

METEOROLOGIE DES FLUGHAFENS VON LA PALMA



(i) Walzenkumulus in der Senkrechten Flughafen von La Palma am Morgen des 10. April 2002

Fernando Bullón Miró
Wetteramt des Flughafens von La Palma
WFA DER WESTLICHEN KANARISCHEN INSELN

INHALT

EINFÜHRUNG. GEOGRAPHISCHE UMGEBUNG UND KLIMA	3
METEOROLOGISCHE SITUATIONEN, DIE DEN FLUGHAFEN VON LA PALMA BEEINFLUSSEN UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF DIE FLUGOPERATIONEN	5
1- Nordostsituationen. Synoptischer Wind zwischen 020 und 060° (lokale Bezeichnung: "Brisenwetter"	5
2- Ostsituationen, synoptischer Wind zwischen 070 und 110° ("afrikanisches Wetter")	8
3- Südostsituationen. Synoptischer Wind zwischen 120 und 150° ("Gomero-Wetter")	9
4- Südsituationen. Synoptischer Wind zwischen 170 und 190° ("Hierrowetter")	11
5- Südostsituation. Synoptischer Wind zwischen 200 und 230° ("Cabritowetter")	12
6- Westsituationen. Synoptischer Wind zwischen 240 und 300° ("Wetter von hinten") ...	14
7- Nordwestsituationen. Synoptischer Wind zwischen 310 und 330° ("Calderetawetter") ...	18
8- Nordsituationen. Synoptischer Wind zwischen 340 und 010° ("Nordwetter")	19
9- Windstille. Schwacher synoptischer Wind.	21
SCHLUSSFOLGERUNGEN	22
ANHANG I – GLOSSAR DER BEGRIFFE	23
ANHANG II- MONATLICHE FREQUENZ DES WINDES.....	25

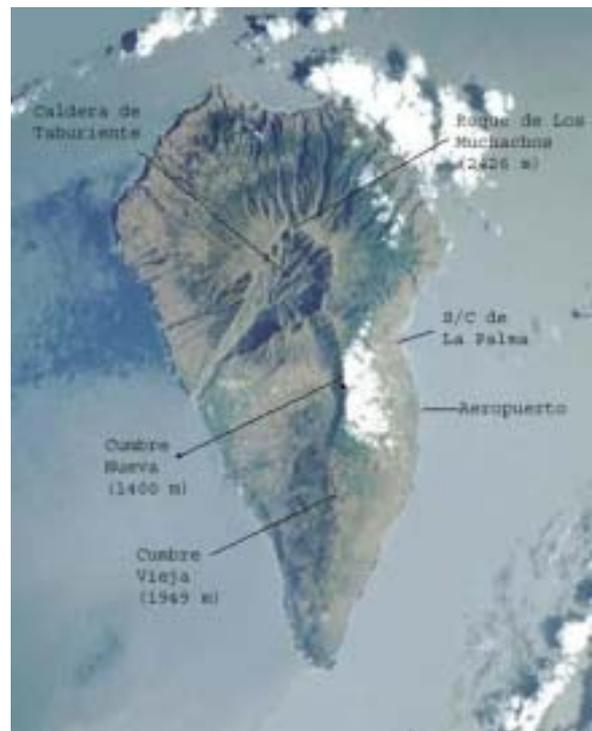
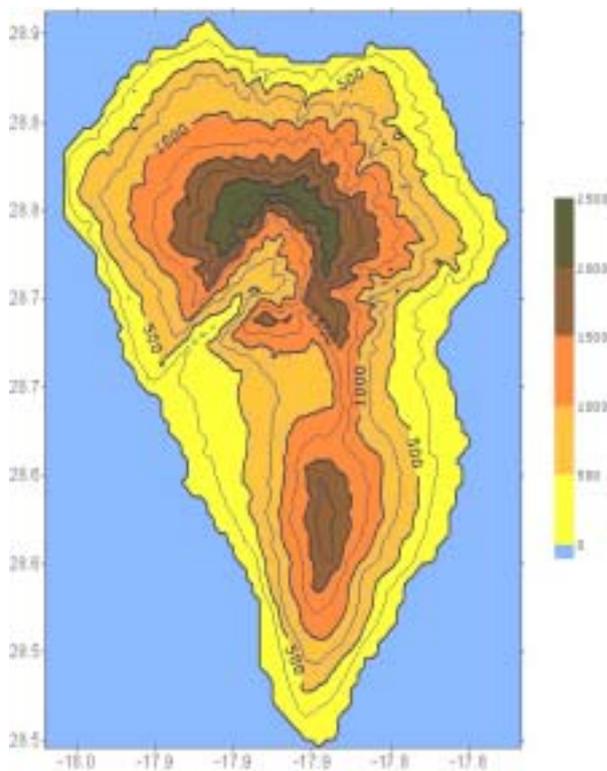


Blick aus der Kabine eines Flugzeugs im Anflug auf die Anflugkoordinaten 01. Überlassen von AENA

EINFÜHRUNG. GEOGRAPHISCHE UMGEBUNG UND KLIMA

Der Flughafen von La Palma befindet sich 38 m über dem Meeresspiegel an der südöstlichen Küste der Insel La Palma, 7 km südlich der Hauptstadt Santa Cruz de la Palma. Die Piste ist nach N-S ausgerichtet mit einer Abweichung von 10°, weswegen die Anflugkoordinaten 01 (Nord) und 19 (Süd) sind. Die geographischen Koordinaten sind 28°36'48" Breite N und 17°45'37" Länge W. Die Ortsangabe OACI ist GCLA und synoptisch 60005.

Auf der topographischen Karte und dem Satellitenphoto kann man die Anordnung des Inselreliefs erkennen. Ausserdem wird die Lage des Flughafens angegeben, von Santa Cruz de la Palma und die Hauptbergzüge der Insel.



Man kann sehen, dass die Insel von einer Bergkette in Form eines Fragezeichens durchzogen wird, so dass man, ausgehend von der Küste von Fuencaliente im Süden als erstes auf Cumbre Vieja stösst, die 1949 m über dem Meeresspiegel erreicht. Anschliessend, immer in Richtung Norden, fällt die Höhe bis auf Cumbre Nueva mit einer sehr gleichmässigen Höhe um die 1400 m über 7 km. Von da an, steigt das Gelände wieder an bis zu der beeindruckenden Caldera de Taburiente, die 2426 m erreicht (Roque de los Muchachos) und fällt Richtung Südosten eine Kurve beschreibend bis zu der Küste von Tazacorte ab.

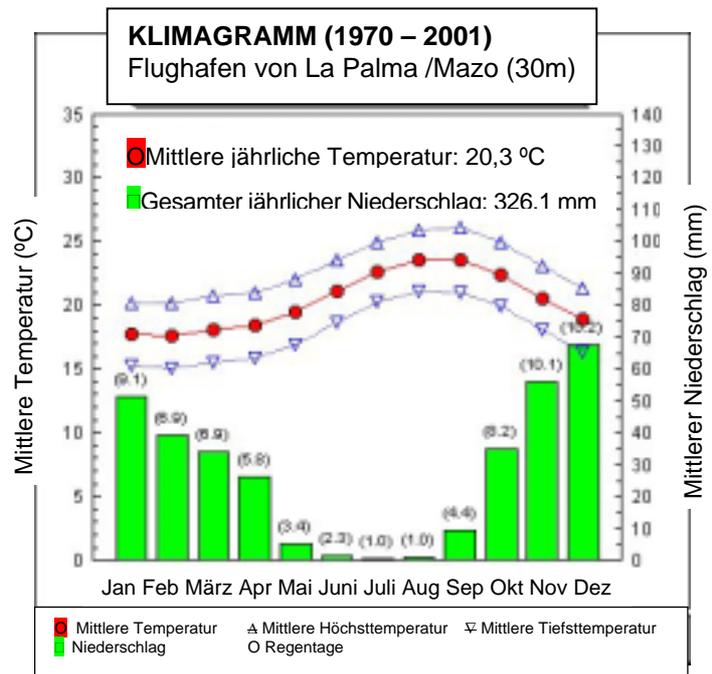
Bei der Anordnung dieses Reliefs muss die niedrigere Höhe von Cumbre Nueva hinsichtlich der beiden Massive hervorgehoben werden, die sich im Norden und im Süden befinden. Wie weiter unten dargestellt, ist dies sehr wichtig bei Westwinden, da sie sich in einen Sattelpunkt verwandeln, an dem der Wind mit grosser Geschwindigkeit vorbei. Auf dem Luftphoto, das von Teneriffa aus aufgenommen wurde, kann man diese Situation erkennen. Im Hintergrund sind die Berge von La Palma zu sehen, das Massiv links ist Cumbre Vieja, das rechte Las

Cumbres de la Caldera von Taburiente und in der Mitte Cumbre Nueva, die auf dem Photo fast nicht zu sehen ist, da sie eine geringere Höhe aufweist.



La Palma über einem Wolkenmeer. Luftblick von Teneriffa aus (im Vordergrund)

Der Einfluss des Inselreliefs auf das Verhalten der meteorologischen Variablen in der Umgebung des Flughafens ist logischerweise gross, sowohl hinsichtlich des Winds als auch der Wolkenbildung und des Niederschlags. Im Falle des Winds wird der synoptische Strom in niedrigen Höhen durch das Relief gestört und der tatsächliche Wind kann am Flughafen ganz anders sein als der synoptische. Die Auswirkungen des Reliefs auf den Wind können Abschirmung, Intensivierung (aufgrund von Zusammenfluss), Abschwächung (aufgrund von Diffizienz) oder Richtungswechsel (da der Strom gezwungen wird, horizontal das Relief zu umgehen). Hinsichtlich der Bewölkung und der Niederschläge kann das Relief deren Bildung und Entwicklung in der Umgebung des Flughafens unterstützen oder verhindern



Das Klima des Flugplatzes von La Palma ist maritim subtropisch mit dauerhaft gemässigten Temperaturen und geringen Jahres- und Tagesschwankungen. Auf dieser Höhe friert es nicht und es gibt keine physischen Mechanismen, die Nebel hervorrufen könnten. Die jährliche Anzahl an Gewittern am Flughafen ist sehr gering.

METEOROLOGISCHE SITUATIONEN, DIE DEN FLUGHAFEN VON LA PALMA BEEINFLUSSEN UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF DIE FLUGOPERATIONEN

Man muss zu Grunde legen, dass es unmöglich ist, alle Situationen zu bedenken, die die Insel La Palma und konkret den Flughafen betreffen und weniger noch die verschiedenen Möglichkeiten zu analysieren, weswegen im Folgenden die üblichsten Auswirkungen beschrieben werden, die am Flughafen die verschiedenen Witterungsbedingungen hervorrufen, die die Kanarischen Inseln betreffen. Es werden besonders die aus Nordosten kommenden berücksichtigt und die östlichen, da sie zwar nicht sehr häufig sind, aber mit Abstand die grössten Schwierigkeiten für die Flugoperationen darstellen.

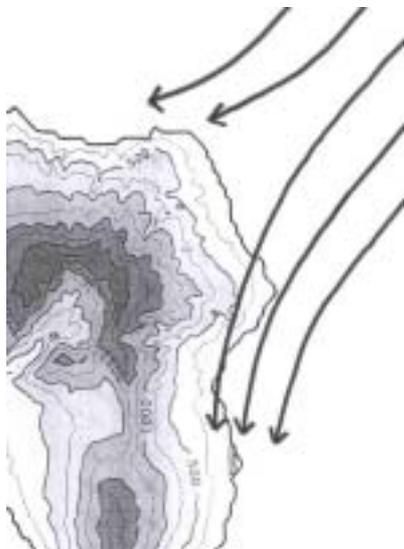
Obwohl die Verwendung von technischer Terminologie vermieden wurde, befindet sich im Anhang ein Glosar mit Ausdrücken zum besseren Verständnis.

1- Nordostsituationen. Synoptischer Wind zwischen 020 und 060° (lokale Bezeichnung: "Brisenwetter")

Die häufigste meteorologische Situation auf den Kanarischen Inseln ist die des Alisio, das heisst, sie bildet sich, wenn sich der Antizyklon der Azoren in seiner üblichen Position befindet, in der Nähe des besagten Archipiels, womit auf den Kanarischen Inseln ein Windstrom aus Nordosten hervorgerufen wird. Diese Situation findet häufig im Sommer statt und fast durchgängig im Monat Juli.

Wind am Flughafen

- Wenn der Druckgradient klein ist, erhält man den tatsächlichen Wind aus der vektoriellen Summe des synoptischen Stromes und der lokalen Brise, weswegen er aus dem 4. Quadranten während der Nacht und der frühen Morgenstunden zwischen 340° und 350° bläst und aus dem 1. Quadranten tagsüber und fast immer zwischen 020° und 030°.



- Ist der Gradient grösser, hat die Brise kaum Einfluss auf den tatsächlichen Wind des Flughafens, weswegen der Wind etwa mit dem synoptischen übereinstimmt, sowohl hinsichtlich der Richtung als auch der Geschwindigkeit, Tag und Nacht.

Je grösser die Komponente N des Alisio ist, desto mehr Kraft hat der Wind am Flughafen, da die Stromlinien dazu neigen, in der selben Linie zu verlaufen wie die im Norden liegenden Berge, wodurch er sich aufgrund der Zusammenwirkung verstärkt (durch die Kontinuitätsgleichung der idealen Flüssigkeiten, die festlegt, dass sich die Geschwindigkeit einer Flüssigkeit erhöht, wenn sich der Durchschnitt der Strecke verkleinert, die sie

durchqueren muss) und den Flughafen mit einer ausgeprägten N-Komponente erreicht, wie man in der Abbildung sehen kann.

Auf der anderen Seite, je grösser die Komponente E, desto höher ist die Luftmenge, die vom Norden der Insel wegbewegt wird, womit die Neigung besteht, dass sich luvwärts ein Gebiet der Flaute durch Diffluenz, in der sich der Flughafen befindet, bildet.

Der Wind weht bei diesen Situationen praktisch längs zur Piste, weswegen er normalerweise keine grösseren Probleme mit sich bringt, selbst wenn er stark ist und mehr oder weniger böig. Wenn allerdings der Druckgradient gross ist und die N-Komponente ziemlich ausgeprägt, wehen starke Winde und die Nähe des Reliefs zur Piste ruft Turbulenzen beim Landeanflug hervor, die zwar normalerweise nicht zu grösseren Schwierigkeiten führen, aber manchmal durch die Piloten mitgeteilt werden.

Bewölkung und meteorologische Phänomene

Normalerweise weist der Himmel Stratokumuluswolken oder Kumuluswolken auf, die geringe vertikale Ausmasse haben, aufgrund des Bestehens einer thermischen Umkehrung, die sich im Sommer auf etwa 1000 m Höhe befindet und im Winter etwas höher. Auf dem Photo kann man ein häufiges Bild sehen: die Stratusbewölkung, die dem Alisio eigen ist, fällt sturzweise leeseits der Cumbre Nueva im Westteil der Insel.



Das "Wolkenmeer" fällt auf die Landstriche im Westen von La Palma, leewärts der dominierenden Alisios, was zu den typischen "Wolkenfällen" führt.

Die Bewölkungsmenge hängt hauptsächlich vom Feuchtigkeitsgrad der Luftmasse ab, die der Alisio mitnimmt, was wiederum von der mehr oder weniger kontinentalen Herkunft derselben abhängt. So gilt die allgemeine Regel, dass, je höher die N-Komponente des Alisio ist, desto länger war der Weg, den die von

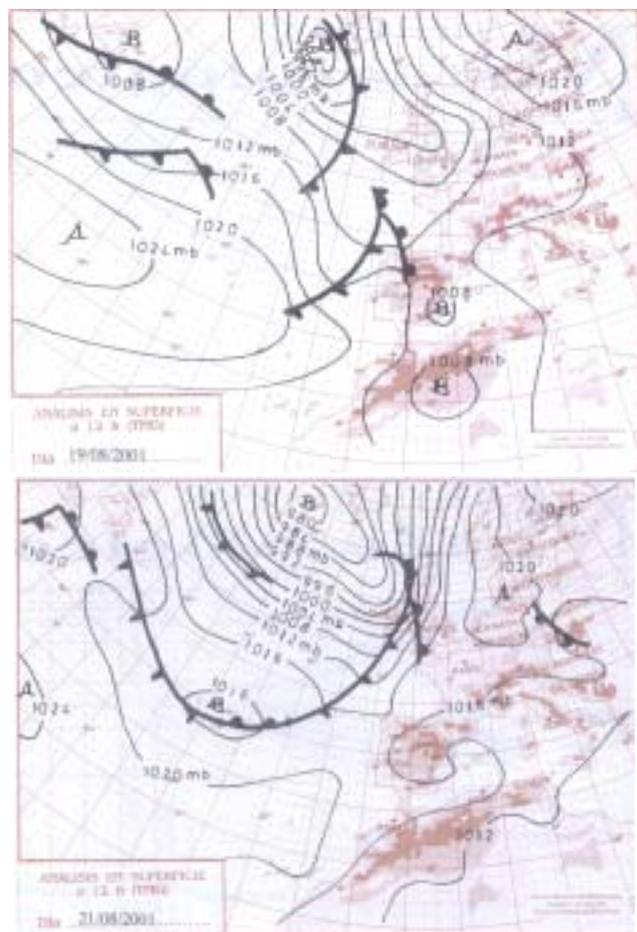
ihm mitgenommenen Luftmassen über dem Meer zurückgelegt haben und desto höher sind die Feuchtigkeit auf niedrigem Niveau und die Höhe der Umkehrung. Als Folge aus alle dem sind auch die Entwicklung und die Menge der Wolken höher. Im Gegensatz, je höher die Komponente E des Alisio, desto kontinentaler sind die Luftmassen, wobei die Temperaturen steigen und die Feuchtigkeit und Bewölkung (die dazu neigt, sich mehr zu stratifizieren) ansteigen und die Sicht dazu neigt, sich zu verringern, da sich in den Luftmassen Partikel vom afrikanischen Kontinent befinden.

Manchmal bringt der Alisio, wenn er eine ausgeprägte N-Komponente hat, aus höheren Breitengraden Reste von Frontsystemen mit sich, die als niedrige Bewölkung ankommen und Niederschläge am Flughafen auslösen, die normalerweise leicht sind.

Diese Art von Situationen bringen normalerweise keine Phänomene mit sich, die die Flugoperationen beeinflussen, aber wenn der Alisio sehr schwach ist (sehr geringer Druckgradient) und ein Rest eines Frontsystems ankommt, das dieser mit sich bringt, bewegt sich diese Front sehr langsam über dem Ozean und saugt sich mit viel Feuchtigkeit voll, wodurch sie in La Palma mit einer Bewölkung mit sehr niedriger Basis und Niederschlägen ankommt. Diese Bewölkung und Niederschläge beeinflussen den Flughafen, an dem die Situation mehrere Stunden andauern kann, weil die Front sich so langsam bewegt. In diesem Zusammenhang kann es aufgrund der Niederschläge zu einer schwerwiegenden Beeinträchtigung der Sicht kommen. Diese Niederschläge haben normalerweise die Form von kleinen Tropfen, was die Sicht noch mehr reduziert. Ausserdem kann auch das sehr niedrige Dach dieser Wolken (es kann sich bei 300 Fuss befinden) den Anflug unmöglich machen.

Beispiel vom 21-8-2001

In der Karte vom 19-8-01 kann man sehen, dass die Kanarischen Inseln unter dem Einfluss von Winden aus NNO stehen, deren Druckgradient gering ist und mit einer wenig activen Kaltfront, die sich nördlicher befindet. Zwei Tage später, am Mittag des 21-08-02 kamen die Reste der besagten Front in La Palma als Bewölkung mit sehr niedriger Basis an. Wenn man die Wetterkarte betrachtet, scheint es sich um einen typischen Tag des Monats August zu handeln, antizyklonisch mit einem schwachen Strom aus NE. Es befinden sich eine Störungen in der Nähe der Kanarischen Inseln und in der Tat ist der Himmel oberhalb der Umkehrung auf etwa 1500 m wolkenlos. Im Prinzip gab es keine Bedingungen, die zu einer



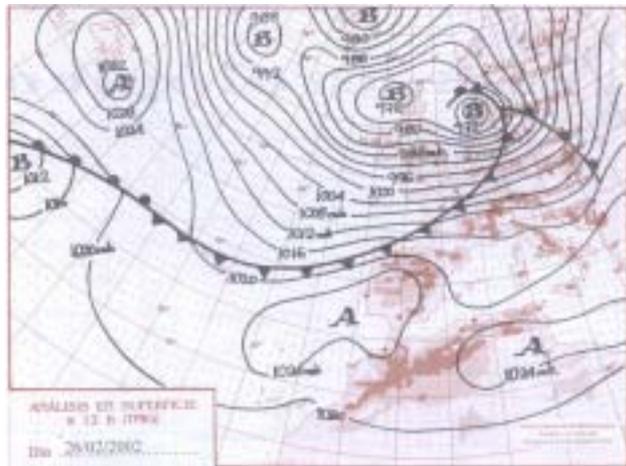
Situation führen konnten, die die Operationen auf dem Flugplatz La Palma beeinflussen konnten. Aber die Restbewölkung der Kaltfront, die der Alisio mit sich führte, führte dazu, dass der Flughafen mehrere Stunden lang nicht benutzbar war.

Der METAR von 14 Z war der Folgende:

GCLA 211400Z 02008KT 0300 –DZ OVC005 23/21 Q1021 NOSIG=

2- Ostsituationen, synoptischer Wind zwischen 070 und 110° ("afrikanisches Wetter")

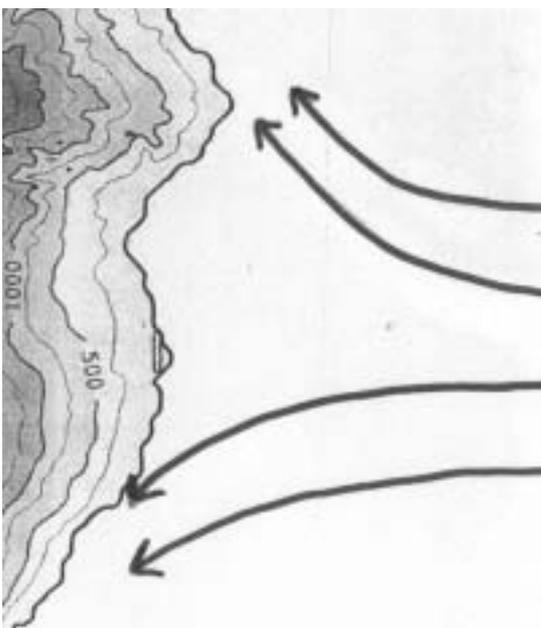
Manchmal erstreckt sich der Antizyklon nach Osten und schickt einen Windstrom aus O über die Inseln, der aus der Saharawüste kommt und heisser und trockener ist.



Der Wind auf dem Flughafen

Die Winde, die sich aus dieser Situation ableiten, sind meistens schwach und wechselhaft aufgrund der Diffluenz des

Oberflächenstroms, wie in der Figur dargestellt. Es kann vorkommen, dass im Ostteil der Insel, wo sich der Flughafen befindet, kaum Wind weht und Brisen vorherrschen und zur selben Zeit im Westsektor der Insel starke böige Winde aus Osten wehen, gemäss dem selben Mechanismus, der auf den Flughafen einwirkt, wenn Winde aus W wehen, wie in dem Abschnitt 5 beschrieben (Winde zwischen 240 und 300°).



Nur bei Situationen von Stürmen aus dem Osten, die sehr stark und aussergewöhnlich sind, wie der, der die Kanarischen Inseln am 7. und 8. Januar 1999 betraf, als sich ein ausgeprägtes Sturmtief über dem Süden der Inseln befand, können am Flughafen starke Ostwinde registriert werden, die quer zur Piste verlaufen, wahrscheinlich weil der Strom so stark ist, dass sich die Luft nicht luvwärts ansammeln kann, so dass der grösste Teil der Oberflächenluft über die Gipfel hinweggeht, ohne so stark durch Diffluenz gebremst zu werden. Aber nicht einmal in diesen ganz aussergewöhnlichen Fällen sind die Winde böig und beeinflussen nicht signifikant die Flugbewegungen.

Bewölkung und meteorologische Phänomene

Der Himmel weist meist eine schwache oder gar keine Bewölkung auf. Die Sicht wird durch suspendierte Partikel reduziert, die vom afrikanischen Kontinent kommen, wodurch Dunst ausgelöst werden kann, obwohl dieser häufiger bei Wetter aus Südost auftritt.



Dunstepisoden auf den Kanarischen Inseln

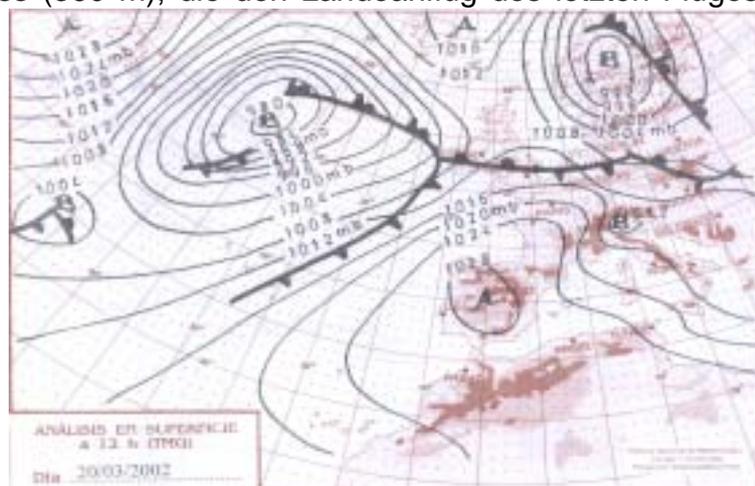
Im Allgemeinen legen sich die heisseren Luftmassen vom afrikanischen Kontinent über die Oberflächenmassen, da diese kälter und feuchter sind. Das Ergebnis ist eine Oberflächenschicht über dem Meer, die wenig dick ist und unterhalb der heissen und trockenen Kontinentalschicht liegt. Zwischen beiden kommt es zu einer Temperaturumkehr, die aufgrund der dünnen feuchten Oberflächenschicht sehr niedrig angesiedelt ist und damit auch die Wolkenbasis, wenn sich Wolken bilden, die in diesem Fall stratifiziert sind und sehr dünn, so dass sie keine Niederschläge hinterlassen. Da sie aber so niedrig sind, können sie den Landeanflug der Flugzeuge behindern. Auf dem Satellitenphoto ist eine Dunstsituation über den kanarischen Inseln zu sehen.

Beispiel vom 26. Februar 2002

Die Wetterkarte von 12 TMG (Seite 8) zeigt, dass sich das Archipel in kompletter antizyklonischer Situation befindet und einen schwachen Strom aus O. Der Flughafen wies den ganzen Tag wechselhafte schwache Winde auf und schwache Bewölkung (in fast allen METAR-Berichten mit CAVOK beziffert). Die Umkehrung war sehr niedrig, da eine dünne Oberflächenschicht über dem Meer bestand, die kälter und feuchter war. Mit dem nächtlichen Temperaturrückgang bildete sich eine dünne Schicht von Stratokummuluswolken unter der Umkehrung mit einer Basis bei 1200 Fuss (360 m), die den Landeanflug des letzten Fluges unmöglich machten.

3- Südostsituationen. Synoptischer Wind zwischen 120 und 160° ("Gomero-Wetter")

Es kommt zu diesen Situationen, wenn der Antizyklon sich im

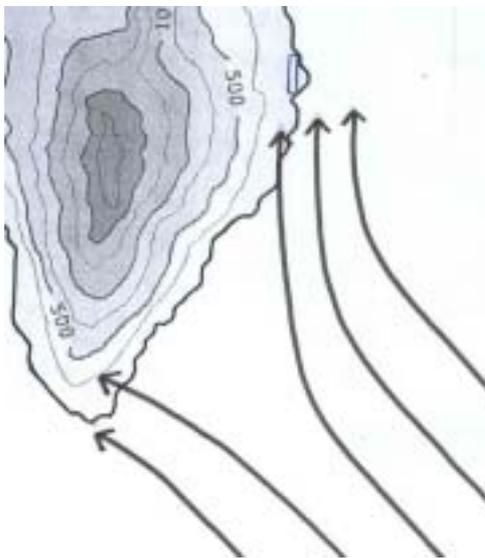


Nordosten des Archipels befindet und kontinentale Luftmassen aus dem Südosten bringt, die sehr heiss und trocken sind.

Wind am Flughafen

So wie im vorhergehenden Fall sind die Winde aufgrund der Diffluenz schwach und wechselhaft und die Tendenz sind schwache Winde der Komponente S und Brisen.

Je grösser die Komponente S des synoptischen Windes, desto geringer ist die Strommenge, die in den Süden der Inseln geleitet wird und höher die, die nach Norden, parallel zur Ostküste der Insel geht. Auf den Flughafen wirkt er als Südwind (180°) ein, normalerweise ohne Böen und parallel zur Landebahn, weswegen es im Allgemeinen nicht zu Problemen für die Flüge kommt, die auf dem Rollfeld 19 landen, da die auf dem 01, die normalerweise benutzt wird, Rückenwind hätten.



Bewölkung und meteorologische Phänomene

Die Situationen aus SE können zum kanarischen Archipel Sand- und Staubpartikel bringen, die aus Sandstürmen der Saharawüste stammen, wodurch Dunstbildung auf dem Flughafen von La Palma hervorgerufen wird, die intensiv sein kann und mehrere Tage anhalten kann.

Der Dunst kann die Landungen erschweren und sie im Extremfall sogar unmöglich machen, obwohl dies sehr selten ist.

Da es sich um trockene Luftmassen handelt, sind normalerweise keine niedrigen Wolken vorhanden. Aber diese Art von Situationen wird manchmal von Störungen in den höheren Schichten der Atmosphäre begleitet mit mittleren oder hohen Wolken, die in einigen Fällen konvektiv und gewittrig sein können, aber immer eine hohe Basis haben.

Die Niederschläge und Gewitter, die diese Störungen hervorrufen und normalerweise aus dem Südwesten kommen, beeinträchtigen die Operationen der Flugzeuge nicht, da die Wolkenbasis sehr hoch ist und die Niederschläge in Form von grossen Tropfen abgehen, die die Sicht nicht so sehr reduzieren. Die elektrische Aktivität ist Wolke - Wolke und in jedem Fall dauern die Niederschläge nur kurz an. Allerdings kann es passieren, dass sich unter den Wolken starke Abwärtsströme bilden die von den Piloten schwer zu sehen sind, da die Atmosphäre so trocken ist, dass kein Regen ihr Bestehen anzeigt.

Beispiel vom 20-3-02

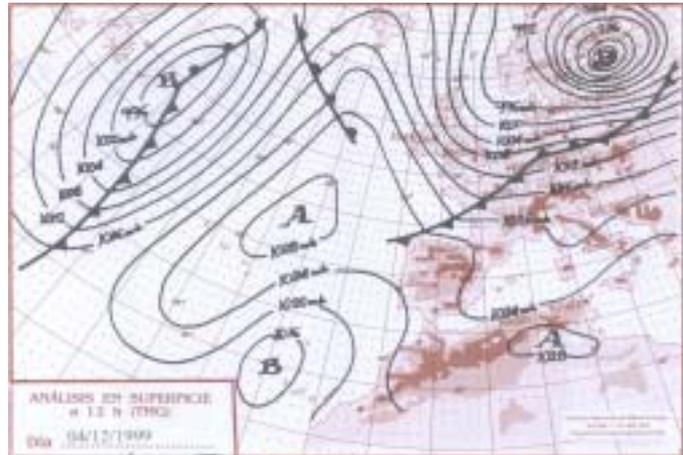
Auf der Oberflächenkarte von 12 UTC am 20-3-02 (vorhergehende Seite), kann man den Antizyklon auf der Iberischen Halbinsel erkennen, der zu den Inseln einen einen schwachen Strom SE schickt. Füh morgens begann die Bildung von Dunst mit einer Reduzierung der Sicht auf 7.000 m. Der Wind blieb schwach und wechselhaft den ganzen Tag über, mit Ausnahme eines Intervalls zwischen 16 und 19 Uhr, in dem er aus Süden wehte mit 11 bis 13 Knoten. Im METAR um 07

kann man die geringe Windgeschwindigkeit nachprüfen, die Sichtreduzierung auf 7.000 m aufgrund von Dunst, die Wolkenlosigkeit und die Trockenheit der Luftmassen (aufgrund des grossen Unterschieds zwischen der Temperatur und dem Taupunkt):

GCLA 200700Z VRB04KT 7000 SKC 21/01 Q1020 NOSIG=

4- Südsituationen. Synoptischer Wind zwischen 170 und 190° ("Hierrowetter")

Diese Situationen treten dann auf, wenn sich eine Starkwindfront im Osten der Kanarischen Inseln befindet. In den meisten Fällen sind die Südsituationen von geringer Dauer, da sie einer Front vorausgehen, die dazu neigt, nach SW und dann nach W zu drehen.



Wind am Flughafen

Der Wind neigt dazu, die Linie der Cumbre Vieja (siehe Figur) einzunehmen und weht deshalb aus 180°. Der Strom wird gedrückt, weswegen die Windstärke bemerkenswert sein kann und Böen auftreten können. Da der Wind aus S weht, ist das einzusetzende Rollfeld das 19, womit der Wind praktisch längs zur Piste weht, ohne dass es zu grösseren Problemen kommt.

Bewölkung und meteorologische Phänomene

Das Normale ist, dass der Himmel geringe Bewölkung aufweist, die niedrig und konvektiv ist ohne Probleme für die Flugoperationen.



Allerdings kann bei dieser Art von Situationen das beeindruckende Relief des Südens der Insel eins der spektakulärsten meteorologischen Phänomene auslösen, die man in der Nähe des Flughafens von La Palma beobachten kann. Es kann passieren, dass sich dynamische Bedingungen der Atmosphäre mit der Konvektion, den trockenen und heissen (tropischen) Bedingungen der Oberflächenluftmasse und Feuchtigkeitskonvergenz im Osten der Insel vereinen, da diese leicht leewärts des Stroms bleibt. Unter diesen Bedingungen wirkt das Relief des Südens der Insel wie eine wirksame Rampe, die die Wolkenbildung in einem sehr lokalisierten Gebiet enorm stimuliert. All dies führt zur Bildung einer Wolkenbildung mit sehr niedriger Basis und grosser vertikaler Entwicklung, die stundenlang an den Küsten des Südostens der Insel festhängen kann (gekennzeichnete Bereich in der Figur), wobei diese

grosse Mengen an Niederschlag in einem länglichen und sehr engen Gebiet hinterlässt, während der Himmel ganz in der Nähe nur leicht bewölkt ist. Der

Flughafen befindet sich im nördlichen Grenzbereich, aber innerhalb des besagten Gebiets und innerhalb des Bereichs der Wolkenentladung und es können sehr starke und anhaltende Niederschläge verzeichnet werden (mehr als 100 mm in 24 h).

Es kann vorkommen, dass nicht einmal bei starken Regenfällen Probleme am Flughafen auftauchen, da die Wolkenbasis selten unterhalb von etwa 1000 Fuss (300 m) liegt. Ausserdem bewirkt die geringe Breite der Wolke, dass sich die Sicht nur in der Umgebung des Flughafens reduziert, nicht aber im Landeanflug, der bei Südwind auf dem Rollfeld 19 stattfindet, die weniger betroffen von den Starkwindfronten bei den "Hierro"-Episoden ist.

Beispiel vom 30. Januar 1996

Der 30-1-96 und die folgenden Tage stellen ein typisches Beispiel des Durchzugs einer Starkwindfront dar, die sehr aktiv ist und sich am Tag im Osten der Insel befand und sich danach weiterbewegte in Richtung Nordost, was dazu führte, dass auf der Insel nach und nach Winde aus S, SW, W, NW y N wehten. Aus diesem Grund wird dieser Tag als Beispiel der folgenden Situationen genommen, die hier beschrieben werden.

Konkret durchquerte am 30-1-96 ein Frontensystem die Insel von West nach Ost, als sich das Zentrum der Starkwindfront im Westen der Insel befand, mit vorherigen Winden den Morgen über in SW und anschliessend in W. Der METAR von 06 Z war folgender

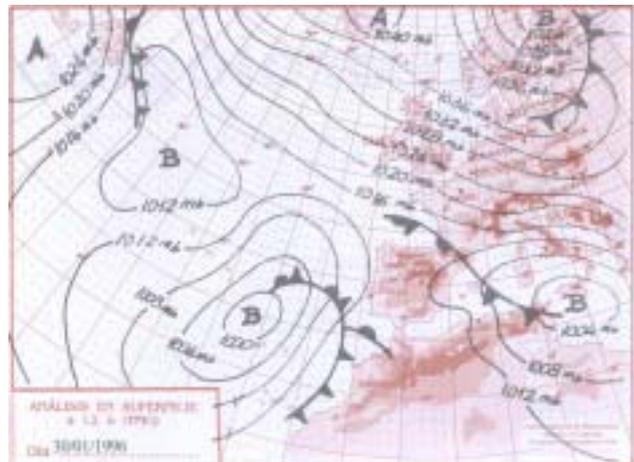
GCLA 300600Z 17028G40KT 7000 +RA FEW013 OVC030 17/16 Q1006 TEMPO 5000 SHRA=

Episode vom 3 und 4. Dezember 1999

Während dem 3. und 4. Dezember 1999 kam der synoptische Strom in der Insel La Palma aus S (siehe Karte vom 4-12-99, Seite 11) und auf dem Flughafen von La Palma wurden 159,6 mm gefallener Niederschlag in Form intensiver Regenfälle gemessen, die zeitlich auf beide Tage gleichmässig verteilt waren. Es gab allerdings keine Beeinträchtigungen der Operationen der Flugzeuge, die auf dem Rollfeld 19 landeten. Trotz der Intensität und Dauer der Niederschläge, wird klar, dass sie örtlich aussergewöhnlich beschränkt waren, wenn wir die 159,6 mm des Flughafens mit der Menge anderer naher Stationen vergleichen, an denen es entweder gar nicht regnete oder winzige Mengen verzeichnet wurden wie die 0,2 mm, an einer Klimastation 4 km nördlich. Es muss schwer sein, einen anderen Ort zu finden, an dem wiederholt ein atmosphärisches Phänomen erscheint, das immer an der selben Stelle und in so grosser Nähe zu einer so grossen Differenz führt, besonders, wenn es sich um kontinuierliche und keine gewittrigen Regenfälle handelt.

5- Südostsituation. Synoptischer Wind zwischen 200 und 230° ("Cabritowetter")

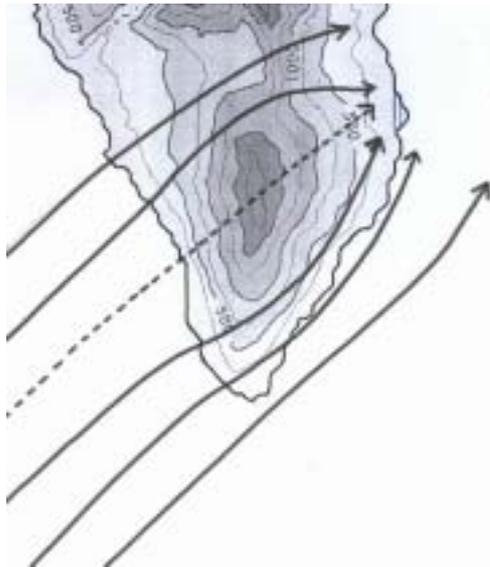
Sie tauchen normalerweise beim Durchzug einer Regenfront aus Südost auf, wenn diese sich auf ihrem normalen Weg Richtung Nordost im Nordwesten der Insel La Palma befinden. Sie sind generell von kurzer Dauer, nur wenige



Stunde, da der Wind schnell dazu neigt nach W und dann nach NW zu drehen.

Wind am Flughafen

Die atmosphärische Situation, die auf dem Flughafen bei Südostsituationen entsteht, kann als chaotisch bezeichnet werden. Das entstehende Chaos führt soweit, dass zwar generelle Verhaltensmuster des Windes angegeben werden können, aber tatsächlich alles passieren kann, sogar, dass beide Rollfelder starken Wind aus derselben Richtung angeben, aber einige Minuten lang in unterschiedliche Richtungen.



Das Normale ist, dass während der Wind von S auf SW dreht und anschliessend auf W, ein Teil des Oberflächenstroms weiterhin von Süden zum Flughafen gelangt, sich mit der Küstenlinie ausrichtet und Wind von 180 - 190° hervorruft, der an dem Rollfeld 01 bestehen bleibt. Aber auch wenn der synoptische Wind stark ist, kann der Strom, der sich über dem Oberflächenstrom (auf niedrigen Niveaus) befindet, abdrehen und die Cumbre Nueva überqueren, wobei er beginnt, böig aus W zu wehen, wovon das Rollfeld 19 betroffen ist. Sporadisch kann es auch zu Zeiträumen mit Windstille oder Böen aus SW aus dem Strom, der die Cumbre Vieja überquert, kommen (gestrichelte Linie in der

Figur). So kann es an dem Rollfeld 01 zu Winden aus 180 – 200° kommen und gleichzeitig an dem Rollfeld 19 zu starken und böigen Winden aus W. All das im Wechsel mit Windstille oder starken Böen aus SW an einer der beiden Rollfelder.

Hinsichtlich der Auswirkung auf die Flugoperationen, sind auch die Flugzeuge, die auf dem Rollfeld 19 landen, so lange nicht betroffen, wie der Wind, der am Flughafen ankommt, die Insel in S umrundet, aber wenn es an diesem Rollfeld zu Böen aus W kommt, ist sie nicht mehr anzufliegen und das Rollfeld 01 Winde aus S oder SSW aufweist, das heisst, Rückenwinde, sind von diesem Moment an die Flugoperationen auf dem Flughafen nicht mehr möglich.

Bewölkung und meteorologische Phänomene

Der Himmel ist genauso chaotisch wie der Wind. Die Bewölkung bleibt meistens an den Gipfeln hängen, ohne den Flughafen zu betreffen, der leewärts bleibt. Allerdings können einzelne Schauer, die vom Wind mitgenommen werden, zum Flughafen gelangen, ohne allerdings die Sicht stark zu beeinträchtigen oder die Flugzeuge zu stören, die landen wollen. Mit der Ankunft von Fronten oder wenn die Instabilität gross ist, kann es sogar gewittrig sein können und die Sicht redu-



Schauer am Flughafen von La Palma

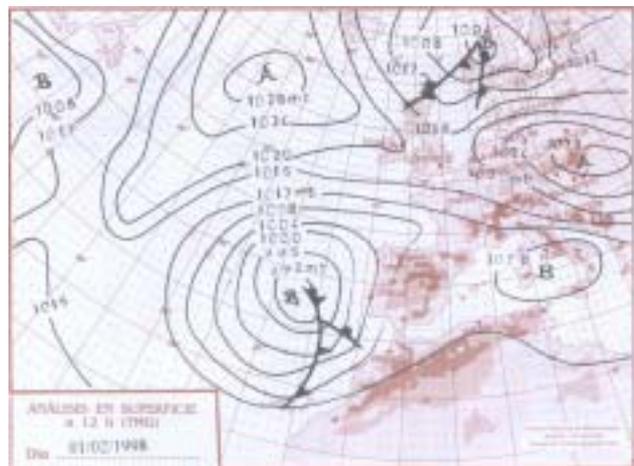
Dauer sind. Auf dem Photo kann man das Gebiet des Flughafens und von Santa Cruz de La Palma (im Vordergrund) erkennen, unter dem Einfluss eines Schauers, der von den Gipfeln von La Palma kommt.

Beispiel vom 30-1-96

Auf der Karte vom 30-1-96 (Seite 12) ist das Zentrum der Starkwindfront im Nordwesten des Archipels zu erkennen, mit Winden aus SW auf der Insel La Palma. In keinem METAR wurde Wind aus SW angegeben, da der Strom die Insel südlich umrundete, womit direkt dazu übergegangen wurde, starke Winde aus W ab Mittags zu registrieren.

6- Westsituationen. Synoptischer Wind zwischen 240 und 300° ("Wetter von hinten")

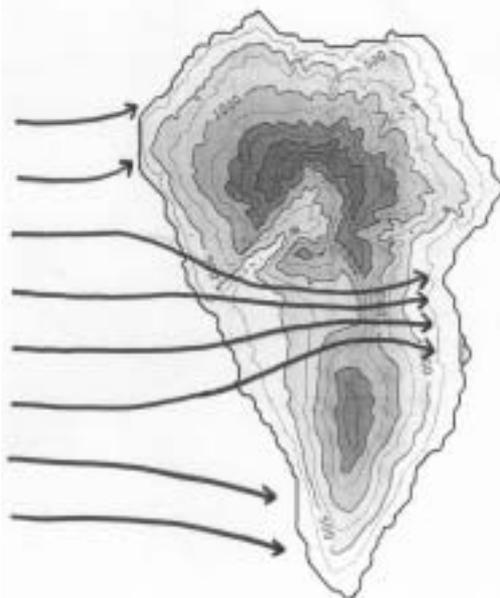
Wenn sich eine Regenfront im Norden der Kanarischen Inseln befindet, kommt der Windstrom aus Sektoren zwischen 240 und 300° und es kommt auf dem Flughafen von La Palma zu einer Situation erhöhten Risikos für die Flugoperationen, durch die jede Flugbewegung ganze Tag lang unmöglich gemacht werden kann.



Wind auf dem Flughafen

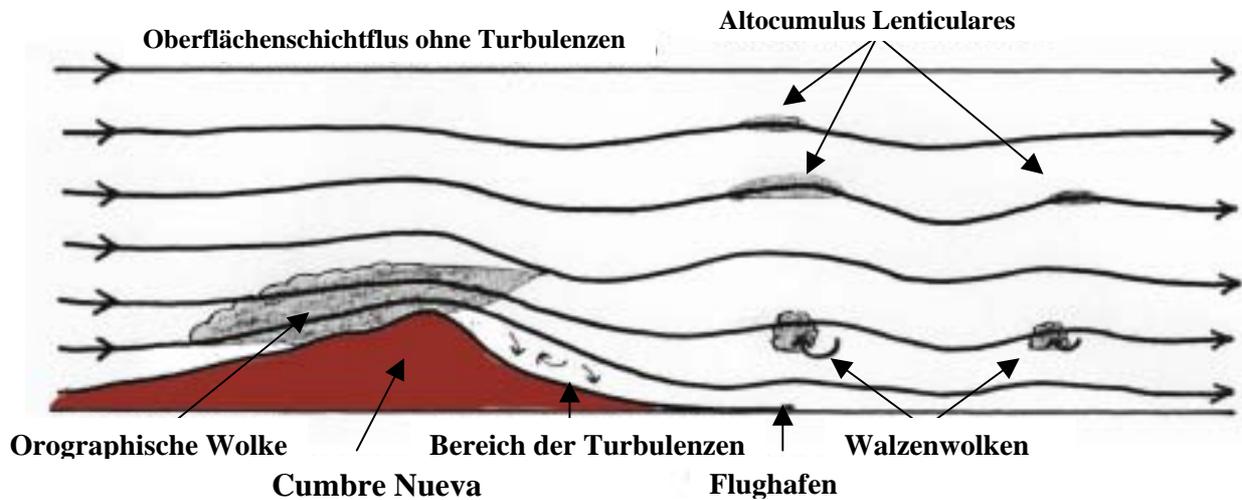
Mit Winden von W über der Insel von La Palma löst das besondere Relief extreme Bedingungen im Gebiet des Flughafens aus, da der Windstrom doppelt, horizontal und vertikal, eingeschlossen wird.

Horizontal kann man in der Figur links erkennen, dass der Strom, der sich etwas über dem Oberflächenstrom befindet, gezwungen wird, die Cumbre Nueva zu überqueren, obwohl der Flughafen hinsichtlich des Oberflächenstroms im Schatten liegt, wodurch er zwischen die Cumbre Vieja im Süden und die Cumbres de la Caldera de Taburiente im Norden gedrückt wird.



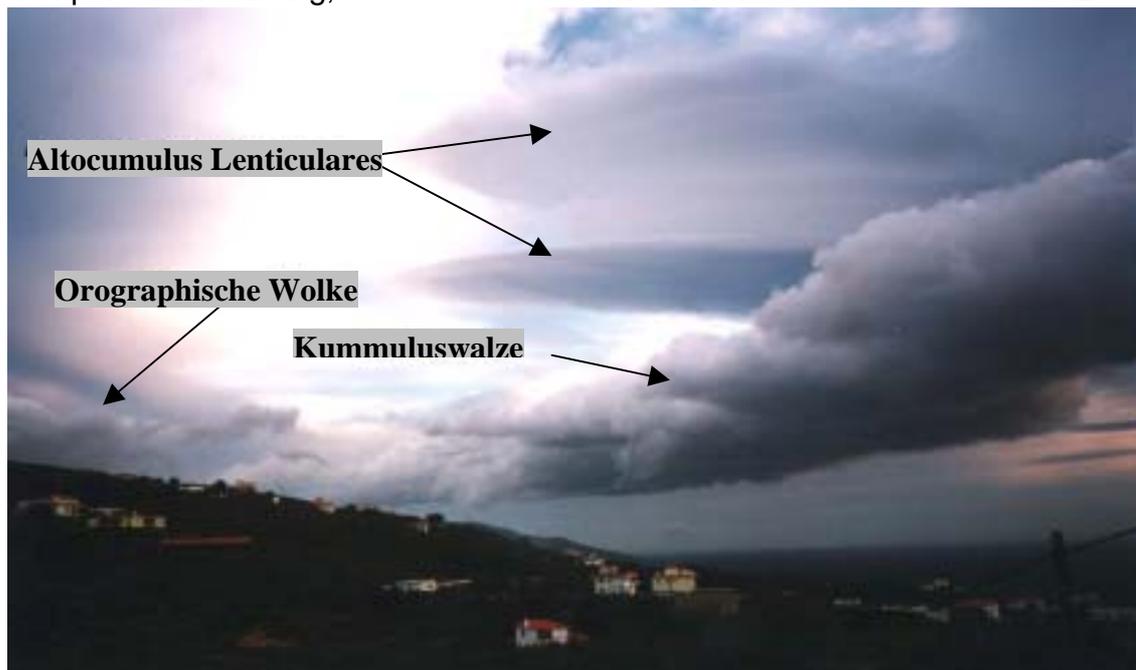
Vertikal kommt es zu dem Einschluss zwischen Cumbre Nueva (die ihn dazu zwingt, bis auf 1400 m Höhe aufzusteigen) und die obere aerodynamische Strömung wird nicht von der Anwesenheit der Bergkette gestört. Die Höhe, auf der sich die obere aerodynamische nicht gestörte Strömung über dem Gipfel ansiedelt, entspricht der Hälfte der Breite des Bergzugs gemessen an der mittleren Höhe (Barry), was im Falle der Cumbre Nueva etwa 4.400 m über dem Berg

oder 5.800 m über dem Meeresspiegel sind. Die folgende Figur zeigt den vertikalen Einschluss und die damit verbundene Bewölkung im Fall der stabilen Stratifizierung bei mittleren Höhen.



Auf diese Weise funktioniert das Inselrelief wie ein Trichter, durch den der Wind hindurch muss, wobei er stark an Geschwindigkeit zunimmt (Kontinuitätsgleichung) und die oberen Bereiche der Cumbre Nueva werden zu einem Tunnel, durch den der Wind mit grosser Geschwindigkeit weht.

Leewwärts, im Ostteil der Insel, wo sich der Flughafen befindet, kommt es zu sehr komplexen Phänomenen, wenn man bedenkt, dass sich die Luft wie ein Gas verhält, das befreit wird, nachdem es unter grossem Druck stand. Es kommt zu Phänomenen wie Windscherung, Turbulenzen, Böen, Bergwellen, Walzen etc. deren Intensität in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren steht, wie der dynamische Zustand der Atmosphäre, der Druckgradient, die Luftstabilität, die Höhe der Temperaturumkehrung, der barometrische Druck und die Tendenz etc.



Wellenwolken, die von Winden aus Osten im östlichen Bereich von La Palma hervorgerufen werden, gemäss dem Schema der vorhergehenden Graphik

Die Analyse und das Verständnis der Phänomene, die die verschiedenen Starkwindepisoden aus W in der Insel La Palma begleiten und des Windverhaltens am Flughafen ist doppelt interessant, sowohl im meteorologischen Sinne, um die Entwicklungsmechanismen der Bergwellen und damit verbundenen Phänomene zu kennen als auch aeronautisch, aufgrund der grossen Gefährlichkeit und Wichtigkeit dieser Phänomene für die Luftfahrt im Allgemeinen.



Übereinanderliegende Altopcumulus Lenticularis

Im Folgenden und ausschliesslich basierend auf der Erfahrung werden die Muster aufgezeigt, denen der Wind anscheinend folgt, wobei diese mehr als Fragestellungen als als feststehende Schlussfolgerungen anzusehen sind.

-Wenn der Druckgradient sehr gross ist, gelangt der Wind, der die Cumbre Nueva überquert, kontinuierlich zum Flughafen. Dieser beschleunigte Wind ist ausserdem sehr böig und turbulent, da er in einer sehr kurzen Strecke 1.400 m nach unten abfällt, wodurch häufig leewärts Bergwellen mit Wolkenwalzen entstehen, die parallel zur Gipfelinie verlaufen, häufig auf geringer Höhe und auf der Senkrechten des Flughafens. Wenn die METAR-Berichte diese kontinuierlichen und stark böigen Winde widerspiegelt, versuchen die Besatzungen im Allgemeinen erst gar keine Landeanflüge, weswegen kein Risiko besteht, es sei denn, ein Pilot kennt nicht die Turbulenzen dieser Winde und versucht zu landen.

- Wenn der synoptische Wind nicht so stark ist, bleibt der Strom oberhalb des



Walze, deren oberer Teil dazu neigt, sich in stratifizierten Schichten anzuordnen, wenn sie in stabileren Gebieten angekommen ist

Flughafens, wo der Wind ruhig bleibt, aber in geringer Höhe senkrecht zur Landebahn kommt es zu starken Winden, Turbulenzen und Windscherungen mit mehr oder weniger sporadischen Böen auf beiden Rollfelder (häufiger auf der 19, da er ungeschützt ist). Diese Situation ist wesentlich gefährlicher, da im METAR schwache Winde aus unterschiedlichen Richtungen beschrieben werden können oder sogar Windstille, sich aber in geringer Höhe Windscheren im Landeanflug befinden können oder noch schlimmer, die Ankunft eines Flugzeugs mit den sporadischen Intervallen starker Böen zusammenfällt, wobei in diesem Fall das Unfallrisiko hoch ist.

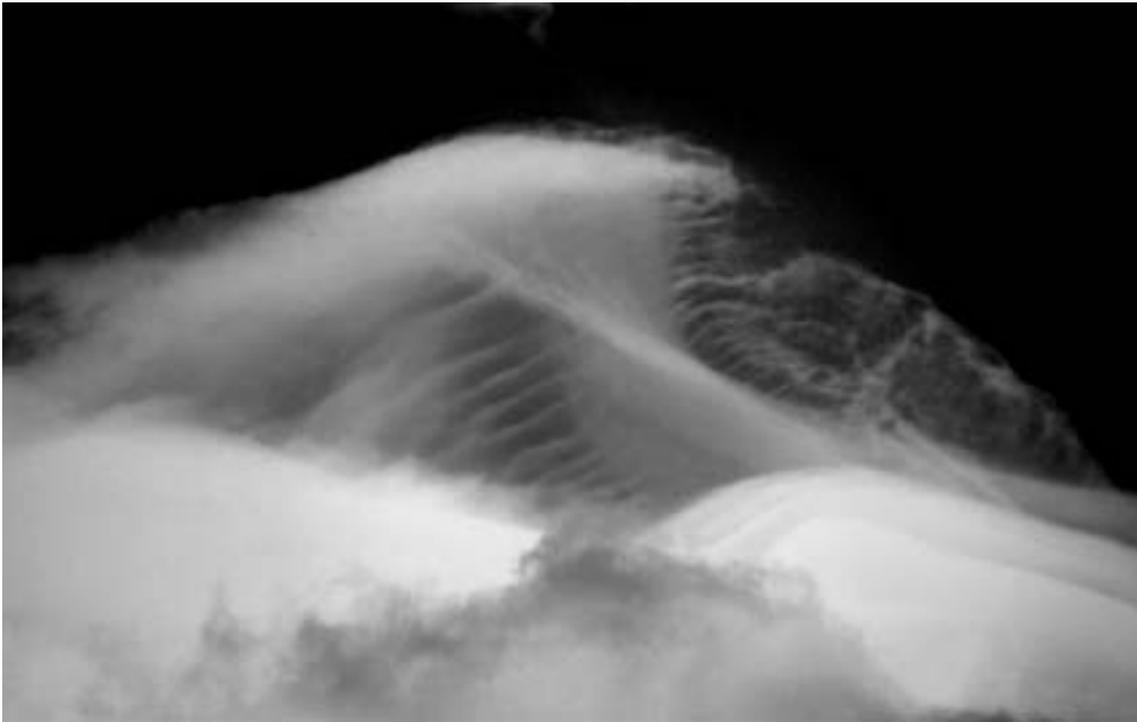
Hinsichtlich des atmosphärischen Drucks, hat man den Eindruck, dass bei gleicher Windstärke und niedrigem Druck (Werte unter 1005 hPa) oder sinkendem Druck die Winde aus W gefährlicher sind und umgekehrt. So kommt es zu Prefrontalsituationen, bei denen die Windmesser keine sehr starken Winde anzeigen und die Flugzeuge Probleme bei der Landung haben. Bei

Postfrontsituationen allerdings (steigender Druck und Fallwinde, die stabiler und schichtig sind) landen die Flugzeuge und vermehren keine Windscheren, obwohl Windböen aus W kommen, die an der Oberfläche recht stark sind.

Hinsichtlich der Umkehrung sind die Winde im Allgemeinen stärker, wenn diese nicht besteht, während bei der Umkehrung die Winde dazu neigen, über der Senkrechten des Flughafens zu bleiben, ohne an die Oberfläche zu gelangen.

Bewölkung und meteorologische Phänomene

Bei Situationen mit Westwind bilden sich normalerweise orographische Wolken, die luvwärts festhängen, das heisst im Westen der Insel, womit sie den Flughafen nicht betreffen.



Detail des oberen Teils einer Kumuluswalze

In Abhängigkeit von mehreren Faktoren wie der Windstärke, Feuchtigkeit und Luftstabilität, bilden sich leewwärts Wolken auf den Kuppen der Bergwellen. In den extremsten Fällen bilden sich Walzen, die sich in der Senkrechten des Flughafens in geringer Höhe positionieren können. Die Walzenwolken, die sich in ihnen bilden, bleiben statisch und drehen sich um ihre Achse, wobei die Turbulenzen im Bereich des Flughafens sehr ausgeprägt sind. Oberhalb dieser Wolken bilden sich meistens spektakuläre Altocumulus Lenticularis, manchmal mehrere übereinander in der selben Senkrechten mit merkwürdigen Erscheinungen, die manchmal wie UFOs aussehen (siehe Photo dieses Abschnitts und des Titelblatts, die in der Nähe des Flughafens aufgenommen wurden).

Die leichten Regenfälle erreichen den Flughafen nur, wenn die starken Winde die Niederschläge von den Wolken auf den Gipfeln mitnehmen. Nur wenn eine Front vorbeikommt oder die Instabilität sehr gross ist, werden sie stärker, ohne allerdings die Sicht sehr zu reduzieren, weswegen sie keinen Einfluss auf die Flugoperationen haben, vor allen Dingen, da diese normalerweise schon aufgrund der Windstärke eingestellt worden waren.



Spektakuläre lenticuläre Wolke während des Sonnenuntergangs über dem Flughafen von La Palma

Beispiel vom 30 und 31-1-96

Obwohl Starkwindepisoden aus W am Flughafen von La Palma, die die Flugoperationen erschweren oder unmöglich machen, mehrere Male jährlich vorkommen, vor allen Dingen in den Wintermonaten, ist die Situation, die als Beispiel vom 30-1-96 genannt wird, aussergewöhnlich aufgrund der Geschwindigkeit, die der Wind erreichte. Nach dem Durchzug der Front Mittags, blieben die Winde aus W den ganzen Nachmittag über sehr stark und böig. Der METAR von 19 Z war spektakulär:

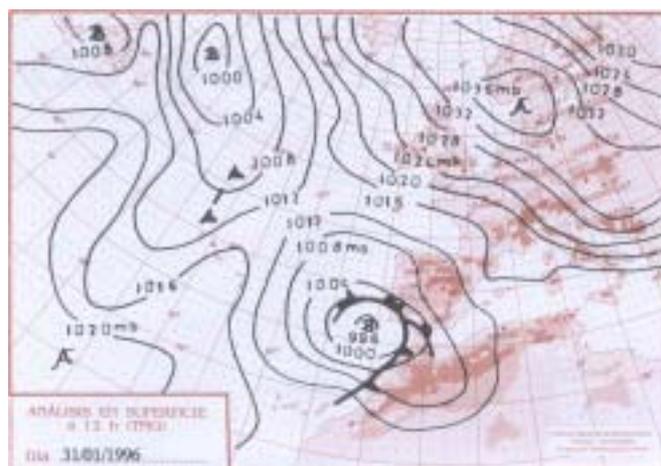
GCLA 301900Z 27043G61KT 9999 FEW025 SCT120 21/12 Q1001 WS ALL RWY TEMPO 5000 SHRA=

7- Nordwestsituationen. Synoptischer Wind zwischen 310 und 330° ("Calderetawetter")

Dieses Wetter ist in den Wintermonaten sehr häufig und findet sowohl dann statt, wenn sich der Antizyklon der Azoren leicht nach Süden verschiebt, als auch, wenn die Regenfronten, die im Norden des Archipels vorbeiziehen, sich im Nordosten von La Palma positionieren.

Wind am Flughafen

Die hohen Gipfel, die die Caldera de Taburiente umgeben, verhindern den Zugang dieser Winde zum Flughafen, weswegen dieser normalerweise schwache und wechselhafte Winde aufweist, wobei die Brisen vorwiegen, die tagsüber aus SE wehen, das heisst, dem generellen synoptischen Strom aus NW genau entgegengesetzt. Diese Situation wird in der Figur dargestellt, in der man sieht, dass der Flughafen in dem windstillen Bereich liegt



und in der die gepunkteten Pfeile die Brisen darstellen, die tagsüber vom Meer ans Land wehen, entgegengesetzt dem dominierenden Strom aus NW.



Manchmal findet ein spektakulärer Rückgang der Windstärke statt, wenn er von W auf NW dreht, da es einen Grenzrichtungswert für den synoptischen Wind gibt (um 300°), wobei der Flughafen aus einer Situation von Starkwinden aus W, die im vorherigen Fall beschrieben wurde, in eine Windstille gelangt, die nach stundenlangen starken Winden merkwürdig erscheint.

Bei diesen Situationen stellt der Wind keine Probleme für die Flugoperationen dar.

Bewölkung und meteorologische Phänomene

Da der Flughafen leewärts und geschützt durch die hohen Gipfel von La Caldera de Taburiente liegt, ist die Bewölkung gering und die Sicht sehr gut, weswegen der Flughafen problemlos benutzt werden kann. Nur wenn eine Front durchzieht, kann es zu leichten Niederschlägen in der Umgebung des Flughafens kommen.

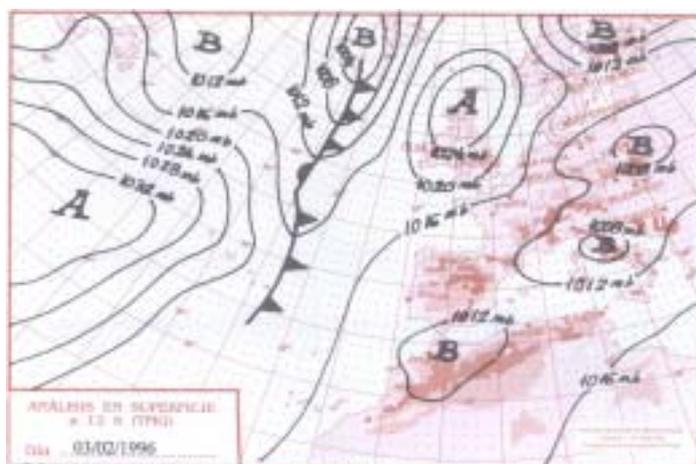
Beispiel vom 31-1-96

Auf der Karte der Seite 18 kann man sehen, dass sich am 31-1-96 um 12 Z das Zentrum der Regenfront, die als Beispiel in den vorangegangenen Situationen genommen wurde, im Nordwesten von La Palma positionierte mit Winden aus NW über der Insel. Früh morgens wurde der Wind noch in der Cumbre Nueva eingeschlossen und blieb stark und böig am Flughafen. Mittags aber blieb der Flughafen im Schatten der hohen Gipfel der Caldera de Taburiente und es begannen Brisen, so dass im METAR von 15 Z der reelle Wind am Flughafen schwach von OSO kam, entgegengesetzt dem generellen synoptischen Strom, der zu diesem Zeitpunkt auf der Insel überwog:

GCLA 311500Z 11005KT 9999 FEW025 20/12 Q1013 NOSIG=

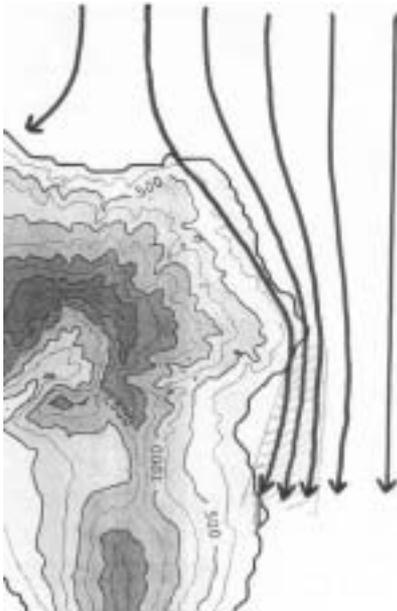
8- Nordsituationen. Synoptischer Wind zwischen 340 und 010° ("Nordwetter")

Diese Situation kann zu den Alisiosituationen gezählt werden und findet bei der Situation statt, die sich zwischen der des Nordwesten des vorherigen Punkts und der des Alisio befindet



Wind am Flughafen

Wieder gibt es einen Grenzrichtungswert, ab dem der Flughafen sich nicht mehr in dem Schattenbereich der Gipfel im Norden befindet, und von dem Strom aus N beeinflusst wird. Dieser Wert liegt um 350° , so dass während der synoptische Strom zwischen 340 und 350° liegt, der Flughafen weiterhin im Schattenbereich der Cumbres de La Caldera im Norden liegt und sich am Flughafen schwache Winde und Brisen produzieren.



Wenn der synoptische Wind aber etwas mehr aus N weht oder nahe dem Grenzwert die Brise tagsüber hinzukommt, ist der Flughafen nicht mehr im Schatten und befindet sich im Übergangsbereich zwischen dem Bereich der Windstille und dem freien Strom aus N (siehe Figur, in der die Böengebiete markiert sind). Dieser Bereich weist normalerweise starke Windböen auf. Aus diesem Grund findet ab diesem kritischen Wert erneut ein plötzlicher Wechsel statt von Windstille bis zu starken Böen aber aus N. Es ist nicht notwendig, dass der Druckgradient bedeutend ist, um starke Böen hervorzurufen.

Diese Art von Situationen verhindert nicht die Bandung der Flugzeuge, da der Wind längs zur Piste weht, wenn er anfängt, stark zu wehen. Allerdings bilden sich während der starken Böen

aus N starke Turbulenzen im Landeanflug, und manchmal informieren die Piloten über Windscheren, womit diese Situation nicht ganz problemlos ist.

Bewölkung und meteorologische Phänomene

Während sich der Flughafen im Schatten des Reliefs befindet, bewegt sich die Bewölkung, die der Alisio mit sich bringen kann, über dem Meer östlich der Position des Flughafens, womit dieser keine Bewölkung aufweist. Wenn sich dieser innerhalb der Windströme aus N befindet, kann ihn die niedrige Bewölkung beeinflussen und es kann zu Niederschlägen in Form von Schauern am Flughafen kommen, die die Flugoperationen normalerweise nicht behindern, obwohl sie beim Durchzug einer Front oder starker Instabilität heftig sein können.

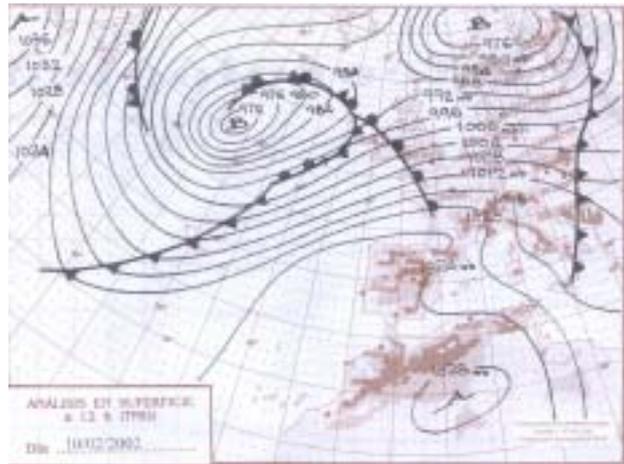
Beispiel Tag 3-2-96

Ein Beispiel für böige Winde aus N im Flughafen mit geringem Druckgradient in der Umgebung der Insel La Palma stellt die typische Situation dar, die am 30-1-96 begann und als Beispiel dient. In der Wetterkarte von 12 Z vom 3-2-96 (Seite 19) sieht man, dass die Isobaren weit auseinanderliegen, was nicht an starke Winde in La Palma denken lässt. Es kam aber den ganzen Tag über am Flughafen zu böigen Winden, wie man vom ersten METAR um 06 Z an feststellen kann:

GCLA 030600Z 36024G34KT 9999 BKN030 15/10 Q1012=

9- Windstille. Schwacher synoptischer Wind.

Wenn sich die Kanarischen Inseln im Zentrum eines Antizyklons oder im Bereich eines seichten Tief befinden, kann der Druckgradient über den Inseln vernachlässigt werden, weswegen eine Brisensituation besteht, die dazu neigt, die Temperaturunterschiede zwischen dem Meer und dem Inneren der Inseln auszugleichen.



Diese Art von Situationen findet fast nie in den Sommermonaten statt, in denen fast konstant die Alisiosituation besteht. Das kann man in der Tabelle der Windfrequenzen überprüfen, die angehängt wird (ANHANG II), aus der ersichtlich ist, dass in den Sommermonaten fast ausschliesslich Winde mit Komponente N überwiegen.

Wind am Flughafen

Am Flughafen weht die nächtliche Brise, deren lokale Bezeichnung Terral ist, vom Inneren der Insel in Richtung Meer WSW und die Brise tagsüber vom Meer in Richtung Land typischerweise OSO.

Die typische Sequenz eines Tages, der unter dem Einfluss von Brisen steht, ist dass während des frühen Morgens, während die Insel sich langsam abkühlt, im selben Rythmus die Stärke der Brise von Land zunimmt, bis zum Zeitpunkt der niedrigsten Tagestemperatur, das heisst bei Sonnenaufgang, diese die grösste Geschwindigkeit erreicht. Mit dem Aufgehen der Sonne und der Erwärmung des Inneren der Insel, verliert die Landbrise schnell an Kraft, bis Windstille erreicht wird, wenn die Temperatur der Erde und des Meers im Gleichgewicht sind, was normalerweise zwischen 9 und 10 morgens der Fall ist. Von diesem Moment an beginnt leicht die Tagesbrise zu wehen, die nachmittags zunimmt, um nachts wieder abzunehmen und erneut Windstille zwischen 8 und 9 nachts zu erreichen und erneut der Terral weht und der Prozess erneut beginnt.

Obwohl diese Winde quer zur Landebahn wehen, sind diese nie stark und schon gar nicht böig, weswegen sie die Flugoperationen nicht beeinträchtigen.

Es kann sich der Umstand ergeben, dass an den kältesten Wintertagen der Terral ziemlich stark weht (über 10 Knoten), weswegen die METAR-Berichte fälschlicherweise diejenigen glauben machen können, die die dominante synoptische Situation nicht kennen, dass eine schwierige Situation von Winden aus W bestehen kann, obwohl es sich in Wirklichkeit um schwache Winde und Brisen handelt

Bewölkung und meteorologische Phänomene

Bei diesen Situationen ist die Bewölkung in der Nähe des Flughafens normalerweise schwach. Wenn es etwas Instabilität und Feuchtigkeit in den unteren Schichten gibt, bilden die Brise des Meeres und der Berge Wolken, die sich tagsüber auf den Gipfeln der Insel entwickeln und aufgrund der geringen Dimensionen der Insel nie in Gewitter ausarten und deren Niederschläge, wenn sie denn bis zum Flughafen gelangen, immer schwach sind.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der Flughafen von La Palma befindet sich in einem meteorologisch privilegierten Gebiet, sowohl aufgrund der Seltenheit von meteorologischen Phänomenen, die ernsthaft die Flugoperationen beeinträchtigen, wie Nebel, Gewitter, starke Niederschläge etc. als auch wegen der guten Orientierung der Pisten hinsichtlich der dominanten Winde, weswegen die Windbedingungen am Flughafen folgendermassen zusammengefasst werden können:

Da La Palma eine hochliegende Insel ist und die Gipfel in Richtung N-S ausgerichtet sind und auch die Landebahnen nach N-S orientiert sind, neigen die Windströme, die auf die Insel stossen, dazu die gleiche Linie wie die Gipfel einzunehmen, und deswegen am Flughafen mit einer ausgeprägten Komponente N oder S zu wehen. Sie verstärken sich aufgrund von Zusammenfluss, ohne allerdings die Flugoperationen zu beeinträchtigen, da sie längs zur Piste wehen. Bei synoptischen Winden, die quer zum Flughafen wehen, bleibt dieser fast immer im windstillen Gebiet, sei es aufgrund von Diffluenzen im Falle von Winden der Komponente O oder durch Abschirmung durch die hohen Gipfel der Insel bei Winden aus Sektoren zwischen SW und NW. Ausschliesslich bei Strömen mit einer ausgeprägten Komponente W und ausreichender Stärke, um den Flughafen zu erreichen, der leewärts liegt, kann es zu Episoden starker Kreuzwinde kommen und diese sind aufgrund der besonderen Anordnung des Reliefs extrem gefährlich für die Flugoperationen. Die sonstigen Fälle von Querwinden tauchen auf, wenn kein nennenswerter synoptischer Wind weht und sich die Situation von Meer- und Landbrisen aufbaut, die die Operationen auf dem Flugplatz nicht beeinflussen.

Die Insel La Palma und besonders ihr Flughafen stellen ein ausgezeichnetes Labor zur Untersuchung des Einflusses des Reliefs auf die meteorologischen Variablen dar und wie die Windströme auf unterschiedlichen Niveaus durch eine grosse Bergerhöhung verändert werden, mit sehr interessanten und komplexen Phänomenen, die ein unabhängiges Studium verdienen, wie der "Herreño" und die den starken Winden aus W zugeordneten Phänomene. All dies aufgrund der Grösse und der geographischen Position der Insel, die in vielen Kilometern Umkreis um fie Sektoren, von denen die Luftmassen kommen keine geographischen Unregelmässigkeiten aufweist, weswegen sie wenige Turbulenzen aufweisen, nachdem sie viele Kilometer über offenem Ozean zurückgelegt haben. Hinzu kommt ein aussergewöhnliches Relief, das sie zu einer der höchsten Inseln der Welt im Verhältnis zu ihrer Ausdehnung macht.

Fernando Bullón Miró (e-mail: nambroque@yahoo.es)

Observador Aeronáutico. Oficina Meteorológica del Aeropuerto de La Palma.

Centro Meteorológico Territorial de Canarias Occidental.

Danksagungen:

Mein Dank geht an alle, die mir bei der Durchführung dieser Arbeit geholfen haben. An meinen Bruder Juan Carlos (GPV in Barcelona) und an meine Freunde Leopoldo Alvarez und Cristo J. Alejo (GPV in Las Palmas) weil sie das Dokument Korrektur gelesen haben und für ihre Unterstützung und Anregungen. An meine Kollegen des CMT für die westlichen Kanarischen Inseln, besonders an Juan José Bustos und Carmen Rus, für Ihre Beiträge und den letzten Schliff. An Gero Steffen für die Photos, die er mir freundlicherweise überlassen hat. An María José Torres und ihre Eltern für ihre Unterstützung und das Beibringen der Tricks der Textverarbeitung. An Pablo Batista, weil er seit Jahren mit mir sein Wissen und sein Interesse für das aussergewöhnliche Klima von La Palma teilt.

Als letztes möchte ich einen besonderen Dank meiner Frau aussprechen, weil sie mich unermüdlich in meinem Interesse für die Meteorologie unterstützt.

Referenzen:

Manuel Ledesma und Gabriel Baleriola. "Meteorología aplicada a la aviación". Ed. Pananinfo.
Andrés Capdevila (GPV Valencia). "Notas sobre la meteorología en el Aeropuerto de La Palma (GCLA)"
Alfonso Ascaso Liria und Manuel Casals Marcén. "Vocabulario de Términos Meteorológicos y Ciencias Afines" INM, 1986
Roger G. Barry und Richard J. Chorley. "Atmósfera, tiempo y clima". 7ª edición. Ed. Omega

Photographien

-Die Satellitenphotos des Dunstes auf den Kanarischen Inseln (Seite 9) habe ich der folgenden Website entnommen: www.geocities.com/TheTropics/Paradise/5607/2canarias_viasatelite.jpg

-Das Luftphoto vom Flughafen (Seite 2) wurde mir vom Flughafen La Palma überlassen

-Der Wolkenwasserfall (Seite 6), Bergwellen (Seite 15) und Lenticularwolken (Seite 17 unten) wurden mir von Gero Steffen überlassen

17- abajo)

-Die restlichen Photos von Wolken stammen vom Autoren dieser Arbeit

ANHANG I – GLOSSAR DER BEGRIFFE

Windschere: (auf Englisch WIND SHEAR)

Bedeutende Veränderung der Windrichtung und/oder -geschwindigkeit über eine geringe vertikale oder horizontale Distanz.

Druckgradient:

Bezieht sich auf Veränderung, die der atmosphärische Druck je Abstandseinheit erfährt.

Seine Wichtigkeit liegt darin, dass je höher der Druckgradient ist, desto grösser ist die Windstärke, so dass auf der Isobarenkarte (wie die, die dem Text beigelegt sind), je enger zusammen die Isobaren erscheinen, desto höher der Druckgradient ist und als Folge die Windgeschwindigkeit und umgekehrt.

Temperaturumkehrung:

Normalerweise sinkt die Temperatur in den unteren Schichten der Atmosphäre mit steigender Höhe. Wenn in einer Schicht der Atmosphäre die Temperatur mit steigender Höhe zunimmt, sagt man, dass in dieser Schicht eine Temperaturumkehrung stattfindet.

Dieses Phänomen ist sehr wichtig, da es die senkrechten Bewegungen der Luft verhindert und hat eine Deckelwirkung für die Bewölkung, so dass die

Wolken darunter normalerweise nur bis zur Basis der Umkehrung senkrecht wachsen können.

METAR:

Wetterbericht von einem Flugwetteramt für die normalen Zwecke der Luftfahrt. Enthält kodiert die Wetterbedingungen am Flughafen zum Zeitpunkt der Sendung.

In der Sektion der Website des Nationalen Wetteramts (www.inm.es) findet man eine Erklärung zur Dekodierung.

Synoptischer Wind:

Wind, der aus dem Gleichgewicht der folgenden Kräfte resultiert: die des horizontalen Druckgradienten, die durch die Erdrotation (Coriolis) ausgelöste, die Zentrifugal- und die Reibkraft.

Man kann ihn aus einer Isobarenkarte ablesen, da er praktisch parallel zu den Isobaren weht mit einer leichten Abweichung in Richtung der Niederdruckzentren.

ANHANG II- MONATLICHE FREQUENZ DES WINDES

Zeitraum der Registrierung: 1983 – 1992 Beobachtungen von 06 bis 18 UTC

Windrichtung In Grad s	Windfrequenz												Jährlich
	JAN	FEB	MÄRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Windstille	13,0	17,2	12,1	14,0	15,0	6,9	0,9	3,0	10,5	12,3	14,3	14,5	11,1
Variable	0,1	0,3	0,3	0,5	0,0		0,1	0,2	0,1	0,7	1,0	0,8	0,4
350-010	8,4	9,6	13,8	9,7	8,2	9,8	14,5	18,9	11,8	9,0	8,8	7,0	10,8
020-040	34,9	34,7	45,7	46,4	44,8	60,5	73,4	59,7	43,4	35,8	30,4	23,3	44,4
050-070	8,1	6,6	5,9	7,0	10,7	10,2	5,4	6,9	11,1	10,4	6,7	6,8	8,0
080-100	1,8	1,7	1,1	1,7	4,3	1,6	0,3	1,2	2,4	3,0	2,1	2,3	2,0
110-130	1,6	1,6	1,2	2,1	2,2	0,9	0,2	0,6	1,6	2,1	1,9	1,8	1,5
140-160	2,5	2,9	2,0	3,5	2,8	0,8	0,1	0,9	3,0	4,2	3,5	4,1	2,5
170-190	4,6	4,3	2,5	4,0	1,7	1,2	0,1	0,3	2,6	3,7	4,4	8,4	3,2
200-220	1,9	0,8	1,4	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,8	1,9	2,8	0,9
230-250	1,0	0,7	0,8	1,0	0,7	0,2	0,1	0,3	0,4	0,6	2,3	2,5	0,9
260-280	4,0	3,2	1,9	1,4	2,3	1,0	0,2	0,6	1,9	3,7	5,2	6,1	2,6
290-310	9,6	7,0	3,2	2,7	2,5	1,6	0,6	1,3	3,5	6,7	8,6	10,8	4,8
320-340	8,5	9,4	8,2	5,4	4,6	5,2	4,1	6,0	7,5	6,9	8,9	8,9	7,0
Gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

