

# Spickzettel für Flieger

## Zusammenstellung von Formeln und Begriffen



Breu Gerhard

1	Umrechnungstools .....	4
1.1	US-Einheiten .....	4
1.2	Volumen – LBS/Liter .....	5
1.3	Volumen – USGAL/Liter.....	6
1.4	Standardgewichte .....	6
1.5	Gewicht – KG/LBS (W&B) .....	7
1.6	AVGAS Gewicht/Volumen – KG/L.....	8
1.7	Umrechnungsfaktoren Volumen/Gewicht .....	9
1.8	Umrechnungsfaktoren – Entfernungen .....	9
2	Navigation.....	10
2.1	Flugplanungsbegriffe .....	10
2.2	Kursschema.....	10
2.3	Treibstoff.....	11
2.3.1	Treibstoffbedarf.....	11
2.3.2	Ermittlung des Treibstoffverbrauchs pro Stunde .....	11
2.4	Ermittlung der Reichweite (RANGE) .....	11
2.5	Ermittlung der Flugzeit für eine Kraftstoffmenge .....	11
2.5.1	Tabelle auf Basis Verbrauch USGal/h.....	12
2.5.2	Tabelle auf Basis Verbrauch Liter/h .....	13
2.6	Ermittlung der GS/TAS aus Distanz und Zeit .....	13
2.7	Motoröl .....	14
2.8	LUVWINKEL.....	14
2.9	Faustregel TRACKING .....	15
2.10	1:60 – Regel nach Abtritt vom Sollkurs .....	15
2.11	Faustregel HOMING .....	16
2.12	Reichweite VOR .....	16
2.13	Abstandsbestimmungen .....	16
2.13.1	90° Time/Distance Check .....	16
2.13.2	45° - Time/Distance Check .....	17
2.13.3	30° - Time/Distance Check .....	18
2.14	Anschneiden von Kursen (Interception) .....	18
2.14.1	Sechs Punkte Regel .....	18
2.14.2	Regeln für die Richtungswahl zum Intercepten .....	19
2.14.3	Anschneiden von VOR-Radialen (Inbound und Outbound) .....	19
2.15	Sinkrate (Rate of decent): 3° ILS .....	19
2.16	Berechnung des Point of Descent (POD).....	20
2.17	Point of safe return .....	20
2.18	Point of equal time .....	20
2.19	Standardkurve .....	21
2.20	Standardkurve mit Magnetkompass.....	21
3	Flugverfahren.....	22
3.1	Durchstarten – Die Pull up 6 Punkte-Regel.....	22
3.2	Sicherer Start.....	22
3.3	Sichere Landung.....	22
3.4	Kompassdrehfehler.....	22

3.4.1	Beschleunigungsfehler bei Ost- oder Westkursen.....	22
3.4.2	Kompassdrehfehler bei Eindrehen auf Nord- oder Südkursen .....	23
3.5	Erhöhung der Stallgeschwindigkeit bei zunehmender Schräglage .....	24
3.6	Holding .....	25
3.6.1	WCA im Holding .....	26
3.7	X-Wind.....	26
3.8	Anfluggeschwindigkeit nach Gewicht .....	26
3.9	Angle of Lead (90°IC) .....	27
3.10	A/C Performance – Geschwindigkeiten.....	28
4	Höhenbegriffe und -ermittlungen.....	30
4.1	Q-Gruppen Definitionen .....	31
4.2	Höhenermittlung .....	31
4.3	Ermitteln der IFR-Mindestflughöhe (MEA).....	33
5	Gewicht u. Schwerpunkt (IFR) .....	34
5.1	Definitionen.....	34
5.2	Treibstoffberechnung (Beispiel) .....	34
5.3	Treibstoffermittlung .....	35
5.4	M&B - Beispiel .....	35
5.5	Schwerpunktverschiebung - CG-SHIFT .....	36
5.5.1	Bestimmung der Verschiebungsmasse.....	36
5.5.2	Momentänderung durch Hinzufügen von Ballastmasse .....	37
6	Meteorologie / Technik.....	38
6.1	METEO Abkürzungen .....	38
6.2	Standardtemperatur .....	42
6.3	Umrechnung T- Celsius in T- Fahrenheit .....	42
6.4	Umrechnung T- Fahrenheit in T-Celsius .....	42
6.5	Temperaturabnahme .....	42
6.5.1	ISA = feuchtadiabatisch .....	43
6.5.2	Trockenadiabatisch.....	43
6.6	Hauptdruckflächen und deren Temperaturen .....	43
6.7	Fehlanzeige des Höhenmessers.....	43
6.8	Barometrische Höhenstufe.....	44
6.9	Fehlanzeige des Fahrtmessers.....	44
7	Wolkenbasis (für Konvektionsbewölkung) .....	44
7.1	Druck .....	45
7.2	Umrechnung psi in atü (bar).....	45
7.3	Umrechnung atü in psi .....	45
7.4	Umrechnungen in bar .....	45
8	Übergangsmindestsichtflugbe-dingungen .....	46
8.1	VFR zu IFR.....	46
8.2	IFR zu VFR.....	46
8.3	Übergang in den Horizontalflug.....	46
8.4	GAFOR-CODES .....	47
8.5	Bedingungen für Flüge nach VFR und IFR .....	48

# 1 Umrechnungstools

## 1.1 US-Einheiten

MABEINHEITEN		FAUSTFORMEL
1in	25,4 mm	
1NM	1,852 km	km*2-10%
1NM	6076 ft	
1km	0,5396 NM	km/2+10%
1m	3,2909 ft	m*3+10%
1cu in	16,387 cm2	8521,292
1lb	0,4536 kg	lbs/2-10%
1kg	2,2046 lbs	kg*2+10=%
1USgal	3,7854 l	
1ft	0,3049 m	ft/10*3
1m	3,2808 ft	m*3+10%
1000ftm	5 m/sec	fpm/200
m/sec	> ft	m/sec*200
m/sec	> kt	m/sec*2
m/sec	> km/h	m/sec*4 minus 10%
kt	> m/sec	kt/2
1hp	745,7 W	
1PS	0,736 kW	
1kW	1,36 1PS	
1l	0,719 kg	
1kg	1,39 l	
1kp	9,81 N	
1l	1,584 lbs	
1l	0,2642 USgal	
1USgal	6 lbs	
1USgal	2,75 kg	AVGAS
1kg	0,3672 USgal	AVGAS
T°F	32	0 °C
T°C	0	32 °F
t in sec	90°	30s GRAD/3 (limit. Panel)
ROD	110kt	550 ftm=GS*5
POD	1500ft	5 NM=300ft pro NM DIST
1hPa	1	0,03 inHg

## 1.2

## Volumen – LBS/Liter

Volumen LBS/LITER		
LBS	<L/LBS>	LITER
1,5840	1	0,6310
3,1680	2	1,2620
4,7520	3	1,8930
6,3360	4	2,5240
7,9200	5	3,1550
9,5040	6	3,7860
11,0880	7	4,4170
12,6720	8	5,0480
14,2560	9	5,6790
15,8400	10	6,3100
31,6800	20	12,6200
47,5200	30	18,9300
63,3600	40	25,2400
79,2000	50	31,5500
95,0400	60	37,8600
110,8800	70	44,1700
126,7200	80	50,4800
142,5600	90	56,7900
158,4000	100	63,1000
237,6000	150	94,6500
316,8000	200	126,2000
396,0000	250	157,7500
475,2000	300	189,3000
554,4000	350	220,8500
633,6000	400	252,4000
712,8000	450	283,9500
738,1440	466	294,0460

### 1.3 Volumen – USGAL/Liter

<b>Volumen USGAL/LITER</b>		
<b>USGAL</b>	<b>&lt;L/USG&gt;</b>	<b>LITER</b>
0,2642	1	3,7853
0,5284	2	7,5706
0,7925	3	11,3559
1,0567	4	15,1412
1,3209	5	18,9265
1,5851	6	22,7118
1,8493	7	26,4971
2,1134	8	30,2824
2,3776	9	34,0677
2,6418	10	37,8530
5,2836	20	75,7060
7,9254	30	113,5590
10,5672	40	151,4120
13,2090	50	189,2650
15,8508	60	227,1180
18,4926	70	264,9710
21,1344	80	302,8240
23,7762	90	340,6770
26,4180	100	378,5300
39,6270	150	567,7950
52,8360	200	757,0600
66,0450	250	946,3250
79,2540	300	1135,5900

### 1.4 Standardgewichte

<b>STANDARDGEWICHTE</b>			
1 Liter Jet A	=	0,8 kg	= 1,8 lbs
1 gal JetA	=	3,06 kg	= 6,75 lbs
1 Liter AVGAS	=	0,72 kg	= 1,6 lbs
1 gal AVGAS	=	2,72 kg	= 6,0 lbs
1 Liter Oil	=	0,9 kg	= 1,98 lbs
1 quart Oil	=	0,85 kg	= 1,875 lbs
1 gallon Oil	=	3,4 kg	= 7,5 lbs

## 1.5 Gewicht – KG/LBS (W&B)

<b>Gewicht</b>		
LBS	<KG/LBS>	KG
2,20	1	0,45
4,41	2	0,91
6,61	3	1,36
8,82	4	1,81
11,02	5	2,27
13,23	6	2,72
15,43	7	3,18
17,64	8	3,63
19,84	9	4,08
22,05	10	4,54
44,09	20	9,07
66,14	30	13,61
88,18	40	18,14
110,23	50	22,68
132,28	60	27,22
154,32	70	31,75
176,37	80	36,29
198,41	90	40,82
220,46	100	45,36
242,50	110	49,89
264,55	120	54,43
286,60	130	58,97
308,64	140	63,50
330,69	150	68,04
352,73	160	72,57
374,78	170	77,11
396,83	180	81,65
418,87	190	86,18
440,92	200	90,72
462,96	210	95,25
485,01	220	99,79
507,05	230	104,33
529,10	240	108,86
551,15	250	113,40
573,19	260	117,93
595,24	270	122,47
617,28	280	127,01
639,33	290	131,54
661,38	300	136,08

## 1.6

## AVGAS Gewicht/Volumen – KG/L

<b>Gewicht</b>		
KG	<L/KG>	l
0,72	1	1,39
1,44	2	2,78
2,16	3	4,17
2,88	4	5,56
3,60	5	6,95
4,31	6	8,34
5,03	7	9,73
5,75	8	11,12
6,47	9	12,51
7,19	10	13,90
14,38	20	27,80
21,57	30	41,70
28,76	40	55,60
35,95	50	69,50
43,14	60	83,40
50,33	70	97,30
57,52	80	111,20
64,71	90	125,10
71,90	100	139,00
79,09	110	152,90
86,28	120	166,80
93,47	130	180,70
100,66	140	194,60
107,85	150	208,50
115,04	160	222,40
122,23	170	236,30
129,42	180	250,20
136,61	190	264,10
143,80	200	278,00
150,99	210	291,90
158,18	220	305,80
165,37	230	319,70
172,56	240	333,60
179,75	250	347,50
186,94	260	361,40
194,13	270	375,30
201,32	280	389,20
208,51	290	403,10
215,70	300	417,00
222,89	310	430,90
230,08	320	444,80
237,27	330	458,70
244,46	340	472,60



## 1.7 Umrechnungsfaktoren Volumen/Gewicht

	lbs	kg	US gal	litr	Imp gal	
lbs		x 0,454	x 0,166	x 0,631	x 0,139	AVGAS
			x 0,150	x 0,568	x 0,125	Jet A1
kg	x 2,203		x 0,367	x 1,389	x 0,305	AVGAS
			x 0,330	x 1,250	x 0,275	Jet A1
US gal	x 6,002	x 2,725		x 3,785	x 0,833	AVGAS
	x 6,670	x 3,028				Jet A1
litr	x 1,586	x 0,72	x 0,264		x 0,220	AVGAS
	x 1,762	x 0,80				Jet A1
Imp gal	x 7,209	x 3,273	x 1,201	x 4,546		AVGAS
	x 8,011	x 3,637				Jet A1

## 1.8 Umrechnungsfaktoren – Entfernungen

	km	NM	StM
km		x 0,540	x 0,621
NM	x 1,852		x 1,151
StM	x 1,609	x 0,869	

	m	ft	yd
m		x 3,281	x 1,094
ft	x 0,3049		x 0,381
yd	x 0,914	x 2,999	

## 2 Navigation

### 2.1 Flugplanungsbeurteilung

Begriffe:

D	=	Distanz	
GS	=	Ground Speed ; $V_g$	= Geschwindigkeit über Grund
TAS	=	True airspeed = VE	= Wahre Eigengeschwindigkeit
t	=	Flugzeit	
EET/MIN	=	Estimated elapsed time	= Voraussichtl. Flugdauer zwischen zwei Punkten
ETO	=	Estimated time over	= Vorausber. Sollzeit über .....
ATO	=	Actual time over	= Erflogene Istzeit über .....
F/BURN	=	Fuel burned	= Verbrauchter Kraftstoff
FF/PH	=	Fuel flow p. hour	= Verbrauch pro Stunde
PET	=	Point of equal times	= Punkt gleicher Zeiten
PNR	=	Point of no return	= Letzter Umkehrpunkt

### 2.2 Kursschema

TC	= rwK	Winkel von TN zur Kurslinie
+/- WCA	= Luvwinkel	Winkel von der Kurslinie zur Flugzeuglängsachse
TH	= rwSK	Winkel von TN zur Flugzeuglängsachse
+/- VAR	= OM	Winkel von TN nach MN
MH	= mwSK	Winkel von MN zur Flugzeuglängsachse
+/- DEV	= Dev	Winkel von MN zu CN
CH	= KSK	Winkel von CN zu Flugzeuglängsachse

Weitere Begriffe im Zusammenhang mit dem Kursschema:

TT	= rwKüG	Winkel von TN zur tats. Richtung des Flugweges ü. G.
MC	= mwK	Winkel von MN (mwN) zur Kurslinie
MT	= mwKüG	Winkel von MN zur tats. Richtung des Flugweges ü. G.
CC	= KK	Winkel von CN zur Richtung des Flugweges ü. G.
DA	= Abtrifft	Winkel von TH zum TT
MN	= mwN	Winkel zwischen TN zu MN (VAR berücksichtigt)
CN	= KN	Winkel zwischen MN zu KN (DEV berücksichtigt)

## 2.3 Treibstoff

Faustregel für Spritverbrauch/h = PS \* 0,22

Geringster Benzinverbrauch: bei ca. 50% Leistung!

### 2.3.1 Treibstoffbedarf

Flugdauer	Treibstoffbedarf
$EET/MIN = \frac{D * 60}{Vg}$	$= F/BURN = \frac{EET / Min * FF / PH}{60}$

### 2.3.2 Ermittlung des Treibstoffverbrauchs pro Stunde

$$FF/PH = \frac{F / BURN * 60}{t_{Min}}$$

### 2.4 Ermittlung der Reichweite (RANGE)

$$D = \frac{Vg * t_{Min}}{60}$$

### 2.5 Ermittlung der Flugzeit für eine Kraftstoffmenge

$$t = \frac{FUEL(l) * 60}{FF / PH} \quad \text{oder} \quad t = \frac{FUEL(kg) * 1,39 * 60}{FF / PH}$$

Faustregel für Spritverbrauch bei 75% Leistung:

$$\text{Benzinverbrauch in l (FF/PH)} = \frac{\text{PSNennleistung}}{5} \text{ oder}$$

$$\text{Benzinverbrauch in l (FF/PH)} = \frac{\text{kWNennleistung}}{4} + 10 \%$$

2.5.1 Tabelle auf Basis Verbrauch USGal/h

Gewicht/Weight Avgas		Kraftstoff/Fuel Avgas		USG	Durchschnittlicher Verbrauch in USGAL/h/Average fuel consumption in USGAL/h									
lbs	kg	IMPG	Ltr		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
					Flugzeit in Stunden und Minuten/Flight time in hours and minutes									
900,0	412,5	180,1	567,8	150	50:0	25:0	16:40	12:30	10:0	8:20	7:9	6:15	5:33	5:0
840,0	385,0	116,6	530,0	140	46:40	23:20	15:33	11:40	9:20	7:47	6:40	5:50	5:11	4:40
780,0	357,5	108,2	492,1	130	43:20	21:40	14:27	10:50	8:40	7:13	6:11	5:25	4:49	4:20
720,0	330,0	99,9	454,2	120	40:0	20:0	13:20	10:0	8:0	6:40	5:43	5:0	4:27	4:0
660,0	302,5	91,6	416,4	110	36:40	18:20	12:13	9:10	7:20	6:7	5:14	4:35	4:4	3:40
600,0	275,0	83,3	378,5	100	33:20	16:40	11:7	8:20	6:40	5:33	4:46	4:10	3:42	3:20
570,0	261,3	79,1	359,6	95	31:40	15:50	10:33	7:55	6:20	5:17	4:31	3:58	3:31	3:10
540,0	247,5	74,9	340,7	90	30:0	15:0	10:0	7:30	6:0	5:0	4:17	3:45	3:20	3:0
510,0	233,8	70,8	321,8	85	28:20	14:10	9:27	7:5	5:40	4:43	4:3	3:33	3:9	2:50
480,0	220,0	66,6	302,8	80	26:40	13:20	8:53	6:40	5:20	4:27	3:49	3:20	2:58	2:40
450,0	206,3	62,5	283,9	75	25:0	12:30	8:20	6:15	5:0	4:10	3:34	3:8	2:47	2:30
420,0	192,5	58,3	265,0	70	23:20	11:40	7:47	5:50	4:40	3:53	3:20	2:55	2:36	2:20
390,0	178,8	54,1	246,1	65	21:40	10:50	7:13	5:25	4:20	3:37	3:6	2:43	2:24	2:10
360,0	165,0	50,0	227,1	60	20:0	10:0	6:40	5:0	4:0	3:20	2:51	2:30	2:13	2:0
330,0	151,3	45,8	208,2	55	18:20	9:10	6:7	4:35	3:40	3:3	2:37	2:18	2:2	1:50
300,0	137,5	41,6	189,3	50	16:40	8:20	5:33	4:10	3:20	2:47	2:23	2:5	1:51	1:40
270,0	123,8	37,5	170,3	45	15:0	7:30	5:0	3:45	3:0	2:30	2:9	1:53	1:40	1:30
240,0	110,0	33,3	151,4	40	13:20	6:40	4:27	3:20	2:40	2:13	1:54	1:40	1:29	1:20
210,0	96,3	29,1	132,5	35	11:40	5:50	3:53	2:55	2:20	1:57	1:40	1:28	1:18	1:10
180,0	82,5	25,0	113,6	30	10:0	5:0	3:20	2:30	2:0	1:40	1:26	1:15	1:7	1:0
150,0	68,8	20,8	94,6	25	8:20	4:10	2:47	2:5	1:40	1:23	1:11	1:3	0:56	0:50
120,0	55,0	16,7	75,7	20	6:40	3:20	2:13	1:40	1:20	1:7	0:57	0:50	0:44	0:40
90,0	41,3	12,5	56,8	15	5:0	2:30	1:40	1:15	1:0	0:50	0:43	0:38	0:33	0:30
60,0	27,5	8,3	37,9	10	3:20	1:40	1:7	0:50	0:40	0:33	0:29	0:25	0:22	0:20
30,0	13,8	4,2	18,9	5	1:40	0:50	0:33	0:25	0:20	0:17	0:14	0:13	0:11	0:10

## 2.5.2 Tabelle auf Basis Verbrauch Liter/h

Gewicht/Weight Avgas		Kraftstoff/Fuel Avgas		Ltr	Durchschnittlicher Verbrauch in Litern pro Stunde/Average fuel consumption in l/ph										
lbs	kg	IMPG	USG		12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	
					Flugzeit in Stunden und Minuten/Flight time in hours and minutes										
633,6	287,6	88,0	105,7	400	33:20	16:40	11:7	8:20	6:40	5:33	4:46	4:10	3:42	3:20	
617,8	280,4	85,8	103,0	390	32:30	16:15	10:50	8:8	6:30	5:25	4:39	4:4	3:37	3:15	
601,9	273,2	83,6	100,4	380	31:40	15:50	10:33	7:55	6:20	5:17	4:31	3:58	3:31	3:10	
586,1	266,0	81,4	97,7	370	30:50	15:25	10:17	7:43	6:10	5:8	4:24	3:51	3:26	3:5	
570,2	258,8	79,2	95,1	360	30:0	15:0	10:0	7:30	6:0	5:0	4:17	3:45	3:20	3:0	
554,4	251,7	77,0	92,5	350	29:10	14:35	9:43	7:18	5:50	4:52	4:10	3:39	3:14	2:55	
538,6	244,5	74,8	89,8	340	28:20	14:10	9:27	7:5	5:40	4:43	4:3	3:33	3:9	2:50	
522,7	237,3	72,6	87,2	330	27:30	13:45	9:10	6:53	5:30	4:35	3:56	3:26	3:3	2:45	
506,9	230,1	70,4	84,5	320	26:40	13:20	8:53	6:40	5:20	4:27	3:49	3:20	2:58	2:40	
491,0	222,9	68,2	81,9	310	25:50	12:55	8:37	6:28	5:10	4:18	3:41	3:14	2:52	2:35	
475,2	215,7	66,0	79,3	300	25:0	12:30	8:20	6:15	5:0	4:10	3:34	3:8	2:47	2:30	
459,4	208,5	63,8	76,6	290	24:10	12:5	8:3	6:3	4:50	4:2	3:27	3:1	2:41	2:25	
443,5	201,3	61,6	74,0	280	23:20	11:40	7:47	5:50	4:40	3:53	3:20	2:55	2:36	2:20	
427,7	194,1	59,4	71,3	270	22:30	11:15	7:30	5:38	4:30	3:45	3:13	2:49	2:30	2:15	
411,8	186,9	57,2	68,7	260	21:40	10:50	7:13	5:25	4:20	3:37	3:6	2:43	2:24	2:10	
396,0	179,8	55,0	66,0	250	20:50	10:25	6:57	5:13	4:10	3:28	2:59	2:36	2:19	2:5	
380,2	172,6	52,8	63,4	240	20:0	10:0	6:40	5:0	4:0	3:20	2:51	2:30	2:13	2:0	
364,3	165,4	50,6	60,8	230	19:10	9:35	6:23	4:48	3:50	3:12	2:44	2:24	2:8	1:55	
348,5	158,2	48,4	58,1	220	18:20	9:10	6:7	4:35	3:40	3:3	2:37	2:18	2:2	1:50	
332,6	151,0	46,2	55,5	210	17:30	8:45	5:50	4:23	3:30	2:55	2:30	2:11	1:57	1:45	
316,8	143,8	44,0	52,8	200	16:40	8:20	5:33	4:10	3:20	2:47	2:23	2:5	1:51	1:40	
301,0	136,6	41,8	50,2	190	15:50	7:55	5:17	3:58	3:10	2:38	2:16	1:59	1:46	1:35	
285,1	129,4	39,6	47,6	180	15:0	7:30	5:0	3:45	3:0	2:30	2:9	1:53	1:40	1:30	
269,3	122,2	37,4	44,9	170	14:10	7:5	4:43	3:33	2:50	2:22	2:1	1:46	1:34	1:25	
253,4	115,0	35,2	42,3	160	13:20	6:40	4:27	3:20	2:40	2:13	1:54	1:40	1:29	1:20	
237,6	107,9	33,0	39,6	150	12:30	6:15	4:10	3:8	2:30	2:5	1:47	1:34	1:23	1:15	
221,8	100,7	30,8	37,0	140	11:40	5:50	3:53	2:55	2:20	1:57	1:40	1:28	1:18	1:10	
205,9	93,5	28,6	34,3	130	10:50	5:25	3:37	2:43	2:10	1:48	1:33	1:21	1:12	1:5	
190,1	86,3	26,4	31,7	120	10:0	5:0	3:20	2:30	2:0	1:40	1:26	1:15	1:7	1:0	
174,2	79,1	24,2	29,1	110	9:10	4:35	3:3	2:18	1:50	1:32	1:19	1:9	1:1	0:55	
158,4	71,9	22,0	26,4	100	8:20	4:10	2:47	2:5	1:40	1:23	1:11	1:3	0:56	0:50	
142,6	64,7	19,8	23,8	90	7:30	3:45	2:30	1:53	1:30	1:15	1:4	0:56	0:50	0:45	
126,7	57,5	17,6	21,1	80	6:40	3:20	2:13	1:40	1:20	1:7	0:57	0:50	0:44	0:40	
110,9	50,3	15,4	18,5	70	5:50	2:55	1:57	1:28	1:10	0:58	0:50	0:44	0:39	0:35	
95,0	43,1	13,2	15,9	60	5:0	2:30	1:40	1:15	1:0	0:50	0:43	0:38	0:33	0:30	
79,2	36,0	11,0	13,2	50	4:10	2:5	1:23	1:3	0:50	0:42	0:36	0:31	0:28	0:25	
63,4	28,8	8,8	10,6	40	3:20	1:40	1:7	0:50	0:40	0:33	0:29	0:25	0:22	0:20	
47,5	21,6	6,6	7,9	30	2:30	1:15	0:50	0:38	0:30	0:25	0:21	0:19	0:17	0:15	
31,7	14,4	4,4	5,3	20	1:40	0:50	0:33	0:25	0:20	0:17	0:14	0:13	0:11	0:10	
15,8	7,2	2,2	2,6	10	0:50	0:25	0:17	0:13	0:10	0:8	0:7	0:6	0:6	0:5	

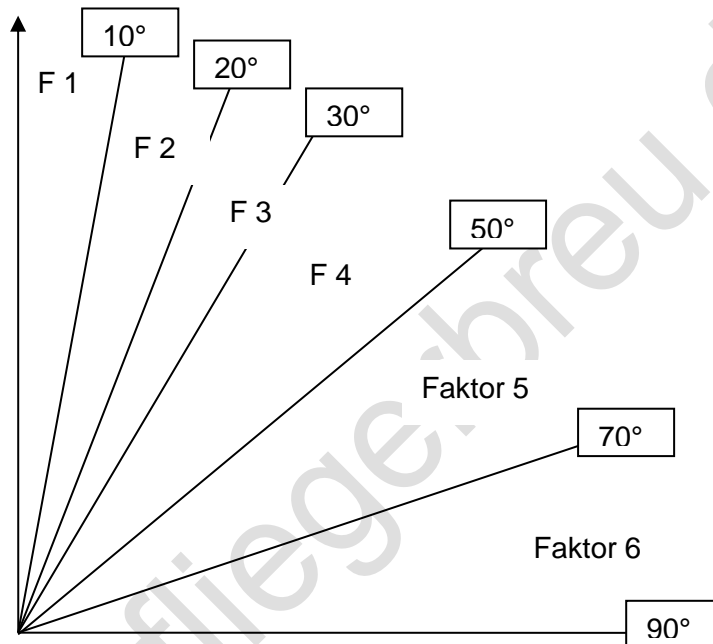
## 2.6 Ermittlung der GS/TAS aus Distanz und Zeit

$$GS/TAS = \frac{D * 60}{t}$$

## 2.7 Motoröl

1 Quart (qt) = ¼ USgal = 0,946 l

## 2.8 LUVWINKEL



Faustformel für WCA (l):

$$WCA = \frac{V_{Wind} * Faktor (1 bis 6)}{TAS / 10}$$

Beispiel: Inbound track: 180°  
Wind: 230°/30 kt  
TAS: 120 kt

Ergebnis: WCA= 30\*Faktor (4) / 12 = 10°

## 2.9 Faustregel TRACKING

Verbesserung = 2 \* geschätzter WCA

$$\text{Neuer WCA} = \frac{\text{Peilsprung (Grad)} * \text{Re stflugzeit (Min)}}{\text{Zeit (Min) der Versetzung}}$$

## 2.10 1:60 – Regel nach Abtrifft vom Sollkurs

Im Kreis gilt die Proportion:

$$\frac{\text{Kreisumfang}}{\text{Kreisbogen}} = \frac{\text{Vollwinkel}}{\text{Zentriwinkel}}$$

$$\frac{2\pi * r}{b} = \frac{360^\circ}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{360 * b}{2\pi * r}$$

$$\alpha = \frac{180 * b}{3,14 * r}$$

Kürzen mit ~3:

$$\alpha = \frac{60 * b}{1 * r}$$

$$\frac{\text{Ablage (NM)} * 60}{\text{Strecke}} + \frac{\text{Ablage (NM)} * 60}{\text{Re ststrecke}} = \text{Gesamtverbesserung}$$

## 2.11 Faustregel HOMING

Verbesserung = 2 \* BC (bearing change)

Bei Überkorrekturen jeweils auf die Hälfte verbessern !

## 2.12 Reichweite VOR

Reichweite (NM) = 1,23 \*  $\sqrt{\text{Flughöhe(ft)}}$

## 2.13 Abstandsbestimmungen

### 2.13.1 90° Time/Distance Check

Kurs nach links oder rechts mit 080° so zum NDB für einen beabsichtigten Peilsprung von 010° öffnen, dass ein RB von 080° bzw. 260° angezeigt wird. Zeitmessung beginnen bei 085° RB und stoppen bei 095° RB.

→ mit NDB

1. QDM feststellen
2. auf MH (QDM + oder – 080°) einkurven
3. RB = 085° (bei -80°) Uhr starten, RB = 275° (bei +80°) Uhr starten
4. RB = 095° (bei -80°) Uhr stoppen, RB = 265° (bei +80°) Uhr stoppen

Beim VOR ist der Kurs ebenfalls nach links oder rechts mit 080° zu öffnen. Bei einem beabsichtigten Peilsprung von 10 Grad und einem momentanen QDM von z. B. 090° ist an der Kursmarke ein QDM von 095° einzudrehen. Wenn das CDI in der Mitte steht ist die Zeitmessung zu beginnen und sofort den Kurswähler auf 105° zu stellen. Die Zeitmessung wiederum bei Erreichen der Mittelstellung des CDI stoppen.



→ mit VOR

1. QDM feststellen
2. auf MH (QDM + oder - 080°) einkurven
3. CDI-Nadel neu zentrieren, Stoppuhr starten
4. 10° kleineres QDM (bei + 080°) einstellen  
10° größeres QDM (bei - 080°) einstellen
5. Wenn CDI-Nadel wieder in der Mitte steht, Uhr stoppen.

$$\text{Flugzeit (Min.)} = \frac{\text{Zeit für Peilsprung (Sek.)}}{\text{Peilsprung (°)}}$$

$$\text{Entfernung (NM)} = \frac{\text{TAS} * \text{Zeit für Peilsprung (Min.)}}{\text{Peilsprung (°)}}$$

### 2.13.2 45° - Time/Distance Check

Das Luftfahrzeug so zum NDB ausrichten, dass ein RB von 045° bzw. 315° angezeigt wird und mit der Zeitmessung beginnen. Zeit stoppen bei Erreichen von einem RB von 090° bzw. 270°.

Gemessene Zeit = Flugzeit zur Station

### 2.13.3 30° - Time/Distance Check

$$\text{Flugzeit (Min.)} = \frac{\text{Zeit für Peilsprung (Sek.)}}{2 * \text{Peilsprung (°)}}$$

$$\text{Entfernung (NM)} = \frac{\text{TAS} * \text{Zeit für Peilsprung (Min.)}}{2 * \text{Peilsprung (°)}}$$

## 2.14 Anschneiden von Kursen (Interception)

Für dieses Verfahren ist ein räumliches Vorstellungsvermögen zu entwickeln. Hierzu die Lufträume, Kontrollzonen etc. in 3D gedanklich aufbauen. Kurskreisel, HSI, VOR und ADF gedanklich „flach“ legen.

### 2.14.1 Sechs Punkte Regel

1. Act. QDM oder QDR ermitteln
2. Req. QDM oder QDR in Bezug zur Station vorstellen und beim VOR einstellen
3. Winkeldifferenz ermitteln
4. Art der Interception anwenden (30°, 45°, 90°, D+30 Methode)
5. Interception-HDG errechnen (Winkel immer am Sollkurs antragen)
6. First turn (Left/Right ?)

## 2.14.2 Regeln für die Richtungswahl zum Intercepten

IST-QDM > SOLL QDM > steuern  
IST-QDM < SOLL QDM < steuern

IST-QDR > SOLL QDR < steuern  
IST-QDR < SOLL QDR > steuern

## 2.14.3 Anschneiden von VOR-Radialen (Inbound und Outbound)

Nadel rechts = Anschneidewinkel zum Sollkurs (req. Track)  
**addieren**

Nadel links = Anschneidewinkel vom Sollkurs (req. Track)  
**subtrahieren**

Wenn die CDI-Nadel beim Anschneiden schnell zur Mitte wandert, mit einer Standardkurve ( $3^\circ/\text{sec}$ ) auf den eingewählten VOR-Kurs einkurven.

Wenn die CDI-Nadel langsam zur Mitte wandert, erst dann mit der Standardkurve auf den eingewählten VOR-Kurs einkurven, wenn die CDI-Nadel den Rand des Kreises bzw. 1 Teilstrich (=  $2^\circ$  vor Erreichen des Kurses) erreicht hat.

## 2.15 Sinkrate (Rate of decent): $3^\circ$ ILS

$$\text{ROD (ftm)} = \frac{\text{Groundspeed(kt)} * 10}{2}$$

## 2.16 Berechnung des Point of Descent (POD)

Bei ROD = 500 ft/min:

$$\text{Distance (NM)} = \frac{\text{Höhendifferenz(ft)} * \text{Groundspeed(kts)}}{500(\text{ft / min}) * 60(\text{Min.})}$$

GS	NM/Min.
90	1,5
100	1,6
120	2,0
130	2,2
150	2,5
180	3,0

## 2.17 Point of safe return

In den beiden nachfolgenden Formeln sind links die Zeiten und rechts die Geschwindigkeiten einzusetzen:

$$\text{PSR} : \frac{X(\text{Min})}{\text{Fuel}(\text{Min})} = \frac{VR}{VR + VH}$$

## 2.18 Point of equal time

$$\text{PET} : \frac{X(\text{Min})}{t(\text{einf ach})} = \frac{VR}{VR + VH}$$

## 2.19 Standardkurve

$$\text{Querneigung}(\text{°}) : \frac{TAS(\text{Kt})}{10} + 7 \text{ oder } \frac{TAS(\text{mph})}{10} + 5$$

### Ausleiten von Standardkurven:

Vor Erreichen des gewünschten Kurses ist mit 50% der Querneigung (°) mit dem Ausleiten der Kurve zu beginnen.

- z. B.: TAS = 130 Kt  
 Querneigung somit 20° (TAS/10+7)  
 Kurve 10° vorher ausleiten

## 2.20 Standardkurve mit Magnetkompass

$$t(\text{s}) \text{ für Sollkurs} : \frac{\text{Winkeldiff (Grad)}}{3}$$

## 3 Flugverfahren

### 3.1 Durchstarten – Die Pull up 6 Punkte-Regel

1. Nose up
2. Props: High RPM
3. Manifold pressure: for Take-Off
4. Flaps: Take Off position (gem. P.O.H.)
5. Gear: UP, when pos. Rate of Climb (ROC)
6. Flaps completely up, when clear of obstacles or 400 ft above GND

### 3.2 Sicherer Start

Sicherer Start = mind. 1,4 fache  $V_s$

### 3.3 Sichere Landung

Sichere Landung = mind. 1,3 fache  $V_s$

### 3.4 Kompassdrehfehler

#### 3.4.1 Beschleunigungsfehler bei Ost- oder Westkursen

Stei-Ve-Sü = Bei Steigflug und Verzögerung dreht der Magnetkompass auf südlichere Kurse

Si-Be-No = Bei Sinkflug und Beschleunigung dreht der Magnetkompass auf nördlichere Kurse

### 3.4.2 Kompassdrehfehler bei Eindrehen auf Nord- oder Südkursen

Bei Eindrehen auf Nordkurse: Vorher ausleiten

Bei Eindrehen auf Südkurse: Übersteuern

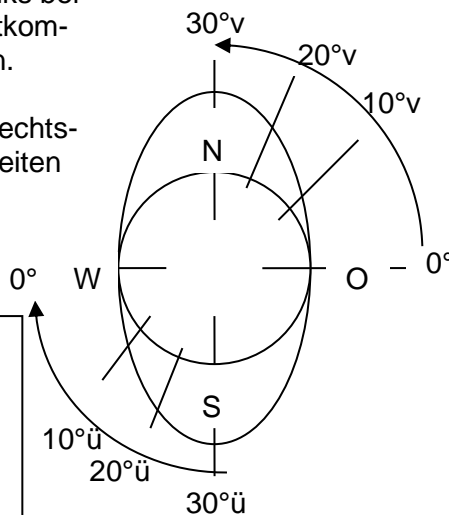
**UNOS** – Undershoot North, Overshoot South

**ANDS** – Accelerate North, Decelerate South

z. B.: Für Sollkurs  $000^\circ$   $30^\circ$ v. ausleiten; somit nach links bei  $30^\circ$  Anzeige am Magnetkompass die Kurve beenden.

Vorher kann auch bei Rechtskurven für  $000^\circ$  ein ausleiten bei  $330^\circ$  bedeuten!

Bei Eindrehen auf neuen nördlichen Kurs nach links mit Standardkurve entsprechend dem Gradzahlkorrekturwert vorher ausleiten



Bei Eindrehen auf neuen südlichen Kurs nach rechts entsprechende Gradzahlkorrektur mit Standardschräglage über-

### 3.5 Erhöhung der Stallgeschwindigkeit bei zunehmender Schräglage

Auftriebsformel:

$$A = G = \frac{\rho}{2} v^2 * C_A * F$$

Umstellung nach  $V^2$ :

$$V^2 = \frac{G * 2}{F * \rho * C_A}$$

Stallgeschwindigkeit im Geradeausflug:

$$V = \sqrt{\frac{G * 2}{F * \rho * C_A}}$$

Stallgeschwindigkeit im Kurvenflug:

$$V = \sqrt{\frac{G * 2 * N_K}{F * \rho * C_A}}$$

Stallgeschwindigkeit im Kurvenflug vereinfacht:

$$V = V_{ST} * \sqrt{N_K}$$

Stallformel für Kurvenflug:

$$V = V_{ST} * \sqrt{\frac{1}{\cos\varphi}}$$

**Winkelberechnung der Schräglage:**

$$\cos\varphi = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{G1}{G1 * N_K} = \cos\varphi = \frac{1}{N_K}$$

Umstellung nach  $N_K$ :

$$N_K = \frac{1}{\cos\varphi}$$

$\varphi$	$\cos\varphi$	$N_K = \frac{1}{\cos\varphi}$
0°	1	1
45°	0,707	1,41
60°	0,5	2
75°	0,259	3,86



Beispiel für ein Luftfahrzeug mit 1.000 kg Masse und einer Schräglage von 60° bei einer Stallgeschwindigkeit von 42 kt im Geradeausflug lt. P.O.H:

$$V_{ST(K)} = V_{ST} * \sqrt{\frac{1}{\cos\varphi}}$$

$$V_{ST(K)} = 42 * \sqrt{2}$$

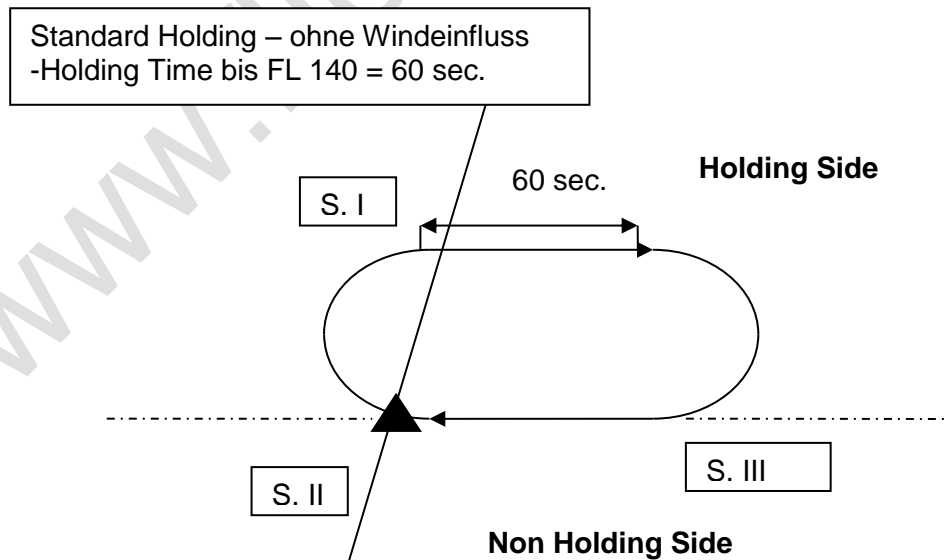
$$V_{ST(K)} = 42 * 1,414$$

$$V_{ST(K)} = 59,396$$

Bei einer Schräglage von 60° steigt die Stallgeschwindigkeit von 42 Kt auf ca. 60 Knoten und es wird für den Kurvenflug auf gleicher Höhe ein Auftriebszuwachs von 410 kg für ein 1000 kg schweres Lfz. erforderlich.

### 3.6 Holding

Standardholding = Right Hand Pattern



### 3.6.1 WCA im Holding

WCA bei Holding Entry:

Für Parallel – Teardrop – Special Direct:

-Outbound = 2 \* WCA  
 -Inbound = 1 \* WCA

WCA im Holding:

-Outbound = 3\* WCA  
 -Inbound = 1\* WCA

Time Correction = Faktor(x) \* WS (in Sek./Kt)

0-30° = Faktor 1 (volle Windstärke)

30-60° = Faktor 0,5 (halber Wind)

60-90° = Keine Windkorrektur

### 3.7 X-Wind

Windwinkel zur Runway	Rechenfaktor	X-Wind-Faktor	X-Wind Komponente
000°	0,0	0%	Keine
030°	0,5	50%	Halb
045°	0,7	70%	2/3
060°	0,9	90%	Fast voll
090°	1,0	100%	Voll

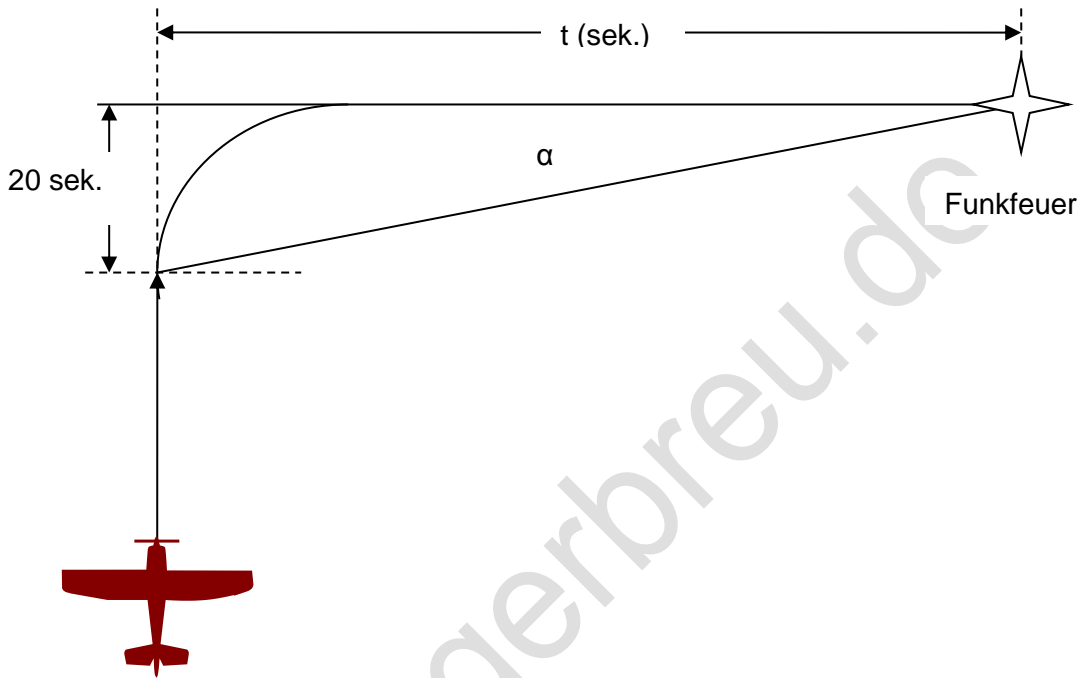
### 3.8 Anfluggeschwindigkeit nach Gewicht

Diese Formel bitte erst ab 1,5 t MTOW für den Anflug auf kurze Landebahnen in Betracht ziehen !

$$V_{\text{Ref}} = \sqrt{\frac{G_{\text{act}}}{G_{\text{max}}}} * V_s$$

z. B.: C210N –  $V_s=74$  Kt bei 1814 kg MTOW  
 Akt. Gewicht: 1600 kg  
 VRef: =70 Kt (für Kurzlandungen!)

### 3.9 Angle of Lead (90°IC)



$$U = 2\pi \cdot r$$

$$r = \frac{U}{2\pi} \quad U = \text{bei 2 Min. turn} = 120 \text{ Sek.}$$

$$r = \frac{120}{2\pi}$$

$$\text{Angle of Lead (}^\circ\text{)} = \frac{20}{t(\text{min})}$$

### 3.10 A/C Performance – Geschwindigkeiten

$V_{NE}$	Höchstzulässige Geschwindigkeit Never Exceed Speed
$V_{NO}$	Höchstzulässige festigkeitsmäßig bedingte Reisegeschwindigkeit Maximum Structural Cruising Speed (Ende grüner Bogen am Fahrtmesser)
$V_A$	Manövergeschwindigkeit, Höchstgeschwindigkeit für Flugmanöver mit vollem Ruderausschlag Design Maneuvering Speed
$V_1$	Kritische Geschwindigkeit für Motorausfall beim Startvorgang Critical Engine Failure Speed
$V_2$	Sichere Abhebegeschwindigkeit T/O safety speed
$V_Y$	Größte Steiggeschwindigkeit (Klappen u. Fahrwerk eingefahren) bei welcher der Höhengewinn in kürzest möglicher <u>Zeit</u> erzielt wird Best Rate-of Climb Speed
$V_X$	Steilster Steigwinkel (Klappen u. Fahrwerk eingefahren) bei größtem Höhengewinn in kürzest möglicher <u>Horizontalentfernung</u> Best Angle-of-Climb Speed (Flaps und gear up)
$V_{FE}$	Max. Geschwindigkeit mit Landeklappen in einer vorgeschriebenen Ausfahrstellung (Ende weißer Bogen) Max. Flap Extended Speed
$V_{LO}$	Max. Geschwindigkeit zum Ein- oder Ausfahren des Fahrwerkes Maximum Landing Gear Operating Speed

<b>V<sub>LE</sub></b>	Max. Geschwindigkeit (mit ausgefahrenem Fahrwerk) Max. Landing-Gear-Extended Speed
<b>V<sub>S</sub></b>	Überziehggeschwindigkeit oder Mindestgeschwindigkeit, bis zu der bzw. bei der ein Flugzeug noch steuerbar ist Stalling Speed or minimum Steady-Flight-Speed at which the airplane is controllable
<b>V<sub>S1</sub></b>	Überziehggeschwindigkeit mit eingefahrenen Klappen, Triebwerk im Leerlauf und höchstzulässigem Gewicht (Anfang grüner Bogen) Stalling Speed – Flaps 0
<b>V<sub>SO</sub></b>	Überziehggeschwindigkeit (Klappen in Landekonfiguration) Stalling Speed in Landing Configuration, idle power, CG forward (Anfang weißer Bogen)
<b>V<sub>REF</sub></b>	Anfluggeschwindigkeit im Endanflug bei normaler Landung bis 50 ft Höhe über der Landebahn $V_S * 1,3$ Landing-Reference-Speed
<b>V<sub>TGT</sub></b>	$V_{REF} + \frac{1}{2}$ Windgeschwindigkeit + Böen (Gust)-Faktor (Max. $V_{TGT} = V_{REF} + 15$ kt)
<b>V<sub>R</sub></b>	Rotationsgeschwindigkeit – Bei Erreichen soll dieser Geschwindigkeit soll die Nase beim Startlauf angehoben werden Rotating Speed
<b>V<sub>MCA</sub></b>	Minimalgeschwindigkeit bei der mit abgestelltem kritischen Triebwerk das Lfz durch die aerodynamische Steuerung noch geradeaus gehalten werden kann (Red line speed) Air Minimum Control Speed
<b>V<sub>SSE</sub></b>	Minimalgeschwindigkeit für Einmotorentrainingsflüge Intentional One Engine Inoperative Speed (in flight for pilot training)
<b>V<sub>YSE</sub></b>	Geschwindigkeit für die beste Steigrate bei Triebwerkausfall in einer bestimmten Zeit Best Rate-of-Climb Speed (Single Engine) (Blue line speed)
<b>V<sub>XSE</sub></b>	Geschwindigkeit für besten Steigwinkel bei Triebwerkausfall bezogen auf eine bestimmte Distanz Best-Angle-of-Climb Speed (Single Engine)

## 4 Höhenbegriffe und -ermittlungen

### Definitionen

1. **QNH Altitude (Alt) / QNH – Höhe**  
Die QNH – Altitude ist eine angezeigte Flughöhe über MSL. Höhenmesseranzeige bei QNH-Einstellung auf der Nebenskala
2. **Pressure Altitude (PA) / Druckhöhe**  
Die Höhe der Standardatmosphäre, die dem Luftdruck jener Flughöhe entspricht, in dem sich das **Flugzeug** gerade befindet. Höhenmessereinstellung bei 1013 hPa Einstellung auf der Nebenskala
3. **Flight Level (FL) / Flugfläche**  
Flugflächen gleichen Luftdruckes. Flight Level ist Pressure Altitude dividiert durch 100. Höhenmesseranzeige bei 1013 – Einstellung (Standard)
4. **Density Altitude (DA) / Dichtehöhe**  
Die Höhe der Standardatmosphäre, die der Luftdichte entspricht, in der sich das Flugzeug befindet. Sie ergibt sich aus der Pressure Altitude unter Berücksichtigung der Temperaturkorrektur (120ft pro 1°C Abw. von ISA)  
Die angegebene Dienstgipfelhöhe eines Lfz ist eine DA
5. **True Altitude (TA) / Wahre Höhe**  
Die Flughöhe über MSL. Sie ergibt sich aus der Pressure Altitude unter Berücksichtigung der Druckkorrektur für Abweichung von QNH (30ft pro 1hPa) und der Temperaturkorrektur für Abweichung von der ISA (0,4 \* Abweichung v. ISA in der QNH-Altitude)
6. **Height (H) / Höhe**  
Die Höhe über Grund (Gelände, Hindernis). Höhenmesseranzeige bei QFE-Einstellung auf der Nebenskala und ISA.
7. **Minimum Safe Altitude (MSA) / Sicherheitsmindesthöhe**  
Definition:  
MEA = tiefste Flughöhe, welche unter Normalbedingungen auf einer bestimmten Luftstraße geflogen werden darf und deckt die gesamte offizielle Breite des Airways (normalerweise 10 NM, also 5 NM beidseits der AWY-Centerline) ab. Die MEA gewährleistet einen minimalen Hindernisabstand (Terrain Clearance) von 1.000 ft und den Signalempfang von VHF COM-, NAV-, sowie LF-Anlagen.
8. **Elevation (ELEV) / Ortshöhe über NN**  
Höhe in ft eines Bodenpunktes (z.B. Flugplatzes) über MSL

## 4.1 Q-Gruppen Definitionen

### Q-Gruppen

QDM	= MC vom Lfz. zur Station
QDR	= MC von der Station zum Lfz.
QTE	= TC von der Station zum Lfz.
QUJ	= TC vom Lfz. zur Station

### Eigenpeilung

QDM	= RB + MH
QDR	= RB + MH (+/- 180°)

## 4.2 Höhenermittlung

### → QFE

In Flugplatzhöhe gemessener Luftdruck. Bei QFE-Einstellung auf der Nebenskala des Höhenmessers wird die Höhe über dem Flugplatz angezeigt; nach der Landung zeigt der Höhenmesser 0 Fuß an.

### → QNH

Auf MSL reduziertes QFE, unter der Annahme, dass am Platz und unterhalb des Platzes die Temperaturverhältnisse der Standardatmosphäre herrschen

### → QFF

Mit barometrischer Höhenformel auf MSL reduziertes QFE unter Berücksichtigung der wahren Temperatur. QFF-Werte werden nur in den Bodenwetterkarten des Wetterdienstes eingetragen. In der Standardatmosphäre ist  $QNH=QFF$

### → QNE

Das QNE ist diejenige Höhenmesseranzeige in Platzhöhe, wenn die Nebenskala auf 1013,2 hPa eingestellt wird. QNE gibt an, welcher Höhe der Standardatmosphäre Druckhöhe (Pressure Altitude) des Flugplatzes entspricht. Genau genommen ist dies also keine Luftdruckwert, sondern eine Höhenangabe.

Die Druckkorrektur / Pressure Correction erfolgt bei Abweichungen des örtlichen QNH's von den Standardwerten 1013,25 hPa und beträgt 30 ft pro 1 hPa Differenz.

→ Anmerkung:

Die Pressure Correction/Druckkorrektur (30ft/1hPa) muss vor der Temperaturcorrection/Temperaturkorrektur (0,4% Abw. v. ISA in % der QNH-Altitude) durchgeführt werden.

Temperatur < ISA: QNH-Alt. → QNH-Grundwert über 100 = 10X %  
Prozente auf Hundert

Temperatur > ISA: QNH-Alt → QNH-Grundwert unter 100 = 9X %  
Prozente im Hundert

Beispiel

Vorgaben: PA 10.000 ft; QNH: 983 hPa; ISA -15°C; ELEV: 147 ft

Temperatur **kälter** als ISA  
QNH **unter** Standard

1. $\Delta$ hPA	<b>Standard 1013 hPa</b> QNH 983 hPa - $\Delta$ hPa=30 hPa
2. Press. Corr. (ft)	<b><math>\Delta</math>hPa * Barom. Höhenstufe (30 ft)</b> = 30hPa * 30 ft = 900 ft
3. QNH-Altitude (ft)	<b>Pressure Altitude <math>\mp</math> Press. Corr.</b> = 10000 ft – 900 ft = 9.100 ft QNH-Alt.
4. % der Temp. Corr. (ft)	<b>(0,4% * Abw. von ISA) %</b> = (0,4% * 15)= 6,0%
5. Temp. Corr.	<b>QNH-Alt <math>\mp</math> Temp. Corr.=106 %!</b> =6,0% = 515 ft
6. True Altitude	<b>QNH-Alt. <math>\mp</math> Temp. Corr.</b> = 9100 ft – 515 ft = 8585 ft
7. Height (ft)	<b>True Altitude – Elevation</b> = 8585 ft – 147 ft = 8438 ft
8. Density Alt. (ft)	<b>Press. Alt. <math>\mp</math> 120 ft pro 1° Abweichung v. ISA</b> = 10000 ft – (120 ft*15) = 8200 ft



## 4.3 Ermitteln der IFR-Mindestflughöhe (MEA)

Vorgaben: IFR-Mindestflughöhe für die Flugstrecke: FL 70 (MEA)  
Luftdruck : 983 hPa  
Temperatur : 10° unter ISA

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. $\Delta$ hPa           | <b>Standard 1013 hPa</b><br>QNH 983 hPa - $\Delta$ hPa=30 hPa                                    |
| 2. Press. Corr. (ft)      | <b><math>\Delta</math>hPa * Barom. Höhenstufe (30 ft)</b><br>= 30hPa * 30 ft = 900 ft            |
| 3. QNH-Altitude (ft)      | <b>Pressure Altitude <math>\pm</math> Press. Corr.</b><br>= 7000 ft - 900 ft = 6.100 ft QNH-Alt. |
| 4. % der Temp. Corr. (ft) | <b>(0,4% * Abw. von ISA) %</b><br>= (0,004% * 10 * 7000 = 280 ft)                                |
- Insgesamt ergibt sich eine 1.180 ft geringere tatsächliche Flughöhe.  
Niedrigste benutzbare Flugfläche (odd) daher (MUF) = F90

### **Einfluss der Druckhöhe und der Dichtehöhe auf Flugleistungen**

Mit zunehmender Druckhöhe (Flughöhe) verringert sich die Luftdichte. Dadurch vermindert sich die Triebwerkleistung und die aerodynamische Leistung (Auftrieb und Luftschraubenwirkungsgrad). Die Druckhöhe wird ermittelt, indem man den Höhenmesser auf 1013,2 hPa einstellt.

### **Einfluss der Temperatur auf die Flugleistungen**

Ansteigende Temperaturen verursachen eine Verringerung der Luftdichte und vergrößern damit die Dichtehöhe. Hohe Temperaturen können ohne weiteres die Dichtehöhe (z. B. eines Flugplatzes) um einige tausend Fuß ansteigen lassen (120 ft / 1° Abweichung von der Standardtemperatur). Zusätzliche vergrößert niedriger Luftdruck die Dichtehöhe (30 ft / 1° hPa).

### **Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Flugleistungen**

Je mehr Feuchtigkeit die Luft enthält, desto geringer ist die Luftdichte. Hohe Luftfeuchtigkeit verringert die Start- und Steigflugleistungen eines Flugzeuges um ca. 5-8%.

**Zusammenfassend verringern zunehmende Druckhöhe, tiefer Luftdruck, hohe Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeit – abhängig von der Größe der Abweichung von den Standardwerten die Flugleistungen.**

# 5 Gewicht u. Schwerpunkt (IFR)

## 5.1 Definitionen

DOM	=	BEM + CREW
ZFM	=	DOM + PAYLOAD
TOF	=	MTOM – ZFM
TRIP FUEL	=	FLTTIME*FUELFLOW/60
CONTING.F	=	10% von TRIP FUEL
HOLDING	=	Standard für 45 Min.
ALTERNATE	=	Treibstoff zum Alternate Airport
BLOCKFUEL	=	TOF + TXY-FUEL
EXTRAFUEL	=	TOF – MIN.T/O F.
MIN.T/O F.	=	TRIP+CONT+HOLD+ALTERNATE FUEL

## 5.2 Treibstoffberechnung (Beispiel)

Fuel Calculation:		
	Time	Fuel l
TRIP FUEL	119	69
CONTING.	12	7
ALTERNATE	21	12
HOLDING	45	26
MIN.T/O F.	197	114
EXTRA	77	47
T/O FUEL	274	161

<b>FUEL:</b>		<b>kg</b>
MTOM		1043
-PAYLOAD		215
-BEM		698
T/O FUEL		130

Mom.	68.809,0
Max.	151,4

ACT. FUEL	116	←	Max:	116 kg
-----------	-----	---	------	--------

### 5.3 Treibstoffermittlung

Treibstoffverbrauch aus P.O.H für den gewählten

- Steigflug, den
- Reiseflug (in der geplanten Flugfläche mit entspr. Temp. und dem MTOM und Gewicht)
- Flug zum Ausweichflugplatz ermitteln.

TAS kt	/	FF (l/h)
CRUISE		
100		35
CLIMB		
80kt		48
ALTERN.		
100		35

### 5.4 M&B - Beispiel

#### PAYLOAD COMPUTATION

	SEAT	ARM	MASS	MOMENT / 100
PIC	1	94	90	8460
CO	2	94	65	6110
Seat	3	185	20	3700
Seat	4	185	20	3700
Seat	5	0	0	0
Seat	6	0	0	0
BAGGAGE	FWD	241	20	4820
BAGGAGE	AFT	312	0	0
PAYLOAD			215	26790
Fuelmoment	117,0	116		13572

ITEM	MASS	MOMENT/100
BEM	698	68809
+ PAYLOAD	215	26790
= ZFM	913	95599
+ T/O FUEL	116	13572
T/O MASS	1029	109171
+ CG =	106 cm	O.K.

## 5.5 Schwerpunktverschiebung - CG-SHIFT

### 5.5.1 Bestimmung der Verschiebungsmasse

Physikalisch gesehen, besteht die Aufgabe bei der Verschiebung des Schwerpunktes darin, anzugeben, welche Masse wohin zu verschieben ist, um einen neu definierten Schwerpunkt zu erzielen.

$$\text{CG-Shift} : \frac{X}{\text{MTOM}} = \frac{\text{Akt.CGÜberschreitung}}{\text{Zul.Schwerpunktbereich}}$$

Beispiel:	MTOM	:	4.500	lbs
	FWD C.G.	:	33	inch
	AWD C.G.	:	44,6	inch
	FWD COMP	:	-10	inch
	AWD COMP	:	115	inch
	AWD CARGO:		135	lbs
	CURR. C.G.	:	45,5	inch
	C.G. ÜBERSCHR.:		0,9	inch (CURR. C.G. – AFT C.G.)
	C.G. BEREICH:		125	inch (AWD COMP. – FWD COMP.)

Ergebnis: SHIFT FWD 32,4 lbs  
(= MTOM \* C.G. Übersch. / C.G. BEREICH)

Ein Gegenstand mit mind. 32,4 lbs Gewicht muss vom hinteren Gepäckbereich in den vorderen Gepäckbereich verschoben werden.

## 5.5.2 Momentänderung durch Hinzufügen von Ballastmasse

Falls die Methode der Ladungsverschiebung nicht möglich ist, lassen sich bei einer vollbesetzten Maschine die Passagiere zwar umsetzen, doch es wird, von nicht nutzbaren Extremfällen einmal abgesehen, keine Schwerpunktänderung zur Folge haben.

In einem solchen Fall bleibt zur Justierung der Schwerpunktlage nur die Änderung der Zuladungsmasse. Hierbei gibt es zwei Fälle: Entweder man nimmt zusätzlichen Ballast mit oder man reduziert die Zuladung, indem man Cargo und/oder die Anzahl der Passagiere reduziert. Im Normalfall wird man bei einem Luftfahrzeug nicht die Anzahl der zahlenden Passagiere reduzieren, sondern man wird weniger Cargo ins Flugzeug laden.

$$\text{Ballastmasse } x = \text{MTOM} * \frac{\text{Akt.CGÜberschreitung}}{\text{Zul.Schwerpunktbereich}}$$

Beispiel:	MTOM	:	1.890	lbs
	FWD C.G.	:	84	inch
	AWD C.G.	:	96	inch
	FWD COMP.	:	25	inch
	AWD COMP.	:	140	inch
	CURR C.G.	:	79,6	inch
	C.G. ÜBERSCHR.:		2	inch (CURR. C.G.-FWD C.G.)
	C.G. BEREICH:		56	inch (AWD COMP. – FWD COMP.)

Ergebnis: SHIFT FWD 148,5 lbs  
(= MTOM \* C.G. Übersch./C.G. BEREICH)

148,5 lbs zusätzlicher Ballast im Gepäckabteil bringt den Schwerpunkt auf die vordere Grenzlage.

# 6 Meteorologie / Technik

## 6.1 METEO Abkürzungen

METEO-ABK.		
<b>ABV</b>	above	über
<b>AC</b>	altocumulus	Alto cumulus
<b>ACFT</b>	aircraft	Luftfahrzeug
<b>AD</b>	aerodrome	Flughafen
<b>AGL</b>	above ground level	über Grund
<b>AIREP</b>	air report	Luftfahrzeugmeldung
<b>APCH</b>	approach	Anflug
<b>AS</b>	altostratus	Altostratus
<b>ASC</b>	ascent	Aufstieg
<b>ATC</b>	Air traffic Control	
<b>ATIS</b>	Automatic Terminal Information Service	
<b>BKN</b>	broken	aufgebrochen (5-7/8)
<b>BL</b>	blowing	-treiben
<b>BLW</b>	below	unter
<b>BR</b>	mist	feuchter Dunst
<b>BTL</b>	between layers	zwischen Schichten
<b>BTN</b>	between	zwischen
<b>CAT</b>	clear air turbulence	Turbulenz in wolkenfreier Luft
<b>CB</b>	cumulonimbus	Cumulonimbus
<b>CI</b>	cirrus	Cirrus
<b>CIG</b>	ceiling	Hauptwolkenuntergrenze
<b>CIT</b>	near or over large towns	nahe oder über großen Städten
<b>CLD</b>	cloud	Wolken
<b>CLR</b>	clear	klar (wolkenfrei)
<b>CNL</b>	cancel	streiche
<b>COT</b>	at the coast	an der Küste
<b>CTR</b>	central	zentral
<b>CU</b>	cumulus	Cumulus
<b>DEG</b>	degree	Grad
<b>DESC</b>	descent	Abstieg
<b>DME</b>	Distance Measuring Equipment	
<b>DS</b>	duststorm	Staubsturm
<b>DZ</b>	drizzle	Sprühregen
<b>EMBD</b>	embedded in a layer	in einer Wolkenschicht eingebettet
<b>E</b>	east or eastern longitude	Osten östlich

## Meteo Abkürzungen

<b>ENE</b>	east north east	Ostnordost
<b>ESE</b>	east south east	Ostsüdost
<b>ETE</b>	Estimated Time Enroute	
<b>FBL</b>	ligh (icing/turbulence)	leicht (Vereisung/Turbulenz)
<b>FCST</b>	forecast	Vorhersage/vorhergesagt
<b>FEW</b>	few	einige (1-2/8)
<b>FG</b>	fog	Nebel
<b>FIR</b>	flight information region	Fluginformationsgebiet
<b>FL</b>	flight level	Flugfläche
<b>FLTVIS</b>	flight visibility	Flugsicht
<b>FM</b>	from	von, ab
<b>FNA</b>	final approach	Endanflug
<b>FRQ</b>	frequent	häufig
<b>FT</b>	feet	Fuß
<b>FU</b>	smoke	Rauch
<b>F/V</b>	flight visibility	Flugsicht
<b>FZ</b>	freezing	gefrierend
<b>FZRA</b>	freezing rain	gefrierender Regen
<b>GND</b>	ground	Grund, Erdboden
<b>GR</b>	hail	Hagel
<b>HVY</b>	heavy	stark
<b>HVYGR</b>	heavy hail	starker Hagel
<b>HZ</b>	haze	trockener Dunst
<b>ICE</b>	icing	Vereisung
<b>IMC</b>	instrumental meteorological conditions	Instrumentenflugbedingungen
<b>INC</b>	in cloud	in Wolken
<b>INTSF</b>	intensifying	verstärkend
<b>INTST</b>	intensity	Intensität
<b>INOF</b>	in vicinity of	in der Nähe von
<b>ISOL</b>	isolated	vereinzelt
<b>JTST</b>	jetstream	Strahlstrom
<b>KT</b>	knots	Knoten

## Meteo Abkürzungen

<b>LAN</b>	inland	über Land
<b>LGT</b>	light	leicht
<b>LOC</b>	locally	örtlich
<b>LVL</b>	level	Fläche
<b>LYR</b>	layer or layered	Schicht, geschichtet
<b>MAR</b>	at sea	über See
<b>MAX</b>	maximum	Maximum
<b>MOD</b>	moderate	mäßig
<b>MON</b>	above mountains	über Bergland
<b>MOV</b>	moving	bewegend, ziehend
<b>MPS</b>	metres per second	Meter pro Sekunde
<b>MS</b>	minus	minus
<b>MSL</b>	mean sea level	Meereshöhe
<b>MT</b>	mountain	Berg
<b>MTW</b>	mountain waves	Leewellen
<b>N</b>	north, northern latitude	Norden, nördliche Breite
<b>NC</b>	no change	keine Änderung
<b>NE</b>	north east	Nordosten
<b>NM</b>	nautical miles	Seemeilen
<b>NNE</b>	north north east	Nordnordosten
<b>NNW</b>	north north west	Nordnordwesten
<b>NS</b>	nimbostratus	Nimbostratus
<b>NSFC</b>	near surface	nahe dem Erdboden
<b>NW</b>	north	Nordwesten
<b>OAT</b>	outside air temperature	Außentemperatur
<b>OBS</b>	observed	beobachten
<b>OBSC</b>	obscured, obscuration	verborgen
<b>OCNL</b>	occasionally	gelegentlich
<b>OTP</b>	on top	oberhalb der Wolkenobergrenze
<b>OVC</b>	overcast	bedeckt (8/8)
<b>PS</b>	plus	plus
<b>RA</b>	rain	Regen
<b>REP</b>	reports	meldet
<b>RWY</b>	runway	Piste, Start-/Landebahn



## Meteo Abkürzungen

<b>S</b>	south, southern latitude	Süden, südlicher Breite
<b>SA</b>	sandstorm	Sandsturm
<b>SC</b>	stratocumulus	Stratocumulus
<b>SCT</b>	scattered	aufgelockert (3-4/8)
<b>SE</b>	south east	Südosten
<b>SEV</b>	severe	stark, schwer
<b>SFC</b>	surface	Erdboden
<b>SH</b>	shower	Schauer
<b>SKC</b>	sky clear	wolkenlos
<b>SLW</b>	slow	langsam
<b>SN</b>	snow	Schnee
<b>SQL</b>	squall line	Böenlinie
<b>SSE</b>	south south east	Südsüdost
<b>SSW</b>	south south west	Südsüdwest
<b>ST</b>	stratus	Stratus
<b>STNR</b>	stationary	stationär
<b>SW</b>	south west	Südwest
<b>TC</b>	tropical cyclone	tropischer Wirbelsturm
<b>TKOF</b>	take off	Start
<b>TS</b>	thunderstorm	Gewitter
<b>TURB</b>	turbulence	Turbulenz
<b>U</b>	unknown	unbekannt
<b>UIR</b>	upper flight information region	Oberes Fluginformationsgebiet
<b>VA</b>	volcanic ash	Vulkanasche
<b>VAL</b>	in valleys	in Tälern
<b>VIS</b>	visibility	Sicht
<b>VMC</b>	visual meteorological conditions	Sichtflugbedingungen
<b>W</b>	West, western longitude	Westen, westlicher Länge
<b>WDSPR</b>	widespread	verbreitet
<b>WKN</b>	weakening or weaken	abschwächend
<b>XXX</b>	outside of validity range (base or top of a layer) of a significant weather chart	außerhalb des Gültigkeitsbereichs (Ober- oder Untergrenze einer Höhenschicht) einer Significant Weather Chart
<b>Z</b>	zulu-time (UTC)	Z-Zeit (UTC)

## 6.2 Standardtemperatur

$$\text{Standardtemperatur} = (\text{ft}/1000) * (-2) + 15$$

## 6.3 Umrechnung T- Celsius in T- Fahrenheit

$$T_{\text{Celsius}} = \frac{5}{9} * \left[ T_{\text{Fahrenheit}} - 32 \right]$$

## 6.4 Umrechnung T- Fahrenheit in T-Celsius

$$T_{\text{Fahrenheit}} = \frac{9}{5} * C + 32$$

## 6.5 Temperaturabnahme

Temp. Abnahme in der Standardatmosphäre = 2° /1000 ft Höhe

### 6.5.1 ISA = feuchtadiabatisch

$$0,65^\circ / 100 \text{ m} = 2^\circ \text{ C} / 1000 \text{ ft Höhe}$$

### 6.5.2 Trockenadiabatisch

$$1^\circ / 100 \text{ m} = 3^\circ \text{ C} / 1000 \text{ ft Höhe}$$

## 6.6 Hauptdruckflächen und deren Temperaturen

-62°	200 =	38.500 ft
-53°	250 =	34.000 ft
-45°	300 =	30.000 ft
-33°	400 =	24.000 ft
-21°	500 =	18.000 ft
- 5°	700 =	10.000 ft
+ 5°	850 =	5.000 ft

## 6.7 Fehlanzeige des Höhenmessers

$$\text{Fehlanzeige} = 0,4 \% / 1^\circ \text{ Abweichung gegenüber Standardtemp.}$$

Beispiel: Temperatur in 10.000 ft = +10° → Anzeige 9.400 ft  
= -5° → Anzeige 10.000 ft  
= -20° → Anzeige 10.600 ft

## 6.8 Barometrische Höhenstufe

Barometrische Höhenstufe:  $1 \text{ hPa} = 30 \text{ ft}$

Beispiel: Anzeige des Höhenmessers bei 1013,2 hPa = 10.000 ft  
Tatsächliche Höhe bei QNH 1003 hPa = 9.700 ft  
Tatsächliche Höhe bei QNH 1023 hPa = 10.300 ft

## 6.9 Fehlanzeige des Fahrtmessers

Fahrtmesserhöhenkorrektur =  $+ 2\% / 1000 \text{ ft}$  Druckhöhe

Der Fahrtmesser zeigt pro 1000 ft Höhenzunahme 2 % weniger an.

Temperaturkorrektur =  $\text{TAS} - 4 \text{ Kt} / 10^\circ$  unter Standard bzw.  
=  $\text{TAS} + 4 \text{ Kt} / 10^\circ$  über Standard

## 7 Wolkenbasis (für Konvektionsbewölkung)

$\text{Ft über GND} = \text{Spread} * 400$

## 7.1 Druck

1 techn. Atmosphäre = 14,2 psi = 28,96 inHg  
1 phys. Atmosphäre = 14,7 psi = 29,92 inHg

1 hPa = 0,03 inHg  
1016 hPa = 30 inHg

## 7.2 Umrechnung psi in atü (bar)

$$\text{psi in atü (bar)} = \frac{\text{psi} * 7}{100}$$

## 7.3 Umrechnung atü in psi

$$\text{atü in psi} = \frac{\text{atü} * 100}{7}$$

## 7.4 Umrechnungen in bar

1 bar = 14,5 psi = 29,53 inHg = 1,0197 atü  
1 atü = 0,9807 bar = 28,96 inHg = 14,2 psi

# 8 Übergangsmindestsichtflugbedingungen

## 8.1 VFR zu IFR

Uncontrolled airspace: Vis. 1,5 km

## 8.2 IFR zu VFR

Controlled airspace: Vis. 8 km

Uncontrolled airspace: Vis. 3 km, clear of clouds

## 8.3 Übergang in den Horizontalflug

Level OFF mit 10% der Steig- oder Sinkgeschwindigkeit vor Erreichen der gewünschten Flughöhe einleiten.

Beispiel: 500 ft/min Steigen → Level Off mit 50 ft vor Erreichen der Flughöhe einleiten

## 8.4 GAFOR-CODES

5000 ft					C
2000 ft	X	M6	D3	O	
1000 ft	X	M7	D4	D1	
500 ft	X	M8	M5	M2	
		X	X	X	
		1,5 km	5 km	8 km	10 km

**Issued every 3 h**  
**Valid 6h**  
**Separated in 3 periods 2 hours each**

MET: GAMET/AIRMET

Issued	Valid
02:30	03:00-09:00
08:30	09:00-15:00
14:30	15:00-21:00
20:30	21:00-03:00

METAR H+20 and H+50, H+30 an H+00

TAF-FC Every 3 h, valid 9 h

TAF-FT Every 6 h, valid 18 h

VOLMET Trend is valid 2 h

## 8.5 Bedingungen für Flüge nach VFR und IFR

LuftVO

Januar 2007

<b>Anlage 5</b>					
(zu § 4 Abs. 2 bis 4, § 26 Abs. 1, § 26 a Abs. 2 und § 28 Abs. 1 und 2 LuftVO)					
<b>Bedingungen für Flüge nach Instrumenten- und Sichtflugregeln</b>					
Klassen	Art der Flüge *)	Höchstgeschwindigkeit **) ***)	Sprechfunkverkehr	Flugverkehrs-kontrollfreigabe	Mindestwetterbedingungen für Flüge nach Sichtflugregeln **)
<b>A</b>	IFR	nicht vorgeschrieben	dauernde Hörbereitschaft	erforderlich	entfällt
<b>B</b>	IFR und VFR	nicht vorgeschrieben	dauernde Hörbereitschaft	erforderlich	in und oberhalb FL 100: Flugsicht 8 km; unterhalb FL 100: Flugsicht 5 km und jeweiliger Abstand von Wolken in waagerechter Richtung 1,5 Kilometer, in senkrechter Richtung 300 Meter (1000 Fuß)
<b>C</b>	IFR und VFR	für VFR 250 Knoten IAS unterhalb FL 100	dauernde Hörbereitschaft	erforderlich	in und oberhalb FL 100: Flugsicht 8 km; unterhalb FL 100: Flugsicht 5 km und jeweiliger Abstand von Wolken in waagerechter Richtung 1,5 km, in senkrechter Richtung 300 m (1000 Fuß)
<b>Kontrollzone Klasse C</b>	Gleiche Voraussetzungen/Regelungen wie im Luftraum der Klasse C				zusätzlich: Bodensicht 5 km Hauptwolkenuntergrenze: 450 m (1500 Fuß) über Grund o. Wasser
<b>D</b>	IFR und VFR	250 Knoten IAS unterhalb FL 100	dauernde Hörbereitschaft	erforderlich	in und oberhalb FL 100: Flugsicht 8 km; unterhalb FL 100: Flugsicht 5 km und jeweiliger Abstand von Wolken in waagerechter Richtung 1,5 km, in senkrechter Richtung 300 m (1000 Fuß)
<b>Kontrollzone Klasse D</b>	Gleiche Voraussetzungen/Regelungen wie im Luftraum der Klasse D mit der Ausnahme, daß in Kontrollzonen die Abstände von Wolken nicht gefordert sind (frei von Wolken)				zusätzlich: Bodensicht 5 km; Hauptwolkenuntergrenze: 450 m (1500 Fuß) über Grund o. Wasser
<b>E</b>	IFR	250 Knoten IAS unterhalb FL 100	dauernde Hörbereitschaft	erforderlich	Flugsicht 8 km, Abstand von Wolken in waagerechter Richtung 1,5 km, in senkrechter Richtung 300 m (1000 Fuß)
	VFR	250 Knoten IAS unterhalb FL 100	entfällt	nicht erforderlich, *	
<b>F</b>	IFR	250 Knoten IAS unterhalb FL 100	dauernde Hörbereitschaft soweit möglich	erforderlich	in und oberhalb FL 100: Flugsicht 8 km unterhalb FL 100: Flugsicht 5 km und jeweiliger Abstand von Wolken in waagerechter Richtung 1,5 km, in senkrechter Richtung 300 m (1000 Fuß)
	VFR	250 Knoten IAS unterhalb FL 100	entfällt	nicht erforderlich, *	
<b>G</b>	VFR	250 Knoten IAS unterhalb FL 100	entfällt	nicht erforderlich, *	dauernde Erdsicht, Flugsicht 1,5 km, Wolken dürfen nicht berührt werden. Ausnahmen: Flüge von Drehtlüglern, Luftschiff- und Ballonfahrten; dauernde Erdsicht und Flugsicht von 800 m, Wolken dürfen nicht berührt werden und ein rechtzeitiges Erkennen von Hindernissen muß möglich sein
*) IFR = Flüge nach Instrumentenflugregeln VFR = Flüge nach Sichtflugregeln			**) FL = Flugfläche ***) IAS = Angezeigte Fluggeschwindigkeit		