

Start- und Landebahnverlängerung Hamburg-Finkenwerder

Kapitel 8:

Anflugwinkel (Glide Slope)

Hintergründe der Diskussion

- 1. Warum im Zusammenhang mit der Start- und Landebahnverlängerung der Anflugwinkel von Bedeutung ist.**
- 2. Flugphysikalische Hintergründe und Flugeigenschaften vom A 380 in Bezug auf den Anflugwinkel.**
- 3. Limitierungen für den Anflugwinkel.**

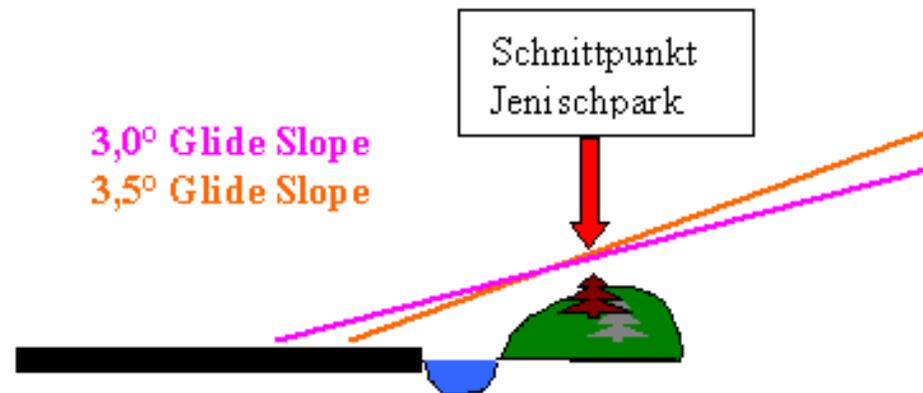
Zusammenhang Anflugwinkel und Landebahnlänge

Grundlage der Diskussion ist, den Anflugwinkel für den Endanflug der Bahn 23 in Finkenwerder auf $3,0^\circ$ oder auf $3,5^\circ$ festzulegen.

Für jeden Endanflug gibt es Hindernisse zu berücksichtigen.

Das für den Endanflug Bahn 23 bedeutende Hindernis steht im Jenischpark.

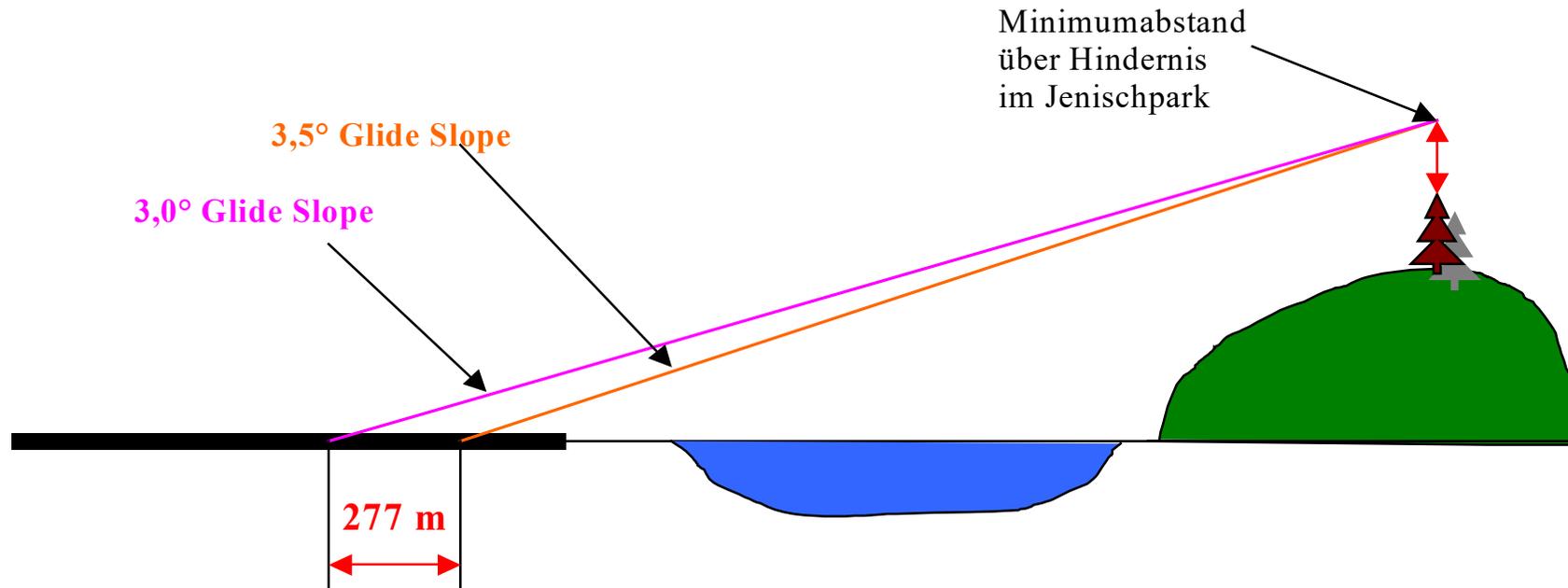
Über dem Jenischpark ist der Ausgangspunkt und gleichzeitig Schnittpunkt der Neigungsebenen $3,0^\circ$ und $3,5^\circ$.



Verfolgt man die Neigungsebenen, ausgehend vom gemeinsamen Schnittpunkt Jenischpark bis hinunter zur Landebahn, ergibt sich bei einer Anflugwinkeldifferenz von $0,5^\circ$ eine Bahndifferenz von 277 m.

Schematische Darstellung Anflugwinkel (Glide Slope)

Anflug auf die Landebahn 23



Flugphysikalische Hintergründe

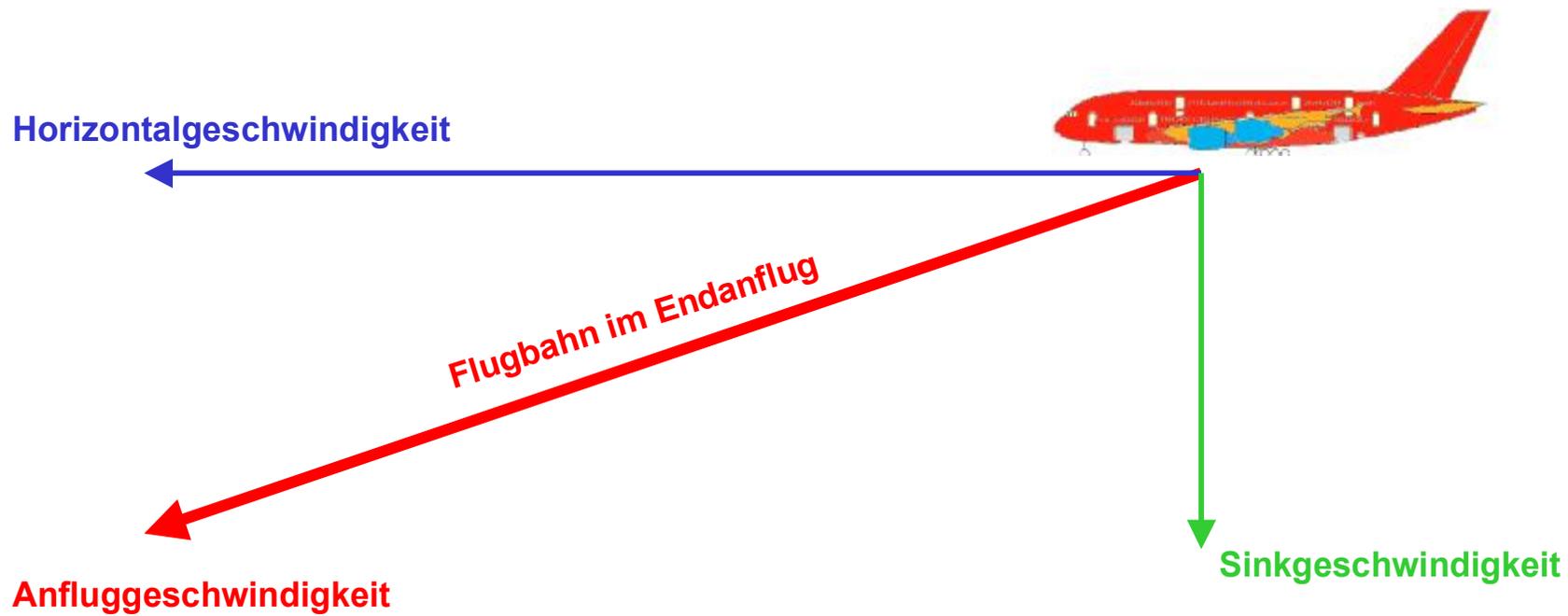
Grundlagen :

- Ein bodenseitig eingestellter Sender, der am vorgesehenen Aufsetzpunkt steht, gibt in Form von elektrischen Wellen einen Anflugwinkel vor.
- Dieser Anflugwinkel (Glide Slope) ist Bestandteil des ILS (Instrumenten Lande System) und ist bei schlechtem Wetter unverzichtbar.
- Der Anflugwinkel bestimmt den Verlauf des „Endanfluges“. Dieser beginnt in Finkenwerder in 3000 ft* und endet in 50 ft. In 50 ft beginnt die Landephase, hier wird der bisher geflogene Anflugwinkel deutlich reduziert.

* ft =feet 1 feet = 0,3048 m

Flugphysikalische Hintergründe

Grundlagen :

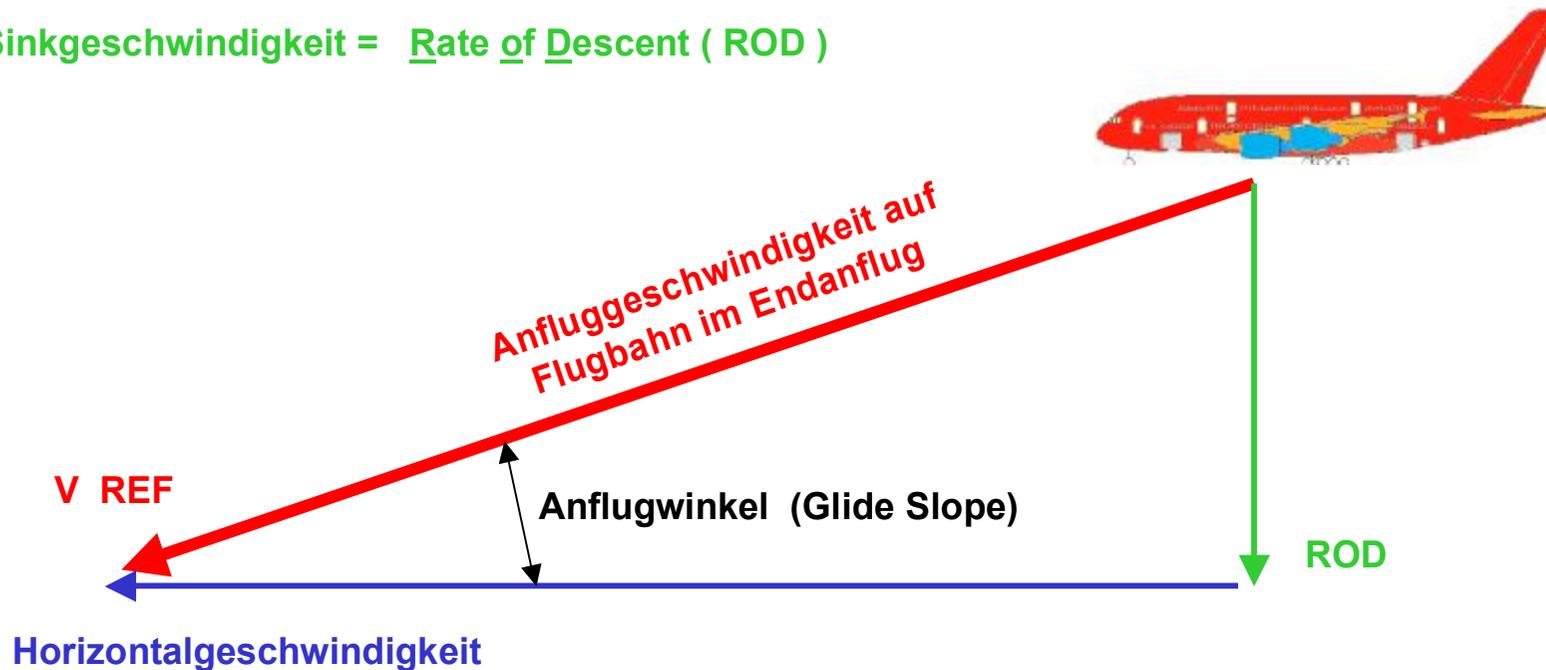


Flugphysikalische Hintergründe

Grundlagen :

Anfluggeschwindigkeit = ~ Approachspeed (V REF)

Sinkgeschwindigkeit = Rate of Descent (ROD)

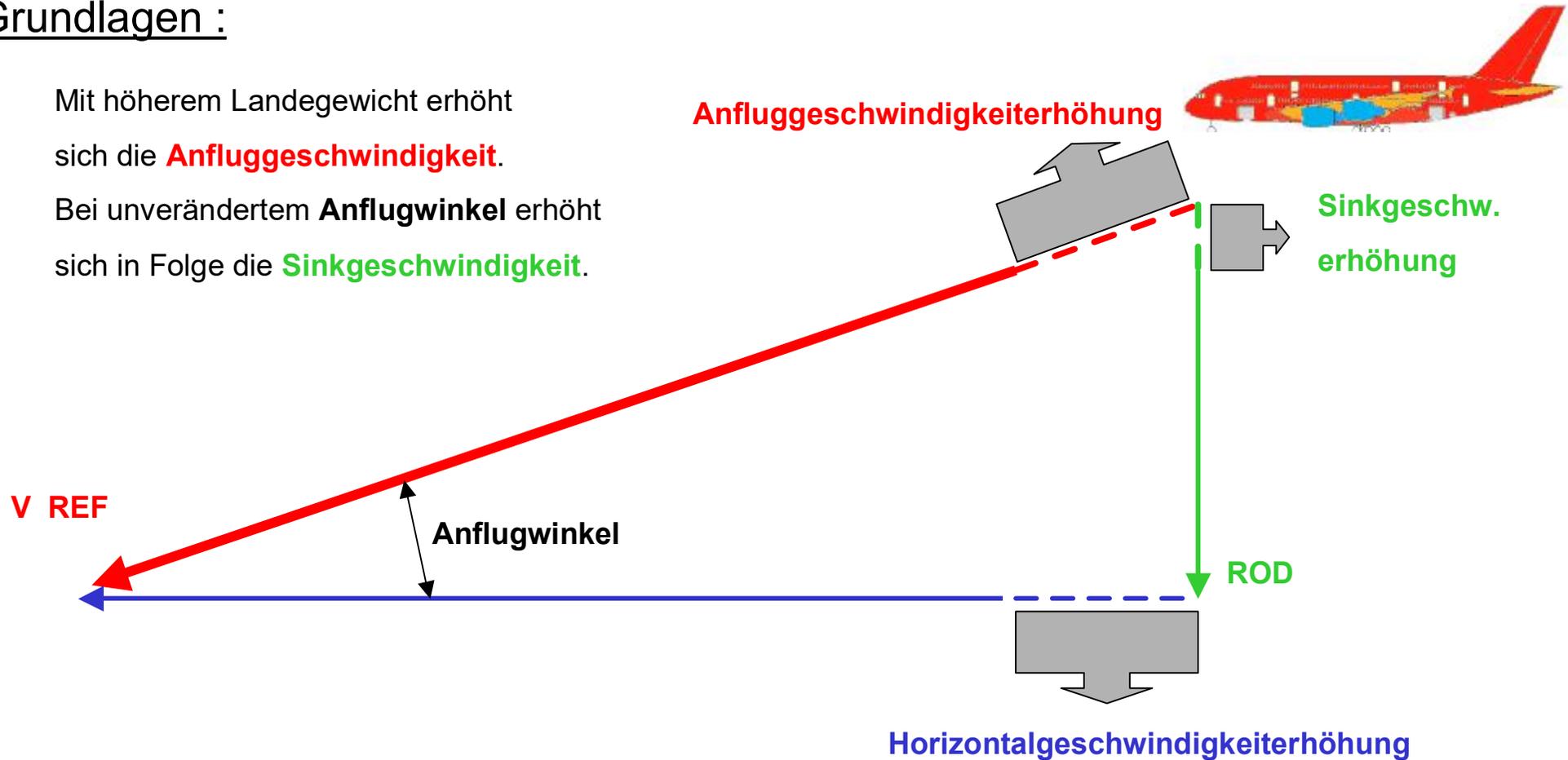


Flugphysikalische Hintergründe

Grundlagen :

Mit höherem Landegewicht erhöht sich die **Anfluggeschwindigkeit**.

Bei unverändertem **Anflugwinkel** erhöht sich in Folge die **Sinkgeschwindigkeit**.



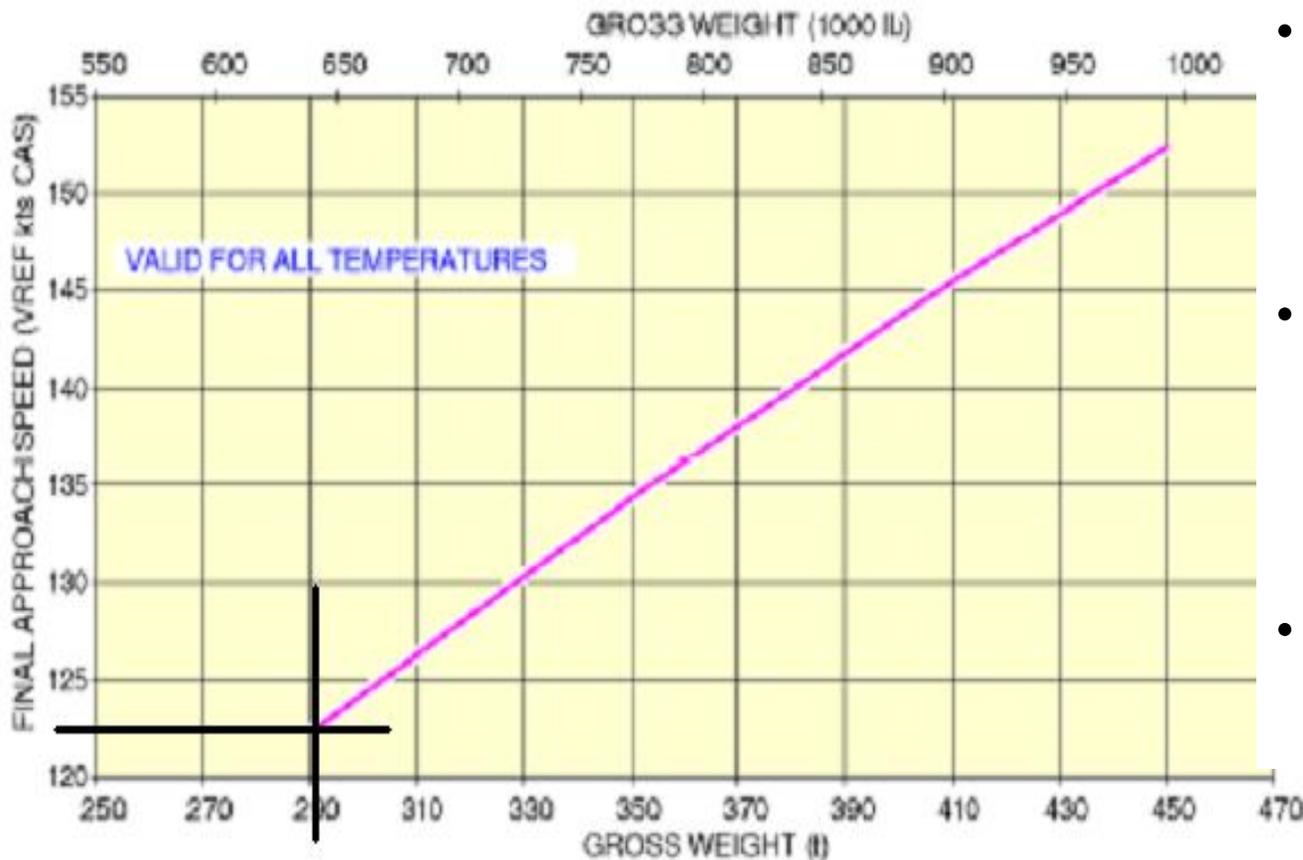
Flugphysikalische Hintergründe

Grundlagen :

- Das Start- oder Landegewicht ist im Betrieb großer Verkehrsflugzeuge oft ein wichtiger Parameter. Dies trifft auch bei der Betrachtung von Anflugwinkeln zu.
- Mit höherem Landegewicht erhöht sich die Anfluggeschwindigkeit.
Bei unverändertem Anflugwinkel erhöht sich in Folge die Sinkgeschwindigkeit.
Diese Sinkgeschwindigkeit sollte im Endanflug die Grenze von **1000 ft/min** (ft/min = feet per minute = Fuß pro Minute) nicht überschreiten.
Sie liegt bei Verkehrsflugzeugen üblicherweise zwischen 600 ft/min und 800 ft/min
- Im folgenden Schritt wird die Sinkgeschwindigkeit für die schwerere Passagierversion im Endanflug Bahn 23 ermittelt.

Flugphysikalische Hintergründe

Anfluggeschwindigkeiten Passagierflugzeug



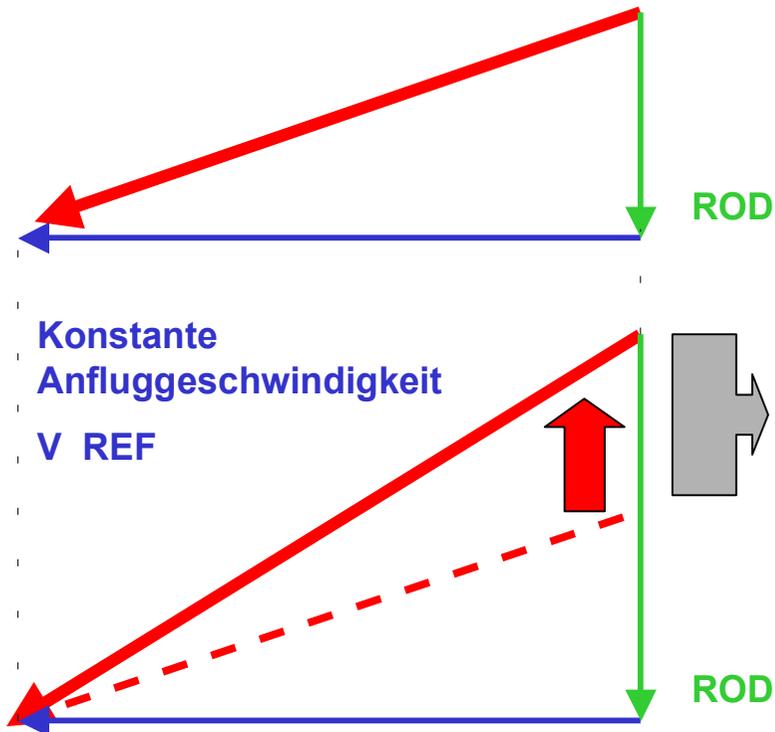
- Landegewicht 291 t.
Anfluggeschwindigkeit
 $V_{REF} = 123$ kts
- Bei einem Anflugwinkel von 3° ergibt sich eine Sinkgeschwindigkeit von 653 ft/min
- Bei einem Anflugwinkel von $3,5^\circ$ ergibt sich eine Sinkgeschwindigkeit von 762 ft/min

Flugphysikalische Hintergründe

Veränderung der Sinkgeschwindigkeit bei Anhebung des Anflugwinkels :

Die Darstellungen zeigen, dass sich bei einer Anhebung des Anflugwinkels, die Sinkgeschwindigkeit erhöht.

Annahme gleiche Landegewichte und somit gleiche Anfluggeschwindigkeiten V_{REF}



Zunahme der Sinkgeschwindigkeit

Flugphysikalische Hintergründe

Bewertung vom 3,5° Anflugwinkel

- Zu Beginn der 3,5° Bewertung ein Schreiben vom Luftfahrt-Bundesamt (LBA) an das Bundesministerium für Verkehr, vom 6. November 1998 - Zitat:
„Wegen der unter Nr. 3 erwähnten Änderung des Landebahnanflugwinkels von 3,0° auf 3,5° ergibt sich für die höchstzulässige vom Platzhalter festgelegte Landemasse von 389000 kp für Landungen in Finkenwerder eine Anfluggeschwindigkeit von V REF von 136 kts. Bei dieser Horizontalgeschwindigkeit beträgt die vertikale Sinkgeschwindigkeit ohne Rücken- oder Gegenwind ca. 680 ft/min. Auf dem steileren Gleitpfad von 3,5° erhöht sich diese Sinkgeschwindigkeit auf ca. 800 ft/min. Sie entspricht damit fast dem Wert für ILS Anflüge auf einem Anflugwinkel von 3° mit der strukturell höchstzulässigen Landemasse, die weit über der für Landungen in Finkenwerder beabsichtigten maximalen Landemasse liegt, und für die wegen des höheren Gewichtes auch eine höhere horizontale Anfluggeschwindigkeit erforderlich ist. **Aus den vorgenannten Gründen stellt ein ILS Anflugwinkel von 3,5° in Verbindung mit der geringen höchstzulässigen Landemasse für Landungen in Finkenwerder hinsichtlich der Flugzeugstabilisierung und der Sinkgeschwindigkeit im Endanflug kein Risiko für das Muster A 3XX dar.“**

Flugphysikalische Hintergründe

Bewertung vom 3,5° Anflugwinkel

- Dieses Schreiben vom LBA aus dem Jahre 1998 bezieht sich auf das Muster A 3XX. Zwei für diese Bewertung wichtige Kriterien haben sich geändert :
 - Das Gewicht hat sich erhöht
 - Die Aerodynamik hat sich wesentlich verbessert.

Wie sind diese Veränderungen zu bewerten ?

- Das höhere Gewicht vom jetzigen A 380 in der Passagier- und Frachtversion hat Einfluss auf die Anfluggeschwindigkeit und die Sinkgeschwindigkeit. Bedingt durch das höhere Gewicht hat sich die Anfluggeschwindigkeit von 136 kts auf 141 kts erhöht. Die Sinkgeschwindigkeit ist von 842 ft/min auf 873 ft/min gestiegen. Die kleinste Skaleneinteilung vom Variometer beträgt 100 ft/min (Variometer zeigt dem Piloten die Sinkgeschwindigkeit an) Diese Werte sind berechnet für die Kombination 3,5° Anflugwinkel und maximales Landegewicht.
- Die verbesserte Aerodynamik ist dahingehend berücksichtigt, dass diese niedrigen Anfluggeschwindigkeiten ermöglicht werden, die Folge sind die deutlich unter dem Limit von 1000 ft/min gebliebenen Sinkgeschwindigkeiten, selbst bei max. Landegewicht.

Flugphysikalische Hintergründe

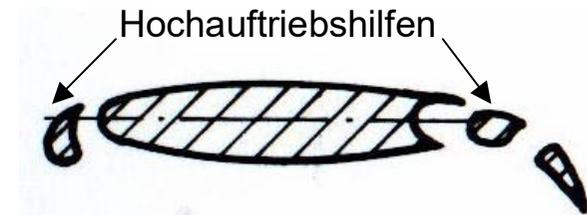
Bewertung vom 3,5° Anflugwinkel

- Anflugwinkeleinstellungen liegen auch für Verkehrsflugzeuge zwischen 2,5° und 3,8°. 3,5° liegen damit über dem Standardwert von 3,0°, sind aber nicht grenzwertig.
- Ein Anflugwinkel von 3,5° ist auch vom LBA eindeutig als risikofrei beurteilt worden.
- Für normal lizenzierte Linienpiloten stellen sie keine besondere Herausforderung und machen weder besonders geschulte Piloten noch zusätzliches Flugtraining erforderlich.
- Anflugwinkel von 3,5° sind für Airports in den Bergen völlig normal und keine Ausnahme.
- Die Zertifizierung des A 380 beinhaltet Anflugwinkel von 3,5° und es werden keine Limitierungen ausgesprochen.
Das Konkurrenzflugzeug B 747 fliegt seit 30 Jahren Anflugwinkel von 3,5° und höher ohne Verwendung besonders geschulter Piloten.
Auch der A 380 wird dazu in der Lage sein. Andernfalls wäre er auf mehreren Flughäfen dieser Welt im späteren Flugbetrieb nicht einsetzbar und somit nicht konkurrenzfähig.

Flugeigenschaften in Bezug auf den Anflugwinkel

Veränderte Aerodynamik

- „Veränderte Aerodynamik“ wird negativ belegt und wird damit zu einer fehlleitenden Formulierung. Es hat sich nichts zum Schlechteren verändert, vielmehr bringt die Veränderung eine Verbesserung der aerodynamischen Eigenschaften.
- In der Entwicklungsphase hat es signifikante Verbesserungen bei den „High Lift Devices“ gegeben. High Lift Devices sind Hochauftriebshilfen an der Flügelvorder- und Hinterkante.
- Vorangetrieben wurde diese positive Entwicklung u.a.durch die Vorgabe, die Lärmemissionen zu reduzieren. Die Aerodynamik musste mit dem Ziel verbessert werden, höhere Steiggradienten zu erzielen, d.h. schneller Höhengewinn nach dem Start. Eine Verbesserung der Aerodynamik am Flügel bringt zwangsläufig nicht nur Vorteile beim Start, sondern auch für Anflug und Landung.



Limitierungen für den Anflugwinkel

- Die Sinkgeschwindigkeit sollte im Endanflug den Wert von 1000 ft/min nicht überschreiten.
- Für „Low Visibility Approaches“ gibt es für bestimmte Verkehrsflugzeuge Limitierungen im Anflugwinkel.
Low Visibility Approaches sind Anflüge nach Kategorie 2 und 3, diese haben eine geringe Wolkenuntergrenze und geringe Sichtweitenwerte, die vom Piloten eingehalten werden müssen.
Kategorie 3 Landungen müssen vom Autopiloten geflogen werden –
Kategorie 2 Landungen können vom Autopiloten geflogen werden.
Beide Kategorien sind für Finkenwerder nicht erlaubt und auch nicht vorgesehen. In Finkenwerder sind für beide Bahnen, 05 und 23, lediglich Kategorie 1 Landungen erlaubt. Für Kategorie 1 gibt es dieses Limit nicht, weil sie nicht zur Kategorie Low Visibility Approaches gehören.

Zusammenfassung Sinkgeschwindigkeiten

Die Sinkgeschwindigkeit steht wie vorne beschrieben in direktem Zusammenhang mit der Anfluggeschwindigkeit und dem Anflugwinkel. Nachfolgende Tabelle zeigt die errechnete Sinkgeschwindigkeit ROD bei verschiedenen Anflugwinkeln.

	Anflugwinkel 3°	Anflugwinkel 3,5°	Anflugwinkel 3,8°
Frachtflugzeug ROD in [ft/min] bei Landegewicht 266t V REF 117 kts	620	723	785
Passagierflugzeug ROD in [ft/min] bei Landegewicht 291t V REF 123 kts	652	761	825
410t Landung ROD in [ft/min] bei Landegewicht 410t V REF 146 kts	774	903	980

Fazit

- Das LBA sieht kein Problem für einen Anflugwinkel von $3,5^\circ$.
Airbus hat für die Passagierversion A 380 auch keine Probleme geäußert.
Die Begründung, für die schwerere A 380 Frachtversion gibt es Risiken, ist mehrfach falsch.
 1. Die Frachtversion ist nicht schwerer als die Passagierversion
 2. Die verbesserte Aerodynamik führt zu Anfluggeschwindigkeiten, die sich in vollem Umfang anderen Verkehrsflugzeugen anpassen.
 3. Sinkgeschwindigkeiten im Bereich zwischen 600 ft/min bis 800 ft/min sind tägliche Praxis, selbst die Sinkgeschwindigkeit von 873 ft/min bei Landung mit maximalem Landegewicht liegt deutlich unter dem Limit von 1000 ft/min
- In diesem Zusammenhang von „Risiko“ zu sprechen, stellt sowohl die Leistungen des A 380, als auch die der Piloten, weit hinter die Möglichkeiten.
- Die Forderung nach einem $3,0^\circ$ Anflugwinkel ist in keiner Weise begründet, die Aussagen sind unschlüssig und widersprechen sich. Vielmehr wird der Eindruck gewonnen, die Bahn künstlich um 277 m zu verlängern.

Fragen

- Welche Gefahren wollen Sie im Zusammenhang mit einem $3,5^\circ$ Anflugwinkel sehen ?
- Welcher max. Anflugwinkel wird für Kategorie 1 Anflüge für den A 380 zertifiziert ?
- Für den A 380 in der Passagierversion gab es für einen $3,5^\circ$ Anflugwinkel keinerlei Einschränkungen. Warum sollte die Frachtversion Einschränkungen erleiden ?
Bei gleicher Zuladung ist das Frachtflugzeug auch im Anflug leichter als das Passagierflugzeug. Die Anfluggeschwindigkeiten liegen in der gleichen Größenordnung der B 747. Piloten und Ingenieure sehen weder fliegerische noch technische Probleme mit einem Anflugwinkel von $3,5^\circ$.
Wo konkret liegt Ihr Problem ?