

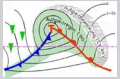
DSV NAUTISCHER ABEND REGATTAWETTER

Bernd Richter, Deutscher Wetterdienst

bernd.richter@web.de <https://www.vorticity.de>



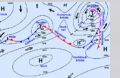
➤ Grundgrößen (Auswahl)



➤ Idealzyklone (Auswahl)



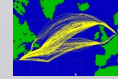
➤ Wolken



➤ Kleinräumige Prozesse



➤ Grosswetterlagen



➤ Törnplanung



➤ Wetter im Internet



Nichts ist praktischer als eine gute Theorie. Immanuel Kant

GRUNDGRÖSSEN - WELCHE SIND DAS ?

Größen, mit denen das Wetter mit den Methoden der Numerischen Wettervorhersage* vollständig beschrieben werden kann, sowie die Sichtweite.



Luftdruck

Temperatur

Luftfeuchte

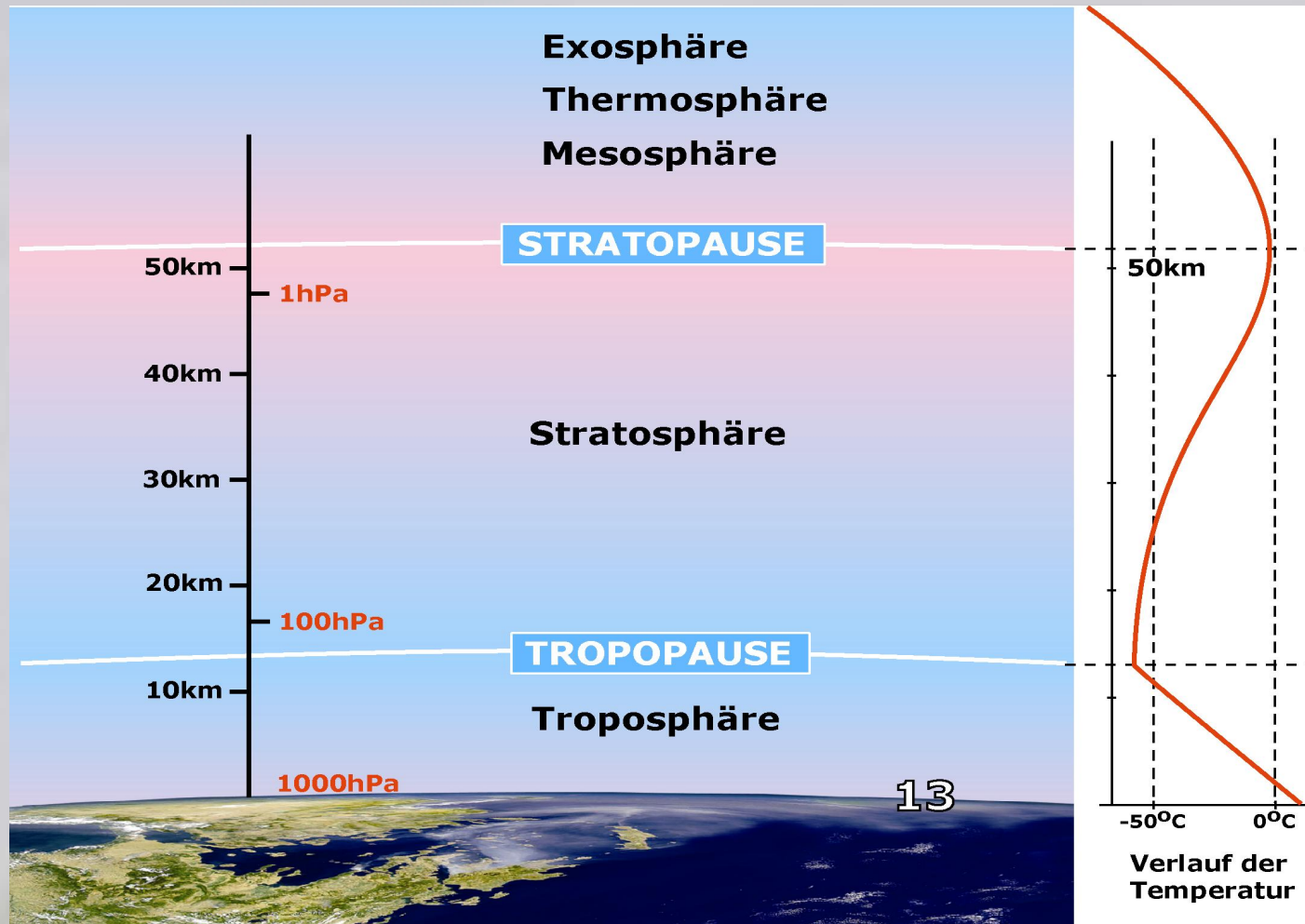
Windgeschwindigkeit



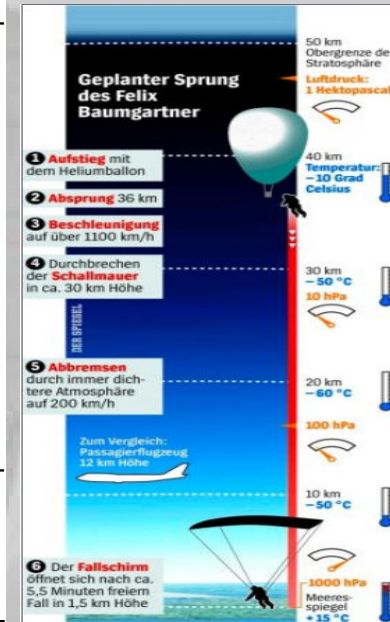
Sichtweite



LUFTDRUCK: AUFBAU DER ATMOSPHÄRE



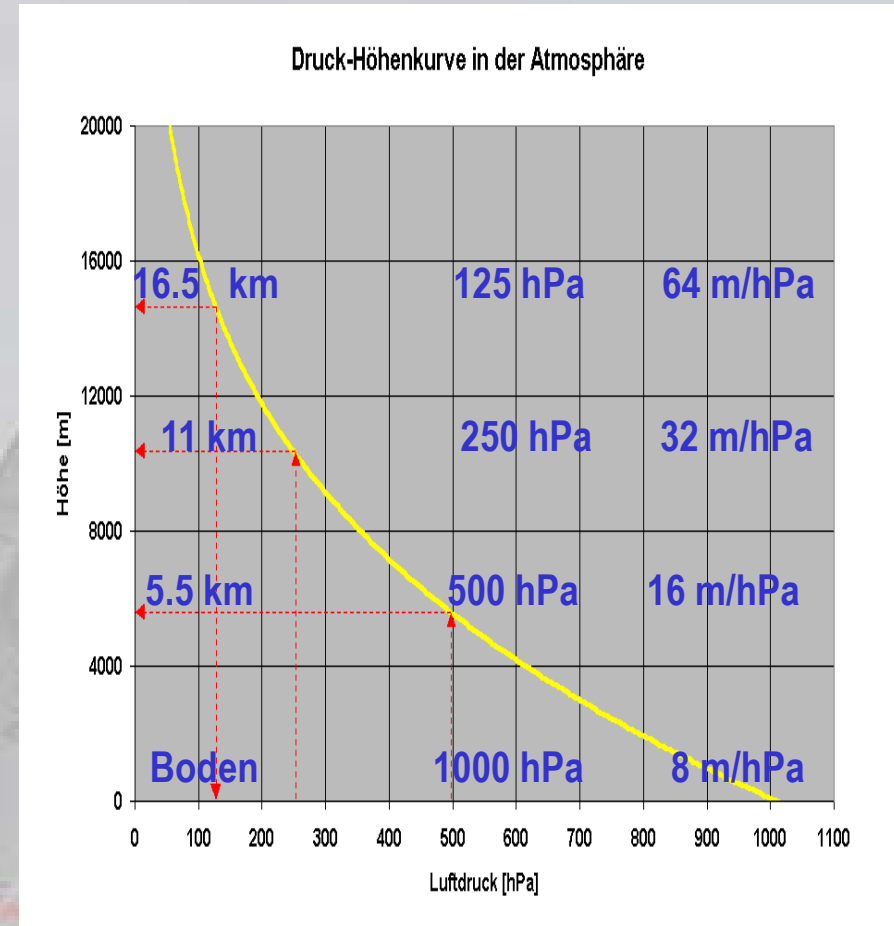
13



Temperaturabnahme mit der Höhe bis zur Tropopause (danach isotherm)
 trocken-adiabatisch (ohne externe Wärmezufuhr) $1 \text{ } ^\circ\text{C} / 100\text{m}$
 feucht -adiabatisch (ohne ext. Wärmezufuhr, Kondensation) $0.6 \text{ } ^\circ\text{C} / 100\text{m}$

LUFTDRUCK: ICAO STANDARDATMOSPHERE

- **Druckabnahme mit der Höhe**
 - Halbierung alle 5.5 km
- **Barometrische Höhenstufe**
 - Verdoppelung alle 5.5 km
 - am Boden 8 m / hPa
 - 5.5 km 500 hPa 16 m / hPa
 - 11.0 km 250 hPa 32 m / hPa
 - 16.5 km 125 hPa 64 m / hPa



Standardatmosphäre Druck - Höhen - Kurve

LUFTDRUCK: AUFBAU DER ATMOSPHÄRE

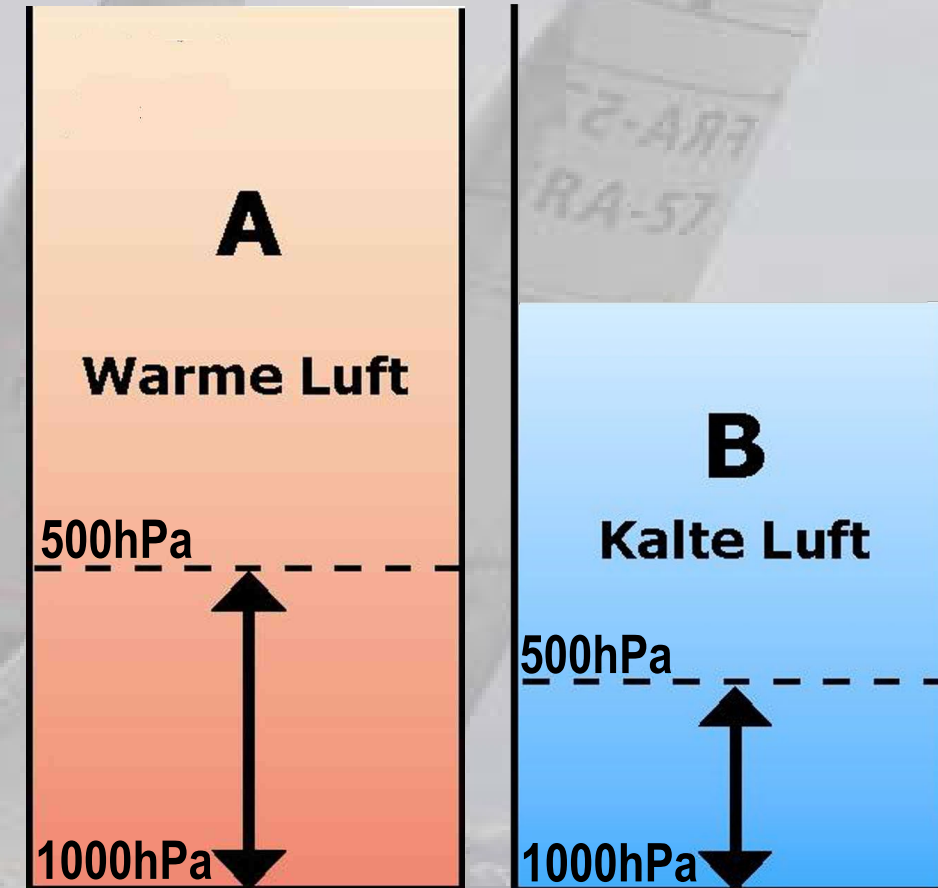
- Die Höhe einer Druckfläche hängt nur von der Temperatur ab. *

* bei gleichem Bodendruck

- Je höher die mittlere Temperatur der Luftsäule, desto grösser die Höhe einer Druckfläche.

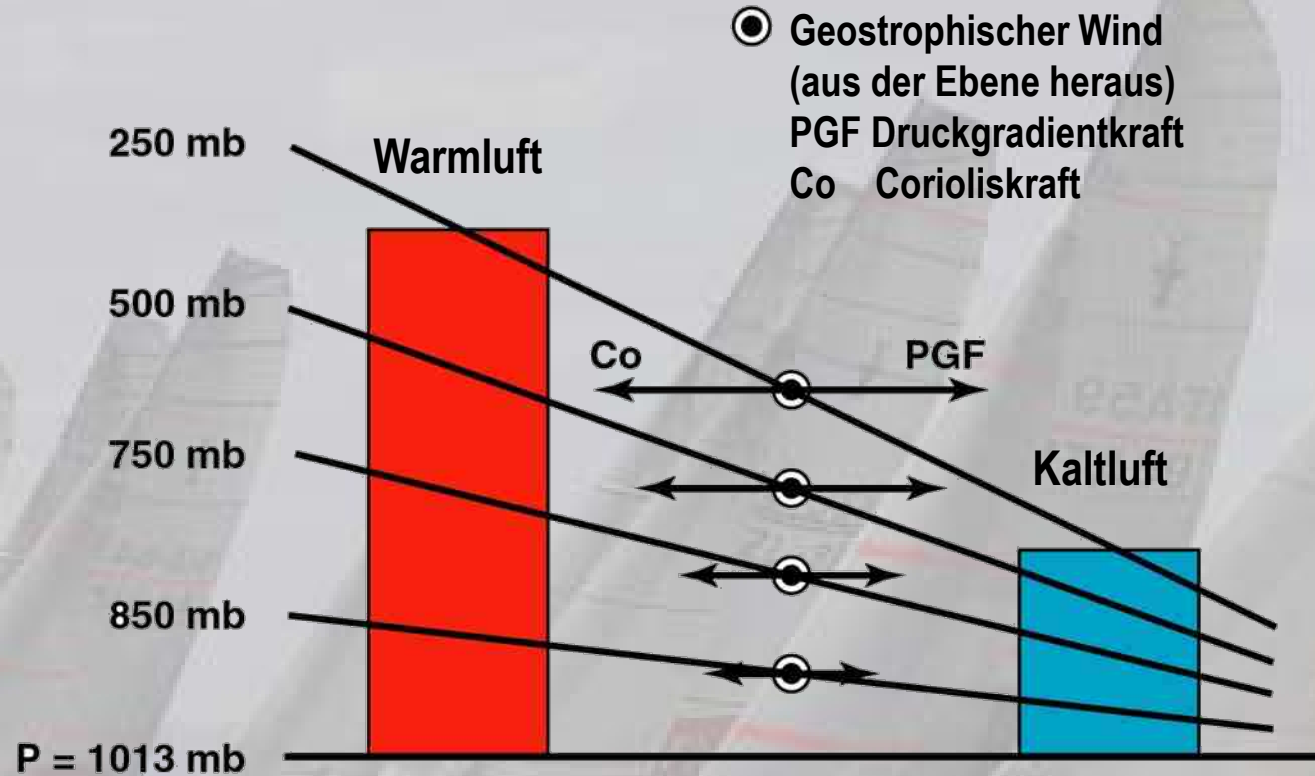
- Bei Kaltluftzufuhr sinkt die 500 hPa-Fläche (Austrogung, Trogvertiefung)

- Bei Warmluftzufuhr steigt die 500 hPa-Fläche (Potentialerhöhung, Verstärkung eines Hochs)



LUFTDRUCK: AUFBAU DER ATMOSPHÄRE

Die Höhe einer Druckfläche hängt von der Mitteltemperatur der Luftschicht ab und führt zu einem Druckgradienten (Wind) von der Warmluft zur Kaltluft.



Globale Zirkulation

Seewindzirkulation

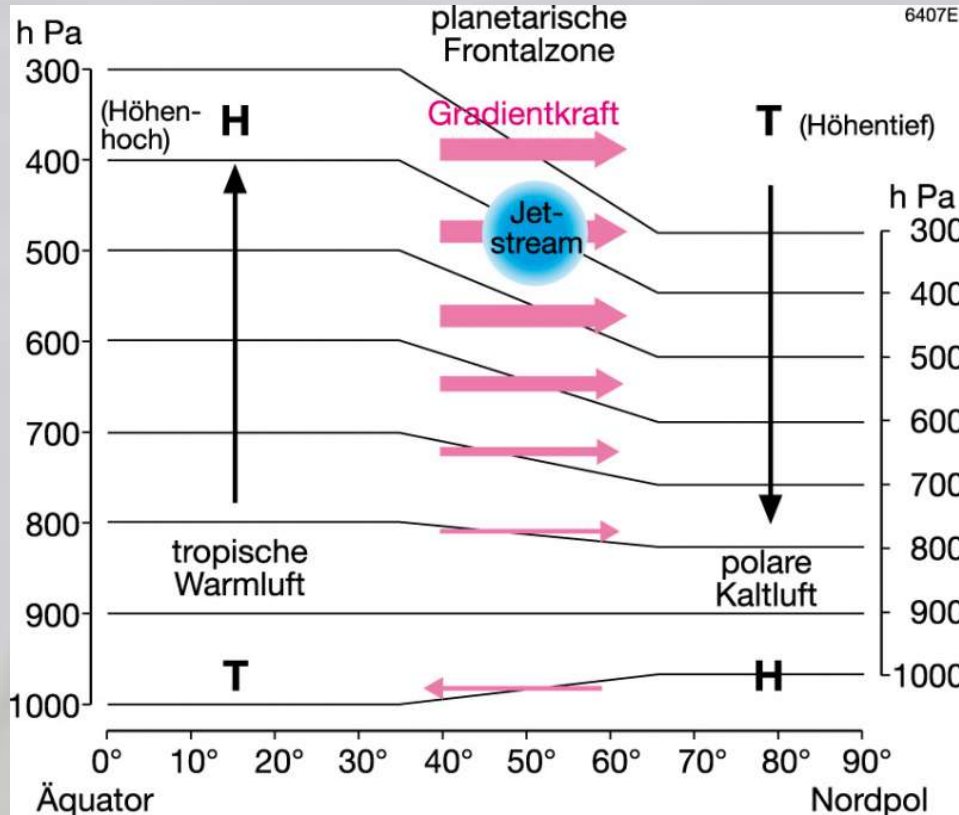
typisch horizontal
vertikall

10000 km
10 km

10 km
2 km

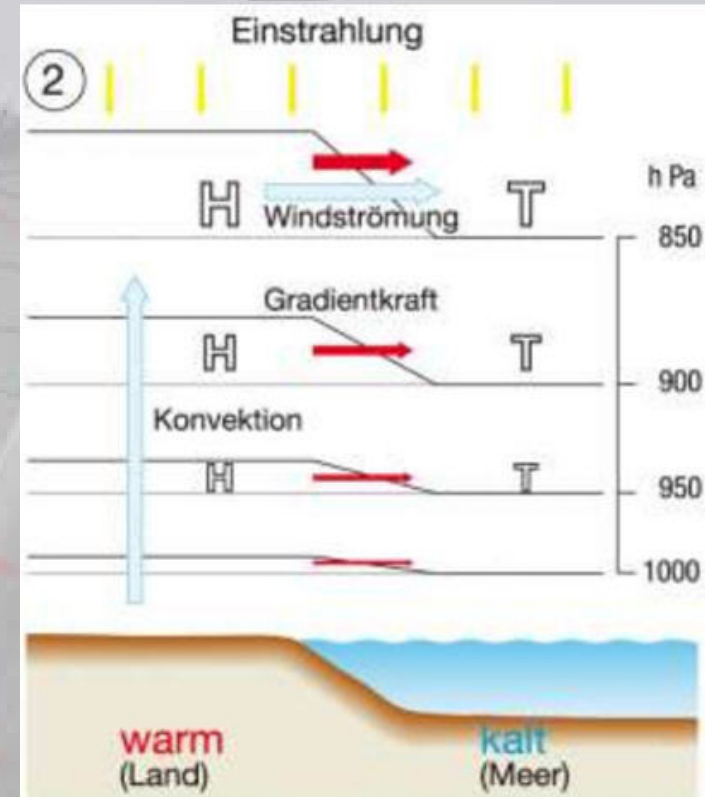
LUFTDRUCK: AUFBAU DER ATMOSPHÄRE

Konsequenzen der Abhängigkeit der Höhe eine Druckfläche von der Mitteltemperatur der Luftschicht darunter auf unterschiedlichen Längenskalen.



Globale Zirkulation

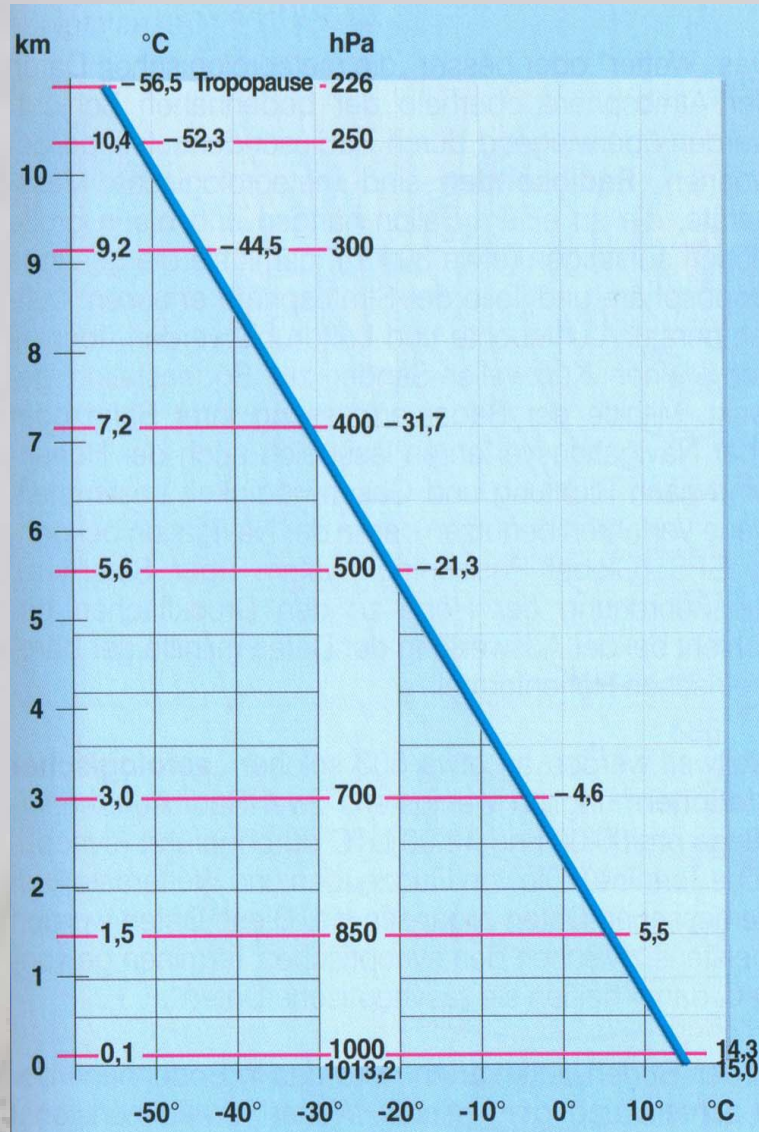
typisch horizontal 10000 km
vertikall 10 km



Seewindzirkulation

10 km
2 km

TEMPERATUR: AUFBAU DER STANDARDATMOSPHERE (ICAO)



Standardatmosphäre (ICAO)

Temperatur in NN: 15 °C
Temperaturabnahme: 0.65 °C / 100m
Tropopause Höhe: 11 km
Tropopause Temperatur: -56 °C

Werte der realen Atmosphäre

Temperaturabnahme ohne / mit
Kondensation

trocken-adiabatisch 1.00 °C / 100m
feucht-adiabatisch 0.65 °C / 100m

Luftmasse

Höhe

Warmluft

Kaltluft

T_u Umgebung

1000 m

10°C

5°C

0°C

T_p Luftpaket

1000 m

5°C

5°C

5°C

T_p Luftpaket

0 m

15°C

15°C

15°C

Schichtung

stabil



indifferent



labil



Hoch

> 6 km

Cirro-Stratus

Mittelhoch

2 - 6 km

Alto - Stratus

Niedrig

NN - 2 km

Stratus

Stratocumulus

Sonderformen: NN - Tropopause

Nimbostratus

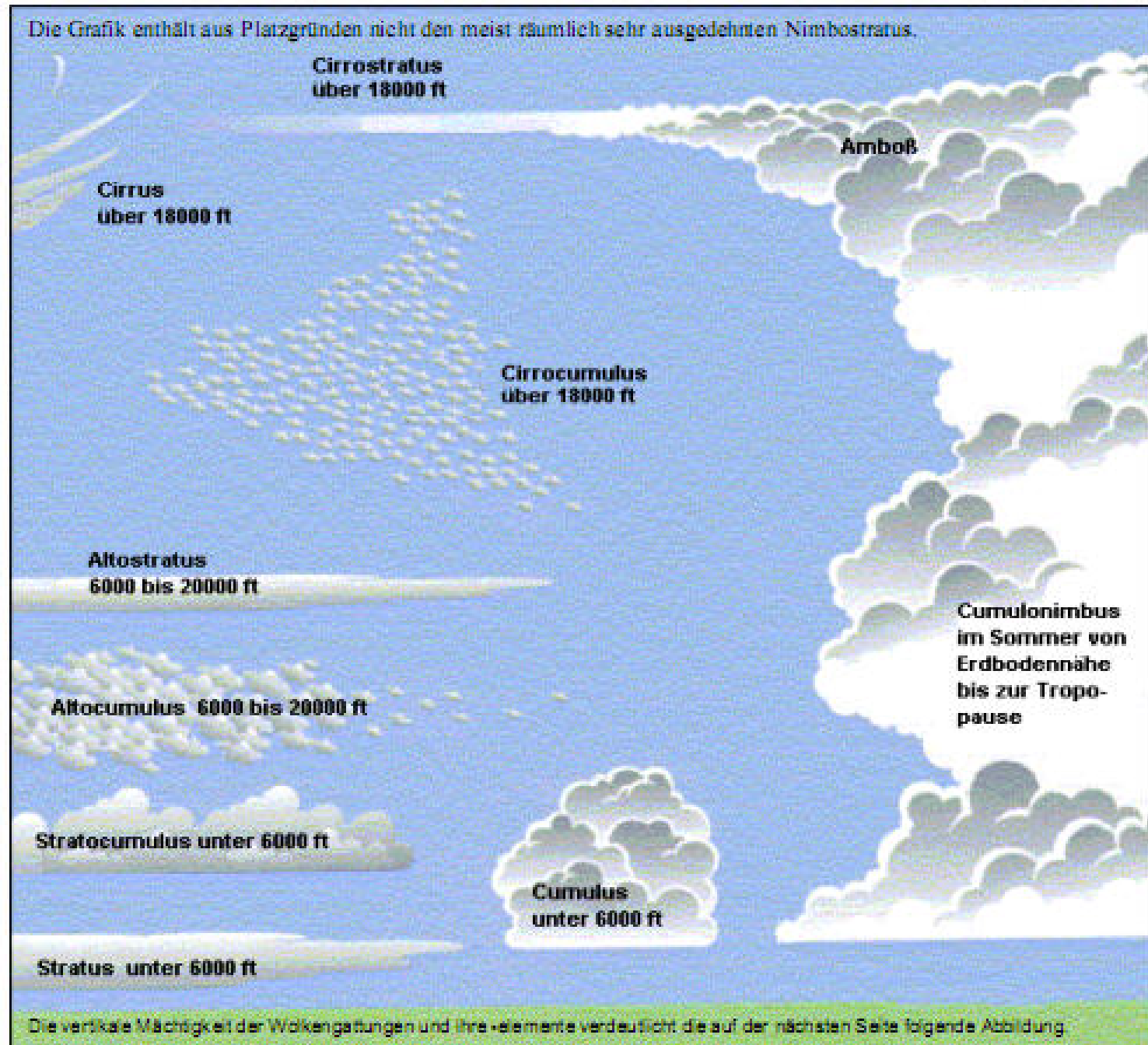
Cirro-Cumulus

Alto - Cumulus

Cumulus

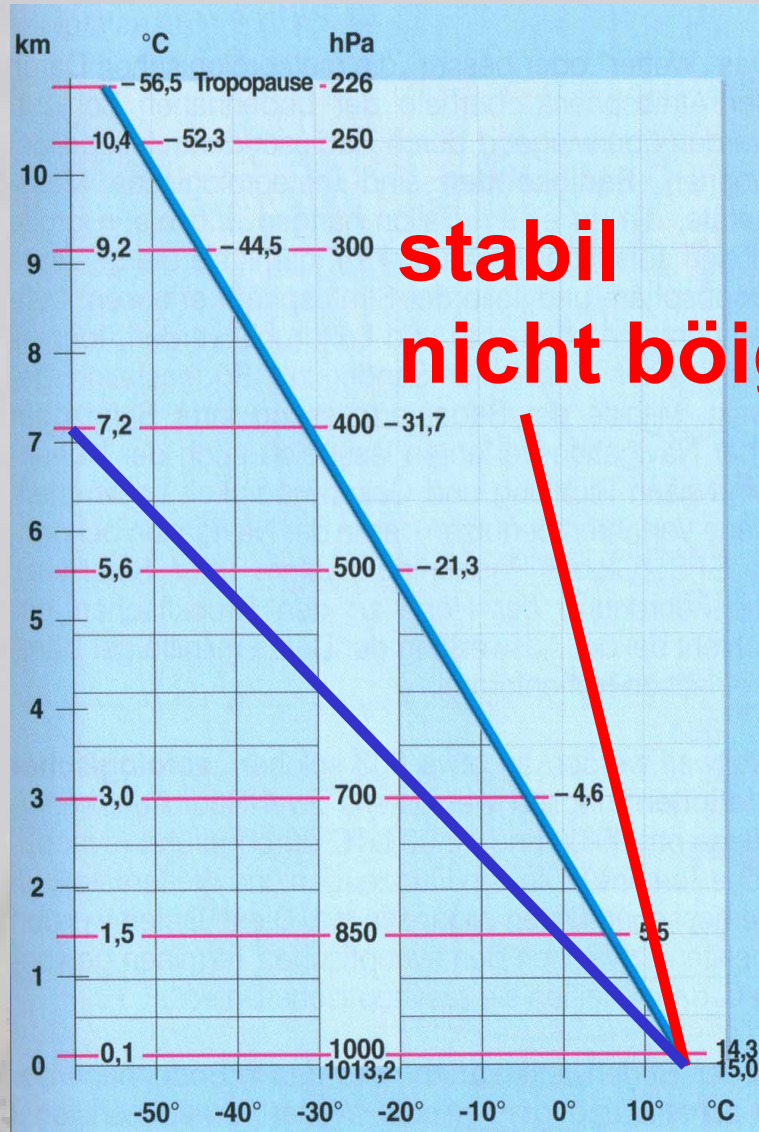
Cumulonimbus

Wolkengattungen in der Troposphäre (und ihr häufiges schematisiertes Aussehen)



TEMPERATUR: AUFBAU DER STANDARDATMOSPHERE (ICAO)

**Labil
böig**



Standardatmosphäre (ICAO)

Temperatur in NN: 15 °C
Temperaturabnahme: 0.65 °C / 100m
Tropopause Höhe: 11 km
Tropopause Temperatur: -56 °C

Werte der realen Atmosphäre

Temperaturabnahme ohne / mit Kondensation
trocken - adiabatisch 1.00 °C / 100m
feucht - adiabatisch 0.65 °C / 100m

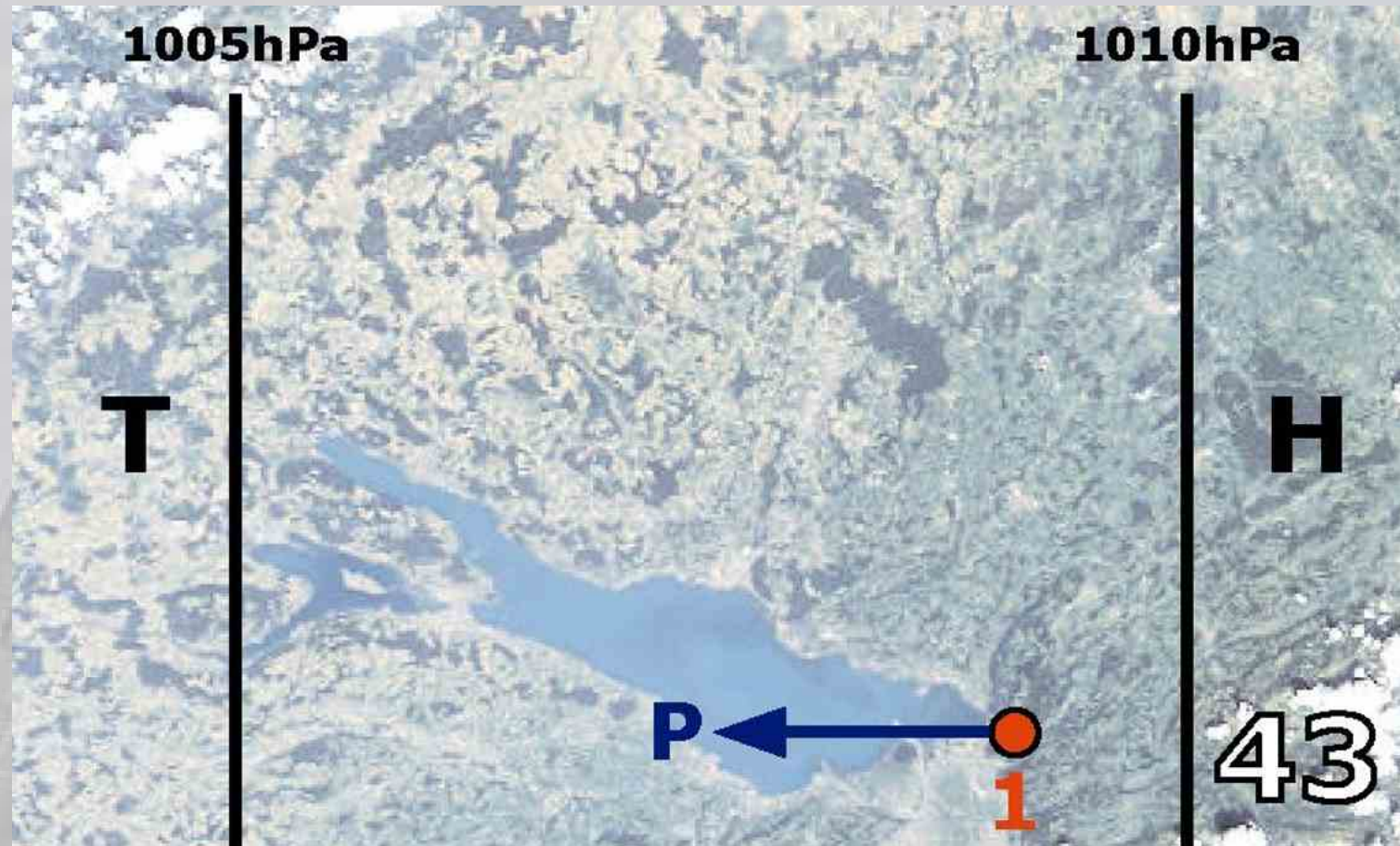
Stabilität der Atmosphäre

Temperaturabnahme mit der Höhe ...

< 1 °C / 100m: stabil (Warmfront)

> 1 °C / 100m: labil (Kaltfront, Höhentrog)

GRUNDGRÖSSEN: WIND, GEOSTROPHISCHER WIND



Bei Druckunterschieden wirkt nur die..... Druckgradientkraft.
Sobald sich aber die Luft vom hohen
zum niedrigen Druck bewegt, wirkt die..... Corioliskraft



DIE CORIOLISKRAFT ...



- ... **ist abhängig von der Geschwindigkeit**
wenn Geschwindigkeit = 0, dann Corioliskraft = 0 (genauso wie die Ruderkraft)

- ... **wirkt senkrecht zur Bewegungsrichtung**

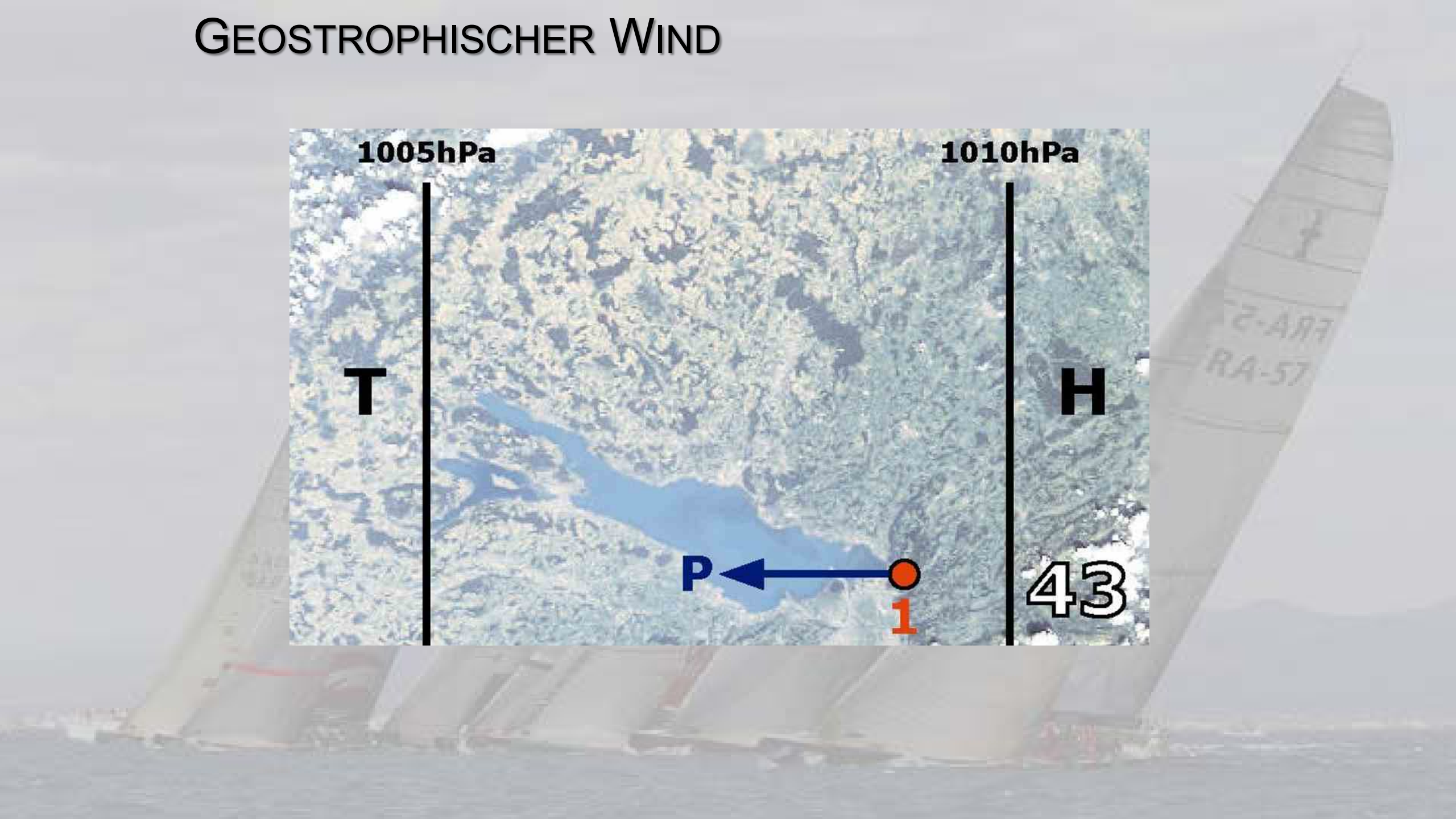
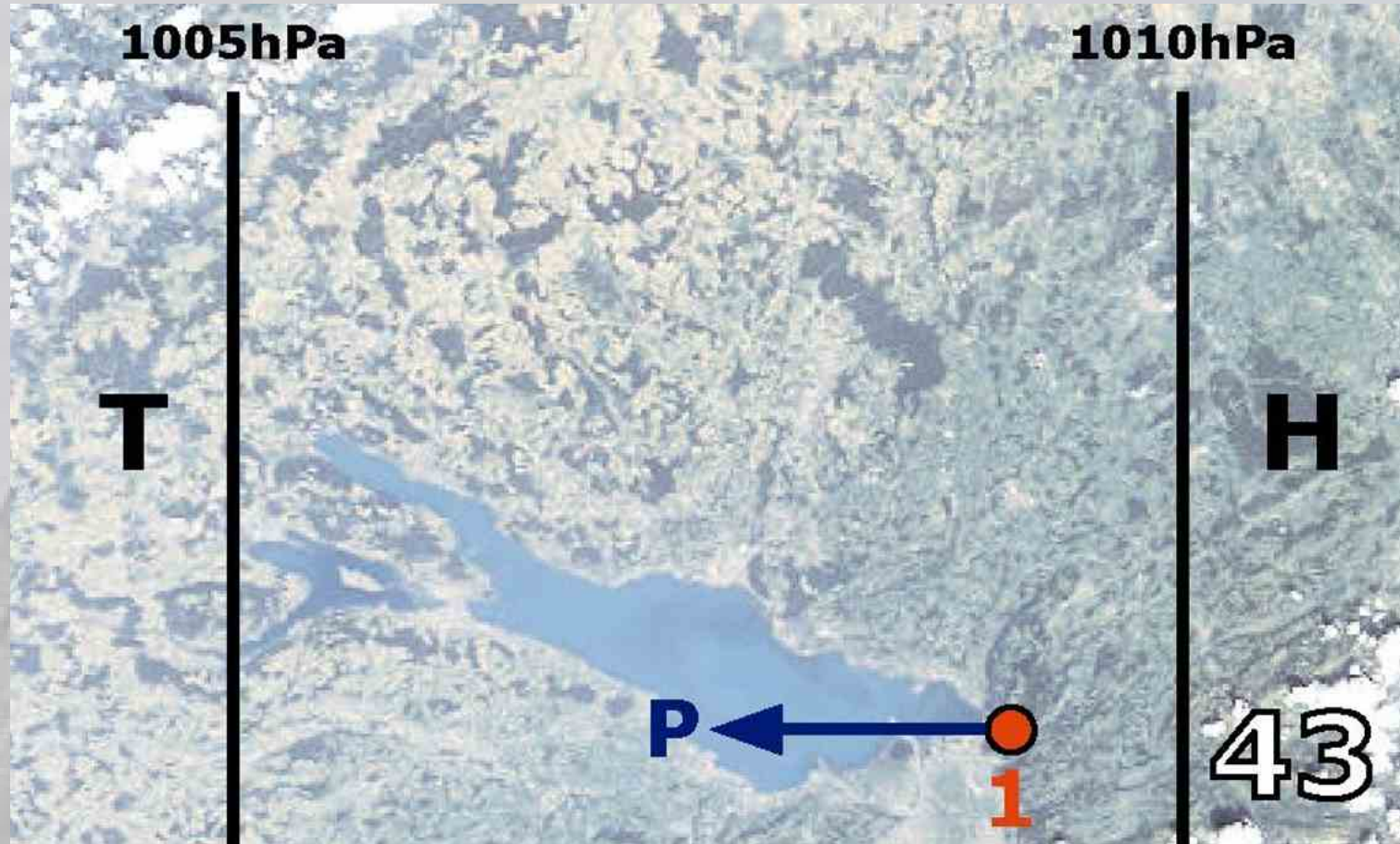
Scheinkraft leistet deswegen physikalisch keine Arbeit
Ablenkungsrichtung **Nordhalbkugel nach rechts, Südhalbkugel nach links**

Rechtdrehen des Windes mit der Höhe in der Grenzschicht
Abnahme der Reibung → Zunahme der Geschwindigkeit

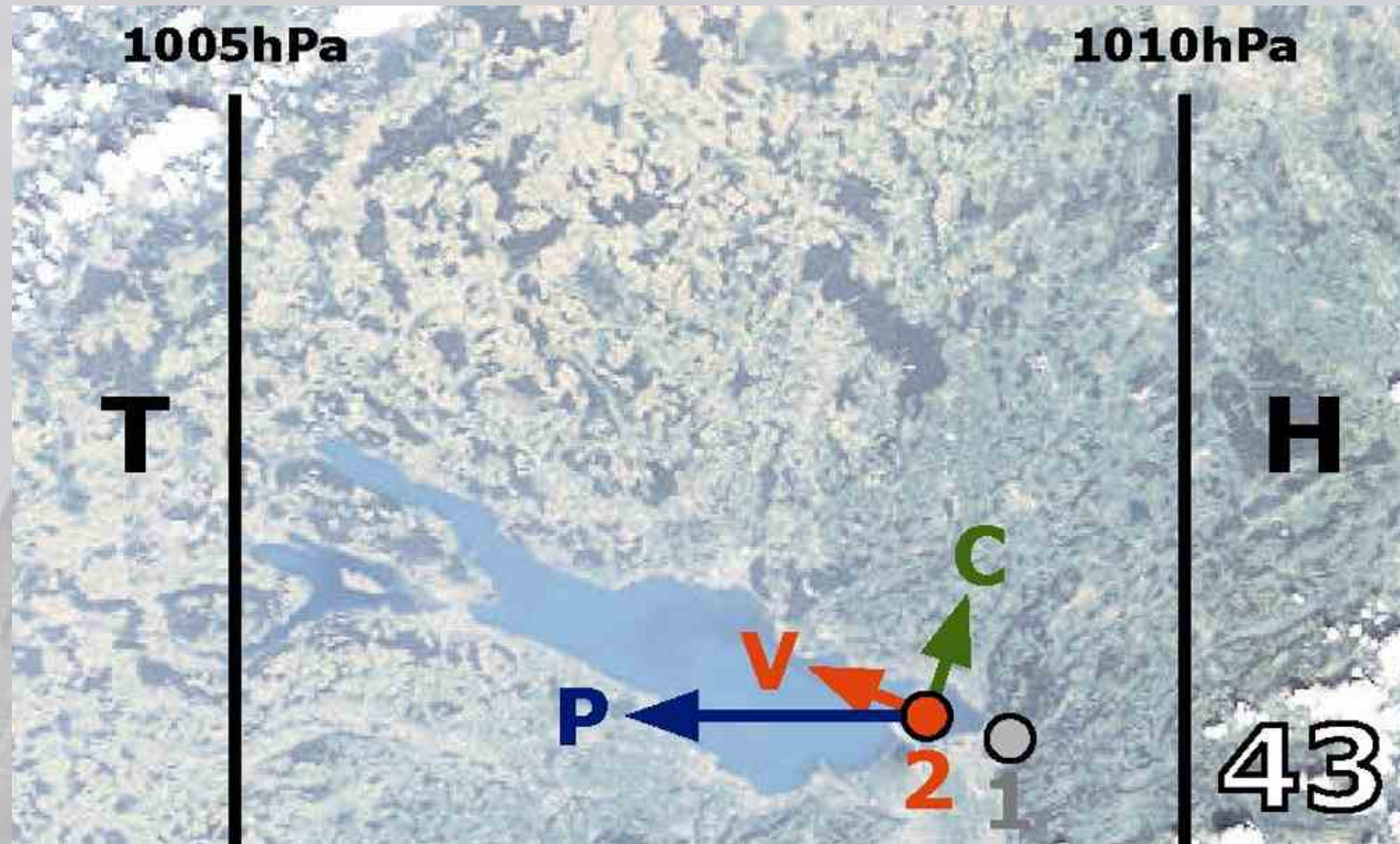
- ... **gibt den Tief- / Hochdruckgebieten ihren Drehsinn**

Nord-Hemisphäre Tief: gegen gegen den Uhrzeigersinn
Hoch: im Uhrzeigersinn

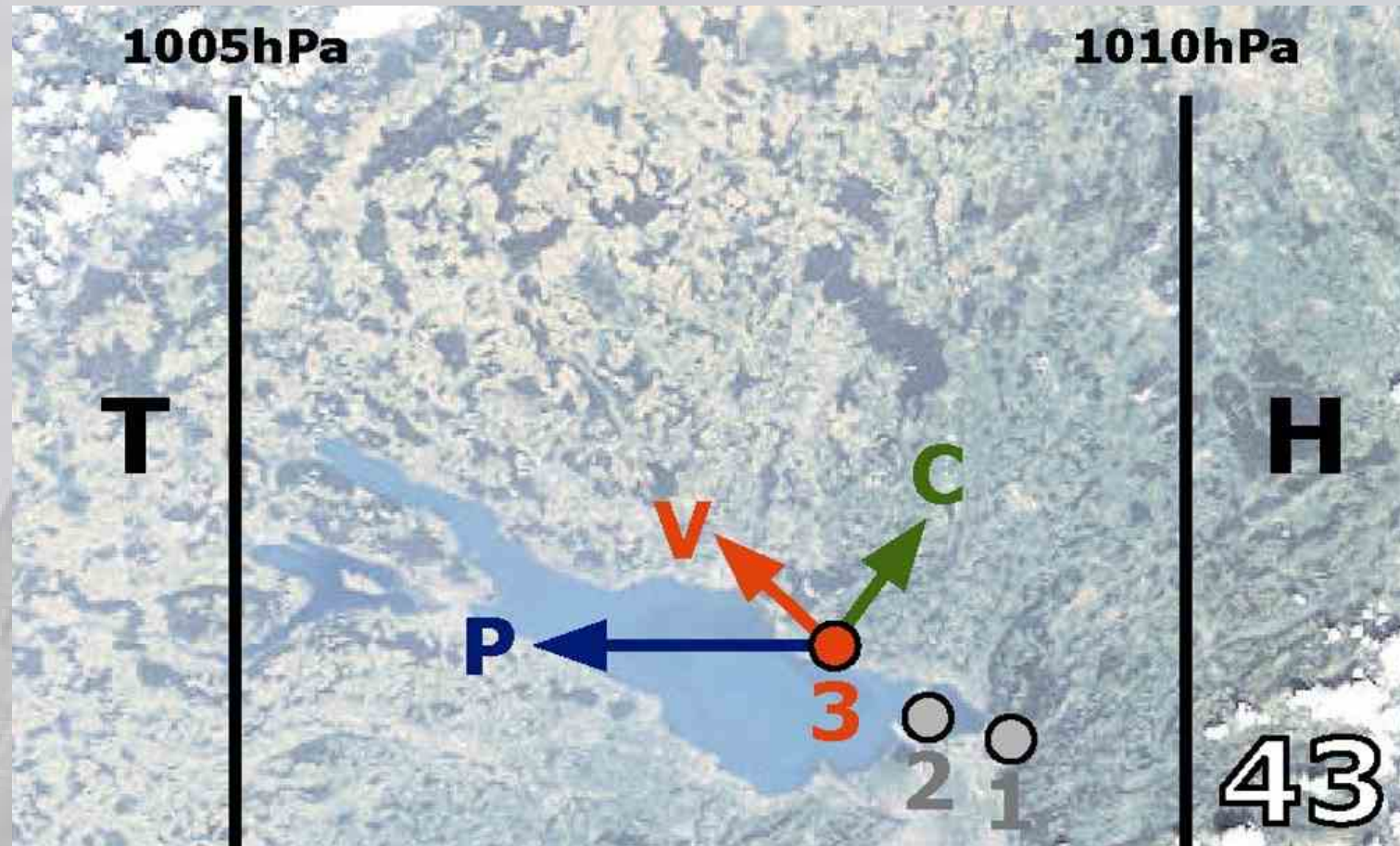
GEOSTROPHISCHER WIND



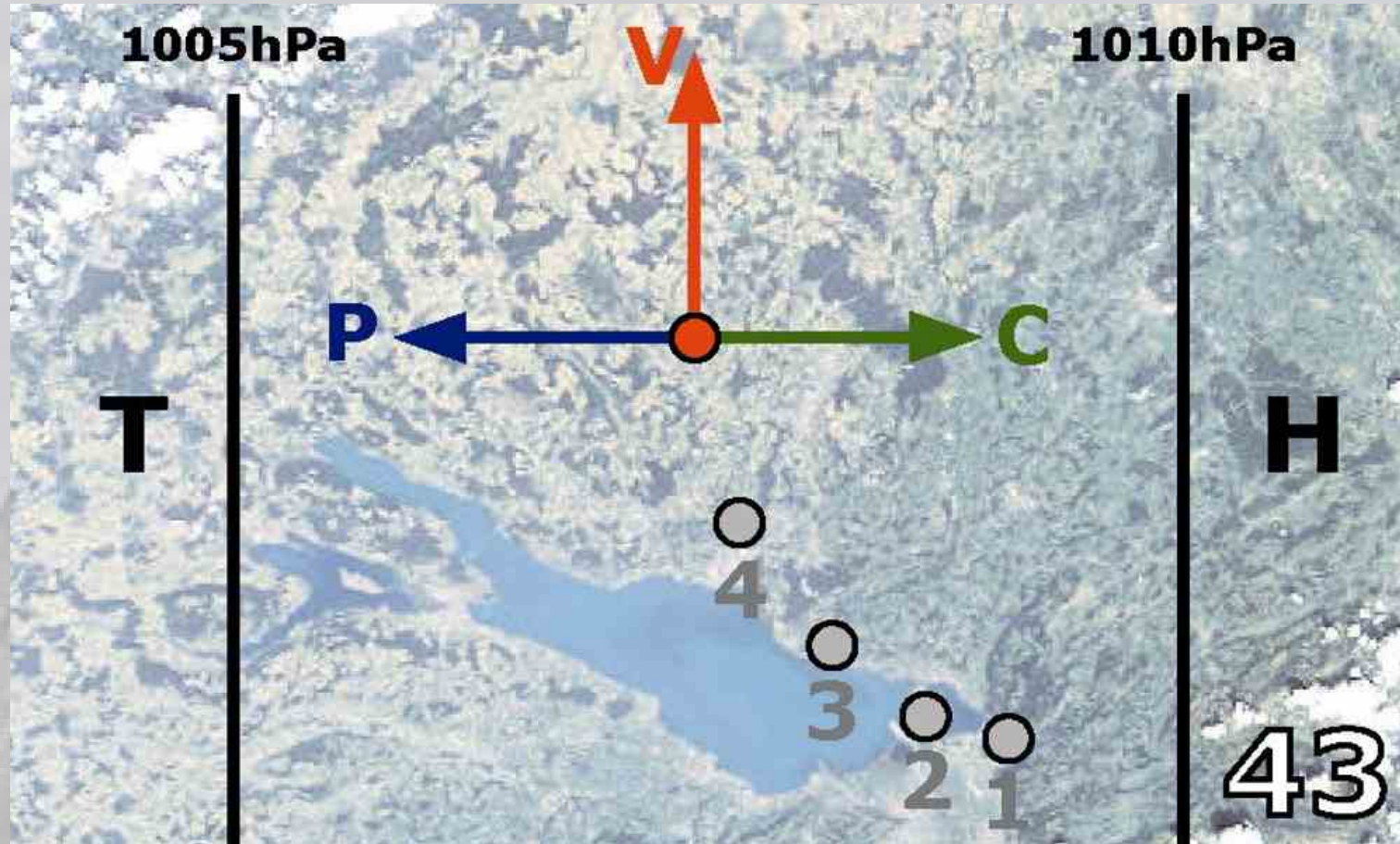
GEOSTROPHISCHER WIND



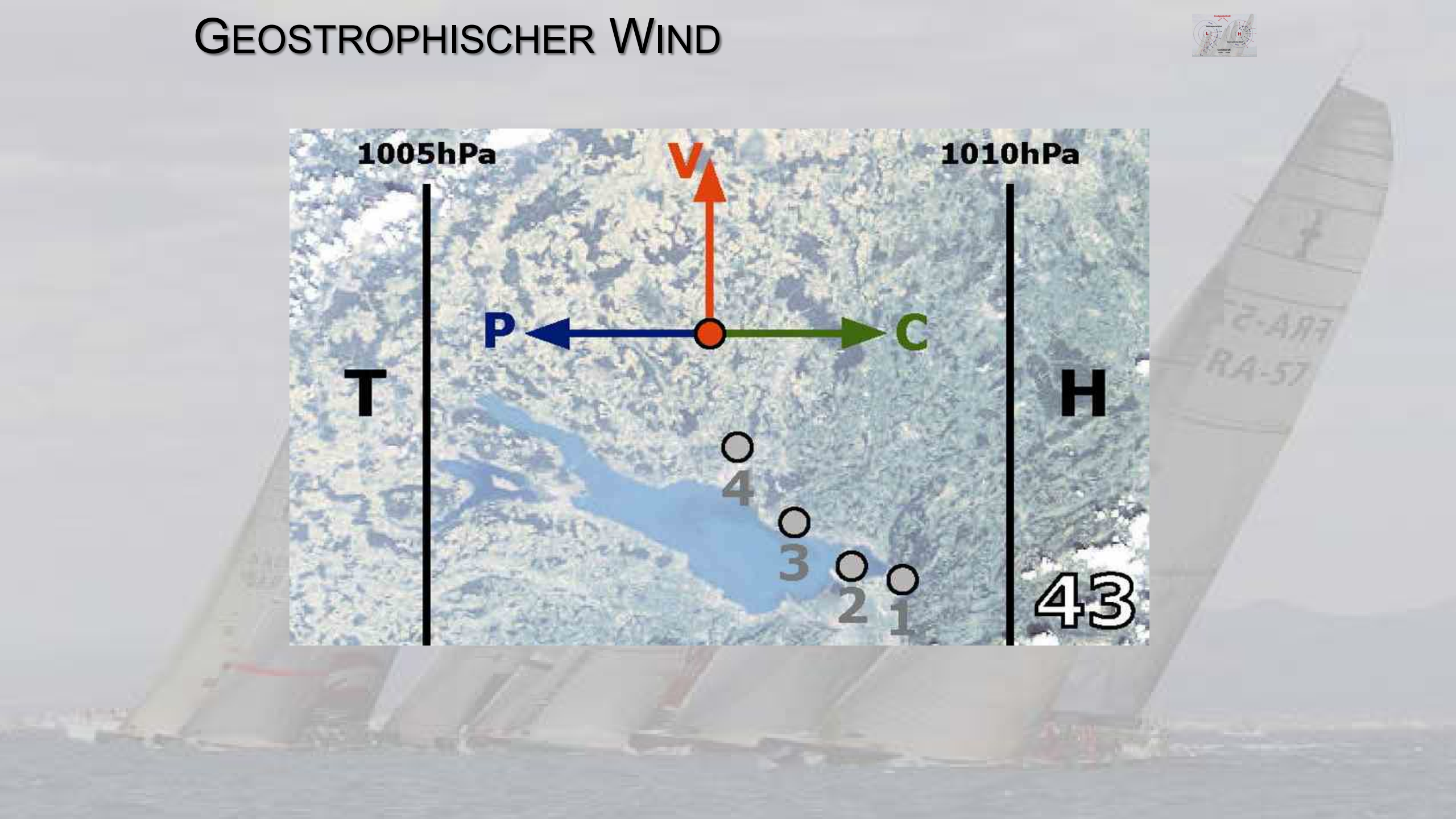
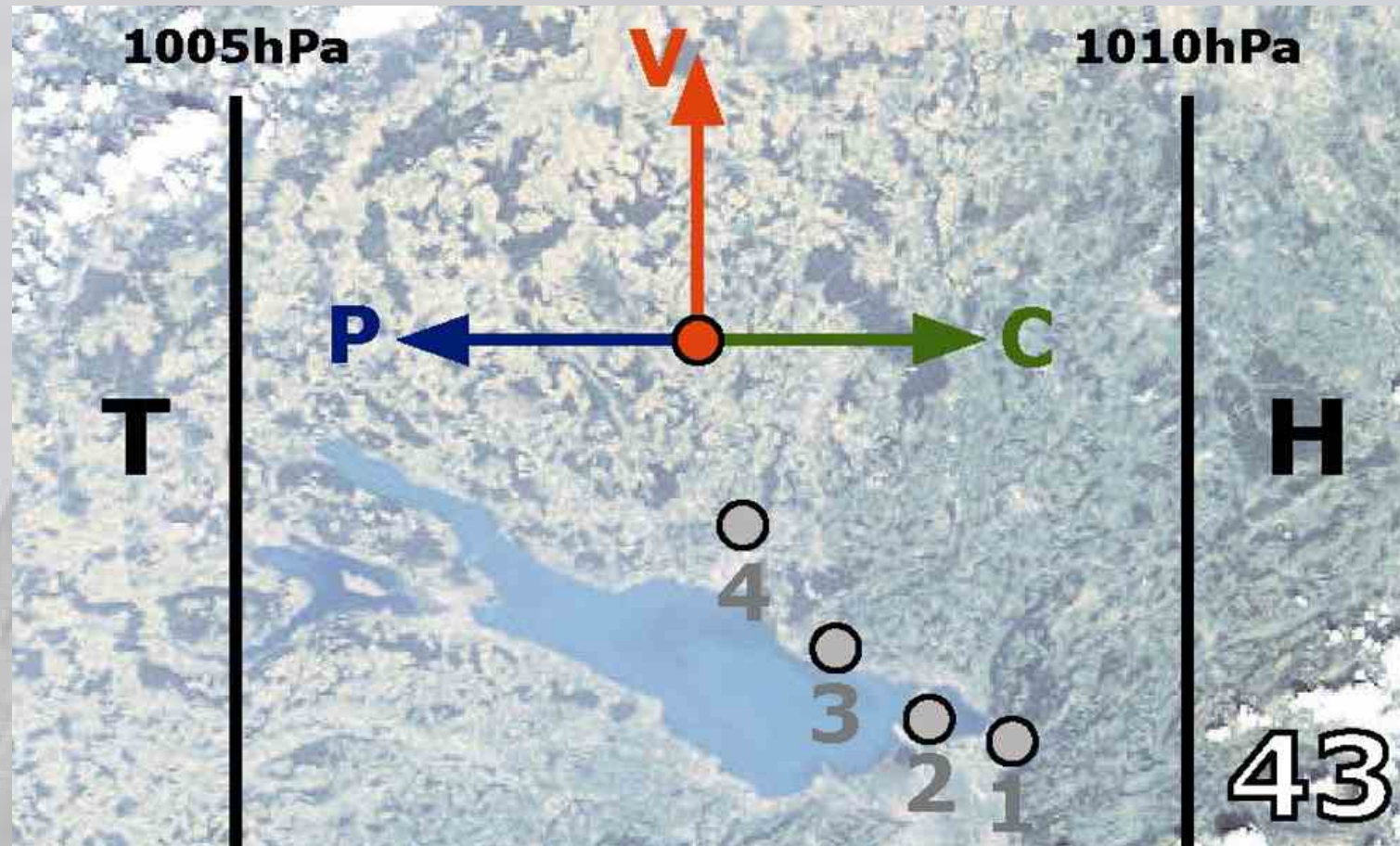
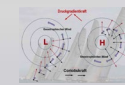
GEOSTROPHISCHER WIND



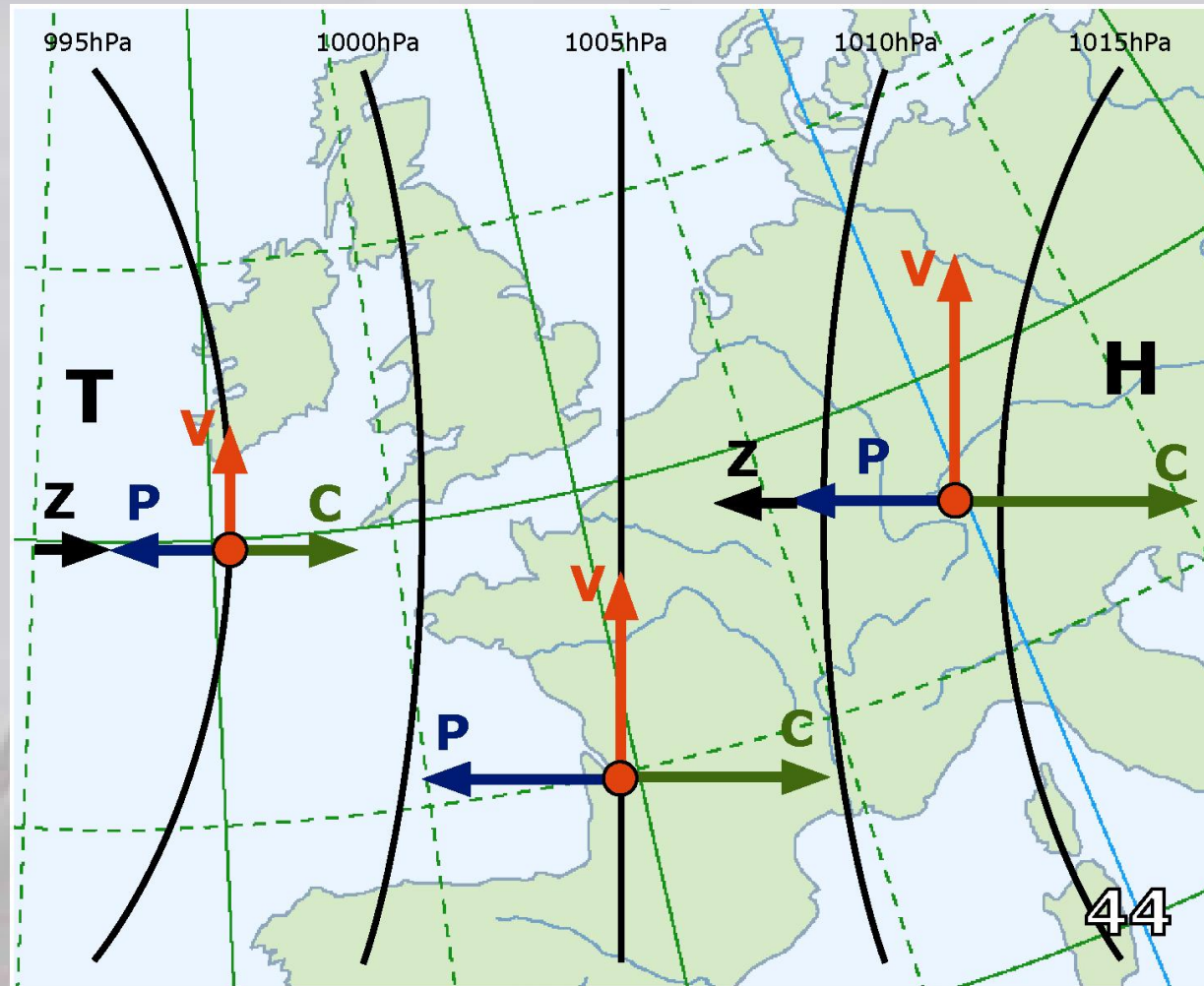
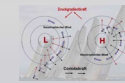
GEOSTROPHISCHER WIND



GEOSTROPHISCHER WIND



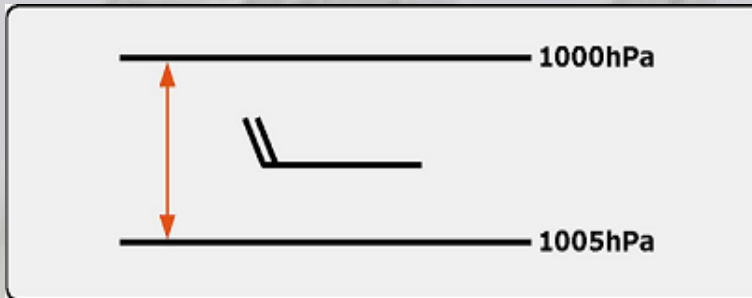
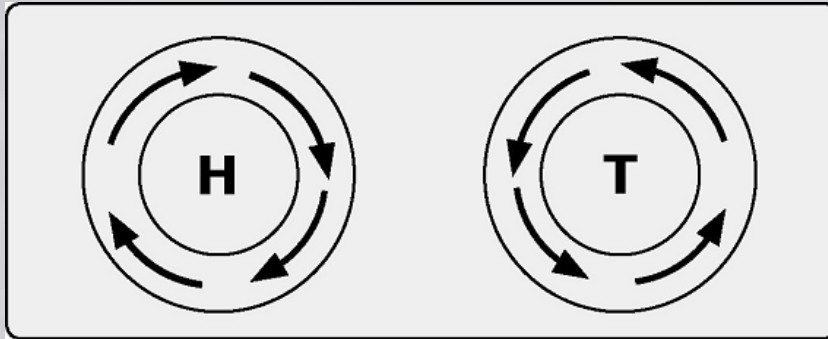
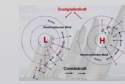
GRADIENTWIND



Hoch: Wind ist stärker, als nach den Isobaren zu erwarten:
supergeostrophisch! durchaus 1-2 Bft.

Tief: Wind ist etwas schwächer (NUR wegen der Krümmung!)

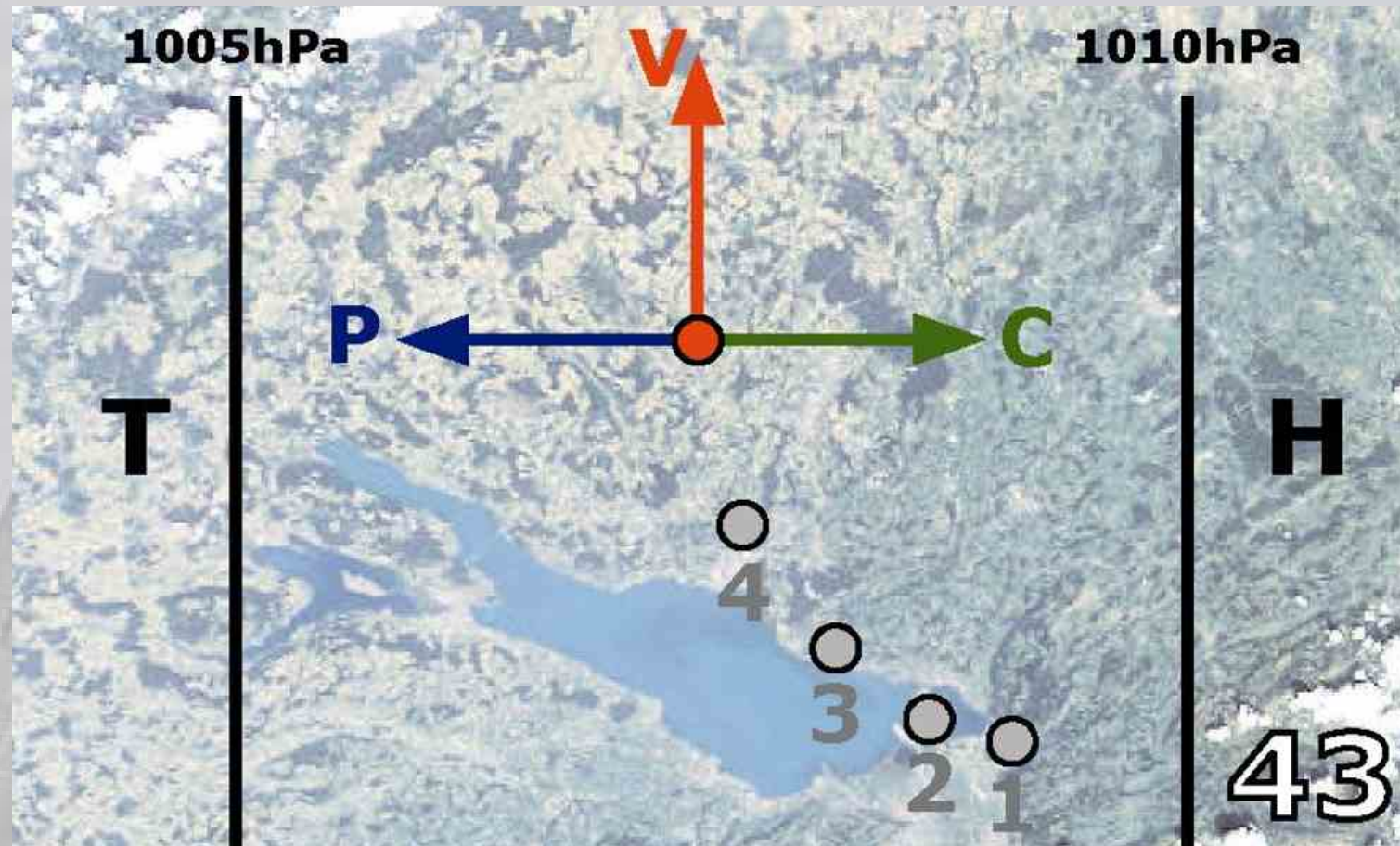
GEOSTROPHISCHER WIND



Der geostrophische Wind ...

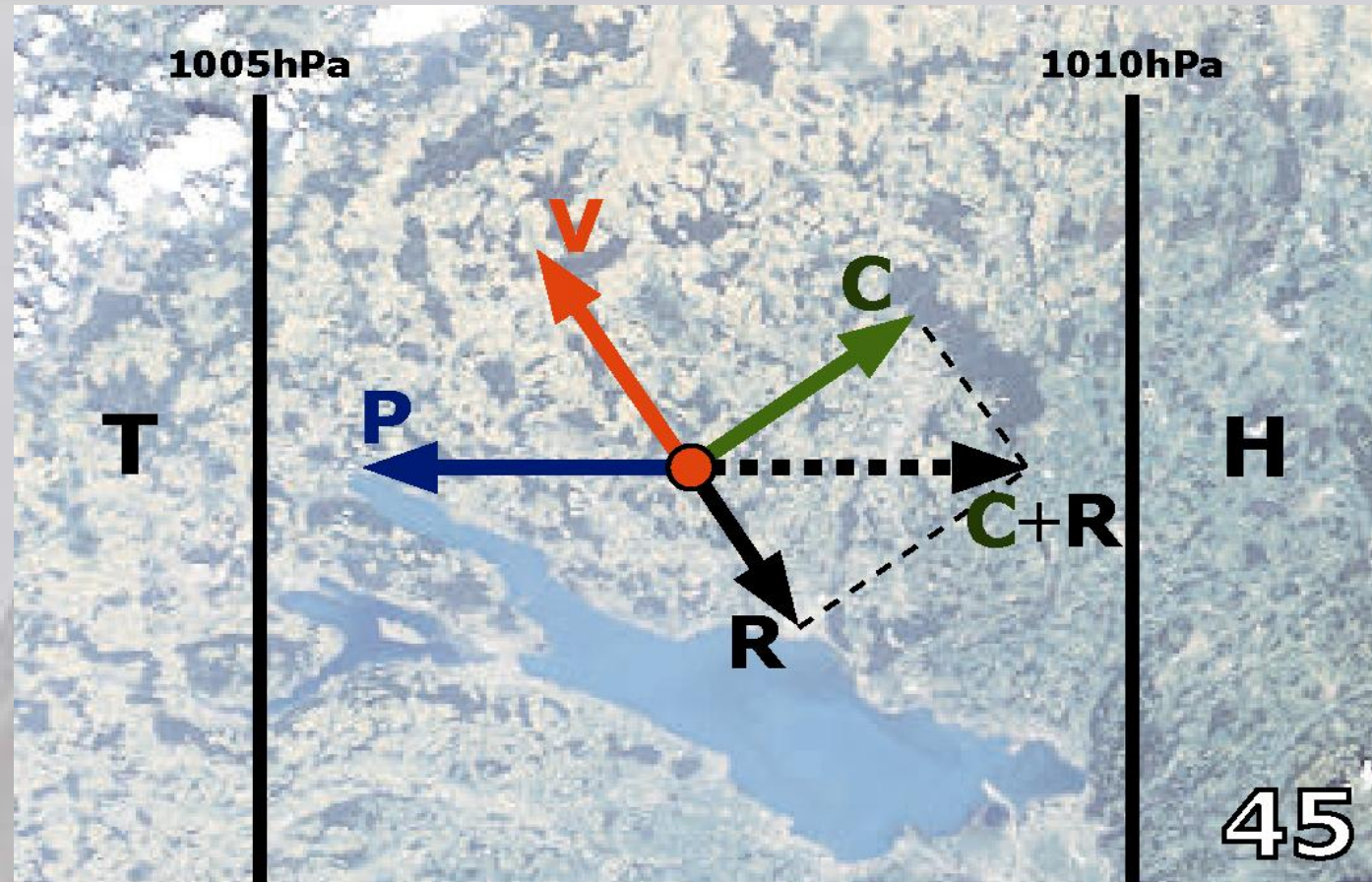
- ... beschreibt das Gleichgewicht zwischen Druckgradientkraft und Corioliskraft
- ... weht parallel zu den Isobaren
- ... wird in Stärke bestimmt durch
 - den Isobarenabstand
 - die geographische Breite
- ... geostrophisch würden Hoch- und Tiefdruckgebiete kreisförmig umströmt ...
- ... Reibung führt zu ageostrophischen Komponenten in den tiefen Druck hinein und führen so zur Auffüllung des Tiefs

GEOSTROPHISCHER WIND



... aber: In Bodennähe muss die Reibung berücksichtigt werden !

GEOSTROPHISCHER WIND MIT REIBUNG

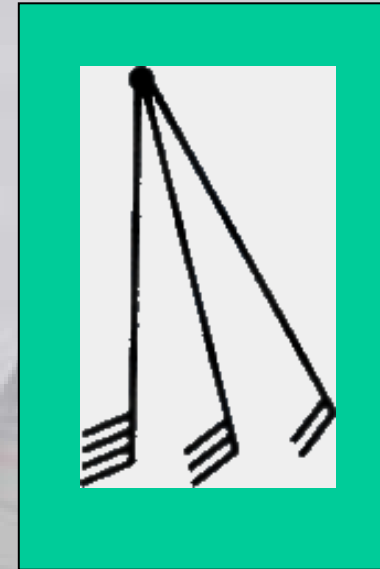
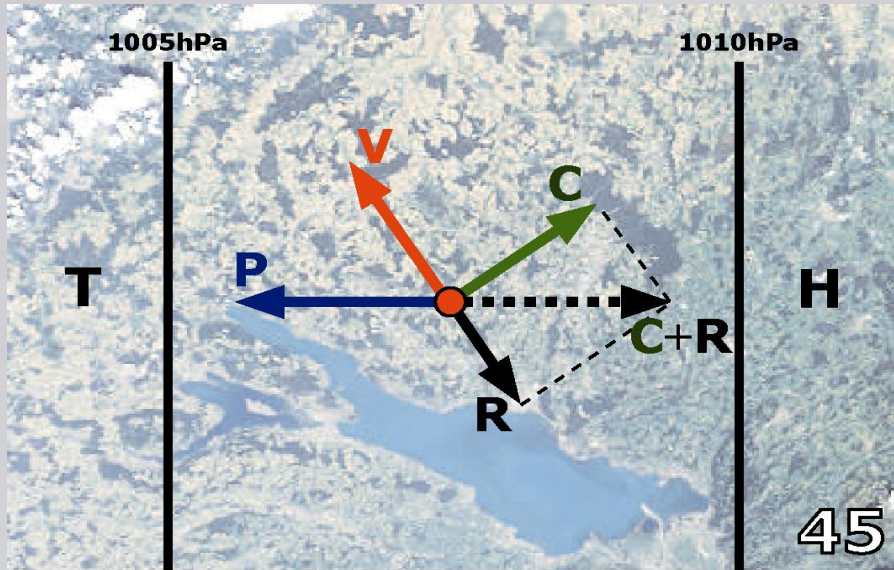
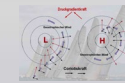


Reibung reduziert die Geschwindigkeit – Folge:

- Corioliskraft wird kleiner
- Ablenkung nach rechts (NH) wird geringer, also resultiert eine Ablenkung nach links (NH) zum tiefen Druck hin.

Dadurch Auffüllen von Tiefs (Hurricane) und Abschwächen von Hochs

GEOSTROPHISCHER WIND MIT REIBUNG



In der Reibungsschicht: Reibungsabnahme mit der Höhe
als Folge: Geschwindigkeitszunahme mit der Höhe
NH: Winddrehung mit der Höhe nach rechts



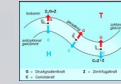
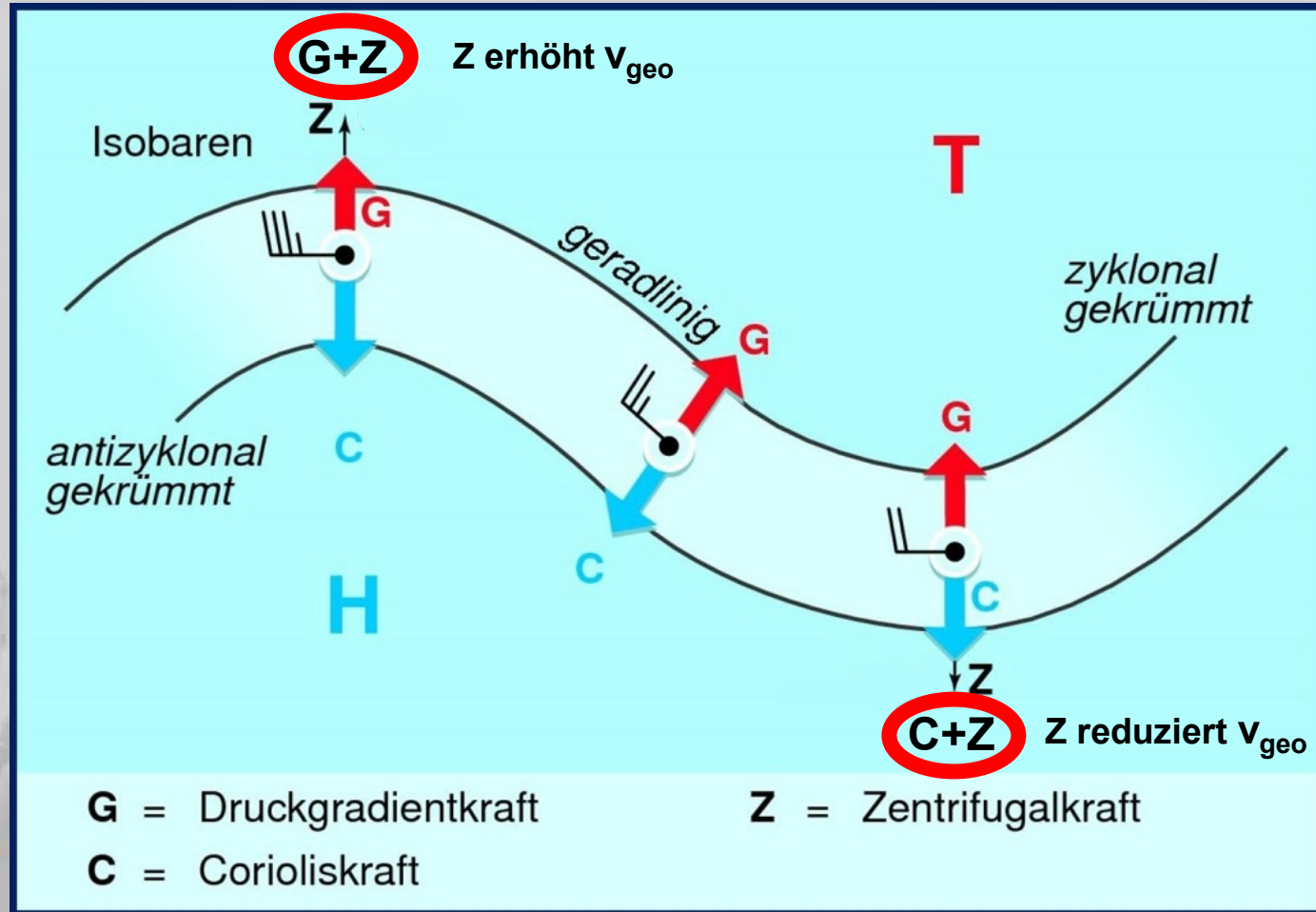
Abweichung Bodenwind vom geostrophischen Wind durch Reibung

über See	Richtung etwa 20°	Geschwindigkeit	20 bis 30 % reduziert
über Land	etwa 40°		30 bis 50 % reduziert

Wind weht in den Rücken: NH Tief befindet sich links
NH Hoch befindet sich rechts



GRADIENTWIND

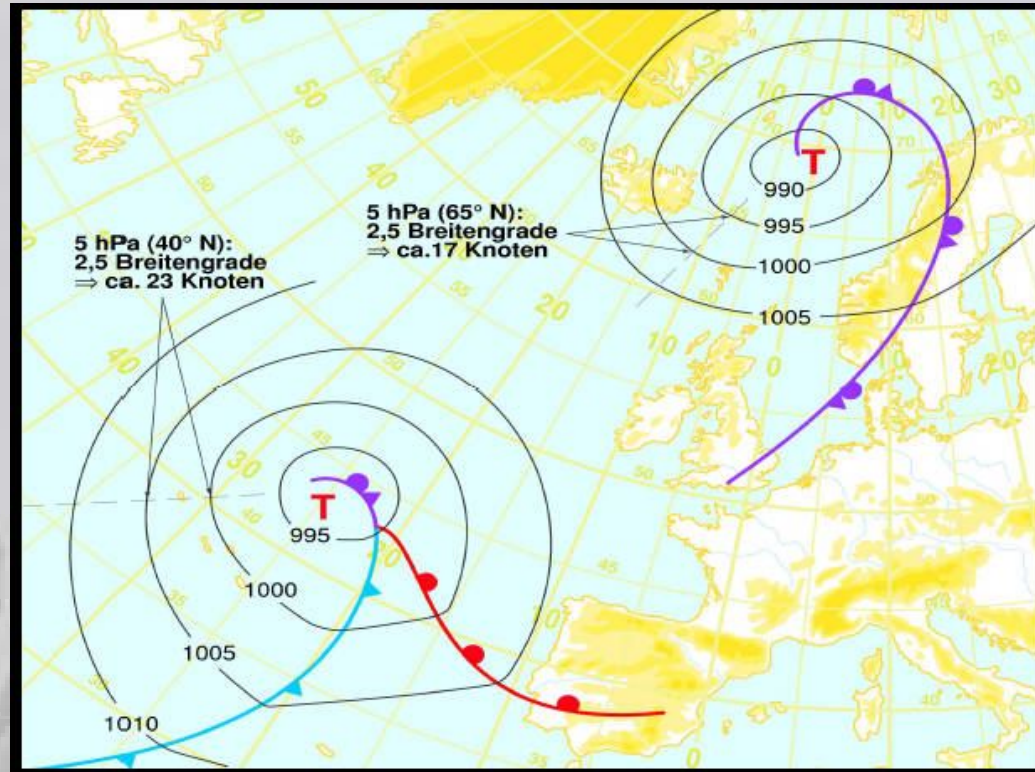


Zentrifugalkraft wirkt bei ...

- zyklonaler Krümmung: schwächt Druckgradient ab
- antizyklonaler Krümmung: verstärkt Druckgradient **supergeostrophisch!**

WIND-INTERPRETATION AUS DER WETTERKARTE

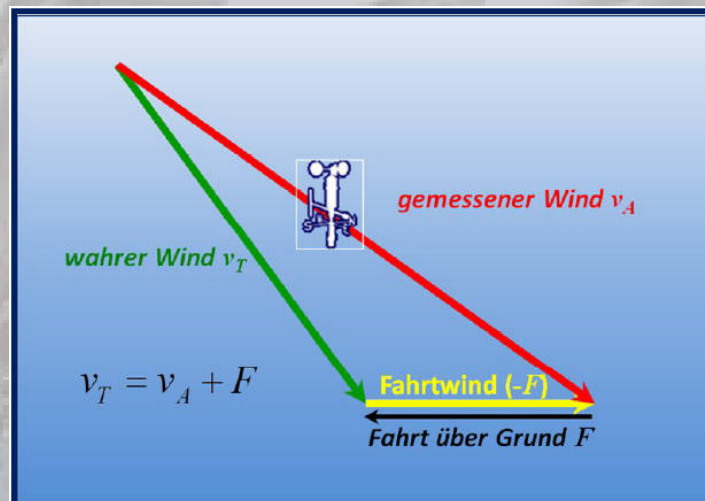
Annahme: Je mehr Isobaren, desto mehr Wind. Im Prinzip ja, aber ...



- Bei gleichem Isobarenabstand
... nimmt der geostrophische Wind mit zunehmender Breite ab
- Bei gleichem geostrophischen Wind
... ist mit zunehmender Breite ein geringerer Isobarenabstand notwendig

DER SCHEINBARE WIND ...

- ... ist die Vektorsumme aus wahren Wind und Fahrtwind
- ... wird verursacht durch die Fahrt des Schiffes (= Fahrt ü.G.)
- ... ist der an Bord gemessene Wind (Verklicker)
- ... fällt vorlicher ein als der wahre Wind
- treibt Segelschiffe an
- ... bestimmt die Segelstellung



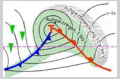
DSV NAUTISCHER ABEND REGATTAWETTER

Bernd Richter, Deutscher Wetterdienst

bernd.richter@web.de <https://www.vorticity.de>



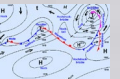
➤ Grundgrößen (Auswahl)



➤ Idealzyklone (Auswahl)



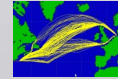
➤ Wolken



➤ Kleinräumige Prozesse



➤ Grosswetterlagen



➤ Törnplanung

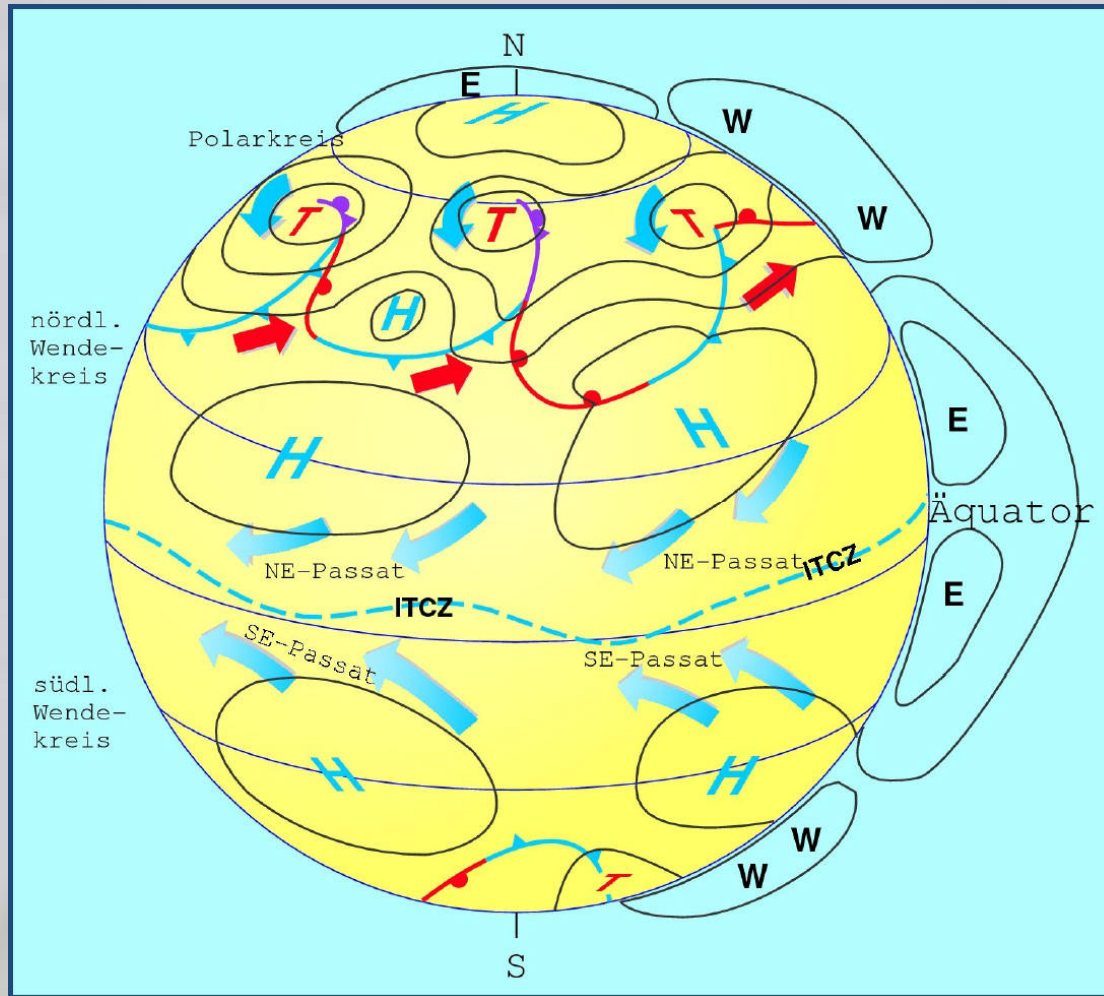


➤ Wetter im Internet



Nichts ist praktischer als eine gute Theorie. Immanuel Kant

VORAUSSETZUNGEN ZUR BILDUNG EINER ZYKLONE



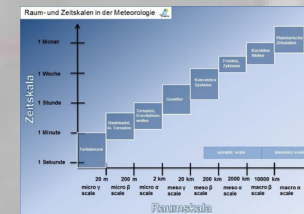
Globale Zirkulation und Idealzyklone

Gemeinsamkeit:

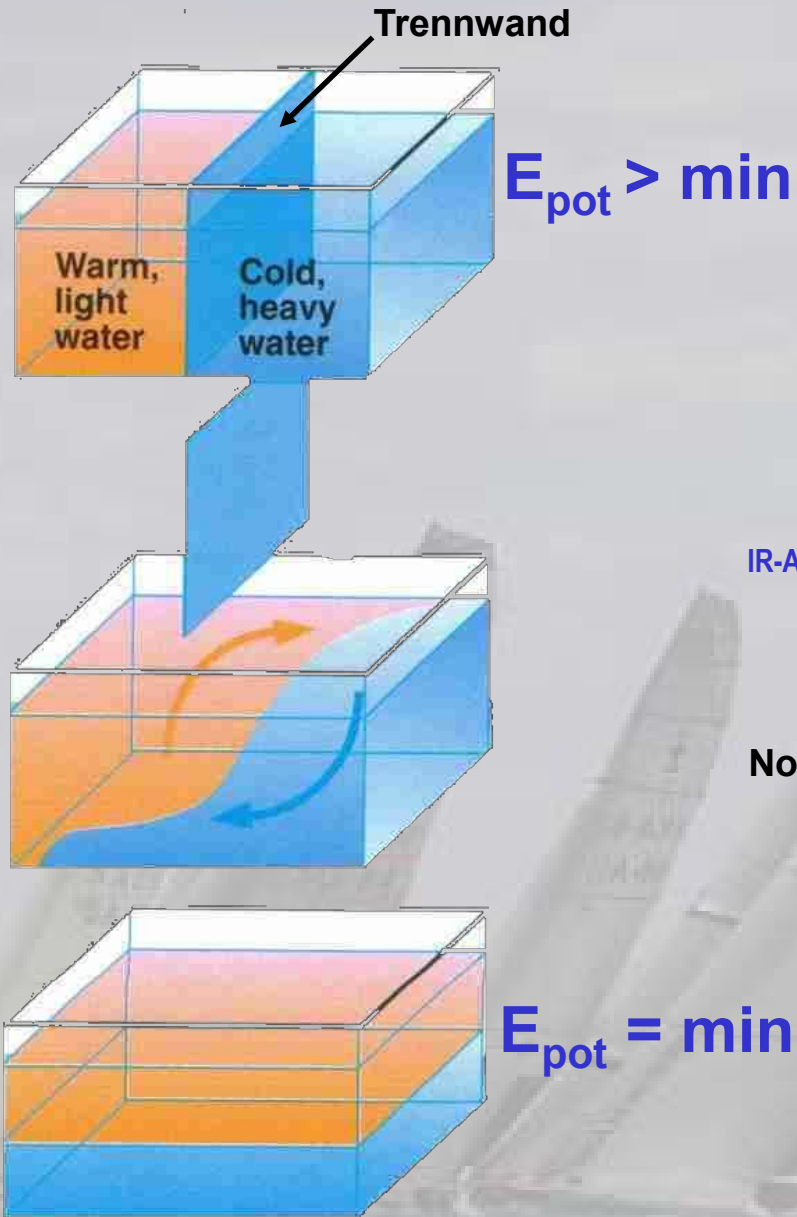
Energiezufuhr aus horizontalen Temperaturunterschieden

Unterschied:

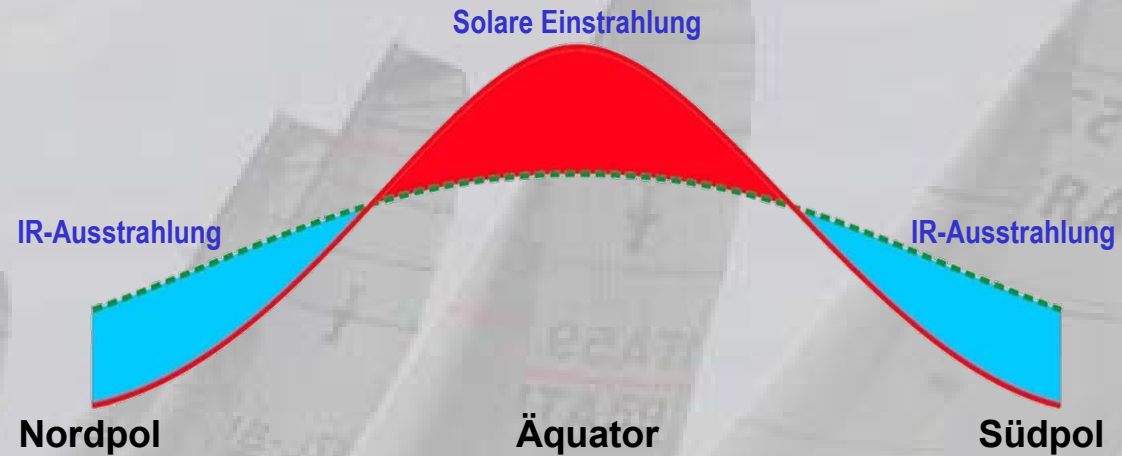
Raum-Zeit-Skala und damit andere Dynamik



VORAUSSETZUNGEN ZUR BILDUNG EINER ZYKLONE



Meridionaler (N-S) Temperaturgradient



E_{pot} Abnahme \Leftrightarrow E_{kin} Zunahme:

WIND !

WANN ENTWICKELT SICH EINE ZYKLONE – WANN NICHT ?

Erforderlich zur Tiefentwicklung sind thermische Voraussetzungen

- **Verstärkung der thermischen Gegensätze, z.B. durch Viererdruckfeld**

Erforderlich sind aber auch dynamische Voraussetzungen:

Wie entsteht ... Rotation (Wirbel) ? ... Hebung ? ... Druckfall ?

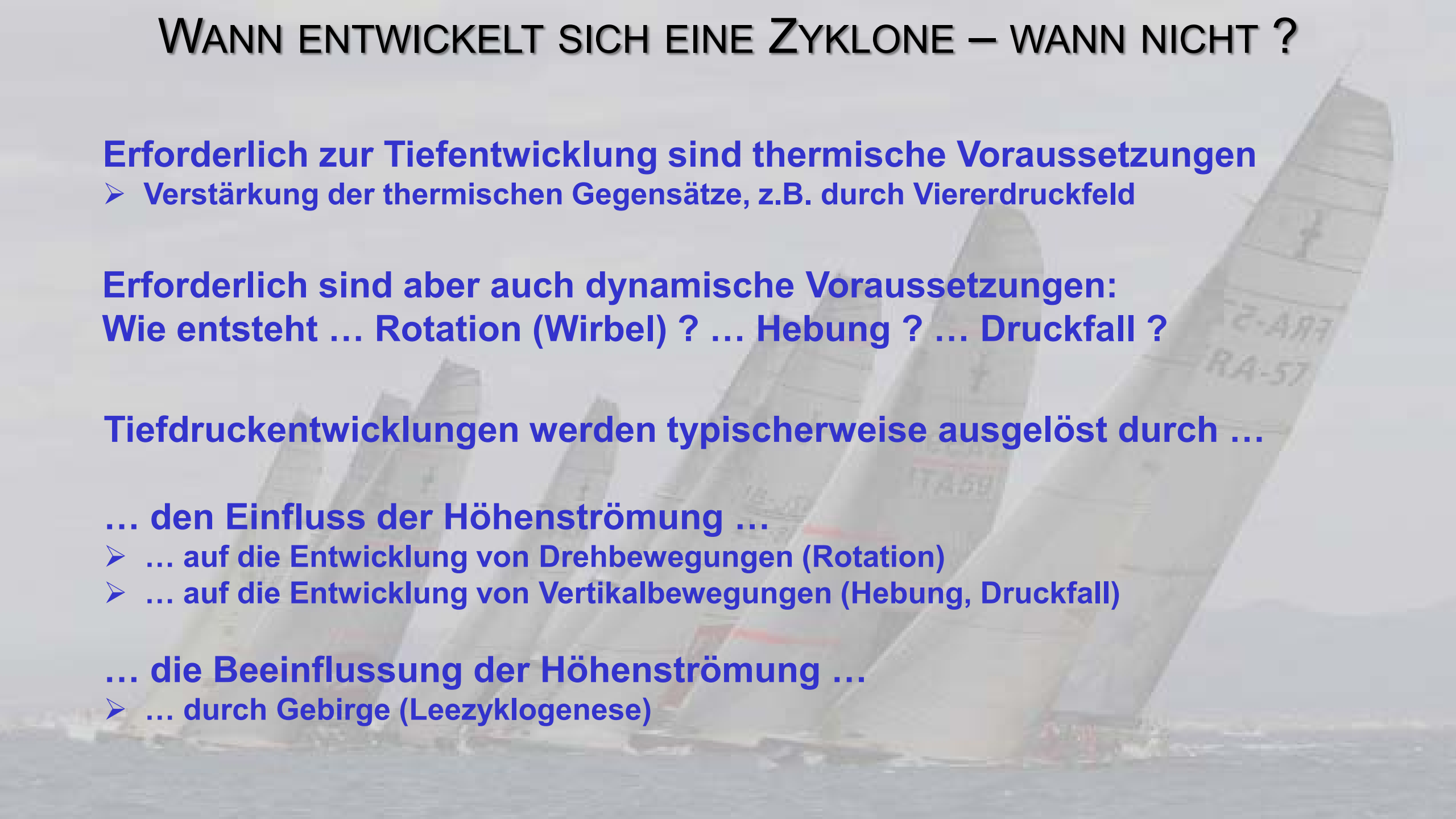
Tiefdruckentwicklungen werden typischerweise ausgelöst durch ...

... den Einfluss der Höhenströmung ...

- **... auf die Entwicklung von Drehbewegungen (Rotation)**
- **... auf die Entwicklung von Vertikalbewegungen (Hebung, Druckfall)**

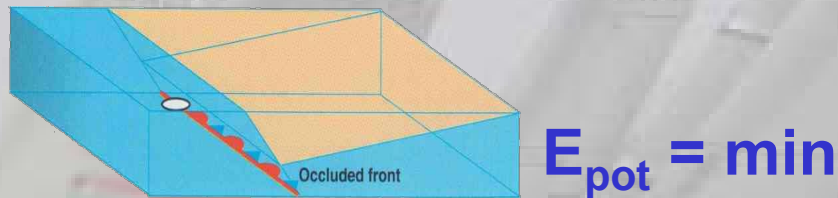
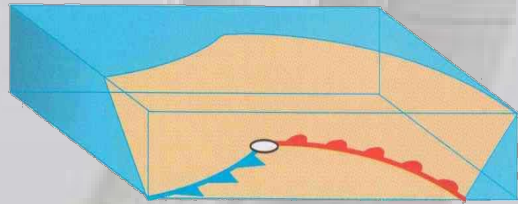
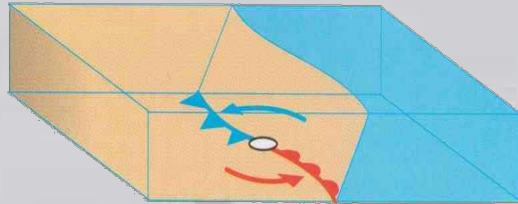
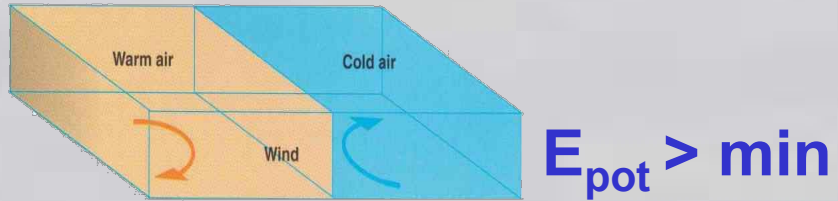
... die Beeinflussung der Höhenströmung ...

- **... durch Gebirge (Leezyklogenese)**

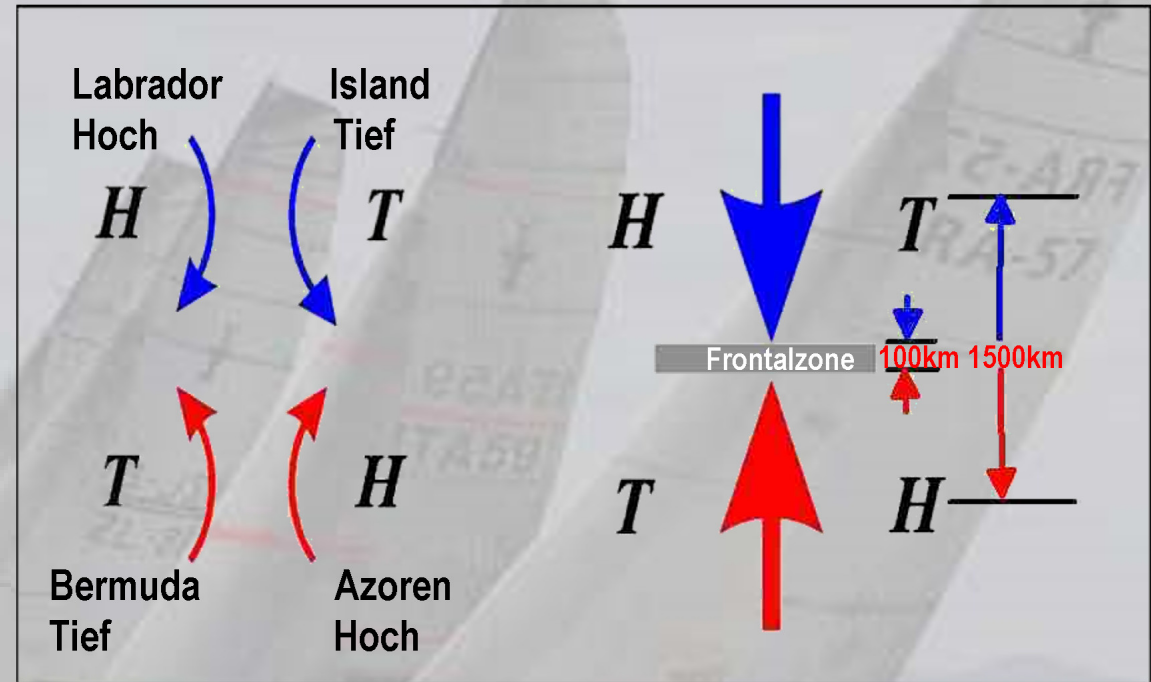


VERSTÄRKUNG DER TEMPERATURGEGENSÄTZE - FRONTALZONE

$$E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} = \text{constant}$$



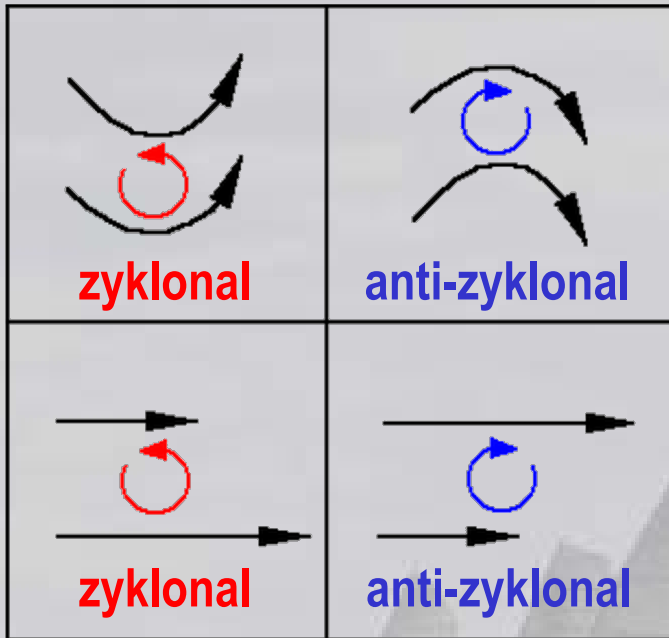
Viererdruckfeld: intensiviert die Frontalzone



E_{pot} Abnahme \Leftrightarrow E_{kin} Zunahme:

WIND !

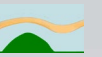
ERZEUGUNG VON ROTATION IN DER HÖHENSTRÖMUNG



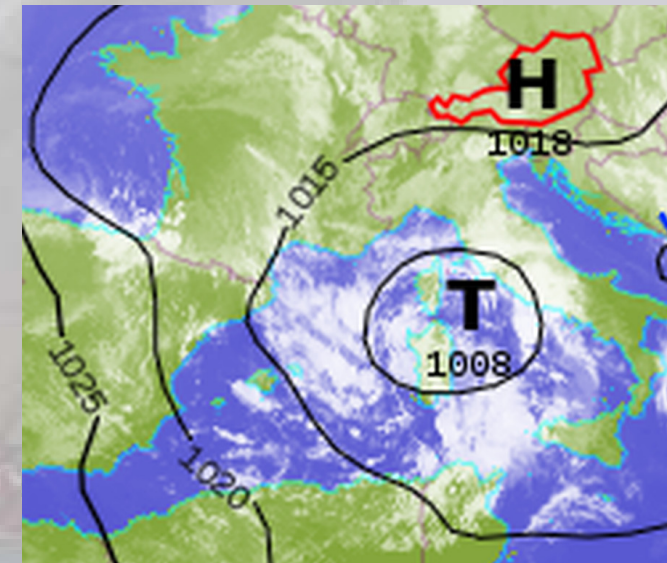
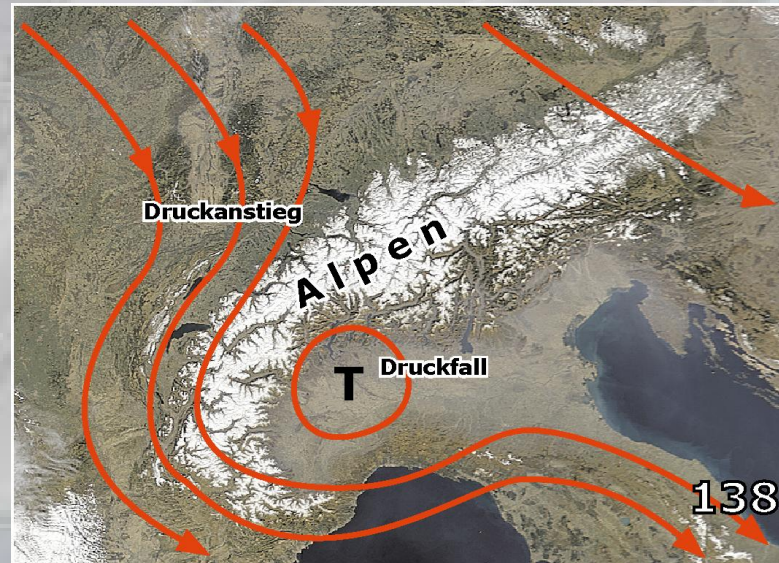
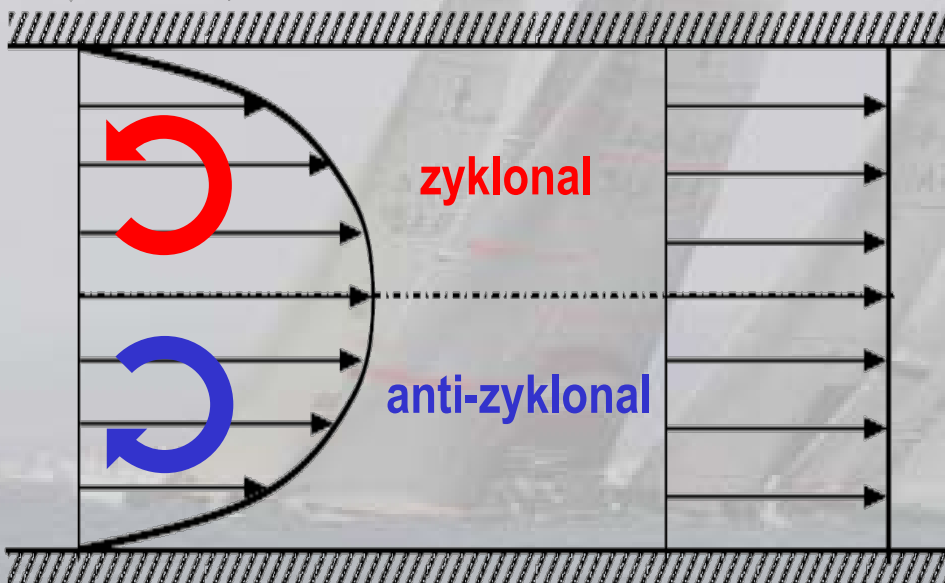
Erzeugung von Rotation in der Höhenströmung ...

... bei gekrümmter Strömung im Trog / Rücken entsteht Krümmungsvorticity

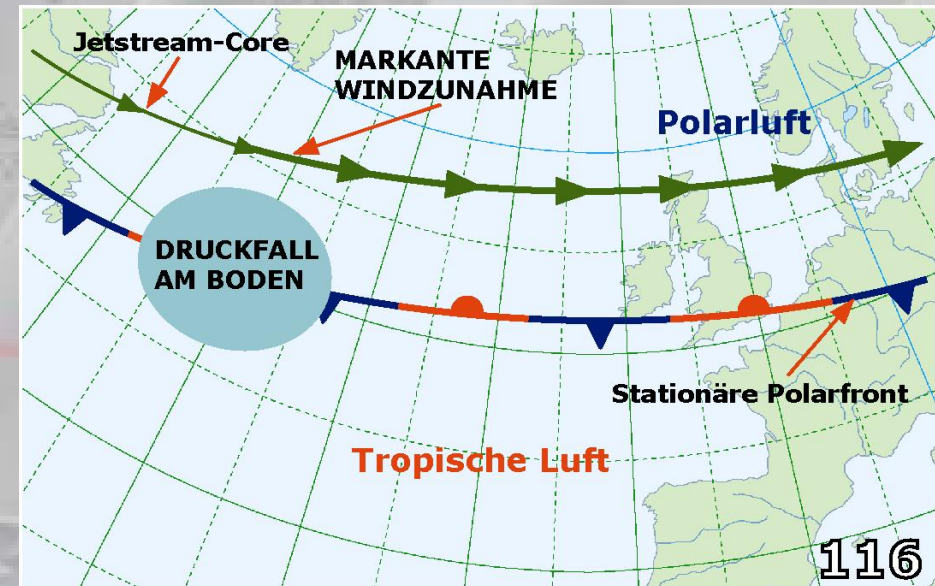
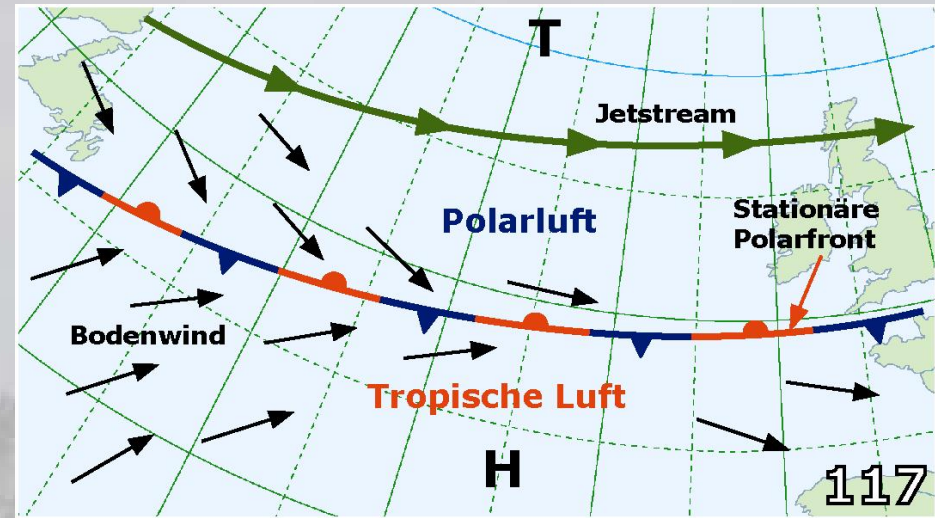
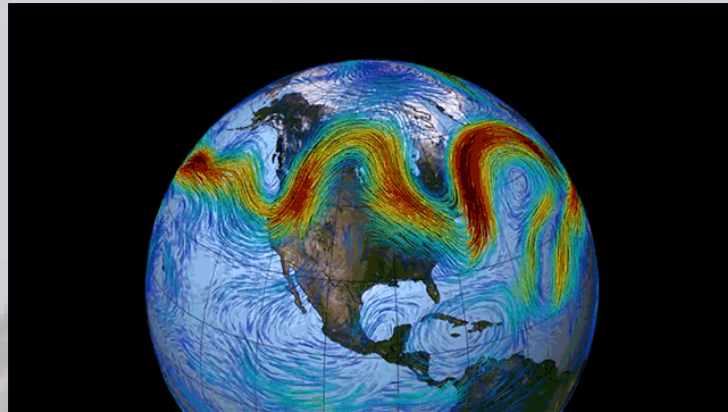
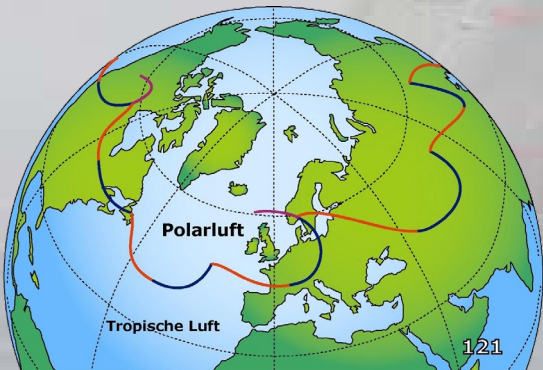
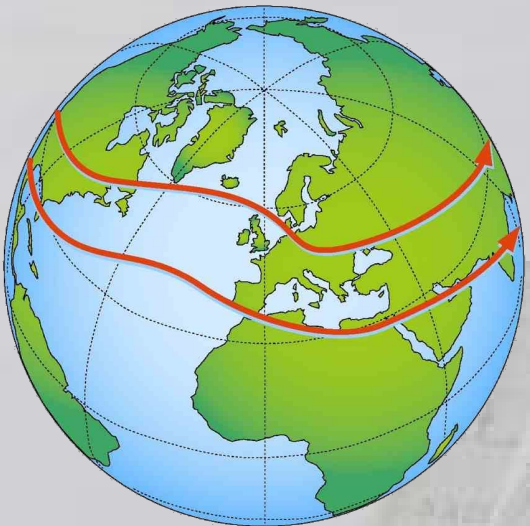
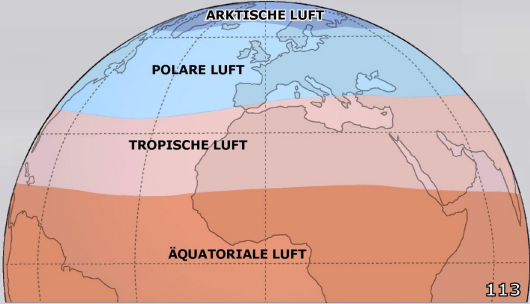
... bei gradliniger Strömung entsteht Scherungsvorticity (durch Geschwindigkeitsscherung)



Genua-Zyklogenese (Scherungsvorticity, Leezyklogenese)



VORAUSSETZUNGEN IN DER ATMOSPHÄRE ZUR BILDUNG DER IDEALZYKLONE



Zur Einleitung einer Zyklonen-
Entwicklung wird jetzt noch
Druckfall am Boden benötigt!

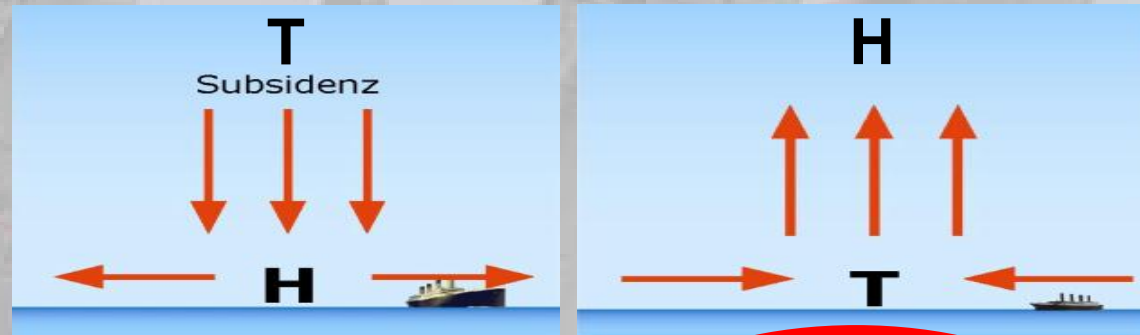
WIE ENTSTEHEN VERTIKALBEWEGUNGEN ?

WIE ENTSTEHT DRUCKFALL AM BODEN ?

Höhenkonvergenz

Höhendivergenz

Ausfließen aus einem Volumen
entsprechendes Nachfließen
der Luft von oben:
Absinken, Wolkenauflösung
Rückentwicklung von Schauern



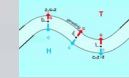
Einfließen in ein Volumen
entsprechendes Ausweichen
der Luft nach oben:
Hebung, Wolkenbildung,
Schauerbildung, ggf. Gewitter

Bodendivergenz

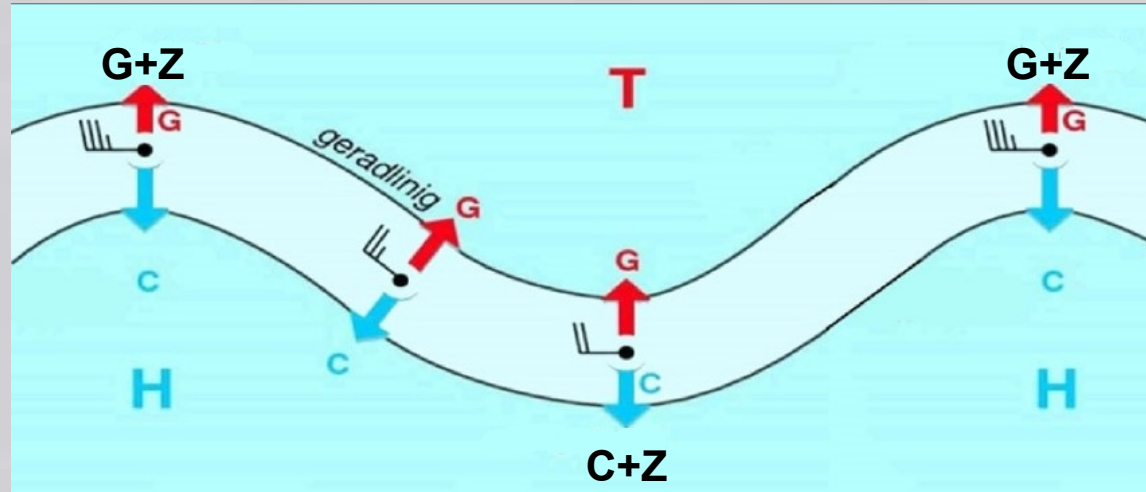
Bodenkonvergenz

Druckfall am Boden

WIE ENTSTEHEN VERTIKALBEWEGUNGEN ?

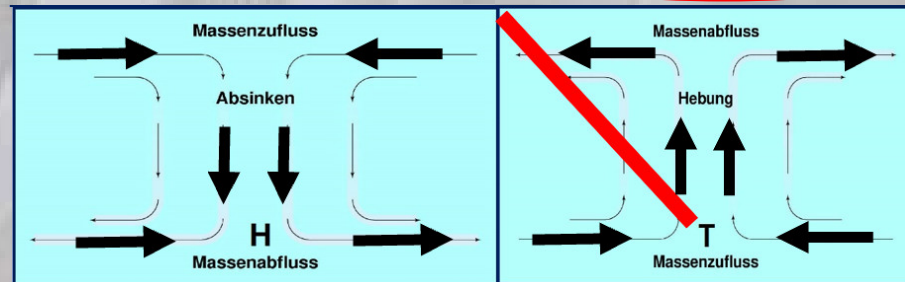


Luftströmung
in der Höhe
500 – 300 hPa
5,5 – 9 km



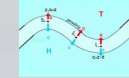
Henne oder Ei ?
Höhendivergenz - Bodenkongvergenz
... mal so, mal so ...

Höhendivergenz

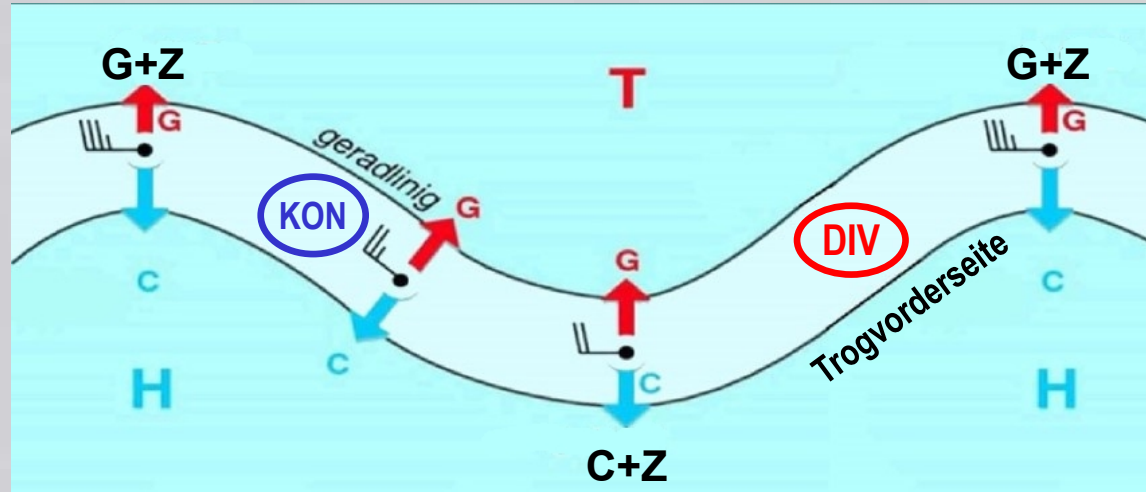


Bodenkongvergenz

WIE ENTSTEHEN VERTIKALBEWEGUNGEN ?



Luftströmung
in der Höhe
500 – 300 hPa
5,5 – 9 km



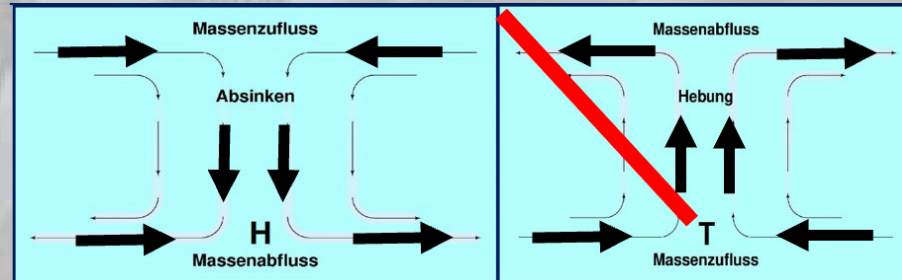
Henne oder Ei ?
Höhendivergenz - Bodenkongvergenz

... mal so, mal so ...

Meist wird die Höhendivergenz durch die
Differenz $V_{geo,Trog} - V_{geo,Keil}^*$ erzeugt
und führt dann zu Druckfall am Boden

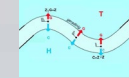
Höhendivergenz

* supergeostrophischer Wind!
wegen antizyklonaler Krümmung!

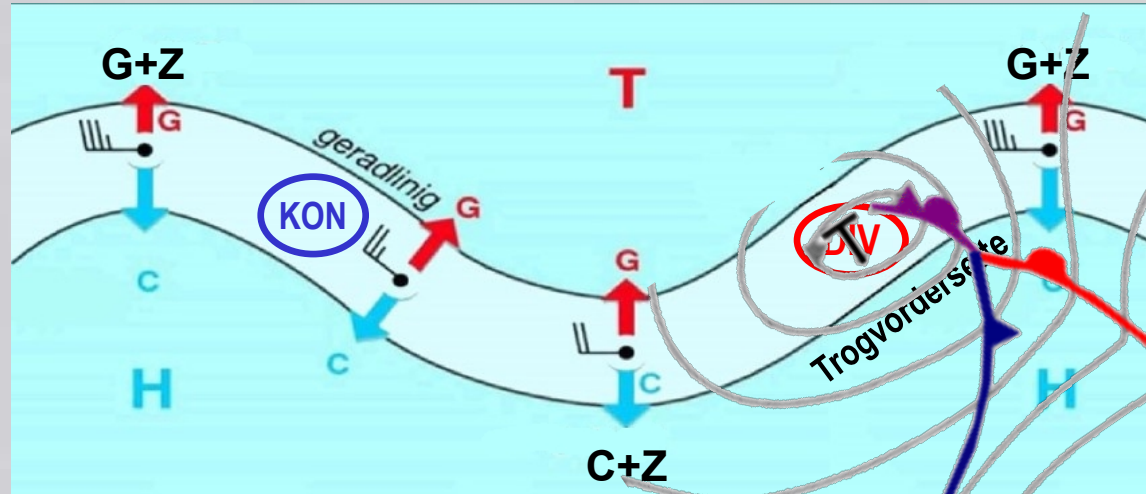


Bodenkongvergenz

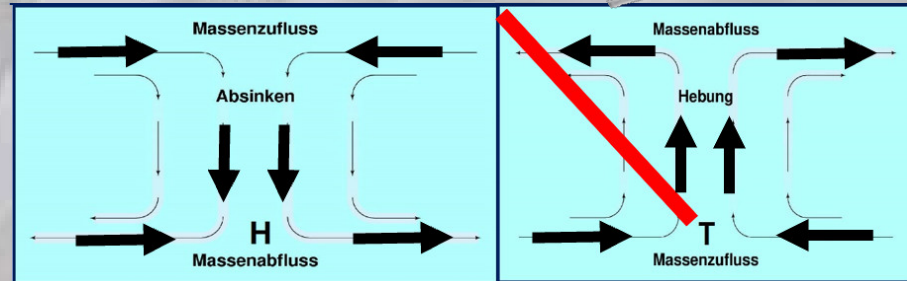
WIE ENTSTEHEN VERTIKALBEWEGUNGEN ?



Luftströmung
in der Höhe
500 – 300 hPa
5,5 – 9 km



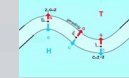
Höhendivergenz



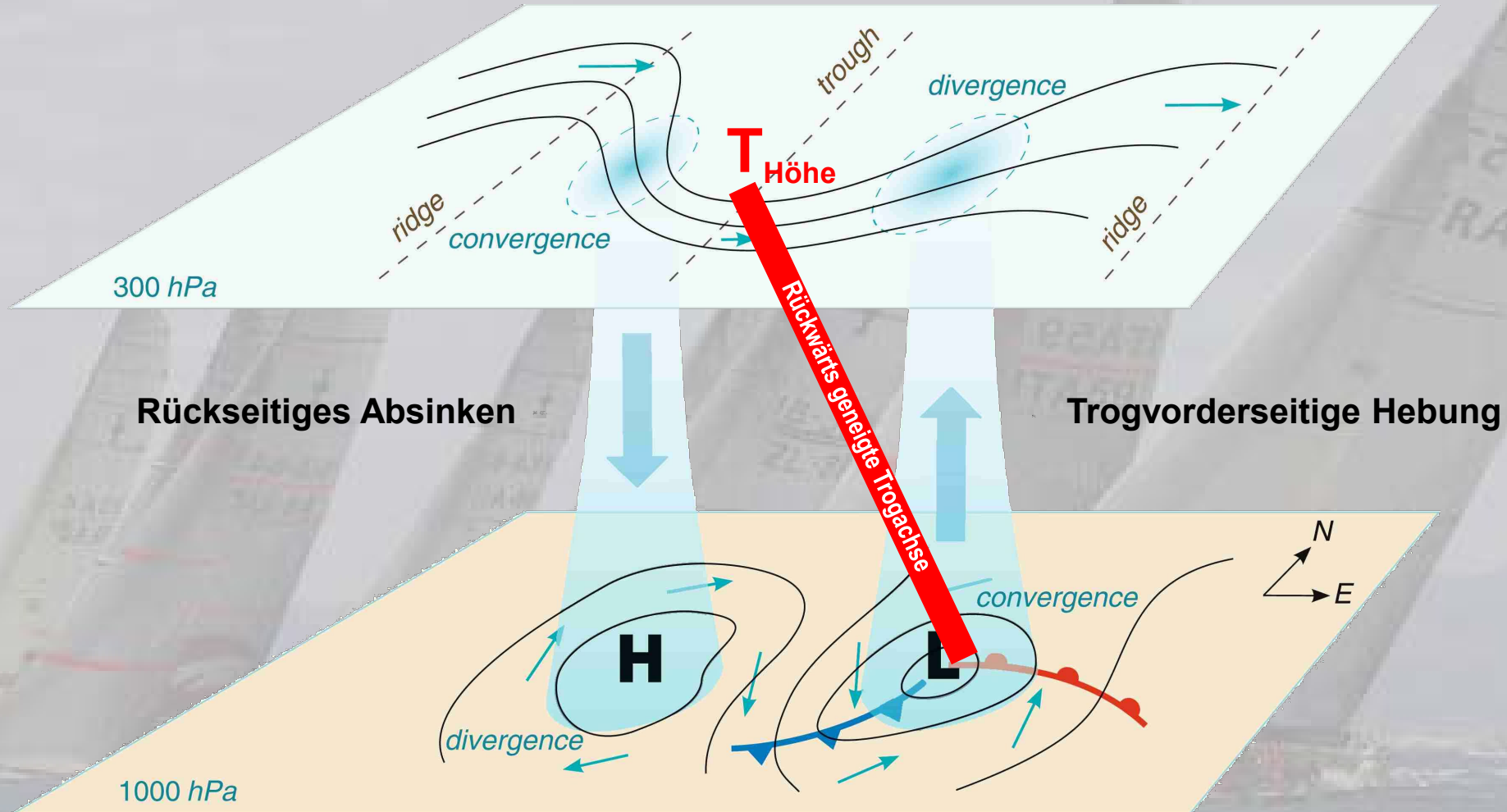
Vertikale Trogachse:
Rückwärtsneigung ist ein Indiz für
gute Entwicklungsmöglichkeiten.
Gealtertes Tief: Achse senkrecht,
Höhentief über dem Bodentief.

Bodenkonvergenz

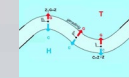
KOPPLUNG HÖHENSTRÖMUNG - BODENDRUCKFELD



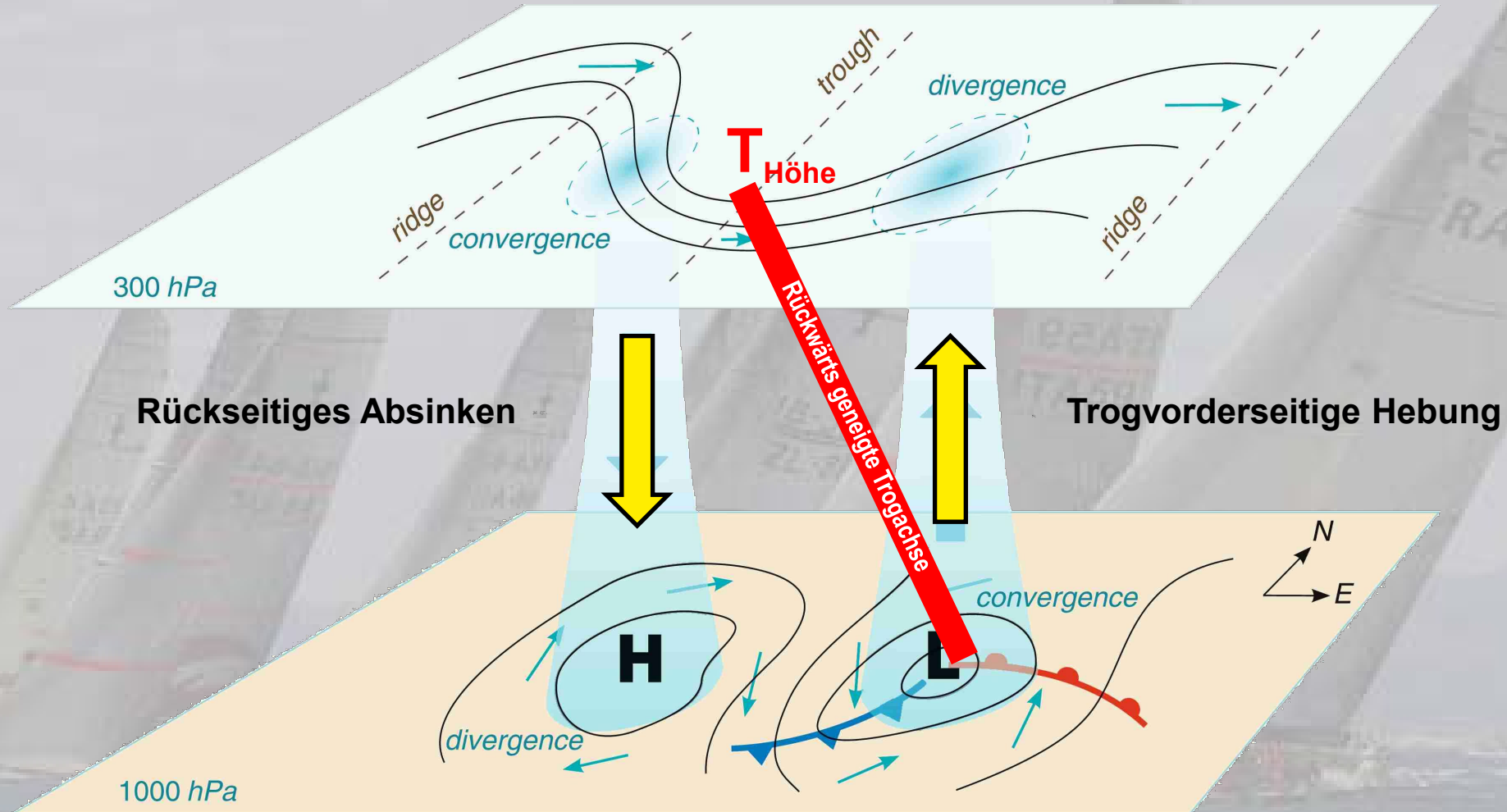
Zyklogenetisch günstige Höhenströmung mit trogvorderseitiger Hebung durch Höhendivergenz



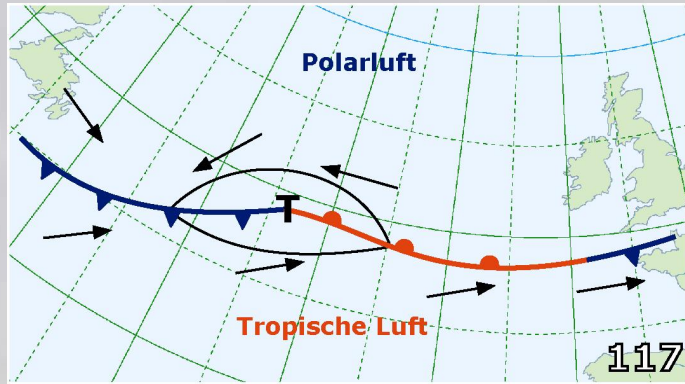
KOPPLUNG HÖHENSTRÖMUNG - BODENDRUCKFELD



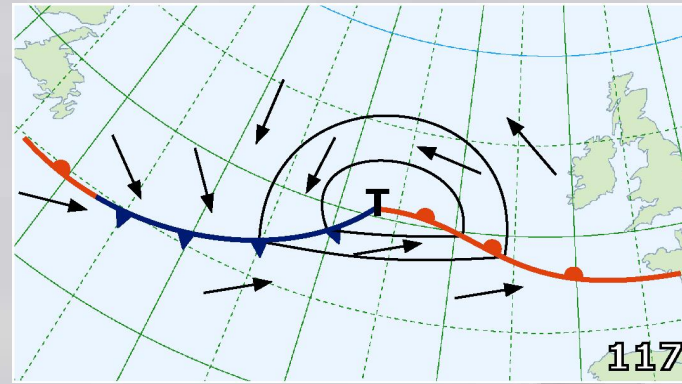
Zyklogenetisch günstige Höhenströmung mit trogvorderseitiger Hebung durch Höhendivergenz



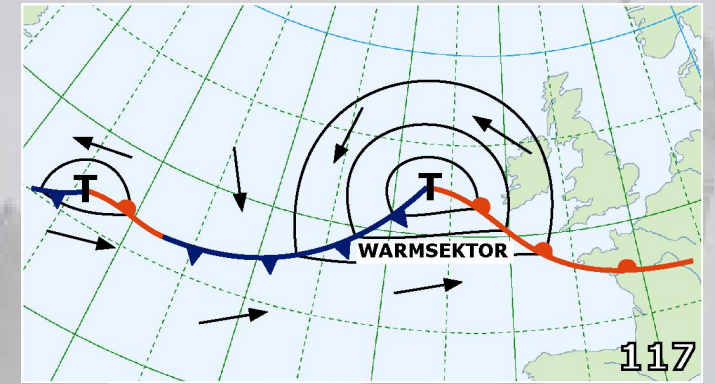
ENTWICKLUNGSZYKLUS DER IDEALZYKLONE



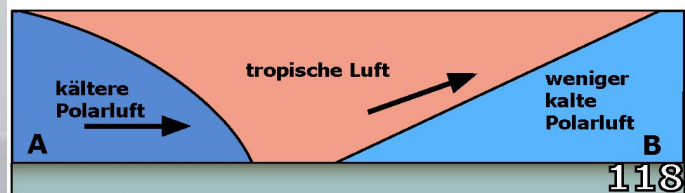
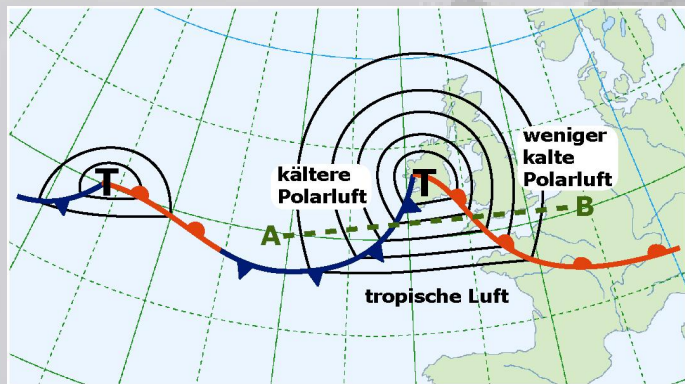
Wellenstörung



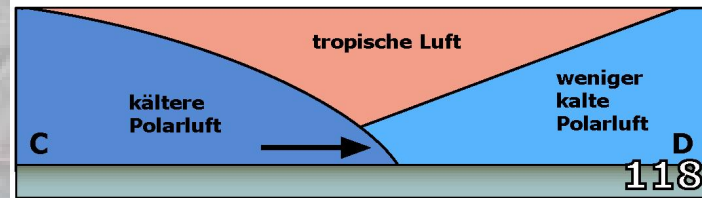
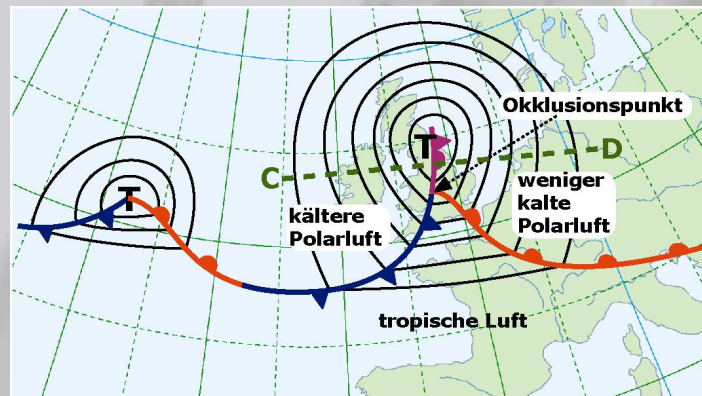
Warmsektorwelle



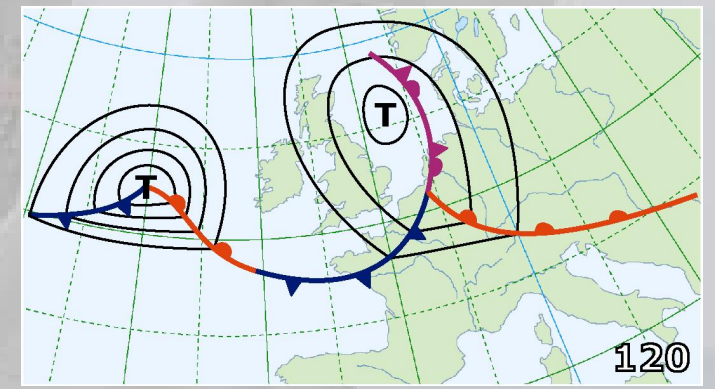
Warmsektorzyklone



Idealzyklone

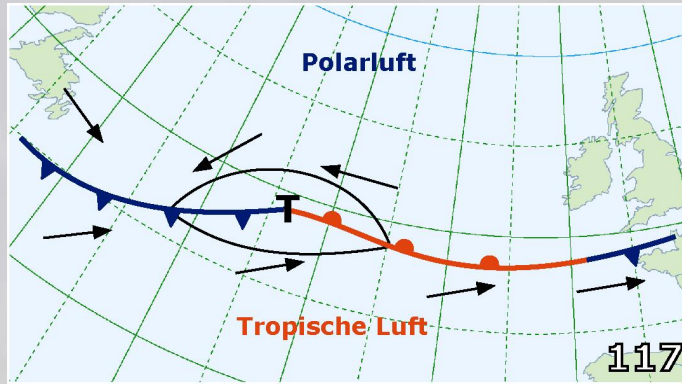


Okkludierendes Tief

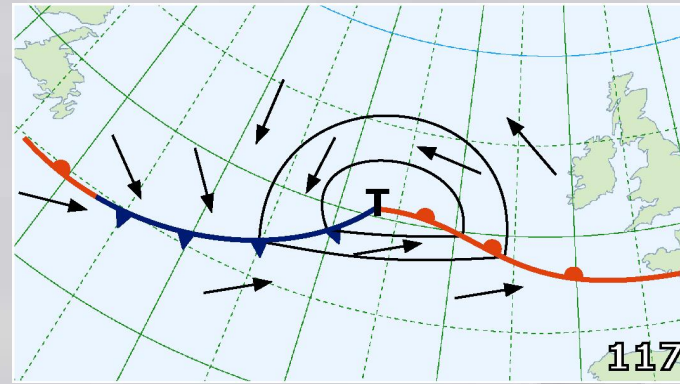


Okkludiertes Tief

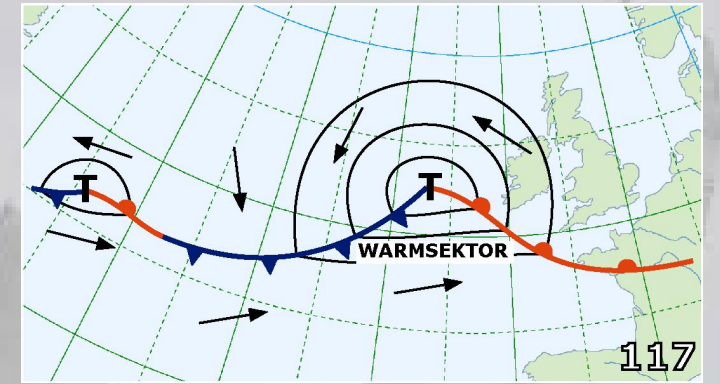
ENTWICKLUNGSZYKLUS DER IDEALZYKLONE



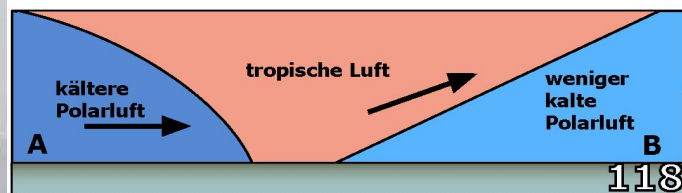
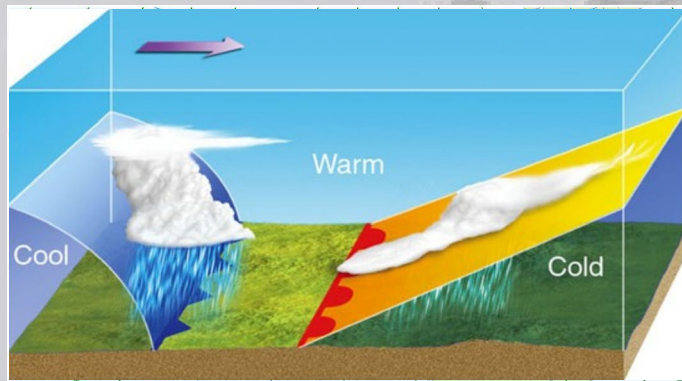
Wellenstörung



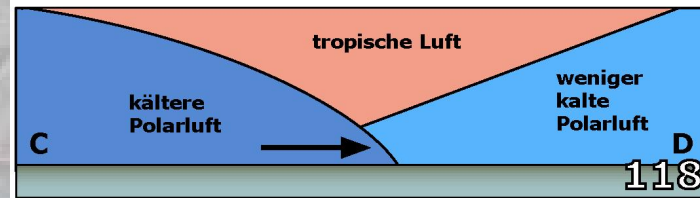
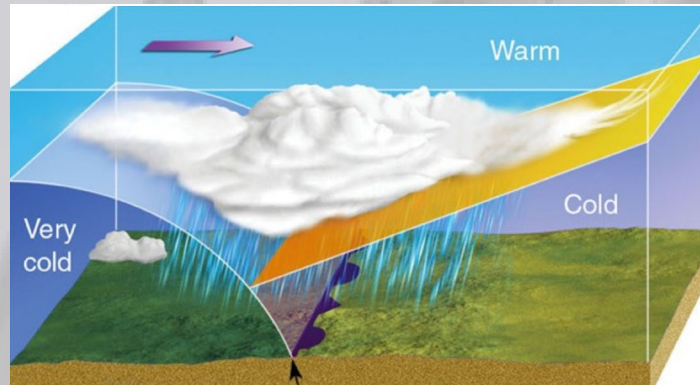
Warmsektorwelle



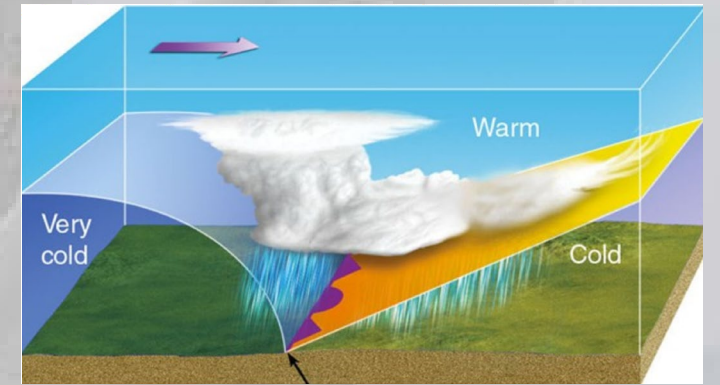
Warmsektorzyklone



Idealzyklone

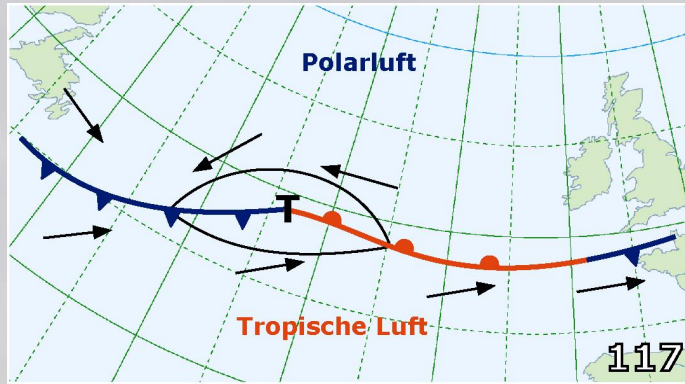


Okkludierendes Tief

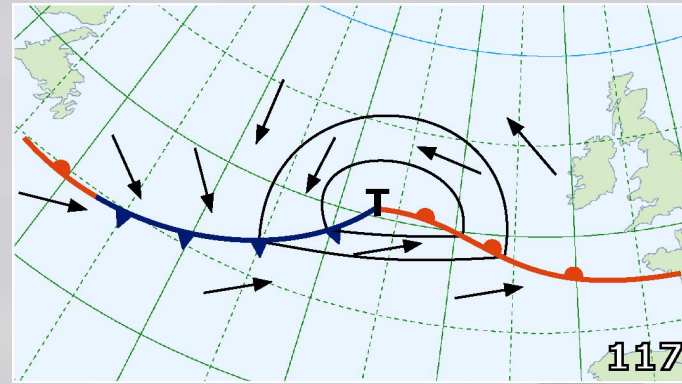


Okkludiertes Tief

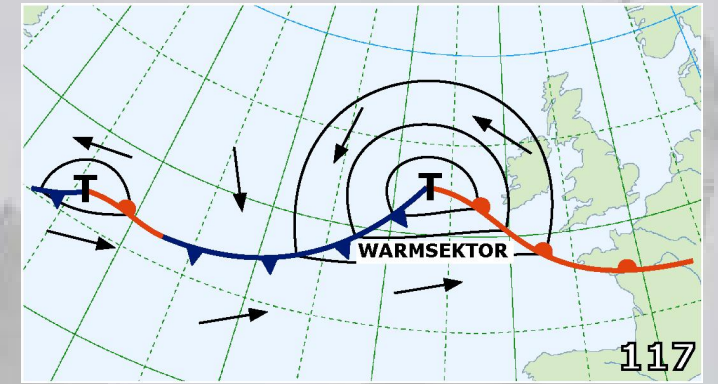
ENTWICKLUNGSZYKLUS DER IDEALZYKLONE



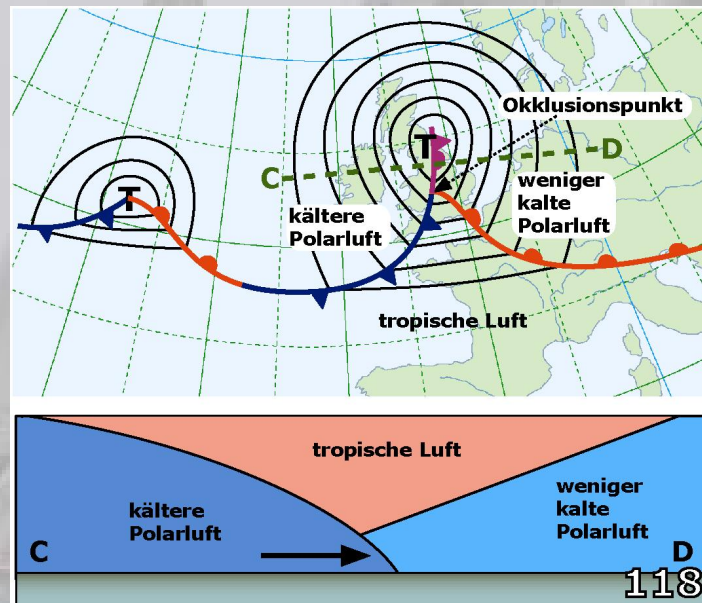
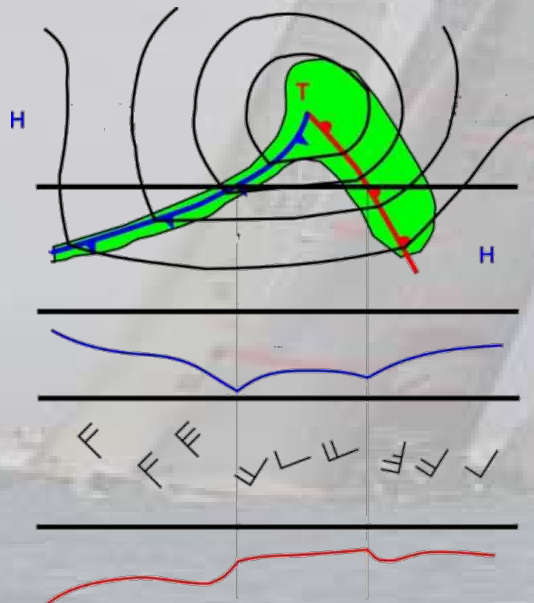
Wellenstörung



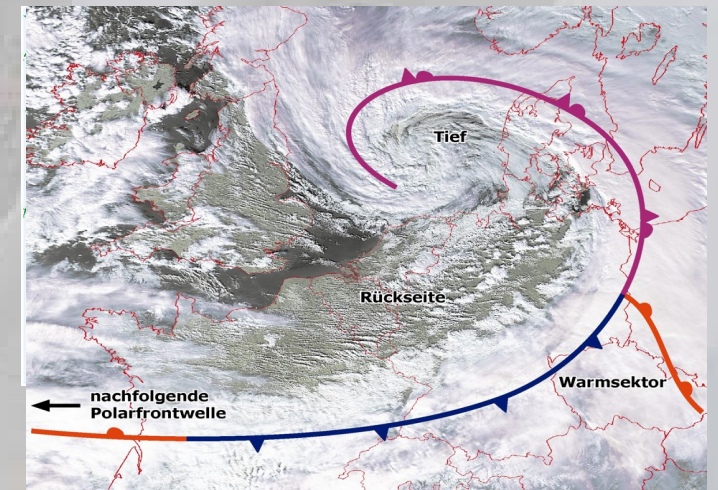
Warmsektorwelle



Warmsektorzyklone



Okkludierendes Tief



Okkludiertes Tief

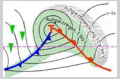
DSV NAUTISCHER ABEND REGATTAWETTER

Bernd Richter, Deutscher Wetterdienst

bernd.richter@web.de <https://www.vorticity.de>



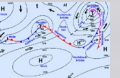
➤ Grundgrößen (Auswahl)



➤ Idealzyklone (Auswahl)



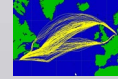
➤ Wolken



➤ Kleinräumige Prozesse



➤ Grosswetterlagen



➤ Törnplanung



➤ Wetter im Internet



Nichts ist praktischer als eine gute Theorie. Immanuel Kant

Luftmasse Höhe

T_u Umgebung 1000 m

T_p Luftpaket 1000 m

T_p Luftpaket 0 m

Schichtung

Böigkeit

Hoch > 6 km
Mittelhoch 2 - 6 km
Niedrig NN - 2 km
Sonderformen: NN - Tropopause

Warmluft

10°C

5°C

15°C

stabil

gering

Cirro-Stratus
Alto - Stratus
Stratus
Nimbostratus

Kaltluft

0°C

5°C

15°C

labil

hoch

Cirro-Cumulus
Alto - Cumulus
Cumulus
Cumulonimbus

5°C

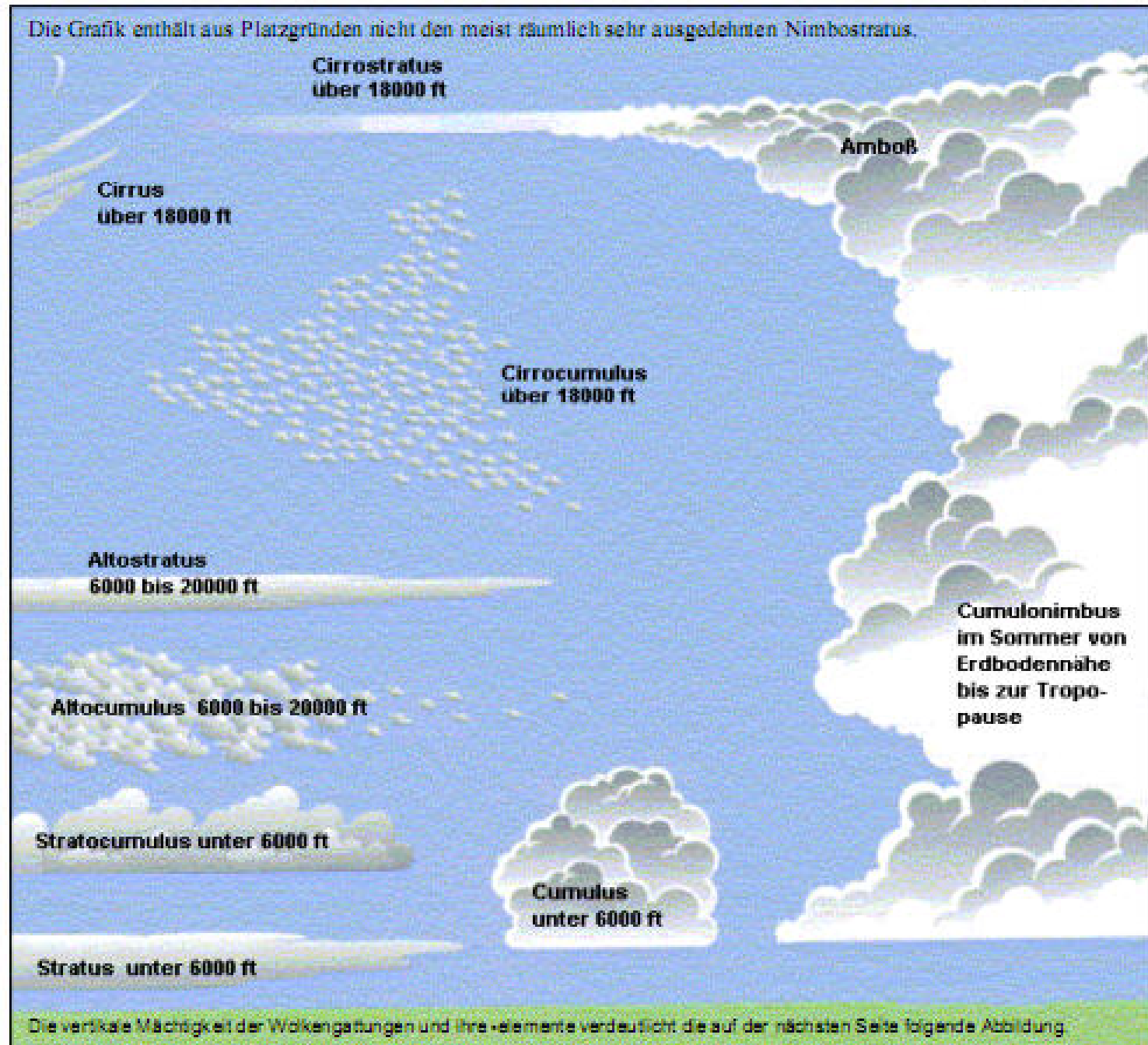
5°C

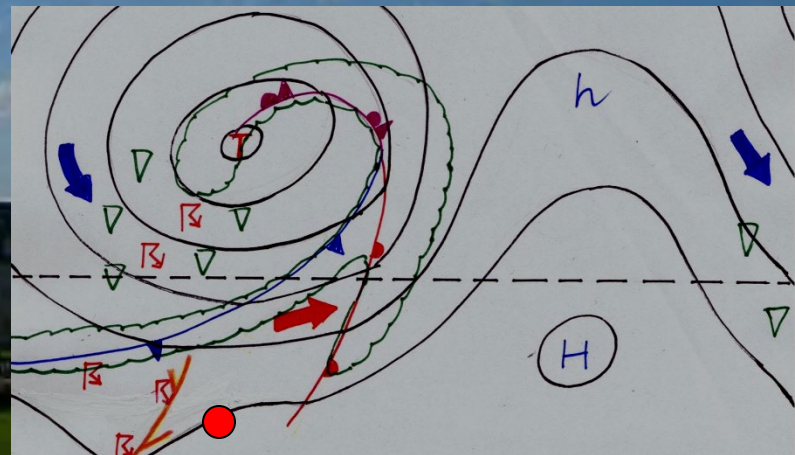
15°C

indifferent

Stratocumulus

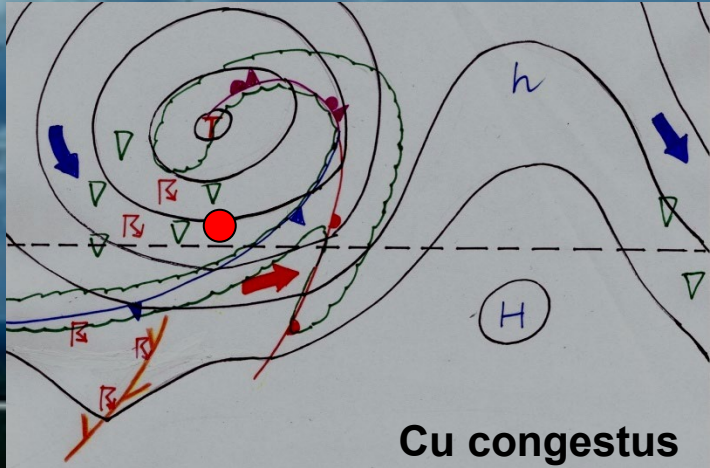
Wolkengattungen in der Troposphäre (und ihr häufiges schematisiertes Aussehen)

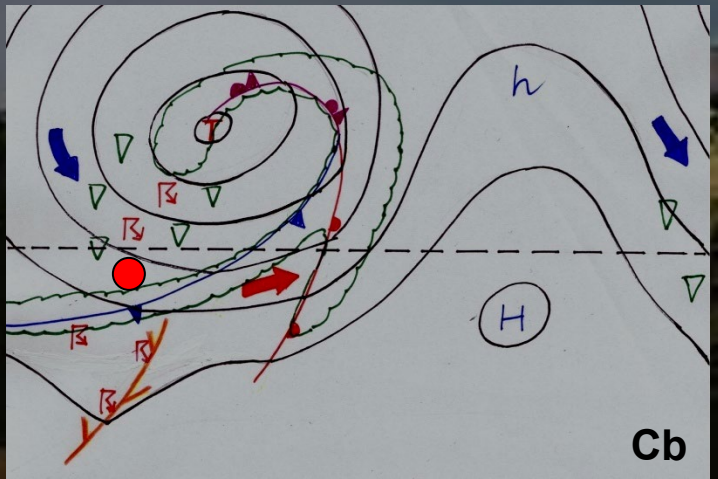
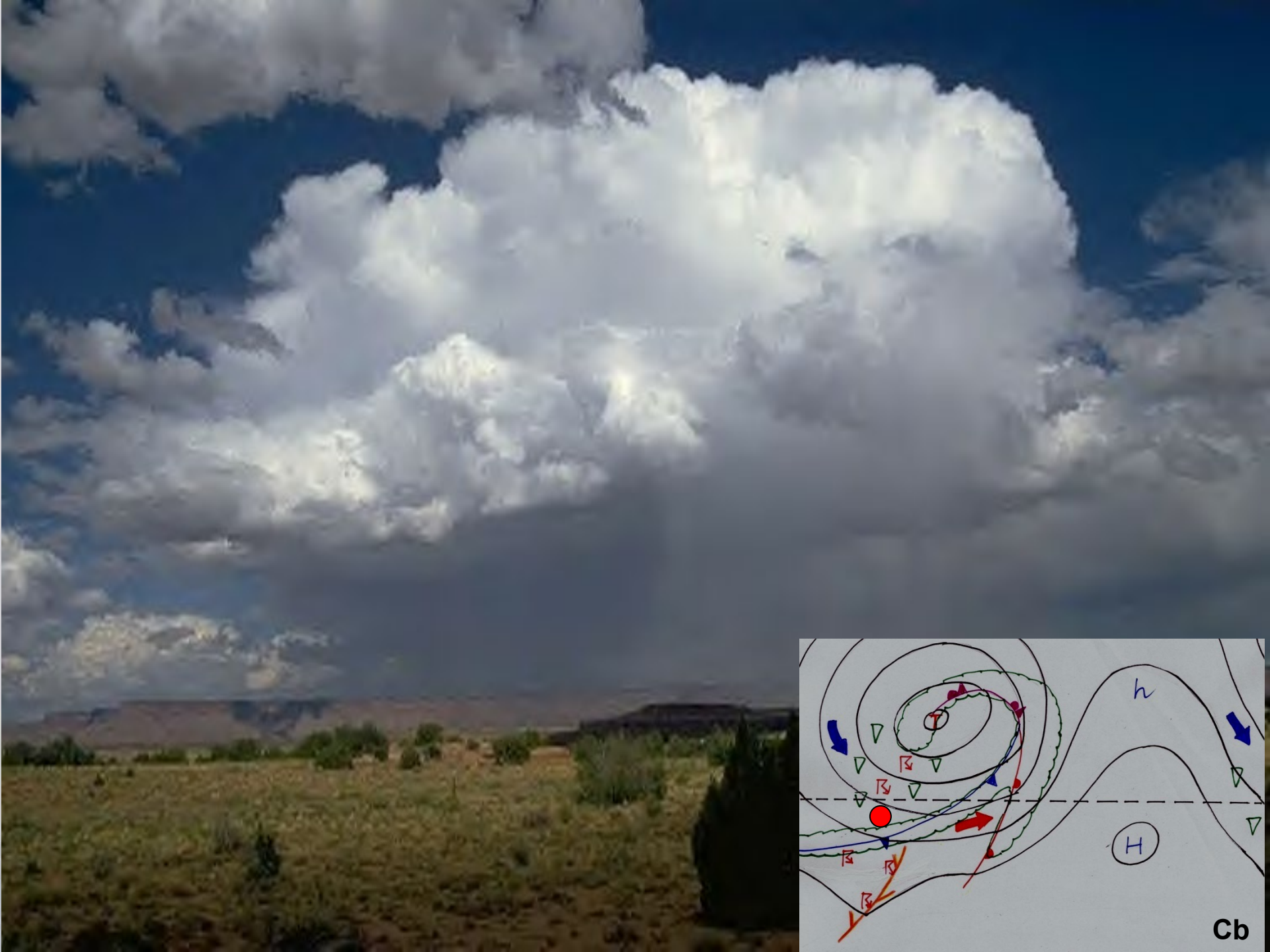


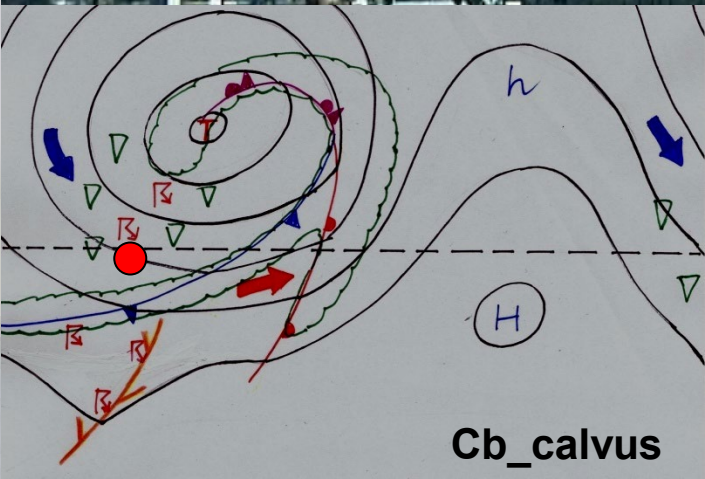
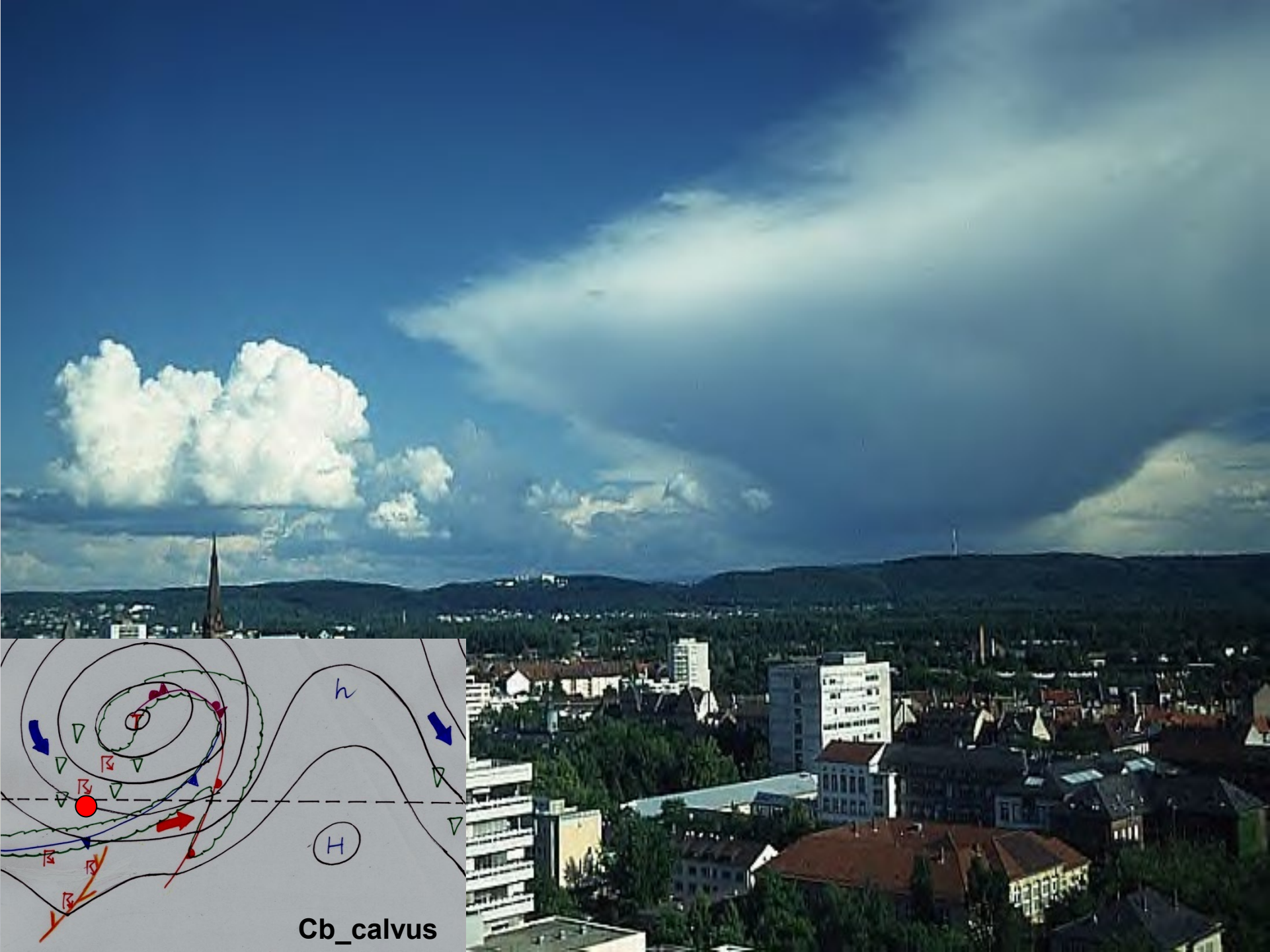


Ac castellanus









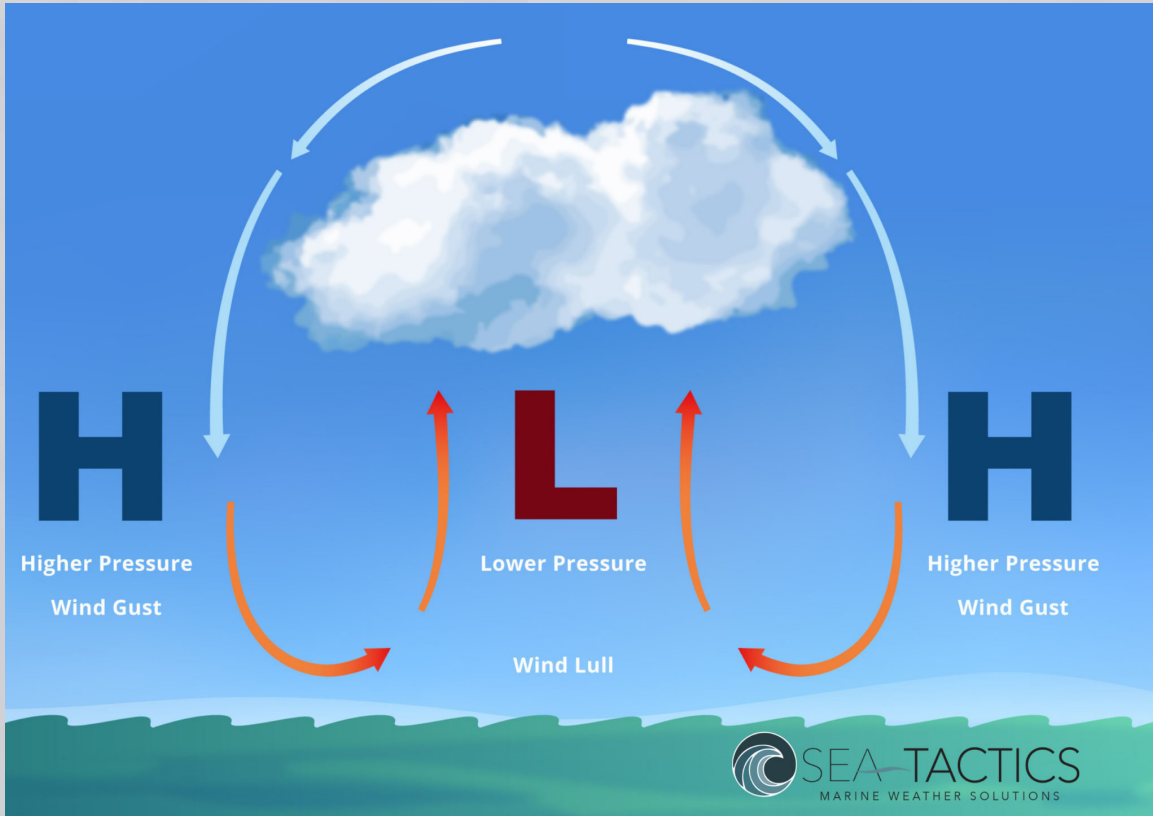


Copyright © 2004 - Jorn C Olsen



Copyright © 2004 - Jorn C Olsen

WINDÄNDERUNGEN IM BEREICH VON WOLKEN



Cumuliforme Wolken, nicht-regnend Konvergenz in Bodennähe

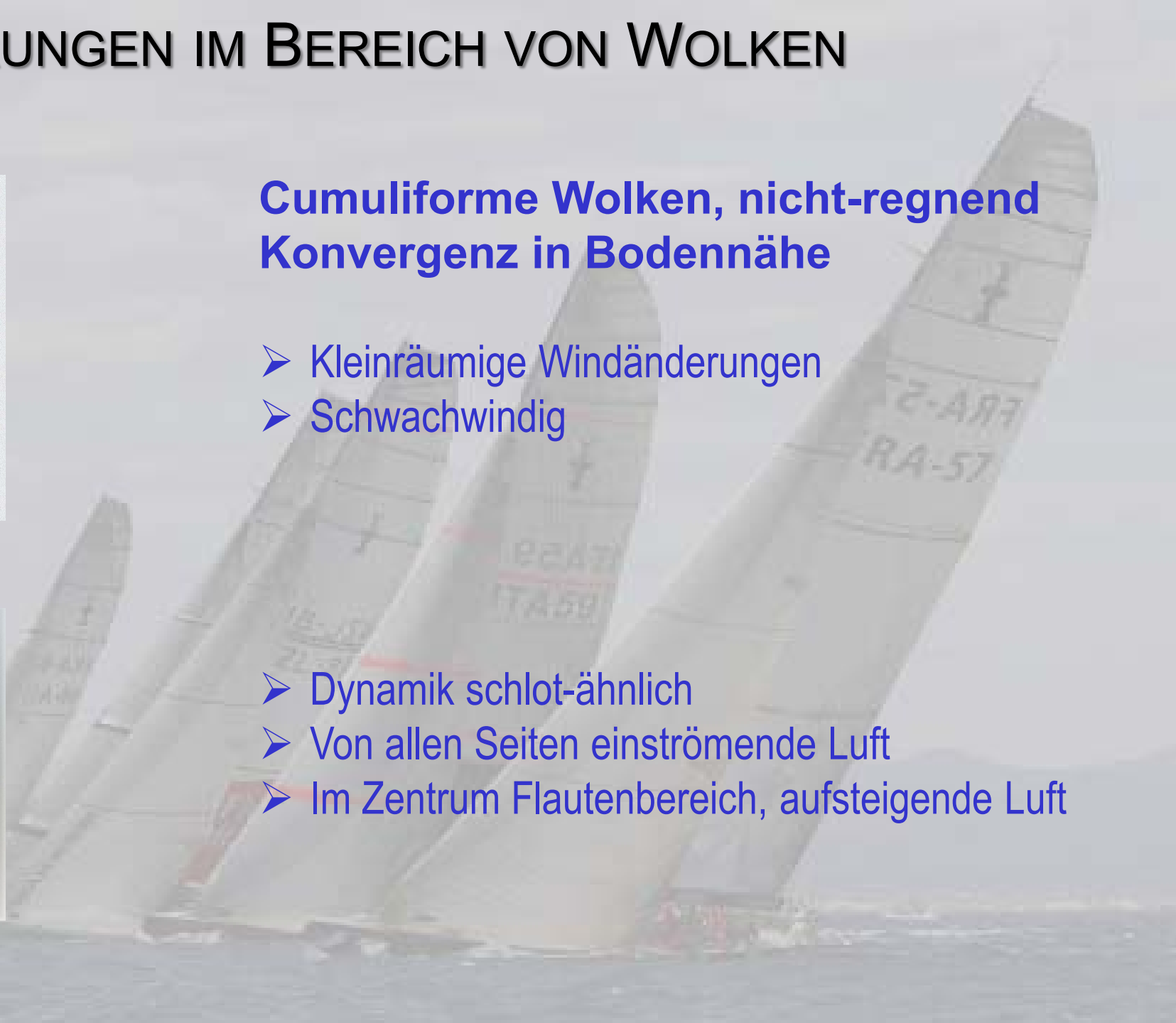
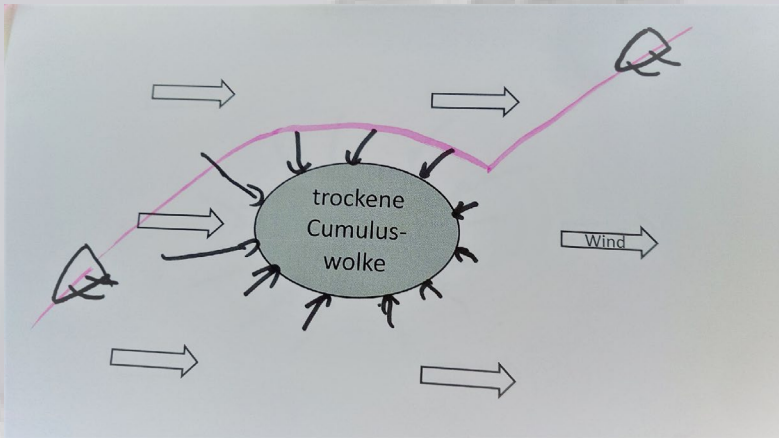
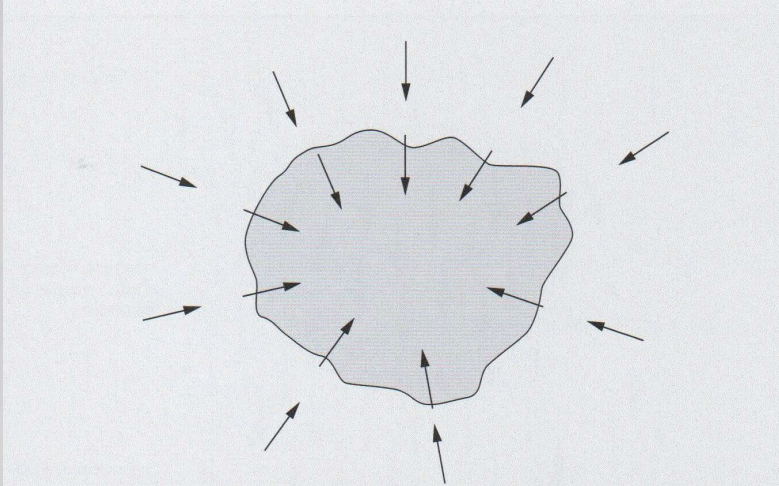
- Kleinräumige Windänderungen
- Schwachwindig
- Dynamik schlot-ähnlich
- Von allen Seiten einströmende Luft
- Im Zentrum Flautenbereich, aufsteigende Luft

WINDÄNDERUNGEN IM BEREICH VON WOLKEN

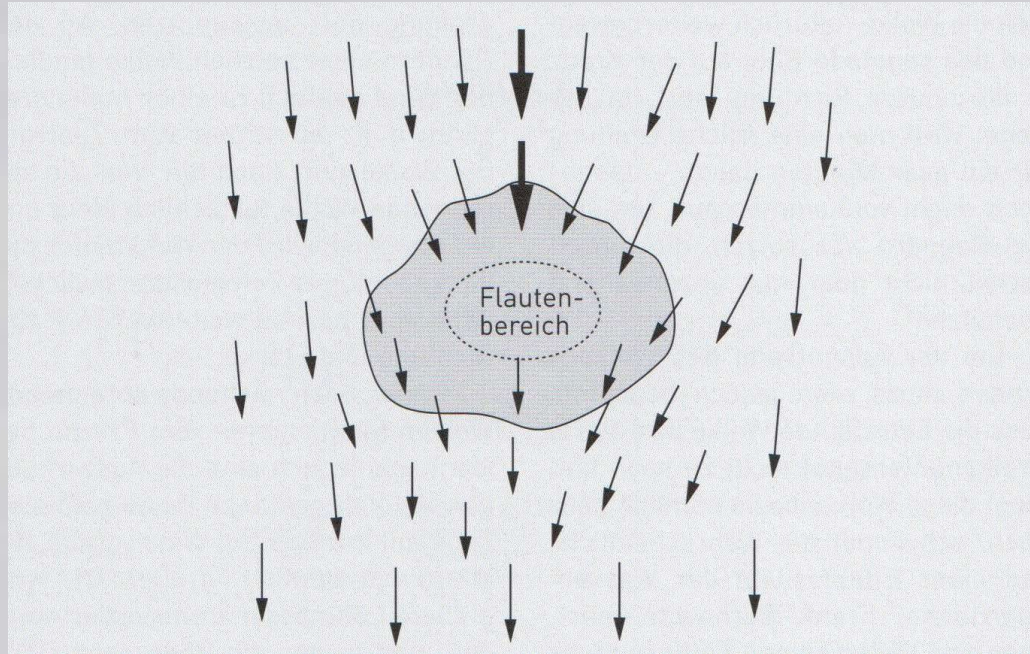
Cumuliforme Wolken, nicht-regnend Konvergenz in Bodennähe

- Kleinräumige Windänderungen
- Schwachwindig

- Dynamik schlot-ähnlich
- Von allen Seiten einströmende Luft
- Im Zentrum Flautenbereich, aufsteigende Luft

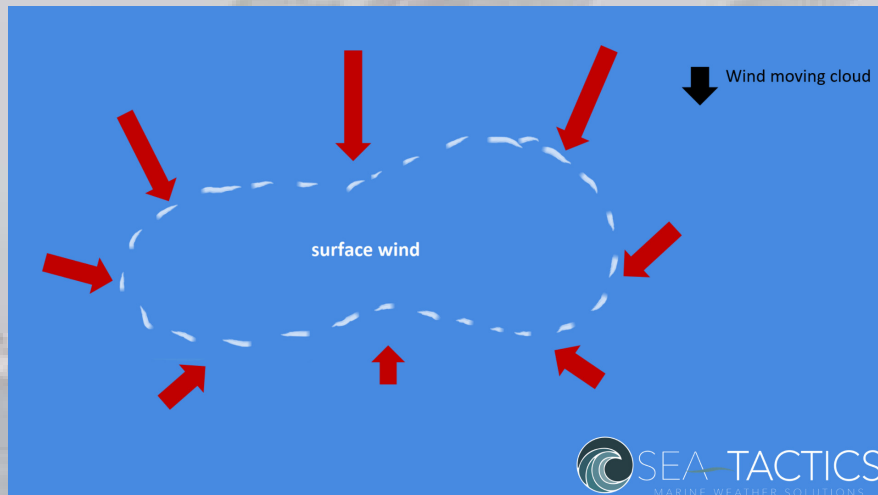


WINDÄNDERUNGEN IM BEREICH VON WOLKEN



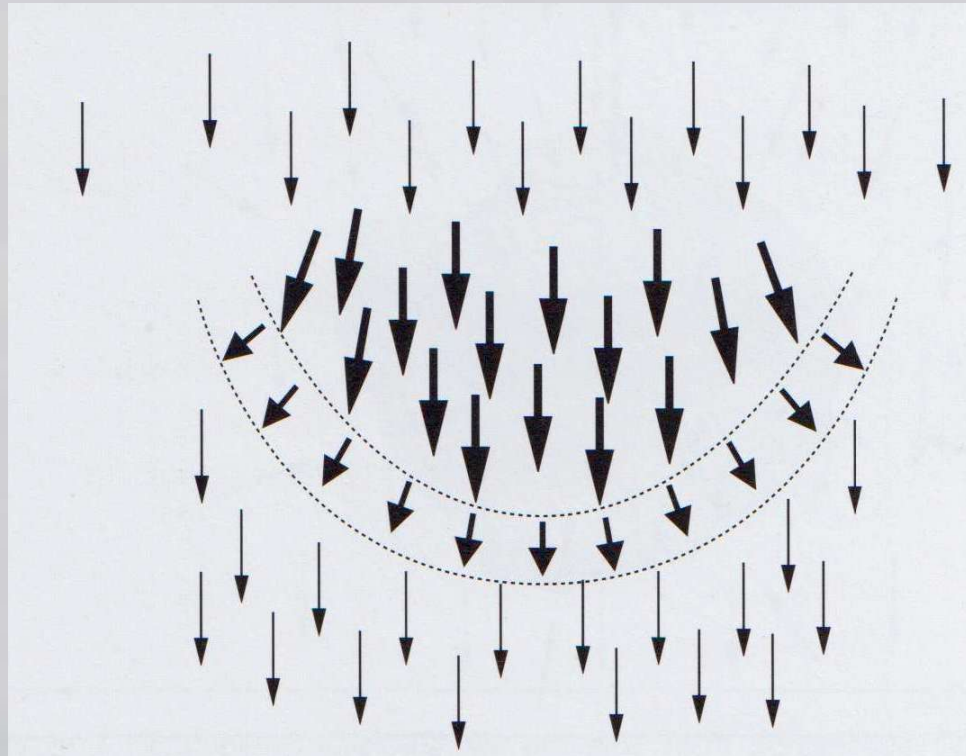
Cumuliforme Wolken, nicht-regnend Konvergenz in Bodennähe

- Kleinräumige Windänderungen
- Mässiger Wind (im Bild aus Nord)
- Dynamik weiter schlot-ähnlich
- Luvseitig der Wolke Windverstärkung
- An sen Seiten Dreher zur Wolke hin
- Leeseitig der Wolke Windabschwächung
- Im Zentrum Flautenbereich, aufsteigende Luft



WINDÄNDERUNGEN IM BEREICH VON WOLKEN

Cumuliforme Wolken, regnend Divergenz in Bodennähe



- Kleinräumige Windänderungen
- Mässiger Wind (im Bild aus Nord)
- Aus der Höhe absinkende Luft
- Impulstransport von oben nach unten
- Windänderung mit der Höhe
 - Stärker werdend (Abnahme der Reibung)
 - (Rechtdrehend) (wegen der stärkeren Corioliskraft)
- Am Boden radiales Ausströmen mit daraus resultierenden Richtungsänderungen

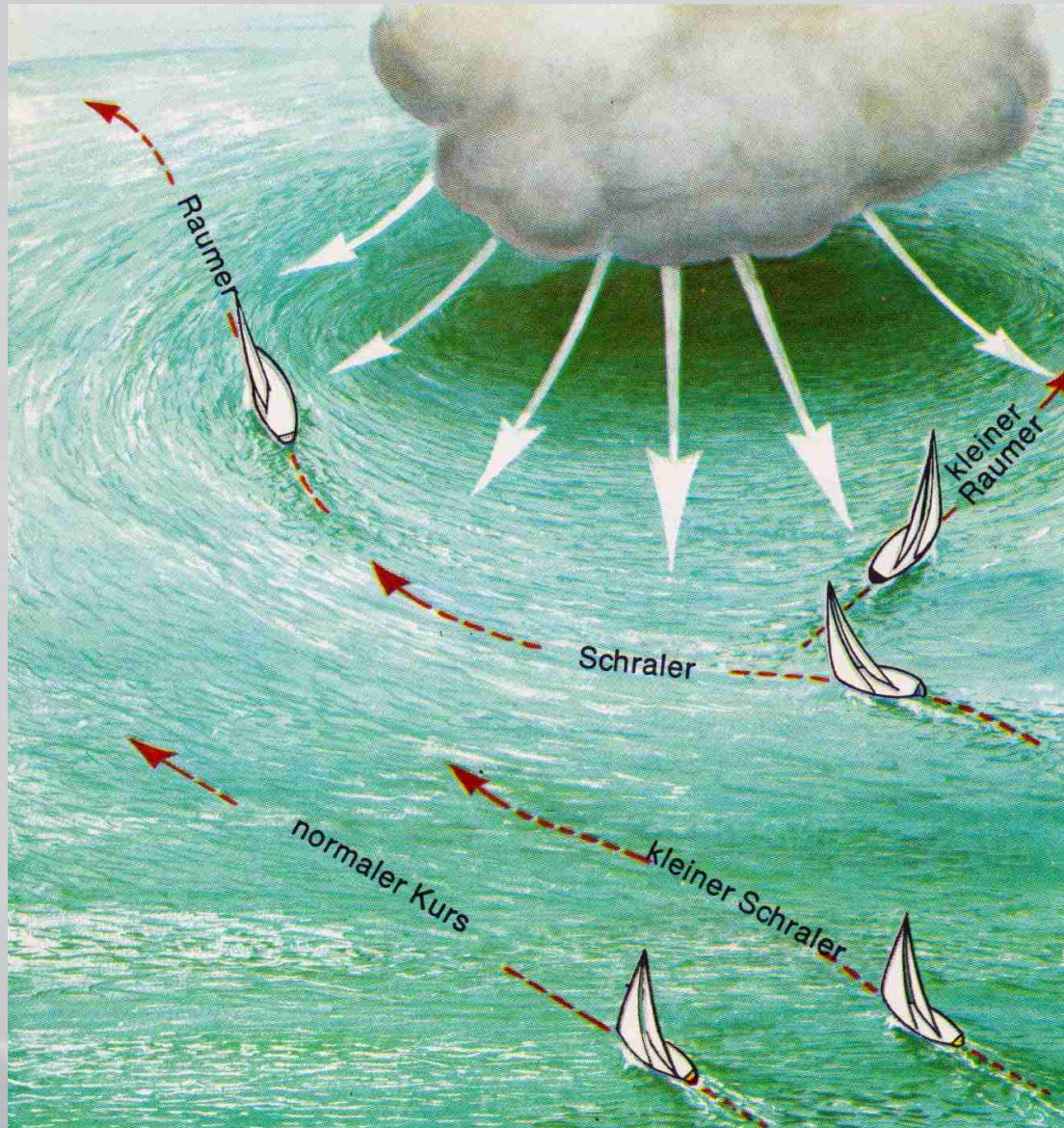
WINDÄNDERUNGEN IM BEREICH VON WOLKEN



Cumuliforme Wolken, regnend Divergenz in Bodennähe

- Kleinräumige Windänderungen
- Mässiger Wind (im Bild aus Nord)
- Aus der Höhe absinkende Luft
- Impulstransport von oben nach unten
- Windänderung mit der Höhe
 - Stärker werdend (Abnahme der Reibung)
 - (Rechtdrehend) (wegen der stärkeren Corioliskraft)
- Am Boden radiales Ausströmen mit daraus resultierenden Richtungsänderungen

WINDÄNDERUNGEN IM BEREICH VON WOLKEN



Cumulonimbus, regnend Divergenz in Bodennähe

- Kleinräumige Windänderungen
- Mässiger Wind (im Bild aus Nord)
- Aus der Höhe absinkende Luft
- Impulstransport von oben nach unten
- Windänderung mit der Höhe
 - Stärker werdend (Abnahme der Reibung)
 - (Rechtshend) (wegen der stärkeren Corioliskraft)
- Am Boden radiales Ausströmen mit daraus resultierenden Richtungsänderungen

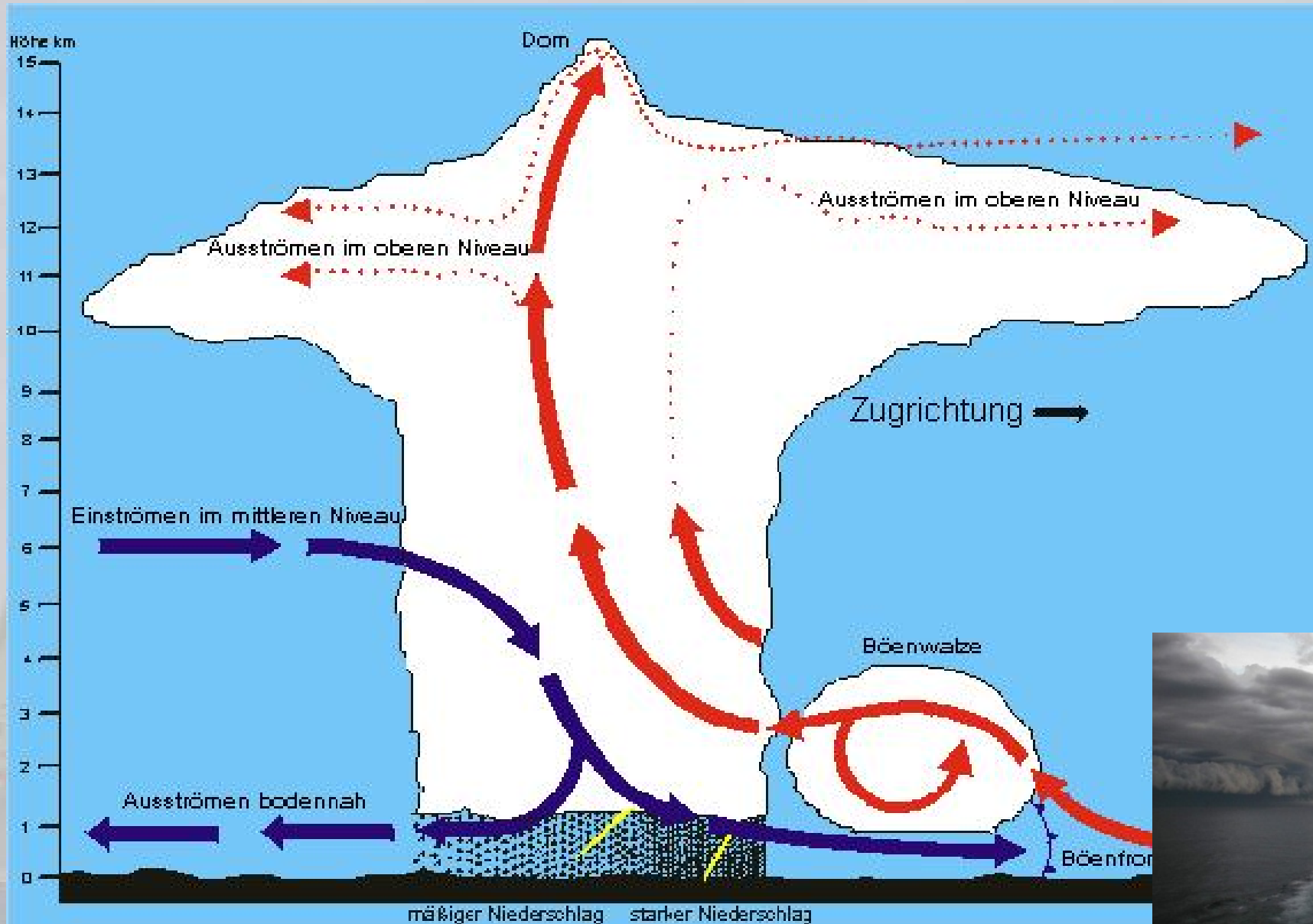
WINDÄNDERUNGEN IM BEREICH VON WOLKEN



Cumulonimbus, regnend

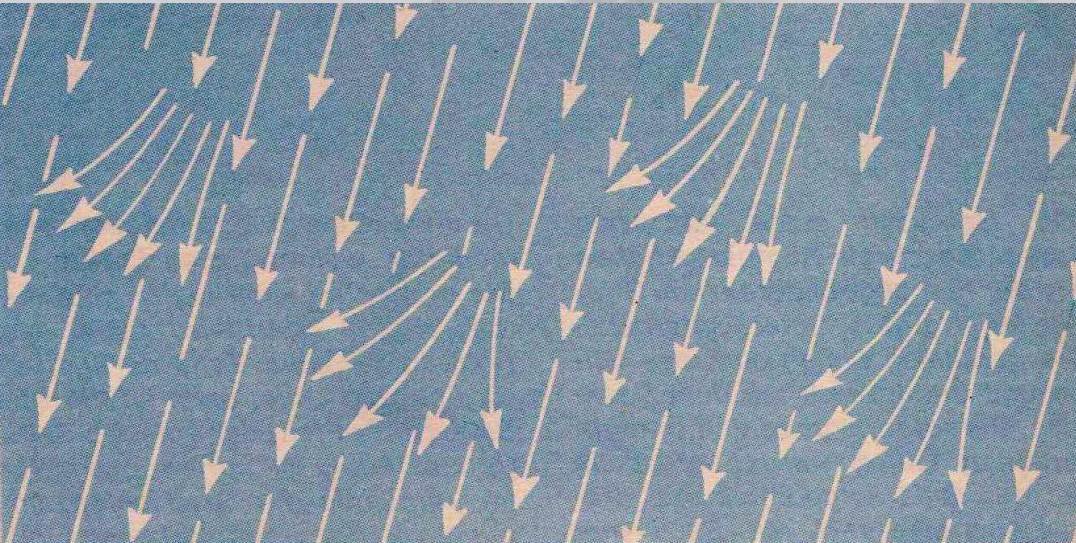
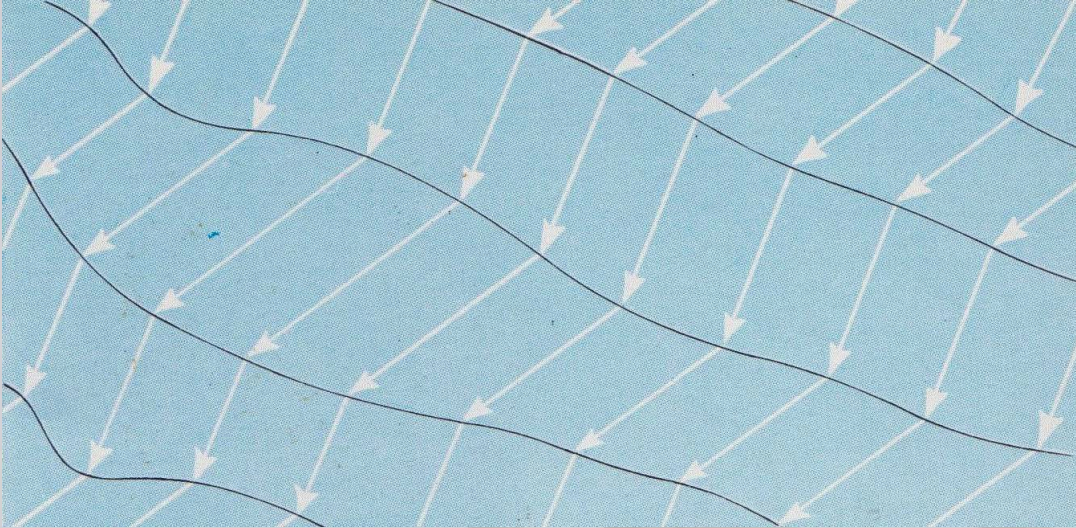
- Kleinräumige Windänderungen
- Mässiger Wind (im Bild aus Nord)
- Aus der Höhe absinkende Luft
- Impulstransport von oben nach unten
- Windänderung mit der Höhe
 - Stärker werdend (Abnahme der Reibung)
 - (Rechtdrehend) (wegen der stärkeren Corioliskraft)
- Am Boden radiales Ausströmen mit daraus resultierenden Richtungsänderungen

GEWITTER



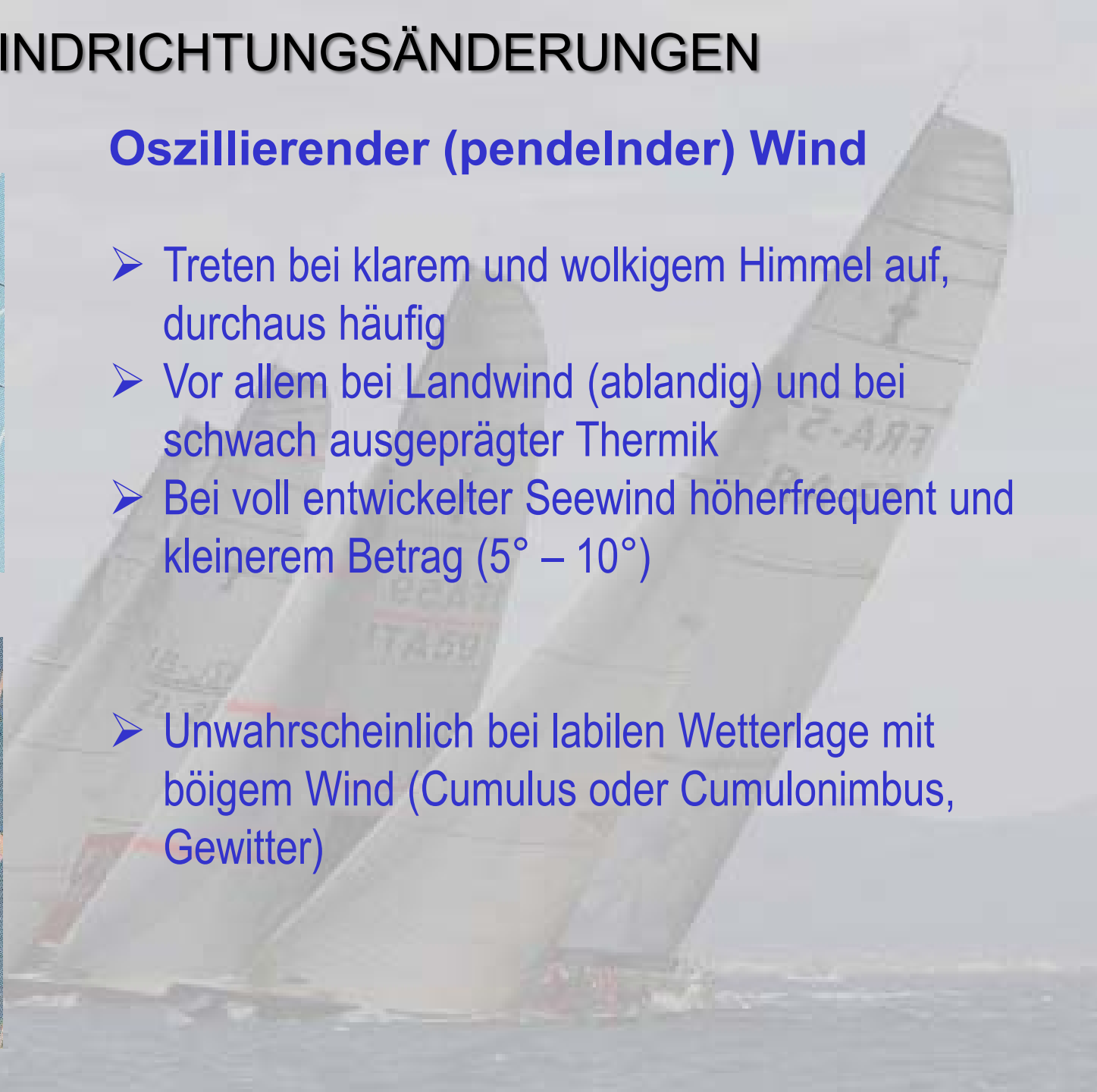


REGELMÄSSIGE WINDRICHTUNGSÄNDERUNGEN

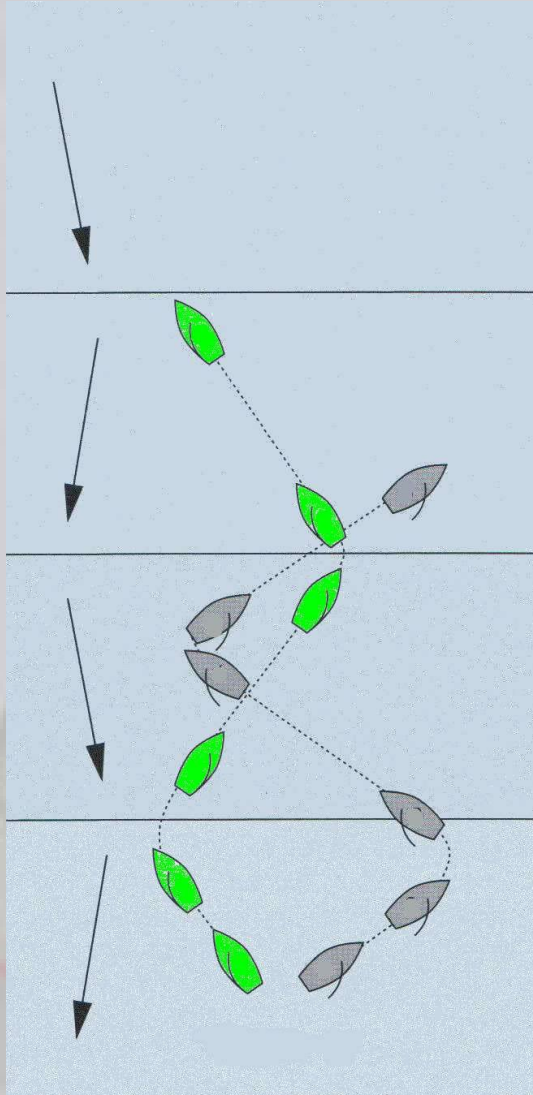


Oszillierender (pendelnder) Wind

- Treten bei klarem und wolkigem Himmel auf, durchaus häufig
- Vor allem bei Landwind (ablandig) und bei schwach ausgeprägter Thermik
- Bei voll entwickelter Seewind höherfrequent und kleinerem Betrag ($5^\circ - 10^\circ$)
- Unwahrscheinlich bei labilen Wetterlage mit böigem Wind (Cumulus oder Cumulonimbus, Gewitter)



REGELMÄSSIGE WINDRICHTUNGSÄNDERUNGEN



Oszillierender (pendelnder) Wind

- Grundregel:
- Auf dem Bug segeln, auf dem der Wind raumer einfällt als die mittlere Windrichtung (im Beispiel links der Bildrand, Vorteil für das grüne Schiff)
- Empfehlung für Regattastart
- Vor dem Start versuchen, den ‚richtigen‘ Rhythmus zu finden und auf dem ‚richtigen‘ Bug zu starten. Optionen für Stb-Bug beachten.

KONVERGENZLINIEN

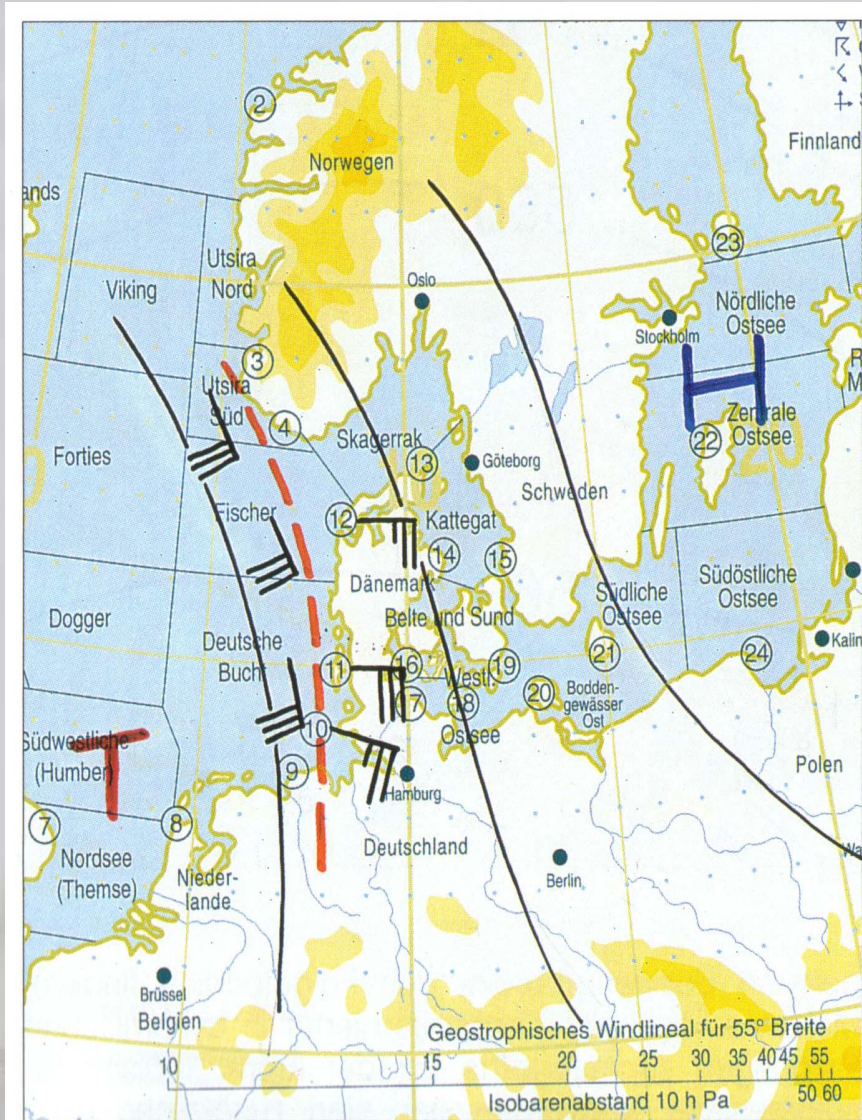
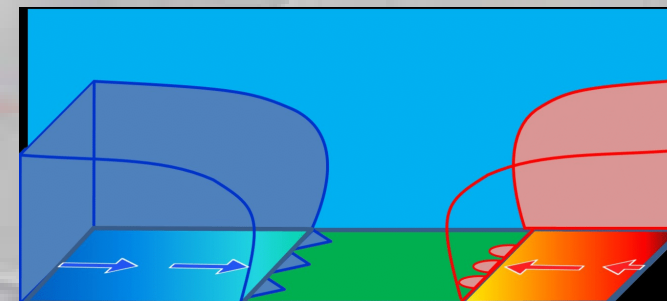
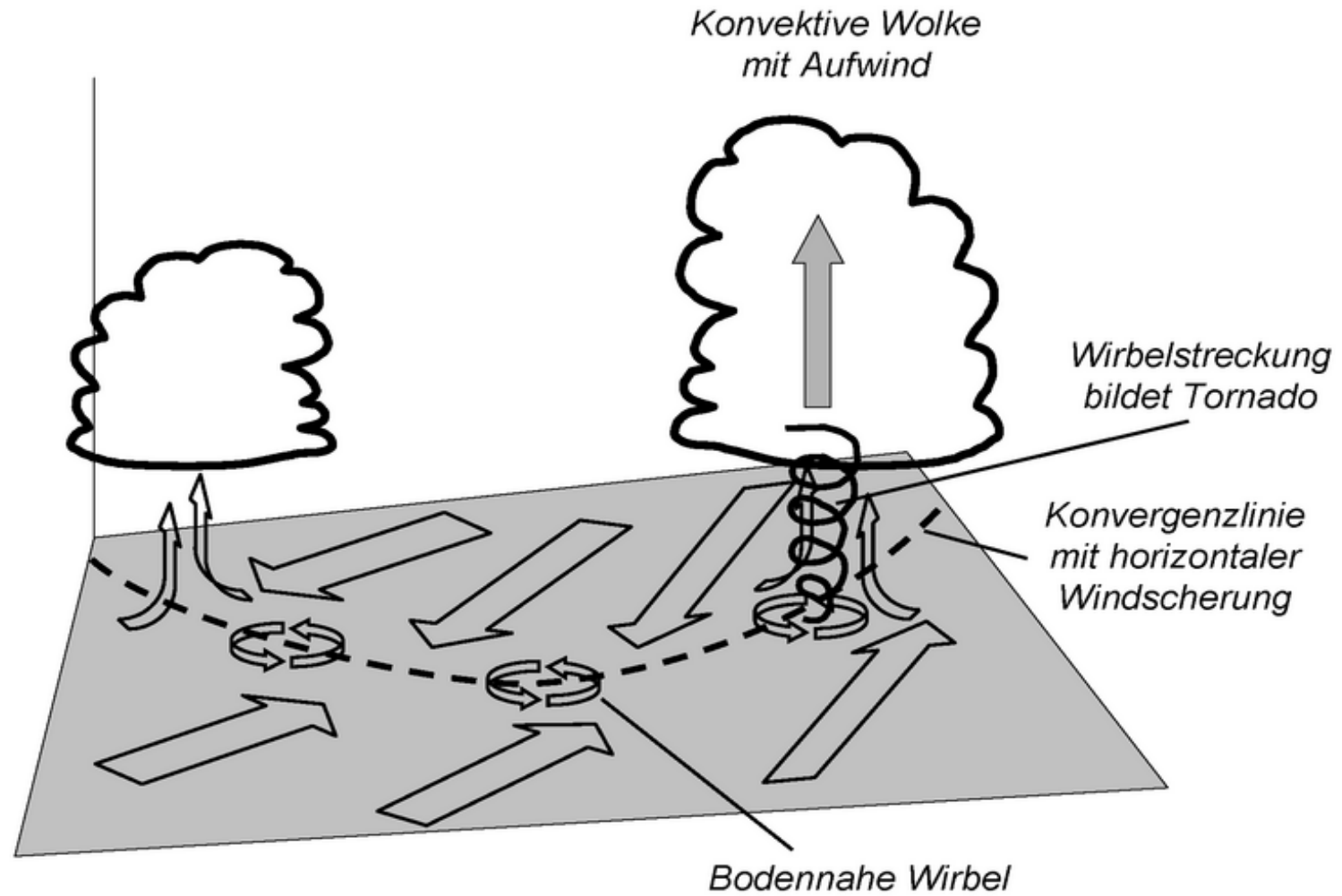


Abb. 5.7 Richtungskonvergenz (schematisch)

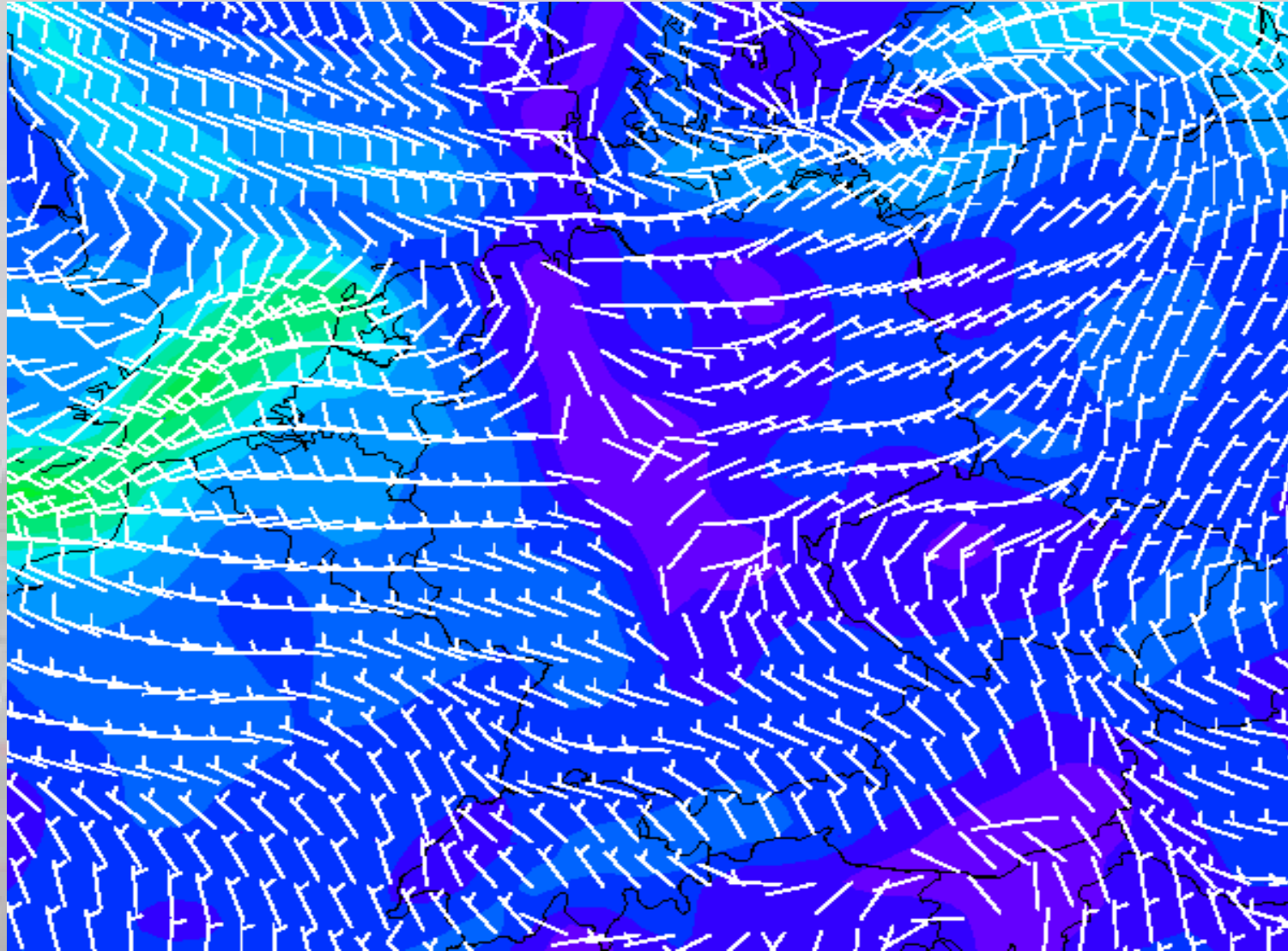
- Zusammenfließen der Luftmassen verschiedener Drucksysteme
- Häufig Kaltfronten vorauslaufend
- Verstärkung der tagesgangsbedingten Konvektion (Gewitter)
- Ausweichen der Luft nach oben (Konvergenz)



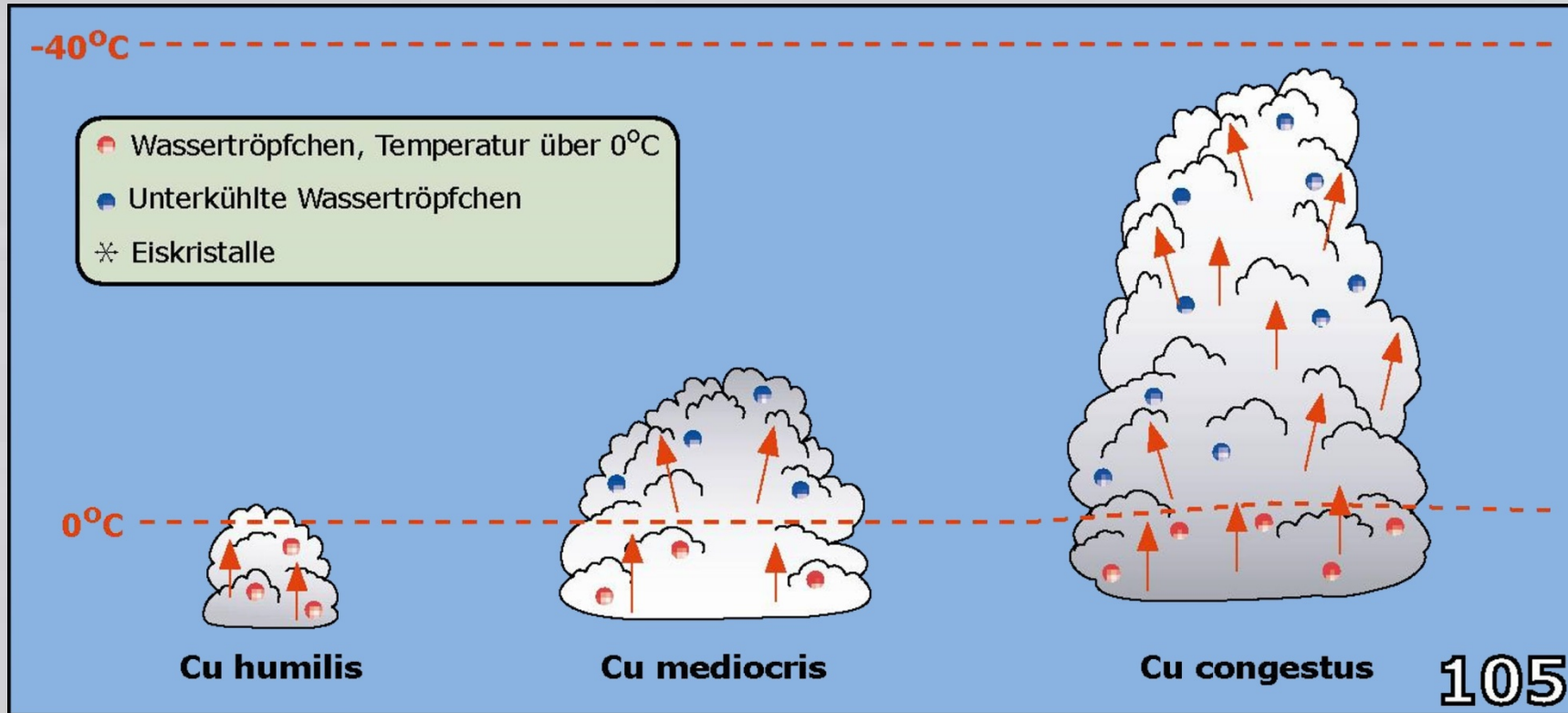
KONVERGENZLINIEN



KONVERGENZLINIEN



GEWITTER



Voraussetzungen

Labile Schichtung der Atmosphäre

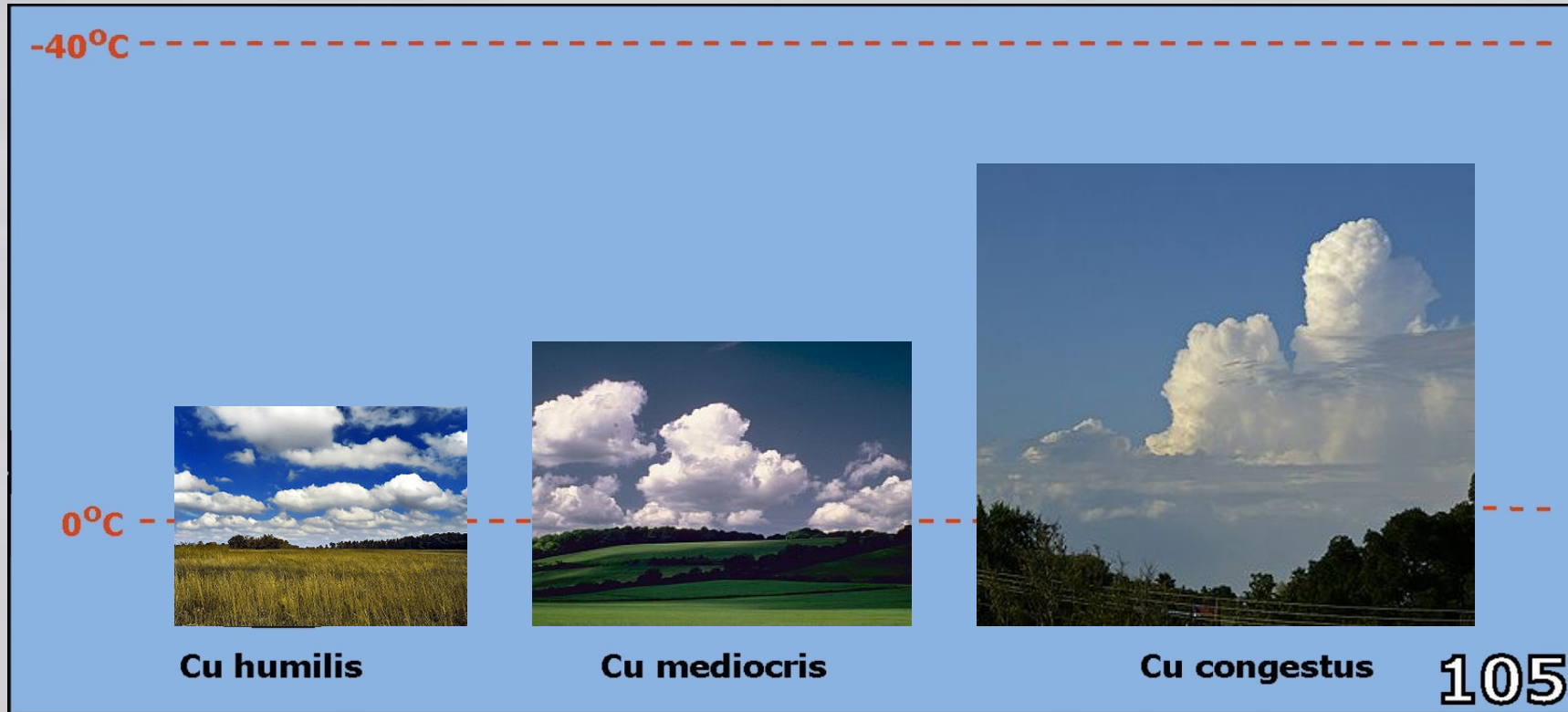
Ausreichendes Feuchteangebot

Aufbau vertikaler Temperaturdifferenz durch

- Aufheizung von unten - Einstrahlung

- Abkühlung von oben - Abstrahlung oder Advektion

GEWITTER



Voraussetzungen

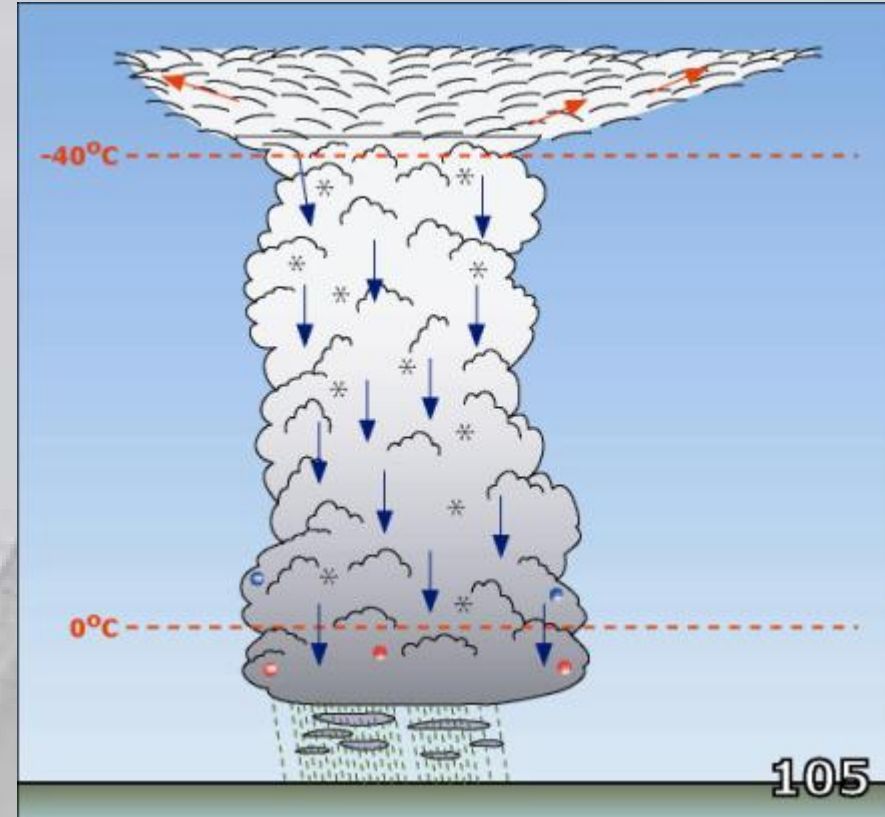
Labile Schichtung der Atmosphäre

Ausreichendes Feuchteangebot

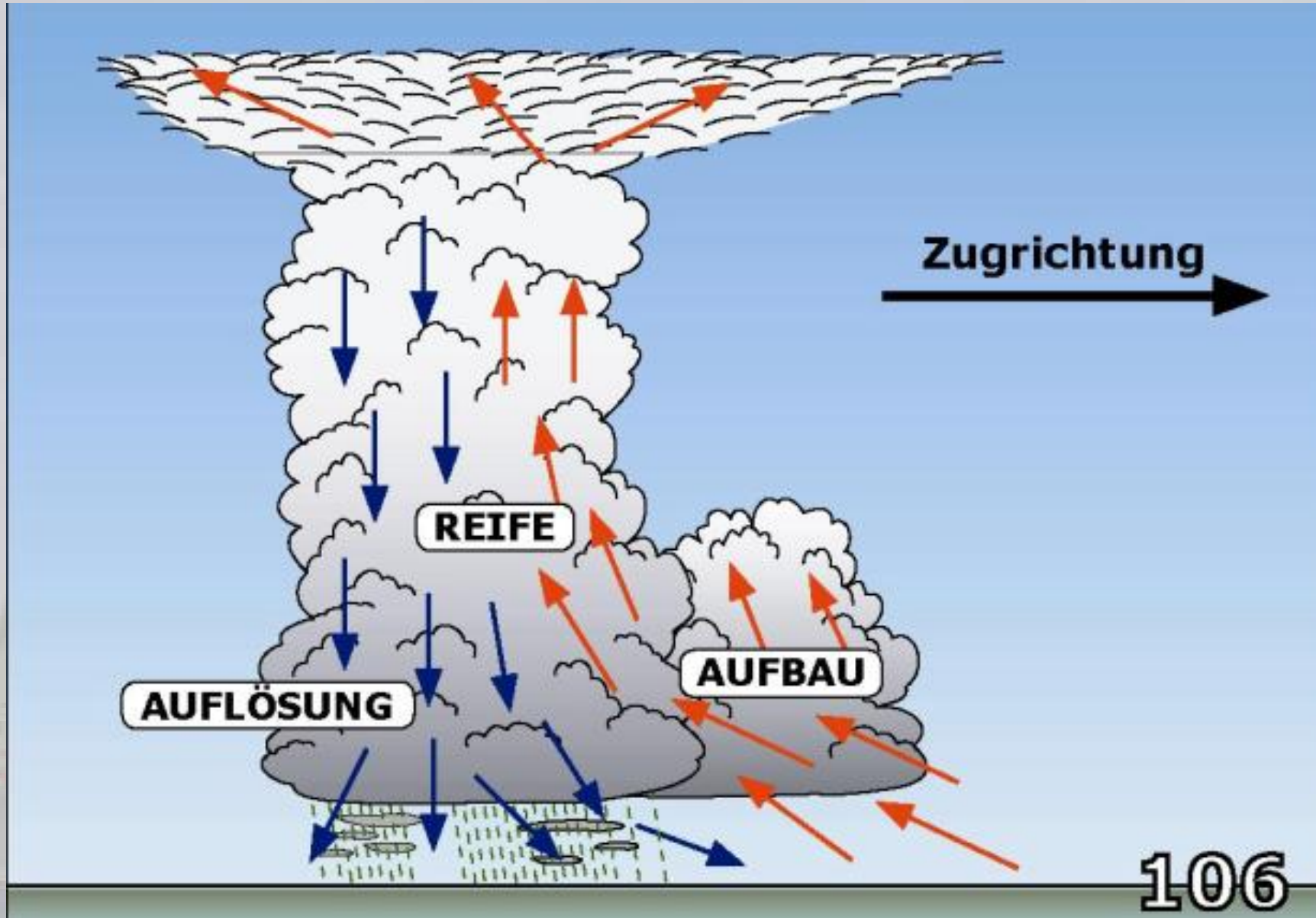
Aufbau vertikaler Temperaturdifferenz durch

- Aufheizung von unten - Einstrahlung
- Abkühlung von oben - Abstrahlung oder Advektion

GEWITTER



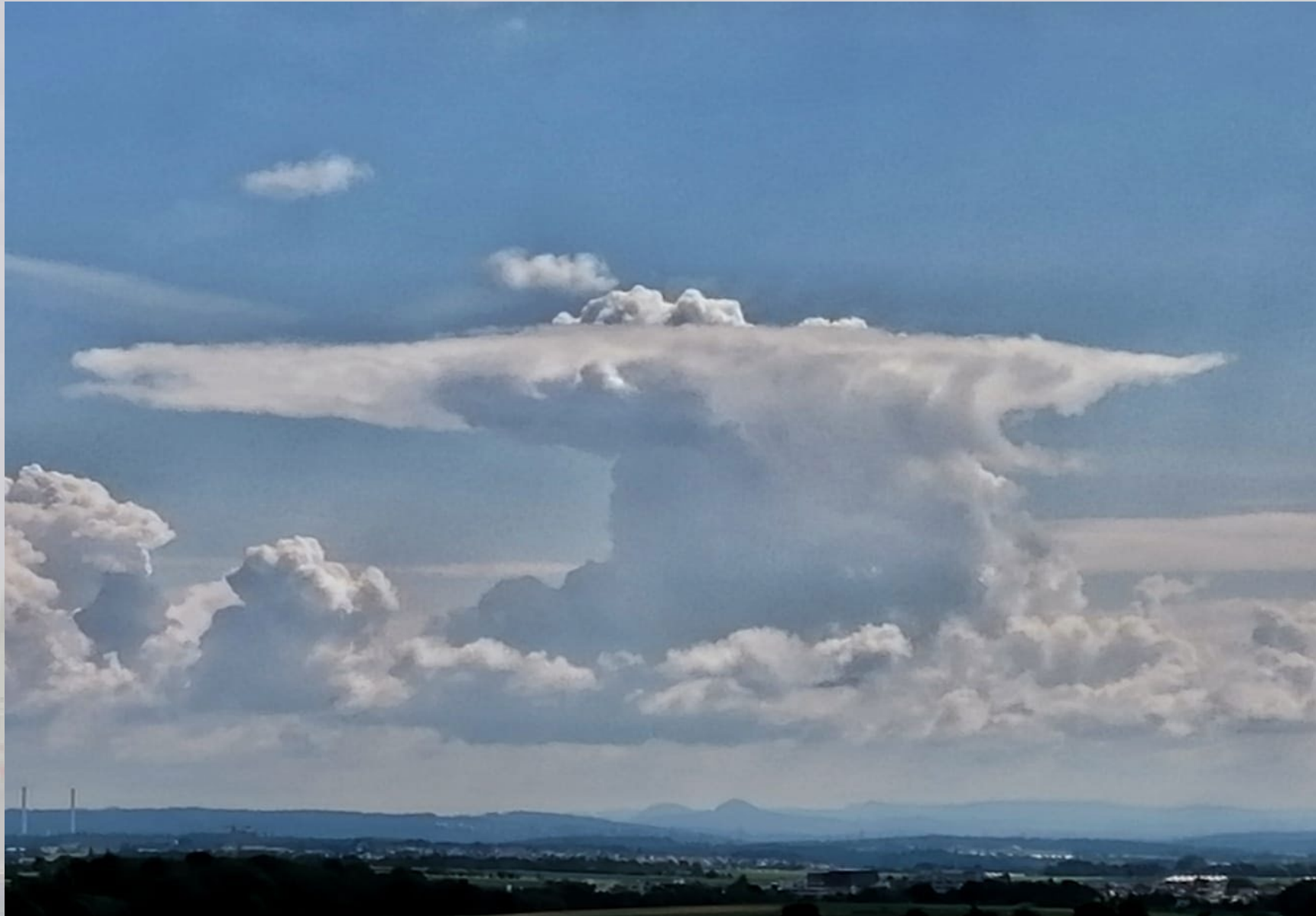
GEWITTER



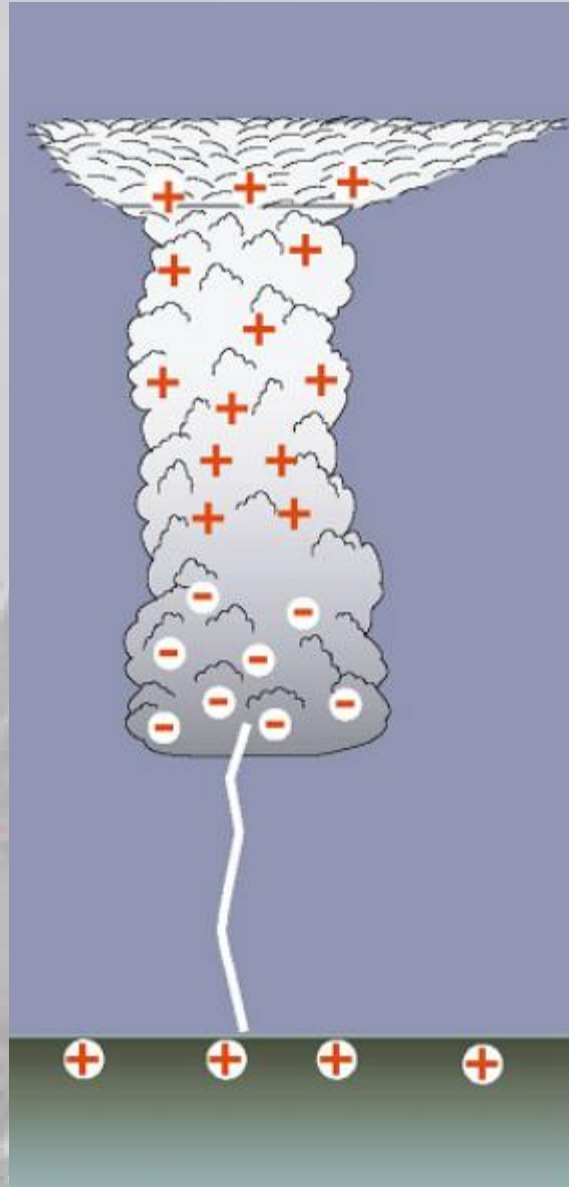
GEWITTER



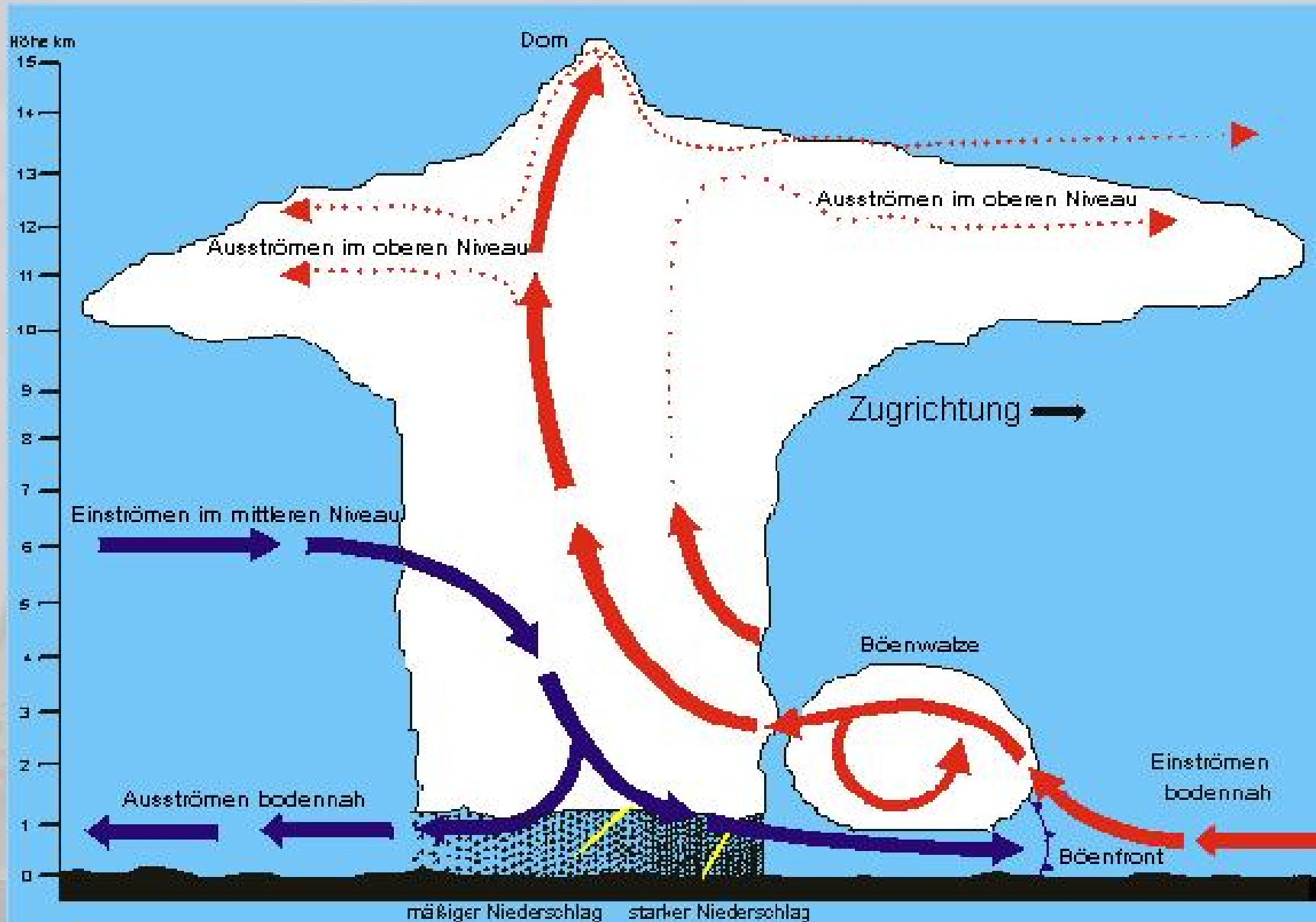
GEWITTER



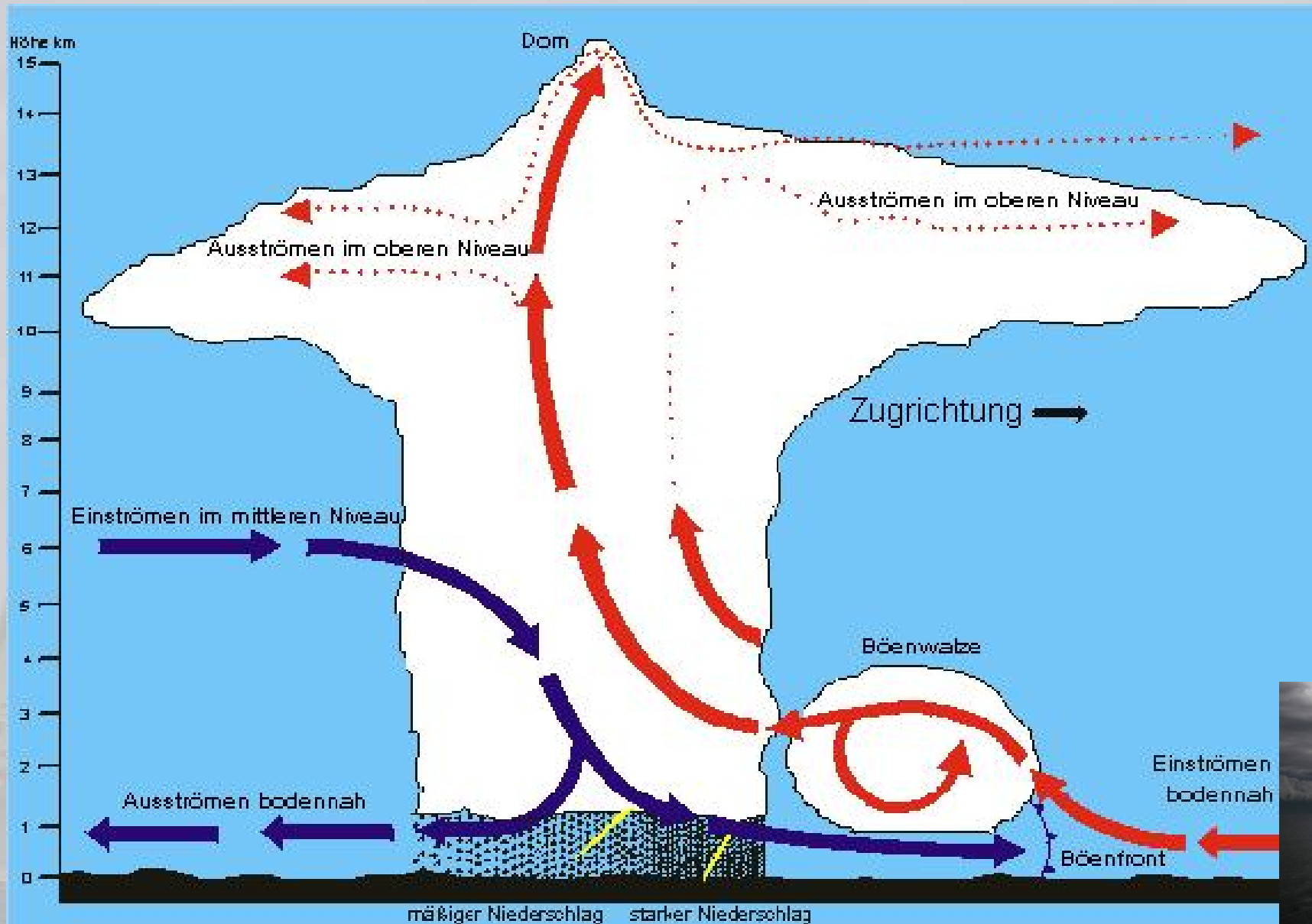
GEWITTER



GEWITTER

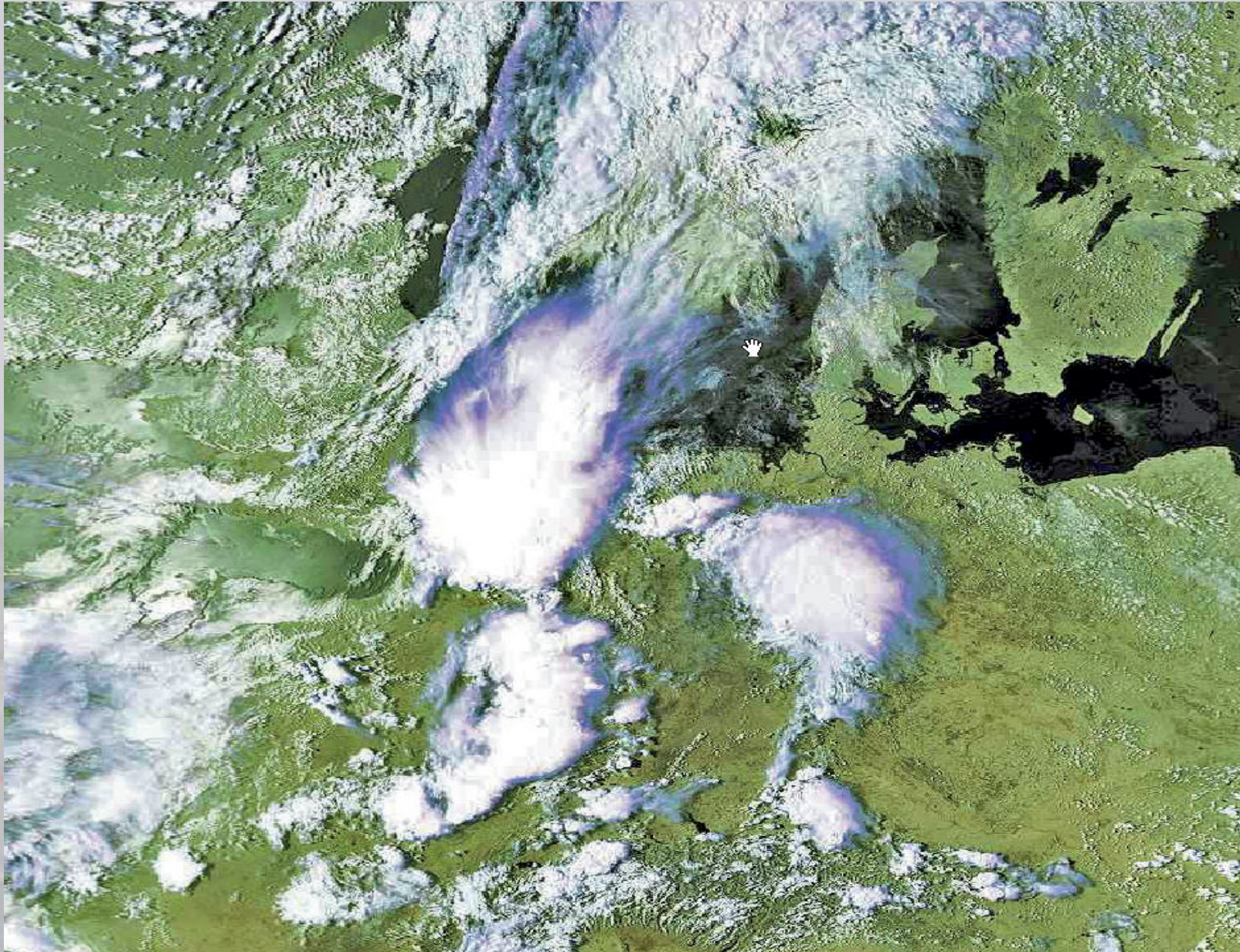


GEWITTER





GEWITTER: MCC MESOSCALE CONVECTIVE CLUSTER



2-A97
RA-57

GEWITTER: MCC MESOSCALE CONVECTIVE CLUSTER

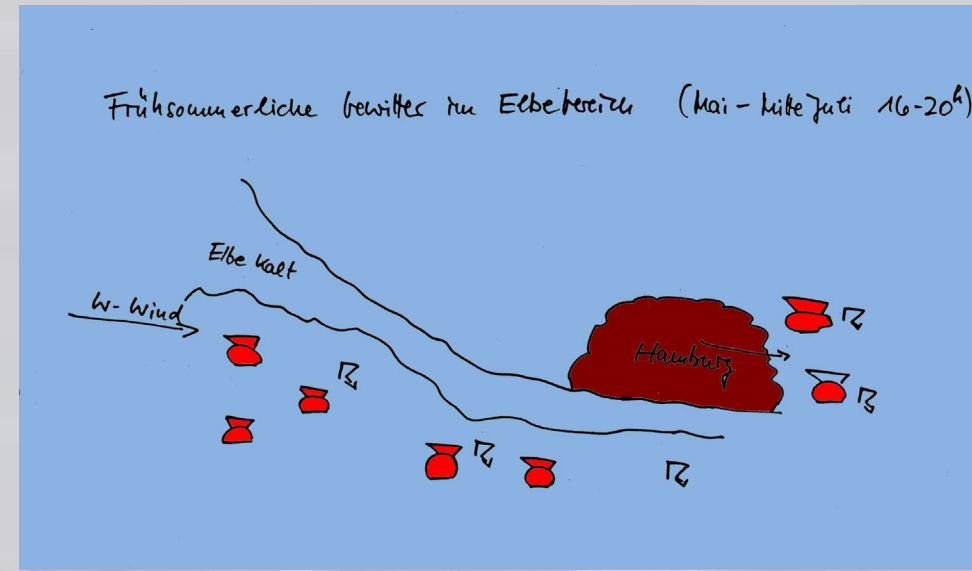


GEWITTER: JAHREZEITLICHE ABHÄNGIGKEIT (ELBE)

Frühling Mai-Juli 16-20 Uhr

Annäherung von Gewittern von SW

Wegen des kalten Wassers kommen die Gewitter nicht über die Elbe – erst östlich von Hamburg (Elbe schmaler)



Herbst Juli-Sept. 03-06 Uhr

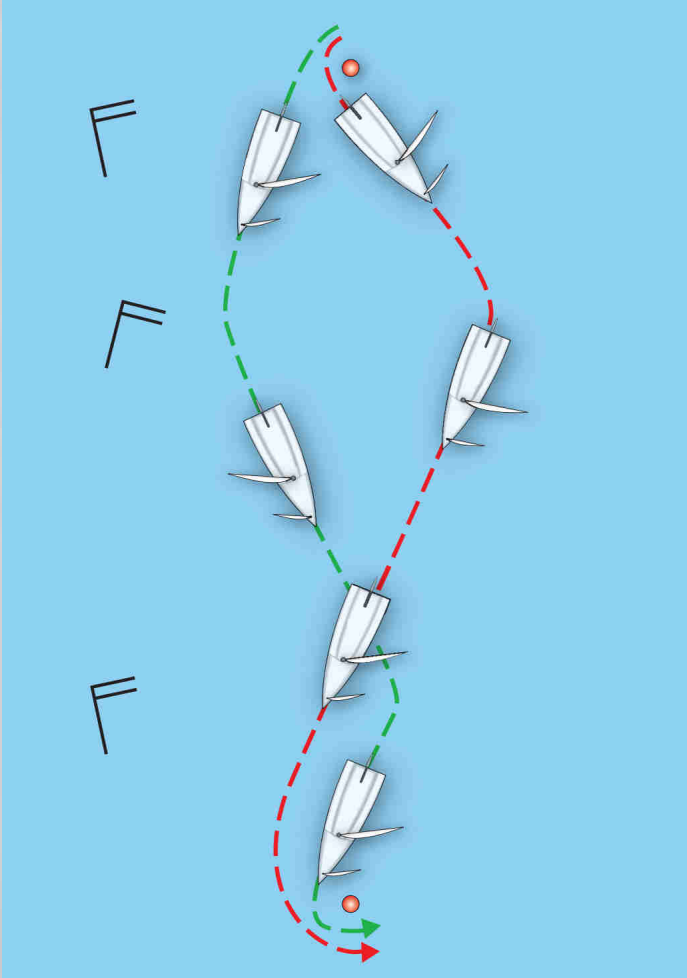
Gewitterbildung über der Elbe durch

- Warmes Wasser / Abkühlung wegen Abstrahlung an Wolkenobergrenze

Gewitter ziehen entlang der Elbe, über Nebenflüsse (Stör) sogar bis weit nach Schleswig-Holstein.



WINDABHÄNGIGE TAKTIK BEIM KREUZEN



Begriffsbestimmung

Wenn der Wind raumt... : 'Lift'

Wenn der Wind vorlicher einfällt: 'Header'

Regel:

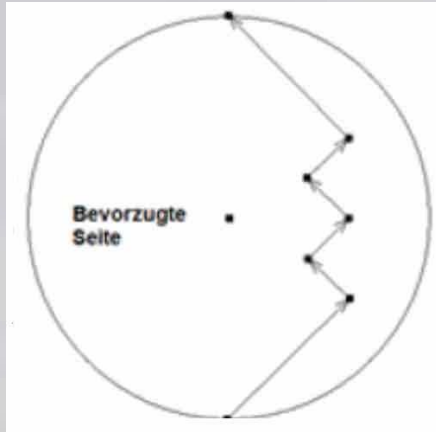
Wende bei einem Header, weil der auf dem neuen Bug automatisch zum Lift wird!

Beim Kreuzen vor dem Wind...

Gleiches Prinzip, aber **UMGEKEHRT!**

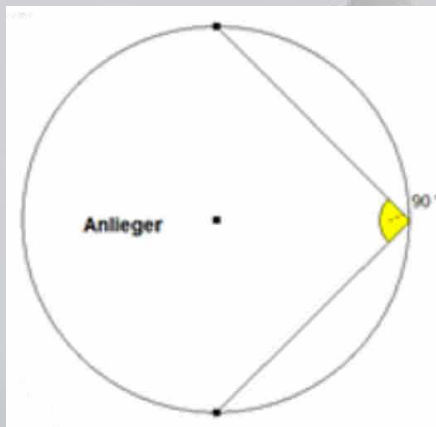
Wenn der Wind vorlicher kommt (Header), nimmt die Geschwindigkeitskomponente zur Tonne zu (CMG)

VERSCHIEDENE TAKTIKEN BEIM KREUZEN



‘Bevorzugte Seite‘

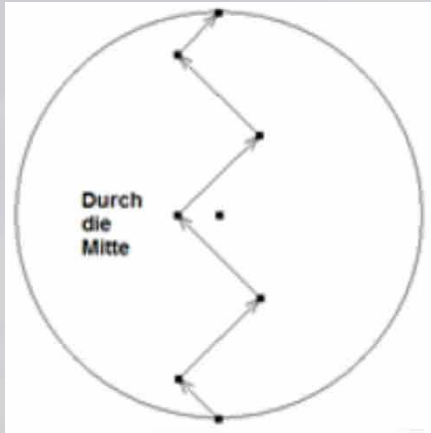
Häufigste Variante, unterschiedliche Gründe:
Mehr Wind, kein Strom, weniger Welle



‘Anlieger‘:

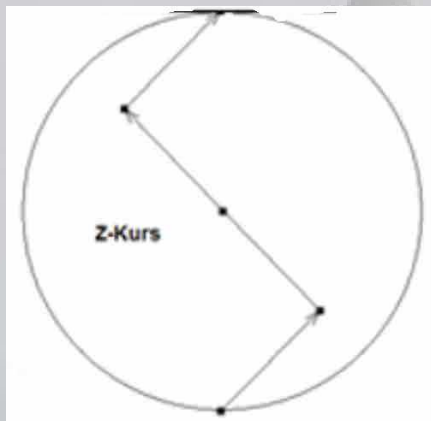
Extremes Konzept: Grosses Risiko – aber manchmal auch höchste Gewinnchancen. Weil nur eine Wende, keine entsprechenden Verluste. Typisch wegen der Risiken abzuraten

VERSCHIEDENE TAKTIKEN BEIM KREUZEN



‘Durch die Mitte‘

Sicherheitsvariante. Man kann schnell dorthin, wo sich ggf. Vorteile anbieten. Man kann von jedem Winddreher profitieren, aber es treten Verluste durch viele Wenden auf



‘Z-Kurs‘

Ideal, wenn man nicht so recht weiss...

Erst ma starten und gucken, dann ggf. lang durch die Mitte, so dass man im letzten Drittel mit einem Anlieger zur Tonne segeln kann.

Viele Optionen, wenig Manöververluste.

TAKTIK BEI WOLKENSTRASSEN



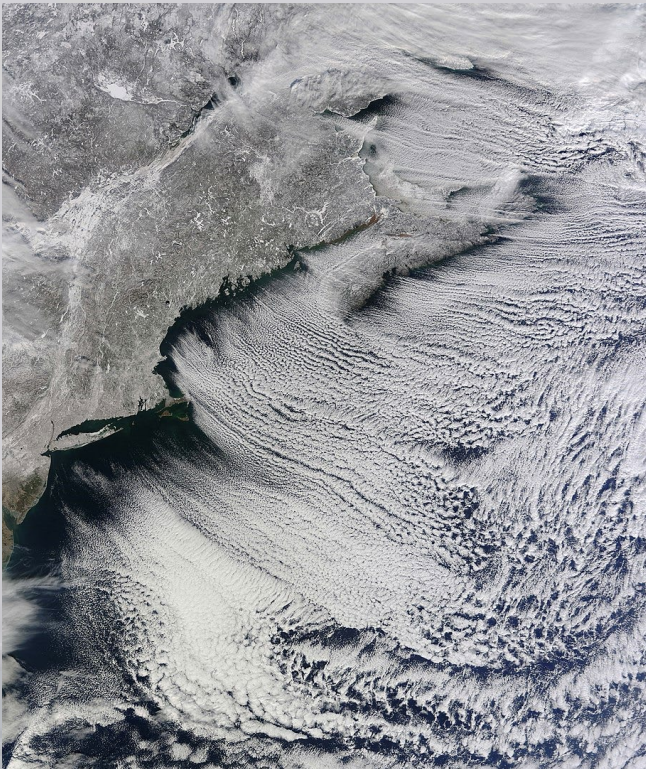
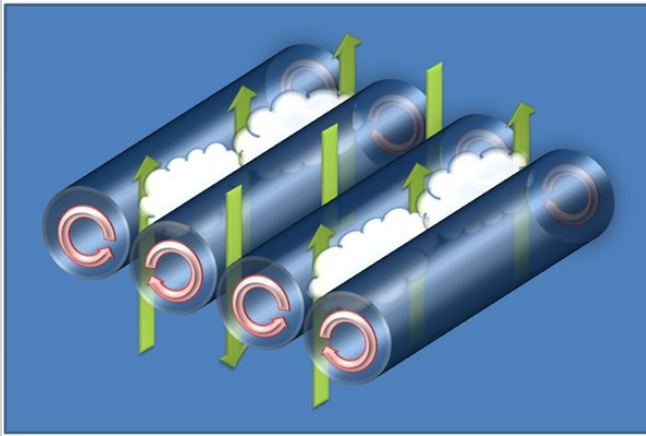
Organisierte Stratocumuluswolken auf der Ostseite von Hochdruckgebieten bzw. auf der Rückseite abziehender Tiefs mit polarer Kaltluft. Typische Breite 1-3 nm, die Windabnahme an den Rändern kann signifikant sein, typisch 5-6 kt).



Zwischen den Wolken ist der Wind stärker und rechtgedreht gegenüber unter den Wolken. (Downrush von Höhenwind)

Windbänder durch Temperaturunterschiede können zu konvektiven Umlagerungen führen bilden sich ‚Rollen‘ quer zur Windrichtung.

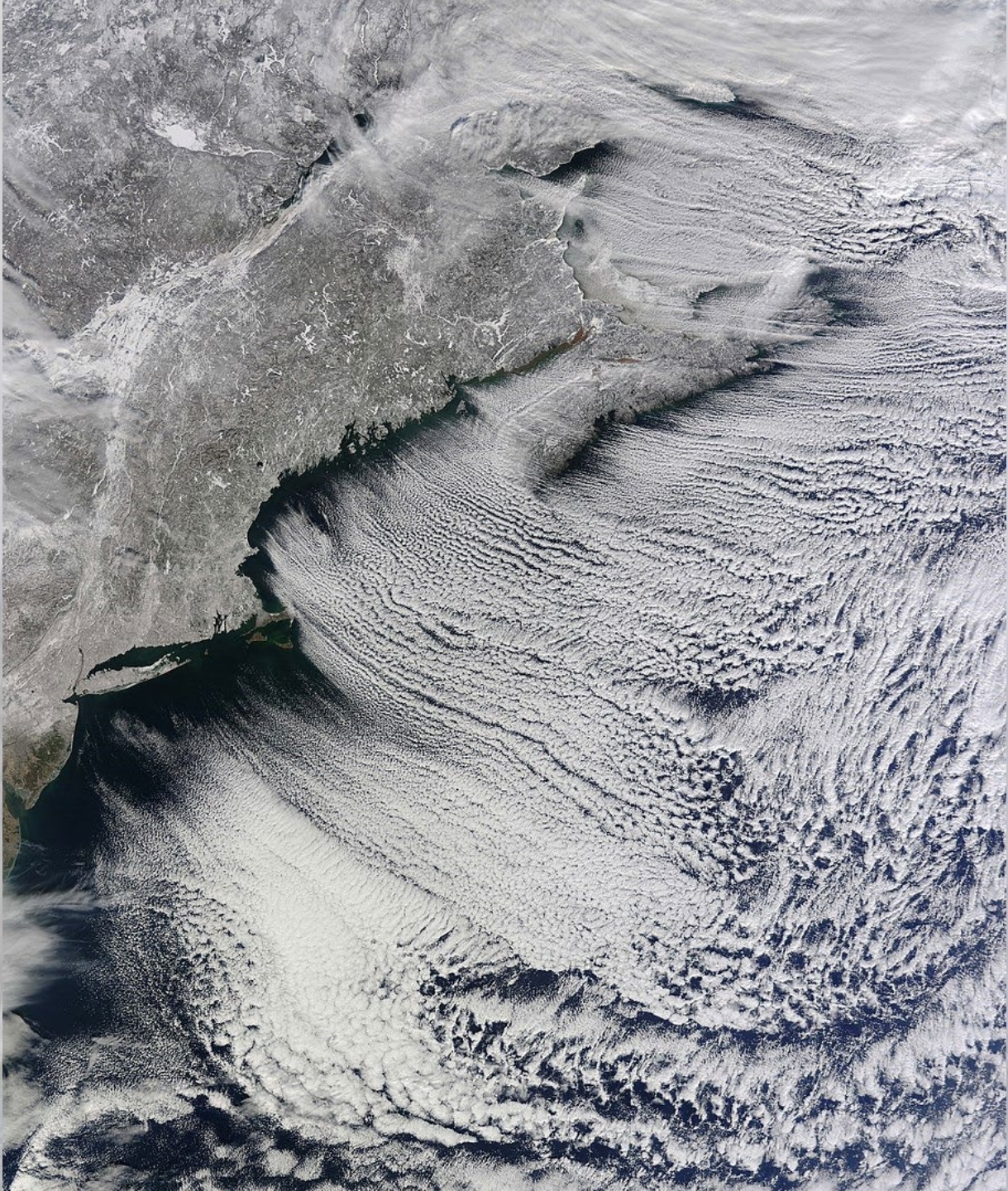
TAKTIK BEI WOLKENSTRASSEN



Organisierte Stratocumuluswolken auf der Ostseite von Hochdruckgebieten bzw. auf der Rückseite abziehender Tiefs mit polarer Kaltluft. Typische Breite 1-3 nm, die Windabnahme an den Rändern kann signifikant sein, typisch 5-6 kt).

Zwischen den Wolken ist der Wind stärker und rechtgedreht gegenüber unter den Wolken. (Downrush von Höhenwind)

Windbänder durch Temperaturunterschiede können zu konvektiven Umlagerungen führen bilden sich ‚Rollen‘ quer zur Windrichtung.



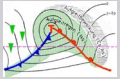
DSV NAUTISCHER ABEND REGATTAWETTER

Bernd Richter, Deutscher Wetterdienst

bernd.richter@web.de <https://www.vorticity.de>



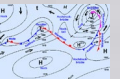
➤ Grundgrößen (Auswahl)



➤ Idealzyklone (Auswahl)



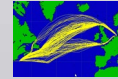
➤ Wolken



➤ Kleinräumige Prozesse



➤ Grosswetterlagen



➤ Törnplanung



➤ Wetter im Internet



Nichts ist praktischer als eine gute Theorie. Immanuel Kant



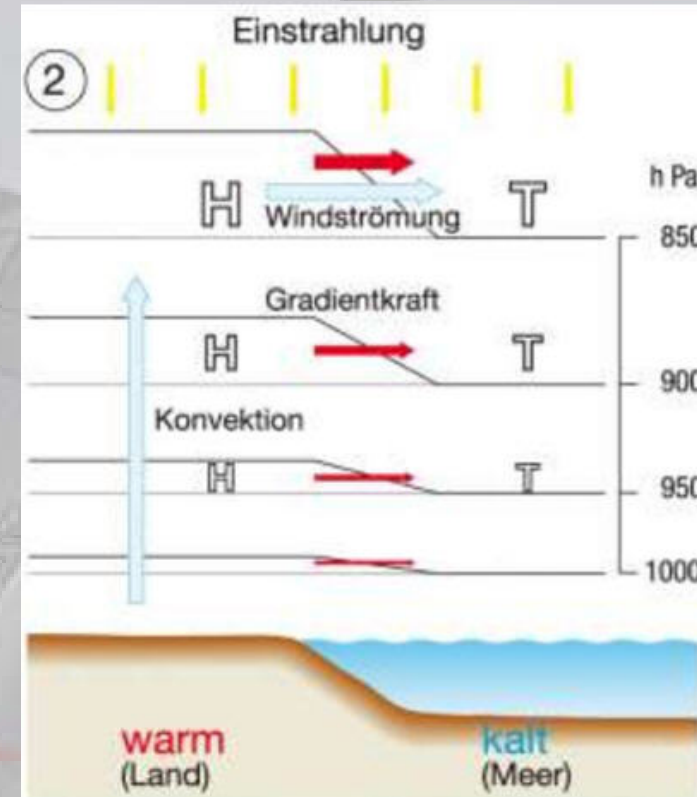
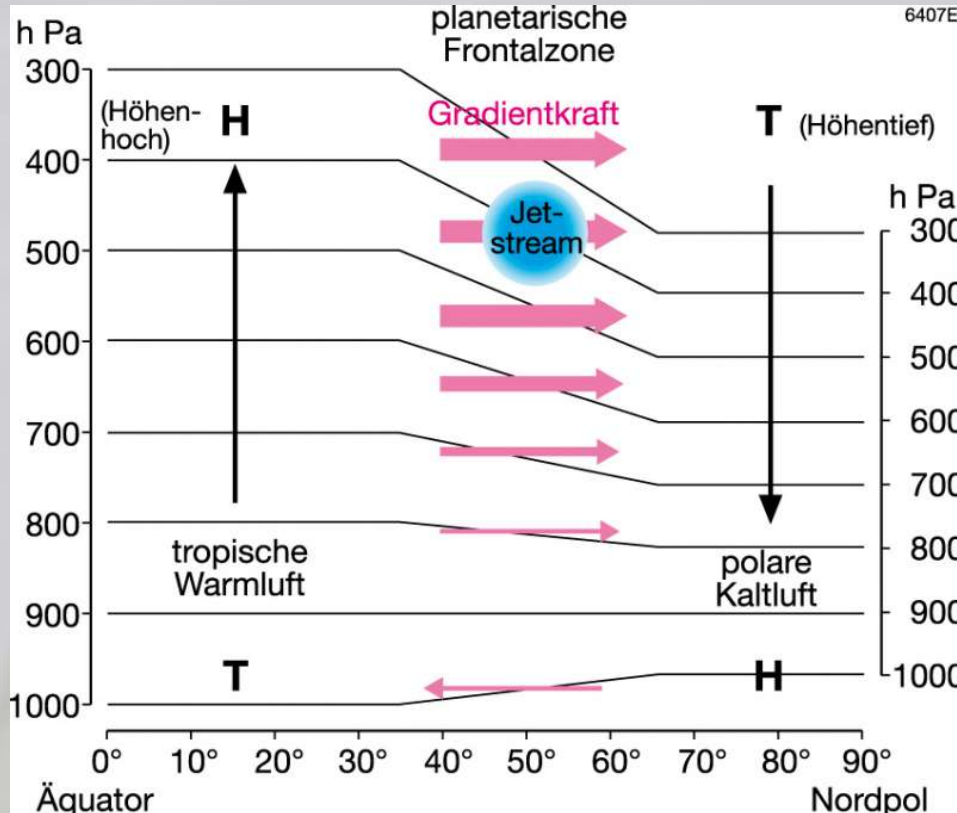
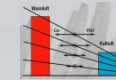
KLEINRÄUMIGE PROZESSE

- Land- / Seewind, Küstenkonvergenz / -divergenz
- Windfeldstörungen durch Kap-, Insel- und Düseneffekte
- Berg- / Talwinde
- Konvergenzlinien
- Nebel (Strahlungs-, Mischungs-, Advektionsnebel)
- Föhn
- Gewitter, Böenlinien, Tornado



GRUNDGRÖSSEN - LUFTDRUCK: AUFBAU DER ATMOSPHÄRE

Konsequenzen der Abhängigkeit der Höhe eine Druckfläche von der Mitteltemperatur der darunter befindlichen Luftschicht auf unterschiedlichen Längenskalen.



Globale Zirkulation

Seewindzirkulation

Skala horizontal

10000 km

10 km

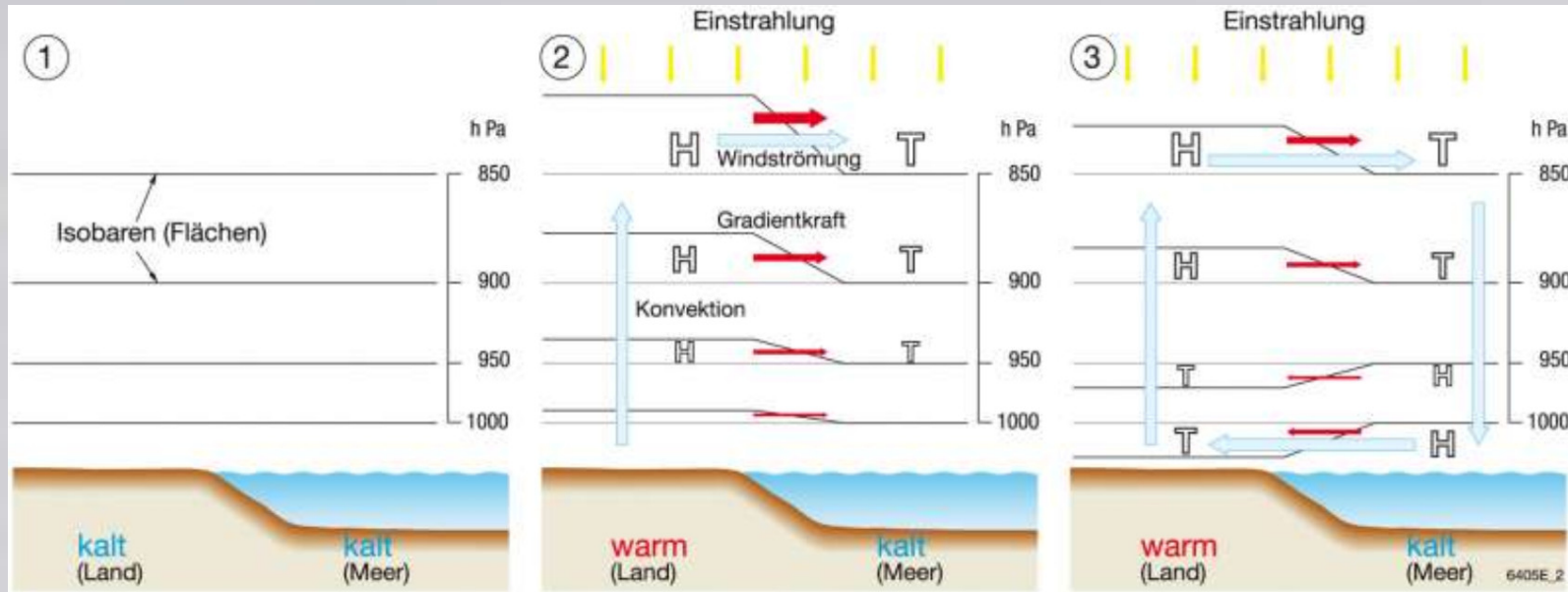
Skala vertikal

10 km

2 km



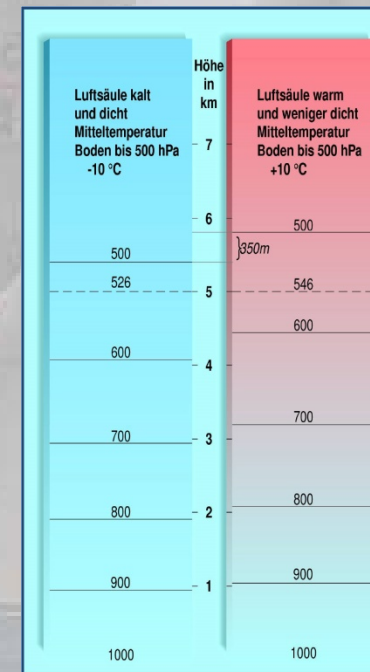
LAND- / SEEWIND-ZIRKULATION



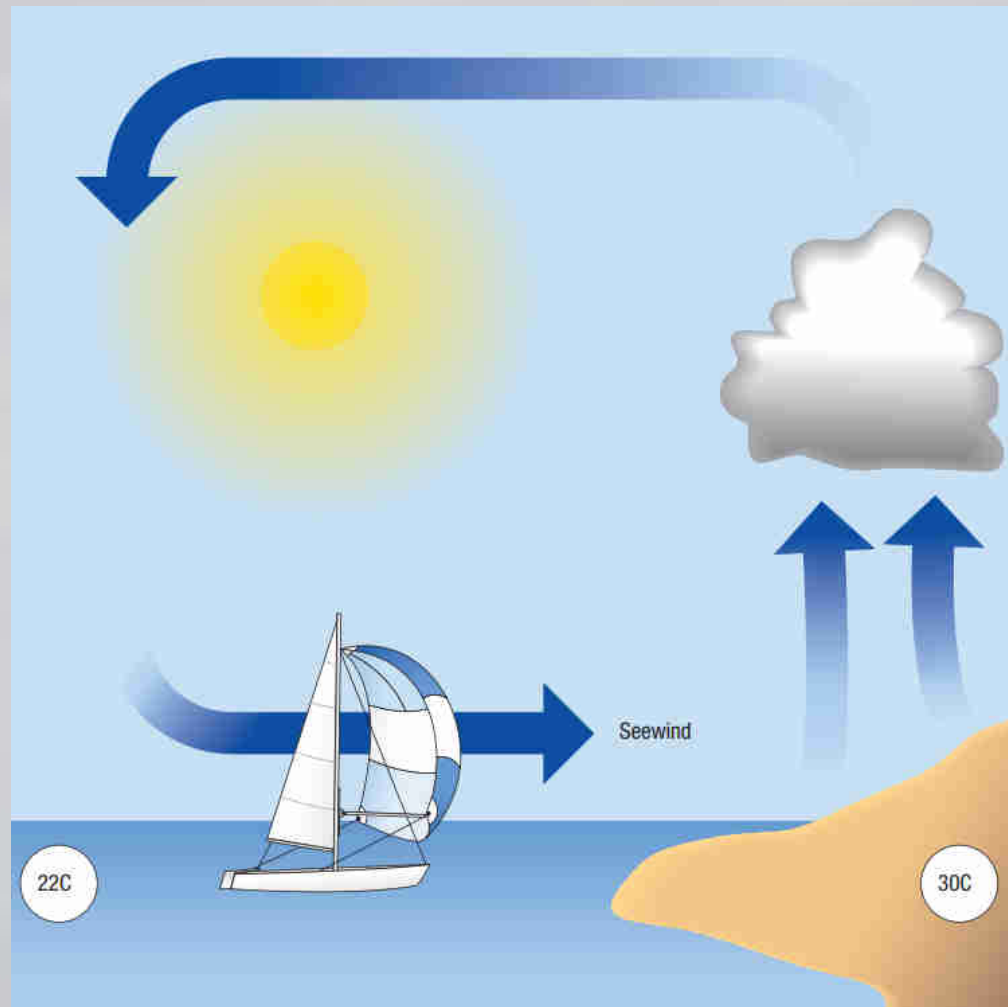
Ursachen der Seewindzirkulation

Anhebung der Flächen gleichen Luftdrucks über Land durch Erwärmung am Tage.

Ausbildung horizontaler Druckunterschiede Land - See in etwa 1.5 km Höhe (850 hPa)



WECHSELWIRKUNG VON SEEWIND UND GRADIENTWIND IN ~1500M



**Wechselwirkung von Seewind und
ablandigem Gradientwind in ~1500m**

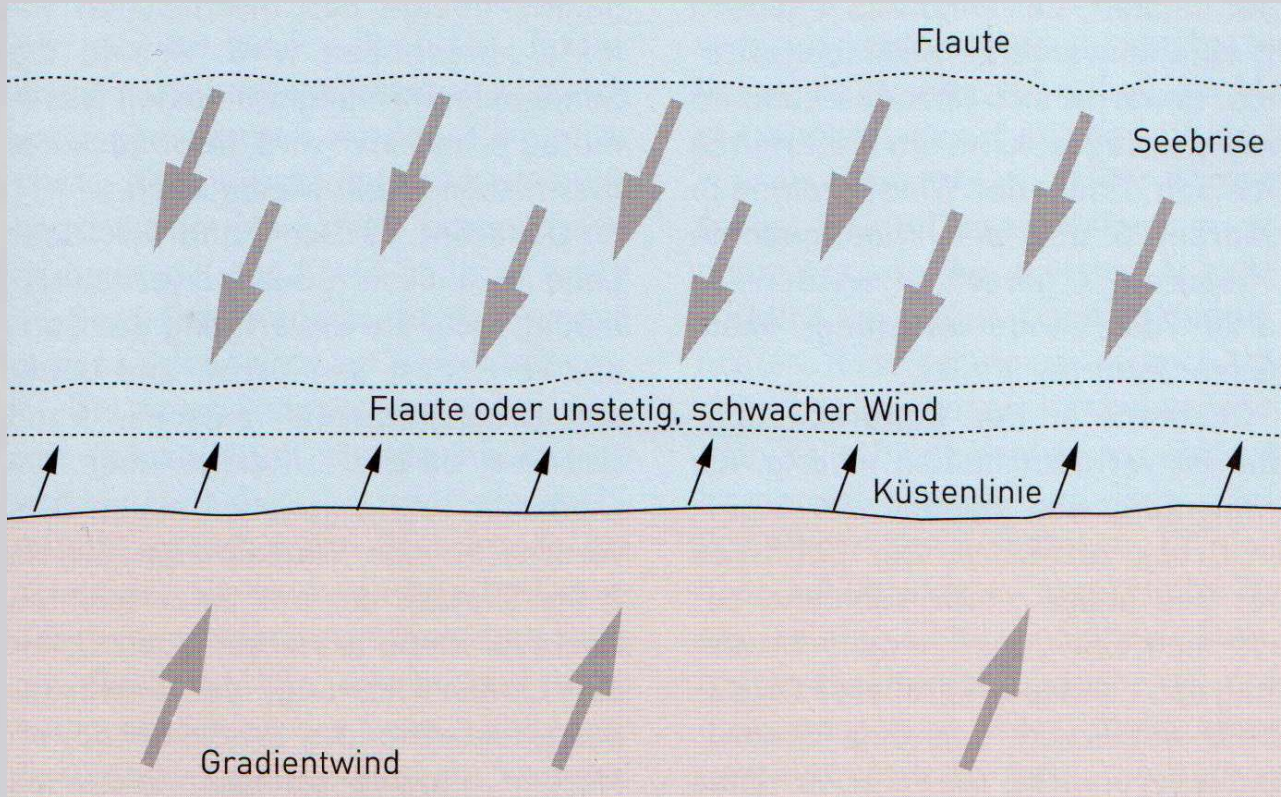
**Gradientwind
Ablandig**

**Seewind in Bodennähe
Auflandig**

**Seewindzirkulation in ~1500m
Ablandig**

**Anfachung der Seewind-Zirkulation und
dadurch früheres Einsetzen des Seewindes**

WECHSELWIRKUNG VON SEEWIND UND GRADIENTWIND IN BODENNÄHE



Wechselwirkung von Gradientwind und Seewind in Bodennähe

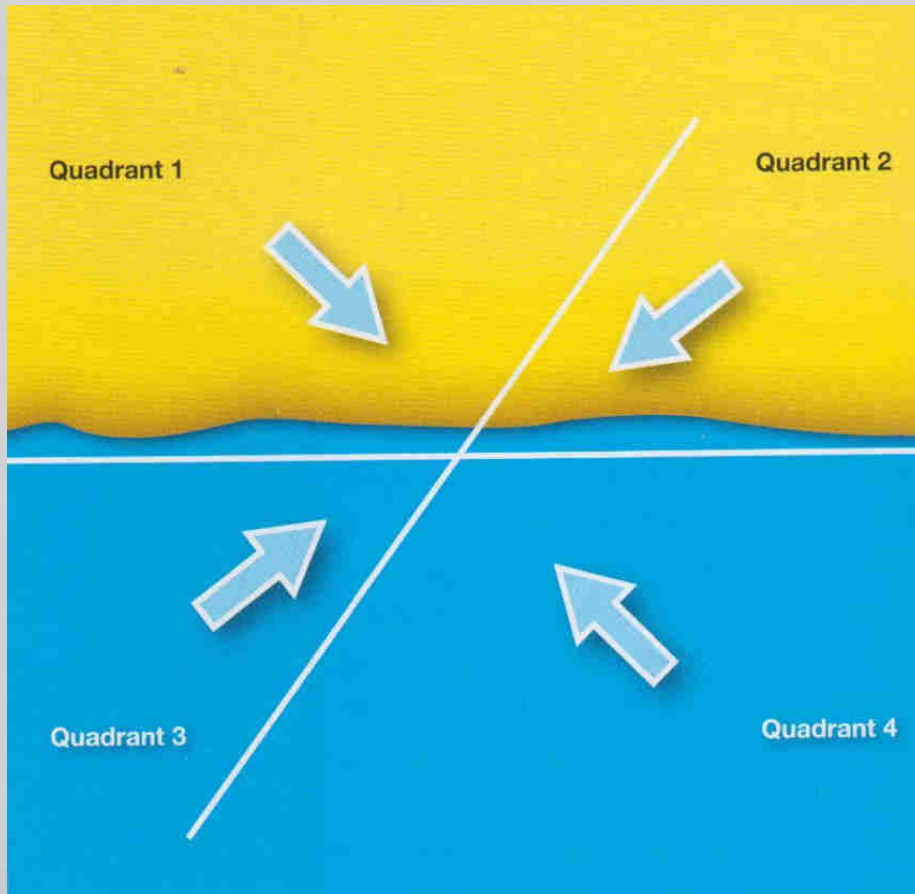
Land
Ablandiger Wind

Uferbereich

- Abgeschwächter Wind von Land
- Kleiner Flaunenbereich

See
Auflandiger Wind

SEEWIND - / GRADIENTWIND IM REGATTAGEBIET



Quadrant 1 Ablandiger Wind

Stärkster und am frühesten einsetzender Seewind
Seewind schiebt sich bis 14:00 bis 30nm auf See hinaus

Quadrant 2 Ablandiger Wind

Seewind und Gradientwind behindern sich durch Thermik und Gradientwind-Konvergenz gegenseitig,
spät und relativ weit draussen einsetzende Brise

Quadrant 3 Auflandiger Wind,

Spät einsetzende Brise,
nachmittags den Gradientwind verstärkend und rechtehend

Quadrant 4 Auflandiger Wind, unterbindet Seewind ab Bft 4

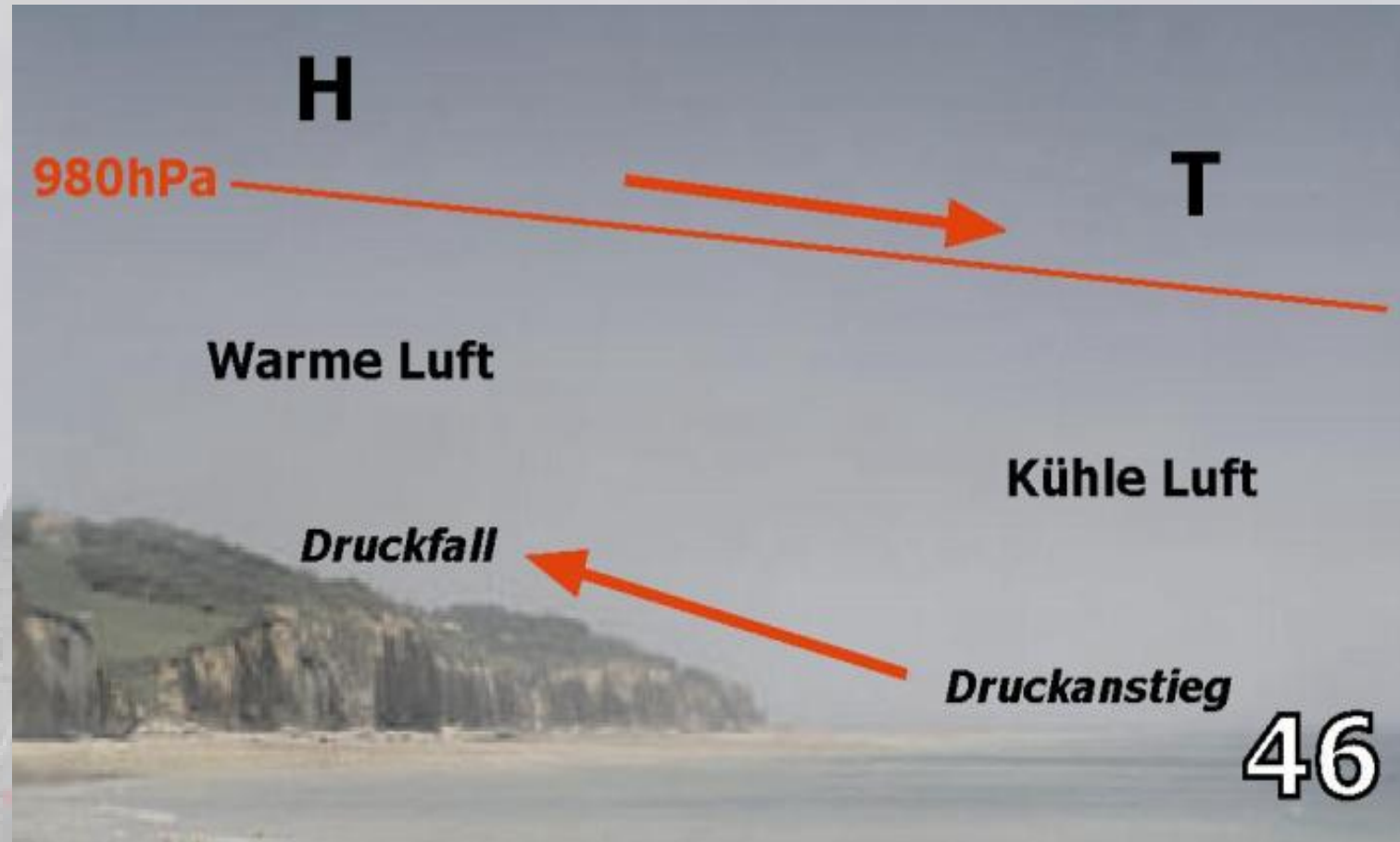
LAND- / SEEWIND-ZIRKULATION



46

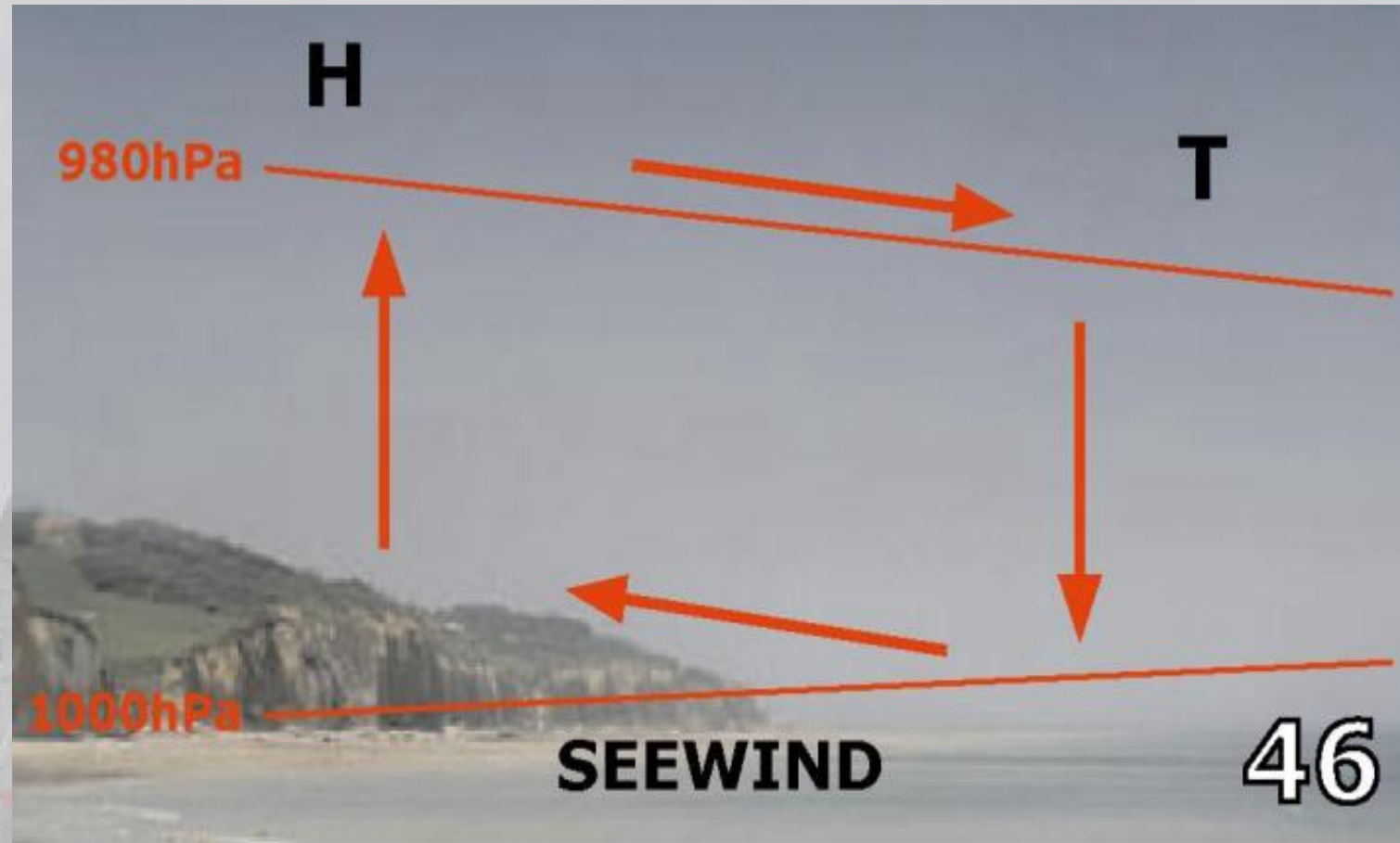
Auflandiger Gradientwind verstärkt den Seewind,
Ablandiger Gradientwind schwächt ihn ab, ggf. sogar Flaute

LAND- / SEEWIND-ZIRKULATION



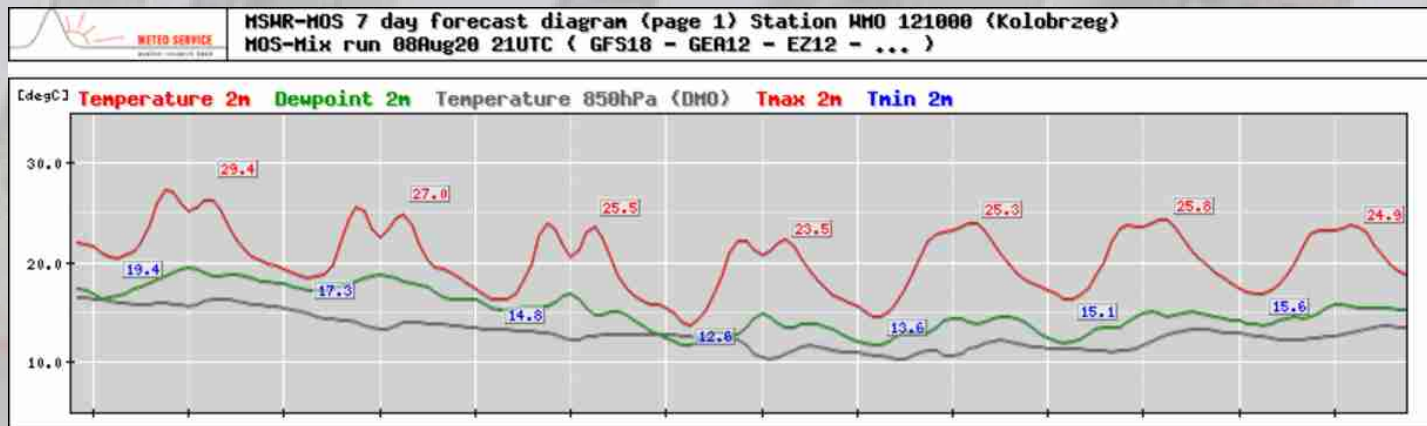
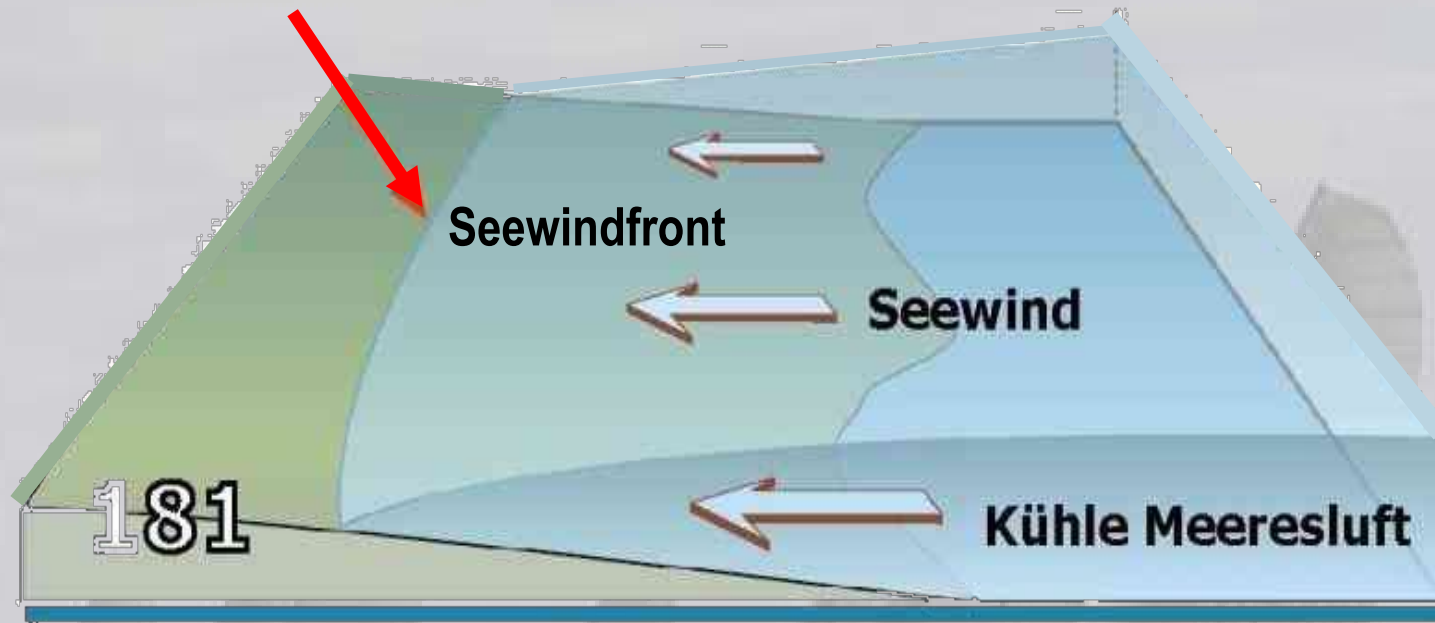
Für die Bildung einer Seewindzirkulation darf der Gradientwind nicht zu stark und muss der Temperaturunterschied Land / See gross genug sein.

LAND- / SEEWIND-ZIRKULATION



v^2 / dT (v in mps): > 5 kein Seewind < 1 wahrscheinlich < 0.5 Seewind sicher
Beispiel: $v = 3$ mps, $T_{\text{Land}} = 30^\circ$ $T_{\text{Wasser}} = 20^\circ$ also 0.9: Seewind möglich

LAND- / SEEWIND-ZIRKULATION



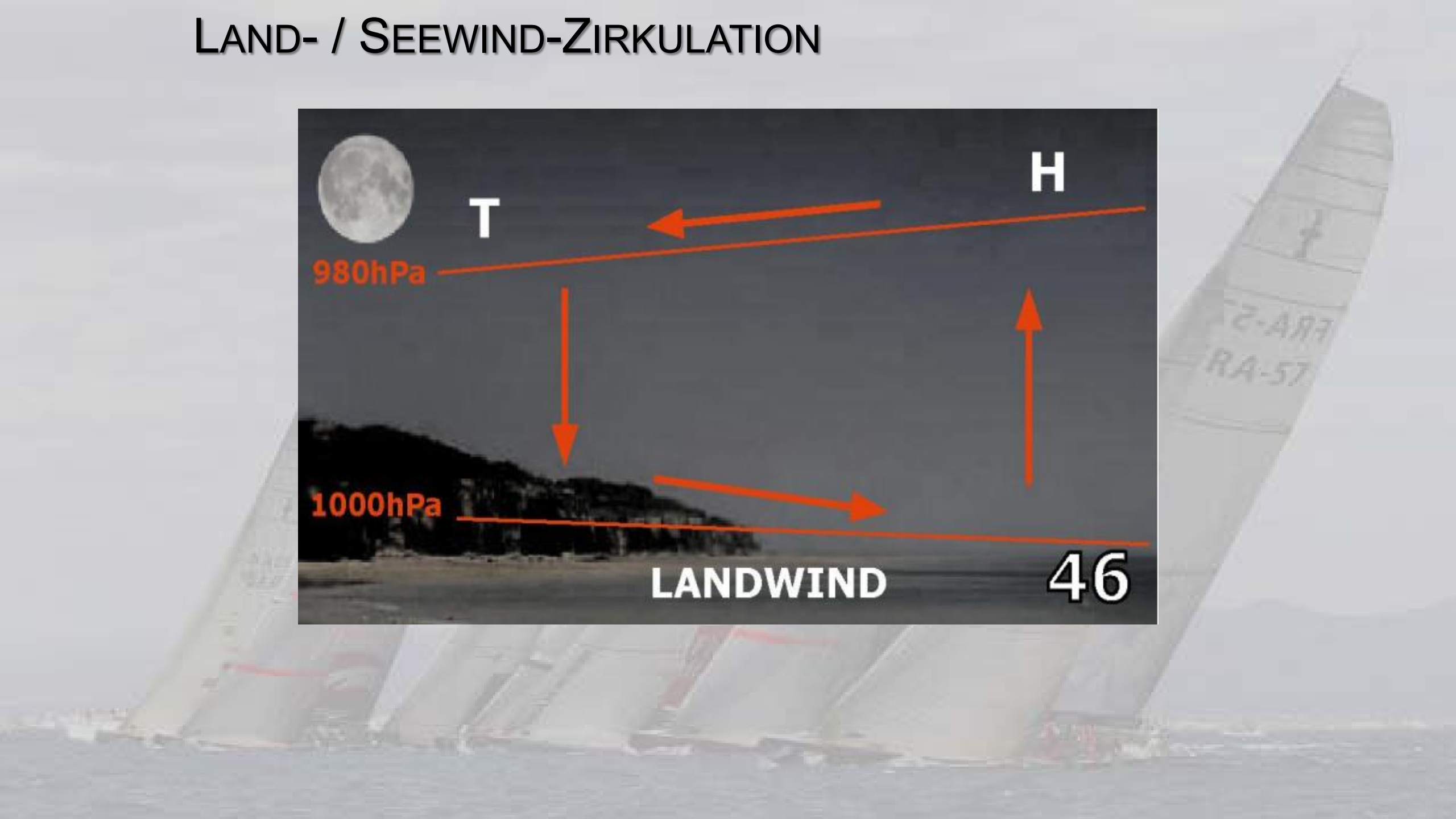
Einbruch der Seewindfront (bis 50 km landeinwärts)

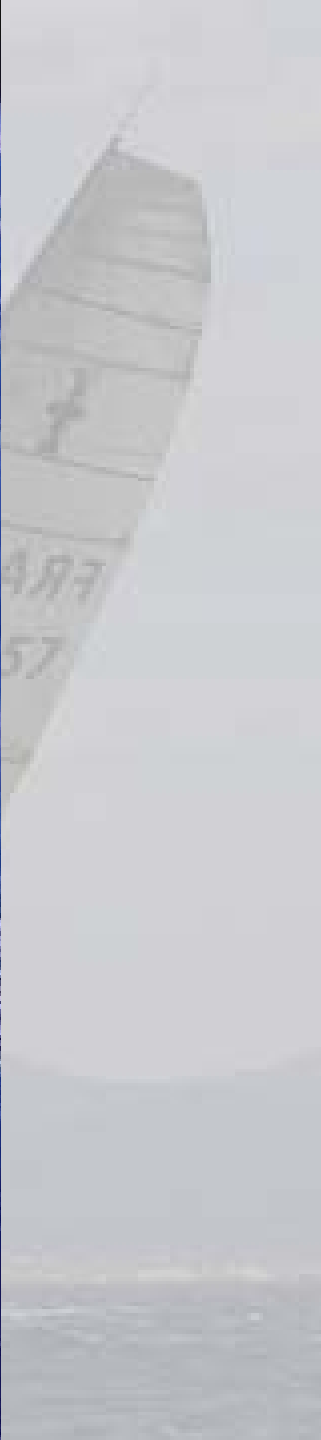
LAND- / SEEWIND-ZIRKULATION



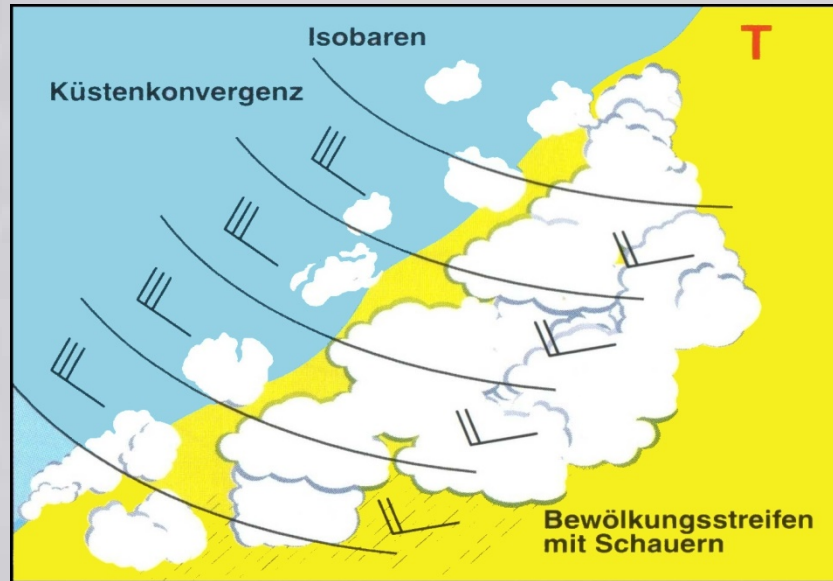
46

LAND- / SEEWIND-ZIRKULATION



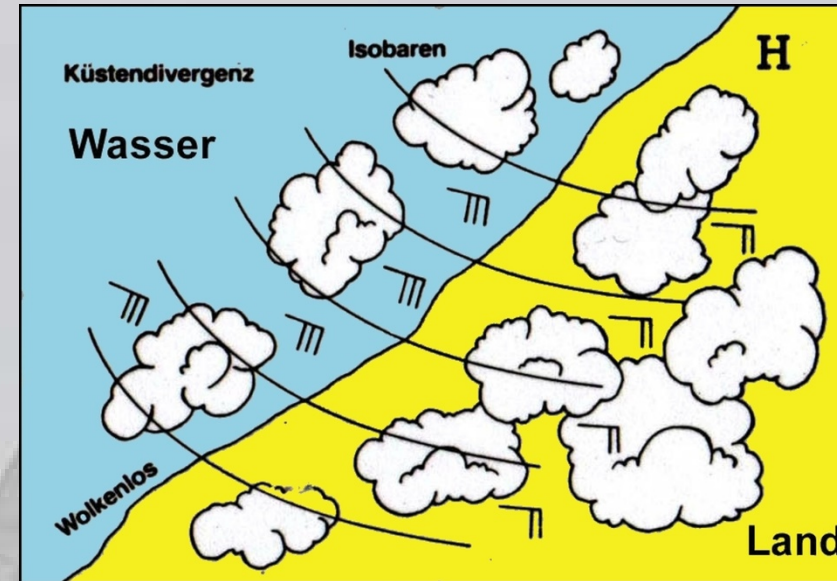


KÜSTENKONVERGENZ / -DIVERGENZ WIND SENKRECHT ZUR KÜSTE



Küstenkonvergenz

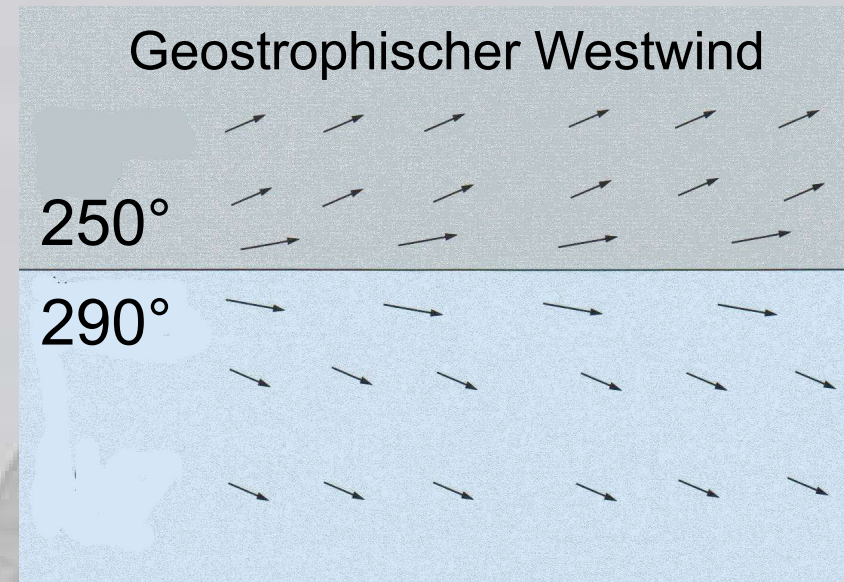
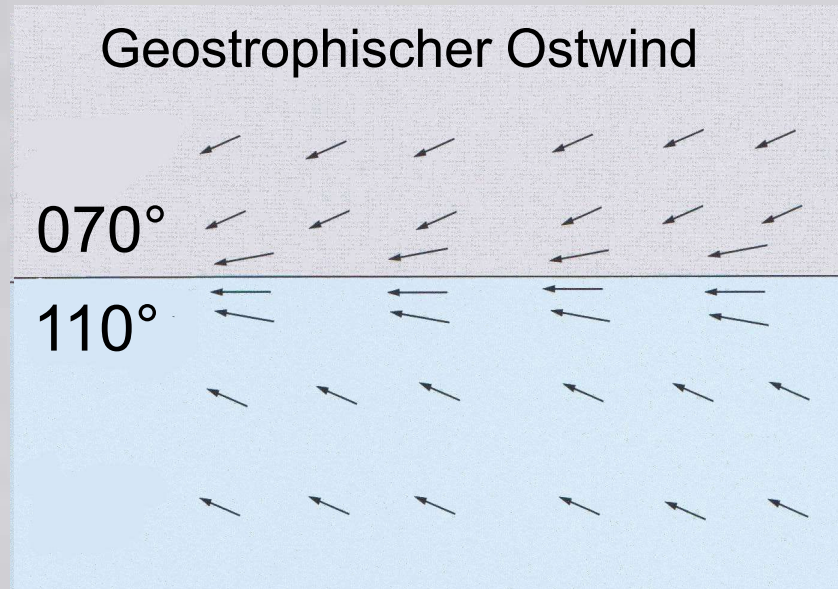
Erhöhte Reibung über Land,
daher Windgeschwindigkeitsabnahme,
daher Corioliskraft geringer,
deswegen Rückdrehung (nach links),
gleichzeitiges Aufsteigen der Luft
mit Wolkenbildung



Küstendivergenz

Verminderte Reibung über See,
daher Windgeschwindigkeitszunahme,
daher Corioliskraft stärker,
deswegen Rehtdrehung (nach rechts),
gleichzeitiges Absinken der Luft
mit Wolkenauflösung

KÜSTENKONVERGENZ / -DIVERGENZ WIND PARALLEL ZUR KÜSTE



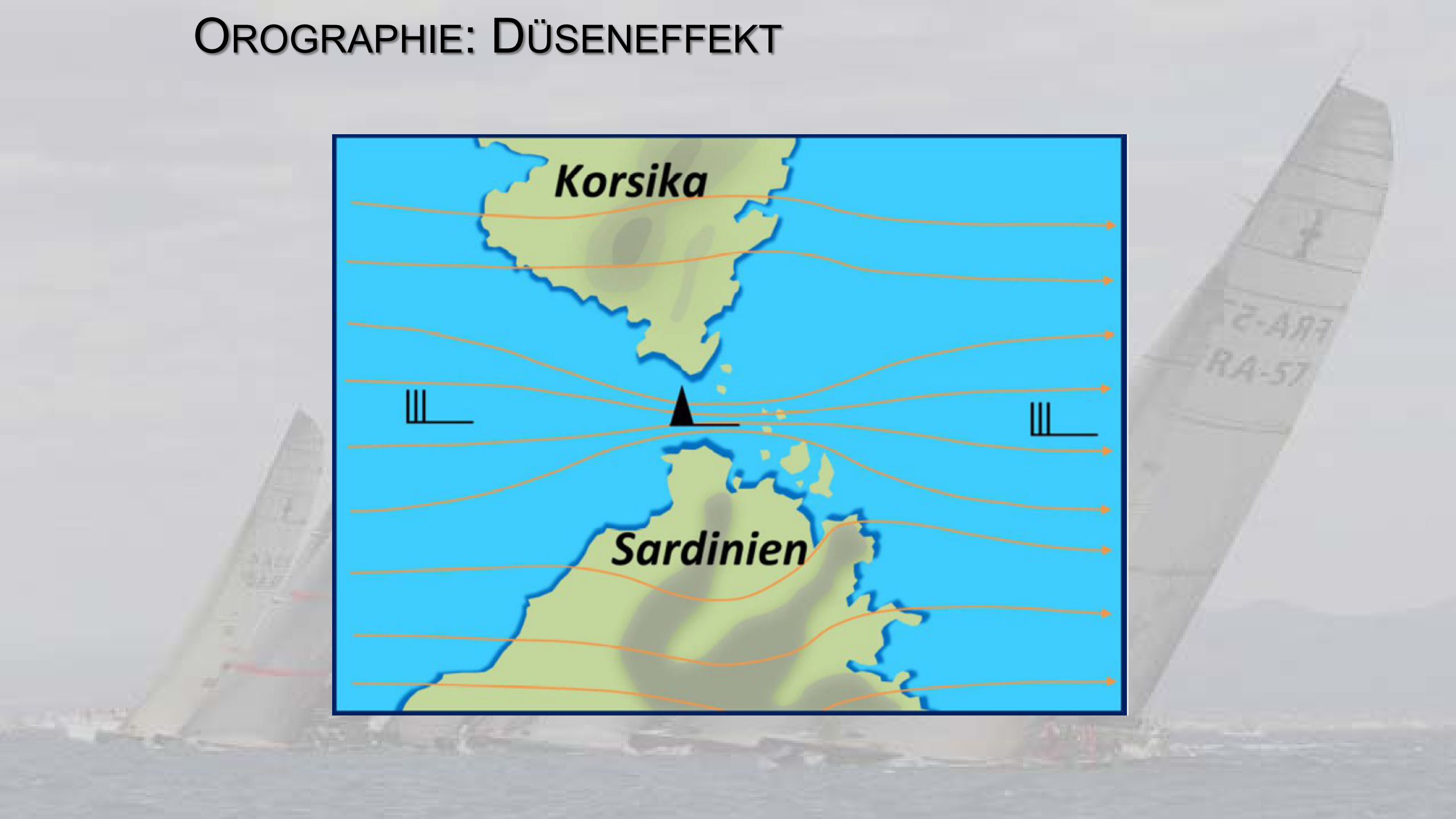
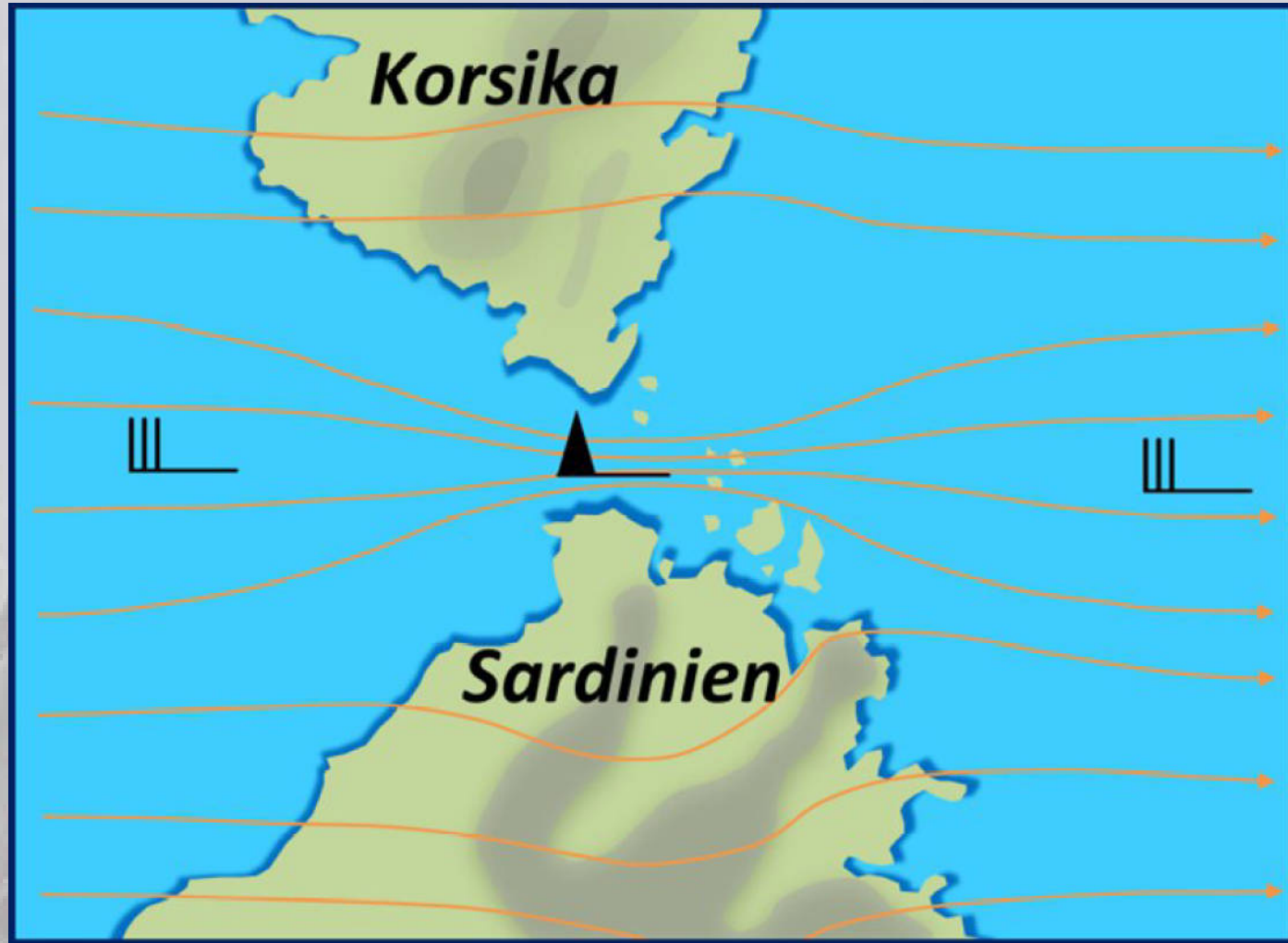
Grund: Der küstenparallele, nicht-reibungsreduzierte (geostrophische) Wind wird durch Reibung über Land bzw. See unterschiedlich reduziert und erfährt durch die entsprechend unterschiedliche Corioliskraft eine Richtungsänderung

Hoch über Land, Tief über See Tief über Land, Hoch über See

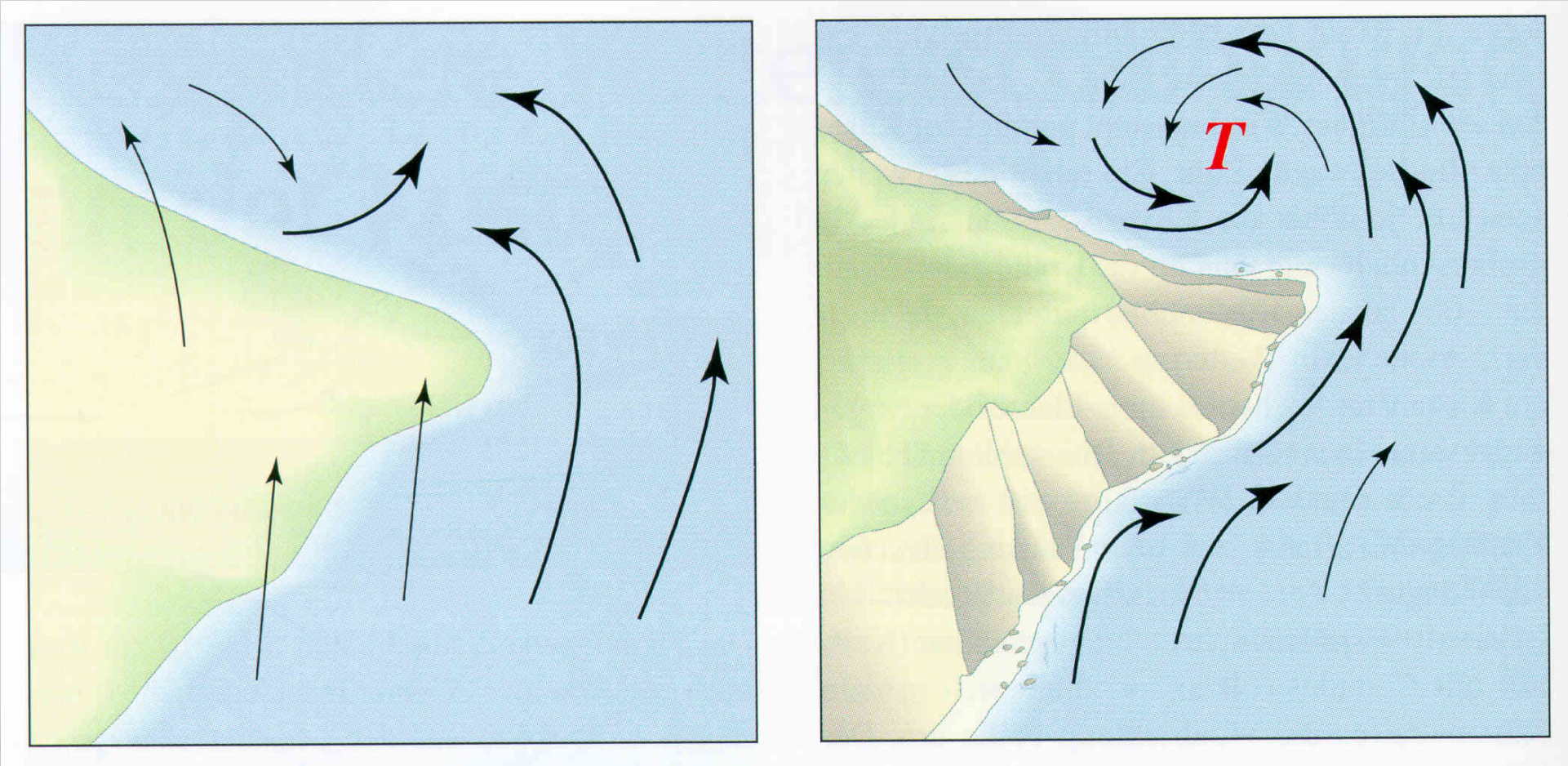
**Durch Küstenkonvergenz
schwächerer Wind
im unmittelbaren Küstenbereich**

**Durch Küstendivergenz
stärkerer Wind
im unmittelbaren Küstenbereich**

OROGRAPHIE: DÜSENEFFEKT



KÜSTEN- / KAP-EFFEKTE MIT VERWIRBELUNG

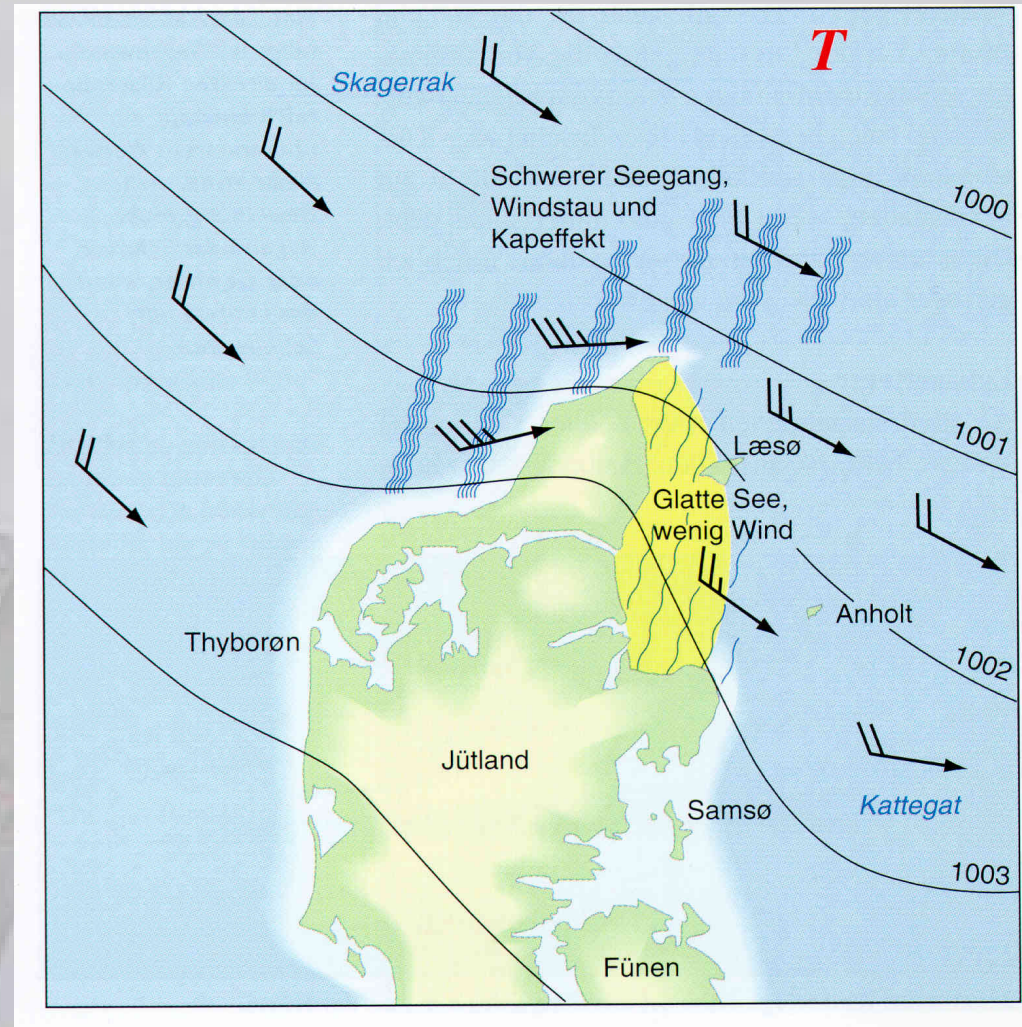


Flache Küste

Winde in Lee einer Huk

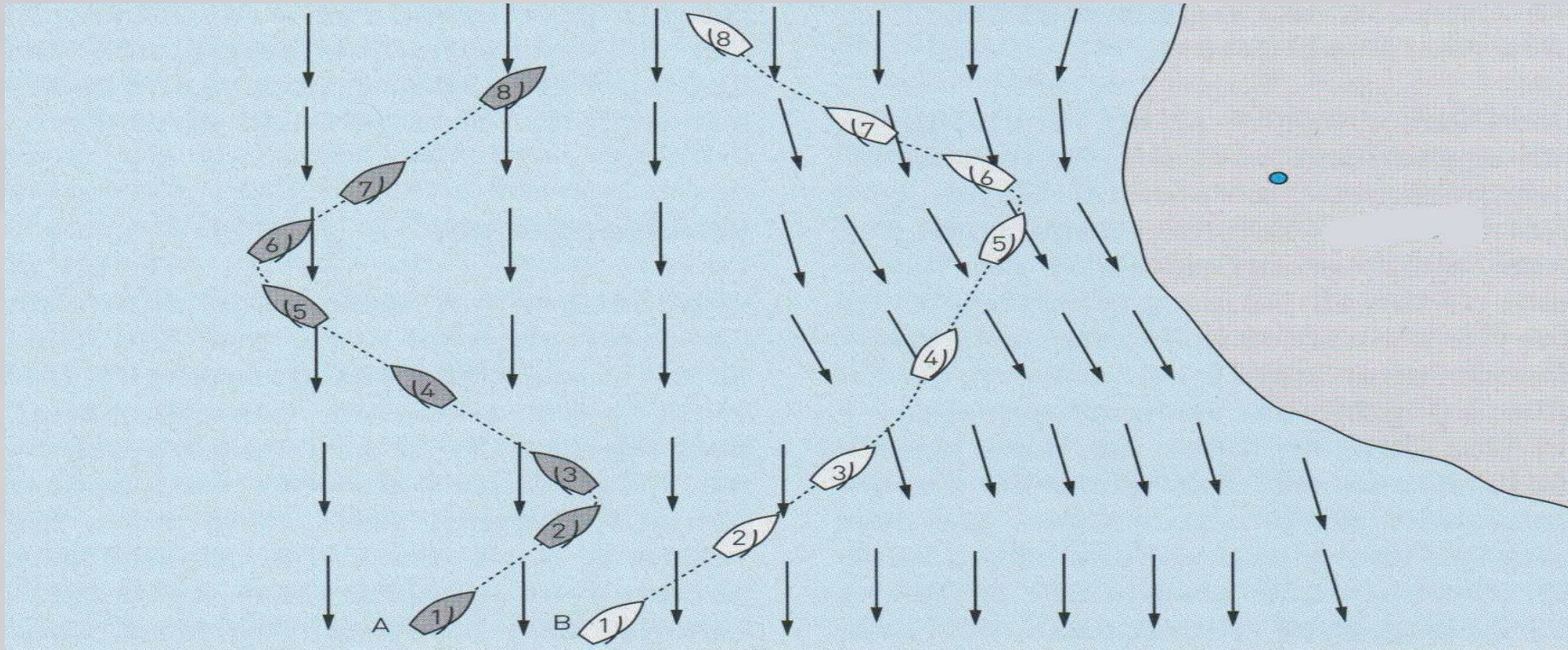
Steilküste

KÜSTEN- / KAP-EFFEKTE MIT KÜSTENFÜHRUNG



Einfluss der Nordspitze Jütlands auf Winfeld und Seegang

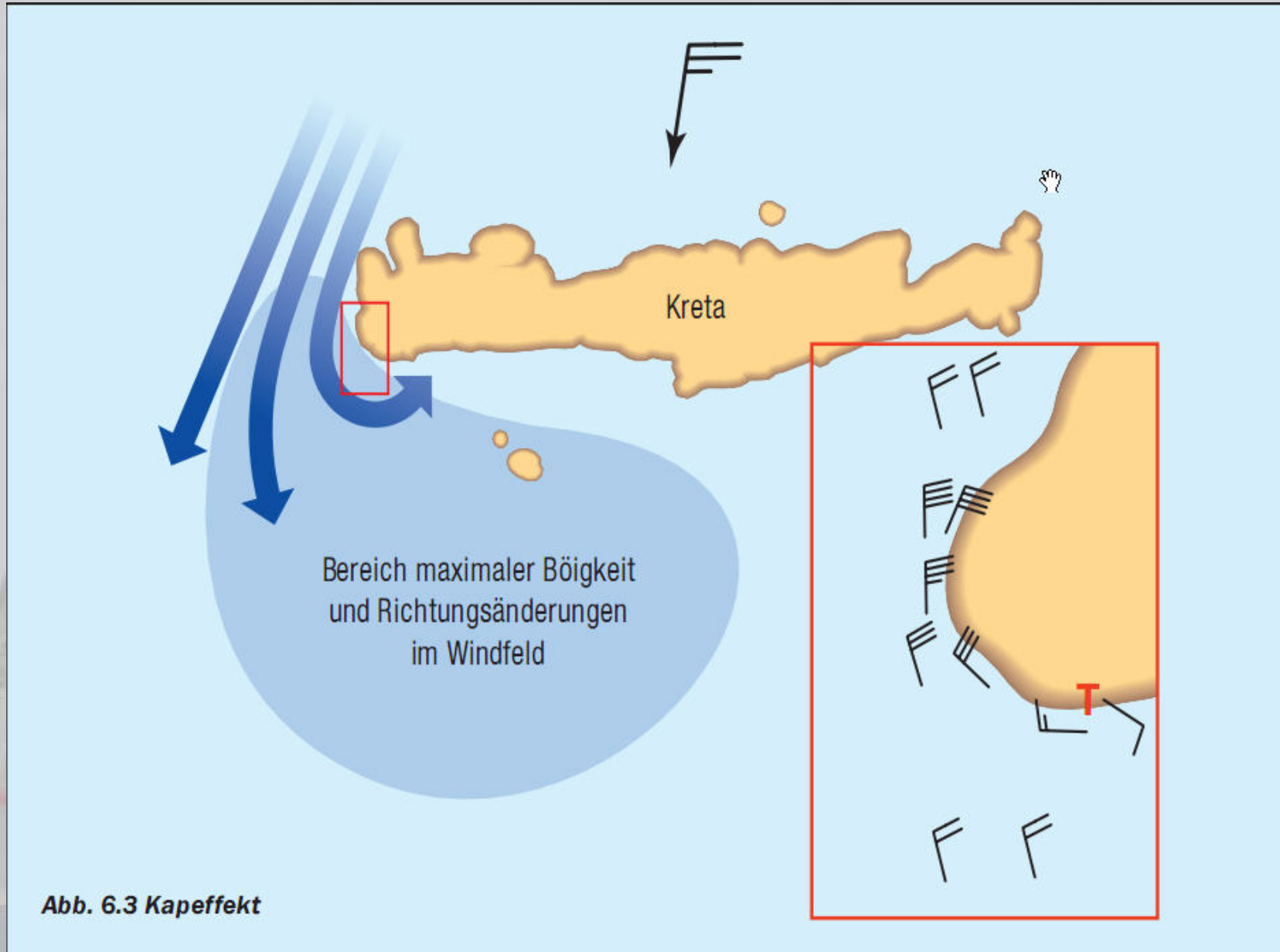
KÜSTEN- / KAP-EFFEKTE MIT KÜSTENFÜHRUNG



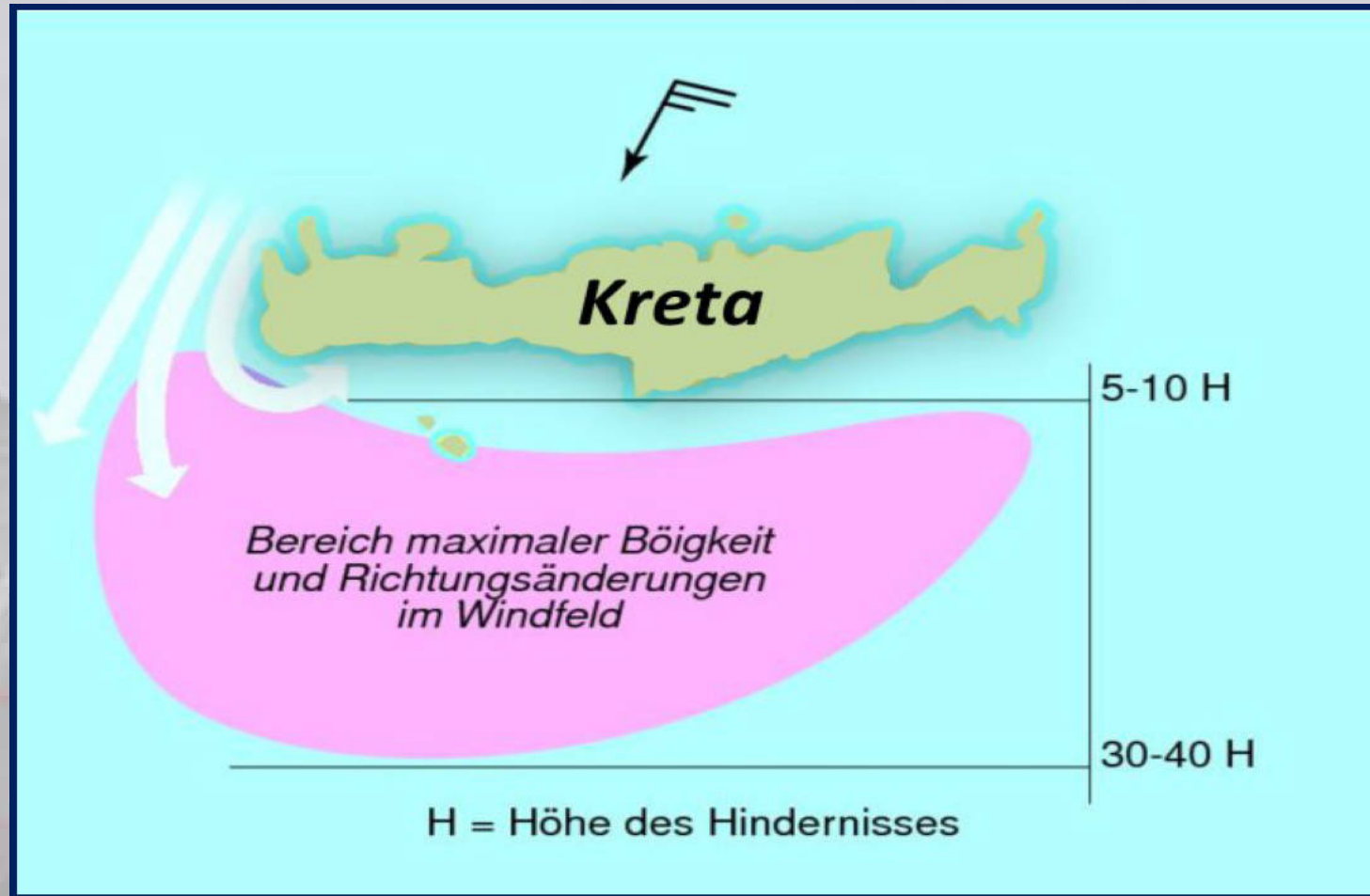
A (grau) verbleibt im ungestörten Windfeld.

B (weiss) steuert auf das Zentrum der Windführung zu und profitiert von dem durch Küstenführung raumenden und beschleunigten Wind

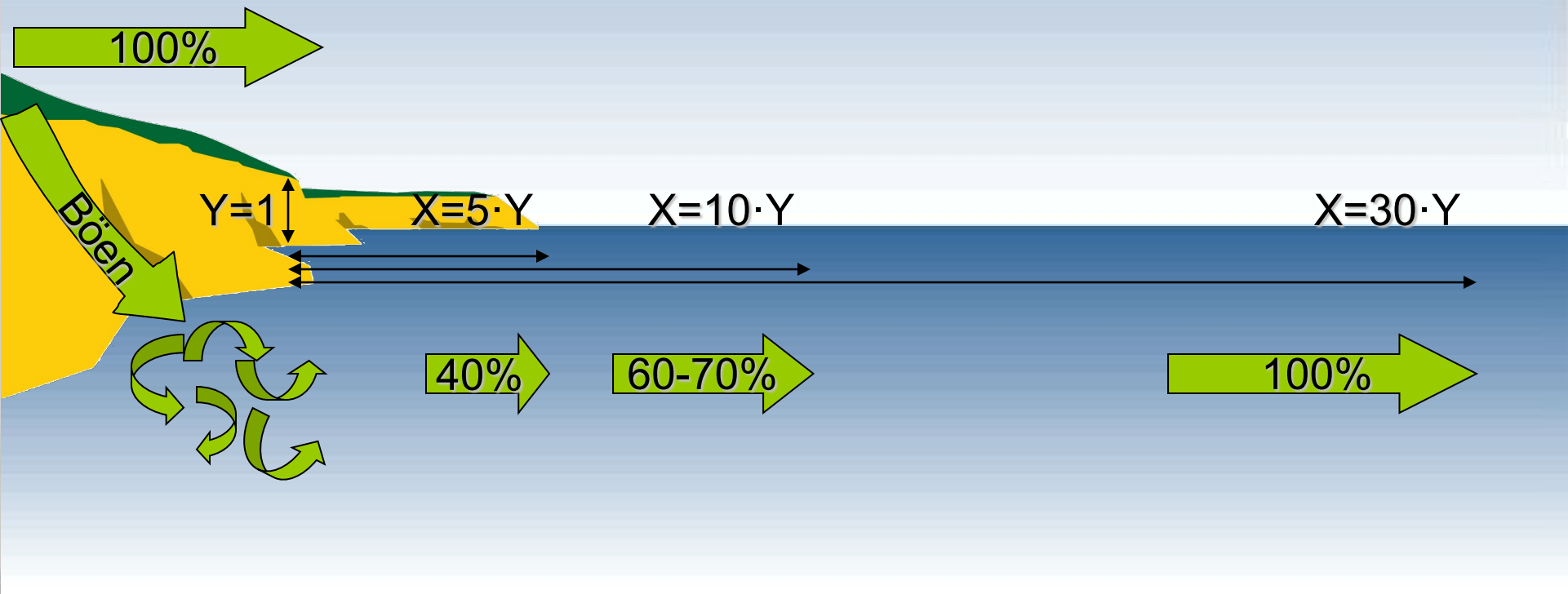
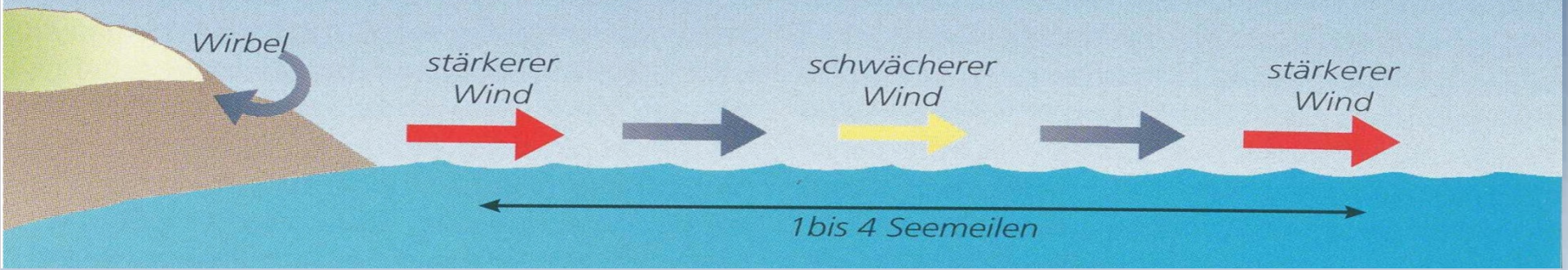
OROGRAPHIE: TURBULENTE UMSTRÖMUNG VON INSELN



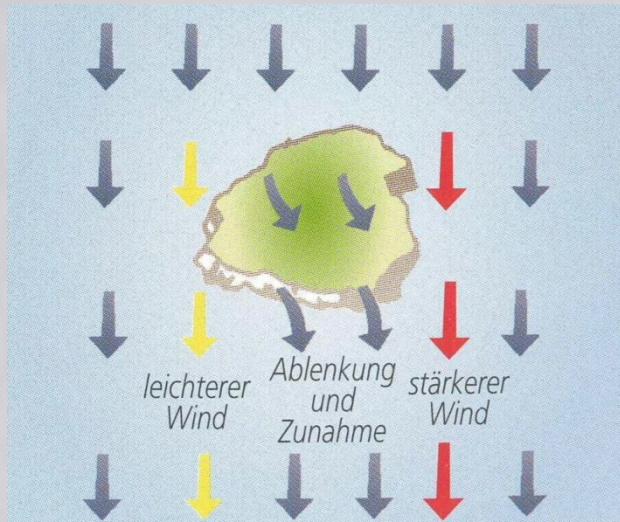
OROGRAPHIE: TURBULENTE UMSTRÖMUNG VON INSELN



Abdeckung

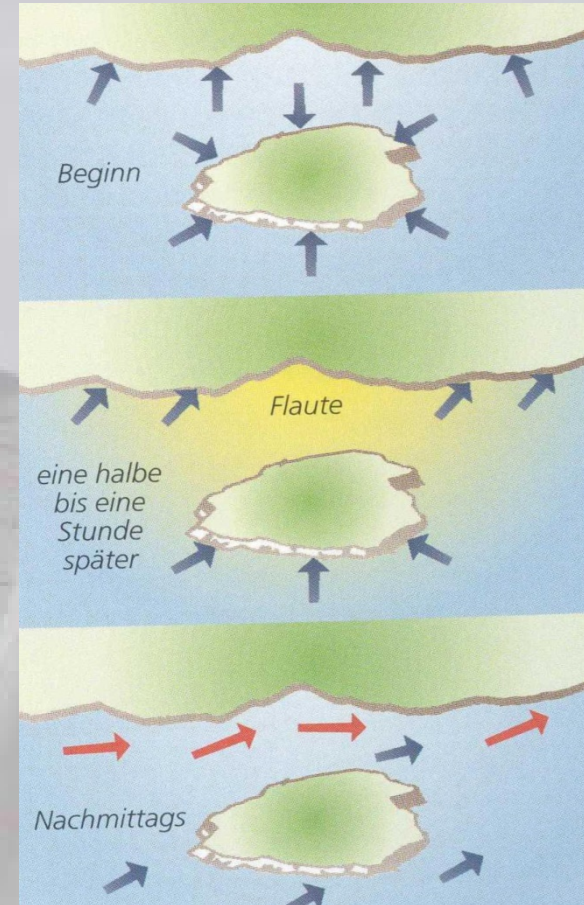


ÜBERSTRÖMUNG KLEINERER INSELN



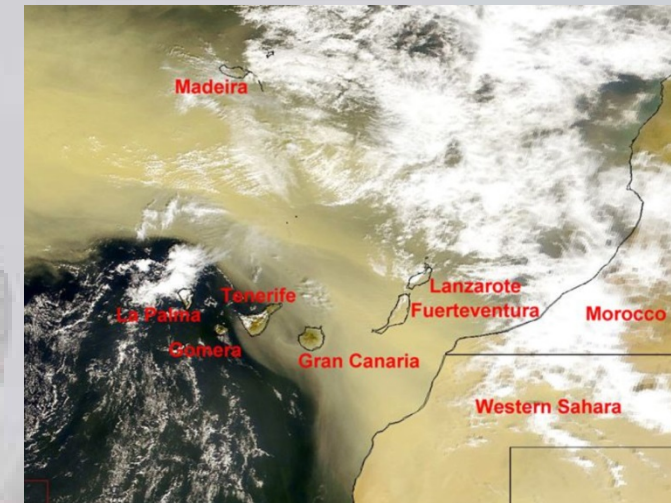
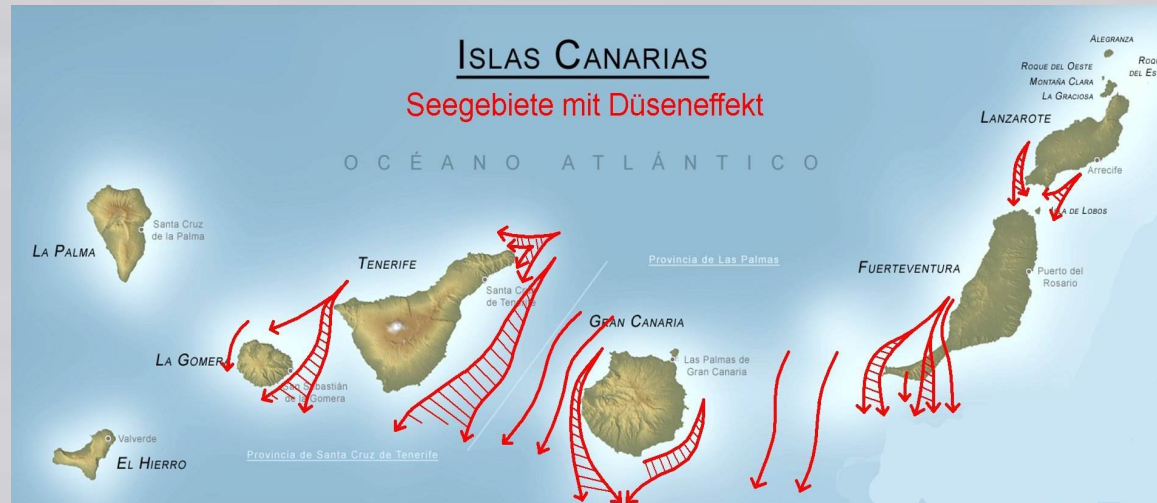
Wegen höherer Reibung der Insel
Ablenkung auf der Insel nach links

Beispiel oben:
Ostküste: Konvergenz und Windzunahme
Westküste: Divergenz und Windabnahme



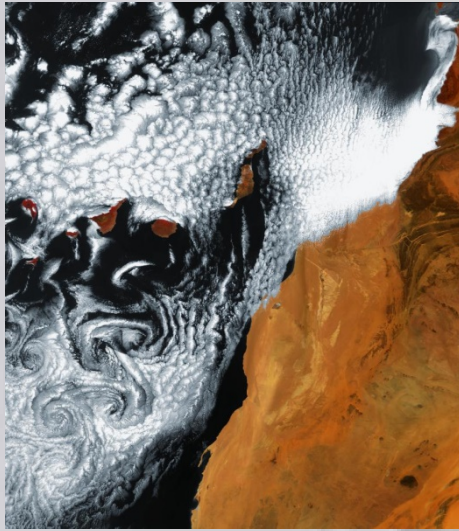
Land und Insel bilden jeweils eigene
Seewindzirkulationen aus und führen
zu Flaute im Kanal. Wenn der Seewind
des Festlandes stark genug ist, kann
er den Seewind der Insel überlagern

ÜBERSTRÖMUNG KANARISCHE INSELN

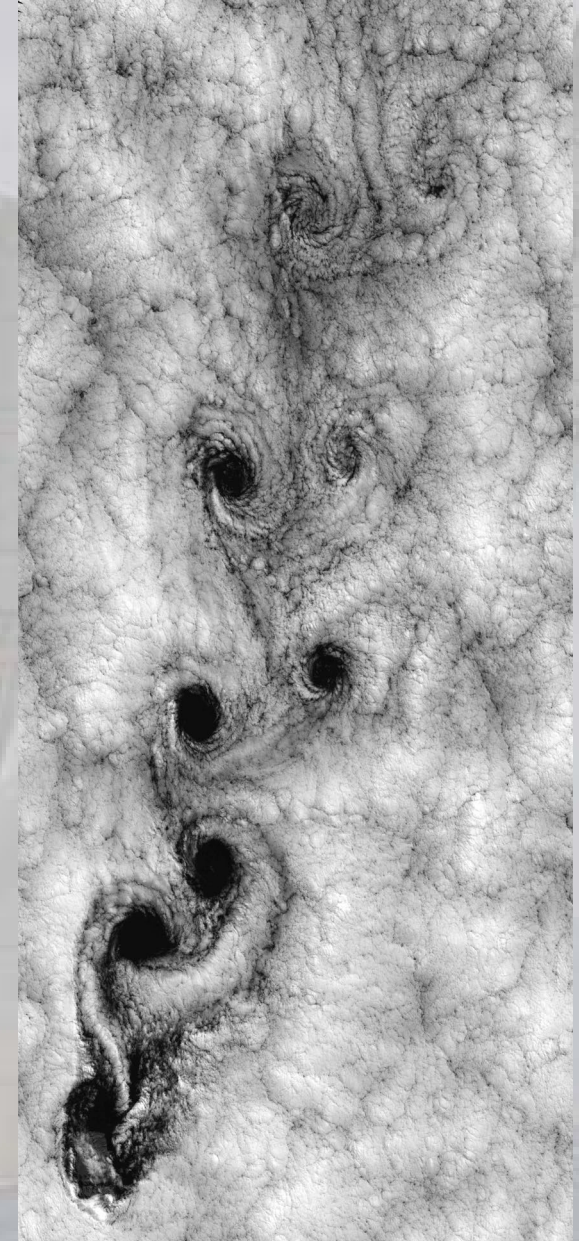
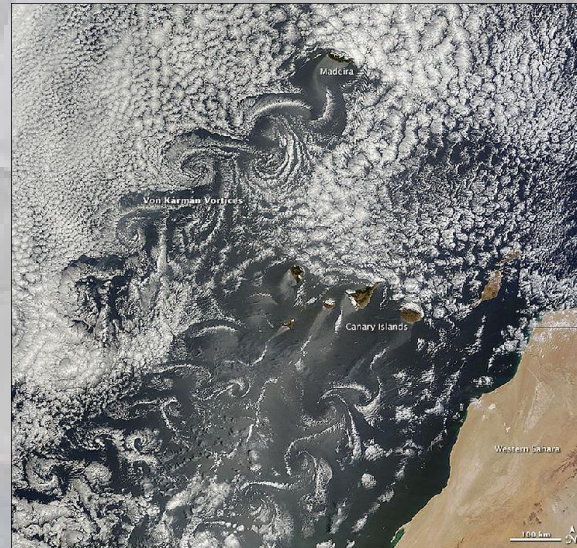
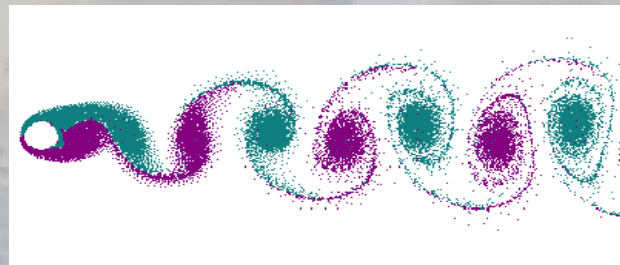


Passat NE	ganzjährig	feucht-warm	Luv- / Lee-Effekte
Calima E	Sommer	trocken-heiss	Saharastaub
S – W	Winter	Tiefausläufer, Sturm	
Kaltluft N	Winter	eher selten	

ÜBERSTRÖMUNG KANARISCHE INSELN



Bei der Überströmung der Kanaren kommt es häufiger zur Ausbildung von Kalmán-Wirbeln / -Wirbelstrassen



OROGRAPHISCHE WINDE: BERG- / TALWINDE



Prozesse am Tage

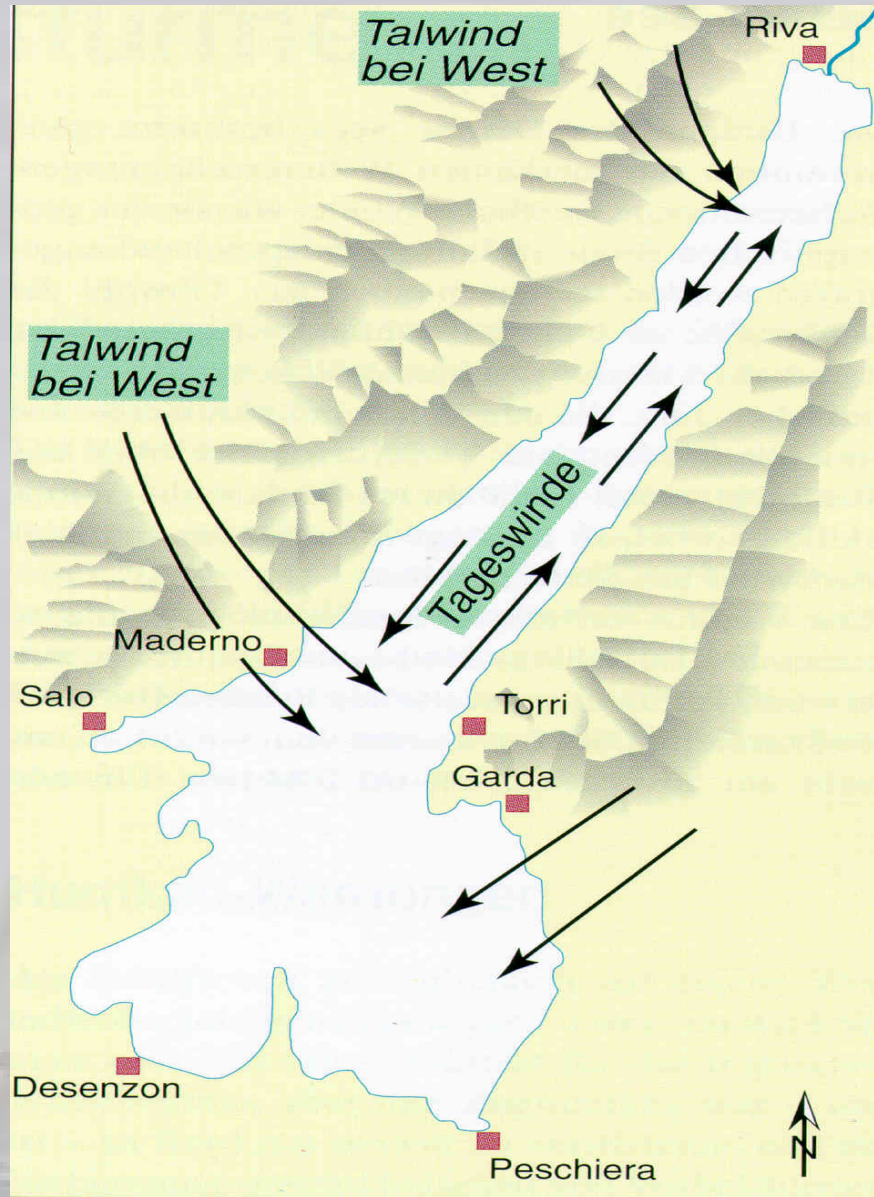
- Hangerwärmung durch Sonneneinstrahlung (Südhanglage wichtig)
- Thermikentwicklung
- Bergwind

Prozesse nachts

- Abkühlung durch nächtliche Ausstrahlung
- Absinken der kalten und schweren Luft
- Talwind



LOKALE WINDSYSTEME GARDASEE



- **Berg- und Talwind Gardasee**

- **Bergwind Ora Südwind
Mai-Sep 1200-SU um Bft.4**

- **Talwind Pelér Vento Nordwind
Jun-Sep 0100-1500 Bft.4-5**



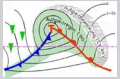
DSV NAUTISCHER ABEND REGATTAWETTER

Bernd Richter, Deutscher Wetterdienst

bernd.richter@web.de <https://www.vorticity.de>



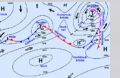
➤ Grundgrößen (Auswahl)



➤ Idealzyklone (Auswahl)



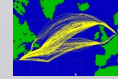
➤ Wolken



➤ Kleinräumige Prozesse



➤ Grosswetterlagen



➤ Törnplanung



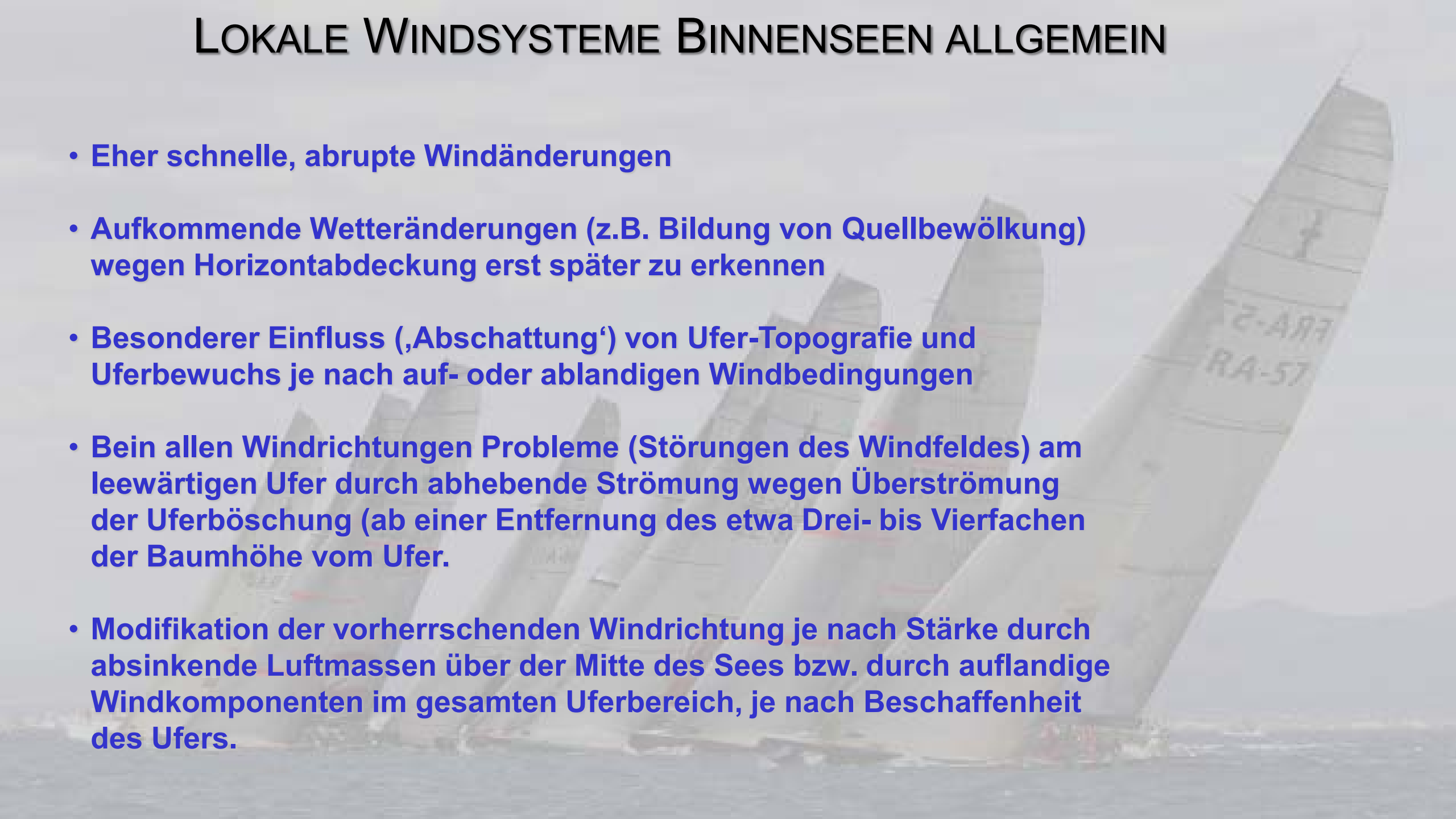
➤ Wetter im Internet



Nichts ist praktischer als eine gute Theorie. Immanuel Kant

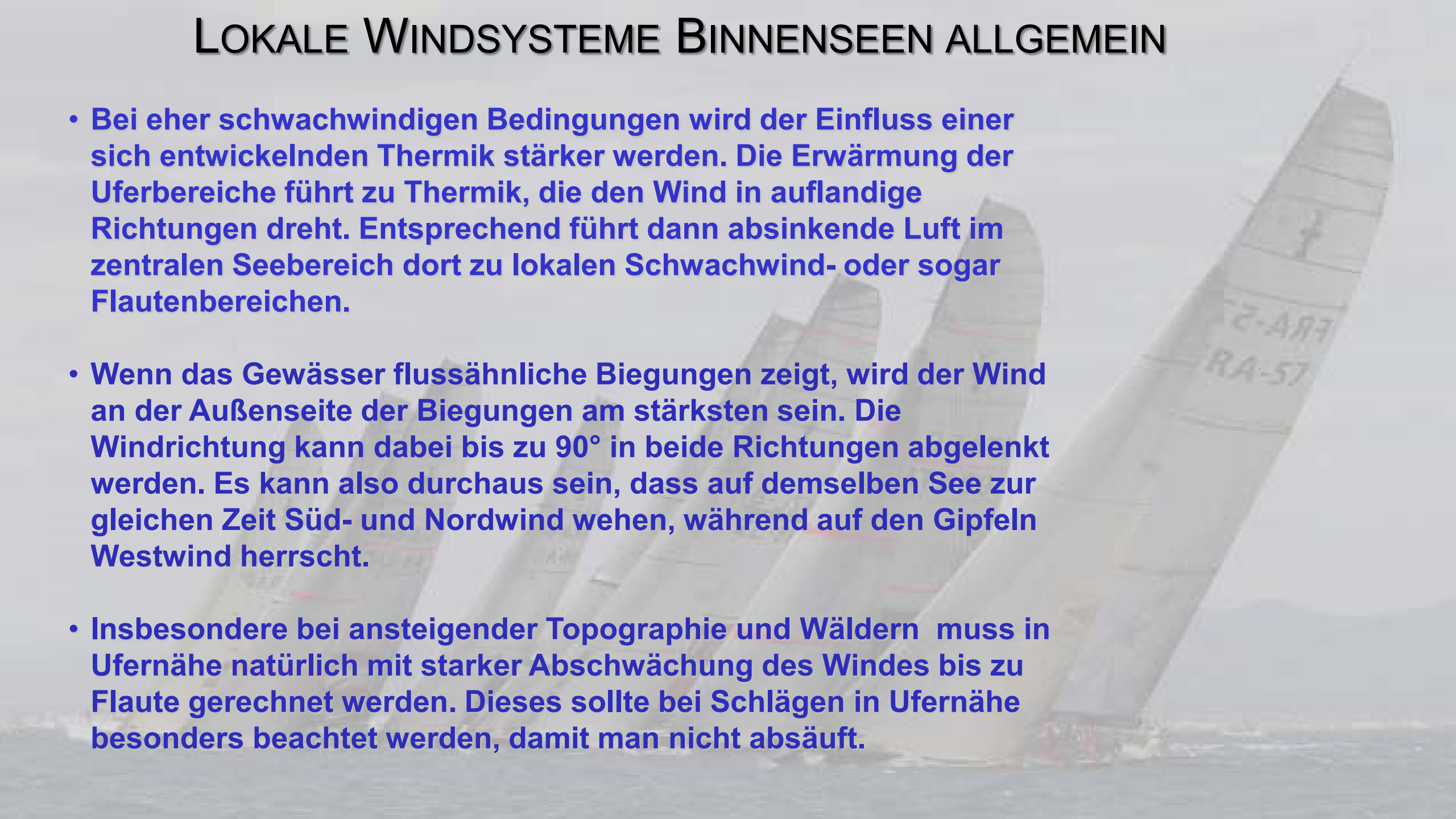
LOKALE WINDSYSTEME BINNENSEEN ALLGEMEIN

- Eher schnelle, abrupte Windänderungen
- Aufkommende Wetteränderungen (z.B. Bildung von Quellbewölkung) wegen Horizontabdeckung erst später zu erkennen
- Besonderer Einfluss („Abschattung“) von Ufer-Topografie und Uferbewuchs je nach auf- oder ablandigen Windbedingungen
- Bei allen Windrichtungen Probleme (Störungen des Windfeldes) am leewärtigen Ufer durch abhebende Strömung wegen Überströmung der Uferböschung (ab einer Entfernung des etwa Drei- bis Vierfachen der Baumhöhe vom Ufer).
- Modifikation der vorherrschenden Windrichtung je nach Stärke durch absinkende Luftmassen über der Mitte des Sees bzw. durch auflandige Windkomponenten im gesamten Uferbereich, je nach Beschaffenheit des Ufers.

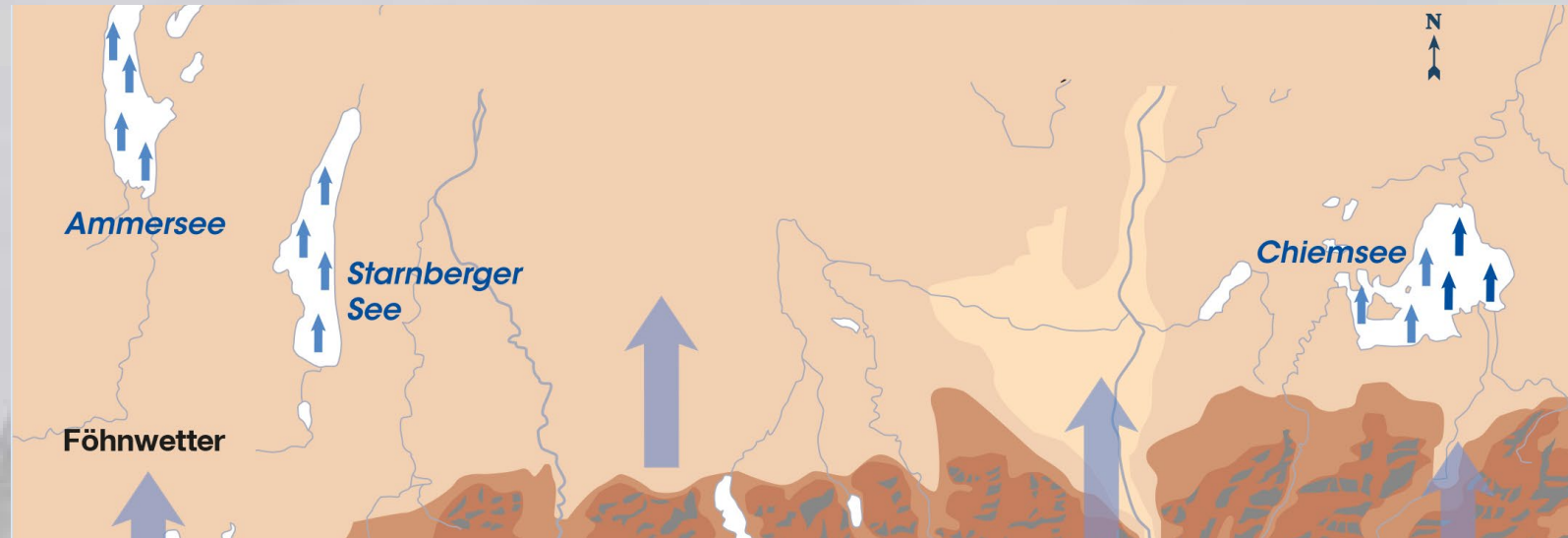


LOKALE WINDSYSTEME BINNENSEEN ALLGEMEIN

- Bei eher schwachwindigen Bedingungen wird der Einfluss einer sich entwickelnden Thermik stärker werden. Die Erwärmung der Uferbereiche führt zu Thermik, die den Wind in auflandige Richtungen dreht. Entsprechend führt dann absinkende Luft im zentralen Seebereich dort zu lokalen Schwachwind- oder sogar Flautebereichen.
- Wenn das Gewässer flussähnliche Biegungen zeigt, wird der Wind an der Außenseite der Biegungen am stärksten sein. Die Windrichtung kann dabei bis zu 90° in beide Richtungen abgelenkt werden. Es kann also durchaus sein, dass auf demselben See zur gleichen Zeit Süd- und Nordwind wehen, während auf den Gipfeln Westwind herrscht.
- Insbesondere bei ansteigender Topographie und Wäldern muss in Ufernähe natürlich mit starker Abschwächung des Windes bis zu Flaute gerechnet werden. Dieses sollte bei Schlägen in Ufernähe besonders beachtet werden, damit man nicht absäuft.



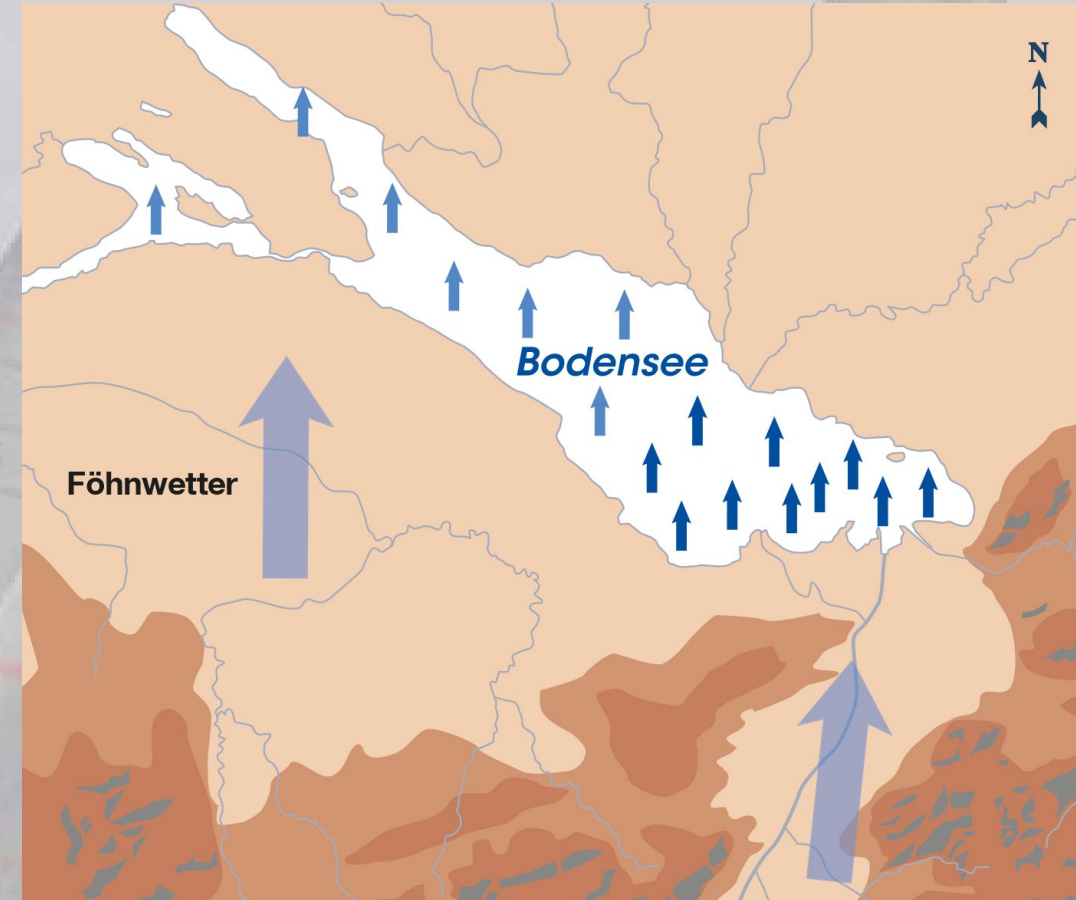
REVIERBEISPIEL WINDSYSTEM BAYERISCHE SEEN



- Besonders markante Föhneffekte, die aber für eher gute Segelbedingungen sorgen. Ein bisschen kann das Alpenvorland natürlich in die Abdeckung der Alpen geraten, weil sich der Föhn nicht bis in Bodennähe durchsetzt.

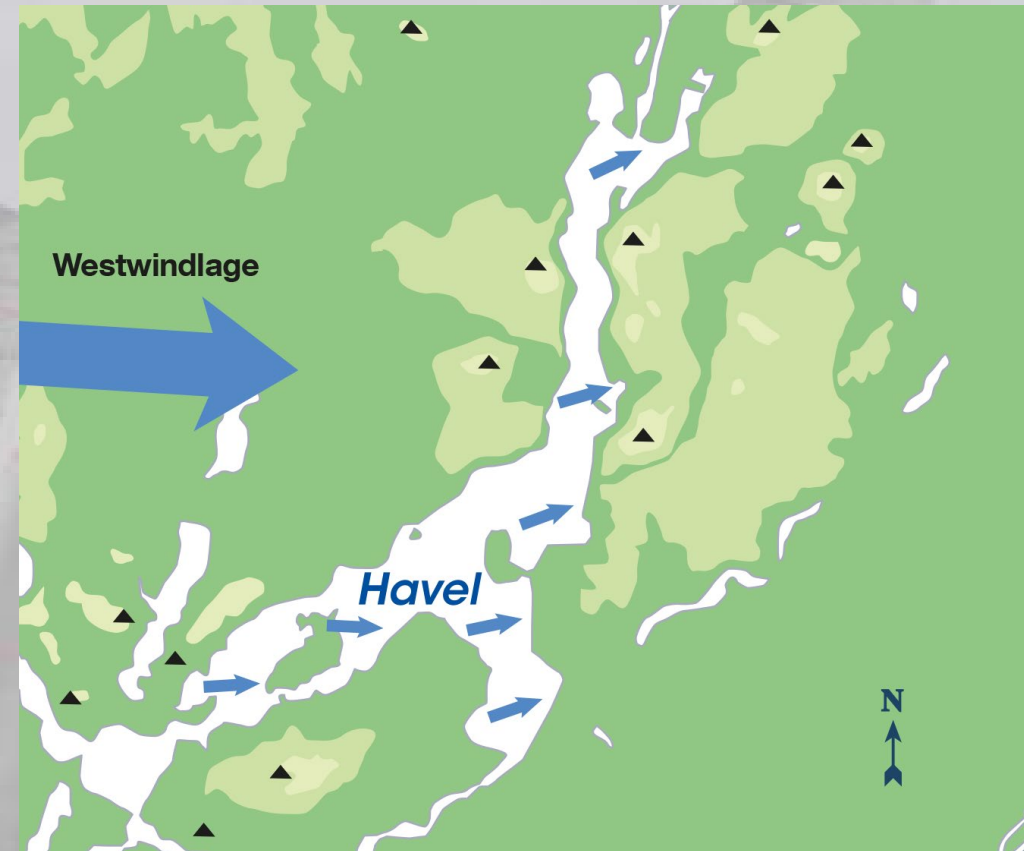
REVIERBEISPIEL WINDSYSTEM BODENSEE

- Es gelten ähnliche Bedingungen wie für das allgemeine Alpenvorland, wobei folgende besondere Windsituationen noch beachtet werden sollten:
 - Föhn (südliche Winde)
 - Biese (NE-liche Anströmung)
 - Kleinräumige Gewitterlagen
 - Durch die Alpen bedingte Turbulenz (Fallböen)
- Besonderes Warnsystem Schweiz – Deutschland



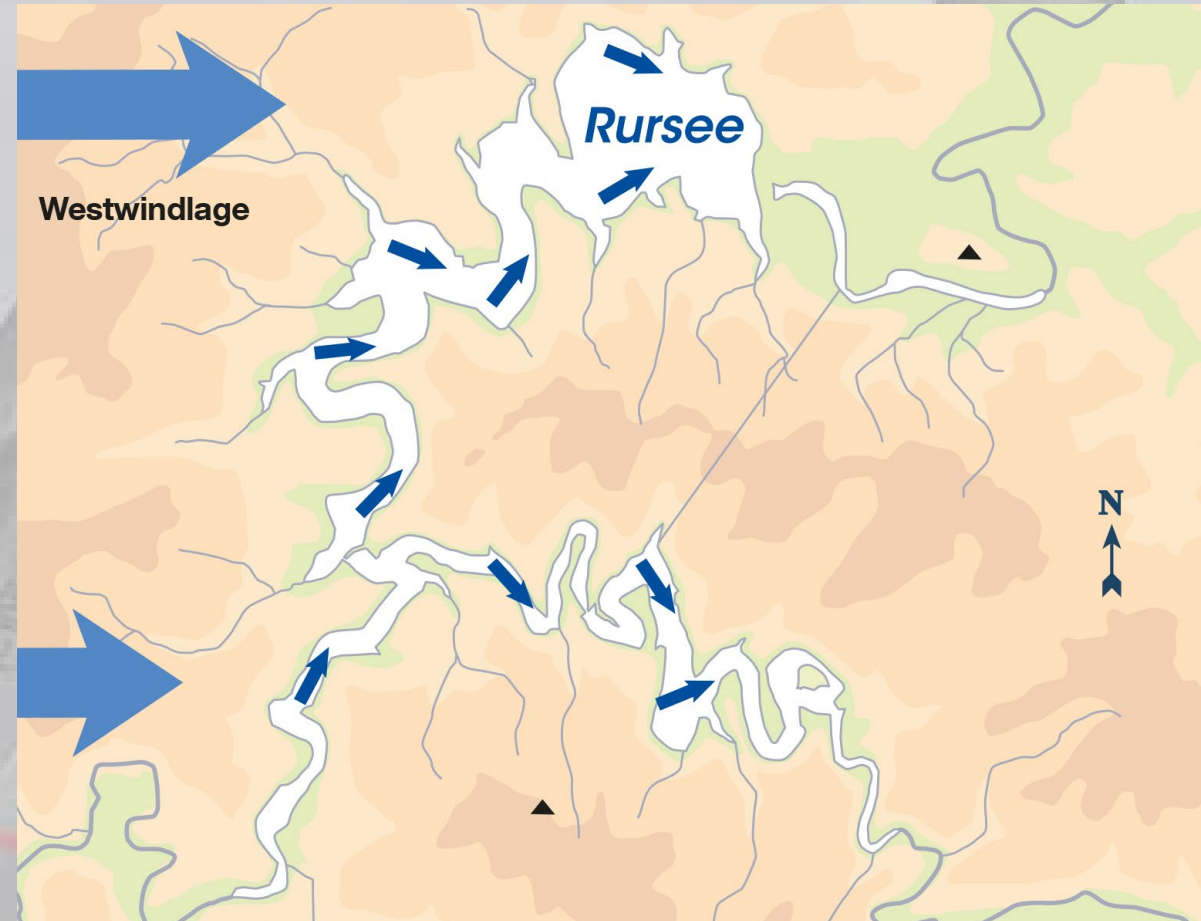
REVIERBEISPIEL WINDSYSTEM HAVEL

- Eher schnelle, abrupte Windänderungen
- Besondere Windsituationen
 - Westlage: zyklonal, stark windig/stürmisch
 - NE-Lage: eher antizyklonal
eher höhere Windstärken (supergeostrophisc),
aber problemlos segelbar



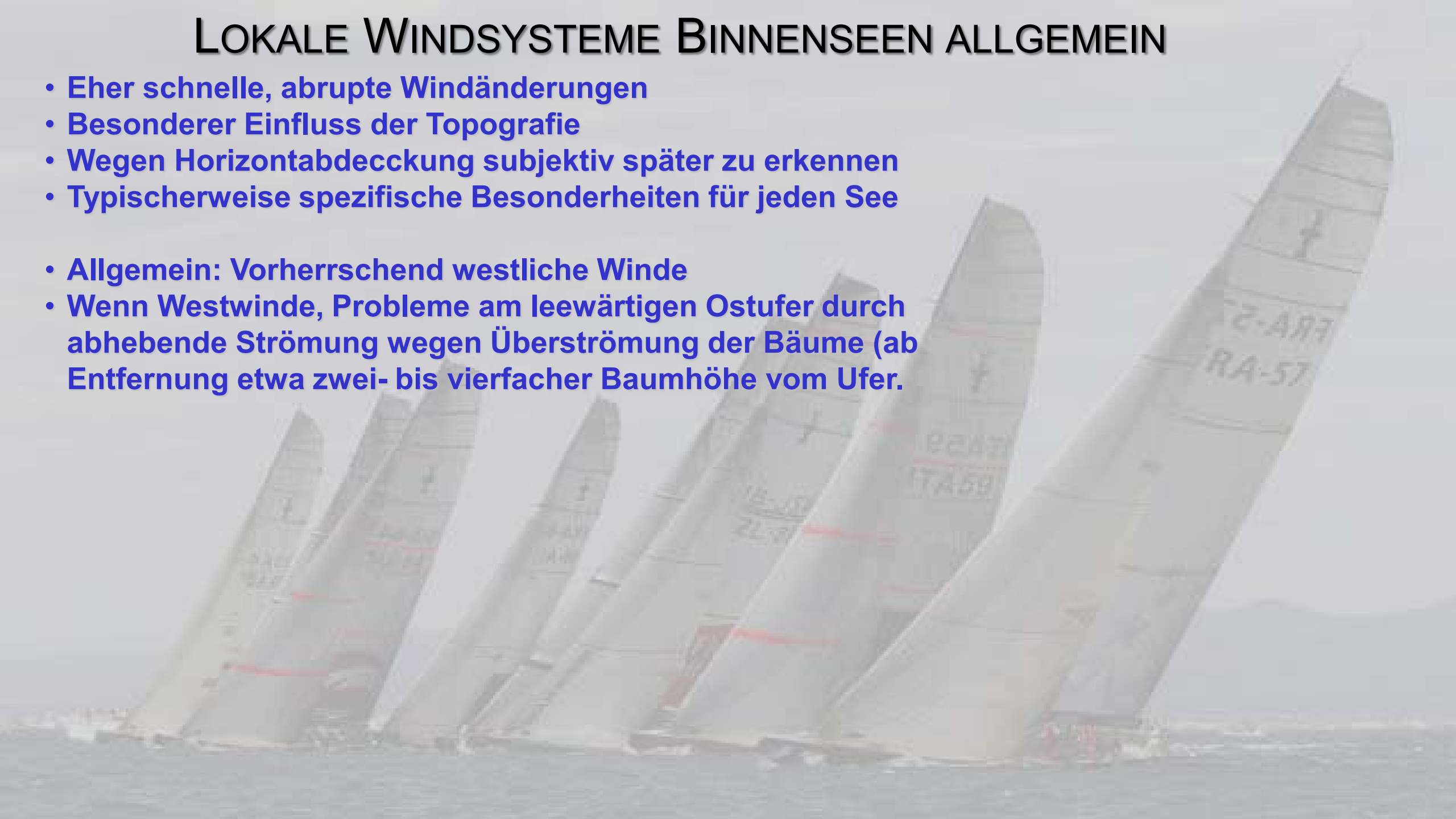
REVIERBEISPIEL WINDSYSTEM RURSEE

- Eher schnelle, abrupte Windänderungen
- Vorherrschend Westlagen
- Deutliche Effekte durch Geländeführung
- Markante Abschattung durch Gelände



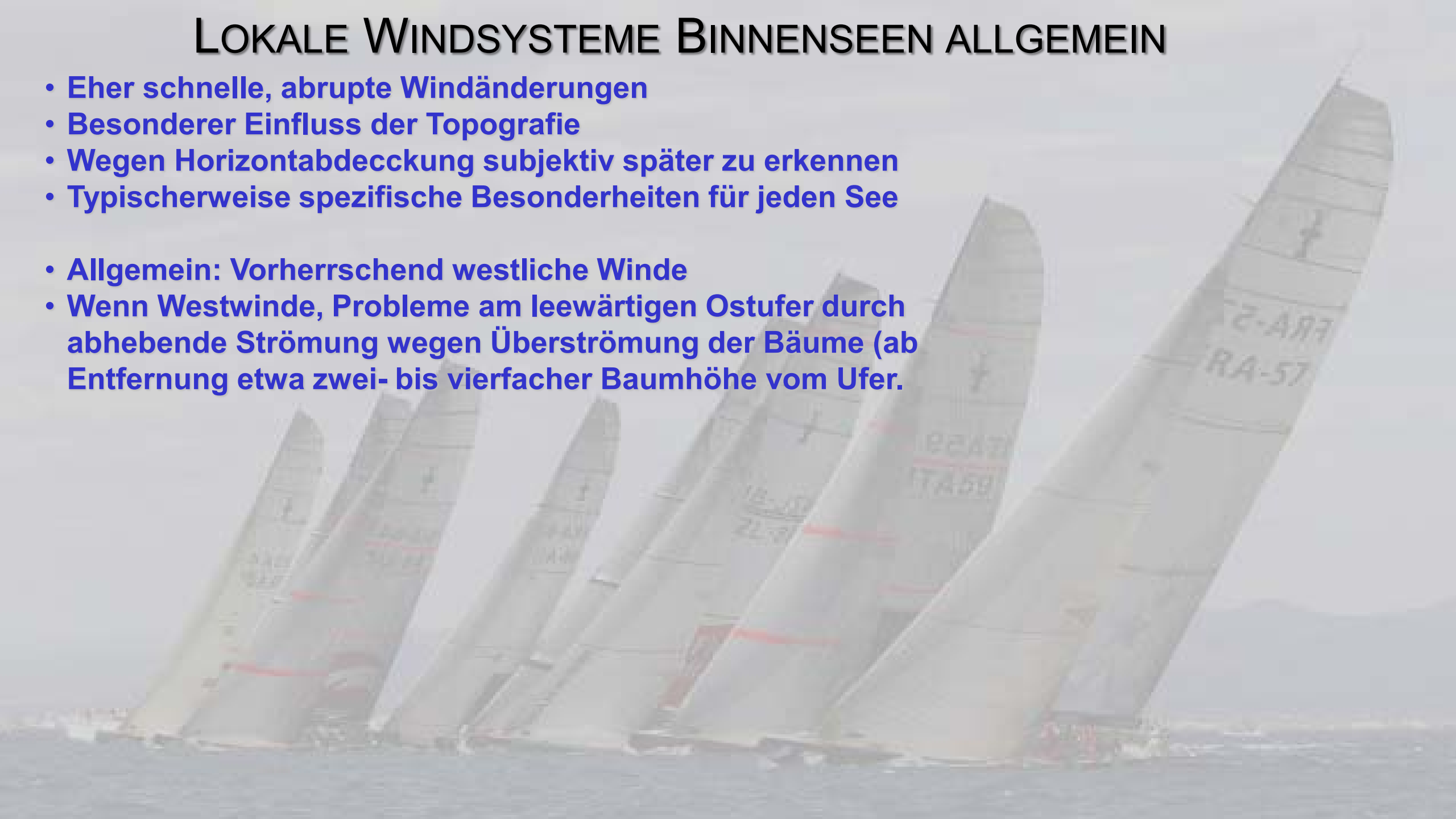
LOKALE WINDSYSTEME BINNENSEEN ALLGEMEIN

- Eher schnelle, abrupte Windänderungen
 - Besonderer Einfluss der Topografie
 - Wegen Horizontabdeckung subjektiv später zu erkennen
 - Typischerweise spezifische Besonderheiten für jeden See
-
- Allgemein: Vorherrschend westliche Winde
 - Wenn Westwinde, Probleme am leewärtigen Ostufer durch abhebende Strömung wegen Überströmung der Bäume (ab Entfernung etwa zwei- bis vierfacher Baumhöhe vom Ufer).



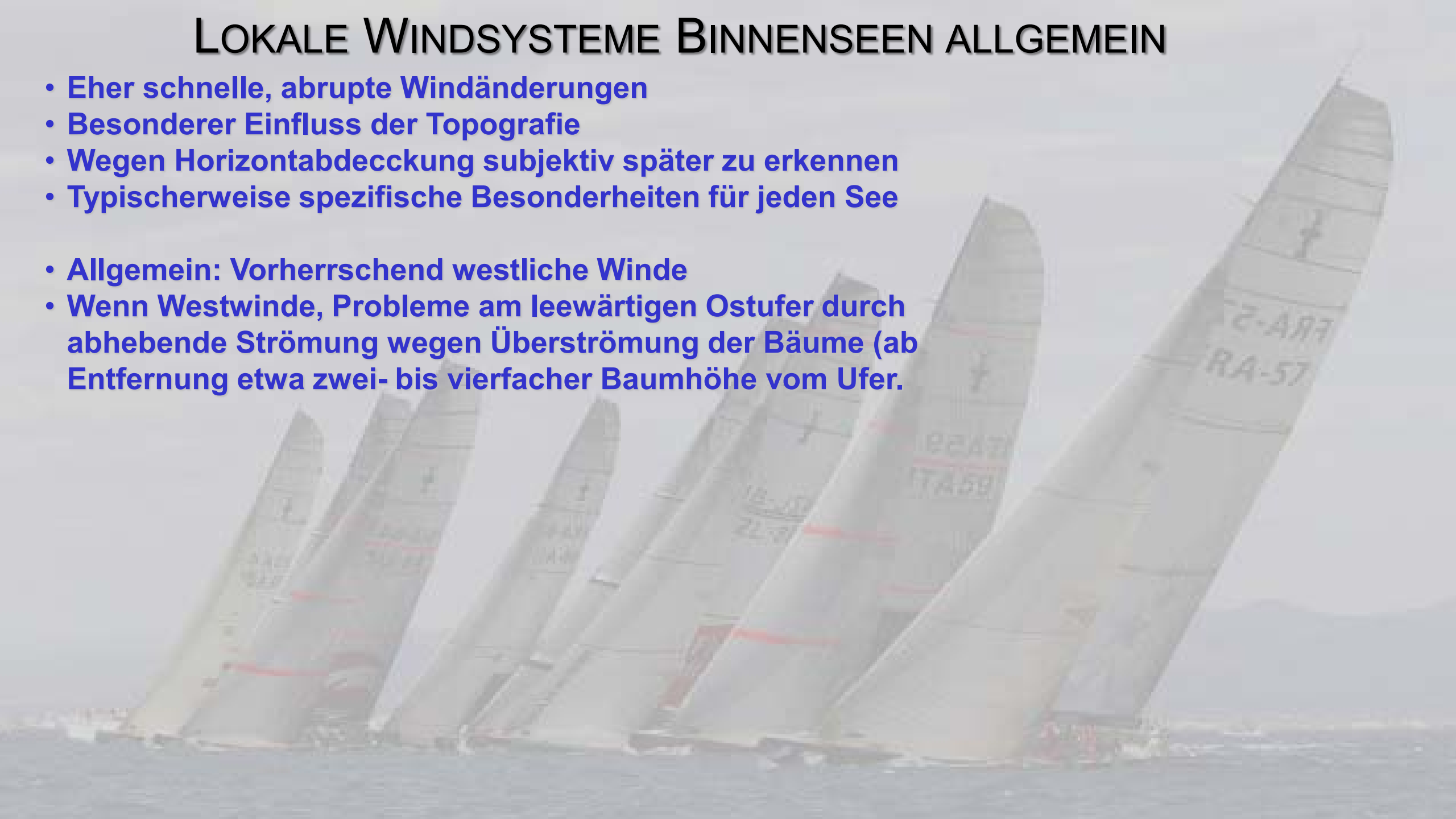
LOKALE WINDSYSTEME BINNENSEEEN ALLGEMEIN

- Eher schnelle, abrupte Windänderungen
 - Besonderer Einfluss der Topografie
 - Wegen Horizontabdeckung subjektiv später zu erkennen
 - Typischerweise spezifische Besonderheiten für jeden See
-
- Allgemein: Vorherrschend westliche Winde
 - Wenn Westwinde, Probleme am leewärtigen Ostufer durch abhebende Strömung wegen Überströmung der Bäume (ab Entfernung etwa zwei- bis vierfacher Baumhöhe vom Ufer).



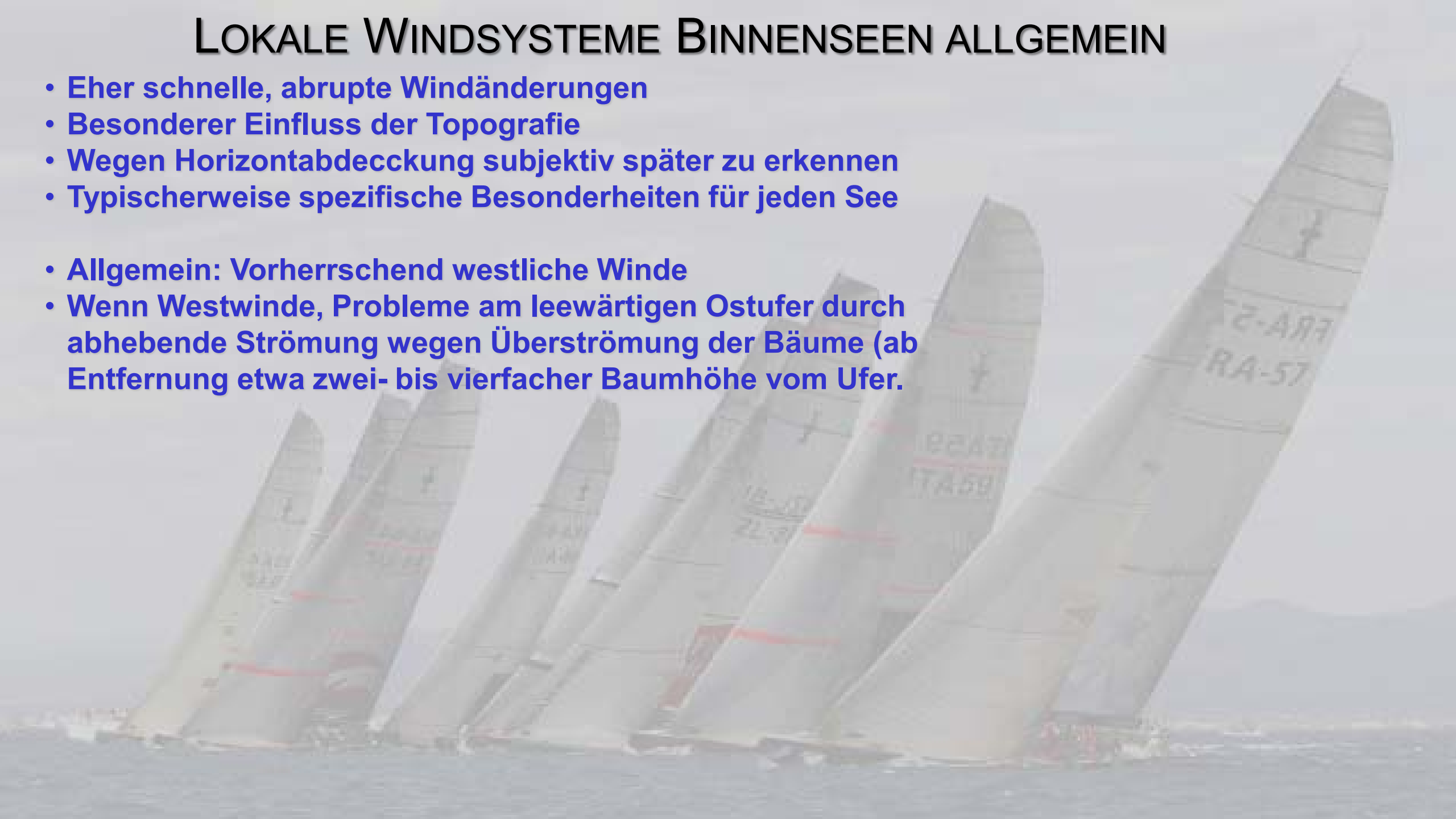
LOKALE WINDSYSTEME BINNENSEEEN ALLGEMEIN

- Eher schnelle, abrupte Windänderungen
 - Besonderer Einfluss der Topografie
 - Wegen Horizontabdeckung subjektiv später zu erkennen
 - Typischerweise spezifische Besonderheiten für jeden See
-
- Allgemein: Vorherrschend westliche Winde
 - Wenn Westwinde, Probleme am leewärtigen Ostufer durch abhebende Strömung wegen Überströmung der Bäume (ab Entfernung etwa zwei- bis vierfacher Baumhöhe vom Ufer).



LOKALE WINDSYSTEME BINNENSEEN ALLGEMEIN

- Eher schnelle, abrupte Windänderungen
 - Besonderer Einfluss der Topografie
 - Wegen Horizontabdeckung subjektiv später zu erkennen
 - Typischerweise spezifische Besonderheiten für jeden See
-
- Allgemein: Vorherrschend westliche Winde
 - Wenn Westwinde, Probleme am leewärtigen Ostufer durch abhebende Strömung wegen Überströmung der Bäume (ab Entfernung etwa zwei- bis vierfacher Baumhöhe vom Ufer).



METEOROLOGISCHE REGAGATTA CHECKLIST



- **Klimatologische Randbedingungen**
 - **Passat, Westwinddrift...**
- **Synoptischer Bewertung der Wetterlage**
 - **Grosswetterlage: Windrichtung, zyklonal / antizyklonal**
 - **Wenn Hoch: Supergeostrophischer Wind**
 - **Wenn Tief: Frontenlage, Winddreher, Böigkeit**
- **Land-/Seewind Entwicklung**
 - **Thermik, Düseneffekte, Kapeffekt**
 - **Stabilität, Böigkeit, Winddreher**

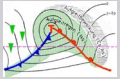
DSV NAUTISCHER ABEND REGATTAWETTER

Bernd Richter, Deutscher Wetterdienst

bernd.richter@web.de <https://www.vorticity.de>



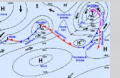
➤ Grundgrößen (Auswahl)



➤ Idealzyklone (Auswahl)



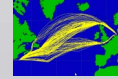
➤ Wolken



➤ Kleinräumige Prozesse



➤ Grosswetterlagen



➤ Törnplanung



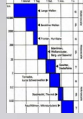
➤ Wetter im Internet



Nichts ist praktischer als eine gute Theorie. Immanuel Kant

GROSSWETTERLAGEN

Klassifikation durch



Raum-Zeit-Skala



Luftmassencharakteristik

Windrichtung
bzw.

N-
NE-

E-
SE-

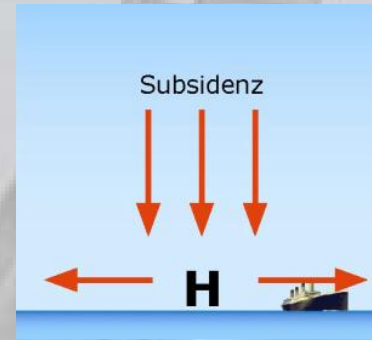
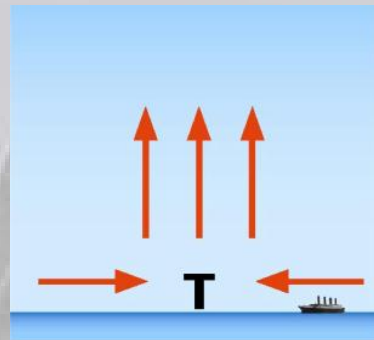
S-
SW-

W-
NW-

jeweils

zyklonal

antizyklonal



Boden - Konvergenz
Wolkenbildung
PROB-RR $\sim > 50\%$

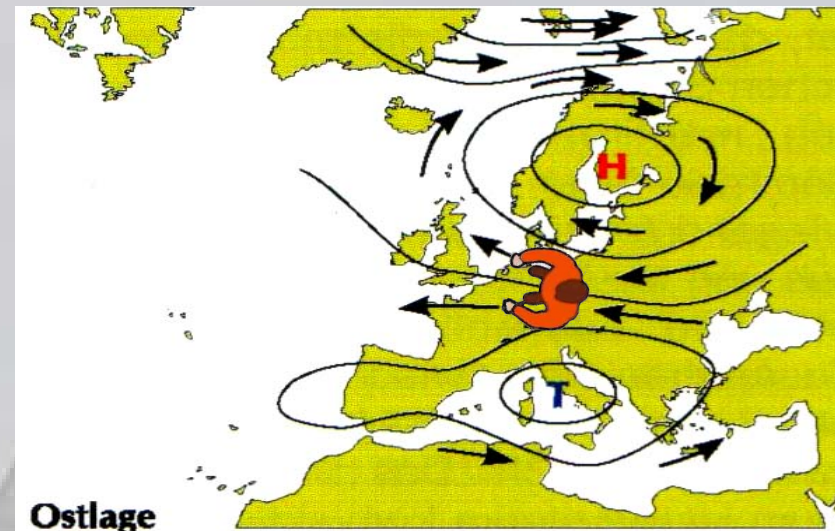
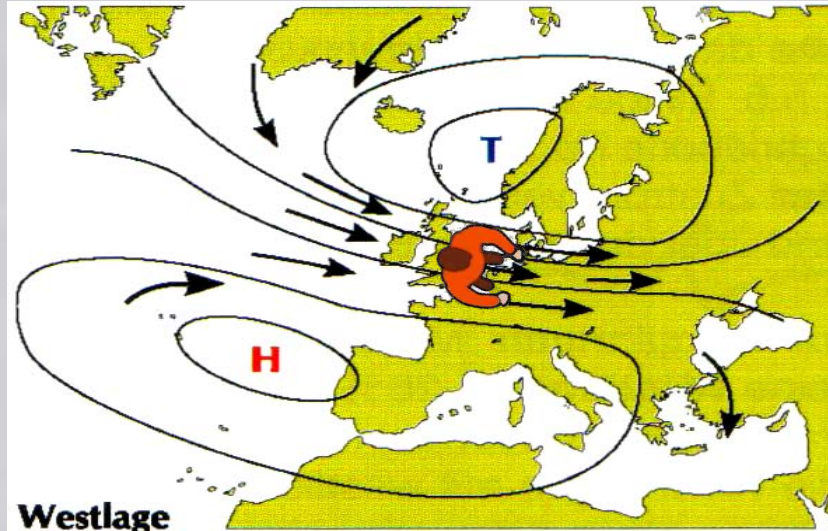
Boden - Divergenz
Wolkenauflösung
PROB-RR $\sim < 50\%$

sowie TME
TBI
HME
HNF

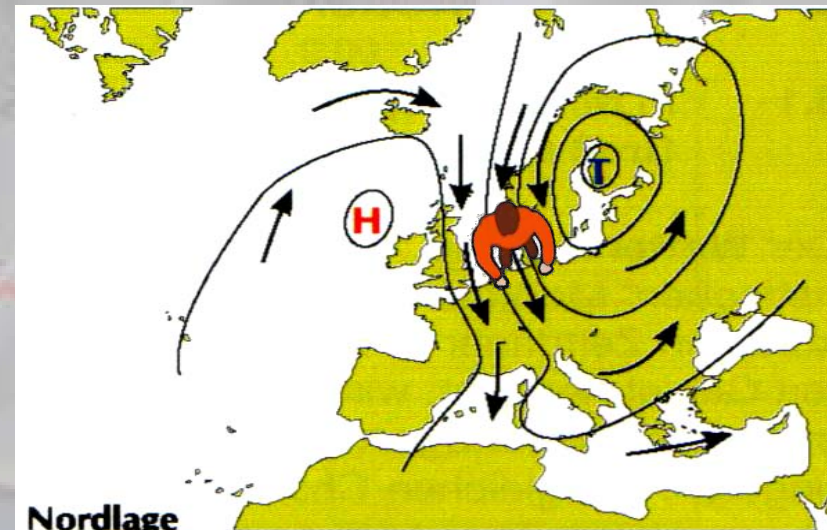
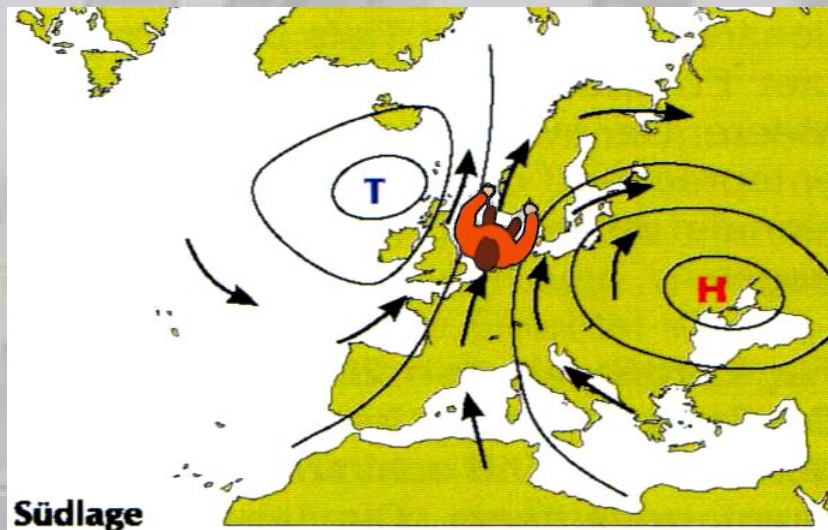
Tief
Tief
Hoch
Hoch

Mittel-Europa
Britische Inseln
Mittel-Europa
Nordmeer-Fennoskandien

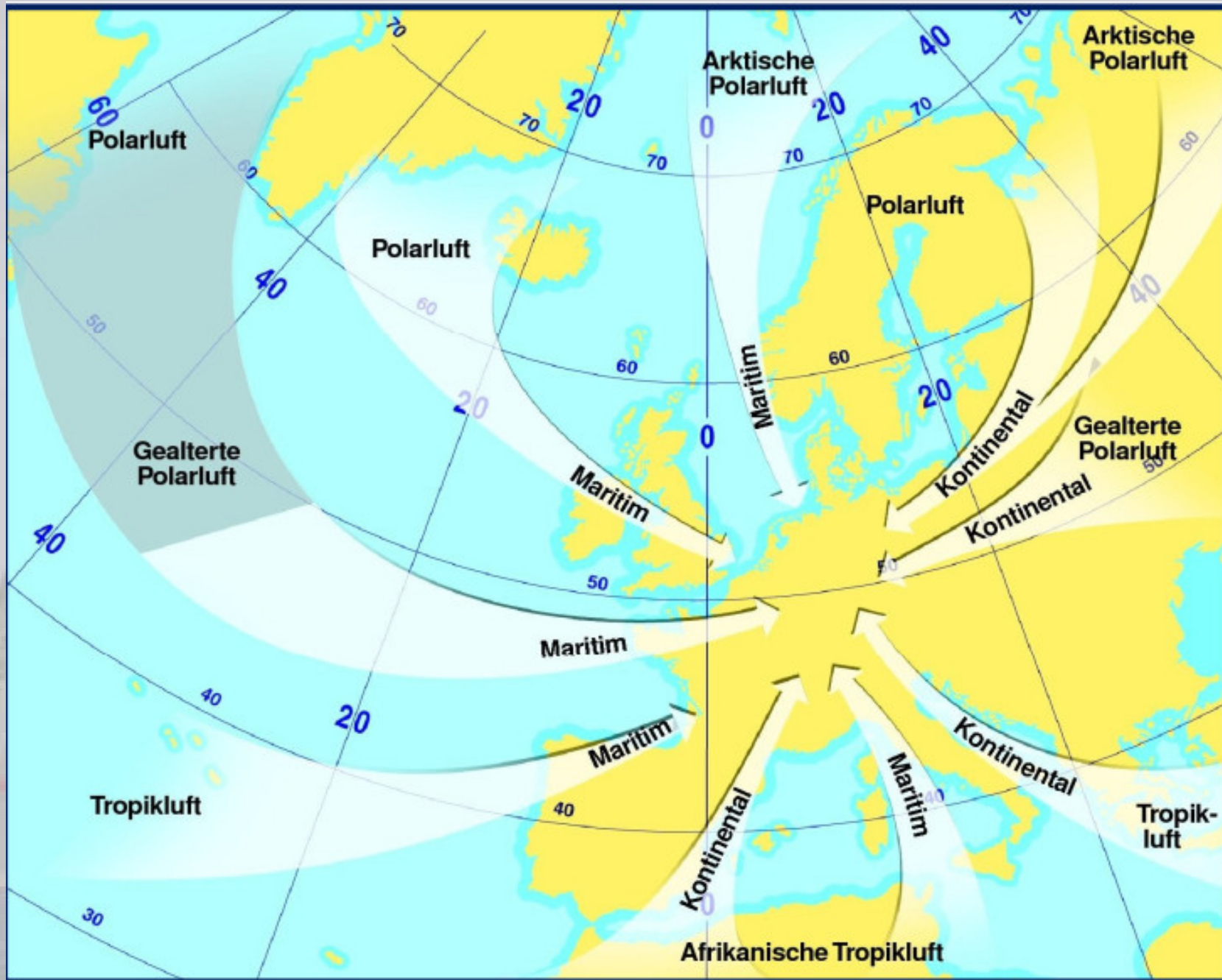
GROSSWETTERLAGEN (BARISCHES WINDGESETZ)



Wind in den Rücken - das Tief zur Linken, das Hoch zur Rechten

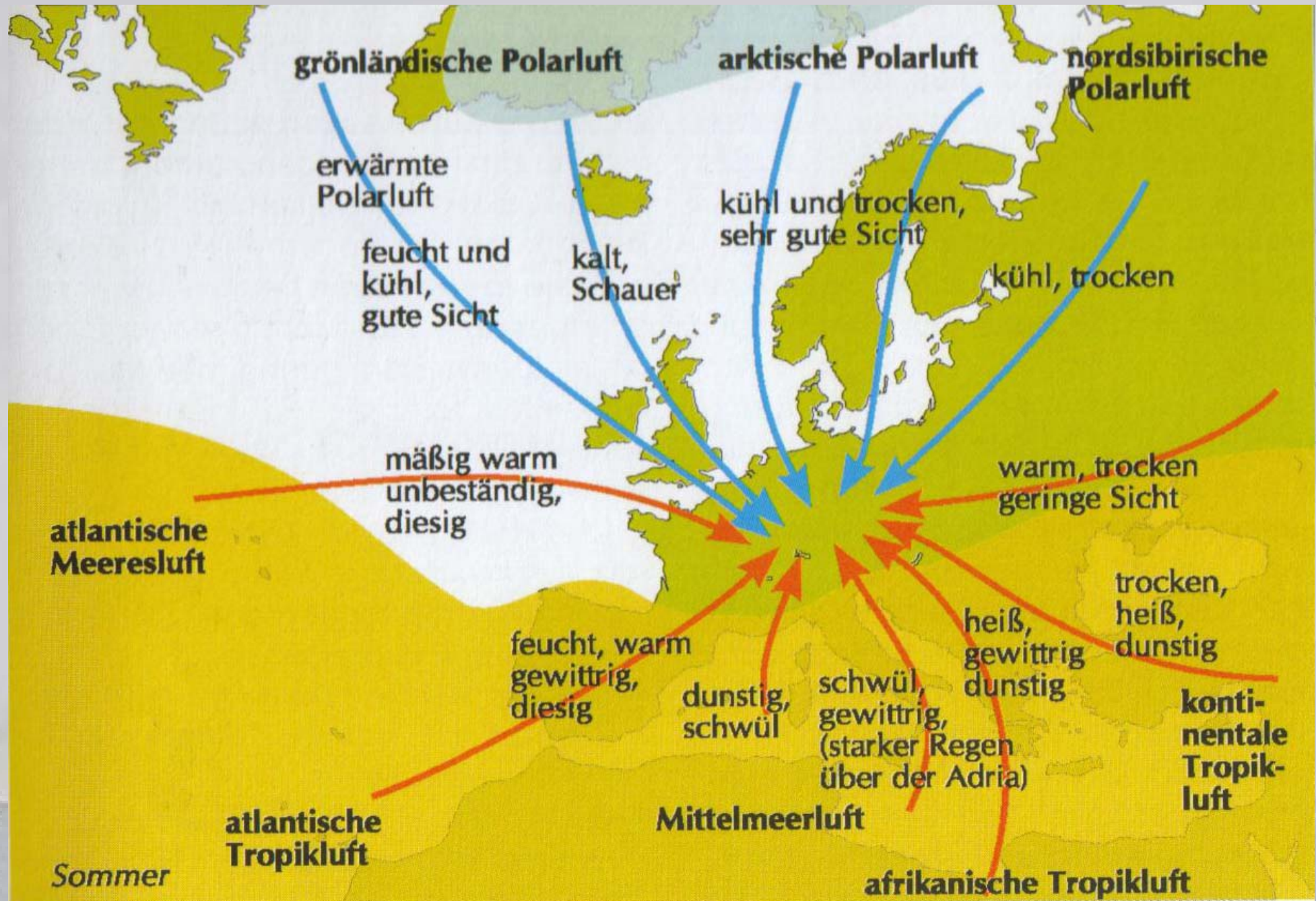


LUFTMASSENCHARAKTERISIERUNG ALLGEMEIN

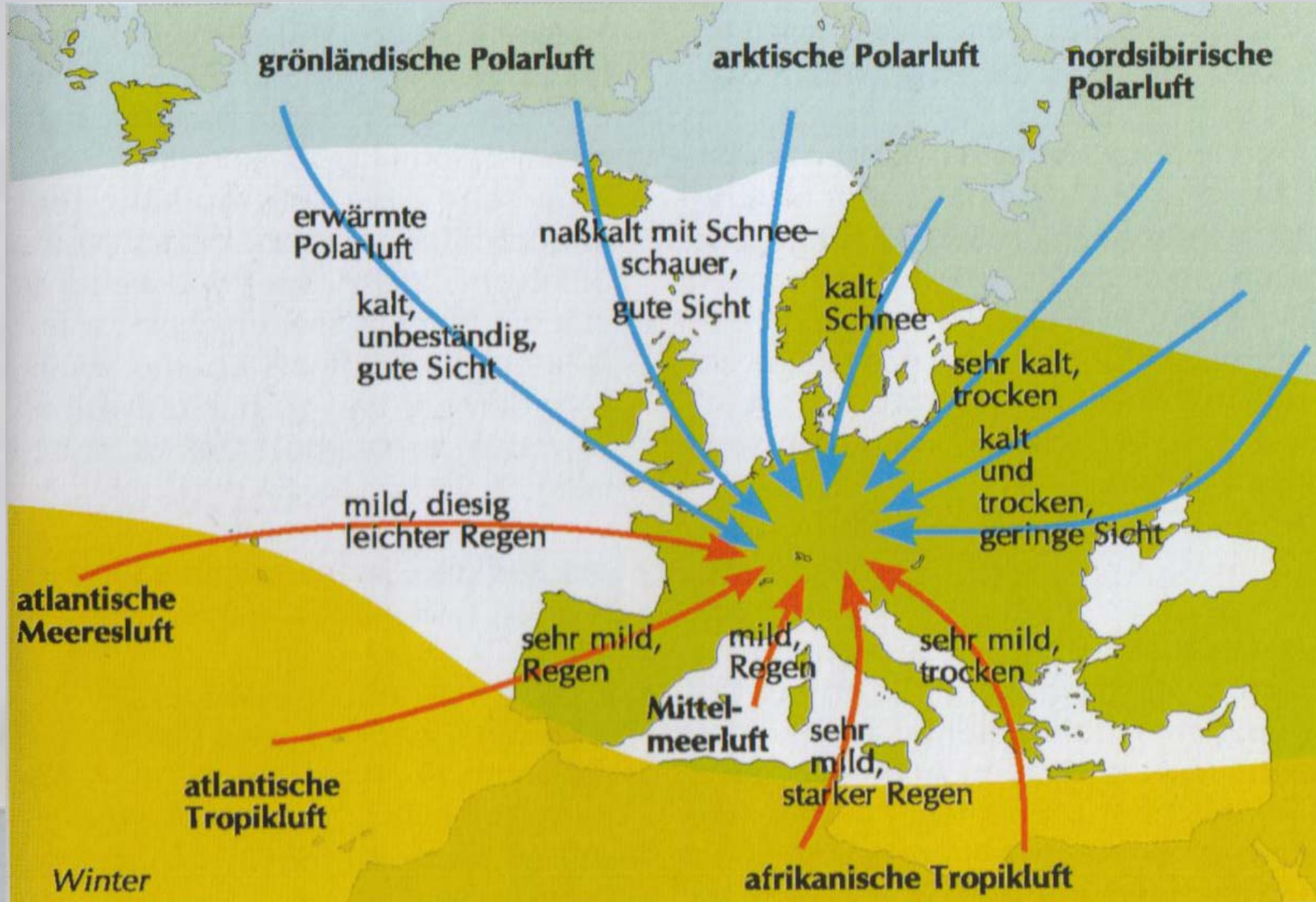


2-A97
RA-57

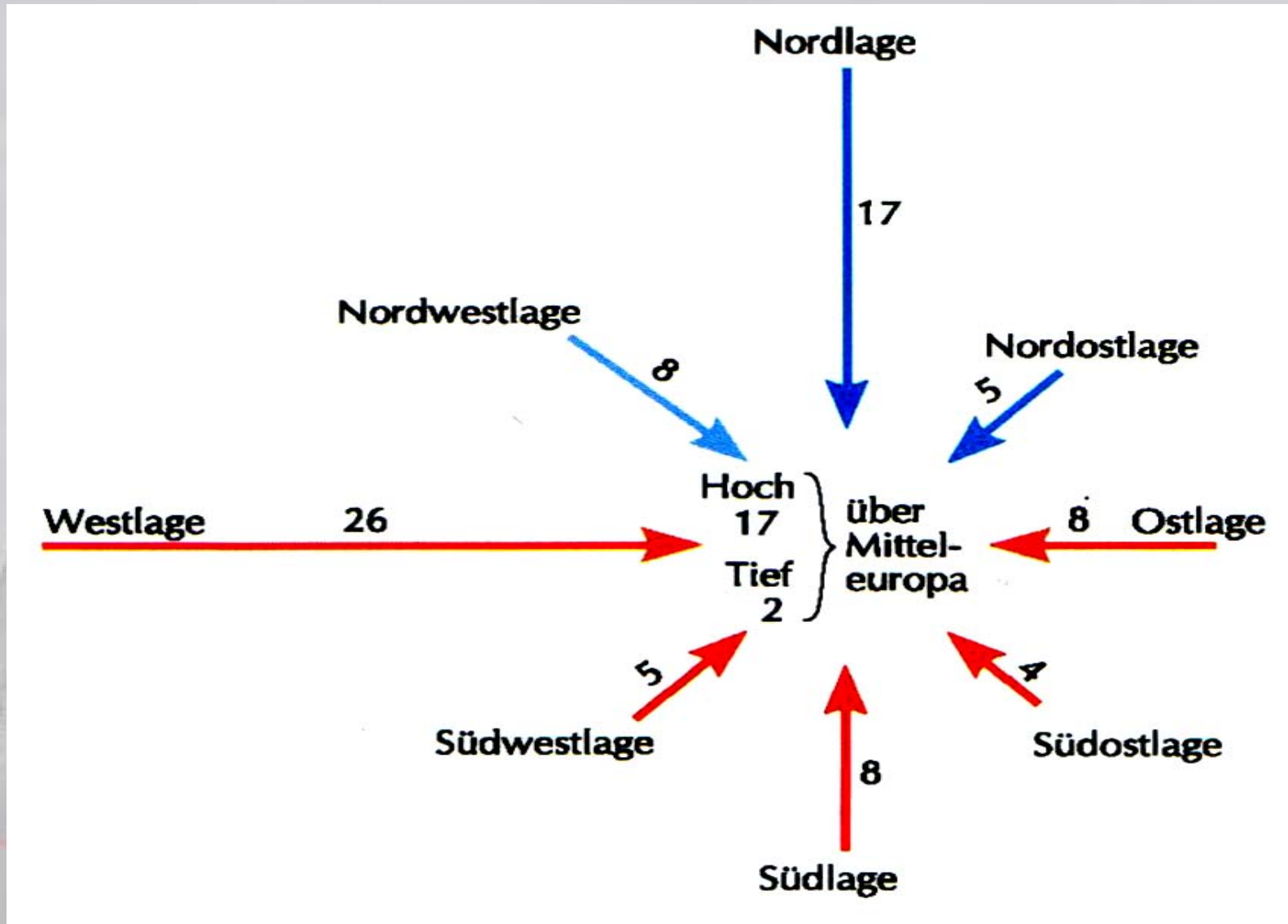
LUFTMASSENCHARAKTERISIERUNG SOMMER



LUFTMASSENCHARAKTERISIERUNG WINTER

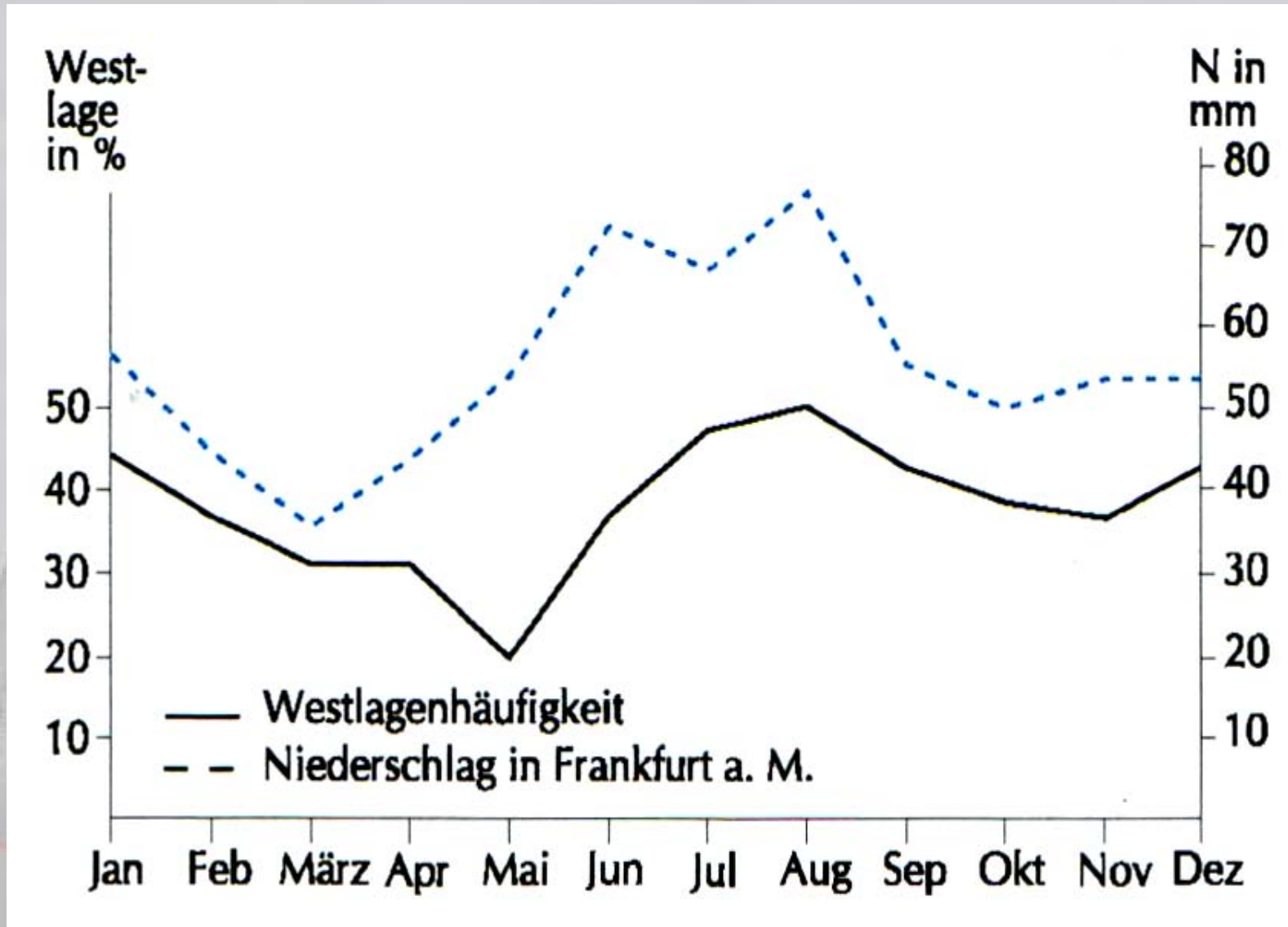


GROSSWETTERLAGEN



Häufigkeitsverteilung / % Grosswetterlagen über Europa

GROSSWETTERLAGEN



Jahresgang Westlagen und Niederschlag in Frankfurt

ANDERE TYPISCHE WETTERLAGEN

Omega-Lage

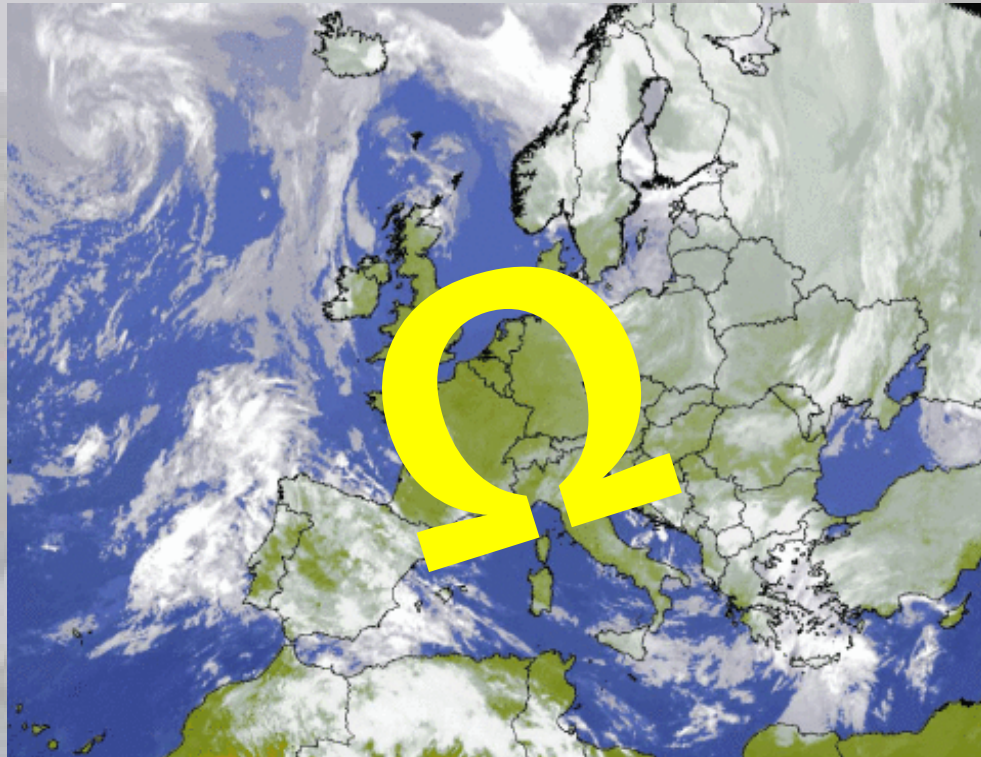
- **Blockierendes, stabiles warmes Hoch (hohes Potential in der Höhe)**
- **Stabilisierung durch die WLA (Potentialstärkung) des Tiefs im Westen**
- **Hochdruckwetter mit Trockenheit (Sommer) und Extremkälte (Winter)**
- **Im Bereich der Tiefs ergiebige Niederschläge (Regen bzw. Schnee)**
- **Andauer eine Woche oder auch länger**



ANDERE TYPISCHE WETTERLAGEN

Omega-Lage

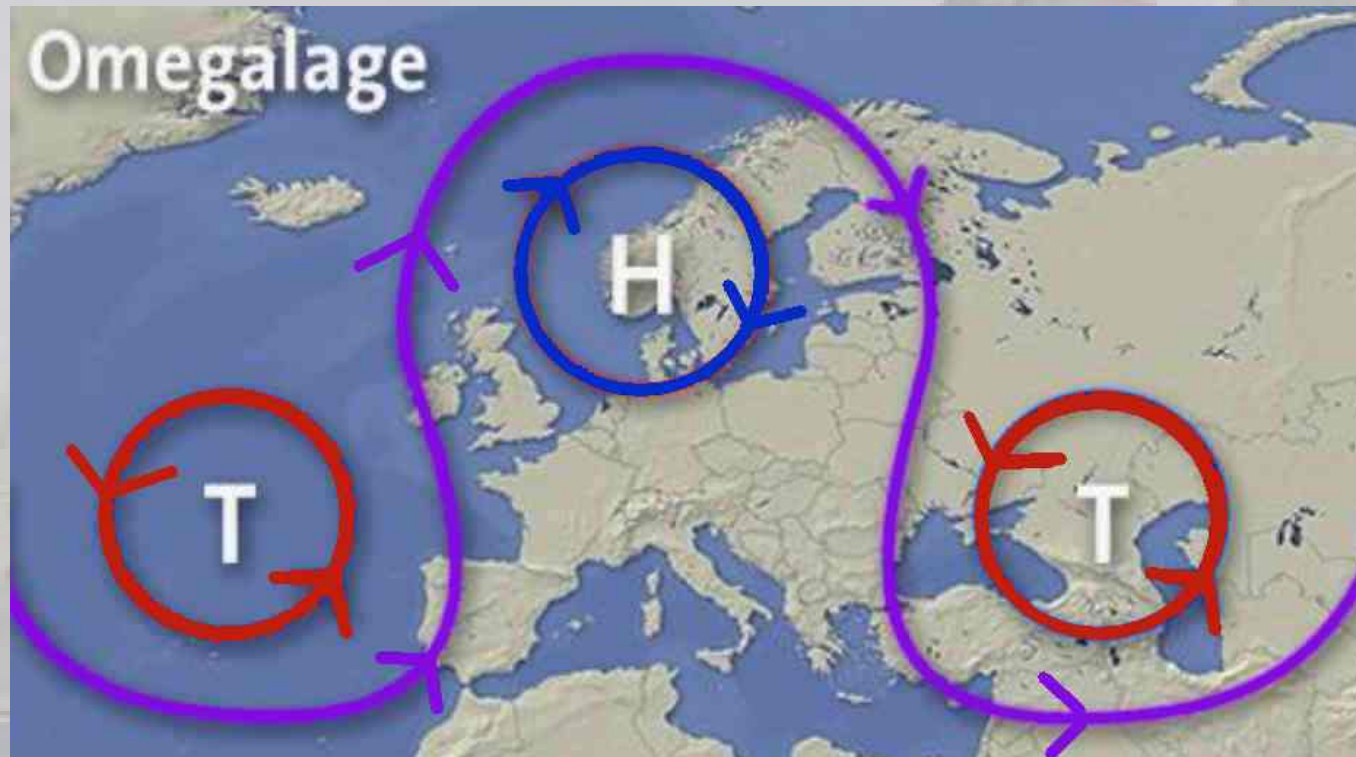
- **Blockierendes, stabiles warmes Hoch (hohes Potential in der Höhe)**
- **Stabilisierung durch die WLA (Potentialstärkung) des Tiefs im Westen**
- **Hochdruckwetter mit Trockenheit (Sommer) und Extremkälte (Winter)**
- **Im Bereich der Tiefs ergiebige Niederschläge (Regen bzw. Schnee)**
- **Andauer eine Woche oder auch länger**



ANDERE TYPISCHE WETTERLAGEN

Omega-Lage

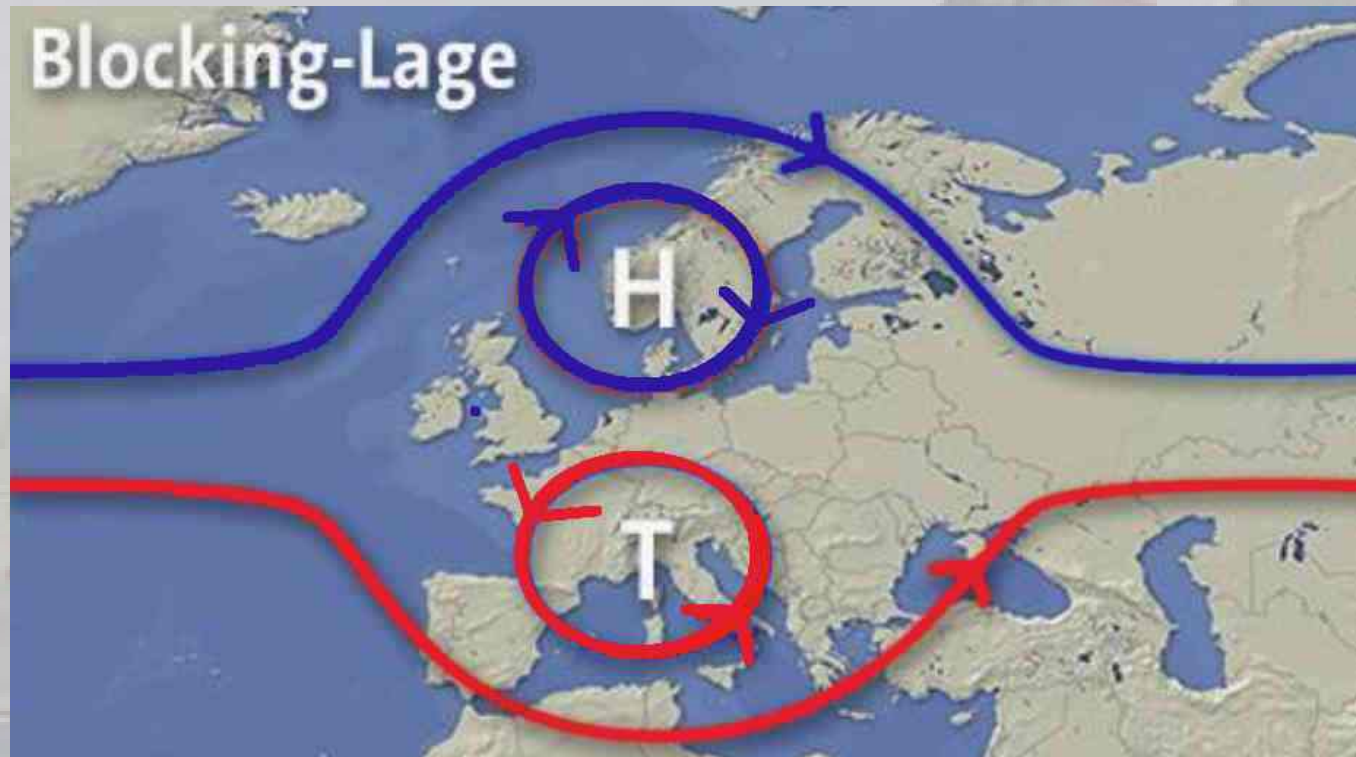
- **Blockierendes, stabiles warmes Hoch (hohes Potential in der Höhe)**
- **Stabilisierung durch die WLA (Potentialstärkung) des Tiefs im Westen**
- **Hochdruckwetter mit Trockenheit (Sommer) und Extremkälte (Winter)**
- **Im Bereich der Tiefs ergiebige Niederschläge (Regen bzw. Schnee)**
- **Andauer eine Woche oder auch länger**



ANDERE TYPISCHE WETTERLAGEN

Blocking-Lage oder High-over-Low

- Grosswetterlage Ostlage
- Aufspaltung des Jetstreams in einen nördlichen und südlichen Zweig
- Statt Island-Tief ein Hoch
- Statt Azoren-Hoch ein Tief
- Klimatologisch grösste Häufigkeit im Frühjahr



Grosswetterlagen Forecast Tree

15-day NCEP Ensembles

00 UTC Forecast from 06 May 2011

Day	Number of Ensemble Members																					Most Representative GWL Sequence		
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
6 May	SEA																					01	SEA	01
7 May	SEA																					02	SEA	02
8 May	SA		HFA																			03	HFA	03
9 May	SA		HFA																			04	HFA	04
10 May	SA	-	HFA																			05	HFA	05
11 May	HFZ										HFA			-	WW		06	HFZ	06					
12 May	HFZ										BM			-	WW		07	HFZ	07					
13 May	SZ	HFZ					TRW			BM			WZ		WW	08	HFZ	08						
14 May	SZ		TRW					-	BM		WZ			WW	09	TRW	09							
15 May	SZ		TRW					SWA		BM		-	WZ		WW	10	TRW	10						
16 May	SZ		TRW					SWA			-						11	TRW	11					
17 May	SZ			TRW				SWA				-						12	SZ	12				
18 May	SZ			TRW				SWA			SWZ	NWA		-			13	SZ	13					
19 May	SZ			TRW			SA		SWA			-						14	SZ	14				
20 May	SZ				TRW		SA		SWA		-						15	SZ	15					

Surface Sequence Movie

Mid-Troposphere Sequence Movie

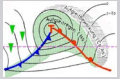
DSV NAUTISCHER ABEND REGATTAWETTER

Bernd Richter, Deutscher Wetterdienst

bernd.richter@web.de <https://www.vorticity.de>



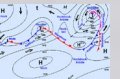
➤ Grundgrößen (Auswahl)



➤ Idealzyklone (Auswahl)



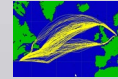
➤ Wolken



➤ Kleinräumige Prozesse



➤ Grosswetterlagen



➤ Törnplanung



➤ Wetter im Internet



Nichts ist praktischer als eine gute Theorie. Immanuel Kant

TÖRNPLANUNG / ROUTENBERATUNG

Dynamische Anwendung der Vorhersage

Vorhersage : Funktion (Ort, Zeit)

normalerweise: Ort fest, Zeit variabel

Routenberatung: Ort und Zeit variabel

Freiheitsgrade: Raum (ausweichen)

Zeit (warten)

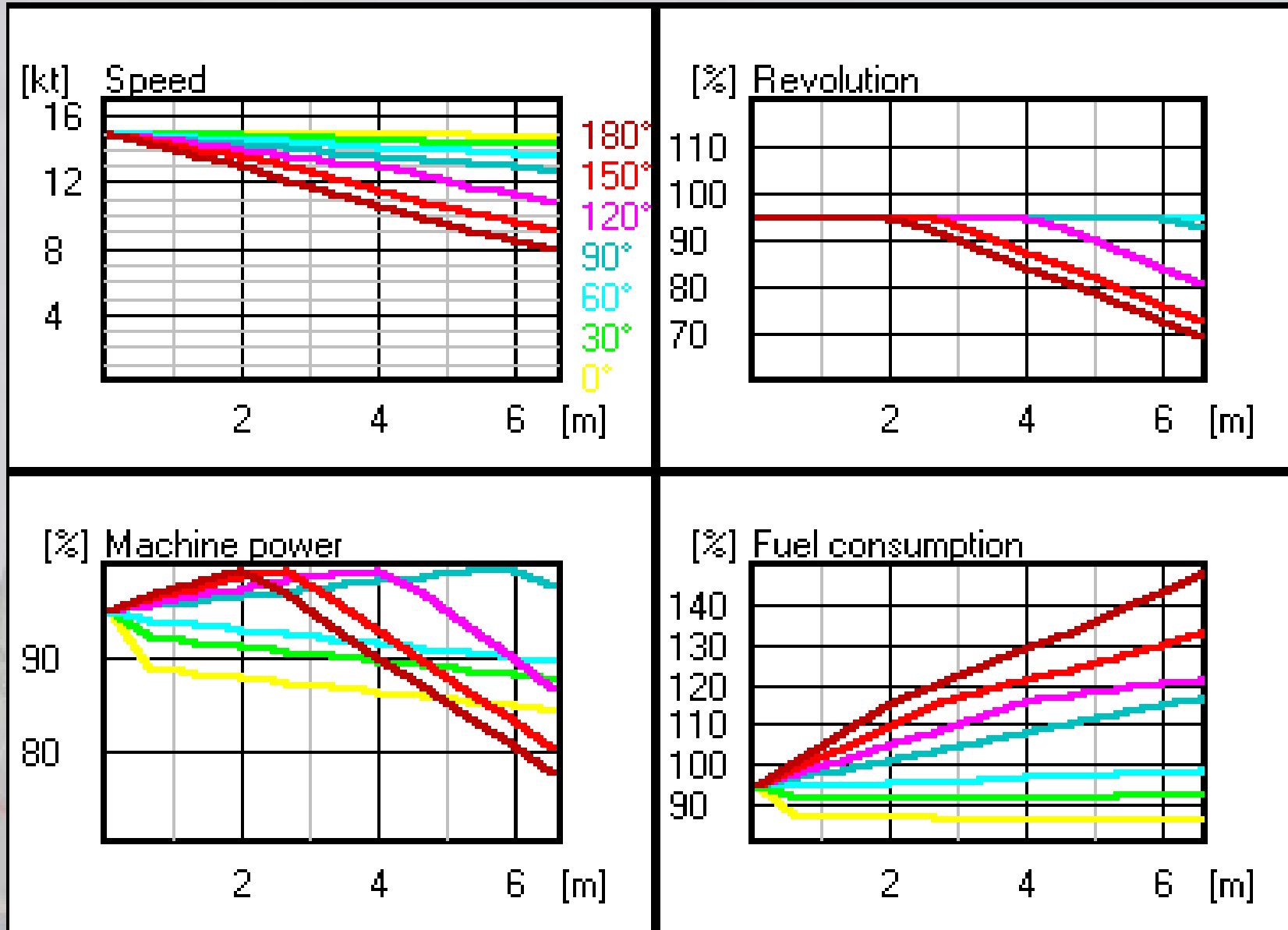
Wesentliche Parameter:

Schiffsgeschwindigkeit (Schiffstyp, Wind, Seegang, Strom)

Beispiel Berufsschifffahrt ...

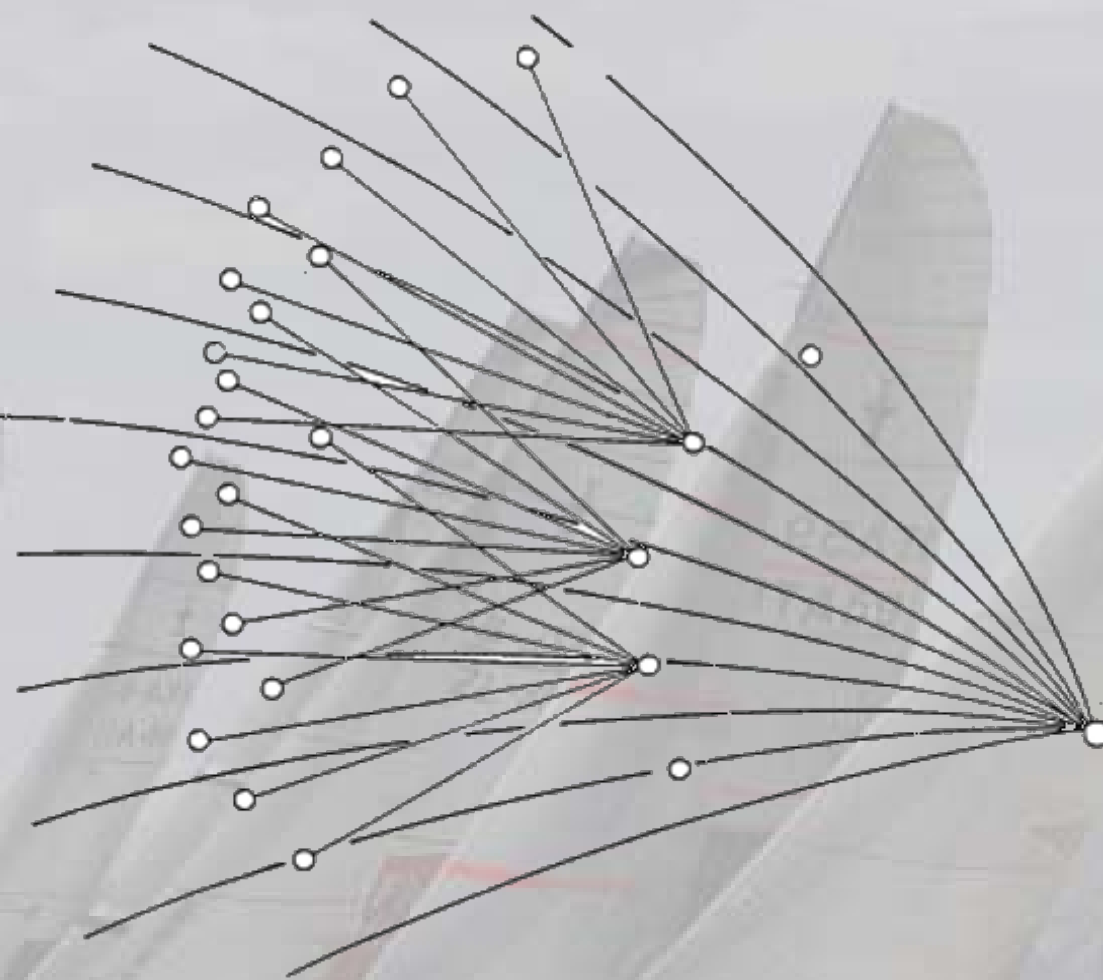


ROUTENBERATUNG

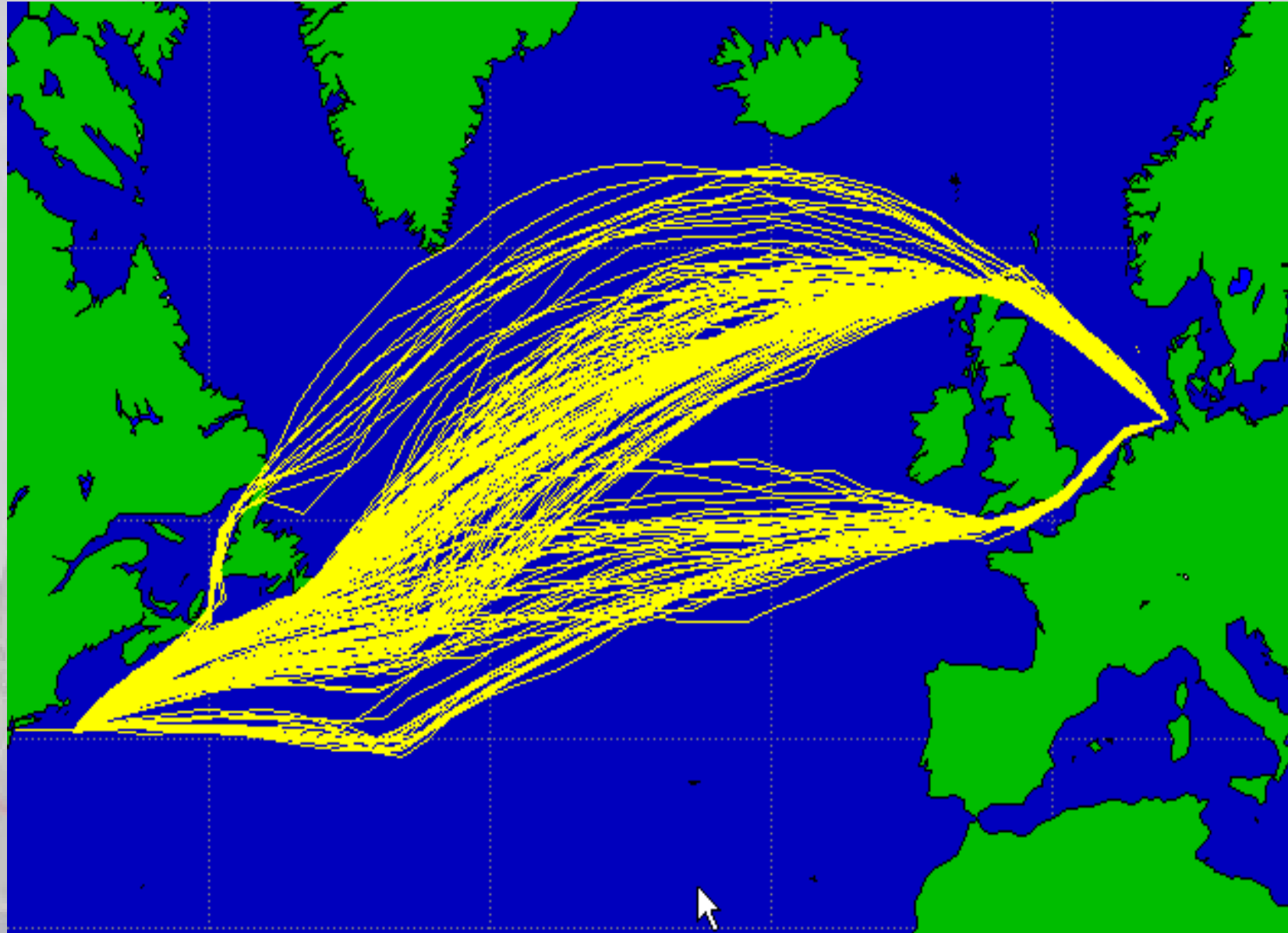


ROUTENBERATUNG, ISOCHRONEN-BERECHNUNG

Grosskreis

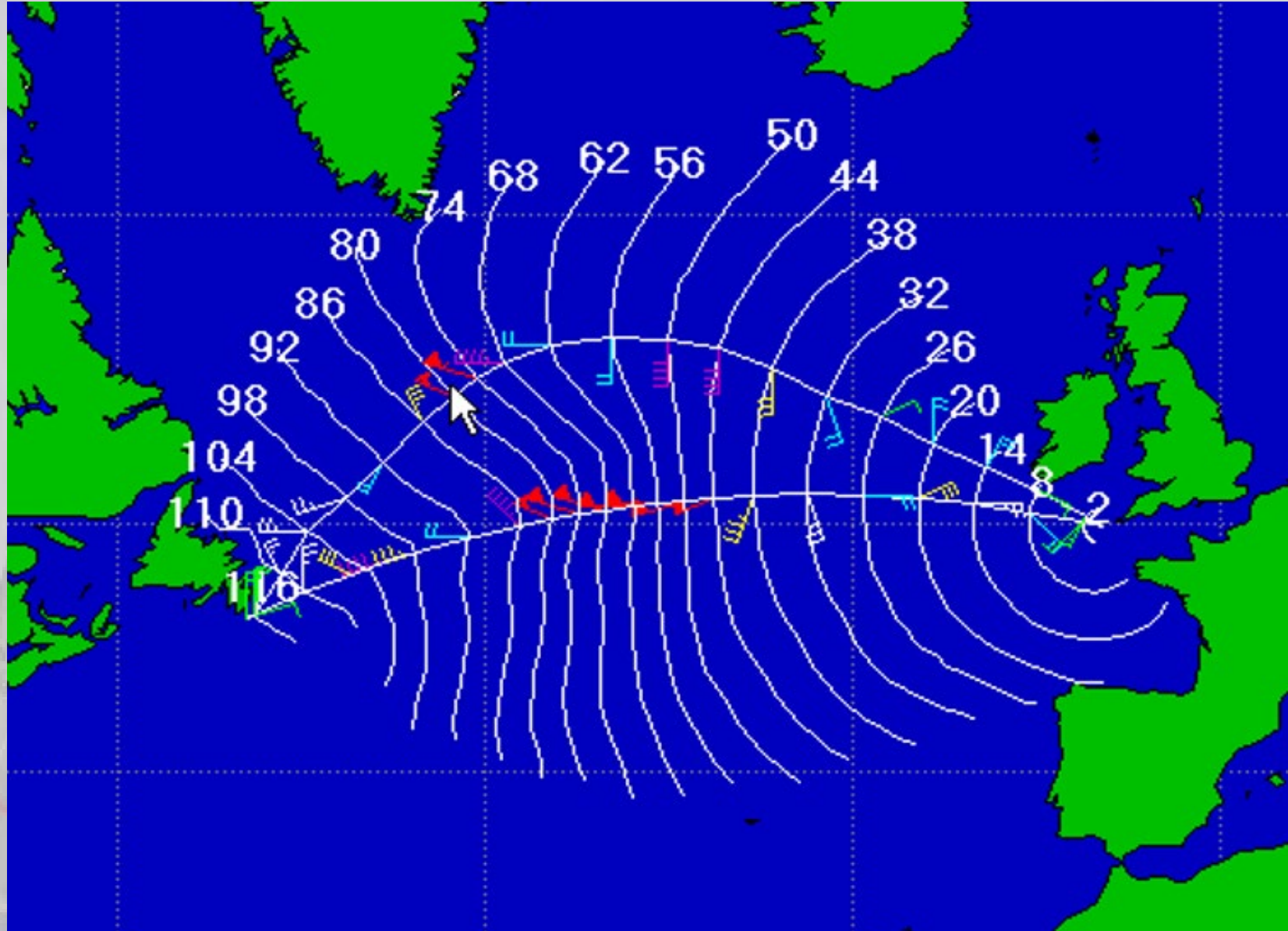


ROUTEN-ENSEMBLE ALS BASIS DER OPTIMIERUNG

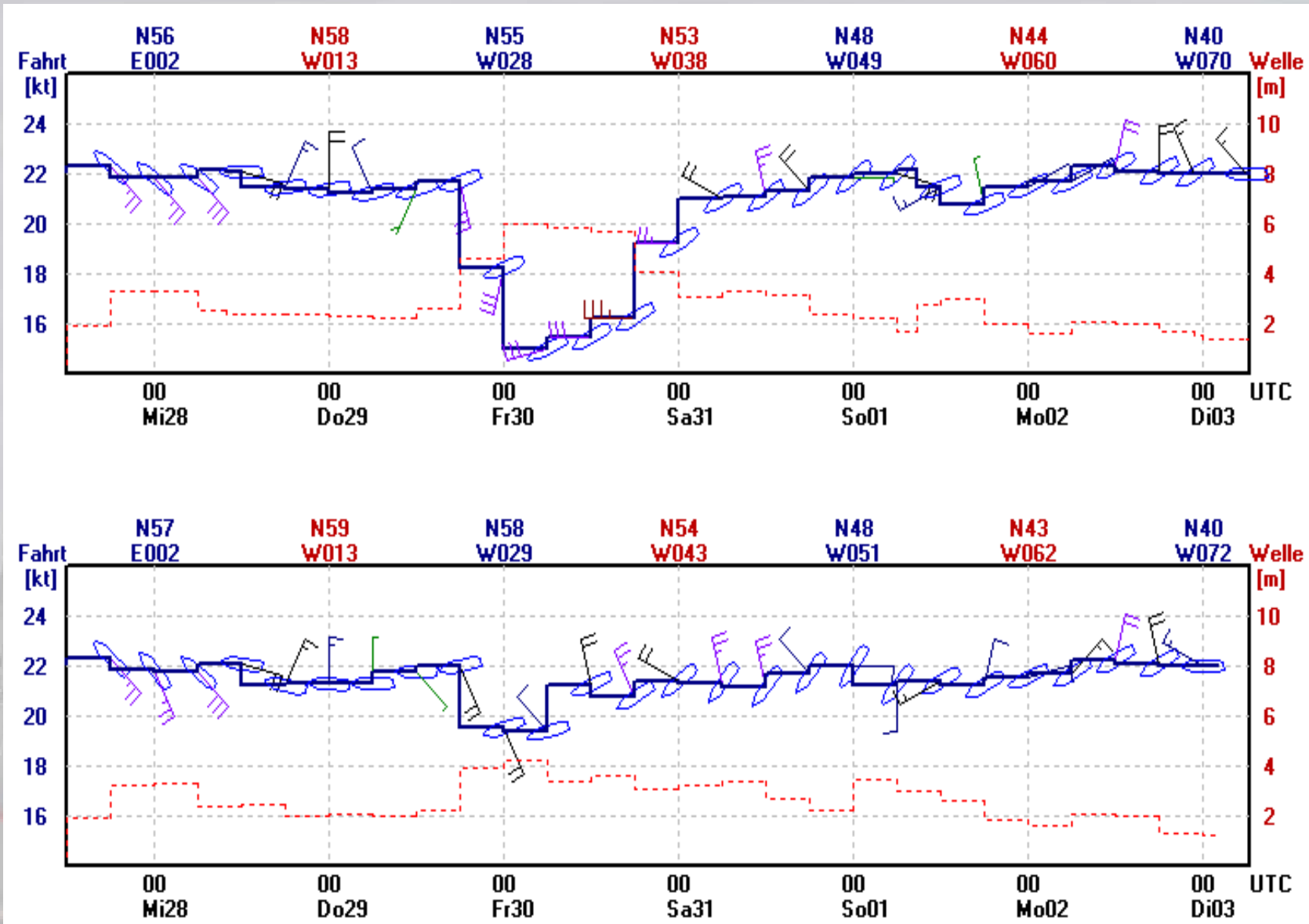


7-A97
RA-57

ROUTEN-ENSEMBLE ALS BASIS DER OPTIMIERUNG



WIND UND SEE AUF DIREKTER / OPTIMALER ROUTE



TÖRNPLANUNG

Reduziert sich für den Segler typischerweise auf

- Analyse der aktuellen Wetterlage
- Vorhersagekarten ansehen und abschätzen,
 - wann – auf welchem Kurs – wohin

Entscheidung: Auslaufen: ja – nein – verzögert – Route

Empfehlungen:

- Bei Timing-Problemen beachten:
 - Geht es in die Sturm-Zunahme oder Sturm-Abnahme ...
- Seemannschaftliche Alternativoptionen einplanen
 - Ausweichhafen
 - wetterabhängige Kursänderung (Jan Heweliusz)
 - Sturm abwettern ...

WIE BEREITE ICH MEINEN TÖRN METEOROLOGISCH VOR ?

Analyse der aktuellen Wetterlage

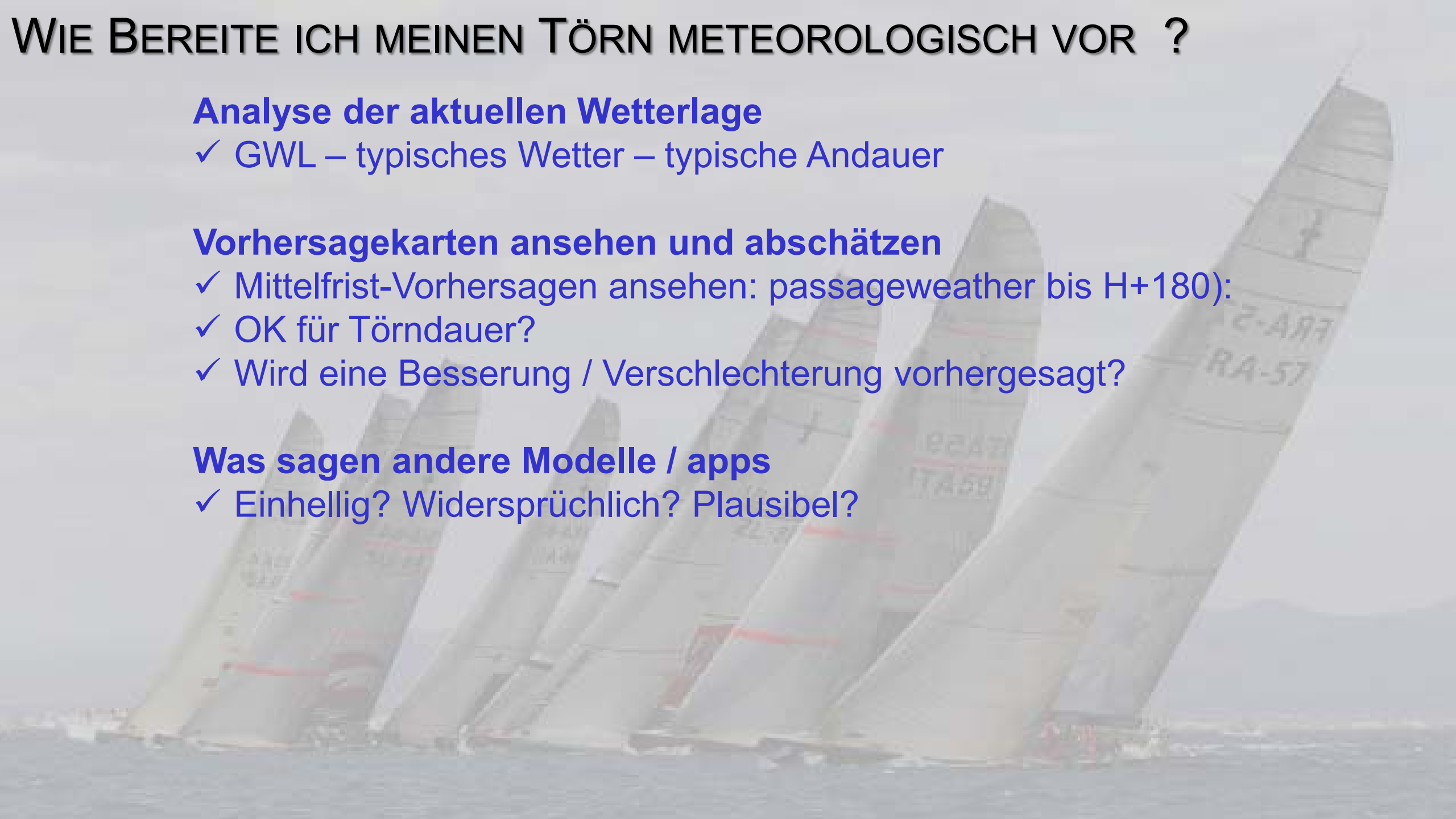
- ✓ GWL – typisches Wetter – typische Andauer

Vorhersagekarten ansehen und abschätzen

- ✓ Mittelfrist-Vorhersagen ansehen: passageweather bis H+180):
- ✓ OK für Törndauer?
- ✓ Wird eine Besserung / Verschlechterung vorhergesagt?

Was sagen andere Modelle / apps

- ✓ Einhellig? Widersprüchlich? Plausibel?



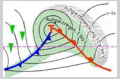
DSV NAUTISCHER ABEND REGATTAWETTER

Bernd Richter, Deutscher Wetterdienst

bernd.richter@web.de <https://www.vorticity.de>



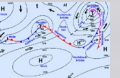
➤ Grundgrößen (Auswahl)



➤ Idealzyklone (Auswahl)



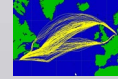
➤ Wolken



➤ Kleinräumige Prozesse



➤ Grosswetterlagen



➤ Törnplanung



➤ Wetter im Internet



Nichts ist praktischer als eine gute Theorie. Immanuel Kant

Weitere Informationen zum Meteo-Seminar

Nachfragen jederzeit gern an

bernd.richter@web.de

Viele interessante links



<https://www.vorticity.de>

Bestes Modell (EZMW), Animation

<http://www.windy.com>

Google: geeignete Stichworte: Bilder, website

Android-app: Boden-ANA-VHS-Karten. Suche: Surface Pressure Forecast Paragliding

INTERNET: GRIB-CODE

GRIB-Code ist ein Binär-Code für Gitterpunktsdaten NWP-Modellen

- Technische Daten des Gitters (geografische Daten, Zeitdaten, Gitterlänge)
- Meteorologische Daten (Wind, Seegang...)

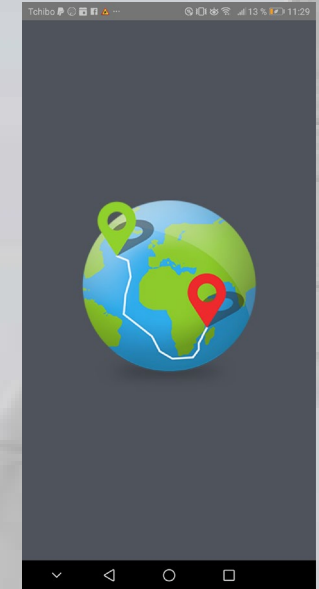
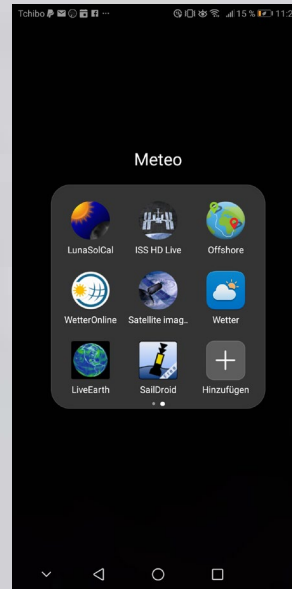
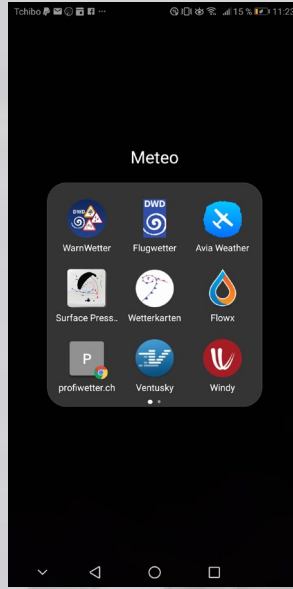
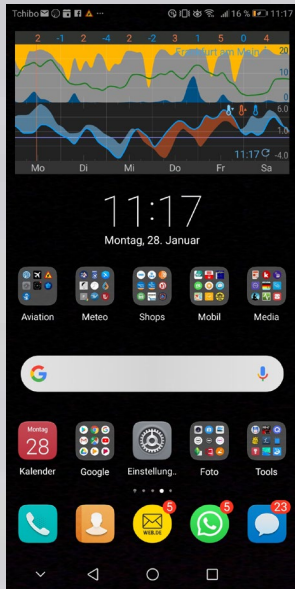
Besonderer Vorteil:

- Kleine Dateigrößen durch Beschränkung für das Fahrtgebiet

Alle in der maritimen Beratung tätigen Dienste nutzen GRIB

Es gibt einschlägige Visualisierungssoftware (app, Android /iOS)

ANDROID-APPS

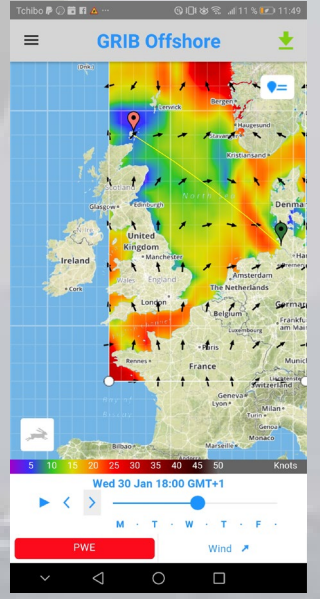
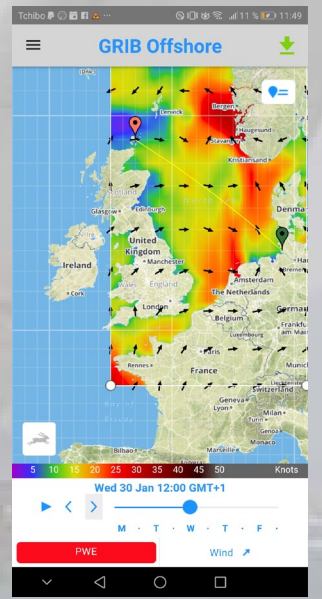
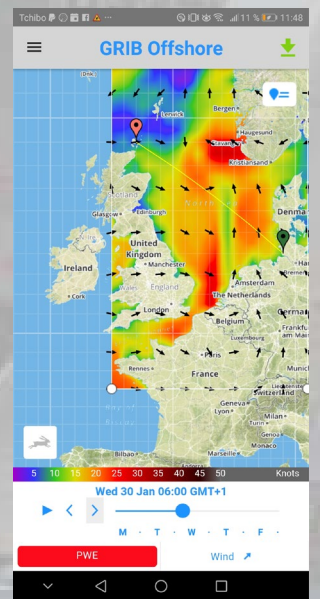
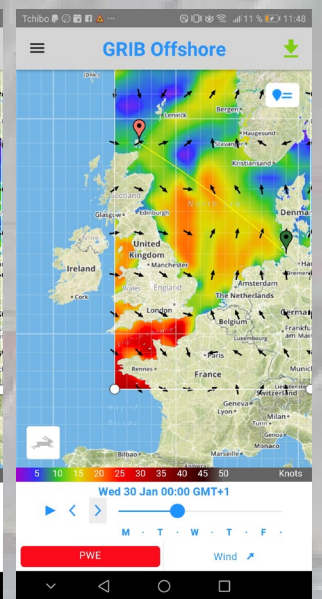
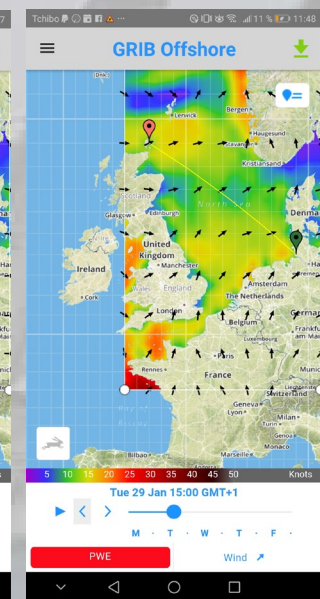
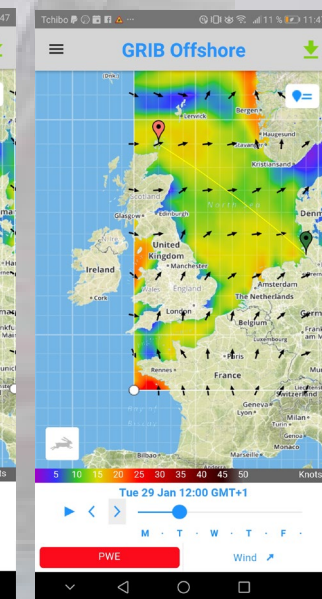
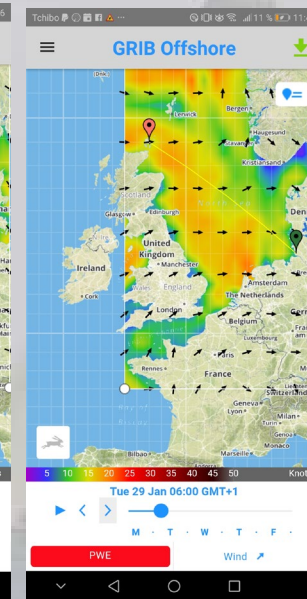
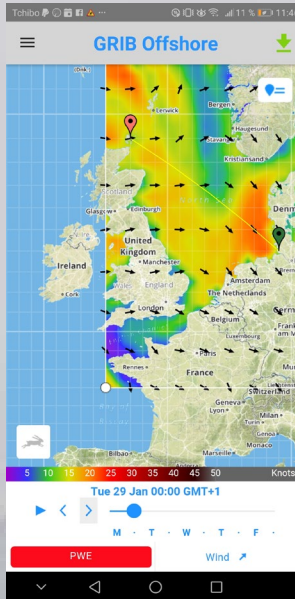
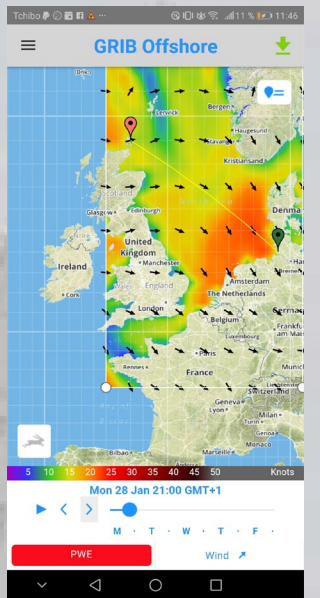
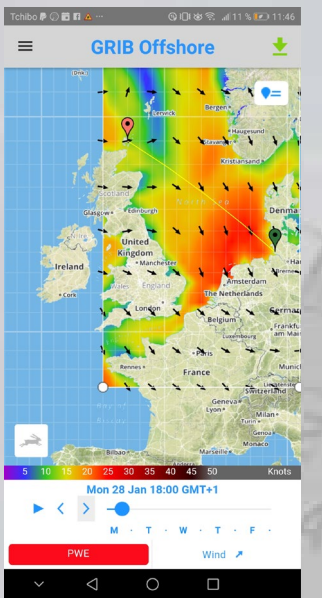
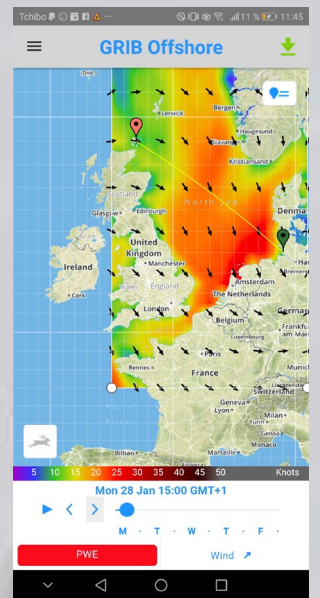
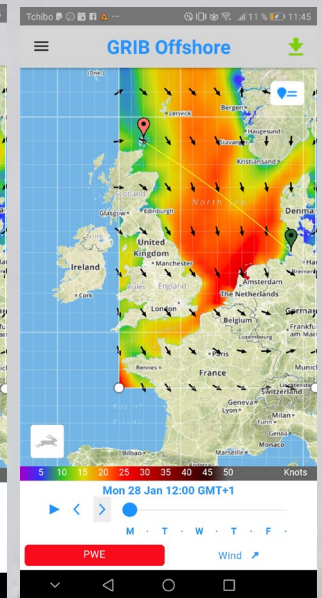
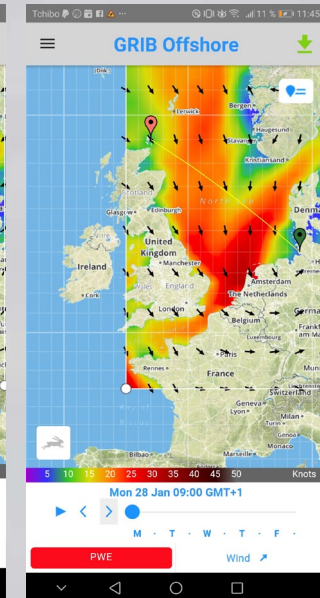
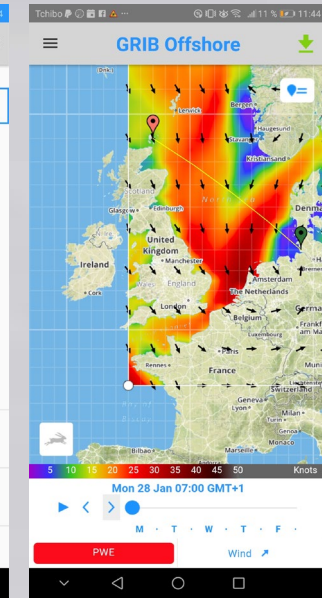
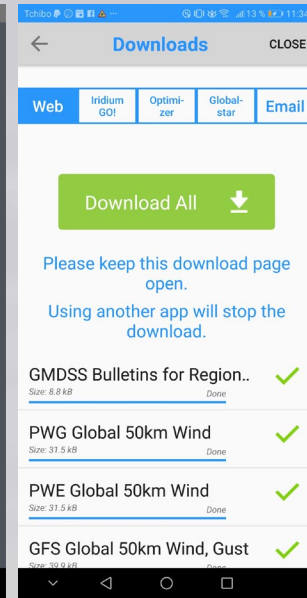
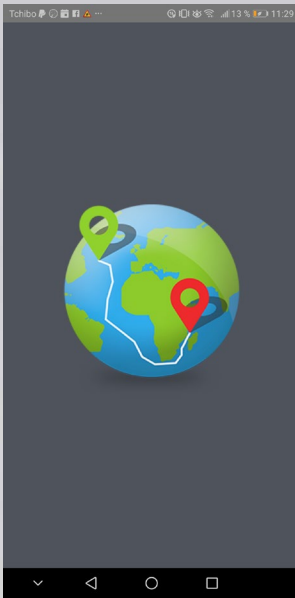


Alle Apps für die Kartendarstellung von Wind-/Wellen-Vorhersagen nutzen GRIB und sind uneingeschränkt empfehlenswert.

Die beste App ist diejenige, die subjektiv am besten gefällt.

Das beste NWV-Modell ist das des Europäischen Zentrums ECMWF

ANDROID-APP: OFFSHORE



Vorticity bietet

- Ausführliche Hinweise und Erläuterungen zu den dargestellten Daten, ausserdem einige meteorologische Hintergrundartikel

Die Idee ist, alle interessanten und zur meteorologischen Bewertung der synoptischen Lage notwendigen Daten und Links möglichst schnell und einfach über eine einheitliche URL zu erreichen.

www.vorticity.de

SYNOPTIK. Weil's Spaß macht!
EIN BLICK. EIN KLICK. **CHECKED** ✓

Vergleichende Darstellung von
Wetterkarten und GRIB-/MOS-Daten
zur subjektiven Beurteilung
und zur Verifikation durch HINDCAST

Die Idee hinter vorticity.de
[Was? Wo? Wie?](#)

MET Obs
NMY Obs

DIRECT TO ... QUICK-LINK-LISTE

[A ANA](#) [B VHS](#) [C MOS](#) [D Webcams](#) [E HiRes](#)
[F Tropen](#) [G SAT](#) [H GRIB](#) [I ~VHS](#) [J ~ANA](#)
[K SWC](#) [L Klima](#) [M Links](#) [N Archiv](#) [O Log](#)

[A BODENANALYSEN](#)

[A1 Analyse C-EUR SAT BLZ Radar](#)
[A2 Analyse Vergleich / Hydrographie](#)
[A3 Seewetterberichte](#)
[A4 Letzte Analysen weltweit](#)

Vorticity zeigt aktuelle

- meteorologische Daten
- Analysen, Vorhersagen, Webcams, Links
- Zusammengefügte Mehrfachbilder zur besseren Visualisierung, insbesondere Verifikation bzw. Beurteilung der Güte von Vorhersagen durch Hindcast (...Vergleich der Vorhersage von vor 72 Std mit der Analyse von heute)
- Insbesondere wird Vergleich von Vorhersagen verschiedener Wetterdienste und Vergleich GRIB – CLASSIC ermöglicht.

www.vorticity.de

SYNOPTIK. Weil's Spaß macht!
EIN BLICK. EIN KLICK. **CHECKED** ✓

Vergleichende Darstellung von
Wetterkarten und GRIB-/MOS-Daten
zur subjektiven Beurteilung
und zur Verifikation durch HINDCAST

Die Idee hinter vorticity.de
[Was? Wo? Wie?](#)

MET Obs
NMY Obs

DSV

DIRECT TO ... QUICK-LINK-LISTE

[A ANA](#) [B VHS](#) [C MOS](#) [D Webcams](#) [E HiRes](#)
[F Tropen](#) [G SAT](#) [H GRIB](#) [I ~VHS](#) [J ~ANA](#)
[K SWC](#) [L Klima](#) [M Links](#) [N Archiv](#) [O Log](#)

[A BODENANALYSEN](#)

[A1 Analyse C-EUR SAT BLZ Radar](#)
[A2 Analyse Vergleich / Hydrographie](#)
[A3 Seewetterberichte](#)
[A4 Letzte Analysen weltweit](#)

A Vergleich Bodenanalysen

A1 00Z, 03Z, 06Z ... 21Z

Analyse Mitteleuropa mit Radar / Satellit

A2 links 00Z, 06Z ... 18Z Vergleich der
Bodenanalysen Europa Nord-Atlantik
von DWD, ZAMG, UKMO und KNMI

A2 rechts Wassertemperaturen

Weitere hydrographische Daten (BSH)

The screenshot shows the Vorticity website interface. At the top, there are navigation links: ANA, VHS, MOS, GRIB, Webcam, Klima, Links, Archiv, Varia, and ENG. The main content area is divided into several sections:

- ANALYSE C-EUR SAT BLZ Radar**: This section features a row of five small satellite and radar images. Below them are links for "Wochenarchiv", "Letzte 4 8 Termine", "Sat24", and various analysis options like "~VIS", "VIS", "BLZ", "TYP", "TOP", "LOOP", "A-LOOP", "Radar", "EUR", "DEU", "Nord", "Mte", "Süd", "Alpen", "BLZ", "95", "Lage", "VHS", "MIFRI", "TT", "Wetterturnier", "OGI", "TEMP", "PCMET", "METAR", "~NOAA", "TAF", and "~OGI".
- ANALYSEVERGLEICH HYDROGRAPHIE**: This section displays a grid of maps on the left and a larger map of Europe and the North Atlantic on the right. Below the maps are links for "Mo", "Di", "Mi", "Do", "Fr", "Sa", "So", "Tw", "Analyse", and "NHC".
- SEEWETTERBERICHTE**: This section provides reports for the North and Baltic Seas, including "Nord-/ Ostsee Lage Vorhersagen", "Letzte", and links for "Mo", "Di", "Mi", "Do", "Fr", "Sa", "So" at "04 UTC", "10 UTC", and "16 UTC".

A4 Weltweite Analysen

B1 links 00Z

Vergleich der Bodenvorhersagen Europa
DWD und UKMO H+36, H+60, H+84, H+108

B1 rechts 12Z

HINDCAST - Vergleich der
Bodenvorhersagen Europa DWD und UKMO
vor H-108, H-84, H-60 H-36 für heute 12Z

B1 Gesamtes Programm ECMWF

The screenshot shows the VORTICITY.DE website interface. At the top, there is a navigation bar with links for ANA, VHS, MOS, GRIB, Webcam, Klima, Links, Archiv, Varia, and ENG. The main content area is divided into several sections:

- LETZTE ANALYSEN WELTWEIT**: A list of links for various regions including USA, ENG, DEU, FUB, AUT, NLD, AUS, ZAF, and CHL, with sub-links for specific areas like Tropen, W-NAT, PAC, co, sw, pc, Storm name, C-EUR, Wetterpaten, S-PAC, S-IND, S-POLAR, and Drake-Passage.
- VORHERSAGE CLASSIC / NWV**: A list of links for CLASSIC Hindcast vs Forecast, ECMWF Charts Catalogue, DWD ICON 'Old style', NWV Visualisierungs-Tools, and Vertikal-Profil Modell vs Radiosonde.
- HINDCAST <DEU vs ENG> FORECAST**: A section featuring two side-by-side maps of Europe showing weather patterns. Below the maps are links for Mo, Di, Mi, Do, Fr, Sa, So, FUB Wetterpate, Vorhersagen DWD, and AK +36 60 84 108 U K.
- NWP ECMWF CHARTS CATALOGUE**: A section with a link to Rain and MSL Pressure charts.

C MOS Statistische Stationsvorhersagen

Anerkannt beste Punkt-Termin-Prognosen

Für Stationen verschiedener Regionen,
ausgewählt nach meteorologischen Kriterien

- Berg-/Talstationen
- Regionen von Mistral, Bora, Etesien
- Seewetterbericht Nord-/Ostsee

40% 22:23

ANA VHS MOS GRIB Webcam Klima Links Archiv Varia ENG

Mistral Einfluss
[BCN](#) [PGF](#) [BZR](#) [MPL](#) [MRS](#) [TLN](#)
[42N004E](#) [43N004E](#) [43N007E](#)

Bora Einfluss
[VCE](#) [PUY](#) [RJK](#) [ZAD](#) [SPU](#) [DBV](#) [HNO](#) [CFU](#)
[BDS](#) [AOI](#)

Etesien Einfluss
[LXS](#) [JNX](#) [SKU](#) [JMK](#) [JTR](#) [CHQ](#) [HER](#) [thy](#)
[38N025E](#) [36N025E](#) [36N024E](#)

Seewetterbericht Nordsee
[Svinoy](#) [Stavanger](#) [Hemsby](#) [Manston](#)
[Jersey](#) [DenHelder](#) [Norderney](#)
[Cuxhaven](#) [Helgoland](#) [Westerland](#)
[List](#) [Thyboron](#) [Skagen](#) [Culdrose](#)
[Belmullet](#)

Seewetterbericht Ostsee
[Skagen](#) [Anholt](#) [LT](#) [Kiel](#) [Rendsburg](#)
[FehmarnBelt](#) [Lübeck](#) [Arkona](#)
[Bornholm](#) [Visby](#) [Mariemamm](#) [Riga](#)
[Hel](#)

WEBCAMS LETZTE H+00 H+30
~HiRes All Webcams All Livecams

All D-A-CH [foto-webcam.eu](#) [Panomax](#)

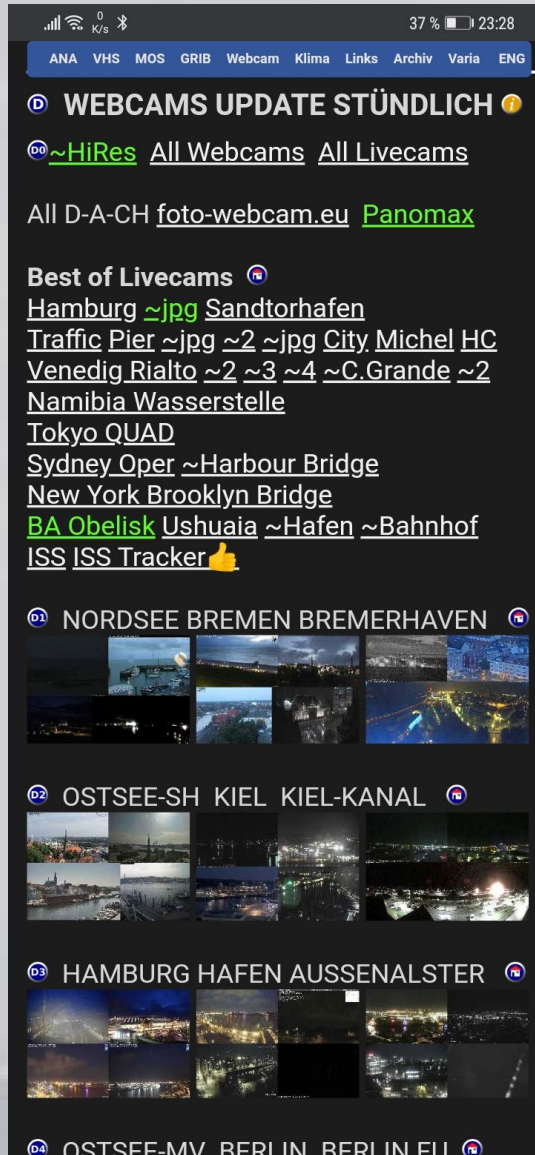
Best of Livecams
[Hamburg](#) [~jpg](#) [Sandtorhafen](#)
[Traffic Pier](#) [~jpg](#) [~2](#) [~jpg](#) [City Michel HC](#)

D Webcams als thumbnails

Für Stationen verschiedener Regionen,
ausgewählt nach meteorologischen Kriterien

- Küstenstationen, Bergstationen,
- Europa, weltweit, Antarktis
- Webcams HiRes

WWW.VORTICITY.DE



A3 Seewetterberichte Nord-/Ostsee

- Seewetterberichte
- Stationsmeldungen
- Küstenseewetter
- Mittelfristvorhersagen
- Aktuelle Wettermeldungen

Alle Termine mit einem Archiv,
das eine ganze Woche abdeckt!

ANA VHS MOS GRIB Webcam Klima Links Archiv Varia ENG

SEEWETTERBERICHTE

Nord-/ Ostsee Lage Vorhersagen [Letzte](#)
Mo Di Mi Do Fr Sa So 04 UTC
Mo Di Mi Do Fr Sa **So** 10 UTC
Mo Di Mi Do Fr Sa So 16 UTC
Mo Di Mi Do Fr **Sa** **So** 22 UTC

Nord-/Ostsee Stationsmeldungen [Letzte](#)
Mo Di Mi Do Fr Sa So 04 UTC
Mo Di Mi Do Fr Sa So 10 UTC
Mo Di Mi Do Fr Sa So 16 UTC
Mo Di Mi Do Fr Sa So 22 UTC

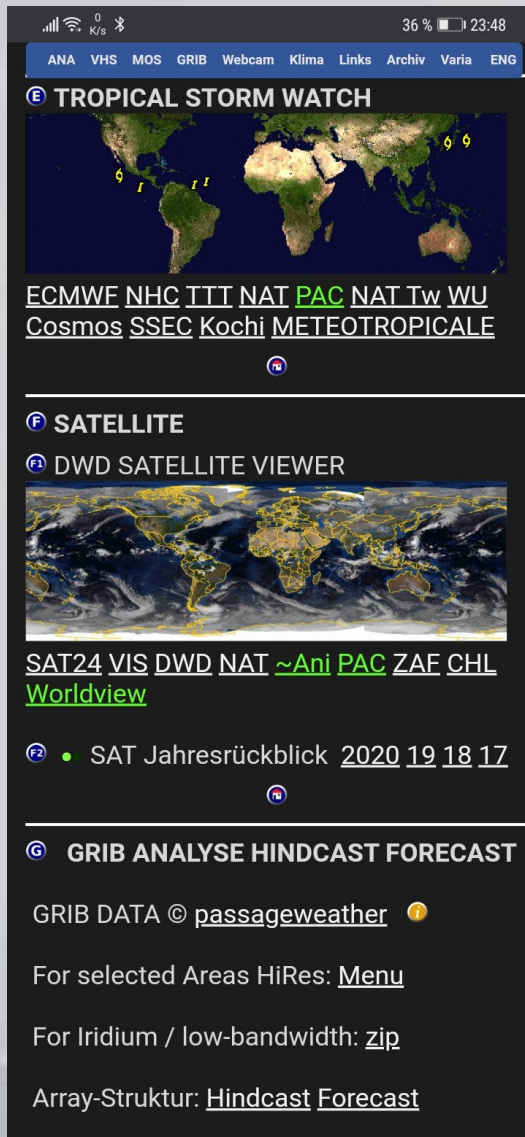
Nord-/Ostsee Küstenseewetter [Letzte](#)
Mo Di Mi Do Fr Sa So 04 UTC
Mo Di Mi Do Fr Sa **So** 10 UTC
Mo Di Mi Do Fr Sa So 16 UTC
Mo Di Mi Do Fr Sa So 22 UTC

Nord-/Ostsee Mifri-Vorhersagen [Letzte](#)
Mo Di Mi Do Fr Sa So

Nord-/Ostsee Wettermeldungen [Aktuelle](#)
00 **03 06 09 12 15 18 21** UTC Mo
00 03 06 09 12 15 18 21 UTC Di
00 03 06 09 12 15 18 21 UTC Mi
00 03 06 09 12 15 18 21 UTC Do
00 03 06 09 12 15 18 21 UTC Fr
00 03 06 09 12 15 18 21 UTC Sa
00 03 06 09 **12 15 18 21** UTC So

LETZTE ANALYSEN WELTWEIT

USA NAT/EUR Tropen W NAT PAC



36 % 23:48

ANA VHS MOS GRIB Webcam Klima Links Archiv Varia ENG

TROPICAL STORM WATCH

ECMWF NHC TTT NAT PAC NAT Tw WU
Cosmos SSEC Kochi METEOTROPICALE

SATELLITE

DWD SATELLITE VIEWER

SAT24 VIS DWD NAT ~Ani PAC ZAF CHL
[Worldview](#)

SAT Jahresrückblick 2020 19 18 17

GRIB ANALYSE HINCAST FORECAST

GRIB DATA © [passageweather](#)

For selected Areas HiRes: [Menu](#)

For Iridium / low-bandwidth: [zip](#)

Array-Struktur: [Hincast](#) [Forecast](#)

E Globales Satellitenbild, Hurricane

E1 Weltweiter Satellitenviewer DWD

E2 Verlinkt direkt zum National Hurricane Center NHC der NOAA in Miami FL und zur University Madison WI

F Numerische Vorhersagekarten des DWD im 'old style' für Boden, 500hPa, T 850hPa und Feuchte 700hPa

G GRIB Vorhersagen Wind, Seegang, Druck
MENU Vorhersagen für kleine Seegebiete
zip Zipped-GRIB für Iridium...

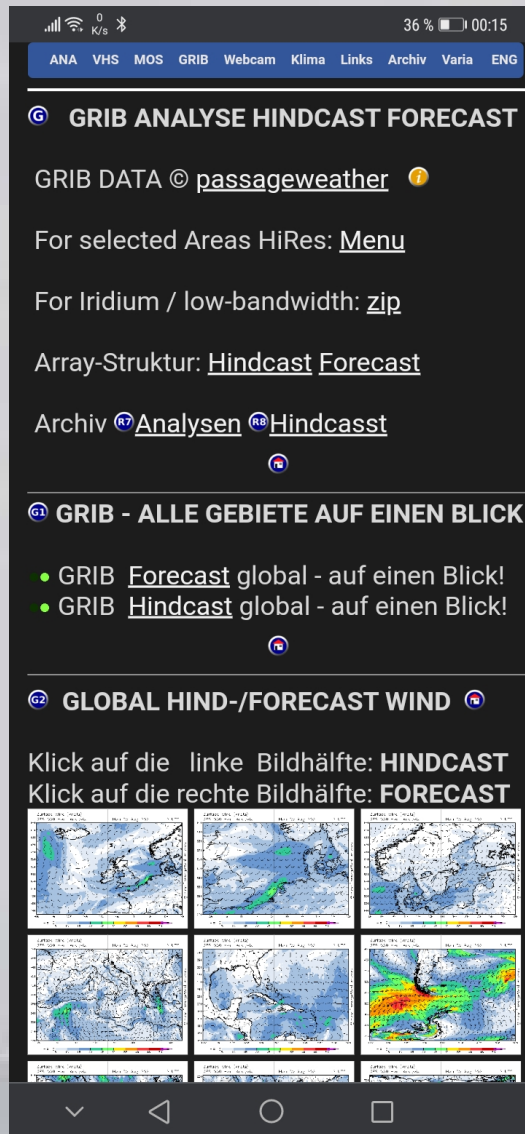
12 Gebiete weltweit

Klick auf die **linke** Bildhälfte: **HINDCAST**

➤ Vorhersage für **heute 00Z/12Z von H-180**

Klick auf die **rechte** Bildhälfte: **FORECAST**

➤ Vorhersage **von heute 00Z/12Z bis H+180**



H Vergleich Vorhersagen GRIB vs CLASSIC

GRIB mit DWD und UK Met Office

H1 Nordsee

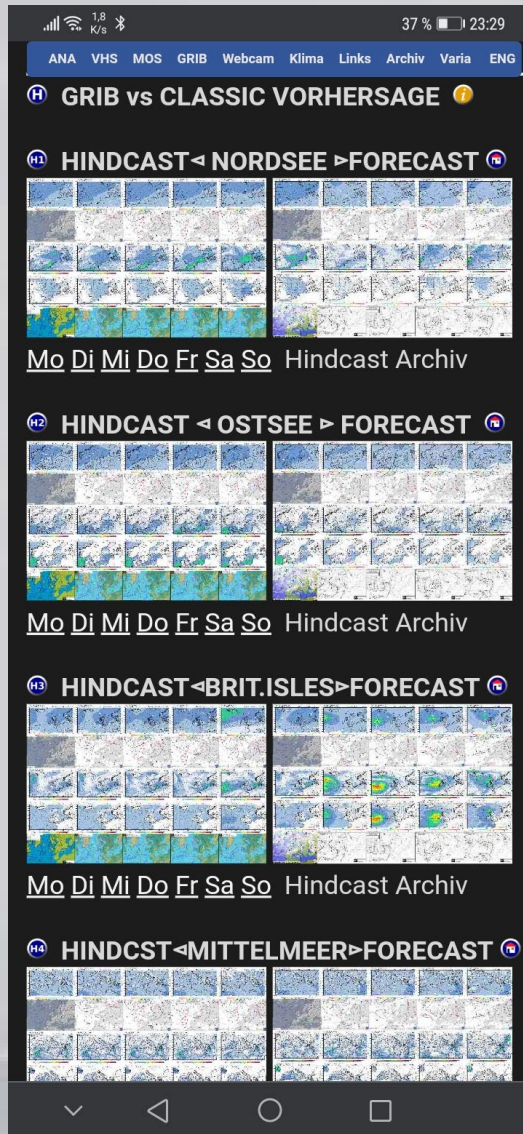
H2 Ostsee

H3 Britische Inseln

H4 Mittelmeer

H5 links Drake Passage

H5 rechts Staub über Afrika / Nord-Atlantik



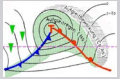
DSV NAUTISCHER ABEND REGATTAWETTER

Bernd Richter, Deutscher Wetterdienst

bernd.richter@web.de <https://www.vorticity.de>



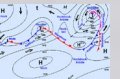
➤ Grundgrößen (Auswahl)



➤ Idealzyklone (Auswahl)



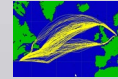
➤ Wolken



➤ Kleinräumige Prozesse



➤ Grosswetterlagen



➤ Törnplanung



➤ Wetter im Internet



Nichts ist praktischer als eine gute Theorie. Immanuel Kant