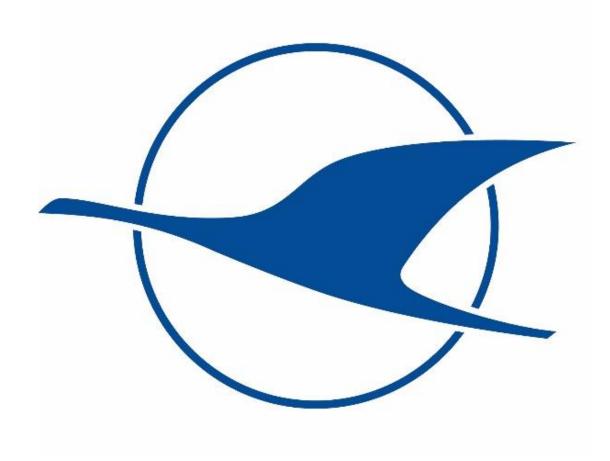
Segelflugtheorie SFCL Navigation Version Schweiz Teil 1



© BUKO Segelflug Rev 1, 12.01.2022



Navigation: Gliederung (SFCL)

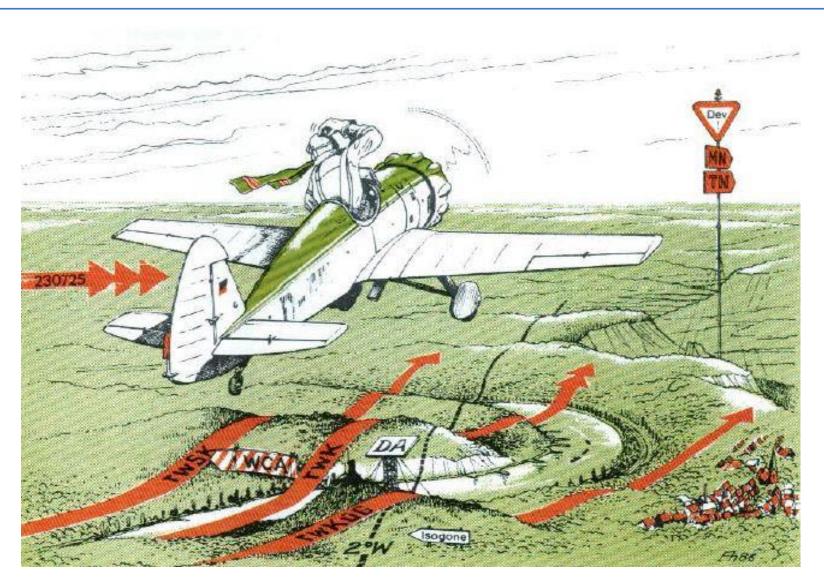


- 9.1 Grundlagen der Navigation

 Basics of navigation
- 9.2 Erdmagnetfeld und Kompass Magnetism and compasses
- 9.3 Luftfahrtkarten *Charts*
- 9.4 Koppelnavigation

 Dead reckoning navigation
- 9.5 Terrestrische Navigation In-flight navigation
- 9.6 Satellitennavigationsysteme *Use of GNSS*
- 9.7 Gebrauch von ATS

 Use of ATS



© BUKO Segelflug

Segelflugtheorie SFCL Navigation

9.1 Grundlagen der Navigation

Basics of navigation



Grundlagen der Navigation: Gliederung (SFCL) NAV



9.1.1 Das Koordinatensystem

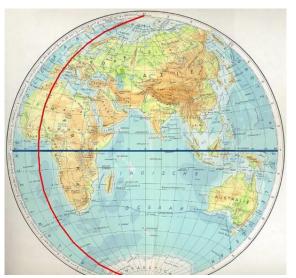
9.1.2 Die Kompassrose

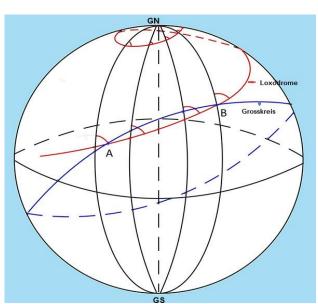
9.1.3 Kursbestimmung

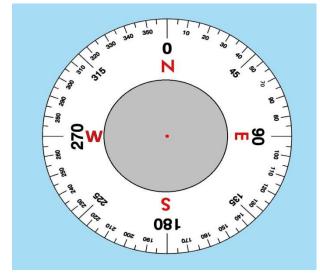
9.1.4 Höhenmessereinstellungen

9.1.5 Maßeinheiten







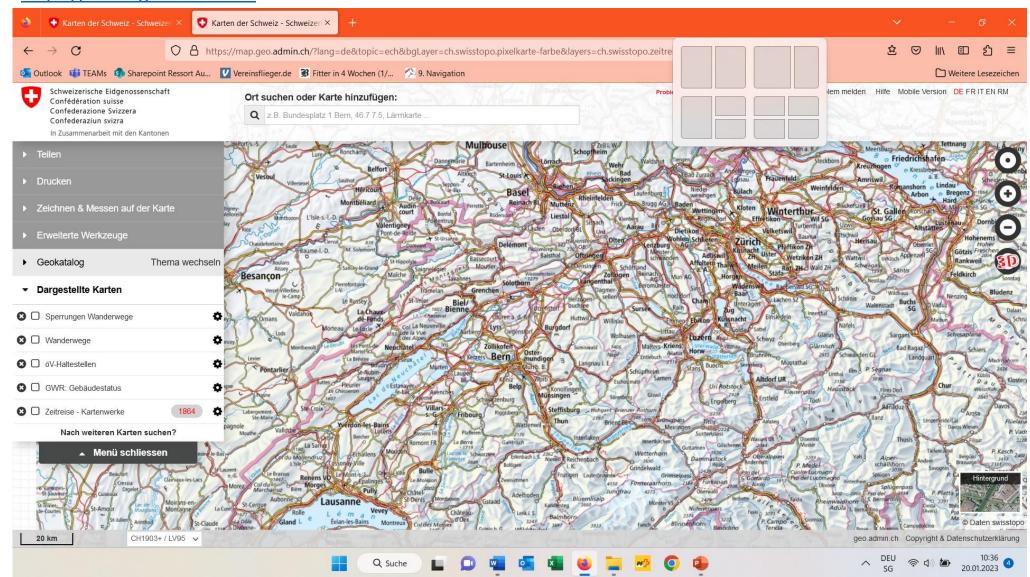








https://www.geo.admin.ch



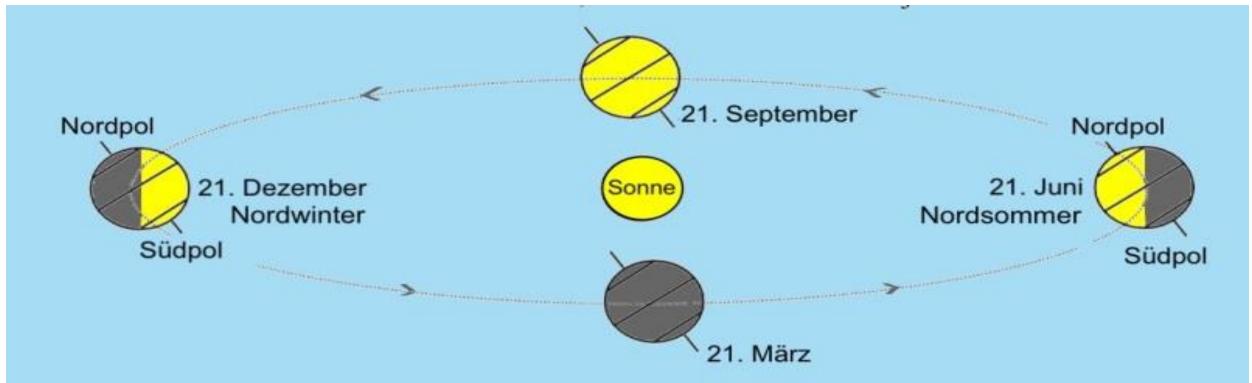


- Die Erde ist annähernd eine Kugel
- Sie dreht sich in 24 Stunden einmal um die Erdachse von West nach Ost
- Vom Nordpol aus betrachtet dreht Sie sich entgegen dem Uhrzeigersinn
- Das obere Ende der Erdachse wird als geographischer Nordpol bezeichnet (GN, TN, rwN)
- Das untere Ende ist analog der geographische Südpol





- Die Erde dreht sich in einem Jahr einmal um die Sonne wobei die Erdachse um etwa 23,5° gekippt ist
- Dies resultiert bei uns in den vier Jahreszeiten durch die entsprechende Tageslänge und die dadurch unterschiedliche Sonneneinstrahlung

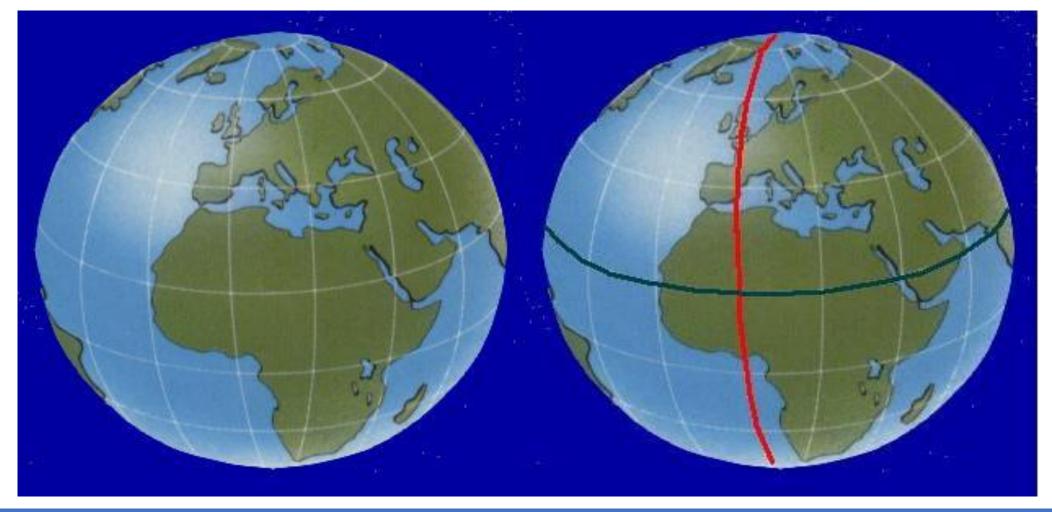


Segelflugtheorie SFCL **Navigation**

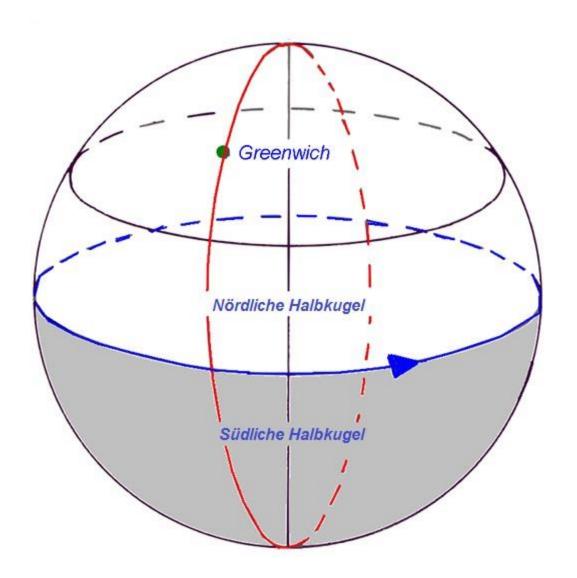




- Um es uns zu ermöglichen einen beliebigen Standort auf der Erde zu bestimmen, stellen wir uns zur Hilfe Linien auf ihr vor. Diese spannen wir einmal vom Äquator nach Nord bzw. nach Süd, sowie vom Bezugspunkt nach Ost bzw. nach West auf, sie schneiden sich also in einem Winkel von 90° und bilden eine Art Netz.
- Die Nord-Süd-Linien nennen wir Meridiane, die Ost-West-Linien Breitenkreise bzw. –parallelen.

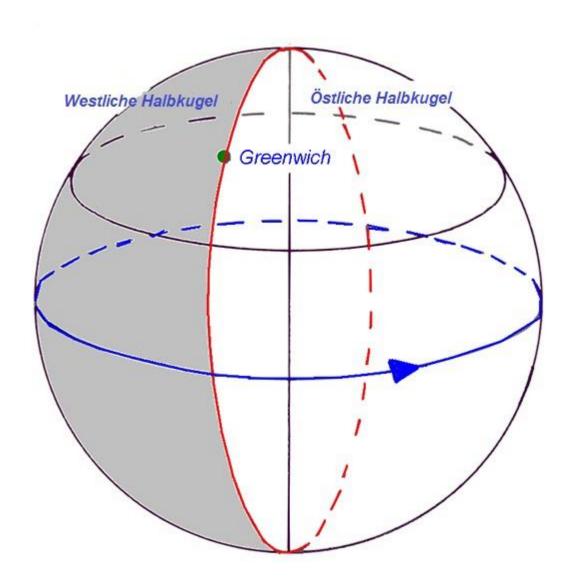




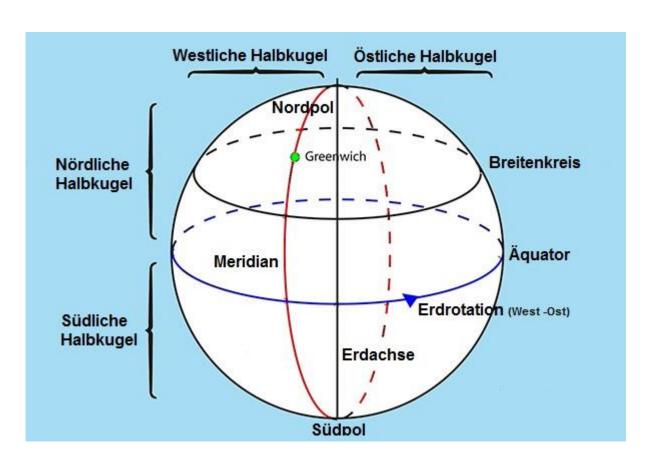


- Wir teilen die Erde gedanklich am Äquator in gleiche Hälften. Hierbei ergibt sich die Nord- und Südhalbkugel
- Die Ebene des Äquators selbst verläuft durch den Erdmittelpunkt, wir nennen dies einen Großkreis.
- Weitere Teilungen im 90° Winkel zur Erdachse nach Norden (oder Süden) ergeben Breitenkreise (Breitenparallelen). Sie werden zum Pol hin immer kleiner und werden daher Kleinkreise genannt.
- Hier sind unendlich viele Breitenkreise möglich. In der Praxis nimmt man hier ein Winkelmaß, das Grad° zur Teilung her.
- Die Pole selbst schrumpfen zum Punkt und werden mit 90° Nord bzw. 90° Süd bezeichnet





- Analog zur Nord-Süd Teilung wird die Erde auch in Ost
 West geteilt.
- Hierbei wird als Bezug die Sternwarte von Greenwich in England genommen. Der Großkreis, die Ebene verläuft durch den Erdmittelpunkt, bekommt die Bezeichnung "Nullmeridian" oder 0° Längengrad. Er verläuft in Nord – Süd Ausrichtung durch die Pole und teilt die Erde in eine Westliche und Östliche Halbkugel. Auf der gegenüberliegenden Seite der Erde hat er die Bezeichnung 180° und stellt die Datumsgrenze dar.
- Auch hier sind wieder unendlich viele weitere Meridiane (Längengrade) nach Ost oder West möglich, sie werden mit Ihrer Gradzahl bezeichnet z.B. 11° E, hier befindet sich Deutschland, Nordamerika dagegen beginnt auf ca. 50° W (Neufundland) und erstreckt sich bis fast 180° W (Aleuten).
- Es gibt unendlich viele mögliche Großkreise in alle möglichen Richtungen, wir müssen uns den Begriff für später merken.



Zusammenfassung

- Meridiane verlaufen in Nord-Süd Richtung und sind Großkreise. Sie haben die Bezeichnung 000° - 180° W oder 000° - 180° E
- Breitenkreise teilen die Erde in Nord-Südrichtung und sind bis auf den Äquator Kleinkreise die in Richtung der Pole immer kleiner werden
- 90° Nord ist der Nordpol
- 90° Süd der Südpol





Koordinatensystem und Abstände

- Wie in der ersten Folie des Kapitels gesehen ist das Koordinatensystem in Dezimalgrad° aufgeteilt.
- In der Luftfahrt hat sich allerdings die Aufteilung in Grad°, Minuten' und Sekunden" etabliert
- Hierbei entspricht 1 Grad ° = 60 Minuten '
- Und entsprechend 1 Minute ' = 60 Sekunden "
- All dies gilt sowohl für die Breite eines Ortes als auch für seine Länge
- Angegeben wird immer erst die Breite mit dem Zusatz N oder S, als zweites folgt die Länge mit dem Zusatz E oder W

Erdumfang am Äquator

Es sind dies ca. 40 000 km oder 21 600 NM

21 600 NM / 360° = 60 NM oder 111 km

60 NM / 60' Minuten entspricht 1 NM oder 1852 m

oder "Bogenminute"

1 NM / 60" Sekunden entspricht ca. 30 m

 Damit ist das Koordinatensystem bestehend aus ° - ′ - ″ auf ca. 30 m genau

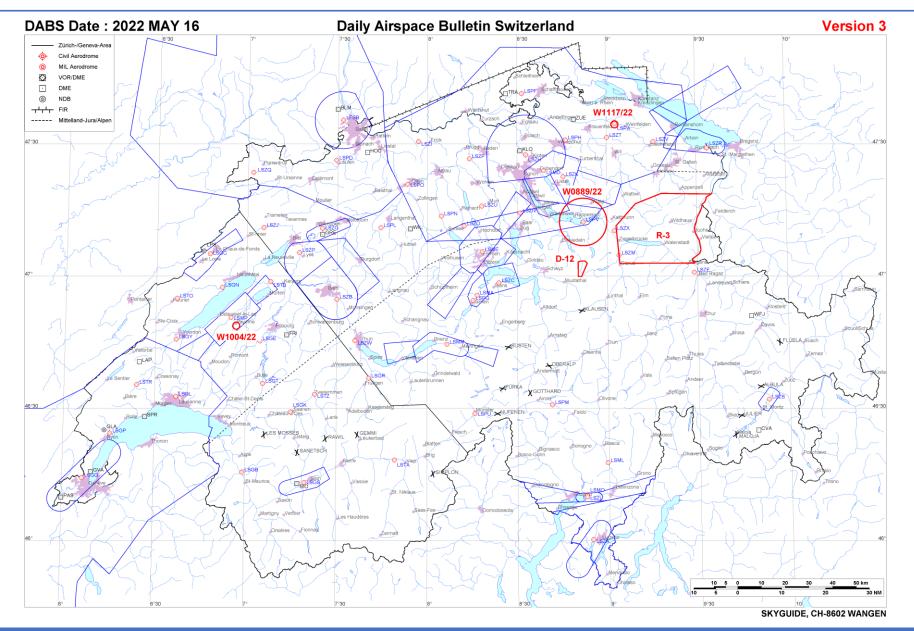
© BUKO Segelflug 9.1 Grundlagen der Navigation 13



- Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal um Ihre Achse
- In einer Stunde dreht Sie sich daher um 15°
- Alle 15° beginnt also theoretisch immer eine andere Zeitzone
- In der Realität orientieren sich die Zeitzonen allerdings an den Ländergrenzen
- In der Luftfahrt werden die Zeiten in der einheitlich koordinierten Weltzeit angegeben und mit UTC (Universal Time Coordinated) bezeichnet
- Sie unterscheidet sich um 1 Stunde (MEZ, Winter) bzw. 2 Stunden (MESZ, Sommer) zur deutschen Zeit



9.1.1 Zeitzonen





9.1.1 Zeitzonen



skyguide

Skyguide KOSIF Postfach CH-8602 Wangen

DABS Date: 2022 MAY 16

Version 3 - generated: 16.05.2022 10:45 UTC

Telephone: +41 44 813 31 10 E-mail: kosif@skyguide.ch DABS on the web: https://www.skybriefing.com



Firings / AIP-Areas / Warnings:							
Firing-Nr AIP-Area NOTAM-Nr	Validity UTC	Lower Limit (m/ft AMSL or FL)	Upper Limit (m/ft AMSL or FL)	Center Point	Covering Radius	NOTAM Item E	
! D-12 W1041/22	1100 - 2100	GND	1800m / 5950ft	470140N 0085126E	3.6 KM / 1.9 NM	D-AREA LS-D12 SIHLTAL ACT.	
R-3 W1145/22	1140 - 1220 1340 - 1420	FL100	FL130	471047N 0091932E	24.3 KM / 13.1 NM	R-AREA LS-R3 SPEER ACT.	
W0889/22	1300 - 1400	GND	FL120	471217N 0085203E	10.0 KM / 5.4 NM	TEMPO R-AREA AD LSPV ACT DUE TO AIRDISPLAY WI RADIUS 10.0 KM (471217N0085203E RADIUS 5.4 NM). ENTRY PROHIBITED WHEN ACT EXC HEL EMERG MEDICAL SER (HEMS). FOR INFO ON ACT CTC ZURICH INFO 124.700. HEMS CTC 130.800 FOR COOR.	
W1004/22	2000 - 2359	GND	2000m / 6600ft	464845N 0065639E	0.6 KM / 0.3 NM	TEMPO D-AREA ESTABLISHED 4.1 KM SSE PAYERNE AD, RADIUS 0.6 KM (464845N0065639E RADIUS 0.3 NM). WX MEASUREMENTS BY REMOTELY PILOTED AERIAL SYSTEM, WHITE BLINKING PSN LGT WITH VISUAL RANGE OF AT LEAST 3KM. FOR INFO CTC TEL +41 79 893 93 31.	
W1117/22	2130 - 2359	GND	FL195	473426N 0090252E	0.2 KM / 0.1 NM	TEMPO R-AREA ESTABLISHED AT AMLIKON AD, RADIUS 0.2 KM (473426N0090252E RADIUS 0.1 NM). WX MEASUREMENTS BY REMOTELY PILOTED AERIAL SYSTEM WILL TAKE PLACE. WHITE BLINKING PSN LGT WITH VISUAL RANGE OF AT LEAST 3 KM. FOR INFO CTC TEL +41 79 893 93 31.	

Activities not shown on the DABS Chart Side:						
NOTAM-Nr	Validity UTC	Lower Limit (m/ft AMSL or FL)	Upper Limit (m/ft AMSL or FL)	Center Point	Covering Radius	NOTAM Item E
W0775/22	0600 - 1500	GND	650m / 2100ft	472313N 0083300E	1.5 KM / 0.8 NM	UNMANNED ACFT ACT WILL TAKE PLACE OVER ZURICH CITY ALONG TR 472242.00N0083303.29E 472312.88N0083259.61E 472350.93N0083253.76E, BTN UNIVERSITY HOSPITAL ZURICH AND UNIVERSITY ZURICH IRCHEL, BOTH DIRECTIONS AT AND BLW 120M/400FT AGL. FOR INFO CTC +41 44 440 44 11.
W0811/22	0600 - 1530	GND	450m / 1550ft	460049N 0085718E	1.0 KM / 0.5 NM	UNMANNED ACFT WILL TAKE PLACE OVER LUGANO CITY ALONG TR 460102.09N0085709.64E 460055.24N0085708.51E 460048.51N0085709.74E 460041.39N0085712.76E 460038.15N0085717.11E 460035.96N0085732.07E 460035.80N0085740.12E, CENTERED ON 460049.11N0085718.39E BTN EOC OSPEDALE REGIONALE DI LUGANO-ITALIANO AND EOC OSPEDALE REGIONALE DI LUGANO-CIVICO (BOTH DIRECTIONS) AT AND BLW 140M/460FT AGL. FOR INFO CTC TEL +41 76 457 35 11.

For detailed information regarding the DABS see AIP Switzerland GEN 3.1-5 or VFR GEN 1-0-4. ! New or changed data regarding an earlier version of the DABS.

Page 2 a MICAMS product

© BUKO Segelflug 9.1 Grundlagen der Navigation 16





Flugplatz Luzern-Beromünster

47° 11"24" N 008° 12"17" E



- Ablesen der Koordinaten des Flugplatzes Luzern-Beromünster aus der ICAO Karte
- Am Meridian 08° E (senkrecht) kann man die Striche abzählen. Jeder Teilstrich entspricht einer Bogenminute auf dem Längen- und Breitengrad. Wir können die Ablesung nicht auf die Bogensekunde genau machen. Es ist Der Breitenkreis 47° Nord verläuft horizontal und ist links unten markiert
- Ablesung: ca. 47° 11,5′ N, 8° 12,4′ E
- Die genauen Koordinaten oben links sind aus der Flugplatzkarte LSZO

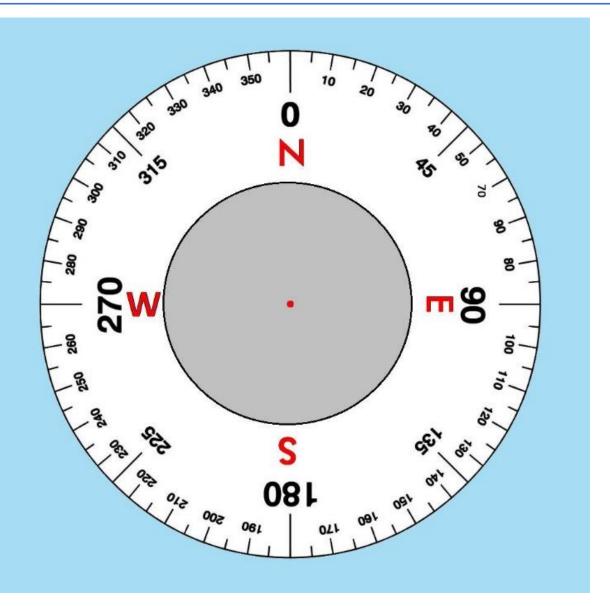
Online ICAO Karte ist auf geo.admin.ch verfügbar

https://map.geo.admin.ch/

Oben im Suchfeld Luftfahrtkarte ICAO eingeben

© BUKO Segelflug 9.1 Grundlagen der Navigation 17

9.1.2 Die Kompassrose



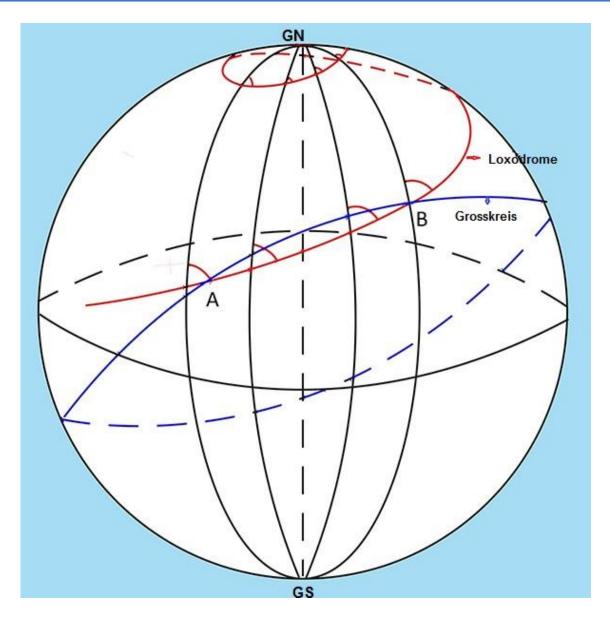
- Richtungen in der Navigation werden in ° (Grad) angegeben
- Haupthimmelsrichtungen
 N (000° oder 360°) E (090°) S (180°) W (270°)
- Danach Bezeichnung 03 06 12 15 21 ...
 d.h. alle 30° wobei die letzte "0" weggelassen wird
 Dies entspricht auch der Start- Landebahnbezeichnung







9.1.3.1 Kursgleiche und Großkreis



Loxodrome (Kursgleiche)

- Nähert sich den Polen spiralförmig
- > Schneidet die Meridiane im gleichen Winkel
- ➤ Ist nicht die kürzeste Verbindung zweier Orte

Orthodrome (Großkreis)

- ➤ Kürzeste Verbindung zweier Orte
- > Schneidet die Meridiane nicht im gleichen Winkel
- > Kurs muss daher regelmäßig geändert werden
- All dies trifft nur auf langen Ost West bzw. West – Ost Strecken in der Praxis zu
- Abweichung auf kurzen Strecken sowie Nord- oder Südrichtungen ist eher gering
- Kursabnahme auf der ICAO Karte daher am Mittelmeridian!

© BUKO Segelflug 9.1 Grundlagen der Navigation 19



9.1.3.1 Grosskreisroute München – San Franzisko



Segelflugtheorie SFCL Navigation





 San Franzisko
 München

 37,77° N
 48,14° N

 122,42° W
 11,58° E

- Loxodrome nach San Franzisko rwK 264°
- Großkreis beginnt mit einem rwk von ca. 330° und endet bei einem rwK von 205°
- Entfernung auf der Großkreisroute 9471 km
- Entfernung auf der Loxodrome ca. 11692 Km
- Längenunterschied MUC SFO 133,99°
- Breitenunterschied MUC SFO 10,37°

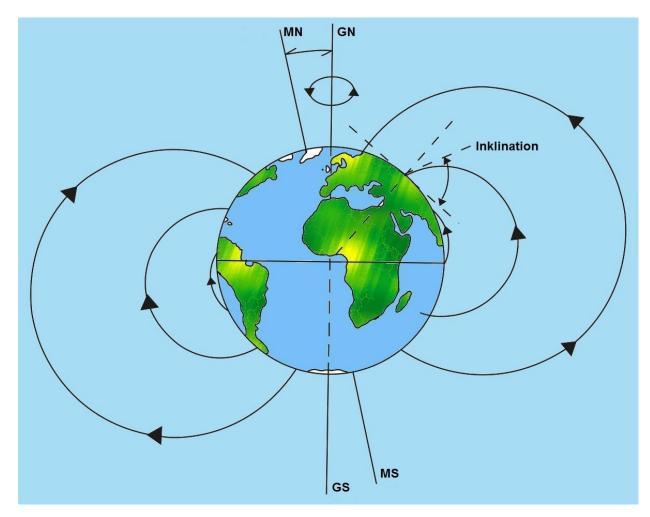
Segelflugtheorie SFCL Navigation

9.2 Erdmagnetfeld und Kompass

Magnetism and compasses

© BUKO Segelflug

22

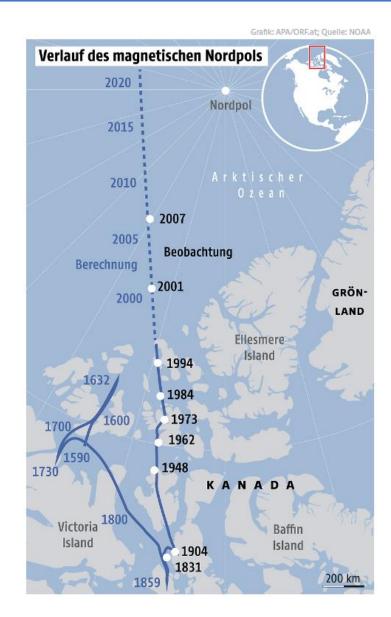


- Magnetfeld hervorgerufen durch den flüssigen äußeren Erdkern.
- Geodynamo liegt in ca. 3200 km Tiefe
- Magnetischer Nord- und Südpol liegen abseits der Erdachse und ...
- ... unterliegen langsamen zeitlichen Veränderungen
- Feldlinien verlaufen in Äquatornähe annähernd parallel zur Erdoberfläche und sind zu den Polen hin zunehmend geneigt (Inklination).
- In unseren Breiten ca. 60° Inklinationswinkel
- Führt zur (<u>Orts)MissWeisung</u> oder Variation (OM, MW, var), früher wurde auch der Begriff Deklination verwendet.

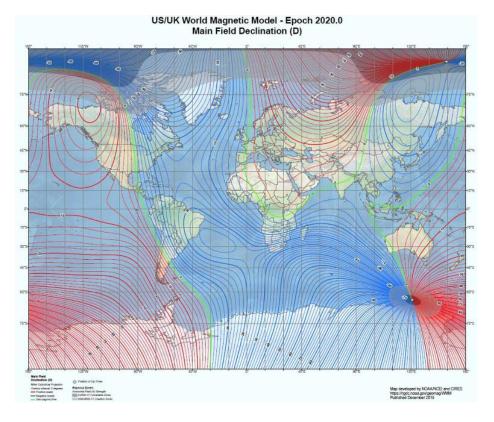


Wanderung des Magnetischen Nordpols



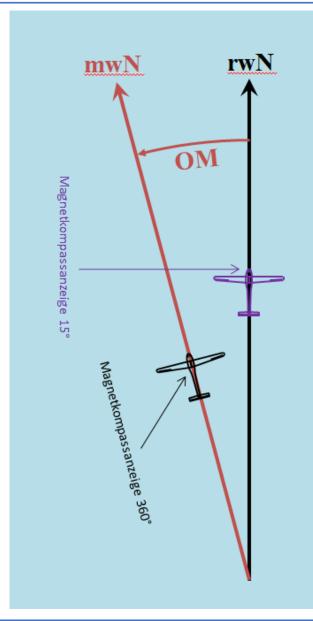


- Der magnetische Nordpol wandert zunehmend schneller
- Damit verändert sich die Variation ((Orts)missweisung) ebenfalls



https://weather.com/de-DE/wissen/umwelt/news/2020-11-09-magnetischer-nordpol-wandert-immer-schneller-das-hat-folgen

© BUKO Segelflug 9.2 Erdmagnetfeld und Kompass 23



Ortsmissweisung

Beispiel: 15° West

Der Magnetkompass zeigt zum Magnetischen Nordpol, das Flugzeug würde bei Kompassanzeige 360° auch dorthin fliegen

Um zum Geographischen Nordpol zu gelangen muss das Flugzeug daher 15° nach rechts vorhalten da der Magnetkompass 15° <u>zuwenig</u> anzeigt

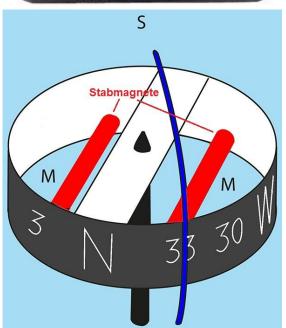
Das bedeutet die Ortsmissweisung beträgt also (-15°)

Das Vorzeichen der Ortsmissweisung muss bei der Rechnung berücksichtigt werden

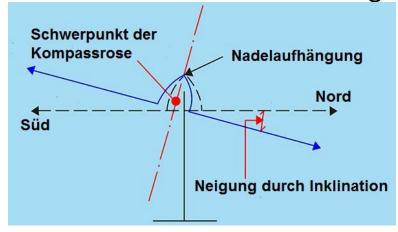
 $\underline{\text{rwN}}$ –(OM) = $\underline{\text{mwN}}$ $\underline{\text{rwK}}$ 360° -(-15°) = $\underline{\text{mwK}}$ 15°

Magnetkompass



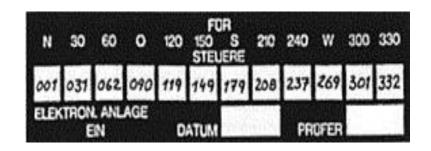


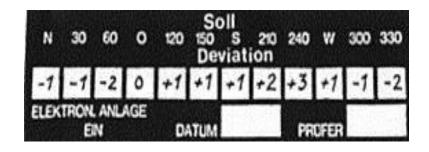
- Abgeschlossenes mit Dämpfungsflüssigkeit gefülltes Gehäuse
- Kompassrose in 360° eingeteilt Haupthimmelsrichtungen N O S W
- Danach alle 30° beschriftet wobei die letzte Null weggelassen wird, alle 10° und 5° Kursstriche
- Das Flugzeug dreht sich um die Kompassrose
- Kompassrose richtet sich entlang der magnetischen Feldlinien aus
- Schwerpunkt der Kompassrose muss zum Ausgleich der Inklination tiefer gelegt werden (Pendelaufhängung) und ist damit nicht mehr im Drehpunkt
- Dadurch entstehen Beschleunigungs- und Drehfehler



9.1.3.2 Vom rwK zum KK





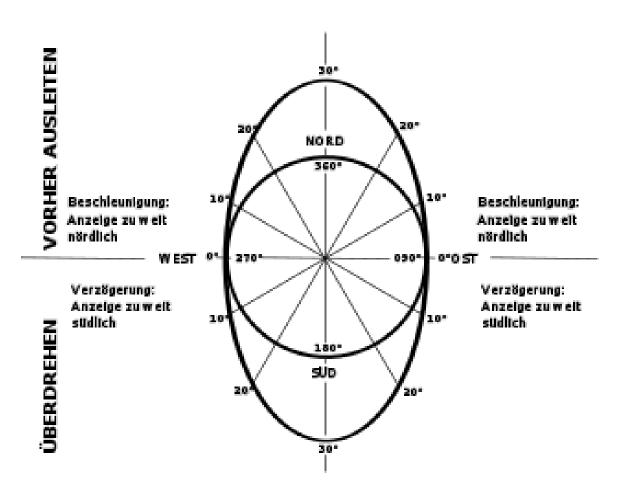


- Die Kompassnadel wird natürlich auch von anderen magnetischen Teilen in ihrer Umgebung beeinflusst. Das sind elektrische Leitungen sowie Magnete (z.B. in Lautsprechern). Die daraus resultierende Abweichung bezeichnet man als Deviation.
- Bekannte Abweichungen (Instrumente und Metallteile in Kompassnähe) können mit kleinen Magneten kompensiert werden. Eine hundertprozentige Kompensation ist meistens nicht möglich. Mit einer Deviationstabelle (Beispiele links) wird der verbleibende Fehler angegeben.

Magnetkompass



Kompassdrehfehler hervorgerufen durch die Inklination und den Schwerpunkt der Kompassrose



Kurven in Richtung Nord früher beenden

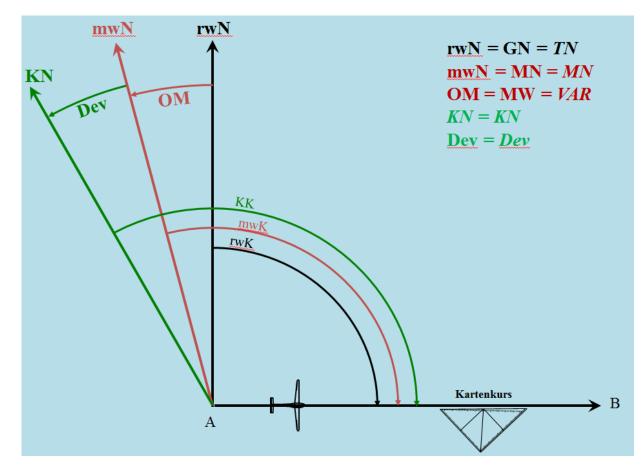
West nach Nord	Ost nach Nord
300° bei 290°	60° bei 70°
330° bei 310°	30° bei 50°
360° bei 330°	360° bei 30°

• Kurven in Richtung <u>Süd später</u> beenden

West nach Süd	Ost nach Süd
240° bei 250°	120° bei 130°
210° bei 230°	150° bei 170°
180° bei 150°	180° bei 210°

© BUKO Segelflug 9.2 Erdmagnetfeld und Kompass 27

9.1.3.2 Vom rwK zum KK



N 30 60 O 120 150 S 210 240 W 300 330 STEUERE 2010 240 W 300 STEUERE 2010 W 300 STEUERE 2010 W 300 STEUE



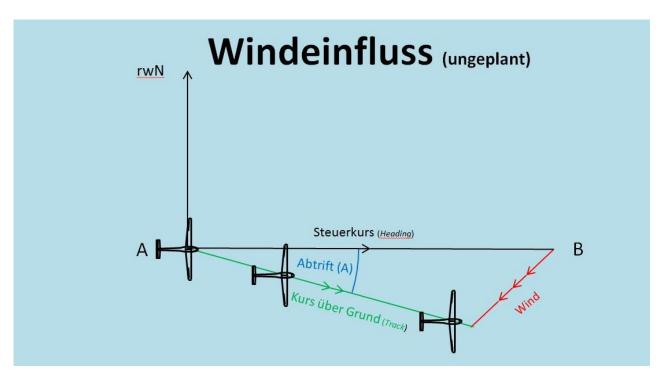
- Entnehmen der Kartenkurses (rwK, TC) am Mittelmeridian mittels Kursdreieck oder Kursscheibe
- Ermitteln der Ortsmissweisung (Var) inklusive Vorzeichen aus der ICAO Karte (Isogone)
- Ermitteln der Deviation inklusive Vorzeichen aus der flugzeugspezifischen Deviationstabelle
- Rechnung: <u>rwK OM = mwK Dev = KK</u>

Beispiele						
rwK	90°	210°	240°	330°	360°	40°
OM	10°W	6°E	4°W	2°E	2°W	5°E
mwK	100°	204°	244°	328°	2°	35°
Dev	0°	+2°	+3°	-1°	-1°	-1°
KK	100°	202°	241°	329°	3°	36°



9.1.3.3 Das Winddreieck





- Im realen Flug herrscht so gut wie immer Windeinfluss!
- Daraus resultiert Abtrift
- Die Abtrift ist umso größer je stärker der Wind, je mehr der Wind quer zum Kurs ist und je langsamer man fliegt.
- Ohne Korrektur fliegt man am Ziel vorbei
- Der Wind resultiert auch in einer Gegenwind oder Rückenwindkomponente welche ...
- die Geschwindigkeit über Grund beeinflusst

Abbildung:

rwK,rwSK 90°

Wind 45/20 km/h

 W_E 45°

V_E 60 km/h
Abtrift +18°
rwKüG 108°
V_G 46 km/h

In der Zeichnung sind die einzelnen Vektoren mit Pfeilen gekennzeichnet – auswendig lernen!

Die Länge der Vektoren bestimmen die Geschwindigkeiten, die Richtung den Kurs bzw. die Windrichtung



9.1.3.3 Das Winddreieck



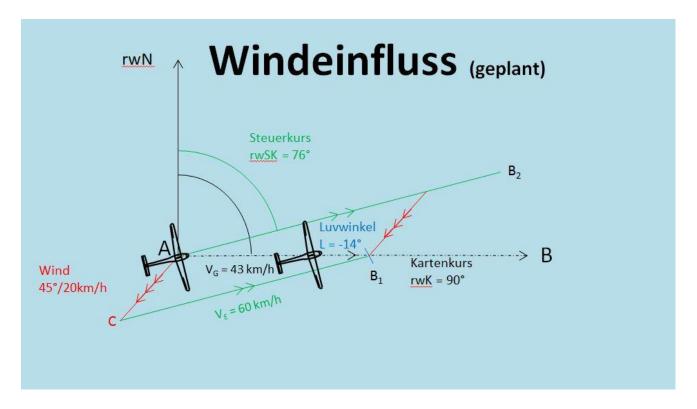


Abbildung:

rwK 90°

Wind 45/40 km/h V_E 120 km/h

Luvwinkel L -14°
rwSK 76°
W_E 31°
rwKüG 90°
V_G 86 km/h

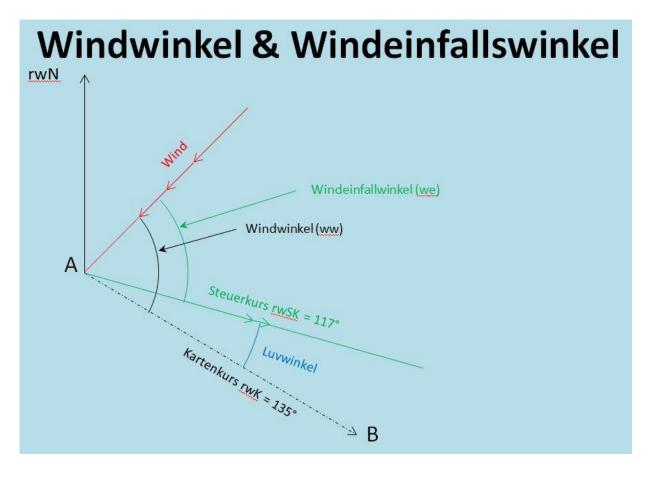
Flugplanung zur Ermittlung von Luvwinkel und Geschwindigkeit über Grund V_G mittels Navigationsrechner oder Zeichnung

- 1. Zeichnen des Kartenkurses (rwK) und markieren mit einem Pfeil (Strecke A B)
- 2. Hinzufügen des Meridians rwN
- Einzeichnen des Windes aus Richtung, Länge des Vektors entspricht der Windgeschwindig-keit. Markieren mit 3 Pfeilen (A – C)
- 4. Vom Ende des Windvektors (C) mit dem Zirkel die V_E auf den rwK abstechen, mit zwei Pfeilen markieren. Die Position B₁ nennt man Dead Reckoning (DR)-Position. Die Richtung dieses Vektors ist der Steuerkurs (C B₁). Parallel verschieben (A B₂)
- 5. Der Luvwinkel ist der Winkel zwischen Steuerkurs (rwsK) und Kartenkurs (rwK)
- Die Länge des Vektors auf dem Kartenkurs(A B₁)entspricht der V_G

Merke: Wind von rechts, größer steuern, Luvwinkel positiv Wind von links, kleiner steuern, Luvwinkel negativ







Windwinkel

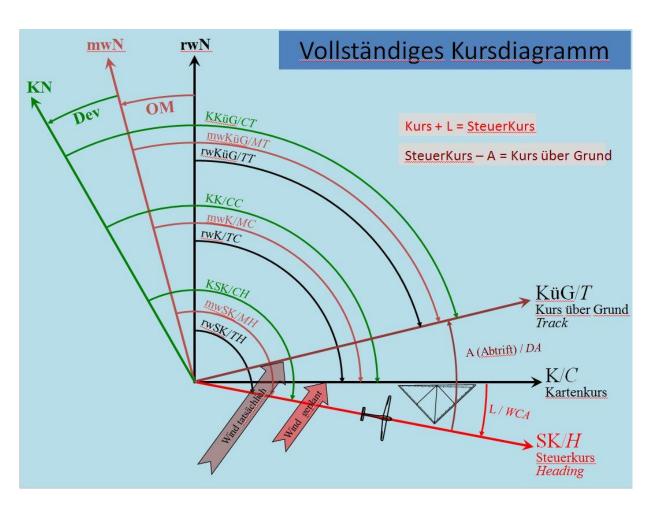
Winkel zwischen dem rechtweisenden Kurs und der Richtung aus der der Wind kommt. Nach rechts 0° - 180° positiv, nach links 0° - 180° negativ.

Windeinfallswinkel

Winkel zwischen dem rechtweisenden Steuerkurs und der Richtung aus der der Wind kommt. Nach rechts 0° - 180° positiv, nach links 0° - 180° negativ.

© BUKO Segelflug 9.1 Grundlagen der Navigation 31

9.1.3.5 Vollständiges Kursdiagramm



- In der Realität entspricht der vorhergesagte Wind selten dem tatsächlichen Wind
- Hieraus resultiert eine zusätzliche Abtrift zur Kursplanung welche oft als D_Z (zusätzliche Abtrift) bezeichnet wird.
- Diese zusätzliche Abtrift spielt bei der Koppelnavigation eine große Rolle muss Sie doch zur Korrektur des weiteren Flugwegs berücksichtigt werden

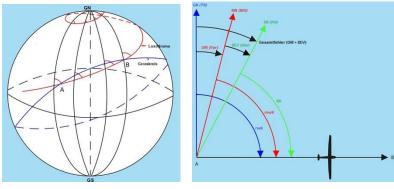
Luvwinkel – Abtrift = D_7

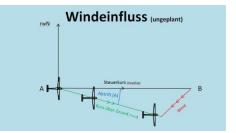
9.1.3 Kursbestimmung (Gliederung SFCL)

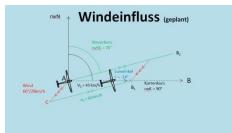


Segelflugtheorie SFCL Navigation

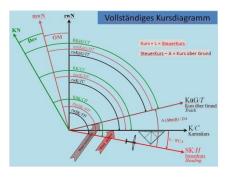
- 9.1.3.1 Die Kursgleiche (Loxodrome) und der Großkreis (Orthodrome)
- 9.1.3.2 Vom Rechtweisender Kurs (rwK) zum Kompasskurs (KK)
- 9.1.3.3 Das Winddreieck
- 9.1.3.4 Windwinkel
- 9.1.3.5 Vollständiges Kursdiagramm
- 9.1.3.6 Vom rwK zum KsK und zurück
- 9.1.3.7 Zusammenfassung aller Begriffe

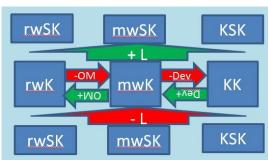




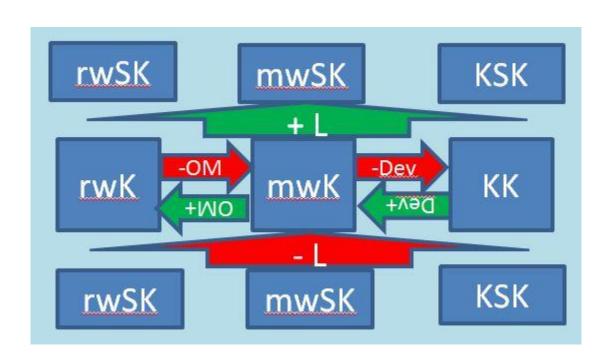








9.1.3.6 Vom rwK zum KSK und zurück



- Kurschema zum kreuz und quer rechnen der verschiedenen Kursbegriffe
- Richtungspfeile und Vorzeichen beachten!
- Genauso sind die Vorzeichen von OM und Dev zu beachten

© BUKO Segelflug 9.1 Grundlagen der Navigation 34



9.1.3.7 Zusammenfassung Begriffe



Bezugsrichtungen rwN - Rechtweisend Nord mwN - Missweisend Nord KN - Kompass Nord	directions TN - true north MN - magnetic north CN - compass north	L - Luvwinkel D _Z - zusätzliche Abtrift WW – Windwinkel (rwK – W _R) WE – Windeinfallswinkel (rwSK – W _R)	WCA - wind correction angle DA - drift additional WA - wind angle RWA - relative wind angle	
Beschickungen		Steuerkurse	<u>heading</u>	
MW, OM - Missweisung oder Ortsmisswe	eisung VAR - variation	rwSK - Rechtweisender Steuerkurs	TH - true heading	
Dev - Deviation	DEV - deviation	mwSK - Missweisender Steuerkurs	MH - magnetic heading	
Geschwindigkeiten und Richtungen	speed and direction	KSK - Kompass Steuerkurs	CH - compass heading	
V _E - Eigengeschwindigkeit V _G - Geschwindigkeit über Grund	TAS - true airspeed GS - groundspeed	Kurse über Grund	track	
V _G - Windgeschwindigkeit	WV - wind velocity	rwKüG - rechtweisender Kurs über Gr		
W _R - Windrichtung WD - wind direction		mwKüG - missweisender Kurs über Grund MT - magnetic track		
Kurse und Windeinfluß	course & windinfluence	KüG - Kompasskurs über Grund	CT - compass track	
rwK - Rechtweisender Kurs auch Kartenk	urs TC - true course	Rad Rompassials abel Glana	C1 Compass track	
mwK - Missweisender Kurs	MC - magnetic course			
KK - Kompasskurs	CC - compass course			
A - Abdrift (geplant)	DA - drift angle			

© BUKO Segelflug 9.1 Grundlagen der Navigation 35





36

Längenmaße (Entfernungen und Höhe)

- Nautische Meile (NM)
 Erdumfang 21600 NM / 360° = 60NM (1°)
 60 NM / 60′ = 1 NM (Bogenminute)
- Kilometer (Km)1 NM = 1,852 Km
- Englische Meile (SM), statute mile
 1 SM = 1,609 Km
 1 ft = 0,348 m
- Meter (m)
 Höhenangabe auf Segelflugkarte CH
 Sichtangabe bis 5000m in Meter, darüber in Kilometer
- Fuß (ft)
 Höhenangabe ICAO-Karte
 1 ft = 0,348 m

Faustformeln

$$NM = Km / 2 + 10\%$$

 $Km = NM * 2 - 10\%$

9.1.5 Maßeinheiten

Geschwindigkeiten horizontal

Nautische Meile / hr

Knoten (kt)

• Kilometer / Stunde

(km/h)

Achtung: Windgeschw. Wird je nach Quelle in kt oder km/h angegeben!

Faustformeln

kt = Km/h / 2 + 10%

Km/h = kt * 2 - 10%

Geschwindigkeiten vertikal (Steigen/Sinken)

• Meter / Sekunde

Fuß / Minute

m/s

ft/min

m/s = ft/min / 200

ft/min = m/s * 200



9.1.4 Höhenmessereinstellungen



<u>Bezugsdruckeinstellungen</u>

QNH

Druck zurückgerechnet auf Meereshöhe HM zeigt damit Höhe über MSL an

QNE

Druck der Standardatmosphäre HM zeigt Höhe bezogen auf die Standardatmosphäre an

• QFE

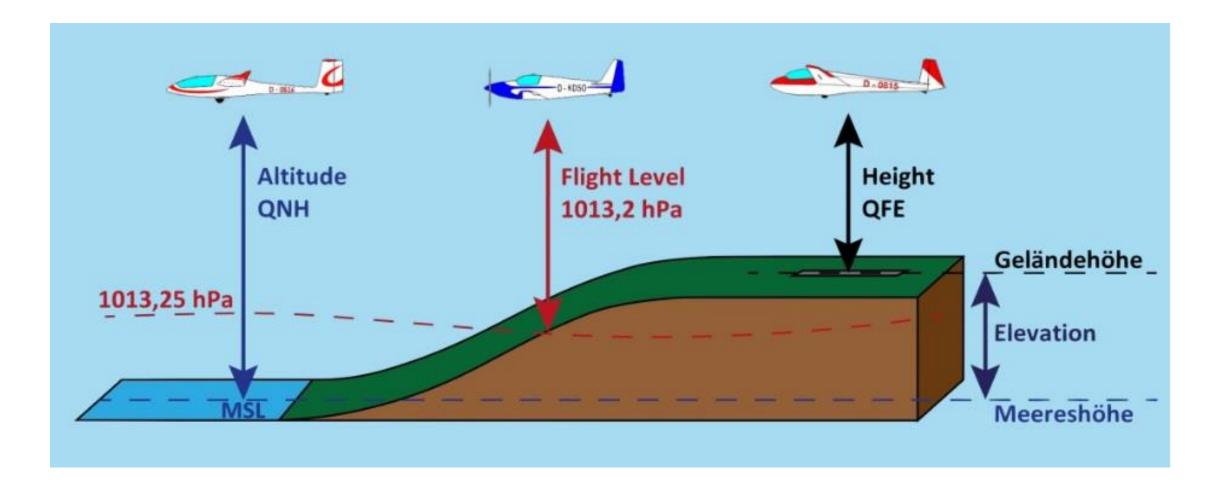
Druck auf Flugplatzniveau
HM zeigt damit Höhe über Grund (Flugplatz) an

© BUKO Segelflug 9.1 Grundlagen der Navigation 38

9.1.4 Höhenmessereinstellungen



Bezugsdruckeinstellungen





Aufgabe:

Strecke in Karte einzeichnen

LSTB – N 47°04′43′′ E007°51′06′′ – Buochs Flugplatz – Jungfrau – LSTB



Wie lang ist diese Strecke? In km, NM



Aufgabe

Wie lang ist diese Strecke? In km, NM

Lösung:

$$56 + 43 + 59 + 80 = 238$$
km

$$30 + 23 + 32 + 43 = 128NM$$



Aufgabe

Von Eriswil bis Buochs brauchen wir 18 Min. Wie schnell fliegen wir?

In km/h, in kt, in mph

Welche Lufträume durchfliegen wir auf einer Flughöhe von 1500m/M zwischen Bellechasse und Buochs?

Auf welche Frequenzen fragen wir für eine Freigabe, falls nötig?



Aufgabe

Von Eriswil bis Buochs brauchen wir 18 Min. Wie schnell fliegen wir?

In km/h, in kt, in mph

Welche Lufträume durchfliegen wir auf einer Flughöhe von 1500m/M?

Benutzungsbedingungen?

Lösung: (43 km/18)*60 = 143 km/h > 77 kts > 89 mph

TMA PAY 7 Luftraum E keine Freigabe nötig (aber kontrollierter LR!)

TMA LSZB1 Luftraum D Freigabe nötig; Grenze CTR / TMA LSZB 1 D (5000ft) Freigabe auf Bern APP 127.325

LR E MTT keine Freigabe; LR E Alpen keine Freigabe (unter TMA LSZB 2, später unter LS-R2); LS-R15 Freigabe nötig, falls aktiv (siehe DABS) 125.435

TMA LSME 2 (INFO 134.130, falls Freigabe nötig EMM TWR 120.425; kurz LR E Alpen; CTR LSMA; CTR LSZC je Freigaben nötig (128.475, 119.625).

Wenn die Kontrollzonen aktiv sind, gibt es viel zu funken. Am Wochenende sind sie meistens nicht aktiv und es sind nur Positions-Blindmeldungen erforderlich

Nur so nebenbei: auf 1500m/M kann nicht die ganze Strecke geflogen werden. Quintessenz: eine Flugstrecke muss sorgfältig vorbereitet werden, sonst kommt es nicht gut...



Aufgabe

- 1. Welches ist der TC zwischen Jungfrau und Bellechasse?
- 2. Wir fliegen bei der Jungfrau auf 4200m/M aus der Welle ab. Mit 150 km/h hat unser Flugzeug einen Gleitwinkel von 1 : 30. Wie hoch kommen wir über Bellechasse an?

Lösung:

1.

2.



Aufgabe

- 1. Welches ist der TC zwischen Jungfrau und Bellechasse?
- 2. Wir fliegen bei der Jungfrau auf 4200m/M aus der Welle ab. Mit 150 km/h hat unser Flugzeug einen Gleitwinkel von 1:30. Wie hoch über Grund kommen wir über Bellechasse an? Reicht es noch für eine Platzrunde?

Lösung:

- 1. 308°
- 2. Distanz 80 km, Höhenverbrauch 80 / 30 = 2.667 = 2667 m; 4200 – 2667 = 1533 m; Flugplatzhöhe LSTB 433 m/M; Ankunftshöhe = 1100 m AGL, wir haben viel Reserve!