

Copyright: Die Aufgaben sind teils selbst erstellt, teils von anderen Quellen (u.a. Notizen aus Prüfungen). Es ist nicht beabsichtigt, ein eventuell bestehendes Copyright zu verletzen. Sollten Sie dies feststellen, informieren Sie bitte den Autor.

Disclaimer: Die Aufgaben und Lösungen wurden mit Sorgfalt zusammengestellt, dennoch kann keine Gewähr für die Richtigkeit übernommen werden.



Foto Quelle: Deutscher Wetterdienst

SHS Wetter

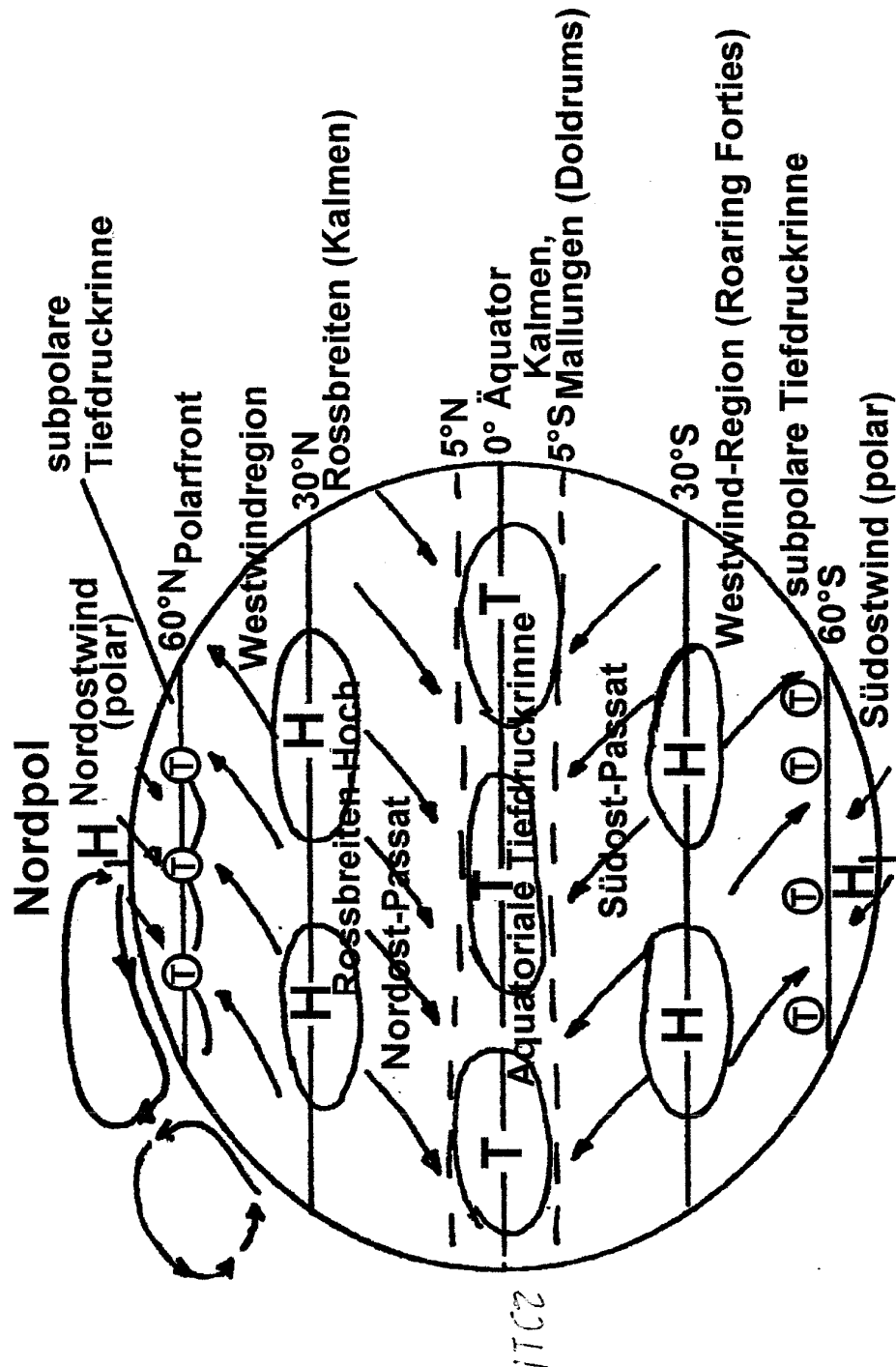


Foto: DFVLR

Autor: Manfred Gatti

1 Windsysteme

- 1.1 Zeichnen Sie das stark vereinfachte planetarische Windsystem mit Breitenangaben für die einzelnen Druckgürtel.
- 1.2 Beschriften Sie diese Zeichnung mit den Namen der Druckgürtel und den Windsystemen.



2 Meteorologische Reiseplanung**2.1 Welche nautisch/meteorologischen Unterlagen benutzen Sie für die Klimanavigation hinsichtlich der Vorbereitung eines Törns, wenn Sie z.B. den Nordatlantik überqueren wollen?****Auf welcher Grundlage basieren diese Unterlagen?**

Die Monatskarten des BSH oder die amerikanischen Pilot Charts.

Über einen Zeitraum von einigen Jahrzehnten (20 bis 50 Jahre) werden alle von Schiffen oder Wetterstationen gemessenen Winde statistisch betrachtet. Dabei werden jeweils für einen Monat und für ein begrenztes Seegebiet Häufigkeitsverteilungen für verschiedene Windrichtungen und Windstärkenintervalle berechnet.

2.2 Welche Karten können Ihnen bei einer langfristigen Törnplanung einen ersten Überblick über die zu erwartenden meteorologischen Verhältnisse, bzw. Ihnen eine Entscheidungshilfe sein?**Nennen Sie bei den Karten den Oberbegriff sowie die einzelnen Karten.**

- Klimakarten – als erster Überblick;
- Windkarten;
- Wassertemperaturkarten;
- Karten mit der Angabe der Häufigkeit "schlechter Sicht".

2.3 Welche Ziele können mit einer meteorologischen Reiseplanung verfolgt werden?

Die meteorologische Navigation kann folgendes zum Ziel haben:

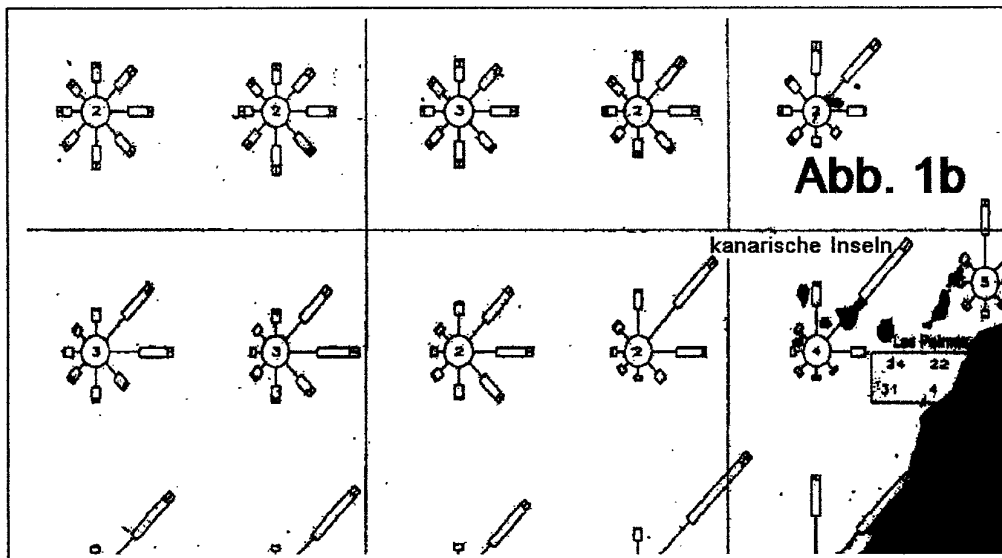
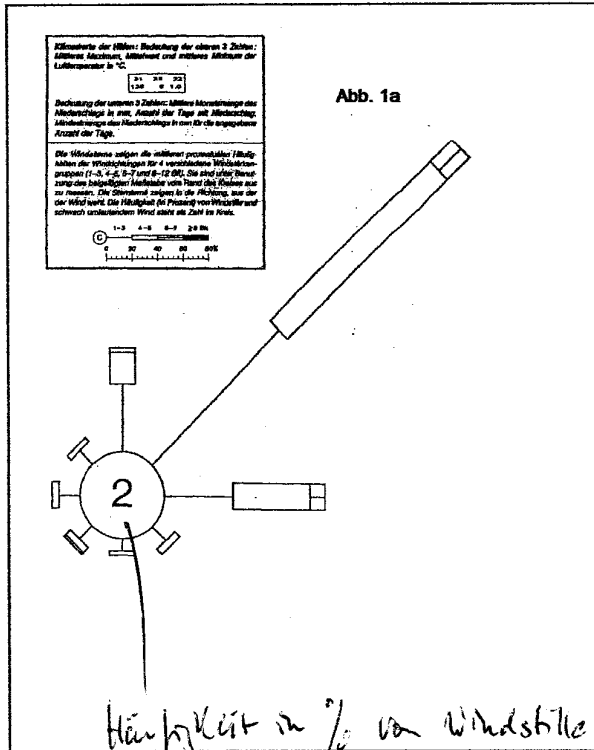
- die kürzeste Route (die Geographie, Eisgrenzen, mitnehmenden Strom,
- achterlicher Wind und anderes mehr berücksichtigen)
- die schnellste Route (Laufen mit maximaler Geschwindigkeit)
- die zeitlich optimale Route (kürzeste Reisedauer trotz Umweg)
- die Route mit begrenzter mechanischer Beanspruchung (zum Beispiel durch Seegang und Wind)
- die Route nach persönlichen Vorlieben

2.4 In der Seefahrt kennt man die Begriffe Wetter-, Witterungs- und Klimanavigation. Welche meteorologischen Vorhersagezeiten sind mit diesen Begriffen verbunden?

Wetternavigation wird abgedeckt durch die Kurzfristvorhersage (0 bis 12h) und die Kurzfristvorhersage (0 bis 72h).

Autor: Manfred Gatti

Die Abbildung 1a zeigt einen Windstern mit einer Position etwa 600 Seemeilen südwestlich der Kanarischen Inseln aus den Monatskarten des BSH für den Monat Dezember (Abbildung 1b).



Autor: Manfred Gatti

- 2.5 Was können Sie dieser Abbildung bezüglich der **Hauptwindrichtung und Windstärken entnehmen?** Welche weitere Information erhalten Sie?

Der Windstern 1a für den Monat Dezember zeigt eine Hauptwindrichtung aus Nordost.
Dabei entfallen:

- 33% auf Windstärke 1-3 Bft
- 40% auf Stärke 4-5 Bft
- und 7% auf 6-7 Bft
- Bei 2% herrscht Windstille

- 2.6 Welches **Windsystem** bildet vorrangig diesen Windstern und die benachbarten Windsterne?

Die Windsterne stehen für den Nordost-Passat

- 2.7 Womit müssen Sie hinsichtlich der **aktuellen Windbedingungen** rechnen?

Aktuell können Passatstörungen auftreten, die von Monatskarten nicht erfassbar sind.

3 Wetter

- 3.1 Erläutern Sie den Begriff "**Wetter**".

Wetter ist der Zustand der Lufthülle unserer Erde zu einer bestimmten Zeit und an einem bestimmten Ort.

- 3.2 Nennen Sie die Parameter (mindestens 6), die für die **Wetterbeschreibung** erforderlich sind.

Für die Wetterbeschreibung sind folgende Parameter zu nennen:

- Temperatur,
- Wolken,
- Luftdruck
- Luftfeuchtigkeit,
- Niederschlag (Regen, Schnee, Graupel, Hagel),
- Wind (Richtung und Stärke), ...

- 3.3 Im Rahmen der Meteorologischen Navigation gibt es die **Kürzest-, Kurz-, Mittel- und Langfristvorhersage**. Nennen Sie die zugehörigen "**Fachausdrücke**" (außer **Kürzestfristvorhersage**) und den jeweils betrachteten Zeitraum (einschließlich **Kürzestfristvorhersage**).

- | | |
|--|------------------------|
| - Kürzestfristvorhersage | 0 bis 12 Stunden |
| - Wetternavigation (Kurzfristvorhersage) | 0 bis 72 Stunden |
| - Witterungsnavigation (Mittelfristvorhersage) | 72 Stunden bis 10 Tage |
| - Klimanavigation (Langfristvorhersage) | über 10 Tage |

- 3.4 Beschreiben Sie das Wetter in einer Zyklone auf der Nordhalbkugel, wenn Sie als **Beobachter südlich des Zentrums der Zyklone** stehen und diese von **West nach Ost** an Ihnen vorüberzieht, (Es sind die einzelnen Abschnitte ausführlich darzustellen!)

Vor der Warmfront:

Im Westen Aufzug von Cirruswolken, die sich bei Annäherung zur Cirrostratusschicht verdichten. Der Luftdruck beginnt langsam zu fallen, die Temperatur steigt langsam an. Der vorhandene leichte E-Wind dreht südlicher, etwa SE. Je näher die Front kommt, umso tiefer und grauer werden die Wolken, die in Regenwolken übergehen. Regen beginnt erst langsam, geht dann in Dauerregen (Landregen) über. Der auffrischende Wind kommt aus SE bis S, die Sicht wird schlechter, der Luftdruck fällt weiter.

Copyright: Die Aufgaben sind teils selbst erstellt, teils korrigiert. Sie sind aus anderen Quellen (u.a. Notizen aus Prüfungen) entnommen. Sollten Sie dies feststellen, informieren Sie bitte den Autor. Es ist nicht beabsichtigt, ein eventuell bestehendes Copyright zu verletzen.

Disclaimer: Die Aufgaben und Lösungen wurden mit Sorgfalt zusammengestellt, dennoch kann keine Gewähr für die Richtigkeit übernommen werden.

In der Warmfront:

Der Wind dreht über S, SSW auf etwa SW und frischt auf. Der Luftdruck wird nunmehr nahezu konstant, d.h. er fällt nicht weiter. Der Regen hört langsam auf, es wird wärmer.

Nach Durchgang der Warmfront im Warmluftsektor:

SW-Winde, das Wetter ist relativ warm und heiter, etwas diesig. Eventuell kann noch Sprühregen fallen aus niedrigen Schichtwolken, wenn die Luft über kaltes Wasser gestrichen ist. Im Westen nähert sich die Kaltfront (Böenkragen). Der Luftdruck bleibt konstant.

In der Kaltfront:

Beim Passieren der Kaltfront relativ rascher Anstieg des Luftdrucks, die Temperatur sinkt. Der Wind dreht relativ rasch über W nach WNW und NW. Es fallen heftige, aber kurze Schauer, eventuell vermischt mit Hagel; Gewitter sind möglich. Der Wind ist sehr böig, teilweise Sturmstärke. Innerhalb der Böen springt der Wind, der Seegang wird steiler. Die Sicht in den Böen ist schlecht.

Nach der Kaltfront

Man befindet sich jetzt im Kaltluftsektor. Die Sicht wird gut bis sehr gut. Die Bewölkung nimmt ab, ebenfalls die Schauertätigkeit. Die Stärke des NW-Windes nimmt ab, Winddrehung weiter auf N.

3.5 Beschreiben Sie die typischen markanten sichtbaren Merkmale, durch die sich der Aufzug einer Kaltfront ankündigt. (Dabei ist auf den Unterschied: langsame/schnelle Bewegung der Kaltfront einzugehen!)

Annäherung kündigt sich häufig durch Cirrostratus oder Altostratusfelder verschiedensten Charakters, je nach Neigung der Frontfläche und der Geschwindigkeit der Front an.

Bewegt sich die Kaltfront nur langsam, so nimmt sie den Charakter einer Warmfront im umgekehrten Sinne an. Lediglich an der vorderen Kante der keilförmigen Fläche, dort, wo die Kaltluft infolge der Bodenreibung zurückbleibt, wird die Frontfläche steiler. Dort schnellere Aufwärtsbewegung der Warmluft mit Ausbildung von hoch aufgetürmten Quellwolken, Schauer, Gewitter, heftige Böen.

Am häufigsten ist der Fall, dass sich die Kaltluft schnell gegen die Warmluft bewegt. Frontfläche erreicht Höhen von mehreren tausend Metern.

Mächtige Quellwolken (Cumulus congestus mit Unterarten, Cumulonimbus), Amboss (Cumulonimbus capillatus incus) möglich, Böenwalze möglich.

3.6 Geben Sie das Verhalten des Windes in Richtung und Stärke bei Frontdurchgang an

Windsprung von Südwest auf Nordwest, verstärkend, in Böen bis Sturmstärke.

3.7 Beschreiben Sie das Wetter in einer Zyklone auf der Nordhalbkugel, wenn Sie als Beobachter nördlich des Zentrums der Zyklone stehen und diese von West nach Ost an Ihnen vorüberzieht.

Im Gegensatz zu einem südlich eines Tiefs stehender Beobachter wird ein nördlich eines Tiefs stehender Beobachter (auf der Nordhalbkugel) keinen Warmluftsektor beobachten. Er begegnet nur den Regen- und Wolkenfeldern, die der aufgleitenden Warmluft entstammen.

Der Wind dreht für ihn langsam zurück, ohne dass es zu sprunghaften Windrichtungsänderungen (wie z. B. an der Kaltfront) kommt.

Autor: Manfred Gatti

Bei der Annäherung des Tiefs wird der Beobachter Windwolken sehen, dann den Cirroschleier, der sich mehr und mehr senkt und es fängt an zu regnen. Die Stärke und Dauer des Regens hängt vom Abstand des Beobachters vom Zentrum des Tiefs ab.

Auf der Rückseite des Tiefs sind Schauerbewölkung und Regenschauer zu beobachten.

3.8 Machen Sie Angaben über die durchschnittliche Zuggeschwindigkeit (in km) einer Zyklone im Nordatlantik im Sommer und im Winter.

Zuggeschwindigkeit im Sommer ca. 5 bis 10 kn; im Winter ca. 25 bis 30 kn (Anfangsstadium bis 50 kn).

3.9 Nennen Sie Anzeichen für eine Trogentwicklung, die Sie an Bord einer Segelyacht feststellen können.

Anzeichen für eine Trogentwicklung sind:

- kein Druckanstieg, u. U. weiterer Druckabfall nach Kaltfrontpassage,
- kein Ausschließen des Windes, ggf. auch Rückdrehen

1,5

3.10 Erklären Sie den Begriff "Seerauch".

Seerauch: Flacher, zerrissener, z. T. faseriger Nebel über warmem Wasser. Diese Bedingung erfüllt kalte Luft, von mindestens 10°C unter der Wassertemperatur, wenn sie über das Wasser streicht. Auch auf Flüssen und Binnenseen anzutreffen.

3.11 Erklären Sie den Begriff Gradient.

Gradient ist der Druckunterschied auf 60sm, gemessen auf einer Senkrechten zwischen zwei Isobaren.

3.12 Erläutern Sie die folgenden Begriffe aus dem Wetterbericht : „rechtsdrehend“ und „rückdrehend“.

Rechtsdrehend bedeutet, dass sich die Windrichtung (NNE auf Nord) im Uhrzeigersinn ändert.

Rückdrehend bedeutet, dass sich die Windrichtung (WNW auf NW) gegen den Uhrzeigersinn ändert.

3.13 In den folgenden Beispielen finden Sie Ausschnitte aus einem Wetterbericht für eine bestimmte Zeit

Beispiel 1: ... „Wind NE 6, rückdrehend, zunehmend 6-7“ ...

Beispiel 2: ... „Wind W 4, rechtsdrehend, abnehmend 3“ ...

Erläutern Sie, welche Windrichtung aufgrund dieser Meldung jeweils zu erwarten ist.

Beispiel 1: Neue Windrichtung: über NNE auf Nord drehen, dabei verstärkend

Beispiel 2: Neue Windrichtung: über WNW auf NW drehend, dabei schwächer werdend.

3.14 Sie wollen ohne Verzug die Rückreise von den Azoren nach Lissabon antreten. Dem Wetterbericht nach findet sich 300 sm nordwestlich der Azoren ein umfangreiches Tiefdruckgebiet mit östlicher Zugrichtung.

Erläutern Sie, ob diese Wetterlage für Ihre bevorstehende Reise vorteilhaft oder ungünstig ist. Eine Begründung ist in jedem Fall erforderlich.

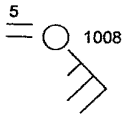
Auf der vorgesehenen Reise befindet man sich gemäß Wetterbericht auf der Südseite bzw. auf der rechten Seite des sich nach Osten verlagernden Tiefs, was als vorteilhaft angesehen werden kann.

Man hat für die nächsten 2 - 3 Tage westliche Winde mittlerer Stärke, langsam rechtsdrehend, zu erwarten. Dies bedeutet achterlichem Wind, so dass mit einer schnellen Reise und jeweils gutem Etmaal zu rechnen ist.

Copyright: Die Aufgaben sind teils selbst erstellt, teils korrigiert. Sie aus anderen Quellen (u.a. Notizen aus Prüfungen). Es ist nicht beabsichtigt, ein eventuell bestehendes Copyright zu verletzen. Sollten Sie dies feststellen, informieren Sie bitte den Autor.

Disclaimer: Die Aufgaben und Lösungen wurden mit Sorgfalt zusammengestellt, dennoch kann keine Gewähr für die Richtigkeit übernommen werden.

- 3.15 Zeichnen Sie die Symbole für folgende Stationsmeldung eines Wetterberichts:
SE 5, diesig, 5 Grad, 1008 hPa.



- 3.16 Erklären Sie den Begriff: **Gradient**.

Unter Gradient versteht man das Luftdruckgefälle. Es wird angegeben in hPa und bringt zu Ausdruck den Druckunterschied auf 60 sm, gemessen auf einer Senkrechten zwischen zwei Isobaren.

4 Zyklone im Nordatlantik

Ein ehemaliger tropischer Wirbelsturm zieht auf seinem polaren Ast von der Ostküste der USA nach Europa und nimmt dabei an Intensität ab. Sie stehen mit Ihrer Segelyacht nördlich des Zentrums der Zyklone.

- 4.1 Beschreiben Sie den typischen Wetterverlauf, wenn eine Zyklone auf Nordbreite südlich von einem Beobachter durchzieht, und weisen Sie auf Unterschiede zu einer nördlich von einem Beobachter vorbeiziehenden Zyklone hin.

Nördlich von einer vorbeiziehenden Zyklone ist der Wetterverlauf gleichmäßiger als im Süden.

Es gibt:

- keine Fronten
- keine Temperatursprünge
- keine plötzlichen Luftdruckänderungen
- kein Ausschließen des Windes

Wolkenaufzug: von Cirren über Cirrostratus, Altostratus, Stratocumulus, in der Nähe des Kerns Stratus mit Regen, nach Passieren des Kerns in Schauer übergehend. Rückseitenwetter mit abnehmender Intensität.

Luftdruck: fällt allmählich vor dem Tief, um dahinter ebenso allmählich wieder anzusteigen.

Temperatur: ändert sich nicht auffällig, da der Beobachter immer im Bereich der Kaltluft bleibt.

Wind: rückdrehend von S/SE über E, NE, N auf NW

- 4.2 Beschreiben Sie das Wetter in einer Zyklone auf der Nordhalbkugel, wenn Sie als Beobachter nördlich des Zentrums der Zyklone stehen und diese von West nach Ost an Ihnen vorbeizieht.

Machen Sie Angaben über die durchschnittliche Zuggeschwindigkeit (in kn) einer Zyklone im Nordatlantik im Sommer und im Winter.

Im Gegensatz zu einem südlich eines Tiefs stehenden Beobachter wird ein nördlich eines Tiefs stehender Beobachter auf der Nordhalbkugel keinen Warmluftsektor erleben. Er passiert nur die Regen- und Wolkenfelder, die der aufgleitenden Warmluft entstammen.

Autor: Manfred Gatti

Der Wind dreht für ihn langsam zurück, ohne dass es zu sprunghaften Windrichtungsänderungen wie z. B. an der Kaltfront kommt.

Bei der Annäherung des Tiefs wird der Beobachter Windwolken sehen, dann den Cirrusschleier, der sich mehr und mehr senkt, es fängt an zu regnen.

Die Stärke und Dauer des Regens hängt davon ab, wie weit der Beobachter vom Zentrum des Tiefs entfernt ist.

Auf der Rückseite des Tiefs Schauerbewölkung und einige Regenschauer.

Zuggeschwindigkeit im Sommer ca. 5 bis 10 kn, im Winter ca. 25 bis 30 kn (Anfangsstadium bis 50 kn).

- 4.3 Worin besteht der entscheidende Unterschied (Hinweis: bezüglich der Energiezufuhr) zwischen einer **tropischen** und einer **auertropischen** Zyklone (normales Tief)?

Tropische Zyklonen beziehen ihre Energie aus der freiwerdenden Wärme bei der Kondensation des Wasserdampfes (keine Fronten).

Auertropische Zyklonen (normale Tiefs) bekommen ihre Energie aus dem Gegeneinanderführen von warmen und kalten Luftmassen an Fronten.

5 Tropischer Wirbelsturm (Hurrikan)

Auf der Reise vom Mittelmeer in die Karibik empfangen Sie über Funk von einem anderen Schiff mit dem Inhalt, dass in der Nähe der Position $\varphi = 21^{\circ}00,0'N$ $\lambda = 063^{\circ}00,0'W$ ein tropischer Wirbelsturm (tropische Zyklone) gesichtet wurde.

- 5.1 Nennen Sie den **allgemeinen Namen** dieses tropischen Wirbels.
Hurrikan

- 5.2 In welchen Seegebieten und zu welcher Jahreszeit entstehen im Nordatlantik **tropische Wirbelstürme (Hurrikan)**?

Die im Nordatlantik auftretenden Wirbelstürme, hier Hurrikans genannt, entstehen ausnahmslos nördlich von 5° nördliche Breite. Entstehungsgebiet ist das Seegebiet der Karibischen Inseln, wo sie je nach Entwicklungsstand als tropische Störung, als tropische Depression oder als tropischer Orkan, schließlich als tropischer Wirbelsturm gemeldet werden. Hurrikans treten nicht auf zwischen den Monaten Januar und April, am häufigsten zwischen August und Oktober.

- 5.3 Nennen Sie die Jahreszeit/Monate, in der diese Wirbel in diesem Seegebiet **verstärkt** auftreten und **begründen** Sie Ihre Antwort mit Hilfe der Gesetzmäßigkeit der jahreszeitlichen Wanderung der planetarischen Druckzonen in Abhängigkeit vom jeweiligen Zenitstand der Sonne.

Hurrikane treten im Nordatlantik zwischen (Mai) Juni bis November (Dezember) auf, also im Spätsommer und Herbst eines jeden Jahres. Verstärktes Auftreten in den Monaten: August, September, Oktober.

Das Häufigkeitsmaximum der tropischen Wirbelstürme fällt jeweils in die Spätsommermonate / frühe Herbstmonate der betreffenden Erdkugel, weil dann die Nordgrenze (NITCZ) zwischen den Märlungen (ITCZ – Inter-tropische Konvergenzzone) und dem Passatgebiet am weitesten polwärts liegt. ~~inner-tropische~~

Die Begründung hierzu liegt im **Nachschleppen** der jahreszeitlichen Erwärmung der Erde zum jeweiligen Zenitstand der Sonne.

Die NITCZ liegt im Spätsommer/Herbst soweit nördlich, dass hier die ablenkende Beschleunigung (Kraft) der Erdrotation, die Coriolisbeschleunigung ($a_c = 2 v \cdot \sin \varphi$) (man beachte den Sinus der geographischen Breite), schon stark wirksam wird, so dass die Bildung von Wirbelstürmen aus kleinen Störungen (tropical disturbance, tropical depression) heraus sehr begünstigt wird.

inner-tropische Konvergenzzone
inter-tropische Konvergenzzone
auch

Copyright: Die Aufgaben sind teils selbst erstellt, teils von anderen Quellen (u.a. Notizen aus Prüfungen) übernommen. Sie sind teils selbst erstellt, teils von anderen Quellen (u.a. Notizen aus Prüfungen) übernommen. Sollten Sie dies feststellen, informieren Sie bitte den Autor. Es ist nicht beabsichtigt, ein eventuell bestehendes Copyright zu verletzen.

Disclaimer: Die Aufgaben und Lösungen wurden mit Sorgfalt zusammengestellt, dennoch kann keine Gewähr für die Richtigkeit übernommen werden.

(tropische disturbanze → tropische Störung)
 (tropische depression → Vertiefung)
 (easterly wave) → Wellenstörungen)

5.4 Machen Sie Angaben über die Jahreszeit, in der man mit tropischen Wirbelstürmen (TW) im Nordatlantik rechnen muss und nennen Sie den Grund.

Hurrikane treten im Nordatlantik zwischen (Mai) Juni bis November (Dezember) (offiziell Hurrikan-Saison 1. Juni bis 30. November) auf, also im Spätsommer und Herbst eines jeden Jahres. Verstärktes Auftreten in den Monaten: August, September, Oktober. Hauptmonat: Anfang bis Mitte September.

Das Häufigkeitsmaximum der tropischen Wirbelstürme fällt jeweils in die Spätsommermonate / frühe Herbstmonate der betreffenden Erdkugel, weil dann die Nordgrenze (NITCZ) zwischen den Märlungen (ITCZ – Inter-tropische Konvergenzzone) und dem Passatgebiet am weitesten polwärts liegt. *inner-tropische*

Die Begründung hierzu liegt im Nachschleppen der jahreszeitlichen Erwärmung der Erde zum jeweiligen Zenitstand der Sonne.

5.5 Was ist die Voraussetzung für die Entstehung eines Hurrikans?

Sie entstehen grundsätzlich über See. Voraussetzungen sind:

- Mindesttemperatur der Wasseroberfläche muss 27° C betragen,
- eine tropische Störung (easterly wave) mit heftigen Schauern
- geringe Luftdruckgegensätze (unter normal; unter 1004 hPa)
- feuchtstabil geschichtete Atmosphäre, mit horizontalem Zustrom
- Corioliskraft muss wirken können, geographische Breite nördlicher/südlicher 5°

TW entstehen überwiegend bzw. häufig aus westwärts wandernde, tropischen Wellenstörungen, "easterly waves"

5.6 In welchen Seegebieten auf der Nordhalbkugel sind mindestens drei der notwendigen Bedingungen für die Entstehung tropischer Wirbelstürme erfüllt, so dass man dort mit ihnen rechnen muss?

Corioliskraft, Wassertemperatur über 27°C und die ITCZ als tropische Störung mit Druckfall treten gemeinsam auf im

- westlichen Nordatlantik
- im östlichen Nordpazifik
- im nördlichen Indischen Ozean

In diesen Gebieten ist auch mit tropischen Wirbelstürmen zu rechnen.

5.7 Warum schwächen sich tropische Wirbelstürme beim Übertritt auf Land innerhalb weniger Stunden rasch ab? Wie wirkt sich dabei die größere Reibung über Land aus?

Es fehlt der Nachschub an der notwendigen Feuchtigkeit und Wärme über Land. Die Reibung verringert die mittlere Windgeschwindigkeit, verstärkt aber aufgrund der erhöhten Turbulenz die Böigkeit des Windes.

5.8 In welchen Monaten ist im Bereich des Nordatlantiks bevorzugt mit Hurrikans zu rechnen? Machen Sie Angaben über die offizielle Hurrikansaison, den Zeitraum der meisten Hurrikans und den Zeitraum/Zeitpunkt der größten Häufigkeit.

Die offizielle Hurrikansaison im Nordatlantik dauert vom 1. Juni bis 30. November.

Die meisten Hurrikans kommen von August bis Oktober vor.

Die größte Häufigkeit liegt in der Zeit von Anfang bis Mitte September.

Autor: Manfred Gatti

- 5.9 Worin unterscheiden sich tropische und außertropische Zyklonen (in den gemäßigten Breiten)?**
- 5.10 Machen Sie Angaben über die Unterschiede von tropischen und außertropischen Zyklonen.**

Tropische Zyklonen:

- haben keine Fronten
- entstehen nur innerhalb der Tropen
- beziehen ihre Energie hauptsächlich aus der Verdunstung des tropischen Ozeans
- Ihr Zentrum ist wärmer als die Umgebung
- die stärksten Winde treten in Bodennähe auf

Außertropische Zyklonen:

- haben normalerweise immer Kalt- und Warmfronten
- kommen nur außerhalb der Tropen vor
- beziehen ihre Energie in erster Linie aus den vorhandenen horizontalen Temperaturgradienten
- Ihr Zentrum ist kälter als die Umgebung
- die stärksten Winde treten in der oberen Atmosphäre auf

- 5.11 Beschreiben Sie die Entwicklungsstadien eines tropischen Wirbelsturms und die Windgeschwindigkeiten (nach internationaler Übereinkunft).**

Tropisches Tief	Windgeschwindigkeit kleiner als 34 kn (Bft 8)
Tropischer Sturm	Windgeschwindigkeit von 34 Kn bis kleiner als 64 kn (Bft 11)
Hurrikan (Taifun)	Windgeschwindigkeit gleich und größer als 64 kn (mehr als Bft 12)

- 5.12 Was ist die Saffir-Simpson-Skala und wie ist sie unterteilt?**

Die Saffir-Simpson-Skala ist eine Skala, die die unterschiedlichen Intensitäten der tropischen Wirbelstürme nach der Windgeschwindigkeit und der Höhe der Sturmfluten (Auswirkungen) unterscheidet.

Dabei gibt es 5 unterschiedliche Intensitäten.

- 5.13 Beschreiben Sie die Entwicklung eines Wirbelsturms in vier Phasen.**

Erste Phase: Entstehung eines flachen Tiefs mit vielen Cumulonimben.

Tropische Störungen (Easterly Waves = Wellenstörungen) die innerhalb der "african easterly jets" entstehen und in Form eines schwachen Trogas als flache tropische Störung von Ost nach West, vom afrikanischen Kontinent Richtung Atlantik wandernd.

Zweite Phase: Druckabfall durch frei werdende Wärme beim Kondensieren des Wasserdampfes. Verstärktes Einströmen mit Drehrichtung im Gegenuhrzeigersinn (Nordhalbkugel).

Tropisches Tief (Depression) In Bodennähe Wind bis 7 Bft.

Dritte Phase: Aufbau eines schwachen Hochs in der Höhe, aus dem Luft im Uhrzeigersinn abgeführt wird. Entstehung des Auges.

Tropischer Sturm mit Windstärken von Bft. 8 bis einschließlich Bft. 11

Vierte Phase: Tropischer Orkan mit Windgeschwindigkeiten bis zu etwa 120kt. (in Böen noch darüber)

Fortschreitende Vertiefung und Zunahme der Winde am Wirbel. Derzeit bekannter Endzustand bei ungefähr 200 kn.

Copyright: Die Aufgaben sind teils selbst erstellt, teils kor. i sie aus anderen Quellen (u.a. Notizen aus Prüfungen). Es ist nicht beabsichtigt, ein eventuell bestehendes Copyright zu verletzen. Sollten Sie dies feststellen, informieren Sie bitte den Autor.

Disclaimer: Die Aufgaben und Lösungen wurden mit Sorgfalt zusammengestellt, dennoch kann keine Gewähr für die Richtigkeit übernommen werden.

Autor: Manfred Gatti

5.14 Beschreiben Sie die verschiedenen Anzeichen für das **Herannahen eines tropischen Wirbelsturmes** im Nordatlantik und andere Hinweise zur Verfügung stehende Informationsquellen.

Geringe Abweichung des Luftdrucks (Größe ist breitenabhängig) von der sehr regelmäßig verlaufenden Luftdruckkurve, deren Minimum täglich jeweils um 04.00 und 16.00 Uhr und deren Maximum um 10.00 und um 22.00 Uhr eintreten, sind eindeutig Hinweise auf tropische Störungen:

Höhere Dünung im Vergleich zu der bisher beobachteten, eventuell auch aus einer anderen Richtung, lassen auf das Vorhandensein eines Wirbelsturmes schließen, zumal die Laufgeschwindigkeit der Dünung größer ist als die Zuggeschwindigkeit des Wirbelsturmes.

Hohe Cirren, radial angeordnet, weisen in Richtung einer tropischen Störung. Halo Erscheinungen und Verfärbung des Morgen- bzw. Abendhimmels.

Starke atmosphärische Störungen im Funkverkehr bzw. im Rundfunkempfang

Als Schiffsführer bei Wahrnehmung der o. g. Anzeichen **sofort jede Möglichkeit zum Empfang einschlägiger Meldungen** nutzen. Besondere Aufmerksamkeit gilt hier z. B. im Atlantik den **Warnungen des (National Hurricane Center (NHC) Miami**. Von dort werden alle 6 Stunden entsprechende Meldungen herausgegeben, genau 30 Minuten vor 04, 10, UTC usw., Schiffsmeldungen abhören.

5.15 Was sind die typischen Anzeichen für die Annäherung eines Hurrikans und was unternehmen Sie als Führer einer Yacht bei Annäherung?

Merkmale für die Annäherung eines Hurrikans sind:

- geringfügige Abweichungen des Luftdrucks von der sehr gleichmäßig verlaufenden täglichen Luftdruckkurve (Minimum um 04.00 und 16.00 Uhr, Maximum um 10.00 und 22.00 Uhr) sind eindeutige Hinweise auf tropische Störungen.
- Höhere Dünung im Vergleich zu der bisher beobachteten Dünung
- hohe Cirren radial angeordnet weisen in Richtung der tropischen Störung.
- Ggffs. TTT-Meldung (Sicherheitsmeldung) abgeben, wenn Anzeichen auf das Herannahen eines Wirbelsturms hinweisen.
- Ggffs. TTT-Meldung (Sicherheitsmeldung) abgeben, wenn Anzeichen auf das Herannahen eines Wirbelsturms hinweisen.
- Nicht versuchen, die Zugbahn zu kreuzen. Dies kann vermieden werden durch radikale Kursänderung, eventuell auf Gegenkurs gehen oder abwarten. Daneben alle erforderlichen seemännischen Sicherheitsvorkehrungen treffen.
- Neben der eigenen bordseitigen Wahrnehmung schon erwähnte Anzeichen sind von entscheidender Bedeutung die Meldungen der nationalen Wetterdienste.
- Im westlichen Atlantik werden regelmäßig Warnungen/Meldungen vor und über tropische Störungen, Depressionen und Wirbelstürme vom Amerikanischen Hurrikan Center des Wetterdienstes in Miami gesendet (Sendezeit alle 6 Std.).
- Als Schiffsführer neben der persönlichen Wahrnehmung der o. g. Anzeichen sofort jede Möglichkeit zum Empfang einschlägiger Meldungen nutzen. Besondere Aufmerksamkeit gilt hier den Warnungen des NHC Miami. Von dort werden alle 6 Stunden entsprechende Meldungen herausgegeben, genau 30 Minuten vor 04, 10, ... UTC.
- Weitere Einzelheiten über Meldeschemata sind dem Nautischen Funkdienst III, dort Wetterdienst, zu entnehmen.

5.16 Welche Luftdruckanzeigen lassen auf einen möglichen tropischen Wirbelsturm schließen?

Gefahr besteht bei:

- einem Luftdruckfall von 8 hPa und mehr unter das Monatsmittel der Monatskarte im Bereich der eigenen Position.

Autor: Manfred Gatti

- einem Überschreiten eines 24stündigen Luftdruckfalls von 1,5 hPa in 10°N, von 3 hPa in 20°N und 6 hPa in 30°N.
- Unregelmäßigem Verhalten im Luftdruck mit längerem Anwachsen des Windes oder Änderung des Passats.

5.17 Welche Seegangs Erscheinungen deuten auf einen möglichen Wirbelsturm hin?

Gefahr besteht bei einer Dünung ohne erkennbare Ursache. (Dünung läuft einem tropischen Wirbelsturm weit voraus).

5.18 Sie befinden sich in tropischen Gewässern. Es kommt Dünung auf. Wofür kann dieses ein zwingendes Anzeichen sein?

Aufkommende Dünung in tropischen Gewässern ist immer ein Anzeichen für einen direkt bevorstehenden Sturm (Hurrikan)

5.19 Welche allgemeinen natürlichen Anzeichen können auf einen möglichen tropischen Wirbelsturm hinweisen?

Gefahr besteht bei:

- Cirrusstreifen, die auf einen Punkt des Himmels hinweisen.
- besonders farbigen Sonnenauf- und -Untergängen.
- Niederschlag der in Dauerregen übergeht.
- starken atmosphärischen Funkstörungen

5.20 Sie segeln zwischen den Inseln der östlichen Karibik. Erklären Sie als Skipper Ihren Mitseglern:

- wie man mit Hilfe des Barometers oder Barographen eine tropische Störung erkennen kann
- den Vorteil eines Barographen, insbesondere bei Reisen in Hurrikane trächtigen Seegebieten,

und nennen Sie den von Ihnen sinnvoll gewünschten zeitlichen Abstand zwischen den Ablesungen des Barometerstandes.

In niedrigen Breiten beobachtet man einen sehr gleichmäßigen Verlauf der Luftdruckkurve. Der Barometerstand erreicht täglich einen Höchstwert gegen 10.00 Uhr und 22.00 Uhr und einen Niedrigstwert um 04.00 Uhr und um 16.00 Uhr, jeweils Ortszeit oder Bordzeit. Jede geringe Abweichung des Barometerstandes vom regelmäßigen Verlauf deutet auf eine tropische Störung hin.

Bei Annäherung eines tropischen Wirbelsturms beginnt der Luftdruck kontinuierlich zu fallen.

- Ein Barograph erleichtert anhand der aufgezeichneten Kurve die Beobachtung und lässt stets den gegenwärtigen Luftdruck ablesen. Nicht zuletzt dienen die während der Reise gesammelten Kurven im gegebenen Falle als Beweismittel.
- Die Ablesung des Barometers sollte in mindestens zweistündigem Abstand erfolgen.

5.21 Woher erhalten Sie umfangreiche und zuverlässige Informationen über die Zugrichtung eines Hurrikans?

Neben der eigenen bordseitigen Wahrnehmung sind die Meldungen der Nationalen Wetterdienste von entscheidender Bedeutung.

Im westlichen Atlantik werden regelmäßig Warnungen/Meldungen vor und über tropische Störungen, Depressionen und Wirbelstürme vom amerikanischen Hurrikan Center des Wetterdienstes in Miami gesendet (Sendezeit alle 6 Std.)

Weitere Einzelheiten über Meldeschemata sind dem Nautischen Funkdienst III, dort unter Wetterdienst, zu entnehmen.

5.22 Geben Sie an, worin sich das Druckgebilde eines tropischen Wirbelsturms von dem einer Zyklone im Nordatlantik grundsätzlich unterscheidet, wenn vom Luftdruck und Windstärken abgesehen wird.

Tropische Wirbelstürme haben keine Fronten, während zu jeder ausgeprägten Zyklone im Nordatlantik Warm- und Kaltfront gehören.

5.23 Worin besteht der entscheidende Unterschied (Hinweis: Energiezufuhr) zwischen einer tropischen und einer außertropischen Zyklone (normale Tiefs).

Tropische Zyklone beziehen ihre Energie aus der freiwerdenden Kondensationswärme des Wasserdampfs und weisen keine Fronten auf.

Außertropische Zyklone erhalten ihre Energie aus dem Gegeneinanderführen von warmen und kalten Luftmassen an Fronte

5.24 Wodurch werden tropische Zyklonen hauptsächlich gesteuert?

Tropische Zyklone/Orkane werden überwiegend gesteuert durch:

- hoch reichende Strömung in den Tropen, in der die Wirbelströme von Ost nach West mitgenommen werden
- Poltendenz, die die Wirbelstürme zu den Polen zwingt
- hoch reichende Westströmung in den gemäßigten Breiten, die die Wirbelstürme dann von West nach Osten befördert.

5.25 Warum ziehen tropische Zyklonen (weltweit) anfangs meistens west- bis Nordwest?

Der meistens gut ausgeprägte **subtropische Hochdruckgürtel** übernimmt eine **steuernde** Funktion mit seinen **östlichen Winden** auf der dem Äquator zugewandten Seite

5.26 Was ist die Voraussetzung für die Entstehung eines Hurrikans im Nordatlantik

Die bei den Cap Verdischen Inseln entstehenden Wirbelstürme ziehen südlich des Azorenhochs westlich in Richtung Karibik und schwenken dort auf einer parabelförmigen Bahn vor den Inseln nach NE

Abweichungen hiervon sind nicht selten. Viele Wirbelstürme ziehen über die Karibik hinweg und drehen dann ab in Richtung Florida oder laufen in den Golf von Mexiko. 1
Hurrikane beschreiben teilweise halbkreisförmige Bahnen oder können sogar auf Gegenkurs gehen.

5.27 Warum ziehen die tropischen Zyklonen (anfangs) meistens west- bis nordwestwärts?

Der meistens gut ausgeprägte subtropische Hochdruckgürtel übernimmt eine steuernde Funktion mit seinen östlichen Winden auf der dem Äquator zugewandten Seite.

5.28 Wie sieht die idealisierte Zugbahn von tropischen Zyklonen aus? Wie heißen die Bahnabschnitte, und welche Geschwindigkeiten können dort auftreten?

Die ideale Zugbahn stellt eine nach Osten offene Parabelbahn dar.

- Äquatorialer Ast: Zuggeschwindigkeit < 12,5 kn
- Scheitel: Trödelstadium
- Polarer Ast: Zuggeschwindigkeit > 12,5 kn

5.29 Geben Sie die allgemeine typische Zugbahn des Wirbels an, bezeichnen Sie die einzelnen Bahnabschnitte deutlich.

Nennen Sie eine der Höhenströmungen, welche den Wirbel führen.

Die allgemeine Zugbahn der tropischen Wirbel hat im allgemeinen einen mehr **parabolischen Charakter**. Entstanden im weiten Seegebiet der Cap Verden (oder westlich davon) wandern sie erst nach Westen (**tropischer Ast**) geführt von der Höhenströmung des **Urpasats**. Die Wirbel biegen dann in einem breiten Streifen zwischen 40° bis 90° westlicher Länge nach Norden ab, **Scheitel**, um dann mit der westlichen Höhenströmung des (**Polar-)** **Jets** nach Osten zu wandern (**polarer Ast**).

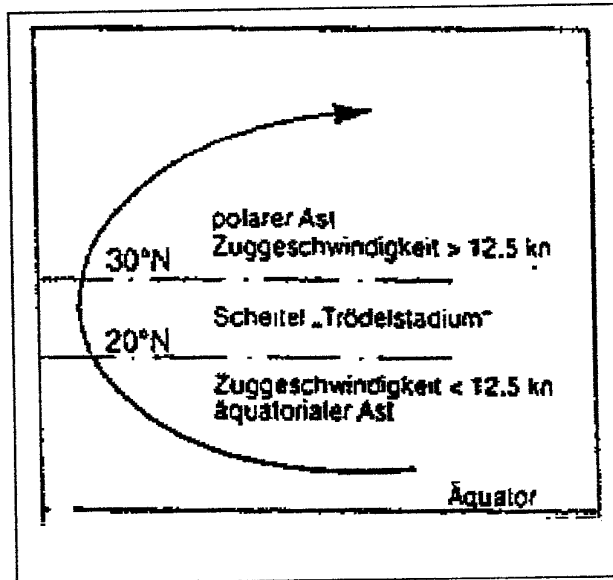
Autor: Manfred Gatti

- 5.30 In welchen Seegebieten auf der Nordhalbkugel sind mindestens drei der notwendigen Bedingungen (siehe 1.1) für die Entstehung tropischer Wirbelstürme erfüllt, so dass man dort mit ihnen rechnen muss?**

Äquatorial Ast (v < 12,5 kn)

Scheitel
"Trödelstadium" (v ca. 5-8 kn)

zwischen 20° und 30° N
polarer Ast (v < 12,5 kn)



- 5.31 Wie sieht die typische (idealisierte) Zugbahn von tropischen Wirbelstürmen aus? Wie heißen die einzelnen Bahnabschnitte?**

Nennen Sie die Zuggeschwindigkeiten der einzelnen Bahnen.

Die ideale Zugbahn ist eine nach Osten offene Parabelbahn.

Äquatorialer Ast: Zuggeschwindigkeit < 12,5 kn

Scheitel: Trödelstadium, ca. 5 bis 8 kn

Polarer Ast: Zuggeschwindigkeit > 12,5 kn

- 5.32 Welche Bahnabweichungen können auftreten gegenüber idealen Zugbahnen?**

Es gibt Zugbahnen mit Kreisen, Haken und Schleifen.

- 5.33 Beschreiben Sie kurz den jahreszeitlichen Gang in den Zugbahnen von tropischen Zyklonen.**

Die ersten im Jahr auftretenden tropischen Wirbelstürme ziehen häufig breitenparallel. Mit zunehmender Erwärmung der Ozeane stellt sich eine parabelförmige Bahn ein, die sich immer weiter auf die Ozeane verlagert.

- 5.34 Welches ist die allgemeine Zugrichtung eines Hurrikans?**

Die bei den Kapverdischen Inseln entstehenden Wirbelstürme ziehen in westlicher Richtung zur Karibik und schwenken dort auf einer parabelförmigen Bahn nach NE. Abweichungen hiervon sind nicht selten. Viele ziehen über die Karibik hinweg und drehen dann ab Richtung Florida oder Golf von Mexiko bis über die Küsten von Honduras, Mexiko und den US-Südstaaten. Hurrikans beschreiben teilweise halbkreisförmige Bahnen oder gehen sogar auf Gegenkurs.

- 5.35 Nennen Sie die verschiedenen Entwicklungsstadien von tropischen Wirbelstürmen mit den dazugehörigen Windgeschwindigkeiten (nach internationaler Bezeichnung).**

Tropisches Tief: Windgeschwindigkeit kleiner als 34 kn

Tropischer Sturm: Windgeschwindigkeit von 32 kn bis maximal 64 kn

Hurrikan (Taifun): Windgeschwindigkeit gleich und größer als 64 kn

- 5.36 Erläutern Sie:**

- die Quadrantenaufteilung des Sturmfeldes eines westwärts ziehenden Hurrikans,
- den „gefährlichen“ und den „befahrbaren“ Quadranten,
- die Wetter Erscheinungen und Seegangsart im „Auge“ sowie dessen durchschnittliche Ausdehnung.

Autor: Manfred Gatti

Für die Entstehung des Sturmfeldes eines westwärts ziehenden Hurrikans geht man davon aus, dass man in die Zugrichtung blickt. Man stellt sich einen Halbkreis rechts bzw. nördlich und einen links bzw. südlich der Zugbahn vor, deren **Mittelpunkt das Zentrum des Wirbelsturms** ist.

Jeder Halbkreis wird geteilt in den vorderen und hinteren Quadranten.

- Der „gefährliche“ Quadrant ist der vordere rechte Quadrant, weil sich dort die Windgeschwindigkeit und die Zuggeschwindigkeit des Wirbelsturms addieren.
- Der „befahrbare“ Quadrant ist der vordere linke Quadrant, weil dort die Zuggeschwindigkeit den Windgeschwindigkeiten entgegenwirkt. Diese Festlegung ist rein theoretisch. Es bleibt bei der Aussage, das Kreuzen der Zugbahn vor dem Wirbelsturm zu unterlassen.
- Das Zentrum des Hurrikans wird als „Auge“ bezeichnet.
Das Auge hat bei einer etwas ovalen Form eine Ausdehnung von etwa 20 sm.
Wetter Erscheinungen im Auge: sehr schwacher Wind, blauer Himmel, Temperatur höher als in der umgebenden Region, steile Kreuzseen.

5.37 Nennen Sie die Quadranten und Seiten eines westwärts ziehenden tropischen Wirbelsturmes, in denen der Wind rechtsdrehend bzw. rückdrehend ist.

Bezogen auf die Zugbahn des Wirbelsturms beobachtet man auf der rechten Seite und dem dazu gehörenden vorderen und hinteren Quadranten rechtsdrehende Winde; auf der linken Seite und dem dazu gehörenden vorderen und hinteren Quadranten beobachtet man rückdrehende Winde.

5.38 Begründen Sie in doppelter Hinsicht, warum auf der rechten Seite des fortschreitenden tropischen Wirbels höhere Windgeschwindigkeiten herrschen als auf seiner linken.

Die rechte Seite des fortschreitenden Wirbels weist die höchste Windgeschwindigkeit auf als Folge

❖ geringerer Isobarenabstände, größerer Gradient gegenüber der linken Seite. Der Isobarenverlauf um den Wirbel bildet sich aus der Überlagerung des Druckverlaufs des Wirbels mit dem Druckverlauf des allgemeinen planetarischen Systems. Da der fortschreitende Wirbel, gleich ob auf dem tropischen oder polaren Ast, jeweils auf seiner rechten Seite dem subtropischen Hochdruckgebiet (Führungshoch) zugewandt ist, ergibt sich demzufolge auf dieser Seite ein stärkerer Luftdruckgradient. Im Scheitel „verschwimmt“ der Unterschied beider Seiten, da das planetarische System keinen Druckunterschied aufweist.

❖ der Bewegungsrichtung des tropischen Wirbels. Auf der rechten Seite des fortschreitenden Wirbels überlagern sich Bewegungsrichtung und die Richtung des Sturms um den Wirbel. **Beide Geschwindigkeiten addieren sich.** (Subtrahieren sich dagegen auf der linken Seite)

5.39 Die Quadranten und Seiten eines tropischen Wirbelsturmes weisen unterschiedliche Windstärken auf. Erläutern Sie, in welchem Quadranten die größten Windstärken auftreten und begründen Sie dieses.

Den größten Windstärken begegnet man im vorderen rechten Quadranten. Hier addieren sich die durch den Wirbel erzeugte Windstärke und die Zuggeschwindigkeit des Wirbelsturms. Dieser Quadrant gilt als besonders gefährlich. Die Schifffahrt sollte ihn daher auf jeden Fall meiden.

5.40 Sie befinden sich in tropischen Gewässern. Es kommt Dünung auf. Wofür kann dieses ein zwingendes Anzeichen sein?

Aufkommende Dünung in tropischen Gewässern ist immer ein Anzeichen für einen direkt bevorstehenden Sturm (Hurrikan)

Autor: Manfred Gatti

Sie empfangen eine Radiomeldung mit dem Inhalt, dass in der Nähe der Position $\varphi = 15^\circ 00' \text{ N}$ $\lambda = 053^\circ 00' \text{ W}$ ein tropischer Wirbelstrom (tropische Zyklone) gesichtet wurde.

5.41 Beschreiben Sie **Aufbau und Eigenschaften** tropischer Orkanwirbel (mit ca. Zahlenangaben über Durchmesser bzw. Entfernung vom Zentrum).

Hurrikan, Hurrikane: Tropische Wirbelstürme sind frontenlose Tiefdruckgebiete und bestehen aus einer "inneren Region", dem Auge und aus einer "äußeren Region", dem Orkanring.

Auge: Dies ist ein kleinräumiges Absinkgebiet im Zentrum des Wirbelsturms, in dem es windschwach und niederschlagsfrei, teilweise sogar sonnig ist. Durch das Absinken der Luft ist diese hier besonders warm. In Satellitenfotos ist das Auge oft als Wolkenloch zu erkennen und damit zur Lokalisierung des Sturmzentrums geeignet. Sein Durchmesser kann 10 km, aber auch über 60 km betragen, im Mittel um 40 km. (oder ca. 20 bis 80 km)

Orkanring: das Auge ist allseitig von einem ringartigen Wall von Schwerstwetter umgeben, dem Orkanring. Hier herrschen die größten Windgeschwindigkeiten, nicht selten mehr als 100 oder gar 200 km/h, und treten die stärksten Niederschläge auf. Der Orkanring hat normalerweise eine Breite von 50 bis 100 km, kann aber auch 150 km übertreffen. (Dabei weisen Hurrikane mit sehr starken Maximalwinden oft einen besonders engen Orkanring auf, mit Durchmessern ab 20 km. Auch im Entstehungsstadium und in niederen Breiten werden so kleinräumige Wirbelstürme angetroffen)

Im Laufe der Entwicklung eines Wirbelsturmes nehmen Durchmesser des Auges und Weite des Orkanrings mit zunehmender Breite und mit abnehmender Maximalstärke zu. Umgekehrt konzentriert sich der Hurrikan, wenn der Wind sich verstärkt, wobei die Maximalwinde dichter an den Rand des Auges herantreten, so dass der das Auge begrenzende Orkanwall sich verschärft.

Nach außen schließt sich eine Sturmzone von 300 bis 1000 km Durchmesser an. Satellitenfotos zeigen, dass diese nicht gleichmäßig das Zentrum umgibt, sondern sich in spiralförmige Bänder aufgliedert. Diese markieren die Bahnen, auf denen die Wolkenfelder und Winde dem Orkanring zustreben.

Copyright: Die Aufgaben sind teils selbst erstellt, teils kopiert. Sie aus anderen Quellen (u.a. Notizen aus Prüfungen). Es ist nicht beabsichtigt, ein eventuell bestehendes Copyright zu verletzen. Sollten Sie dies feststellen, informieren Sie bitte den Autor.

Disclaimer: Die Aufgaben und Lösungen wurden mit Sorgfalt zusammengefasst, dennoch kann keine Gewähr für die Richtigkeit übernommen werden.