

"Auf dem L 888 über das Dach der Welt"



*Zusammenfassung eines Vortrages
von Flugkapitän und Dipl.-Ing.*

Claus Cordes

gehalten an der HAW Hamburg am 12. Dezember 2013

Veranstaltung der DGLR, der RAes und des VDI

Download: <http://hamburg.dglr.de>

Der kürzeste Weg von Europa zu den Metropolen Südostasiens führt über das "Dach der Welt". Das Überfliegen der innerasiatischen Hochgebirge erfordert jedoch umfangreiche flugbetriebliche Vorbereitungen und wäre auch ohne den Einsatz moderner Kommunikationstechniken kaum möglich. Der Vortrag beschreibt die Besonderheiten eines Fluges über die Luftstrasse Lima Triple Eight.

Inhalt

- 1 Hintergrund**
- 2 Voraussetzungen**
- 3 Bordseitige Notverfahren**
 - 3.1 Schubverlust
 - 3.2 Druckverlust
- 4 Fluchtrouten und Ausweichflugplätze**
- 5 Etablieren der Nachrichten- und Meldesysteme für Flugsicherung und Flugwetterdienst**
 - 5.1 Navigation
 - 5.2 Kommunikation
 - 5.3 Verkehrsdarstellung
- 6 Bodeninfrastruktur**
- 7 Wetter auf der Strecke**
- 8 Fazit**

1 Hintergrund

Der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten auf der Erde ist der Großkreis, der schnellste der minimum time track.

Seit die Reichweiten der eingesetzten Verkehrsflugzeuge non-stop-Flüge von Europa nach Südostasien ermöglichen, führen die Routen nach Fernost nicht mehr wie noch in den späten Siebziger- und frühen Achzigerjahren über die bekannten Zwischenlandeplätze wie Karachi, Delhi oder Calcutta nach Hong Kong, Bangkok oder Singapur und die anderen Metropolen Ostasiens, sondern an ihnen vorbei auf dem Großkreiskurs, von dem nur zu Zwecken der Nutzung (oder Vermeidung) der Strahlströme abgewichen wird. Dabei müssen die Hochgebirge Zentralasiens überflogen werden.

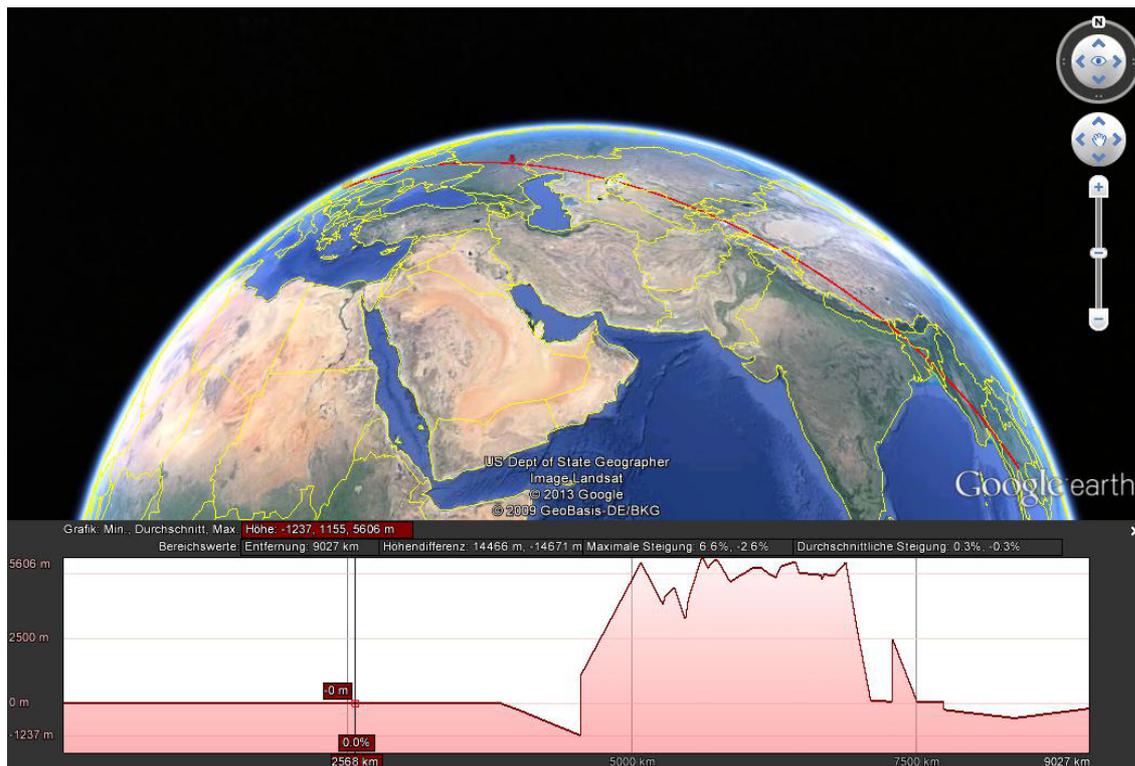


Bild 1: Großkreis Frankfurt – Bangkok mit Höhenprofil

Erste Erkundungsflüge haben schon in den Dreißiger Jahren stattgefunden. Bekanntgeworden ist der "Pamirflug" mit der Ju 52 D – ANOY unter dem

Kommando von Flugkapitän Freiherr von Gablenz im Jahre 1937, bei dem Mensch und Maschine an ihre Grenzen geführt werden mussten.

In Zeiten von Boeing 747, 777, Airbus 340 und 380 stellt das Überfliegen dieser Hochgebirgsregionen grundsätzlich kein Problem mehr dar. Dennoch müssen einige Besonderheiten berücksichtigt werden, um einen regelmäßigen und sicheren Betrieb auch bei Ausfall von Systemen und Komponenten zu garantieren.

2 Voraussetzungen

Um ein Befliegen dieser Region möglich zu machen, waren drei Grundvoraussetzungen zu erfüllen:

- Etablierung angemessener bordseitiger Notverfahren
- Etablieren der Nachrichten- und Meldesysteme für Flugsicherung und Flugwetterdienst
- Schaffung einer bodenseitigen Infrastruktur

Alle Maßnahmen zusammen schufen Mitte des ersten Jahrzehnts des 21. Jahrhunderts die Möglichkeit, auf einigen neu geschaffenen Luftstraßen über die innerasiatischen Hochgebirge von Europa nach Fernost zeit- und damit kostensparend zu operieren. Eine dieser Luftstrassen ist der LIMA 888.

3 Bordseitige Notverfahren

Beim Flug in großen Höhen können zwei gravierende Probleme auftreten:

- Ausfall eines oder mehrerer Triebwerke
- Ausfall der Kabinendruckanlage

Die damit verbundenen Probleme sind:

- **Schubverlust** und damit verbundene Notwendigkeit, Flughöhe aufzugeben
- Plötzlicher **Druckverlust** und damit die Notwendigkeit zur Einleitung eines Notsinkfluges auf Höhen, in denen ein Überleben an Bord möglich ist

Sowohl die Höhenaufgabe bei Schubverlust als auch insbesondere die Notwendigkeit eines Notsinkfluges sind nicht möglich, wenn das überflogene Gelände sehr hoch liegt.

3.1 Schubverlust

Folgende Zahlenbeispiele belegen die Problematik:

Ein Airbus A 380 mit einer Flugmasse von 500.000 kg hat eine optimale Reiseflughöhe von etwa 35.000 ft bei einer Reiseflugmachzahl von etwa $M = 0,84$. Nach Ausfall eines Motors sinkt die maximale Flughöhe auf etwa 31.000 ft und nach Ausfall von zwei Motoren auf etwa 14.000 ft.

Bei Anwendung des "drift-down-Verfahrens" steigt die mögliche Flughöhe mit zwei Motoren wegen des fortgesetzten Brennstoffverbrauches jedoch auf etwa 18.000 ft an. Das vertikale Profil stellt sich dar, wie in Bild 2. 20.000 ft werden also erst nach etwa 300 NM erreicht.

Da sich aber z. B. auf dem Weg nach Hong Kong die Mindestflughöhen wie darstellt wie in Bild 3 gezeigt, ist u. u. ein Abweichen von der Strecke notwendig.

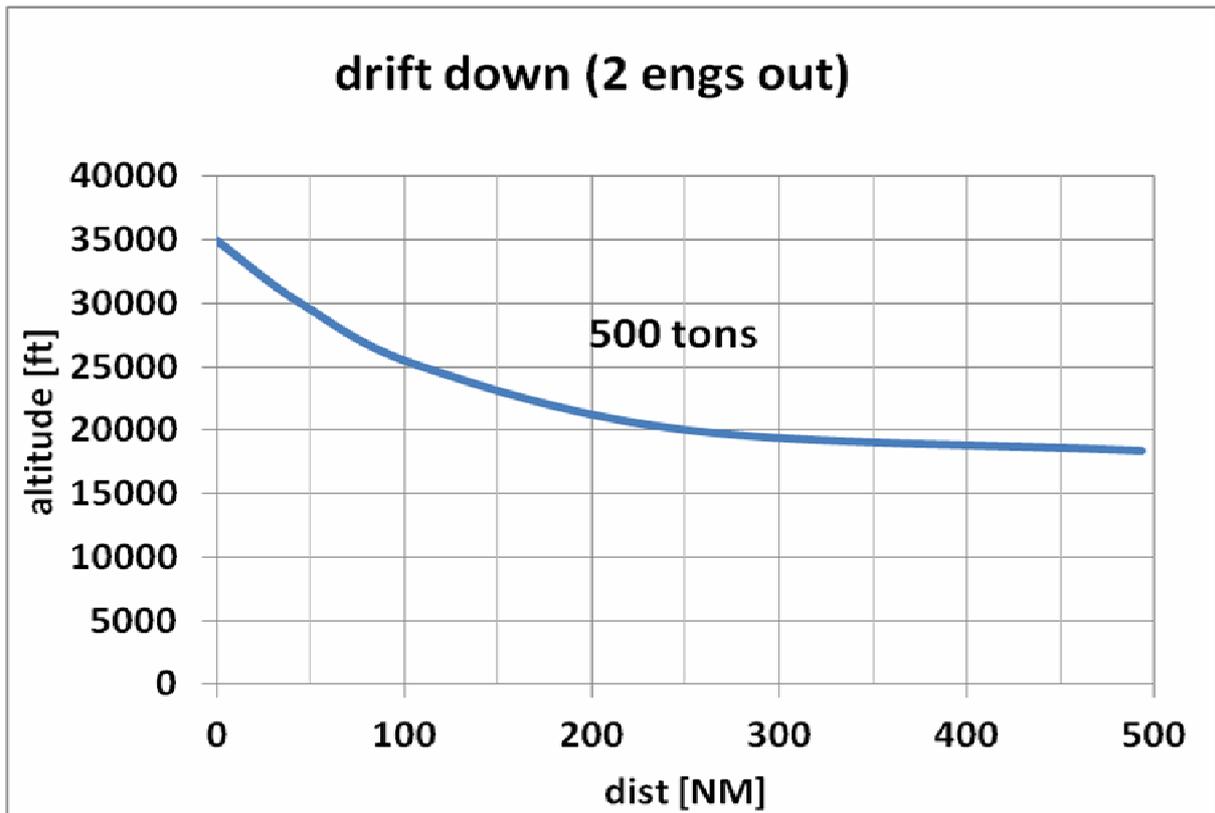


Bild 2: Anwendung des "drift-down-Verfahrens"

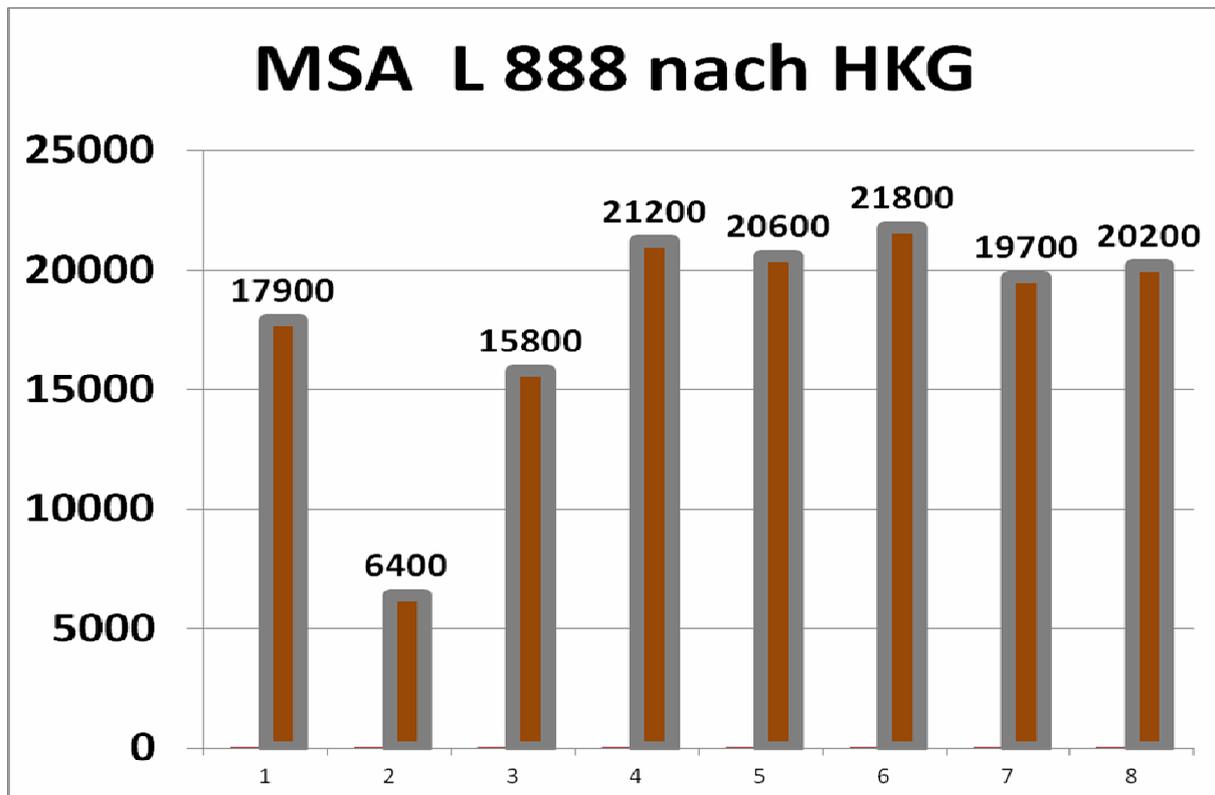


Bild 3: Mindestflughöhen auf dem Weg nach Hong Kong

3.2 Druckverlust

Der übliche Sauerstoffvorrat für Passagiere und Kabinenbesatzung ist nicht ausreichend, um Gebiete zu erreichen, die einen Weiterflug ohne Sauerstoffgabe ermöglichen. Deswegen müssen große Mengen Sauerstoff in separaten Flaschen mitgeführt werden.

4 Fluchtrouten und Ausweichflugplätze

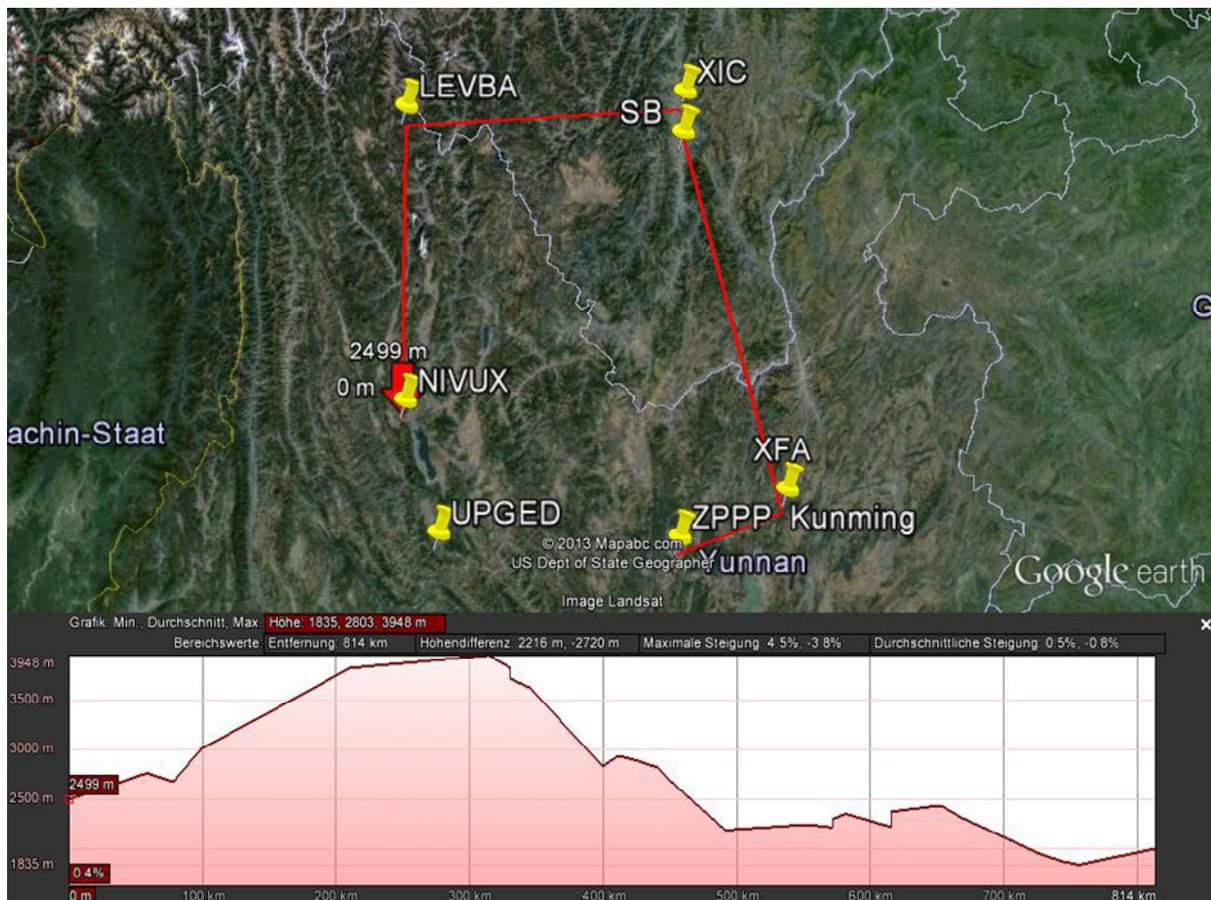


Bild 4: Beispiel einer Fluchroute zu einem Ausweichflugplatz

Um sowohl die Hindernisfreiheit bei Motorausfall als auch das rechtzeitige Erreichen niedrigen Terrains zu ermöglichen, sind mehrere "escape-routes" eingerichtet. Die Besatzung muss ständig neu planen, um beim Auftreten eines

der genannten Probleme sofort reagieren und ein Ausweichmanöver einleiten zu können. Dennoch sind u. U. große Distanzen zu überwinden, um einen der Ausweichplätze zu erreichen.

Es stehen eine Reihe von Ausweichflugplätze zur Verfügung (Tabelle 1). Die Entfernung von bestimmten Wegepunkten zu den Ausweichflugplätzen enthält Tabelle 2.

Tabelle 1: Ausweichflugplätze am L 888 (ICAO Kennung, elevation, minimum sector altitude, Höhenmessereinstellung, Landebahnlänge und Anflugverfahren)

Ausweichflughäfen für L 888					
UAAA	ZLLL	ZPPP	ZUUU	ZWSH	ZWWW
Almaty	Lanzhou	Kunming	Chengdu	Kashi	Urumqi
2.233 ft	6.388 ft	6.217 ft	1.680 ft	4.528 ft	2.126 ft
18.400 ft	11.700 ft	11.500 ft	7.300 ft	12.700 ft	15.800 ft
m QFE	m QNH	m QNH	m QNH	m QNH	m QNH
4.398 m	3.600 m	3.400 m	3.600 m	3.200 m	3.620 m
CAT 3	CAT 1	CAT 1	CAT 2	CAT 1	CAT 1

Tabelle 2: Entfernung von bestimmten Wegpunkten zu drei gewählten Ausweichflugplätzen

von Wegpunkt	nach Flughafen	Entfernung [NM]
RULAD	UAAA	192
KCA		326
SADAN		474
NOLEP		629
 		
RULAD	ZWSH	319
KCA		418
SADAN		508
NOLEP		681
TONAX		767
 		
RULAD	ZWWW	552
KCA		237
SADAN		425
NOLEP		580
TONAX		749
LEBAK		764
TEMOL		827
MUMAN		968

Bei einer Umkehrkurve auf der Luftstrasse darf der Schutzbereich – ausser bei Tag und klarer Sicht – nicht verlassen werden. Dazu ist ein besonderes Umkehrverfahren notwendig wie in Bild 5 gezeigt.

$$60^\circ + 240^\circ = 300^\circ$$

Zeit : ca. 6'20" bei 450 kts und $\rho = 25^\circ$



TAS [kts]	380	420	460	500
d [NM]	31	38	46	54
t [mm:ss]	04:50	06:00	07:20	08:40

Bild 5: Umkehrkurve auf einer Luftstrasse

Bei der Bestimmung des letzten möglichen Wendepunktes auf einem Streckenabschnitt muss die Zeit zur Umkehr berücksichtigt werden. Der Umkehrpunkt ansich wird bestimmt wie in Bild 6.

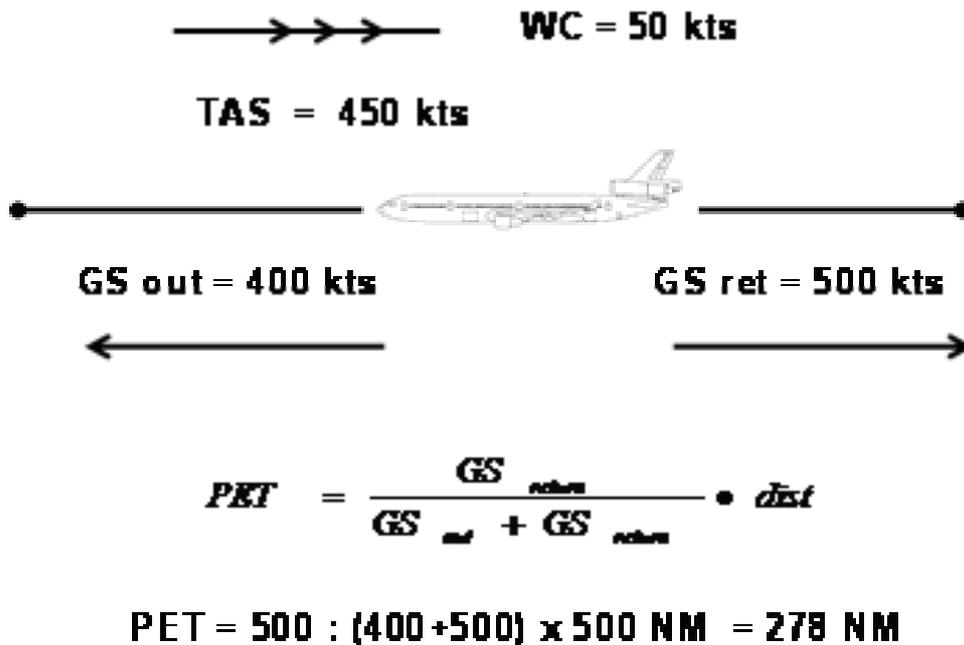


Bild 6: Bestimmung des Umkehrpunktes

Flugzeuggewicht und Restkraftstoffmenge müssen bei der Wahl des Umkehrpunktes unbedingt berücksichtigt werden (Bild 7).

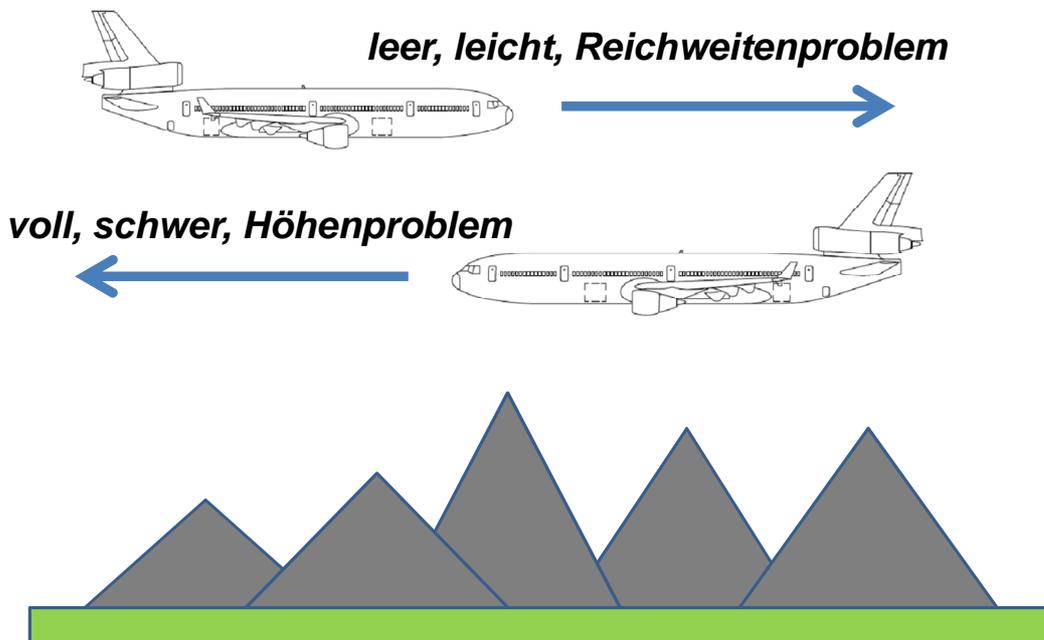


Bild 7: Praxisgerechte Wahl des Umkehrpunktes

Bei Flügen nach Westen sind die Maschinen wegen der kurzen Flugzeit bis zum L 888 noch sehr schwer, weil auch auf den Gegenwindstrecken sehr viel mehr Kraftstoff mitgeführt werden muss.

Bei Flügen nach Osten hingegen sind die Kraftstoffvorräte schon sehr niedrig, weil der Zielort näher rückt. Das macht eine Umkehr u. U. unmöglich. Ggf. muss extra-Kraftstoff mitgeführt werden.

5 Etablieren der Nachrichten- und Meldesysteme für Flugsicherung und Flugwetterdienst

FANS (future air navigation system) ist ein Sammelbegriff für Maßnahmen der Verbesserung von:

- Navigation
- Kommunikation
- Verkehrsdarstellung
- Kapazitätsmanagement

5.1 Navigation

Durch die Kombination von Trägheits- und Satellitennavigation werden hohe Genauigkeiten der Navigation erreicht (Bild 8).

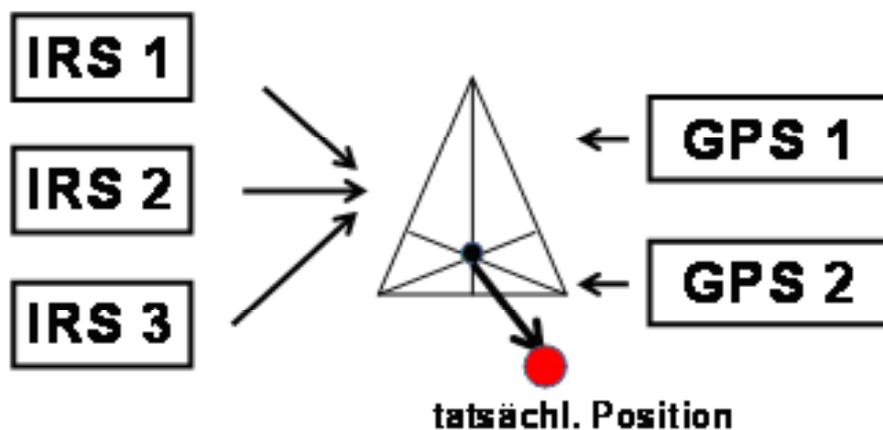


Bild 8: Kombination von Trägheits- und Satellitennavigation

5.2 Kommunikation

communication
C P D L C

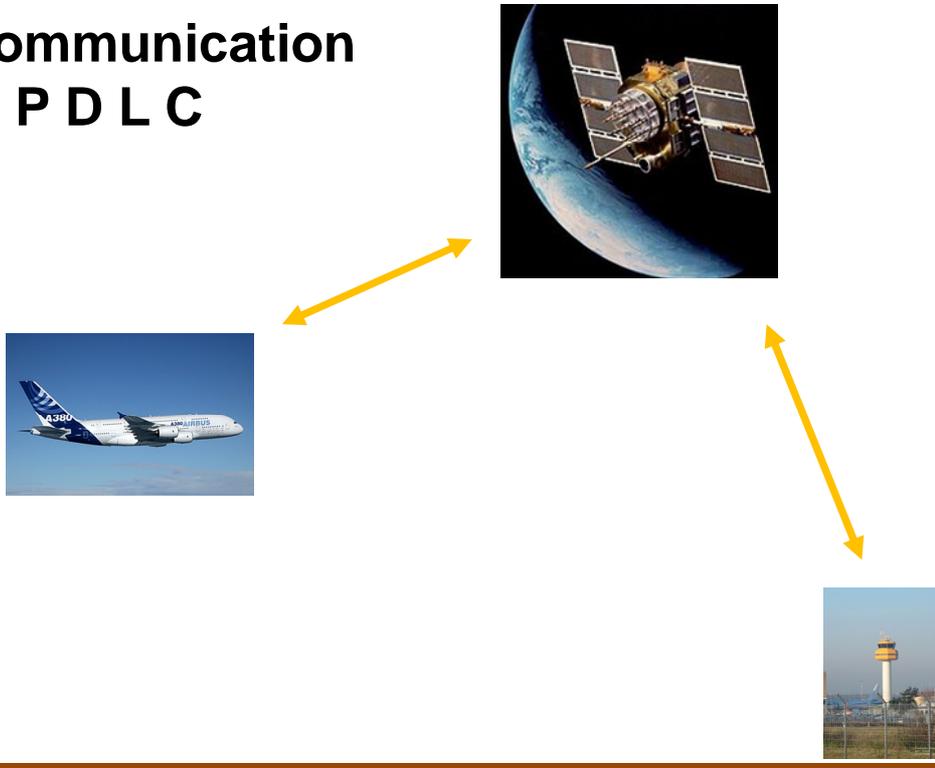


Bild 9: Controller Pilot Data Link Communication (CPDLC) ersetzt zunehmend den Sprechfunkverkehr



Bild 10: Meldungen und Freigaben werden als Textmeldungen versendet
Controller

5.3 Verkehrsdarstellung

Durch die Übermittlung der Flugzeugposition aus der Navigationsanlage über Satellit kann ein synthetisches Bild der Verkehrslage auch ausserhalb der Reichweite von Radaranlagen erstellt werden, wodurch die Staffelungsabstände verringert werden können.

6 Bodeninfrastruktur

Durch das enorme Bauprogramm der chinesischen Regierung nimmt die Zahl potenzieller Ausweichplätze stetig zu.

7 Wetter auf der Strecke

Besonders im Winterhalbjahr treten erhebliche Windkomponenten auf, da der Subtropenjet an der Grenze von Warmluft über dem indischen Subkontinent und Kaltluft über Zentralasien zu starken Westwinden führt. Der stark ansteigende Kraftstoffbedarf erhöht die Flugmasse erheblich.

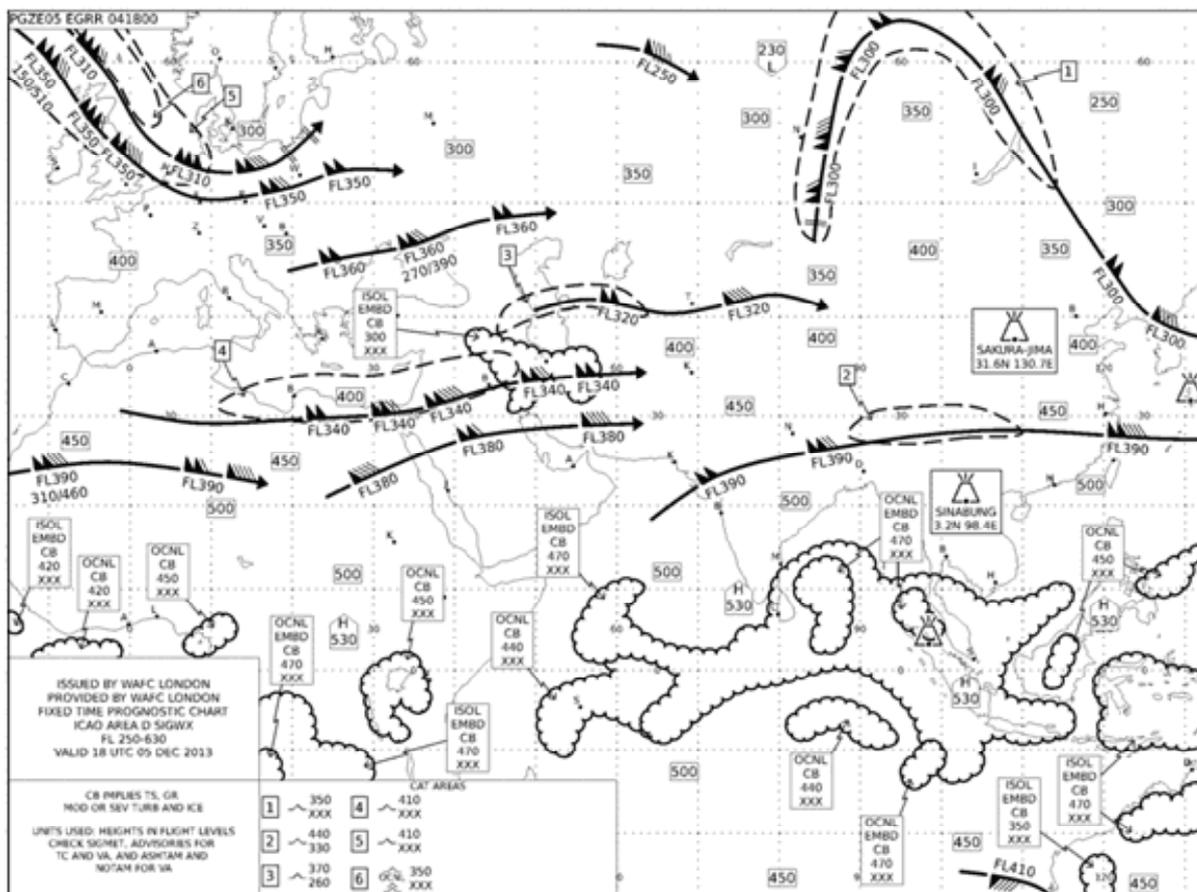


Bild 11: Darstellung der Windsituation am 05.12.2013 über Europa und Asien

Zudem treten in den Sommermonaten an dieser Luftmassengrenze häufig Gewitter auf, die weit über die üblichen Flughöhen hinaus aufragen und nicht überflogen werden können.

8 Fazit

Die Einrichtung neuer Luftstrassen durch Zentralasien ist durch verbesserte Navigations- und Kommunikationstechniken möglich geworden und hat die Flugzeiten auf den Routen von Europa nach Fernost erheblich verkürzt.

Dennoch müssen solche Flüge mit erheblichem Aufwand geplant und durchgeführt werden und verlangen von den Besatzungen beim Auftreten gravierender technischer Probleme besonnenes und dennoch entschlossenes Handeln, da einmal getroffene Entscheidungen irreversibel sein können.