

# Wolkenschnüffler



## Flugmeteorologie

### Allgemeine Luftfahrt



### Gewerblicher Luftverkehr



### Segelflugverkehr



### Sonstiger Luftverkehr



## Luftfahrt

Michael F. H. Krutina

Stand: Januar 2006

D:\Webseite\Deckblätter\ Luftfahrt Webseite.wpg



# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seitenzahl</b>
1. Entwicklung der Luftfahrt	1
2. Verkehrsarten der Luftfahrt	2
2.1 Gewerblicher Luftverkehr	2
2.1.1 Fluglinienverkehr (Scheduled air services)	3
2.1.2 Gelegenheitsverkehr (Non-Scheduled air transport)	3
2.2 Allgemeine Luftfahrt (General aviation)	3
2.3 Segelflug und sonstiger Luftverkehr	4
3. Luftfahrzeuge und Flugplätze	4
3.1 Luftfahrzeuge	4
3.1.1 Luftfahrzeugkennung	4
3.1.2 Leistungsdaten von einigen Lfz	6
3.1.3 Wetter und relevante Beratungskriterien von Lfz	7
3.1.4 Die Berliner Luftbrücke 1949	8
3.2 Flugplätze	9
3.2.1 Flughäfen	9
3.2.2 Landeplätze	11
3.3 Kennzeichnung der Start-und Landebahnen	13
3.4 Allwetterflugbetrieb	16
3.4.1 Betriebsstufen	16
3.4.2 Allwetterflugbetrieb in Deutschland	17
3.4.3 Instrumentenlandesystem (ILS)	19
3.4.4 Meteorologische Messeinrichtungen	23



# 1. Entwicklung der Luftfahrt

Jahrtausende beobachtete der Mensch den Vogelflug, versuchte ihn theoretisch zu erklären und mit Hilfe vogelähnlicher Geräte bis zum Ende des 19. Jahrhunderts vergeblich nach zu vollziehen. Der besonders aufmerksame und interessierte Zuschauer, der die Flugkünste unserer gefiederten Himmelsstürmer verfolgt, entdeckt dabei, dass sich ihre Bahn aus drei unterschiedlichen Komponenten zusammensetzt, dem Gleit-, Segel- und Ruderflug mit Muskelkraft.

Jedoch erst Otto Lilienthal erkannte die jahrhundertlang unterschätzte große Bedeutung des Gleitfluges und unternahm nach jahrelangen Vorbereitungen und theoretischen Studien - er veröffentlichte 1889 das Werk 'Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst' - die ersten praktischen Gleitflugversuche in den Jahren 1890 bis 1896.

Der rasche technische Fortschritt im Motorenbau führte dann zur Entwicklung des Motorflugzeuges, wobei den Gebrüdern Wright am 17. Dezember 1903 an der amerikanischen Atlantikküste die ersten vier Flüge glückten. Der letzte und längste dauerte 59 Sekunden und die zurückgelegte Strecke betrug 255 Meter. Die nun einsetzende rasante Entwicklung der Motorflugzeuge zeigen die Flugdaten der Tabelle 1.

**Flugdaten aus den Jahren 1909 und 1914 (Tab. 1)**

	<b>Flugmeeting in Reims 1909</b>	<b>Weltrekorde 1914</b>
<b>Höchstgeschwindigkeit</b>	56.5 km/h	197 km/h
<b>Flugdauer</b>	3 h	24 h 10 min
<b>Flugstrecke</b>	180 km	2079 km
<b>Flughöhe</b>	158 m	8150 m

Die Luftfahrt in den Gründerjahren bestand aus wenigen, niedrig fliegenden, kleinen und leichten Flugzeugen mit geringer Reichweite, die sich nur bei guten Wetterbedingungen - ausreichende Sichtverhältnisse und geringe tiefe Bewölkung - in die Luft wagen konnten.

Die weitere Entwicklung der Zivilluftfahrt führte dann im Laufe der folgenden Jahrzehnte zu einem ganzen Größenspektrum verschiedener Flugzeugtypen mit unterschiedlichen Reichweiten, Reiseflughöhen und Geschwindigkeiten. Der sich damit ergebende grenzüberschreitende, dichte Flugverkehr erforderte eine internationale Zusammenarbeit (ICAO) und eine Reglementierung der Luftfahrt aus Flugsicherheitsgründen (Betrieb und Führung eines Luftfahrzeuges in der Luft, Regelung des Roll-, Start- und Landebetriebs).

## 2. Verkehrsarten der Luftfahrt

Die Luftfahrt gliedert sich in den gewerblichen Luftverkehr, die Allgemeine Luftfahrt (AL), den Segelflug, den sonstigen Luftverkehr und den militärischen Luftverkehr (Flüge im militärischen Auftrag).

### 2.1 Gewerblicher Luftverkehr

Die Aufgabe des in den letzten 30 Jahren hohe Wachstumsraten zeigenden weltweiten gewerblichen Luftverkehrs setzt sich einerseits aus dem Transport von Luftfracht - der Luftfrachtverkehr stellt heute die wesentliche Wirtschaftsgröße der Fluggesellschaften dar - und andererseits aus der Beförderung von Passagieren zusammen.

Weiterhin lässt sich der gewerbliche Luftverkehr in zwei von der Aufgabe her unterschiedliche Transportarten gliedern, den Linienluftverkehr (Scheduled air services) und nicht-planmäßigen Luftverkehr (Non-scheduled air transport).

Dieser kommerzielle Luftverkehr ist kundenorientiert und wird deshalb durch das Gesetz von Angebot und Nachfrage geprägt, so dass Entfernung, Zeit, Kosten und Zuverlässigkeit des Transports die bestimmenden Faktoren sind.

#### ICAO-Statistik der zivilen Verkehrsluftfahrt (Tab. 2)

Zeitraum	Passagier- und Frachttransport des Linienluftverkehrs	
	Anzahl der Personen	Prozent der Erdbevölkerung
im Jahre 1945	9 Millionen	< 0.5
im Jahre 1993	1.2 Milliarden	ca. 25
im Jahre 2001*	1.8 Milliarden*	ca. 30*
in 50 Jahren (1945 - 1994)	25 · 10 <sup>9</sup> Passagiere (5 · Erdbevölkerung)	
	36 · 10 <sup>9</sup> P <sub>k</sub>	ca. 120000 Flüge zur Sonne und zurück
	350 · 10 <sup>6</sup> t Fracht	ca. 10 <sup>6</sup> vollbeladene B-747
*	geschätzt	
1 P <sub>k</sub>	Passagier-Kilometer; 1P <sub>k</sub> entspricht einem Passagier, der 1 km weit fliegt	
B-747	ältere Version des Jumbojets von Boeing mit einem maximalen Startgewicht von etwa 350 t	

Quelle : [ ICAO im Internet]

### **2.1.1 Fluglinienverkehr (Scheduled air services)**

Fluglinienverkehr sind alle Flüge, bei denen Personen oder Sachen durch Luftfahrzeuge auf bestimmten Linien öffentlich und regelmäßig befördert werden (§ 21 LuftVG). Der Fluglinienverkehr umfasst damit alle Flüge des planmäßigen Passagier-, Post- und Frachttransports, der nach einem veröffentlichten Flugplan und auf feststehenden Routen erfolgt.

Markante statistische Werte der ICAO zeigt die Tabelle 2.

### **2.1.2 Gelegenheitsverkehr (Non-Scheduled air transport)**

Als gewerblicher Gelegenheitsverkehr wird jeder gewerbliche Luftverkehr bezeichnet, der nicht Fluglinienverkehr ist (§ 22 LuftVG). Diese Art der Luftfahrt setzt sich aus Ferien-Pauschalflügen (Touristik-Charter) und sonstigen Charter- oder Bedarfsflügen, wie z.B. dem Bäderverkehr, zusammen.

## **2.2 Allgemeine Luftfahrt (General aviation)**

Als Allgemeine Luftfahrt (AL) oder General aviation (GA) wird der Flugbetrieb bezeichnet, der nicht als Fluglinien- und Gelegenheitsverkehr, weder als Segelflug noch im Rahmen der militärischen Luftfahrt durchgeführt wird. Dazu zählen alle Flüge, die mit Luftfahrzeugen für eigene Zwecke, im Geschäftsreiseverkehr und für sportliche oder sonstige nicht gewerbliche Absichten erfolgen. Dieser Zweig der Luftfahrt stellt in der Bundesrepublik Deutschland wie auch in anderen Ländern etwa 90 % der gesamten Zivilluftfahrt dar, befördert heute weltweit über 90 Millionen Passagiere und gliedert sich in die Hauptgruppen

- Reiseflugverkehr mit Privatflugzeugen,
- Geschäftsreiseverkehr mit firmeneigenen oder gecharterten Flugzeugen,
- Wirtschaftsluftfahrt mit Rund-, Bild- oder Vermessungsflügen,
- Agrarfliegerei in Land- und Forstwirtschaft (z.B. zur Schädlingsbekämpfung),
- Sportfliegerei,
- Regierungsflüge und
- Ausbildungsflüge von Luftfahrerschulen.

## 2.3 Segelflug- und sonstiger Luftverkehr

Der Segelflugverkehr umfasst Flüge mit Segelflugzeugen sowie Motorseglern und der sonstige Luftverkehr beinhaltet alle nichtmilitärischen Flüge, die nicht zum gewerblichen Luftverkehr, zur Allgemeinen Luftfahrt und zum Segelflug zählen.

### Sonstiger Luftverkehr (Tab. 3)

Luftsportveranstaltungen	Rettungsflüge
Polizeiflüge	Ballon- und Luftschiffahrten
Fallschirmabsprünge	Hängegleiterflüge
Gleitfallschirmflüge	Werkstattflüge

## 3. Luftfahrzeuge und Flugplätze

### 3.1 Luftfahrzeuge (Lfz)

Unter dem Begriff 'Luftfahrzeug' versteht man jedes Gerät, das in der Erdatmosphäre in Höhen von mehr als 30 Metern über Grund und Wasser betrieben werden kann.

### Luftfahrzeuge nach § 1 (1) des Luftverkehrsgesetzes (Tab. 4)

Flugzeuge	Frei- und Fesselballone	sonstige für die Benutzung des Luftraumes bestimmte Geräte, sofern sie in Höhen von mehr als 30 m agl betrieben werden können
Drehflügler	Drachen	
Luftschiffe	Rettungsfallschirme	
Segelflugzeuge	Flugmodelle	Raumfahrzeuge, Raketen und ähnliche Flugkörper, solange sie sich im Luftraum befinden
Motorsegler	Luftsportgeräte	

#### 3.1.1 Luftfahrzeugkennung

Deutsche Flugzeuge, Drehflügler, Luftschiffe und Motorsegler führen als Staatszugehörigkeitszeichen die Bundesflagge und den Buchstaben D.

Nach dem Buchstaben D weisen Flugzeuge eine weitere besondere Kennzeichnung (Eintragungszeichen) in Form von vier weiteren Buchstaben (LuftVZO Anlage 1 Nr. II, AIP GEN 2.1-2) auf, von denen der erste ihre Gewichtsklasse (s. Tabelle 5) festlegt.

### Kennung von Luftfahrzeugen (Tab. 5)

Gewichtsklasse (max. Fluggewicht)	1. Buchstabe	Art des Luftfahrzeuges	1. Buchstabe/bzw. Kennzeichen
über 20 t	A	Drehflügler	H
von 14 bis 20 t	B	Luftschiffe	L
von 5.7 bis 14 t	C	Motorsegler	K
einmotorig bis 2 t	E	Luftsport- geräte motorgetrieben nichtmotorge- trieben	M
von 2 bis 5.7 t	F		N
mehrmotorig bis 2 t	G	bemannte Freiballone	O
von 2 bis 5.7 t	I	Segelflugzeuge	4-stellige Nummer

Tabelle 6 zeigt die in den Jahren 1985, 1998 und 1999 in der Bundesrepublik zugelassenen Luftfahrzeugtypen. Wie zu erkennen ist, hat der Bestand an Verkehrsflugzeugen mit wachsendem Ferienflugverkehr erheblich zugenommen und sich von 1985 bis 1999 fast verdreifacht hat.

### Anzahl der zivilen Luftfahrzeuge in Deutschland (Tab. 6)

Klasse		Anzahl		
		2001	2002	2003
A	Flugzeuge über 20 t	612	619	653
B	Flugzeuge über 14 bis 20 t	60	55	54
C	Flugzeuge 5.7 bis 14 t	191	184	179
E	einmotorige Flugzeuge unter 2 t	6813	6731	6658
F	einmotorige Flugzeuge 2 bis 5.7 t	95	92	97
G	mehrmotorige Flugzeuge unter 2 t	207	208	205
I	mehrmotorige Flugzeuge 2 bis 5.7 t	476	467	452
H	Drehflügler (Hubschrauber)	721	731	725
K	Motorsegler	2434	2494	2533
L	Luftschiffe	5	5	6
O	Ballone	1474	1400	1362
4 Ziff.	Segelflugzeuge	7771	7728	7686
<b>Luftfahrzeuge gesamt</b>		<b>20859</b>	<b>20714</b>	<b>20610</b>

Bestand an Luftfahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland jeweils zum 31.12. In den Jahren 2001, 2002 und 2003

Quelle: [LBA]

### 3.1.2 Leistungsdaten von einigen Luftfahrzeugen

Wie bei Personenkraftwagen existiert ein breit gefächertes Spektrum an unterschiedlichen Luftfahrzeugtypen, deren Größe und Leistungsdaten sich erheblich voneinander unterscheiden. Die Tabelle 7 zeigt dazu einige wenige, ausgewählte Luftfahrzeugtypen.

**Luftfahrzeugtypen (Tab. 7)**

Typ; Triebwerkszahl; Einsatzart	Maximales Startgewicht	Maximale Ge- schwindigkeit	Reichweite [km]		Reiseflug- höhe [km]
			maximal	bei max. Nutzlast	
Antonov AN-225 MRIJA; 6; mili- tärliche und zivile Transporter	600 t	850 km h <sup>-1</sup>	–	ca. 4500	–
Boeing B 747-400; 4; Verkehrs- flugzeug Langstrecke	363 t 386 t 395 t	976 km h <sup>-1</sup>	15410	12870	–
Airbus A340-500; 4; Verkehrs- flugzeug Langstrecke	372 t	930 km h <sup>-1</sup>	>17000 km	–	–
Airbus A300-600; 2; Verkehrs- flugzeug Mittelstrecke	165 t	891 km h <sup>-1</sup>	5200	–	12.2 Gipfelhöhe
Boeing B 767-300; 2; Verkehrs- flugzeug Mittelstrecke	156 t	906 km h <sup>-1</sup>	9915	5965	11.9
Airbus A320-200; 2; Verkehrs- flugzeug Mittelstrecke	73.5 t	903 km h <sup>-1</sup>	–	5318	11.3
Boeing B 737-500; 2; Verkehrs- flugzeug Mittel- und Kurzstrecke	52.4 t	912 km h <sup>-1</sup>	6389	2519	10.7
Fokker 50; 2; Regionalflugver- kehr	19.0 t 20.8 t	532 km h <sup>-1</sup>	4120	2943	7.6
Cessna 560 Citation; 2; Firmen- flugzeug	7.7 t	791 km h <sup>-1</sup>	–	ca. 4000	max. 14
Piper PA-46-310P Malibu; 1; Sportflugzeug	1.9 t	409 km h <sup>-1</sup>	ca. 3000	–	max. 7.6
Piper PA-18-150 Super Cup; 1; Sportflugzeug	0.8 t	210 km h <sup>-1</sup>	–	–	max. 6.5
Ikarus C 22; 1; Ultra-Leicht- Flugzeug	0.2 t	59 km h <sup>-1</sup>	189	–	–
BO 105 C; 2; Hubschrauber	2.3 t	Reisegeschw. 232 km h <sup>-1</sup>	575	–	5.0 (Gipfel- höhe)

### 3.1.3 Wetter und relevante Beratungskriterien von Lfz

Der heutige moderne, zivile, gewerbliche Luftverkehr ist kommerziell und damit kundenorientiert aufgebaut, so dass er durch das marktwirtschaftliche Gesetz von Angebot und Nachfrage weitgehend geprägt wird.

Die maßgeblichen Faktoren des Lufttransports von Fracht, Post und Passagieren sind deshalb Entfernung, Flugzeit, Kosten und Zuverlässigkeit.

### Wetterinformationen für die Luftfahrt (Tab. 8)

Luftfahrzeug		spezielle Eigenarten, relevante Wetterinfos
Klasse	typische Merkmale	
Supersonic-Flüge und hochfliegende Jets	meist interkontinentaler IFR-Flugverkehr  Reiseflughöhen 8 - 18 km (FL 270 - FL 600)  Flugdauer bis 14 h	im Reiseflug relativ unabhängig vom Wetter (Ausnahme ☞ hochreichende tropische Konvektion)  langandauernde Flüge ☞ allgemeine Höhen-Zirkulation bedeutend für Flugplanung und Entscheidung von Umleitungen  Vorhersage der Höhenwindfelder in den Reiseflughöhen und Wetterbedingungen an Ziel-/Ausweichflughäfen
Turboprop- und Propeller-Flugzeuge	Kurz- und Mittelstrecken-Flugverkehr, 300 - 3000 km, meist IFR  Flughöhe bis ≈ 8 km (FL 270)  Flugdauer wenige h	Wetter der mittleren/hohen Troposphäre (Fronten, Gewitter, usw. . . und ihre Phänomene (Turbulenz, Vereisung, usw..) relevant  Beratung beruht auf Daten von Kurzfristprognose (0 bis ≤ 3 Tage) und vom Nowcasting (≤ 6 h)
einmotorige Flugzeuge, Helikopter, Ultra-Leichtflugzeuge	Flugstrecke bis 1000 km, meist VFR  Flughöhe bis 3 km (FL 100)	alle Wettergefahren von Bedeutung, relativ hohe Unfallrate durch Wettereinflüsse  Low-level-SWC, normale Flugwetterberatung und Nowcasting (≤ 6 h) ermöglichen gute Flugplanung
Segelflugzeuge, Drachen	Flugstrecke von Segelflugzeugen bis > 1500 km  Flugstrecke von Drachen bis > 300 km, Gleitflugverhältnis ca. 1 : 10	Nutzung spezieller Wetterlagen; konvektive Aufwinde, Wellen, Hangwinde usw. . .  für Beratung große meteorologische Erfahrung und Grundkenntnisse des Segelfluges erforderlich; Langstreckenflüge erfordern gründliche und detaillierte Einarbeitung in Wetterlage und -entwicklung  signifikant sind besonders Gewitter und Turbulenz  Drachen reagieren teilweise sehr sensibel auf starke Auf- und Abwinde und Turbulenz
Ballone	Fahrtrichtungswechsel schwierig	Bewegung mit der Luftströmung, Änderung der Fahrtrichtung nur durch Wechsel der Höhe in Luftschichten mit anderer Windrichtung möglich  vertikale Windverteilung und Temperaturschichtung (besonders für Heißluftballone) von essentieller Bedeutung
Fallschirme	normale Sprungfallschirme, Gleitschirme zum Fliegen (Gleitflugverhältnis ca. 1 : 4)	normale Fallschirme nicht abhängig von besonderen Wetterbedingungen  Gleitschirme nutzen für Streckenflüge Thermik, Wellen und Hangaufwinde; Hauptgefahr ist Turbulenz
Flugmodelle	nur in bodennaher Luftschicht	meist nur lokale Wetterverhältnisse  vertikales Windfeld bis wenige 100 m Höhe

Quelle : [WMO, - World Meteorological Day - 23.3.1989, Meteorology in the Service of Aviation]

Besondere Anforderungen an den Wetterdienst ergeben sich zusätzlich, wenn die Allgemeine Luftfahrt oder der Segelflug Wetterinformationen benötigt oder Luftsportveranstaltungen wie z.B. Segelflugwettbewerbe durchgeführt werden.

Gliedert man den Streckenflug eines Luftfahrzeuges in die drei Flugphasen Start und Steigflug, Reiseflug, Sinkflug und Landung, dann wird in Abhängigkeit von der Verkehrsart jeder dieser Flugabschnitte mehr oder minder stark vom Wetter beeinflusst. Beeinträchtigt werden dabei Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Passagierkomfort.

Eine der Hauptaufgaben des Flugwetterdienstes besteht deshalb in der Versorgung der Bedarfsträger der Luftfahrt mit allen meteorologischen Informationen, die für die Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Planung und Durchführung des Luftverkehrs von Bedeutung sind.

Die Tabelle 8 zeigt spezielle Eigenarten von Luftfahrzeugen und einige signifikante Wetterinformationen, die diese benötigen, um sicher, ökonomisch und passagierfreundlich fliegen zu können.

### **3.1.4 Die Berliner Luftbrücke 1949**

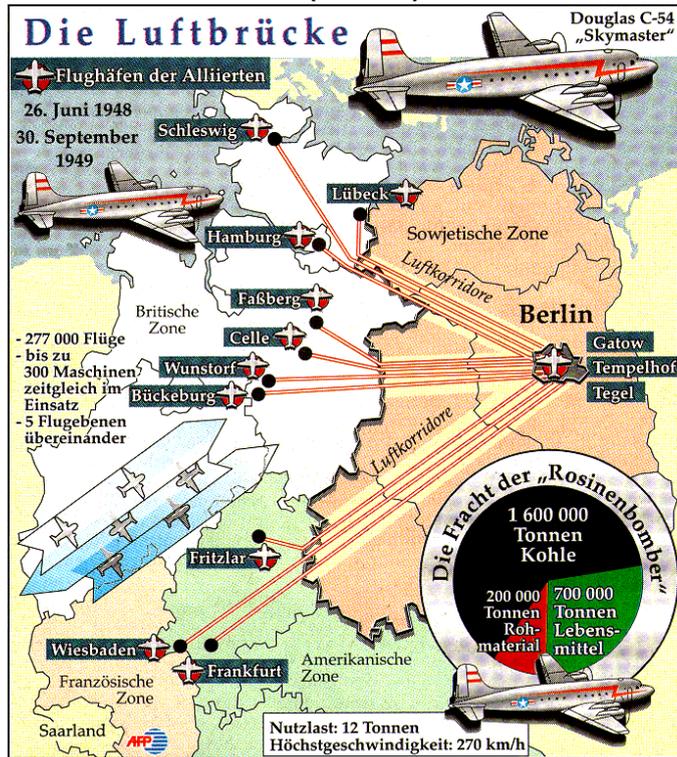
Eine der logistischen Meisterleistungen der Luftfahrt des 20. Jahrhunderts war der Transport aller lebensnotwendigen Güter vom 26. Juni 1948 bis zum 12. Mai 1949 nach Berlin.

Der vollständig von der russischen Besatzungszone umgebenen Millionenstadt sperrte die Sowjetunion vier Jahre nach dem 2. Weltkrieg alle Verkehrsstrecken auf dem Land- und Wasserweg. Überwiegend Amerikaner und Engländer richteten deshalb eine Luftbrücke ein und versorgten die Millionenstadt Berlin ausschließlich aus der Luft. Weil in den ersten Wochen der Blockade hauptsächlich Trockenfrüchte verfrachtet wurden, taufen die Berliner die Flugzeuge "Rosinenbomber". Auch nach dem Ende der Blockade am 12.05.1949 flogen die Alliierten noch bis zum 30. September 1949 Hilfsgüter nach Berlin ein.

USA und UK beförderten mit 277804 Flügen insgesamt 536705 Tonnen Lebensmittel, 1586030 Tonnen Kohle und 202775 Tonnen sonstige Hilfsgüter. Angeflogen wurden dabei die drei Berliner Flugplätze Gatow, Tempelhof und Tegel durch drei Korridore (North-, Center- und South-Corridor), die eine Breite von 20 nautischen Meilen und eine Höhe bis FL 100 aufwiesen, in 5 Flug-Ebenen übereinander. Bis kurz nach der Wiedervereinigung stellten übrigens diese Korridore den einzigen Zugang für Luftfahrzeuge nach Berlin dar.

Die Landeanflüge auf die drei Berliner Flugplätze erfolgten im 3-Minuten-Takt. Konnte eine Maschine aus irgendwelchen Gründen nicht aufsetzen und ausrollen, mußte sie aus Sicherheitsgründen durchstarten und vollbeladen zurückfliegen.

### Berliner Luftbrücke (Abb. 1)



Die USA und UK beförderten mit 277804 Flügen insgesamt 536705 Tonnen Lebensmittel, 1586030 Tonnen Kohle und 202775 Tonnen sonstige Hilfsgüter nach Berlin.

Angeflogen wurden die drei Berliner Flugplätze Gatow, Tempelhof und Tegel durch die drei Korridore North-, Center- und South-Corridor, die eine Breite von 20 nautischen Meilen und eine Höhe bis FL 100 aufwiesen, in 5 Flug-Ebenen übereinander.

Tegel wurde dazu als 3. Flugplatz in nur drei Monaten mit 20000 Personen fertiggestellt.

Die Landeanflüge auf die drei Berliner Flugplätze erfolgten jeweils im 3-Minuten-Takt. Konnte eine Maschine aus irgendwelchen Gründen nicht aufsetzen und ausrollen, mußte sie durchstarten und aus Sicherheitsgründen vollbeladen zurückfliegen.

Weil in den ersten Wochen der Blockade überwiegend Trockenfrüchte eingeflogen wurden, taufte die Berliner die Flugzeuge "Rosinenbomber".

## 3.2 Flugplätze

Der Begriff 'Flugplätze' beinhaltet in der Bundesrepublik Deutschland Einrichtungen am Erdboden, die dem Start oder der Landung von Luftfahrzeugen dienen. § 25 Absatz 1 des Luftverkehrsgesetzes (LuftVG) schreibt vor, dass Luftfahrzeuge - von einigen Ausnahmen abgesehen - nur während der Betriebsöffnungszeiten und auf den für sie zugelassenen Flugplätzen starten und landen können.

### Flugplatzarten (Tab. 9)

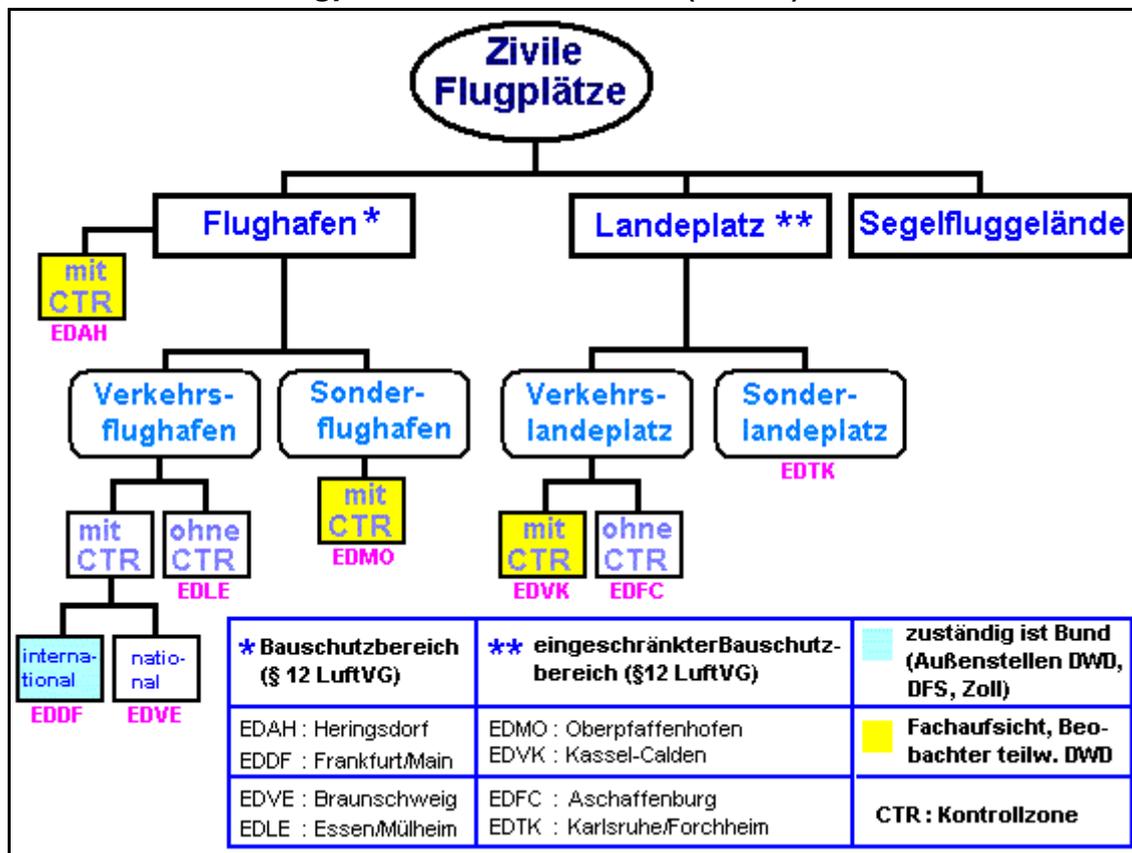
Militärflugplätze		
Flughäfen	Flughäfen des allgemeinen Verkehrs (Verkehrsflughäfen)	17 internationale Verkehrsflughäfen
	Flughäfen für besondere Zwecke (Sonderflughäfen)	
Landeplätze	Landeplätze des allgemeinen Verkehrs (Verkehrslandeplätze)	ca. 167
	Landeplätze für besondere Zwecke (Sonderlandeplätze)	ca. 194
Segelfluggelände (nur für den Segelflugsport)		

Nach §6 des Luftverkehrsgesetzes wird zwischen Flughäfen, Landeplätzen und Segelfluggeländen unterschieden (s. Tab. 9).

Je nach dem, ob die Luftfahrtinstitutionen DFS und DWD an einem Flugplatz für die Ausrüstung mit flugsicherheitstechnischen und meteorologischen Anlagen zuständig bzw. mit entsprechendem Personal vor Ort vertreten sind, werden zusätzlich noch folgende Flugplatzkategorien unterschieden :

- Verkehrsflughäfen mit Zuständigkeit des Bundes;
- Verkehrslandeplätze und Sonderflughäfen mit Kontrollzone mit einer Fachaufsicht durch DFS und DWD;
- unkontrollierte Flugplätze mit nicht gewerblichem IFR-Flugbetrieb ohne jede Zuständigkeit von DFS und DWD;
- Flugplätze mit VFR-Flugbetrieb ohne jede Zuständigkeit von DFS und DWD.

**Arten von zivilen Flugplätzen in Deutschland (Abb. 2)**



### 3.2.1 Flughäfen

Flughäfen sind Flugplätze, die nach Art und Umfang des vorgesehenen Flugbetriebs eine Sicherung durch einen Bauschutzbereich nach § 12 des Luftverkehrsgesetzes bedürfen. Der Bauschutzbereich gewährleistet, dass Hindernisse, die den Flugverkehr gefährden könnten, in der unmittelbaren Flugplatzumgebung und in den Anflugsektoren nicht errichtet werden dürfen. Nach § 38 LuftVZO werden Flughäfen meist genehmigt als

- Flughäfen des allgemeinen Verkehrs (Verkehrsflughäfen) und
- Flughäfen für besondere Zwecke (Sonderflughäfen).

#### 3.2.1.1 Verkehrsflughäfen

Als Verkehrsflughäfen werden Flughäfen des allgemeinen Luftverkehrs bezeichnet, für die überwiegend Kontrollzonen eingerichtet wurden.

Laut AIP VFR und der Streckenkarte der DFS für den unteren Luftraum existiert nur noch ein Verkehrsflughafen ohne Kontrollzone, nämlich Essen/Mülheim (EDLE).

#### 3.2.1.1.1 Internationale Verkehrsflughäfen

Die internationalen Verkehrsflughäfen sind alle durch Außenstellen der DFS, des DWD und des Zoll besetzt. Die Sicherung des Flugbetriebs erfolgt hier durch den Flugverkehrskontrolldienst der DFS und auch der Wetterdienst ist an diesen Flugplätzen mit einer Flugwetterwarte vertreten.

#### Internationale Verkehrsflughäfen (Tab. 10)

Flugbetrieb	IFR und VFR			
Verkehrsflughäfen für den internationalen gewerblichen Luftverkehr	Berlin - Schönefeld	EDDB	Hamburg	EDDH
	Berlin -Tegel	EDDT	Hannover	EDDV
	Berlin -Tempelhof	EDDI	Köln/Bonn	EDDK
	Bremen	EDDW	Leipzig/Halle	EDDP
	Düsseldorf	EDDL	München	EDDM
	Dresden	EDDC	Nürnberg	EDDN
	Erfurt	EDDE	Saarbrücken	EDDR
	Frankfurt Main	EDDF	Stuttgart	EDDS
internationaler Verkehrsflughafen	Münster/Osnabrück	EDDG		

### 3.2.1.1.2 Nationale Verkehrsflughäfen

Verkehrsflughäfen für den nationalen Luftverkehr weisen auch Kontrollzonen auf. Die Sicherung des Flugbetriebs obliegt hier den Beauftragten für die Luftaufsicht (BfL), die von den Ländern bestellt und vom DWD am BTZ in der Wetterbeobachtung fortgebildet werden.

#### Beispiele nationaler Verkehrsflughäfen mit Kontrollzone (Tab. 11)

Flugbetrieb	IFR und VFR
Braunschweig	EDVE
Westerland/Sylt	EDXW

### 3.2.1.2 Sonderflughäfen

Sonderflughäfen stellen Flugplätze für besondere Zwecke dar, die u.a. von Industriekonzerne genutzt werden. In Deutschland gibt es zur Zeit 2 Sonderflughäfen.

#### Sonderflughäfen (Tab. 12)

Lemwerder	EDWD	Aircraft Services Lemwerder GmbH; VFR und IFR, CTR Bremen
Oberpfaffenhofen	EDMO	Dornier GMBH Werke München; VFR und IFR, eigene CTR

## 3.2.2 Landeplätze

Landeplätze sind Flugplätze, die nach Art und Umfang des vorgesehenen Flugbetriebes eine Sicherung durch einen Bauschutzbereich nach § 12 des Luftverkehrsgesetzes nicht bedürfen und nicht nur als Segelfluggelände dienen.

Hier ist nur ein eingeschränkter Bauschutzbereich (§ 12 LuftVG) gültig und die Sicherung des Flugbetriebs erfolgt durch einen Flugleiter oder einen Beauftragten für Luftaufsicht (BfL).

Unterschieden werden

- Landeplätze des allgemeinen Verkehrs (Verkehrslandeplätze) und
- Landeplätze für besondere Zwecke (Sonderlandeplätze).

### 3.2.2.1 Verkehrslandeplätze

Verkehrslandeplätze beinhalten Landeplätze des allgemeinen Verkehrs, mit oder ohne Kontrollzone.

Verkehrslandeplätze mit Kontrollzone sind für VFR- und IFR-Flugbetrieb zugelassen und auf Verkehrslandeplätzen ohne Kontrollzone findet nur VFR-Flugbetrieb statt

#### Beispiele von Verkehrslandeplätzen mit Kontrollzone (Tab. 13)

Flugbetrieb	IFR und VFR	Flugbetrieb	IFR und VFR
Augsburg	EDMA	Kassel-Calden	EDVK

#### Beispiele von Verkehrslandeplätzen ohne Kontrollzone (Tab. 14)

Flugbetrieb	nur VFR	Flugbetrieb	nur VFR
Kempten-Durach	EDMK	Koblenz-Winningen	EDRK

### 3.2.2.2 Sonderlandeplätze

Sonderlandeplätze stellen Landeplätze für besondere Zwecke dar und besitzen keine Kontrollzone, so dass nur VFR-Flugbetrieb möglich ist.

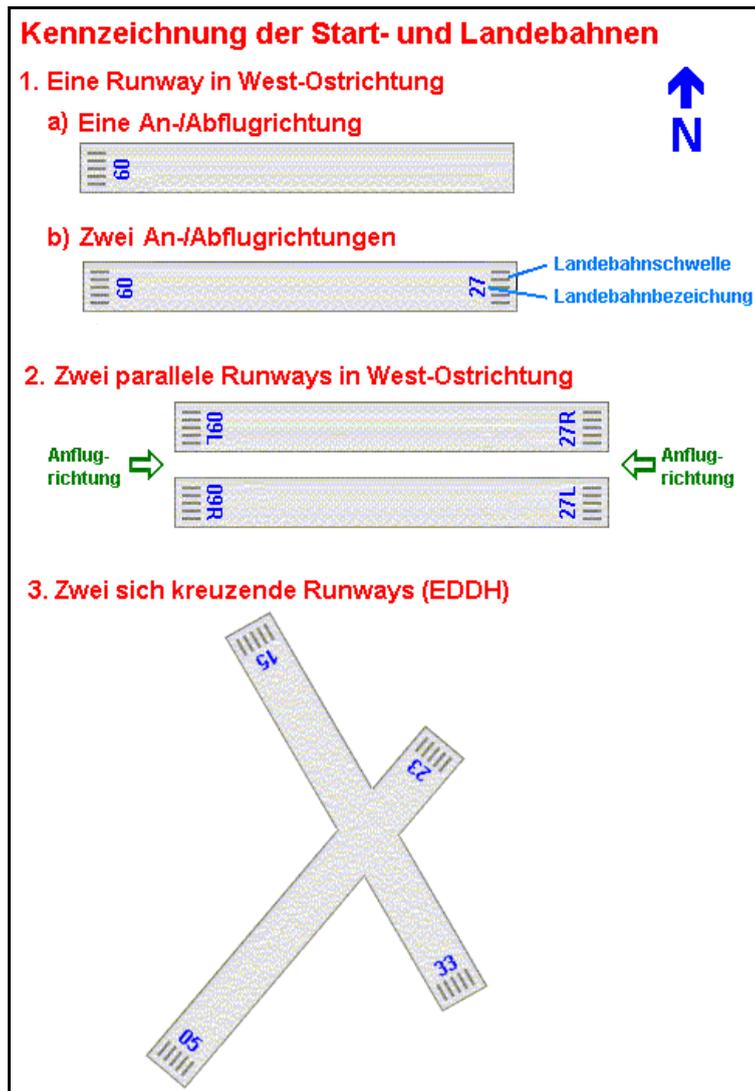
#### Beispiele von Sonderlandeplätzen (Tab. 15)

Flugbetrieb	nur VFR	Flugbetrieb	nur VFR
Leverkusen	EDKL	Stade	EDHS

## 3.3 Kennzeichnung der Start- und Landebahnen

Start-/Landebahnen werden mit einem numerischen bzw. alphanumerischen Code gekennzeichnet, der ihre Richtung gegenüber magnetisch Nord und - bei mehreren parallelen Pisten - eine Angabe ihrer, aus der Anflugrichtung betrachteten Lage (links, zentriert, rechts) enthält. Die Richtungsangabe stellt einen auf die nächstliegenden zehn Grad der mißweisenden Kompaßrose abgerundeten Wert dar und parallele Start-/Landebahnen tragen zusätzlich die Zeichen LL, L (L  left), C (C  center), R (R  right), oder RR (s. auch Abb. 3).

### Beispiele von parallelen Start-/Landebahnen in Deutschland (Abb. 3)



Der Flughafen Frankfurt Main hat das umfangreichste Start- und Landebahnsystem aller deutschen Flugplätze mit zur Zeit 2 parallelen Start- und Landebahnen und einer Startbahn westlich davon. Im weltweiten Vergleich besitzt Frankfurt jedoch aufgrund der vorherrschenden westlichen Bodenwindverhältnisse und des knappen zur Verfügung stehenden Raumes ein verhältnismäßig einfaches Start- und Landebahnsystem.

Nordamerikanische Flugplätze z.B. dagegen zeigen oft ein extrem komplexes und vielfältiges Start- und Landebahnsystem, das sich aus mehreren, in viele Himmelsrichtungen weisenden und sich kreuzenden Runways zusammensetzt.

Die Abbildung 4 zeigt das Start- und Landebahnsystem des Flughafens Frankfurt Main, das aus einer in südlicher Richtung verlaufender Startbahn West und den beiden sich von WSW nach ENE erstreckenden, parallelen Runways besteht. Der Bau einer weiteren, dazu ebenfalls parallelen Runway befindet sich im Planungszustand.



## 3.4 Allwetterflugbetrieb

Um Flugzeugführern auch bei schlechten Sichten und tiefen Wolkenuntergrenzen Starts- und Landungen auf Verkehrsflughäfen zu ermöglichen, wurde der sogenannte Allwetterflugbetrieb eingeführt, der auf speziell dafür ausgerüsteten Start- und Landebahnen, den Präzisionsanflugpisten, wahrgenommen wird. Für diese sogenannten Instrumentenlandebahnen existieren bestimmte flugsicherungstechnische Richtlinien in bezug auf die Hindernisfreiheit im An- und Abflugbereich, für die optischen Hilfen der Landebahnen und Rollwege (Befeuerung, Markierung, Hinweistafeln usw...) und die Genauigkeit des Instrumentenlandesystems (ILS). Weiterhin sind alle die Wetterelemente, die einen entscheidenden Einfluss auf den Präzisions-Instrumentenanflug haben, vom Wetterdienst zu ermitteln.

### 3.4.1 Betriebsstufen

Der Allwetterflugbetrieb gliedert sich in fünf Betriebsstufen, die in der Bundesrepublik Deutschland durch festgelegte Minima für die Entscheidungshöhe und Landebahnsichtweite gekennzeichnet sind.

- Entscheidungshöhe** : **Decision height (DH)**  
Eine auf die Landebahnschwelle bezogene, festgelegte Höhe im Präzisionsanflug, bei der ein Fehlanflug einzuleiten ist, wenn der erforderliche Sichtkontakt für eine Fortsetzung des Anflugs nicht gegeben ist.
- Landebahnsichtweite** : **Runway visual range (RVR)**  
Sicht über die Entfernung, bis zu welcher der Pilot eines Flugzeuges auf der Mittellinie der Runway aus einer Höhe von 5 m die Landebahnmarkierungen oder die Rand- bzw. Mittellinienfeuer dieser Landebahn erkennen kann.

#### 3.4.1.1 Betriebsstufe I (BS I)

Präzisions-Instrumentenanflug und -Landung bei einer Entscheidungshöhe von nicht weniger als 60 m (200 ft) und einer Landebahnsichtweite (Runway Visual Range  RVR) von nicht weniger als 550 m [800 m], oder, wenn die Landebahnsichtweite nicht verfügbar ist, einer meteorologischen Sicht oder Feuersicht von nicht weniger als 550 m.

#### **3.4.1.2 Betriebsstufe II (BS II)**

Präzisions-Instrumentenanflug und -Landung bei einer Entscheidungshöhe von weniger als 60 m (200 ft), jedoch nicht weniger als 30 m (100 ft) und einer Landebahnsichtweite (RVR) von nicht weniger als 300 m [400 m].

#### **3.4.1.3 Betriebsstufe IIIa (BS IIIa)**

Präzisions-Instrumentenanflug und -Landung bei entweder einer Entscheidungshöhe von weniger als 30 m (100 ft), jedoch nicht weniger als 15 m (50 ft) sowie einer Landebahnsichtweite (RVR) von nicht weniger als 200 m.

#### **3.4.1.4 Betriebsstufe III b (BS III b)**

Präzisions-Instrumentenanflug und -Landung bei entweder einer Entscheidungshöhe von weniger als 15 m (50 ft) oder ohne Entscheidungshöhe sowie einer Landebahnsichtweite (RVR) von weniger als 200 m, jedoch nicht weniger als 75 m.

#### **3.4.1.5 Betriebsstufe III c (BS III c)**

Präzisions-Instrumentenanflug und -Landung ohne Entscheidungshöhe und ohne Mindestlandebahnsichtweite (RVR).

### **3.4.2 Allwetterflugbetrieb in Deutschland**

An den deutschen Verkehrsflughäfen (Frankfurt, München, Düsseldorf, Hamburg, Berlin-Tegel, Berlin-Schönefeld und Leipzig-Halle) sind Doppelbasistransmissometer (Basis 15 m und 50 m) installiert, deren RVR-Messbereich 50 bis 2000 m umfasst (Basis 15 m  $\Rightarrow$  Messbereich 50 m bis 800 m; Basis 50 m  $\Rightarrow$  Messbereich 125 m bis 2000 m).

Die restlichen deutschen Verkehrsflughäfen verwenden Transmissometer mit einer Messbasis von 50 m, so dass der Allwetterflug nur bis zu einer Landebahnsichtweite (RVR) von 125 m genehmigt ist.

### Betriebsstufen (BS) und zugehörige Minima (Tab. 16)

Betriebsstufe	Entscheidungshöhe (DH)	Landebahnsicht (RVR)
BS I	DH ≥ 200 ft (≥ 60 m)	RVR ≥ 550 m [RVR ≥ 800 m] bzw. VV ≥ 550 m (RVR nicht verfügbar)
BS II	200 ft (60 m) > DH ≥ 100 ft (30 m)	RVR ≥ 300 m [RVR ≥ 400 m]
BS IIIa	100 ft (30 m) > DH ≥ 50 ft	RVR ≥ 200 m
BS IIIb	DH < 50 ft (15 m)	200 m > RVR ≥ 75 m
BS IIIc	entfällt	entfällt

[...] : Sicht-Anflugminima der ICAO

VV : Meteorologische Sicht oder Feuersicht

Nachstehende Verkehrsflughäfen sind zur Zeit für den Allwetterflugbetrieb nach Betriebsstufe II, IIIa und/oder IIIb zugelassen (s. AIP, AD 1.1-5).

### Allwetterflugbetrieb nach Betriebsstufe II, IIIa und IIIa/IIIb (Tab. 17)

Flughafen	Landebahn
Berlin-Schönefeld (EDDB)	07R**/25L**
Berlin-Tegel (EDDT)	08L**/26R** ; 26L+
Bremen (EDDW)	09**/27**
Dresden (EDDC)	04**
Düsseldorf (EDDL)	23L**/05R** ; 23R**
Erfurt (EDDE)	28** 10*
Frankfurt (EDDF)	25L**/07R** ; 07L**/25R**
Friedrichshafen (EDNY)	24**
Hahn (EDFH)	21**
Hamburg (EDDH)	23**
Hannover (EDDV)	09L**/27R**
Köln-Bonn (EDDK)	14L+/32R**
Leipzig/Halle (EDDP)	28** 08** 26**
München (EDDM)	08L**/26R** ; 08R**/26L**
Münster/Osnabrück (EDDG)	25**
Nürnberg (EDDN)	28**
Stuttgart (EDDS)	07**/25**

Stand : 03.10.2002

Bezeichnung der Landebahnen ☞ s. 3.3

BS II ☞ +

BS IIIa ☞ \*

BS IIIa/IIIb ☞ \*\*

Anflüge nach BS II und IIIa/b sind nur zulässig, wenn das Luftfahrtunternehmen oder der Luftfahrzeughalter hierfür eine Genehmigung besitzt bzw. sofern der Bundesminister für Verkehr bei ausländischen Luftfahrt-Unternehmen und Haltern zugestimmt hat.

Von Hand vorzunehmende Manöver bei  
 CAT I : Anschweben, Aufsetzen, Ausrollen, Rollen  
 CAT II : Anschweben, Aufsetzen, Ausrollen, Rollen  
 CAT IIIa : Ausrollen, Rollen  
 CAT IIIb : Rollen  
 CAT IIIc : nein

Ein zusätzlicher Befähigungsnachweis für Piloten ist für Landungen nach CAT II und CAT III erforderlich.

Für den Allwetterflugbetrieb müssen Luftfahrzeuge hinsichtlich ihrer Flugleistungen und -eigenschaften sowie ihrer Ausrüstung und Zuverlässigkeit den besonderen Anforderungen der jeweiligen Betriebsstufe genügen.

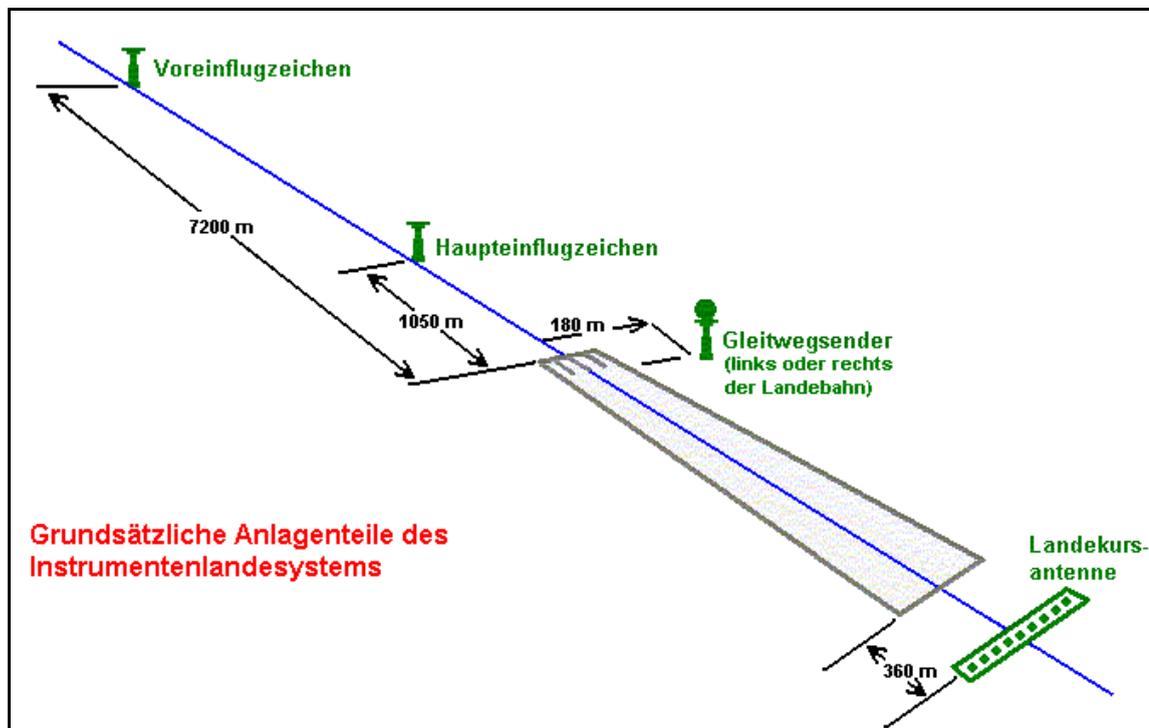
Präzisionsanflüge nach Betriebsstufe IIIa und IIIb dürfen nur durchgeführt werden, wenn das Luftfahrtunternehmen oder der Luftfahrzeughalter hierfür eine Genehmigung besitzt. Auch für die Neueinrichtung von Allwetterlandebahnen gelten bestimmte Verfahrensvorschriften.

Für jeden Verkehrsflughafen, an dem Allwetterflugbetrieb nach BS II, IIIa oder IIIb eingeführt werden soll, wird eine örtliche Kommission gebildet, die aus Vertretern der Genehmigungsbehörde, des Flughafens, der DFS, des DWD, des LBA und der DLH besteht und prüft, welche Voraussetzungen für den Allwetterflugbetrieb nach II, IIIa/IIIb zu erfüllen sind.

### 3.4.3 Instrumentenlandesystem (ILS)

Um eine sichere, wirtschaftliche und flüssige Flugdurchführung auch bei schlechten Wetterbedingungen gewährleisten zu können, betreibt und überwacht die Flugsicherung Radaranlagen, Funknavigationsanlagen einschließlich der Instrumentenlandesysteme, Fernmeldeeinrichtungen, Sprechfunkgeräte und Datenverarbeitungsanlagen.

#### Grundsätzliche Anordnung der Anlagenteile des ILS (Abb. 5)



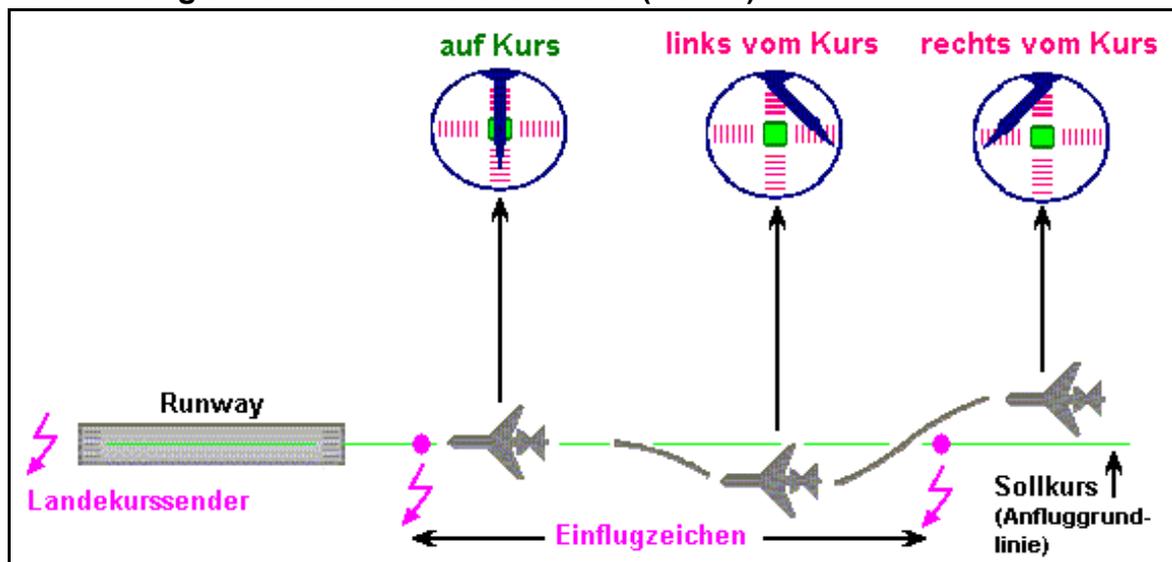
Die Aufgabe der Instrumentenlandesysteme besteht darin, die Luftfahrzeuge im Landeanflug bei jedem Wetter an den optimalen Aufsetzpunkt der Runway, die Landebahnschwelle, heranzuführen. Solche Anlagen wurden an allen internationalen Verkehrsflughäfen installiert und bestehen aus den Komponenten Landekurssender, Gleitwegsender und Einflugzeichen.

Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der ILS-Anlagen nimmt in Abhängigkeit von den Betriebsstufen BS I bis BS III zu, so dass drei unterschiedliche ILS-Geräteklassen, die Gerätekategorien I, II und III, im Einsatz sind.

### 3.4.3.1 Landekurs und Gleitwegsender

Der Landekurssender (Localizer) steht auf der verlängerten Anfluggrundlinie, strahlt ein Leitsignal entlang der Mittellinie der Landebahn ab und übermittelt damit dem Piloten den Kurs zur Landebahn (s. Abb. 6).

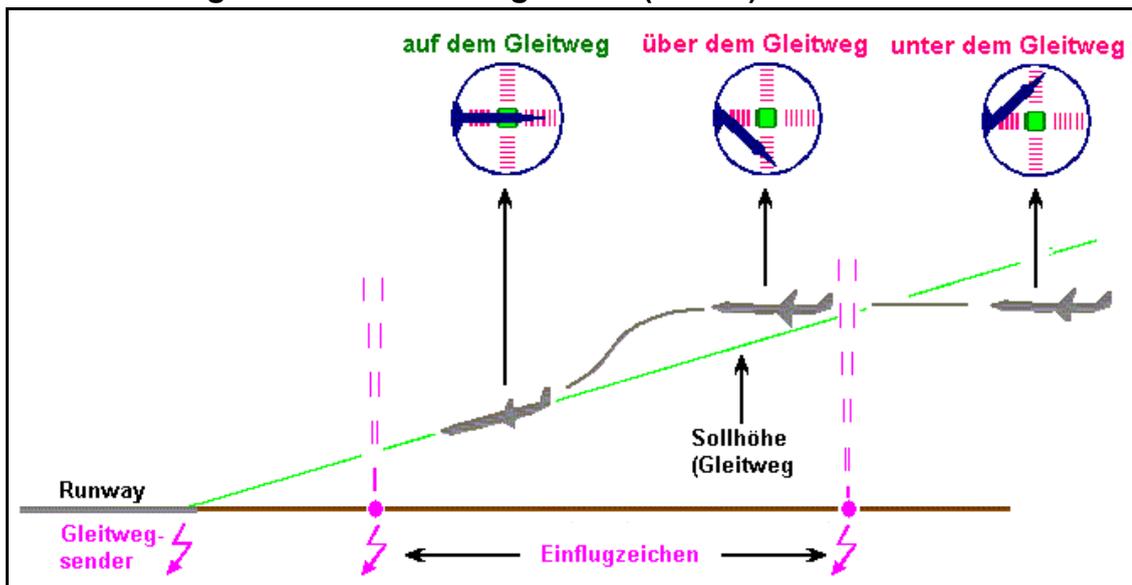
#### Kursführung durch den Landekurssender (Abb. 6)



Die Anzeige im Flugzeugcockpit gibt die Richtung und Stärke der vorzunehmenden Kurskorrektur an.

Die Antennen des Gleitwegsenders (Glide path transmitter) befinden sich hinter dem Aufsetzpunkt ca. 180 m seitlich der Anfluggrundlinie (wahlweise rechts oder links der Landebahn) und erzeugen ein Funksignal, das in einem Winkel von etwa 3 Grad aufwärts abgestrahlt wird. Dadurch erhält der Pilot Angaben über die Anflughöhe (s. Abb. 7).

### Höhenführung durch den Gleitwegsender (Abb. 7)



Das Zusammenwirken der von Landekurs- und Gleitwegsender erzeugten Leitstrahlen für die horizontale und vertikale Führung des Flugzeuges ergibt den Gleitweg, auf dem das Luftfahrzeug sicher, d.h. frei von Hindernissen, bis zur Landebahnschwelle geleitet wird. Ein Kreuzzeigerinstrument (Cross Pointer), das VOR-Anzeigergerät (s. Abb. 8), übermittelt dem Piloten dabei Informationen über Kurs und Höhe des Endanfluges.

### VOR/LOC/Glideslope-Anzeigergerät (Abb. 8)



**senkrechter Balken**

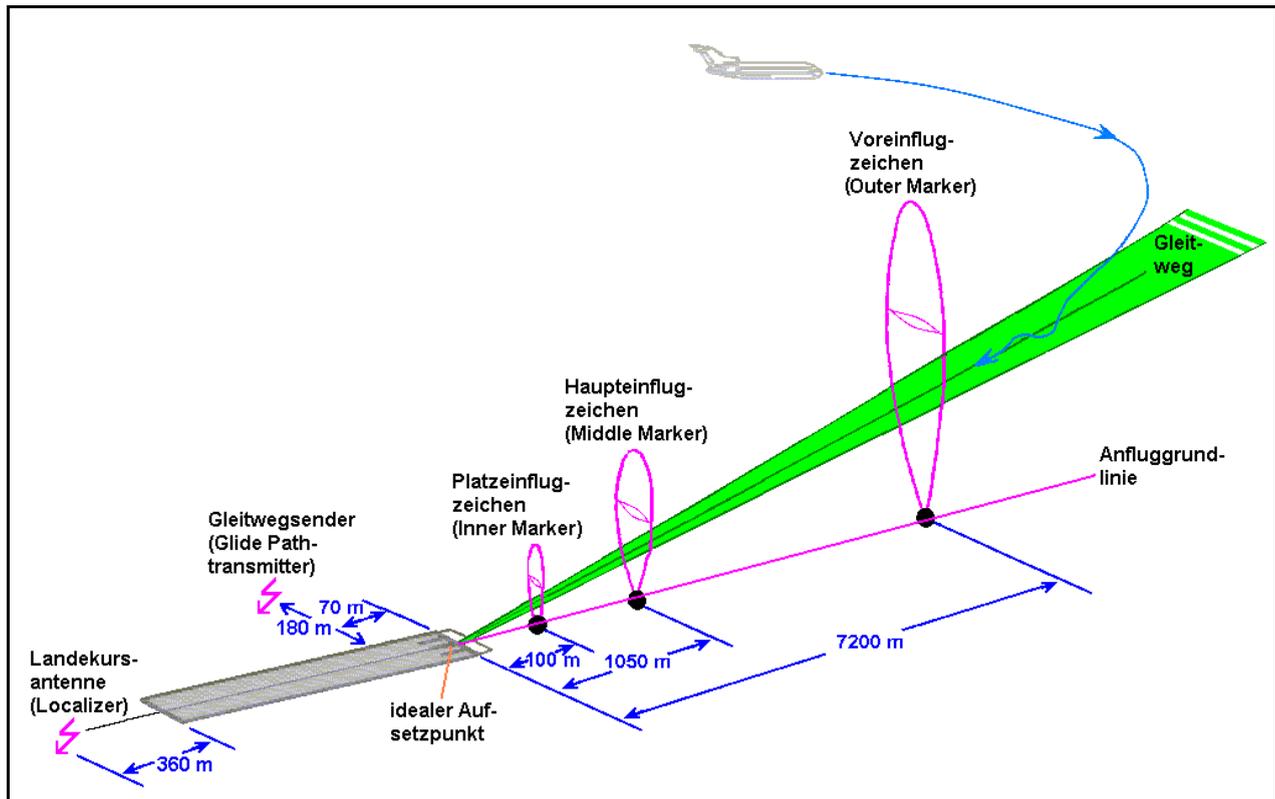
Landekursanzeige durch UKW-Drehfunkfeuer (VOR/LOC  VHF-Omnidirectional radio range/localizer)

**waagerechter Balken**

Gleitwinkelanzeige (Glideslope) durch Gleitwegsender (GP  Glide path transmitter)

Der letzte Teil des Endanfluges und die Landung jedoch werden in der Bundesrepublik Deutschland manuell durchgeführt.

## Instrumentenlandesystem ILS (Abb. 9)



### 3.4.3.2 Die Einflugzeichen

Die Markierungsender (Marker Beacons) erzeugen im Flugzeug beim Überflug ein optisches und akustisches Signal, so dass der Pilot auch ohne Erdsicht feststellen kann, wie weit er noch vom idealen Aufsetzpunkt entfernt ist.

Zwei Marker Beacons, das Vor- und Haupteinflugzeichen, gibt es. Häufig ist auch noch ein Platzeinflugzeichen vorhanden.

#### 3.4.3.2.1 Voreinflugzeichen (Outer marker)

Das Voreinflugzeichen steht in etwa 7200 m Entfernung vor dem Aufsetzpunkt. Überfliegt ein Flugzeug dieses Funkfeuer, so ertönt im Cockpit ein akustisches Signal (400 Hz) in Form eines Morsekennzeichens von zwei Strichen pro Sekunde und es blinkt eine blaue Kontrolllampe auf.

### 3.4.3.2.2 Haupteinflugzeichen (Middle marker)

Das Haupteinflugzeichen befindet sich ca. 1000 m vor der Landebahnschwelle. Beim Überfliegen beginnt eine gelbe Kontrollleuchte zu blinken, und ein Ton (1300 Hz) mit einer Morsekennung von Punkten und Strichen wird hörbar.

### 3.4.3.2.3 Platzeinflugzeichen (Inner marker)

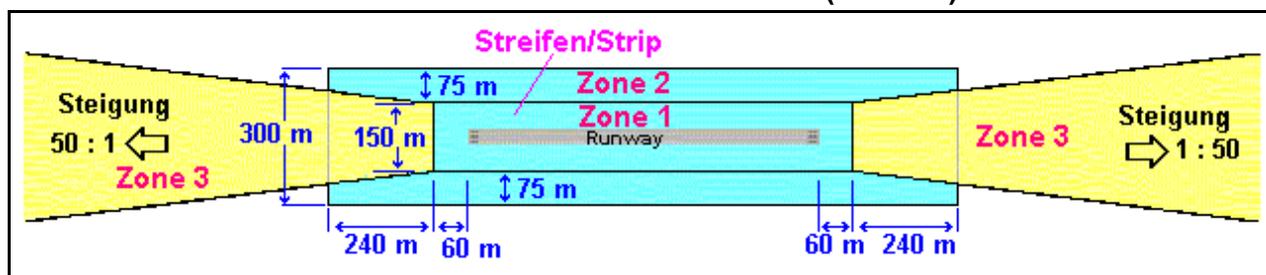
Das Platzeinflugzeichen steht - falls vorhanden - etwa 100 m vor dem idealen Aufsetzpunkt und schaltet eine weiße Kontrolllampe. Gleichzeitig wird ein Dauerton von 3 kHz erzeugt.

## 3.4.4 Meteorologische Messeinrichtungen

Der Flugwetterdienst hat die Aufgabe, alle für den Start- und Landevorgang wichtigen Wetterelemente im unmittelbaren Bereich der Start- und Landebahnen (Ausnahme Luftdruck) bzw. der zugehörigen Anflugsektoren - ggf. an mehreren Punkten entlang der Start-/Landebahnachse - zu bestimmen. Dazu gehören die horizontale Sichtweite (Meteorologische Sicht und Landebahnsicht), die Wolkenuntergrenze und der Bodenwind.

Bei der Aufstellung von Messeinrichtungen in der Umgebung des Start- und Landebahnsystems und der Anflugsektoren sind jedoch die Sicherheitsvorschriften der ICAO zu beachten, die sich auf die Hindernisfreiheit (s. Abb. 10) beziehen und im einzelnen von der Betriebsart der Präzisionsanflugpiste/n - Kategorie I, II oder III (s. 3.4.1) - abhängen.

### Hindernisfreie Zonen im Start- und Landebahnbereich (Abb. 10)

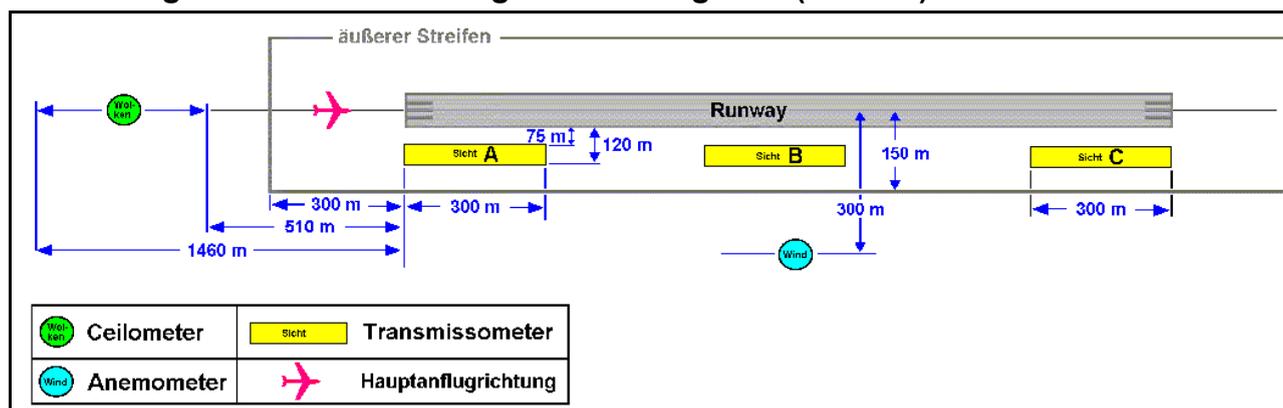


- Zone 1 : Ein 60 m vor den Bahnköpfen beginnender und 150 m breiter, hindernisfreier Streifen (Strip), der die Start-/Landebahn umgibt.
- Zone 2 : Äußerer Streifen, die unmittelbare Umgebung des Strip mit einer Breite von 75 m; hier sind zeitweilige und bewegliche Hindernisse bis zu einer Höhe von 5 m zulässig, sofern Zone 3 nicht beeinträchtigt wird.
- Zone 3 : Hindernisfreier Luftraum, der 60 m vor den Bahnköpfen mit einer Neigung von 1 : 50 beginnt, sich im Verhältnis von 1 : 10 öffnet und einen sicheren An- und Abflug gewährleistet.

Grundsätzlich gilt, dass Anflüge nur durchgeführt werden können, wenn die Zonen 1 und 2 des Flugplatzes hindernisfrei sind (s. Abb. 10).

Die Abbildung 11 zeigt, wo an den deutschen internationalen Verkehrsflughäfen die Messeinrichtungen - Transmissometer, Ceilometer, Anemometer - des DWD installiert sind.

### Aufstellungsbereiche meteorologischer Messgeräte (Abb. 11)



Der Standort des Beobachters (S/L-Beobachterhaus) ist - unter Berücksichtigung der ICAO-Vorgaben - so zu wählen, dass eine meteorologische Beurteilung des Flugplatzes, insbesondere des Systems der Präzisionslandebahnen, gewährleistet ist.

#### 3.4.4.1 Sichtweite

Die horizontale Sicht wird, den Richtlinien des DWD entsprechend, tagsüber als meteorologische Sicht und nachts als Feuersicht bestimmt. Zusätzlich zur meteorologischen Sicht bzw. Feuersicht wird bei Sichten von unter 1500 m die Landebahnsichtweite (RVR : Runway visual range) gemeldet.

Die RVR ist instrumentell mindestens an 3 Messstellen zu ermitteln, die etwa in einem Abstand von 75 bis 120 m - parallel zur Mittellinie der Präzisionslandebahn - installiert sind. Je eine Messstelle soll hierbei zwischen der Landebahnschwelle und dem mittleren Aufsetzpunkt, der sich etwa 300 m hinter der Schwelle befindet, liegen. Eine dritte Messstelle ist etwa im Bereich der Landebahnmitte einzurichten. Die Standorte sind, ausgehend von der Hauptanflugrichtung, mit den Kennungen A (Alfa), B (Bravo) und C (Charlie) bezeichnet (s. Abb. 11).

An besonders langen Start-/Landebahnen oder bei großen Geländeunterschieden können weitere Messstellen eingerichtet werden, sofern es der DWD für notwendig hält.

Nebeleinzugsgebiete in der Umgebung des Flughafens sind, falls dies nach Prüfung durch den DWD zu einer wesentlichen Verbesserung kurzfristiger Sichtvorhersagen beitragen kann, mit Sichtmessgeräten zur Vorwarnung zu versehen.

Die Landebahnsichtweite (RVR) wird aus der mit Transmissometern erfassten Trübung der Atmosphäre (Normsicht) zwischen Empfänger und Sender errechnet.

Hierbei wird die Schwächung des Übertragungswertes (Transmissivität) der Luftsäule zwischen Lichtsender und -empfänger beim Aufkommen von Dunst oder Nebel registriert.

Die alleinige Messung des empfängerseitigen Fotostromes genügt jedoch nicht, da zusätzlich noch folgende Größen berücksichtigt werden müssen:

- Hintergrundhelligkeit,
- Lichtstärke der Landebahnbeleuchtung und ein
- mittlerer physiologischer Faktor der Augen-Empfindlichkeit eines Beobachters.

Die Messbasis - die Entfernung zwischen Sender und Empfänger - ist so gewählt, dass die größte Messgenauigkeit in den flugbetrieblich wichtigen Sichtbereich fällt. Sie beträgt 15/50 m, so dass RVR-Werte aus dem Bereich 50/125 bis 2000 m genutzt werden können. An den deutschen Verkehrsflughäfen (Frankfurt, München, Düsseldorf, Hamburg und Berlin-Tegel, Berlin-Schönefeld und Leipzig-Halle) sind Doppelbasistransmissometer mit einer Basis von 15 m und 50 m installiert, deren RVR-Messbereich bei 50 beginnt. Die restlichen deutschen Verkehrsflughäfen verwenden Transmissometer mit einer Messbasis von 50 m, so dass der Allwetterflug nur bis zu einer Landebahnsichtweite (RVR) von 125 m genehmigt ist.

Die RVR ist zu melden, wenn die horizontale Sichtweite am Boden (VVVV) und/oder die Landebahnsicht weniger als 1500 m ( $\text{GeoInfoDBw} \leq 2000 \text{ m}$ ) beträgt.

An den internationalen deutschen Verkehrsflughäfen sind die Transmissometer aus Sicherheitsgründen an den Instrumentenlandebahnen gedoppelt.

#### **3.4.4.2 Wolkenuntergrenze**

Zur Messung der Höhe der Wolkenuntergrenze werden Ceilometer verwendet.

An einer Start-/Landebahn sind zwei Ceilometer aufzustellen, deren Messstellen vor den Schwellen unter dem Gleitpfad liegen sollten.

Zur Vermeidung von Störungen der Landekursender ist von der jeweiligen Schwelle ein Mindestabstand von 510 m einzuhalten - 360 m Schwellenabstand des Landekursenders zuzüglich 150 m Schutzkreis - und der Maximalabstand darf 1460 m nicht überschreiten.

Bei mehr als einer Start-/Landebahn können die Ceilometer-Standorte unter Beachtung der Mindest- und Höchstabstände von den Schwellen nach Prüfung durch den DWD zusammengefasst werden.

Für Wolkenbeobachtungen in der Nacht ist zusätzlich ein Wolkenscheinwerfer erforderlich, der, sofern die Beleuchtungsverhältnisse es zulassen, vom Beobachter aus gesehen in Richtung der nächstgelegenen Landebahnschwelle aufzustellen ist. Die Messbasis sollte 200 bis 300 m betragen.

### 3.4.4.3 Bodenwind

Als Messinstrument ist ein Anemometer mit Fernanzeige zu verwenden, das die Messwerte Windrichtung und -geschwindigkeit kontinuierlich registriert und anzeigt.

Im allgemeinen genügt die Aufstellung eines Windmastes, das im Bereich der halben Start-/Landebahnlänge unter Einhaltung eines Sicherheitsabstands von 300 m von der Runway-Mittellinie installiert werden soll.

Bei besonderen Gegebenheiten, wie z.B. sehr großer räumlicher Ausdehnung des gesamten Start-/Landebahnsystems, ist die Notwendigkeit der Einrichtung zusätzlicher Geräte durch den DWD zu prüfen.

### Literaturverzeichnis

- Bundesanstalt für Flugsicherung, Flugsicherungsschule : Lehrblatt 'Luftfahrkunde'; August 1985
- Bundesanstalt für Flugsicherung : Luftfahrthandbuch (AIP)
- Bundesanstalt für Flugsicherung : Nachrichten für Luftfahrer-NfL; 1-89/88
- *Du tscher Wetterdienst* : BHB Flu (VuB Nr. 7);
- Darmstädter Echo : Die Luftbrücke; 12.05.1998
- Deutscher Wetterdienst : 3. Ausgabe (1978) und BHB Flu neu
- Faber/Müller : IFR-Flugbetrieb an unkontrollierten Flugplätzen; Schreiben von W2, Az. W2/51.31.01/359, 22.10.1993
- Green, W./Punnet, D. : Navigationssysteme; Der Seefahrt und Luftfahrt; Motorbuchverlag, Stuttgart 1980
- Lufthansa, Verkehrsflieger-Schule Bremen : Flugzeuge der Welt; Werner Classen Verlag, Zürich/Stuttgart 1989
- : Lernunterlage 'IFR Flugmeteorologie'; September 1985