

Meine Frage an ChatGPT

Windscherung relevant für die Luftfahrt ... In der freien Atmosphäre gelten Schwellenwerte von 5-10 Knoten/1000ft als relevant bezgl. turbulenz, man könnte es als risk of MOD TURB bezeichnen. In der Grenzschicht, also im Anflug, ist Windscherung auch relevant, dort gelten auch Schwellenwerte von 5-10 Knoten, aber pro 100ft, nicht pro 1000 ft. Warum? Ähnliche Schwellenwerte im Betrag, einmal pro 1000ft, einmal pro 100ft?

Sehr spannende und wichtige Frage! Ich versuche es strukturiert zu erklären:

---

## 1. Definition Windscherung

Windscherung ist die Änderung von Windrichtung oder -geschwindigkeit mit der Höhe (oder horizontal). Typisch angegeben als  $\Delta V / \Delta z$  (Geschwindigkeitsänderung pro Höhendifferenz).

- **Freie Atmosphäre (außerhalb der Grenzschicht):** Schwellenwerte meist in *knots per 1000 ft.*
- **Grenzschicht, v. a. Anflug/Landephase:** Schwellenwerte in *knots per 100 ft.*

---

## 2. Warum sind die Skalen unterschiedlich?

Es hängt mit **Flugzeugdynamik** und **Sicherheitsrelevanz** zusammen.

### a) In der freien Atmosphäre

- Flugzeuge fliegen **hoch, schnell** und sind **weit entfernt vom Boden**.
- Moderate Turbulenz (z. B. durch Scherung von 5–10 kt/1000 ft) ist noch verkraftbar, da die Maschine Zeit hat, zu reagieren, und keine unmittelbare Gefahr durch Bodennähe besteht.
- Die Angabe pro 1000 ft ist sinnvoll, weil Scherung dort oft auf größeren vertikalen Skalen wirkt (Jetstream, tropopausennahe Windgradienten).

### b) In der Grenzschicht (Anflug/Landung)

- Flugzeuge fliegen **langsam, in Bodennähe** und haben **wenig Energiereserven**.
  - Schon kleine Geschwindigkeitsänderungen (z. B. 10 kt über 100 ft Höhenänderung) können kritische Auswirkungen haben:
    - Verlust oder plötzlicher Gewinn von Auftrieb,
    - gefährdete Stabilität beim Aufsetzen oder Durchstarten.
  - Deshalb gelten hier deutlich strengere Schwellenwerte (auf viel kürzerer vertikaler Skala).
-

### 3. Warum gleiche Zahlenwerte, aber andere Höhenmaßstäbe?

Das liegt an der **Skalierung** der Gefährdung:

- **10 kt pro 1000 ft** → in der Reiseflughöhe relativ sanft, entspricht einer Scherung von ca. 0.01 kt/ft.
- **10 kt pro 100 ft** → in der Endanflugphase extrem heftig, entspricht einer Scherung von 0.1 kt/ft (Faktor 10 stärker).

Kurz gesagt:

👉 In 10.000 ft Höhe ist eine Änderung von 10 kt praktisch harmlos.

👉 In 100 ft Höhe kurz vor der Landung kann dieselbe Änderung das Flugzeug in den Boden drücken oder über die Bahn hinauschießen.

---

### 4. Zusammenfassung

- In der **freien Atmosphäre**: Schwellenwerte 5–10 kt pro 1000 ft → Risiko für moderate Turbulenz.
- In der **Grenzschicht/Anflug**: Schwellenwerte 5–10 kt pro 100 ft → Risiko für gefährliche Windscherung.
- Gleiche Zahlenwerte, aber unterschiedliche Skalen → weil die **dynamische Relevanz** für Flugzeuge völlig anders ist:
  - Hoch oben → Komfort & Strukturbelastung.
  - Nah am Boden → unmittelbare Flugsicherheit & Unfallgefahr.

---

Soll ich dir das Ganze noch in einer kleinen Skizze visualisieren (Vergleich Windscherung in 1000 ft vs. 100 ft) – damit die Größenordnungen klarer werden?