

## Draft

# Zum Stand der Dachziegelklammerungen Zürich, 2005

Andreas Meyer, CH – 8498

## 1 Wirbelschleppen (wake turbulence)

Wirbelschleppen werden an den Tragflächenenden von Flugzeugen infolge des unterschiedlichen Drucks an Flügelunter- und Flügeloberkante erzeugt. Dadurch entsteht ein Wirbel, der von der Flügelunterseite um das Tragflächenende zur Oberseite gerichtet ist. Die Größe des Differenzdruckes hängt von der Flugzeugeigengeschwindigkeit, dem Tragflächenprofil und dem Anstellwinkel, die Stärke der Wirbel vom Flugzeuggewicht ab. Die am linken und rechten Flügel entstehenden Wirbelpaare, bestehend aus entgegengesetzt rotierenden Luftmassen, dehnen sich nach rückwärts aus und wandern nach unten. Ihre Kraft ist sehr stark von den momentanen meteorologischen Bedingungen abhängig. Wirbelschleppen können für nachfolgende Luftfahrzeuge sehr gefährlich sein. Das Bild unten zeigt den Effekt der Wirbelschleppe (auf den Rauch eines Brandes) einer ca. 350 Tonnen schweren B747 im Anflug auf den alten Flughafen KaiTak in Hongkong.



## 2 Wirbelschleppen und Dachziegel

Beim Überfliegen von Satteldächern ist es möglich, dass durch Wirbelschleppen bei den Ziegeln ein Unterdruck entsteht.

Eine wesentliche meteorologische Voraussetzung für die Entstehung von Dachschäden ist Windstille. Wind verhindert bzw. stört das Absinken der Luftwirbel auf den Grund ab.

Sind die Bedingungen gegeben, so können die Ziegel unter Umständen aus ihrer Verankerung heraus gerissen werden. Dabei gibt es verschiedene Schadensbilder, z.B.

- Rundliche Löcher im Dach, ganze Ketten herausgerissener Ziegel
- Am Dachrand herausgerissene Ziegel

Eine **Gefährdung für Personen** entsteht durch herabfallende Dachziegel. Bei all den mir bekannten Fällen muss schlicht von **Glück** gesprochen werden, dass nie Personen zu Schaden kamen.

Abhilfe kann nur geschaffen werden, wenn jeder einzelne Ziegel mit einer Klammer zusätzlich an den Dachlatten befestigt wird. Es ist evident, dass der Aufwand zu nachträglichen Klammerungen gross ist.

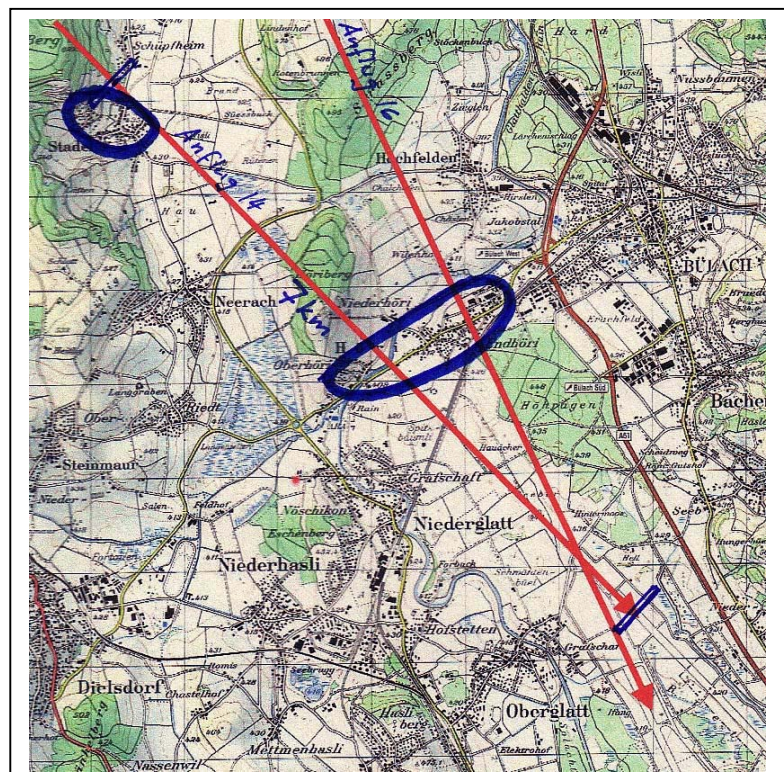
Es gibt einige **Legenden** um das Phänomen Wirbelschleppen und Dachziegel.



- Dachschäden können nicht nur durch Grossraumflugzeuge (z.B. B 747, MD-11, A 340) verursacht werden. Eine A 320 reicht u.U. auch. Eine Statistik über die Zuordnung von Schäden zu Maschinentypen gibt es m.W. nicht.
- Es trifft nicht zu, dass Dachschäden nur im Falle von Landungen entstehen. Die Häufigkeit ist allerdings bei Landungen grösser als bei Starts.
- Es trifft nicht zu, dass Schäden nur im flachen Gelände auftreten, sondern auch bei Hanglagen der Gebäude (z.B. in Stadel).

## 2.1 Dachziegelklammerungen, die Erfahrung

Sämtliche Klammerungsaktionen bis 1998 wurden aufgrund von eindeutigen Vorfällen durchgeführt. Betroffen waren die Gemeinden Hori, Stadel und ein kleiner Teil von



Kloten.

Der Kartenausschnitt zeigt zur Illustration die ungefähre Lage der Klammerungsgebiete im Norden des Flughafens.

## 2.2 Dachziegelklammerung, die Berechnung

Im Zusammenhang mit der Einführung einer neuen Anflugmöglichkeit aus Richtung Süden (Anflug 34) stellte sich das Problem der Klammerungen erneut. In diesem Falle wurde der Perimeter rechnerisch ermittelt.

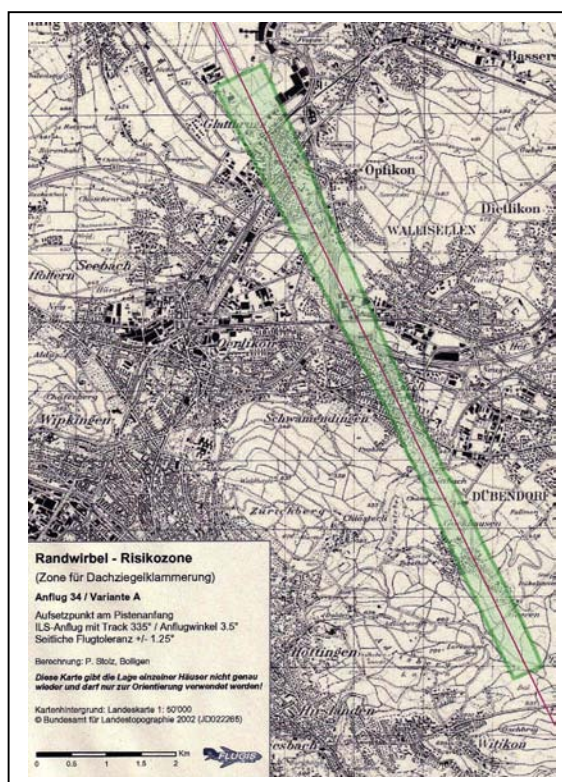
Im Auftrag der Flughafen AG wurde 2002 der Bericht „Zone mit Dachziegelhalterungen bei Landungen auf Piste 34 in Zürich erstellt (siehe Anhang). Der Autor Peter Stolz, Bolligen, ist mir unbekannt und im Internet hinterlässt er – abgesehen vom erwähnten Gutachten - keine Spuren.

## 2.3 Berechnung versus Erfahrung

Aus der Berechnung (vgl. nebenstehende Karte und Text, siehe Anhang A) stellen sich auf dem Hintergrund der Erfahrung einige Fragen, auf die der Bericht nicht eingeht. Zwar deckt sich die rechnerisch ermittelte **Länge der Risikozone** einigermaßen mit der Erfahrung in Stadel (Anflug ILS 14). Addiert man in Variante B zur errechneten Länge von 6030 m die Distanz von 930 m für die versetzte Pistenschwelle 34 so entsprechen die 6 960 m ziemlich genau der Distanz Stadel – Pistenschwelle 14. Da das Siedlungsgebiet Stadel jedoch aufgrund der Hanglage sich nicht weiter Richtung Nord-West ausdehnt kann aus der Erfahrung nicht geschlossen werden, ob Randwirbel noch ausgedehnter auf die Dächer wirken würden, läge das Gebiet in der Ebene und wäre es ebenfalls besiedelt. Immerhin: auch vom südlichen Rand von Schüpfheim – das in der Ebene liegt - sind Schäden bekannt. Geklammert wurde in Schüpfheim aus Kostengründen nicht.

Offene Fragen gibt es bezüglich der **lateralen Ausdehnung** der Risikozonen. Errechnet wurde eine laterale Breite links/rechts ab Centerline von je ca. 250 m. Die Erfahrung deutet darauf hin, dass in Stadel eher von einer lateralen Breite von ca. 400 m auszugehen ist.

Der Bericht gibt keine Auskunft über den **Einfluss der Flugzeuggrösse**. Die Erfahrungen beruhen auf Grössen einer B 747-300. Welches die Auswirkungen von noch



grösseren Maschinen (A 380) auf den Umfang der Risikozonen sind, beantwortet weder die Erfahrung von Zürich noch die Modellrechnung von Stolz.

#### **2.4 *Rechtliches***

Haftungsrechtlich gelten die Flugzeughalter und nicht die Flughäfen für allfällige Schäden verantwortlich. Aus politischen Gründen übernahm in der Vergangenheit der Flughafen die Kosten für die Klammerungen. Ich verfüge über eine mündliche Aussage, wonach die Flughafen AG die Kosten in Zukunft nicht mehr übernehmen wird.

Trotz annähernd lückenloser Fanamos-Ueberwachung in Zürich erwies es sich in der Praxis oft als schwierig bis aussichtslos, die Verursacher zu identifizieren, da der Zeitpunkt der Schadenereignisse in der Regel nicht eindeutig bestimmbar war.

#### **2.5 *Politisches***

Anhang E illustriert, wie das Thema Dachziegelklammerung beim Widerstand gegen die neuen Anflüge RWY 34 instrumentalisiert wurde.