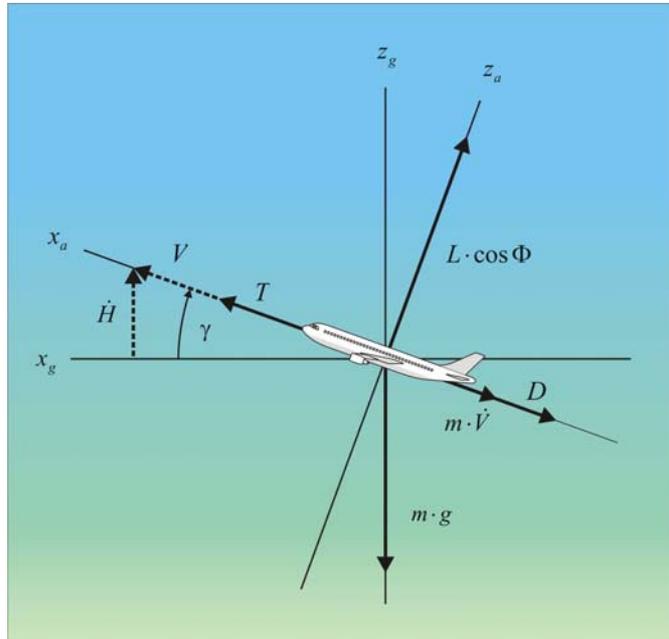
Folie 5  
Lärmreduzierendes Anflugverkehrsmanagement > Raimar Stump > 17. 09. 2007

# Trajektorienrechnung

## Mathematische Modelle (Vertikalebene)

Annahme kleiner  
Bahnneigungswinkel

$$\gamma = \frac{T - D}{m \cdot g} - \frac{\dot{V}}{g} = \frac{\dot{H}}{V}$$

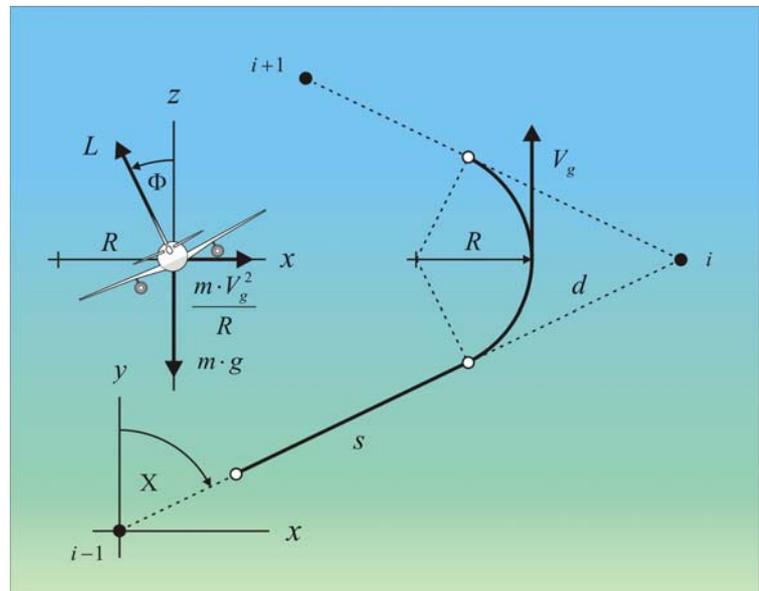


# Trajektorienrechnung

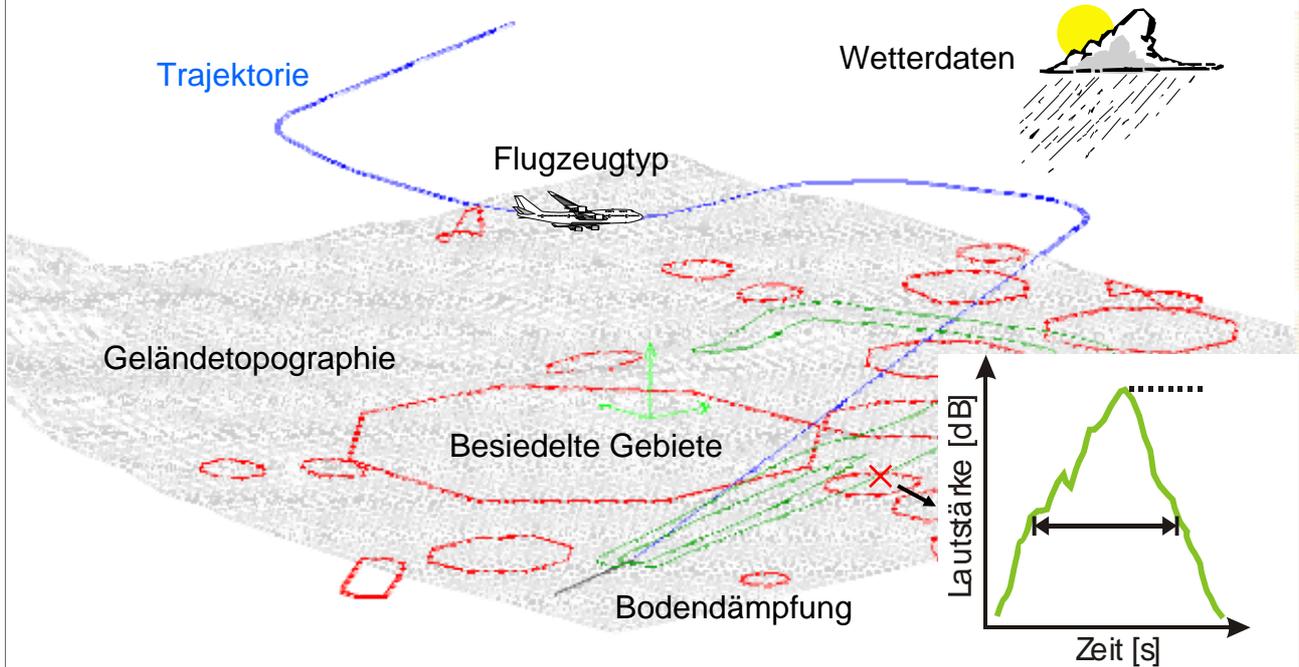
## Mathematische Modelle (Horizontalebene)

Annahme konstanter  
Kurvenradien

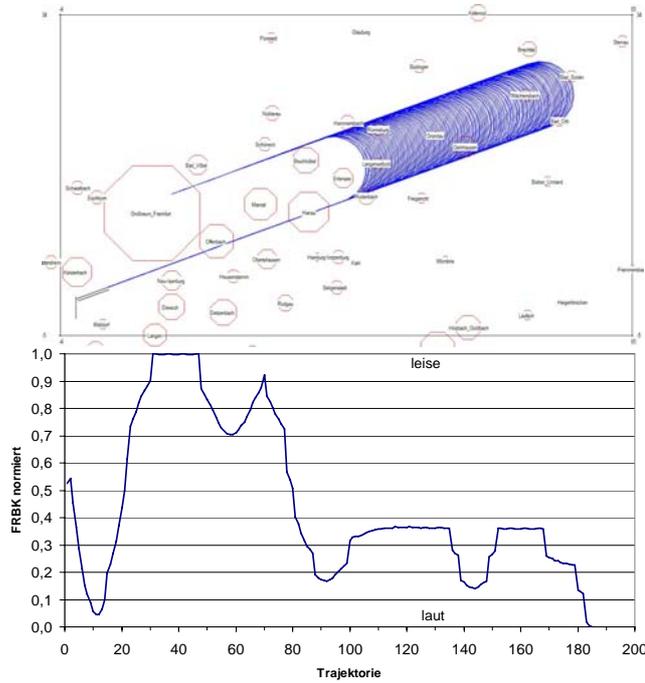
$$R_i = \frac{V_{gi}^2}{g \cdot \tan \Phi_i}$$
$$d_i = R_i \cdot \tan \frac{X_{i+1,i} - X_{i,i-1}}{2}$$



# Fluglärm Berechnung



# Fluglärmberechnung



## Flugroutenbelastungskennzahl

basierend auf der  
Aufwachwahrscheinlichkeit durch  
Einzelereignisse und der lokalen  
Besiedlungsdichte

$$FRBK = \frac{1}{E_{ges}} \sum_{i=1}^{N_{30}} \sqrt[3]{E_i} \cdot 7.079 \cdot 10^{-5} \cdot (L_{AX,i})^{3.496}$$

$L_{AX}$  : Einzelereignispegel

$E$  : Einwohnerzahl

# Planung und Überwachung des Anflugverkehrs

## ▪ Optimierung der Landesequenzen

- Landebahnkapazität
- Flugwege und Flugzeiten
- Fluglärmbelastung

## ▪ Planung konfliktfreier Trajektorien

- Zielzeiten
- Zielhöhen
- Zielgeschwindigkeiten

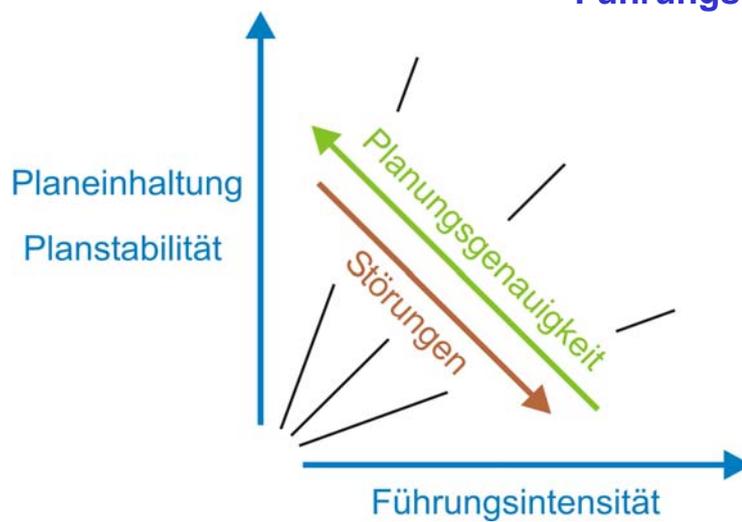
## ▪ Überwachung der Einhaltung der geplanten Trajektorien

- Beobachtung der Planeinhaltung
- Generierung von Führungsvorschlägen
- Initiierung von Neuplanungen



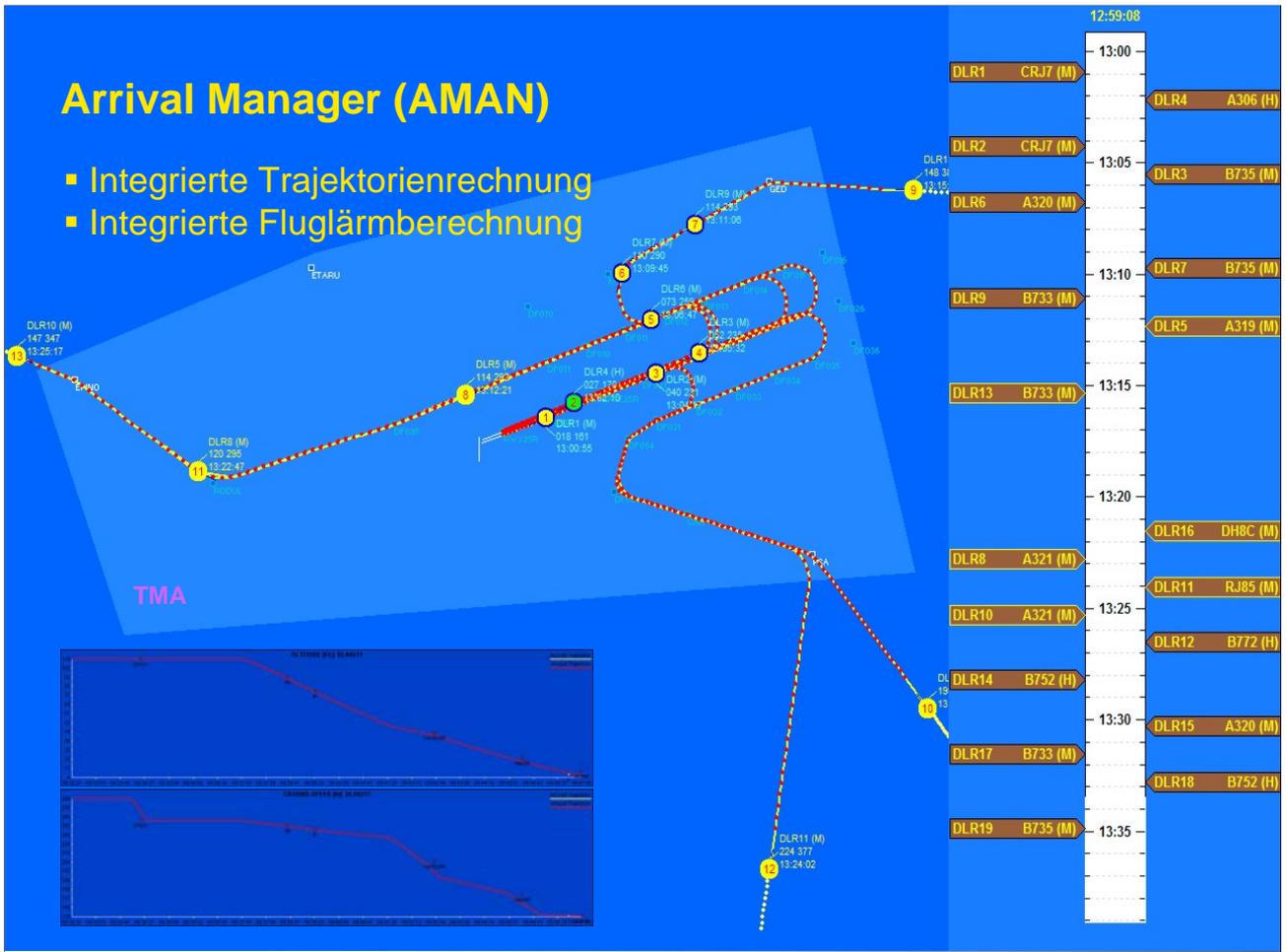
# Planung und Überwachung des Anflugverkehrs

Planeinhaltung durch  
Führungsunterstützung



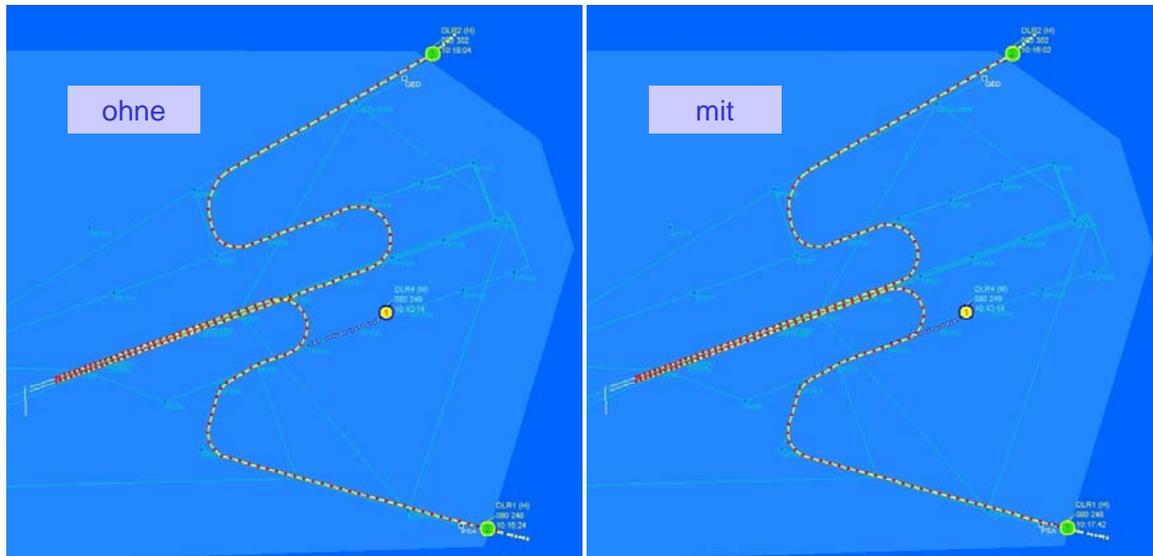
# Arrival Manager (AMAN)

- Integrierte Trajektorienrechnung
- Integrierte Fluglärmberechnung



# Arrival Manager (AMAN)

## Anflugplanung



Berücksichtigung des Lärmkriteriums bei der Optimierung der Landesequenz

## Durchgeführte Untersuchungen

### ▪ Referenzszenario

- Anflugverkehrsdaten von ca. 2 Stunden
- Landeverkehrsfluss mit ca. 40 Flugzeugen pro Stunde
- Anflugverkehr innerhalb der TMA

### ▪ Schnellzeitsimulationen

- Szenario 1:
  - Anflugverkehrsmanagement innerhalb der TMA
  - Anflugverkehrsfluss entsprechend dem Referenzszenario
- Szenario 2:
  - Anflugverkehrsmanagement innerhalb der TMA
  - Verkehrsflusssteuerung in den vorgelegenen Sektoren
  - Landeverkehrsfluss entsprechend dem Szenario 1
- Verkehrsabläufe wie geplant

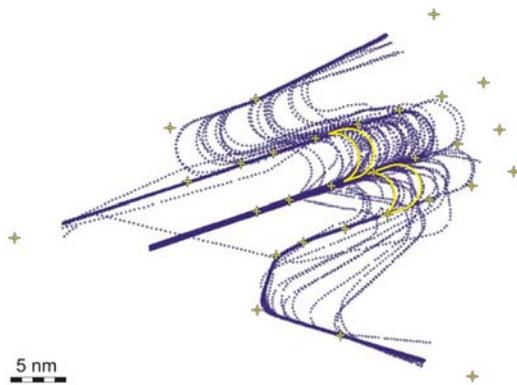


# Simulationsergebnisse

## Lärmindernde Anflugverfahren (CDA)

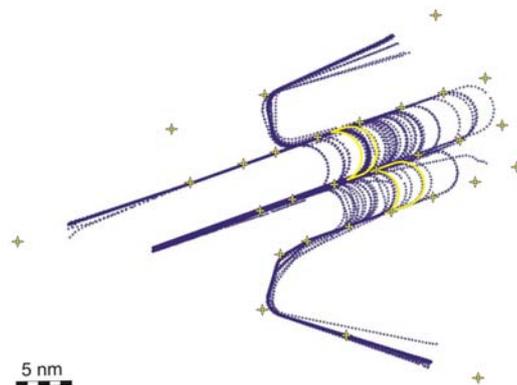
### Referenzszenario

FRBK-Mittelwert: 1.647



### Szenario 1

FRBK-Mittelwert: 1.534

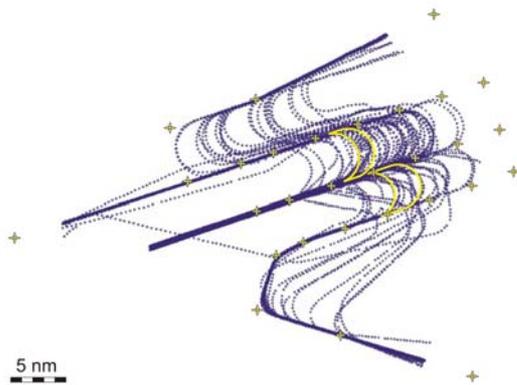


# Simulationsergebnisse

## Lärmindernde Anflugverfahren und lärmreduzierende Anflugrouten

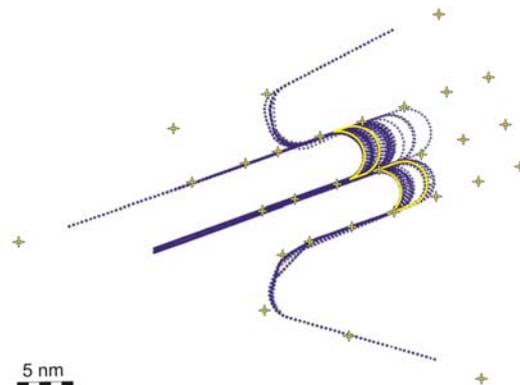
### Referenzszenario

FRBK-Mittelwert: 1.647



### Szenario 2

FRBK-Mittelwert: 1.503



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

Folie 16

Lärmreduzierendes Anflugverkehrsmanagement > Raimar Stump > 17. 09. 2007