

IESO 2017 Test Number 2

Section 1: Untersuche die Interaktion zwischen Atmosphäre und Hydrosphäre: Eine sportliche Herausforderung!

Die „Vendée Globe“ ist ein Einzeljacht-Rennen ohne Unterstützung, die von Vendée in Frankreich starten und deren Ziel es ist, die Welt so schnell wie möglich zu umsegeln. Sowohl Start als auch Ziel sind in Sables d’Olonnes (erkennbar in Abbildung 1A und als A in Abbildung 1b gekennzeichnet). Das Rennen begann am 6.9.2016. Armel Le Cleach’h war der Gewinner mit einem neuen Rekord von 74 Tagen non-stop-Segeln.

Die Schwierigkeit, speziell bei einem Einzelrennen, besteht darin, eine Route zu finden, auf der der Wind immer günstig weht, am besten also von hinten.

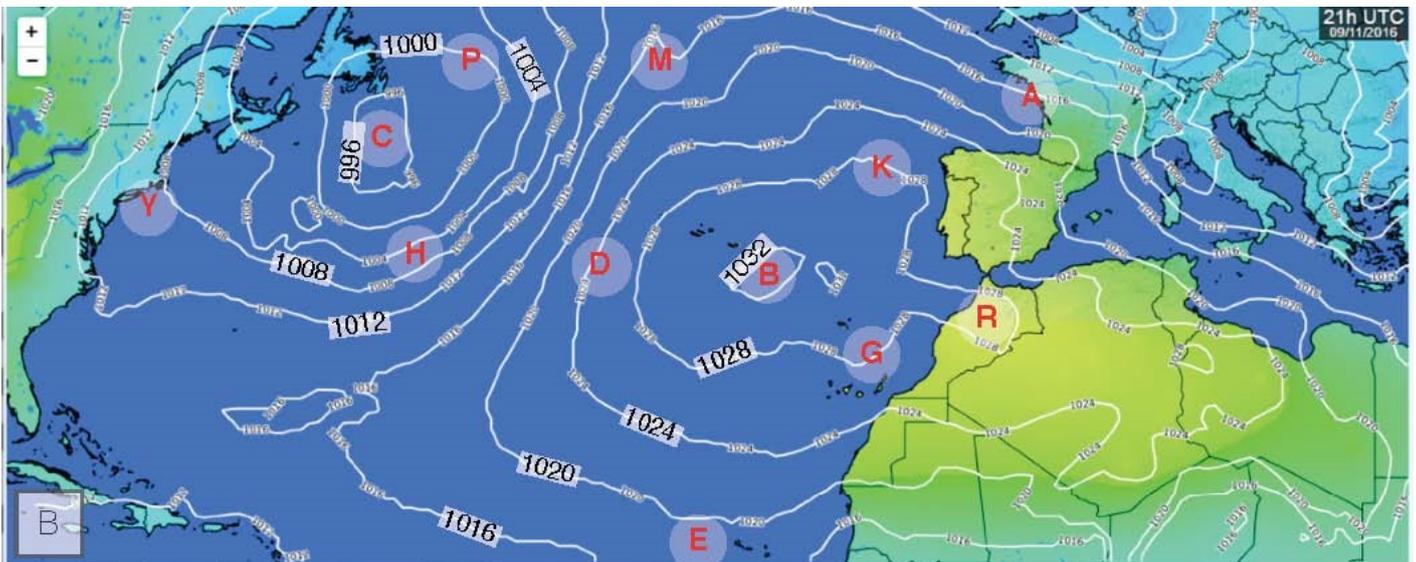
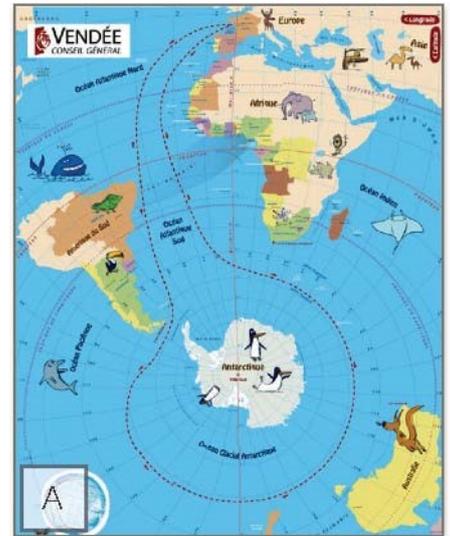


Abbildung 1: (A) Karte mit der Route der „Vendée Globe“; (B) Barometrische Karte des nordatlantischen Ozeans mit hervorgehobenen Punkten (siehe Frage).

Frage 1: Yachten nutzen die dominanten Winde aus. Basierend auf Deinem Wissen über die Winde, die aufgrund von verschiedenen Luftmassen wehen, kennzeichne die schnellste Route, die die Wettkämpfer nutzen sollten, um die Cap Verde-Inseln (E) zu erreichen. Die in der Karte dargestellten barometrischen Bedingungen sind eine Woche lang gleichbleibend. (Nur eine korrekte Antwort):

- 1- Trajectory AKGE
- 2- Trajectory AKBE
- 3- Trajectory AKDE
- 4- Trajectory AMPCHE

Frage 2: Zur selben Zeit beschließt ein Segler die Route Rabat (R) - New York (Y) zu nehmen. Welche Route wäre die schnellste? (Nur eine korrekte Antwort):

- 1- RGDHY
- 2- RBDCY
- 3- RGDPY
- 4- RKDHY

Frage 4: Beziehe Dich auf Abbildung 2C. Die innertropische(konvergenz) Zone hat eine andere Salinität als der Durchschnitt (grüne Zone). Wähle den plausibelsten Grund (nur eine korrekte Antwort):

- 1 – Das Wasser der großen Flüsse setzt den Salzgehalt des Ozeanwassers herab.
- 2 – In der tropischen antizyklonischen Zone ist die Lufttemperatur niedriger und daher die Evaporation geringer.
- 3 – Regen ist wichtiger in der intertropischen Konvergenzzone und senkt den Salzgehalt.
- 4 – Die charakteristischen starken Winde in der intertropischen Konvergenzzone verursachen Upwelling, was das weniger salzige Wasser an die Oberfläche bringt.

Die windgeschützten Gebiete zu vermeiden, war die Hauptsorge aller Teilnehmer. Kito de Pavant, unser Beispiel-Skipper für die IESO 2017, blieb einige Tage in den untenstehenden Abbildungen beschriebenen Gebieten stecken.

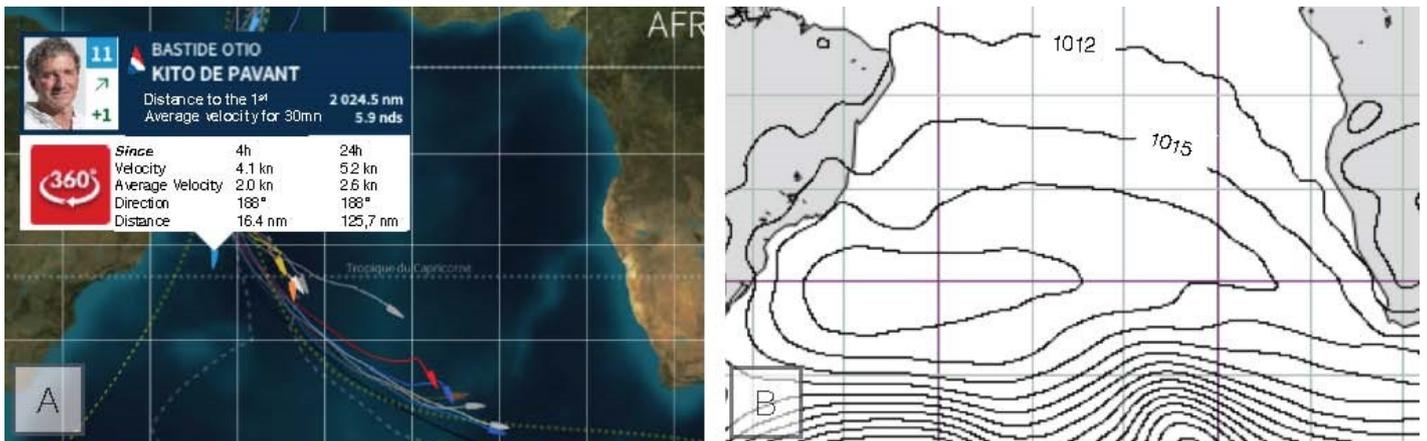


Abbildung 3: Karte mit der Position von dem Teilnehmer Kito de Pavant (blauer Pfeil) und anderen Seglern am 2.12.2016. (A) Positionskarte, die unter anderem die Geschwindigkeitsänderung (Knoten) in den letzten 24 Stunden zeigt. Entfernungen in nautischen Meilen (nm), 1 nm = 1,85km. (B) Barometrische Karte des Renngebietes am 12.12.2016. Konturintervall ist 3 hPa.

Frage 5: Beschreibe das Problem von Kito de Pavant in diesem Renngebiet (nur eine korrekte Antwort):

- 1 – Seine Jacht befand sich in Zentrum eines Tiefs, das durch fehlende Winde charakterisiert wird.
- 2 – Seine Jacht befand sich im Zentrum eines Hochs, das durch fehlende Winde charakterisiert wird.
- 3 – Seine Jacht befand sich im Zentrum eines Tiefs, das durch einen flachen Trog an der Ozeanoberfläche charakterisiert ist, der das Fortkommen behindert.

Frage 6: Die Winde, die eine Antizyklone (Hoch) in der Südhemisphäre umrunden (verschiedene Antworten möglich):

- 1 – rotieren im Uhrzeigersinn
- 2 – rotieren gegen den Uhrzeigersinn
- 3 – werden stärker, wenn sie sich dem Zentrum der Antizyklone annähern
- 4 – werden schwächer, wenn sie sich dem Zentrum der Antizyklone annähern

Während der Durchquerung der Drake Passage südlich von Kap Horn (südliche Spitze von Südamerika) am 26.12.2016 zeichnete der ozeanische Service die Wassertemperatur und des Salzgehalts als eine Funktion der Tiefe entlang eines Transekts zwischen der südlichen Spitze von Südamerika und dem nördlichsten Punkt der Antarktischen Halbinsel auf.

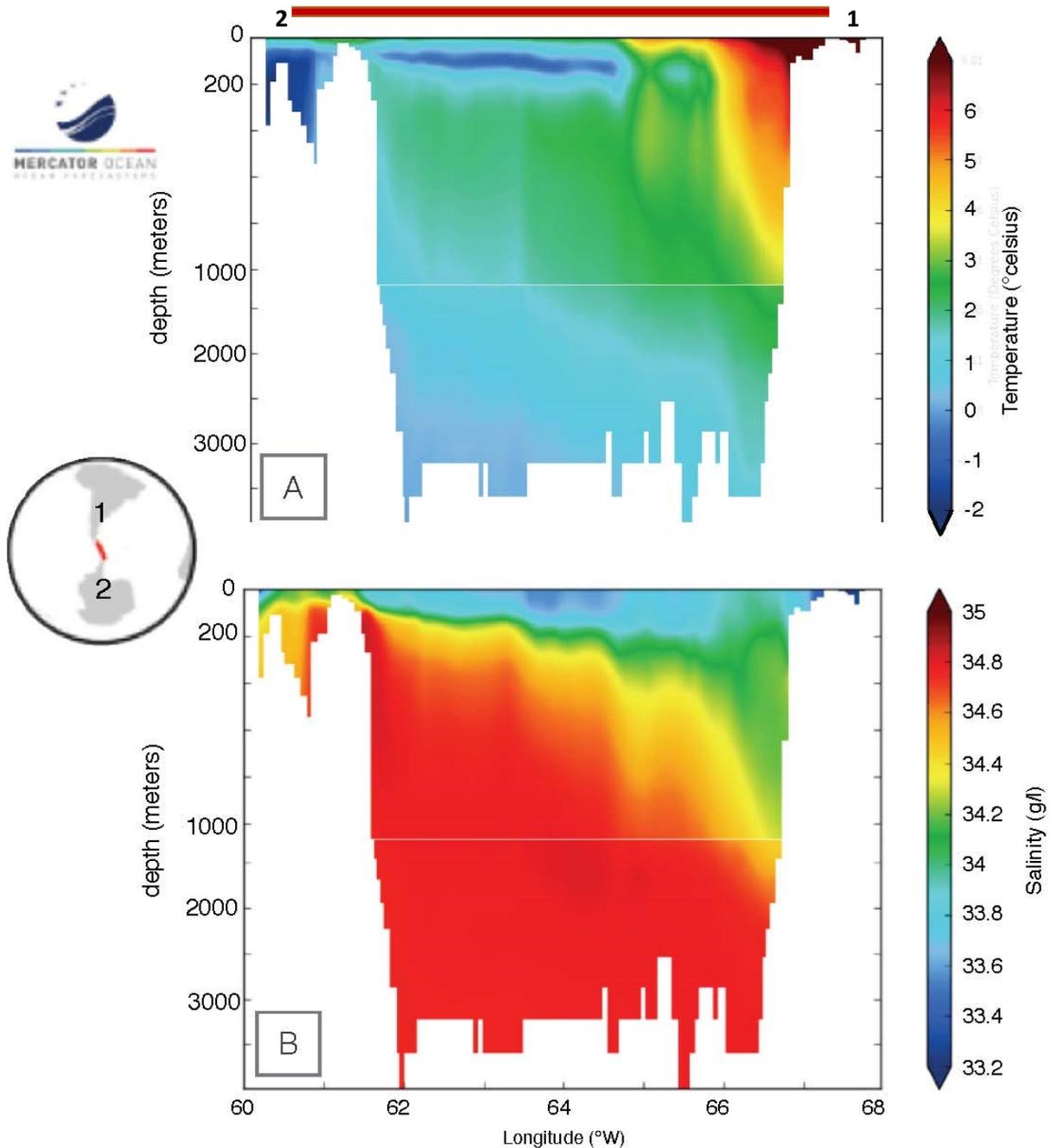


Abbildung 4: Graphik der Temperatur- (A) und Salzgehaltsänderung (B) des Ozeanwassers auf einer Linie entlang der Drake Passage (ersichtlich in der kleinen Karte, die den Planeten vom Nordpol aus zeigt).

Frage 7: Beziehe Dich auf Abbildung 4. Man kann sagen, dass auf 62,5° Westlicher Länge ... (nur eine korrekte Antwort)

- 1 – sowohl der Gradient der Temperatur und des Salzgehalts sind über die gesamte Tiefe normal
- 2 – nur der Temperaturgradient ist in mindestens einem Bereich abnormal
- 3 – nur der Gradient des Salzgehalts ist in mindestens einem Bereich abnormal
- 4 – beide Gradienten sind abnormal

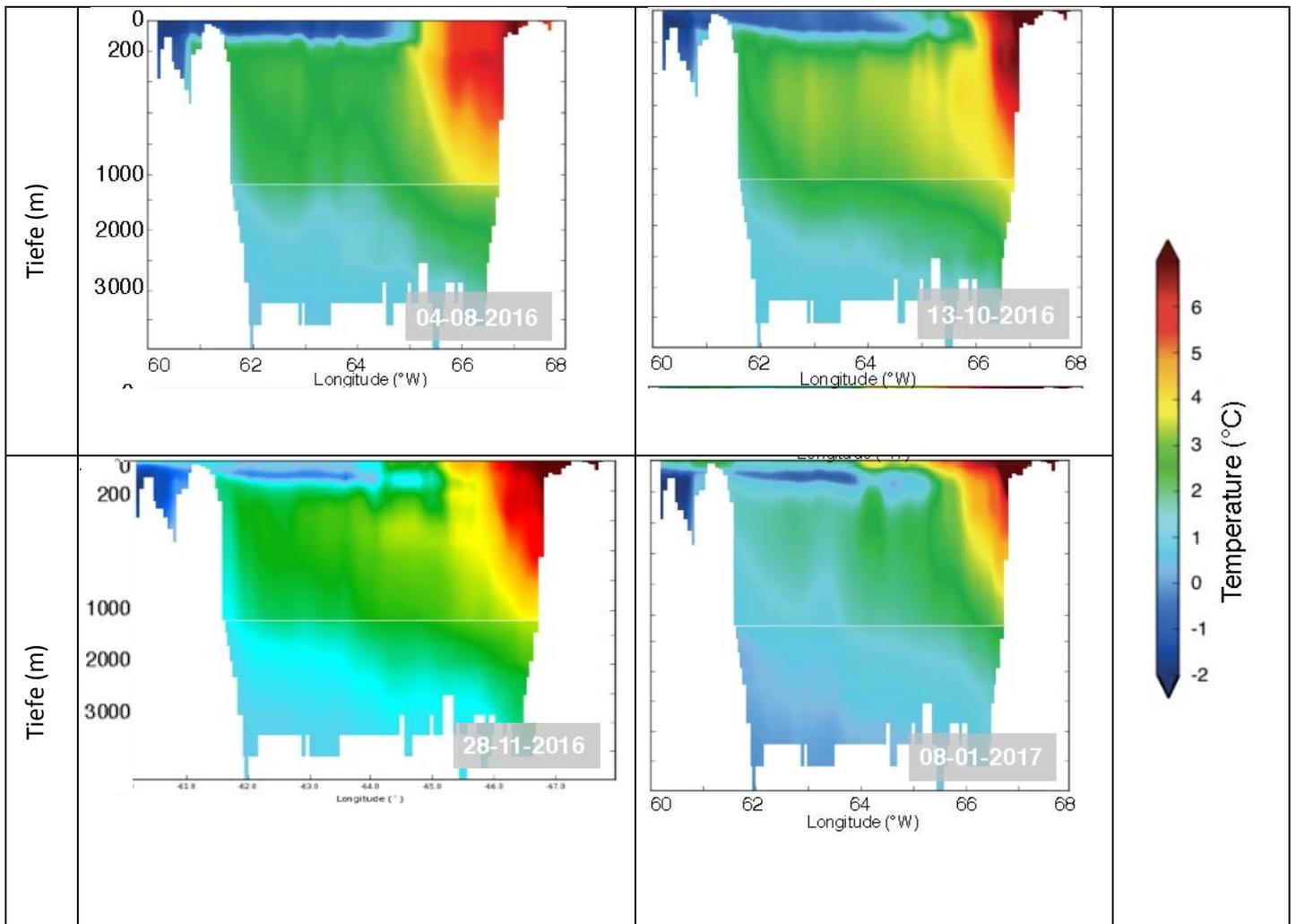


Abbildung 5: Temperaturprofile von verschiedenen Tagen zwischen August 2016 und Januar 2017 entlang desselben Profiles wie in Abbildung 4.

Frage 8: Beziehe Dich auf Abbildungen 4 und 5. Welche der folgenden Aussagen sind korrekt? (verschiedene mögliche Antworten)

- 1 – Das Wasser war im August in 3000m Tiefe im Vergleich zur Oberfläche kälter.
- 2 – Das Packeis (schwimmendes Eis) war der Antarktischen Küste vorgelagert und erreichte im August 2016 64,5° W Länge entlang dem Transekt (Profil).
- 3 – Im Januar 2017 war das Packeis dichter und sank daher.
- 4 – Die unteren Schichten der Hydrosphäre bestehen aus kälterem und salzigerem Wasser, weil es dichter ist.

Bei der Passage der namibischen Küste sind die Segler etlichen Fischerbooten begegnet, die auf dem Weg zur Afrikanischen Küste waren. Es gibt hier tatsächlich Fischschwärme in dieser Region.

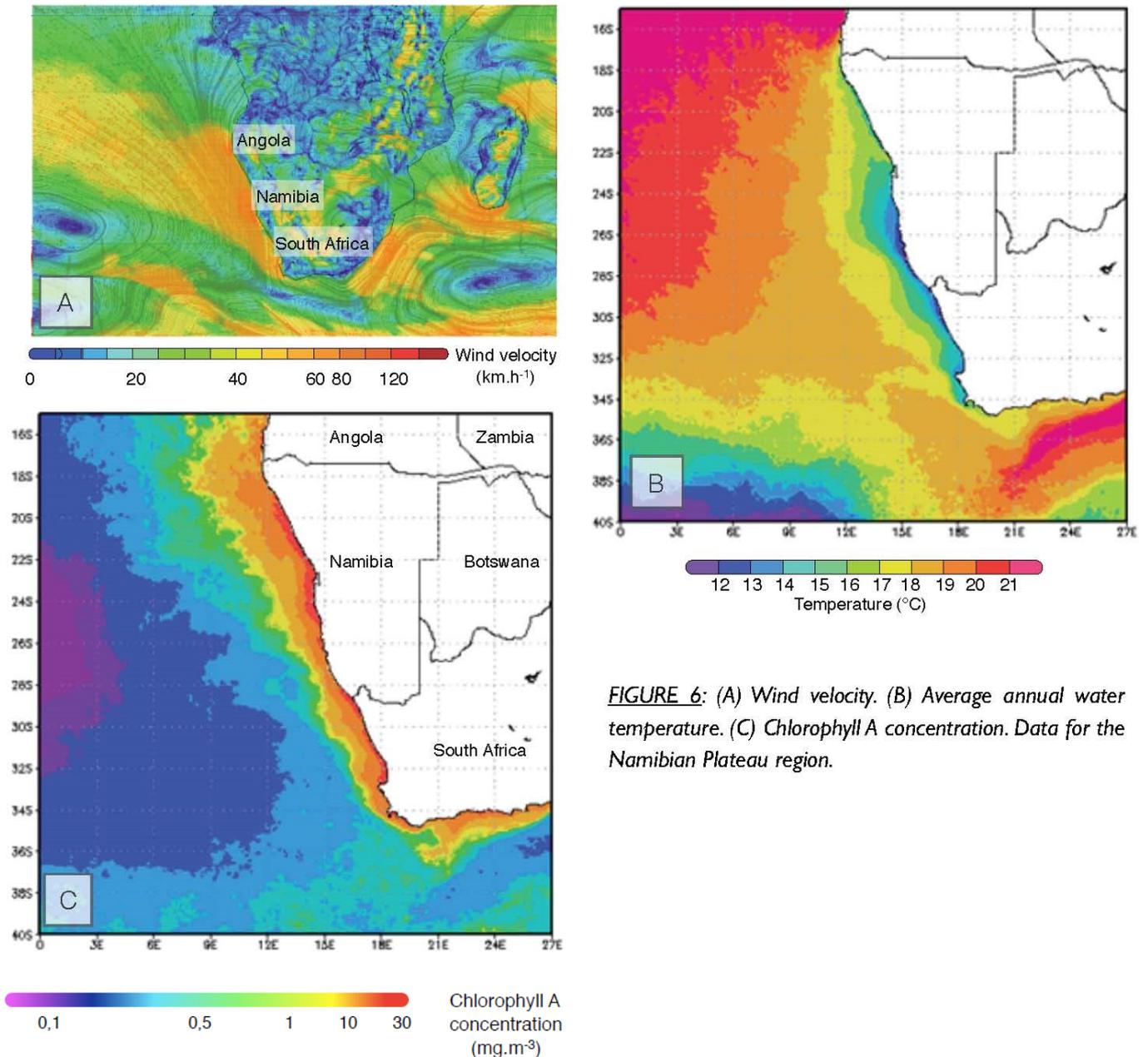


FIGURE 6: (A) Wind velocity. (B) Average annual water temperature. (C) Chlorophyll A concentration. Data for the Namibian Plateau region.

Abbildung 6: (A) Windgeschwindigkeit; (B) durchschnittliche jährliche Wassertemperatur; (C) Konzentration von Chlorophyll A. Daten für die namibische Plateau-Region.

Frage 9: Beziehe Dich auf Abbildung 6: Wähle alle korrekten Aussagen (verschiedene mögliche Antworten):

- 1 – Das Wasser nahe der Küste ist wärmer als das Wasser weiter draußen im Meer.
- 2 – Diese Temperaturanomalie entlang der namibischen Küste entsteht durch aus den Tiefen aufsteigendes Wasser
- 3 – Die treibende Kraft für das Aufsteigen des Wassers ist die Temperaturdifferenz zwischen tiefem und flachen Wasser.
- 4 – die treibende Kraft für das Aufsteigen des Wassers ist die Kraft des Windes an der Oberfläche.
- 5 – Das warme Wasser verursacht hohe Primärproduktion, was zu einer reichhaltigen Nahrungskette (trophische Kette) und somit zu einem hohen Aufkommen von Fisch führt.
- 6 – Die hohe Primärproduktion ist mit einer zunehmenden Nährstoffkonzentration, die eine reiche Nahrungskette ermöglicht.

Frage 10: Das namibische und angolische Plateau ist für seine reichen Schätze an fossilen Treibstoffen bekannt (Öl, Gashydrate). Die geographischen meteorologischen und klimatischen Bedingungen sind über die letzten hunderttausende Jahre ungefähr gleich geblieben. Die Südwestküste blieb eine Wüste. Wähle die korrekten Aussagen aus (mehrere Antworten möglich):

- 1 – Das reiche Vorkommen an Plankton und die reichhaltige Nahrungskette sind für die Bildung von Hydrokarbonaten nötig.
- 2 – Öl wird am Grund des Atlantischen Ozeans gebildet und steigt durch das Upwelling von Wasser auf.
- 3 – Die vom Kontinent stammende organische Materie (tote Tiere und Pflanzen) werden im Kontinentalschelf abgelagert und ist die Hauptquelle von Hydrokarbonaten.
- 4 – Das organische Material des Planktons, das am Kontinentalschelf abgelagert wird, wird unter sauerstoffarmen Bedingungen in Hydrokarbonate transformiert.

Der Segler Kito de Pavant warf einen GPS-Sender mit dem Namen IESO2017 ins Wasser, als er am 17.11.2016 den Äquator überquerte. Dieser schwimmende Sender driftete langsam mit den Meeresströmungen und sendete stündlich seine Breiten- und Längengrade.

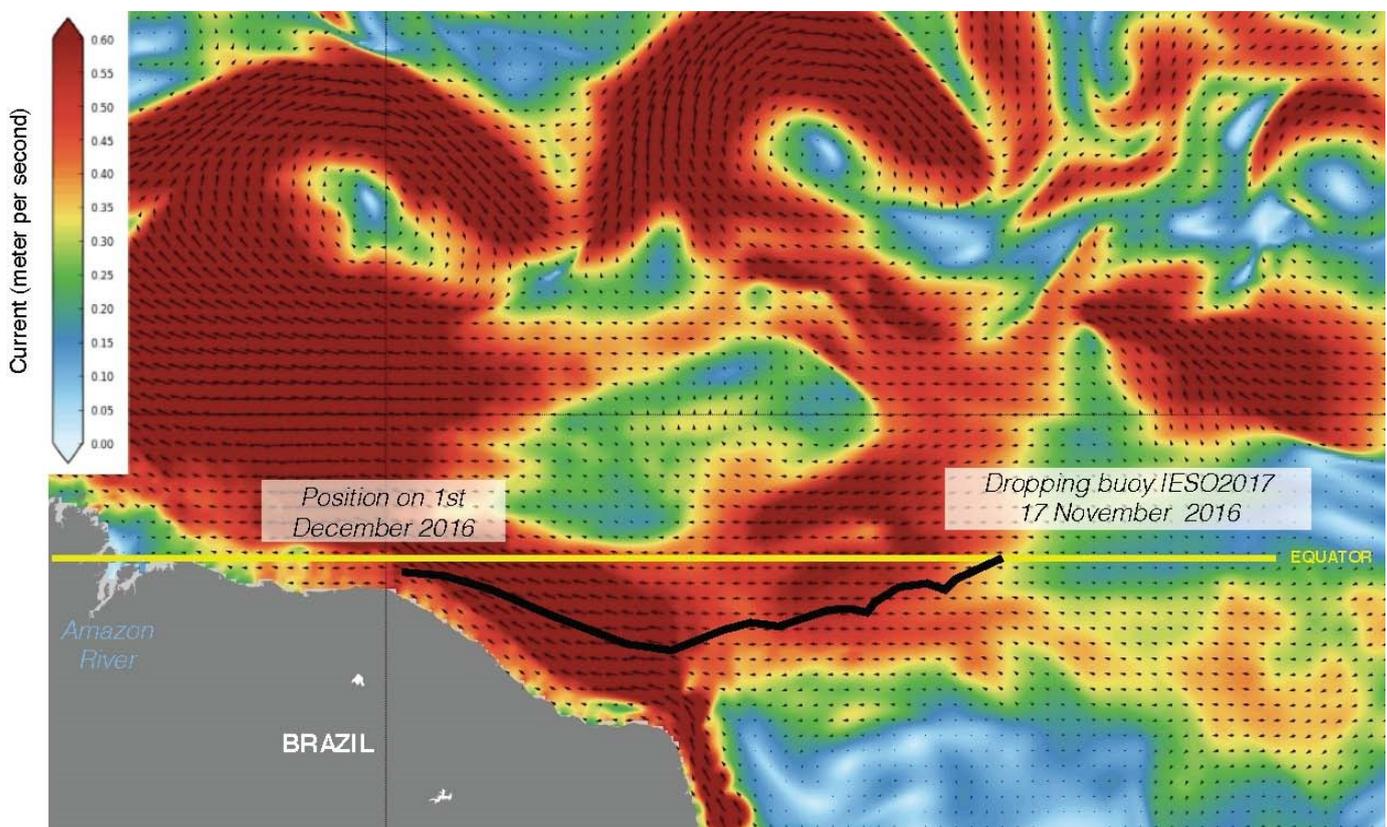


Abbildung 7: Karte des äquatorialen Atlantiks. Die schwarze Linie gibt Bewegungslinie des IESO2017-Senders zwischen dem 17.11. und dem 1.1.2016 wieder. Die Farben geben die Strömungskraft wieder, die Pfeile geben die Strömungsrichtung an. Die in dieser Karte dargestellte Strömung wird „Äquatorialströmung“ genannt.

Frage 11: Beziehe Dich auf Abbildung 7. Wähle aus den folgenden Aussagen die korrekten aus. (Verschiedene Antworten möglich):

- 1 – Die Strömung, die den Sender transportiert, wird von den Passatwinden der Südhemisphäre angetrieben.
- 2 – Die Strömung, die den Sender transportiert, wird durch die Temperaturunterschiede zwischen dem östlichen und westlichen Atlantik hervorgerufen
- 3 – Die Strömung, die den Sender transportiert, wird durch die unterschiedlichen Salzgehalte des östlichen und westlichen Atlantiks hervorgerufen
- 4 – Die Strömung, die den Sender transportiert, wird durch die Höhenunterschiede (Wasserspiegel) zwischen dem östlichen und westlichen Atlantik hervorgerufen
- 5 – die Strömungsrichtung wird durch die Corioliskraft beeinflusst



Abbildung 8: Karte, die die Endphase der Sender-Reise zwischen 15.12.2016 und 4.1.2017 zeigt. Jedes Symbol zeigt täglich die Position des Senders um Mitternacht.

Frage 12: Wenn man den Pfad des Senders nahe der südamerikanischen Küste analysiert; wähle eine korrekte Antwort: (nur eine korrekte Antwort)

- 1 – Die Geschwindigkeit ist konstant, und die Trajektorie verläuft parallel zur Küste
- 2 – Die Geschwindigkeit ist konstant, und die Trajektorie wird nicht von der Annäherung an die Küste beeinflusst.
- 3 – Die Geschwindigkeit des Senders nimmt mit Annäherung an die Küste ab. Dies geschieht aufgrund des Frischwasserzuflusses, der der Ozeanströmung entgegenwirkt.
- 4 – Die Geschwindigkeit nimmt aufgrund der abnehmenden Wassertiefe mit Annäherung des Senders an die Küste ab
- 5 – Die Geschwindigkeit des Senders nimmt mit Annäherung an die Küste zu. Dies geschieht aufgrund des Frischwasserzuflusses, der der Ozeanströmung entgegenwirkt.
- 6 - Die Geschwindigkeit nimmt aufgrund der abnehmenden Wassertiefe mit Annäherung des Senders an die Küste zu

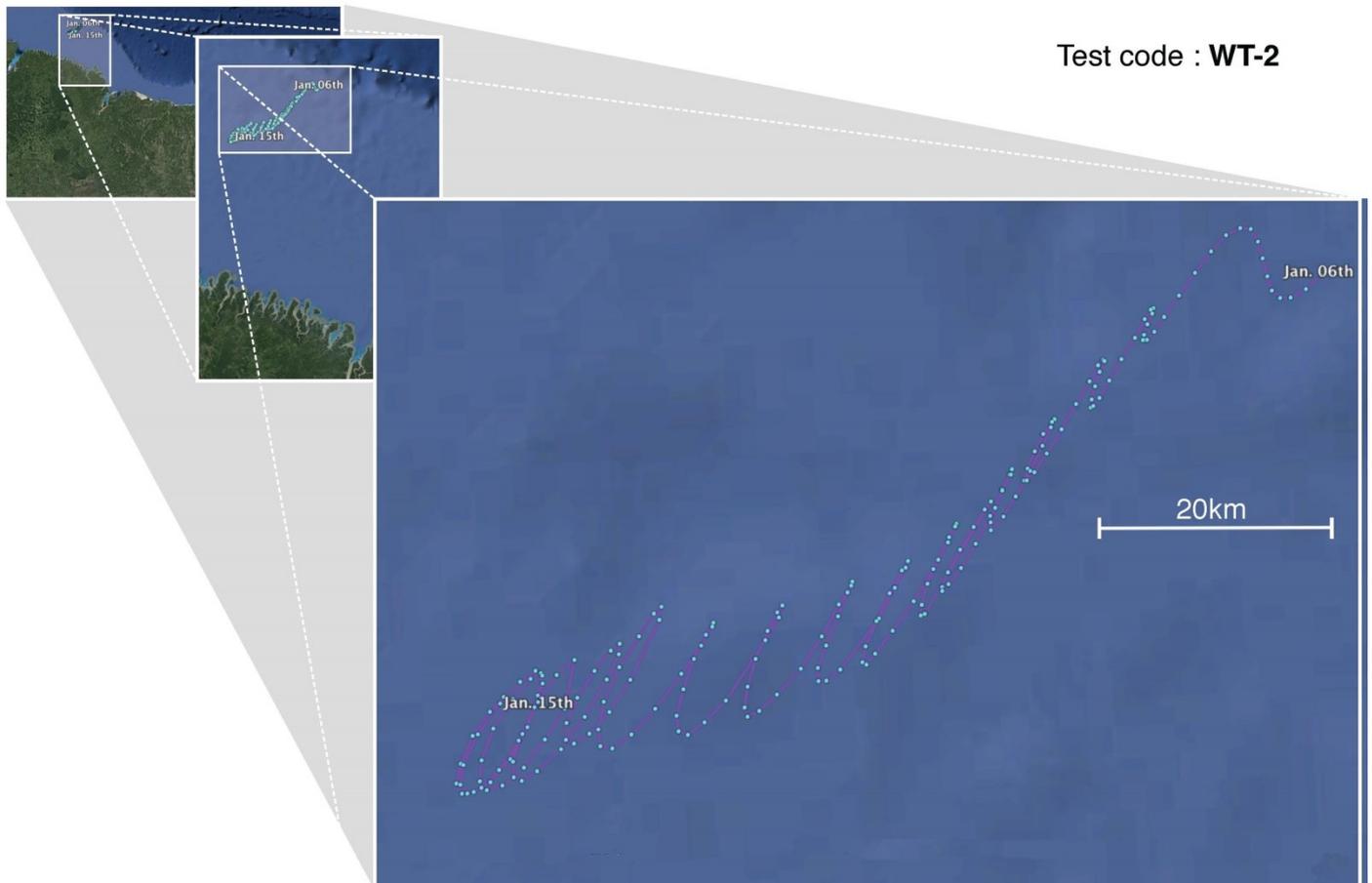


Abbildung 9: Trajektorie des Senders nahe der südamerikanischen Küste. Die Geolokation wurde stündlich ermittelt.

Frage 13: Beziehe Dich auf Abbildung 9 und wähle die Aussage, die das Verhalten des Senders am besten beschreibt Das beobachtete Phänomen scheint periodisch zu sein, mit einer mittleren Periode von ... (Nur eine korrekte Antwort):

- 1- 6 Stunden
- 2- 12 Stunden
- 3- 24 Stunden

Frage 14: Wähle von den untenstehenden möglichen Gründen den wahrscheinlichsten aus. Diese spezifische Muster der Trajektorie ist begründet durch ... (nur eine korrekte Antwort):

- 1 – Die turbulenten Strömungen werden von den unterschiedlichen Salzgehalten der Binnengewässer und der Küstengewässer verursacht.
- 2 - Die turbulenten Strömungen werden von den unterschiedlichen Temperaturen der Binnengewässer und der Küstengewässer verursacht.
- 3 – Gezeitenströmungen

Sektion 2: Auf der Erde stehen und die Planeten betrachten

Während des Rennens, hatte der Skipper Kito de Pavant verschiedene Mondphasen beobachten. Wie können wir erklären, was er sehen konnte?

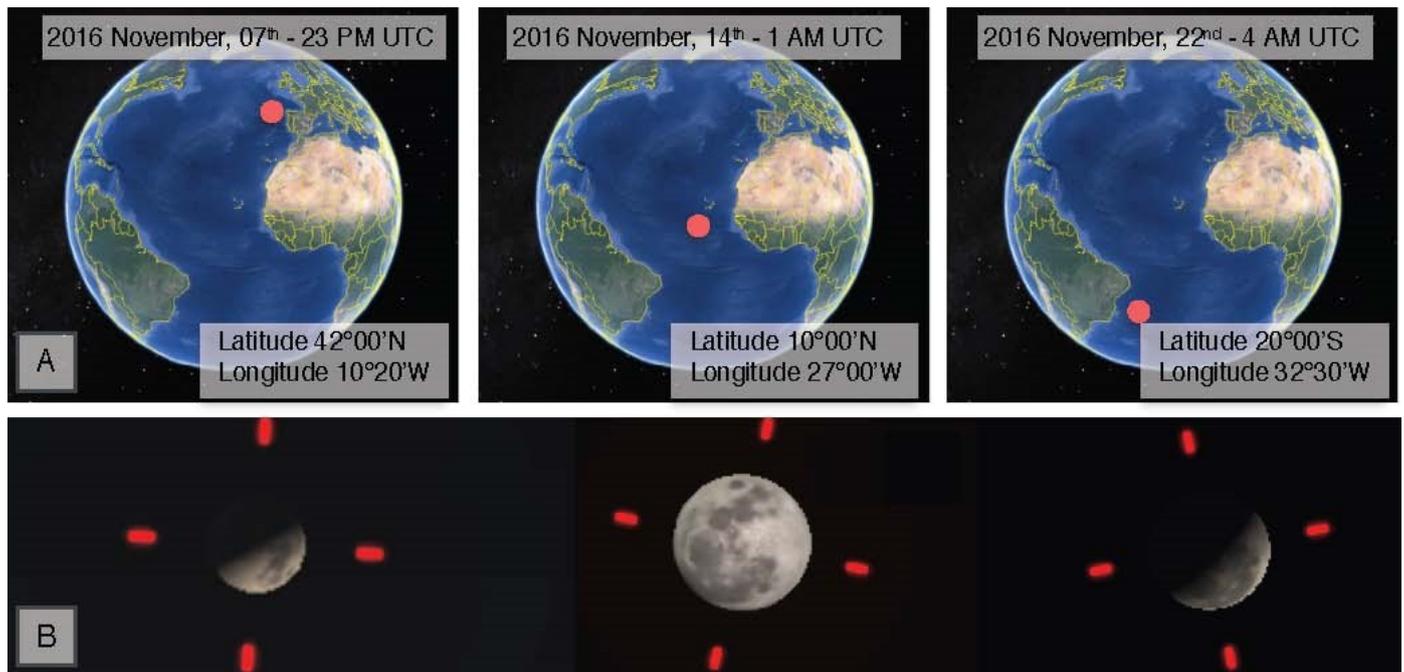


Abbildung 10: (A) Die Position von Kito de Pavant im November 2016. (B) Die Bilder des Mondes, wie der Skipper sie von seiner jeweiligen Position aus sehen konnte.

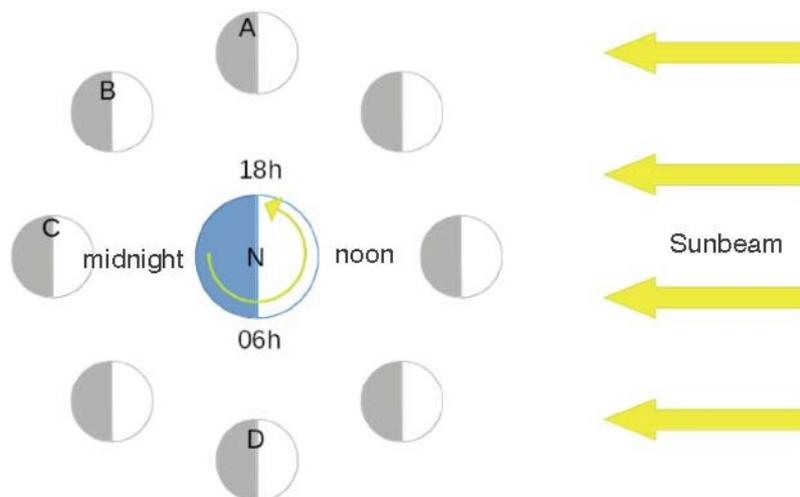


Abbildung 11: Mondphasen als Funktion der drei Körper (Sonne, Erde, Mond).

Frage 15: Beziehe Dich auf Abbildung 11. Während der Nacht vom 7. Auf den 8. November, ist die Position des Mondes relativ zum Erde-Sonne-Referenzsystem: (nur eine korrekte Antwort)

- 1- A
- 2- B
- 3- C
- 4- D

Frage 16: Während der Nacht vom 14. Auf den 15. November hat der Mond seinen Zenit erreicht. Diese Situation ... (mehrere Antworten möglich):

- 1 – kann man nur beobachten, wenn man in den Tropen ist
- 2 – ist nur bei Vollmond möglich
- 3 – ist überall auf der Erde jedes Mal bei Vollmond möglich
- 4 – ist extrem selten und passiert höchstens zweimal im Jahr an einem bestimmten Ort

Frage 17: Der Mond, den der Segler in den Nächten des 7. Und des 22. Novembers sieht, ist sehr ähnlich. Dies ist so, ... (mehrere Antworten möglich):

- 1 – aufgrund der synodischen Umlaufzeit des Mondes, die 14 Tage dauert
- 2 – aufgrund der synodischen Umlaufzeit des Mondes, die 28 Tage dauert. Daher sieht man dieselbe Phase zur Halbzeit nach 14 Tagen.
- 3 – Das erste und das letzte Viertel erscheinen identisch, weil sie nicht in derselben Hemisphäre beobachtet wurden.
- 4 – das erste und letzte Viertel erscheinen identisch, weil sie nicht zur selben Zeit in der Nacht beobachtet wurden.

Frage 18: Der Vollmond des 14. November konnte zwischen 18 Uhr und 6 Uhr beobachtet werden. Wähle die richtige Aussage (nur eine korrekte Antwort möglich):

- 1 – Dies ist immer bei Vollmond der Fall
- 2 – Dies ist extrem selten. Meistens kann man den Beginn zu Mittag beobachten.
- 3 – Dies liegt nur daran, dass der Segler sich nah am Äquator befindet.

Kraterdichte in tausend Kratern mit einem Durchmesser von über 500 Metern pro eine Million km²

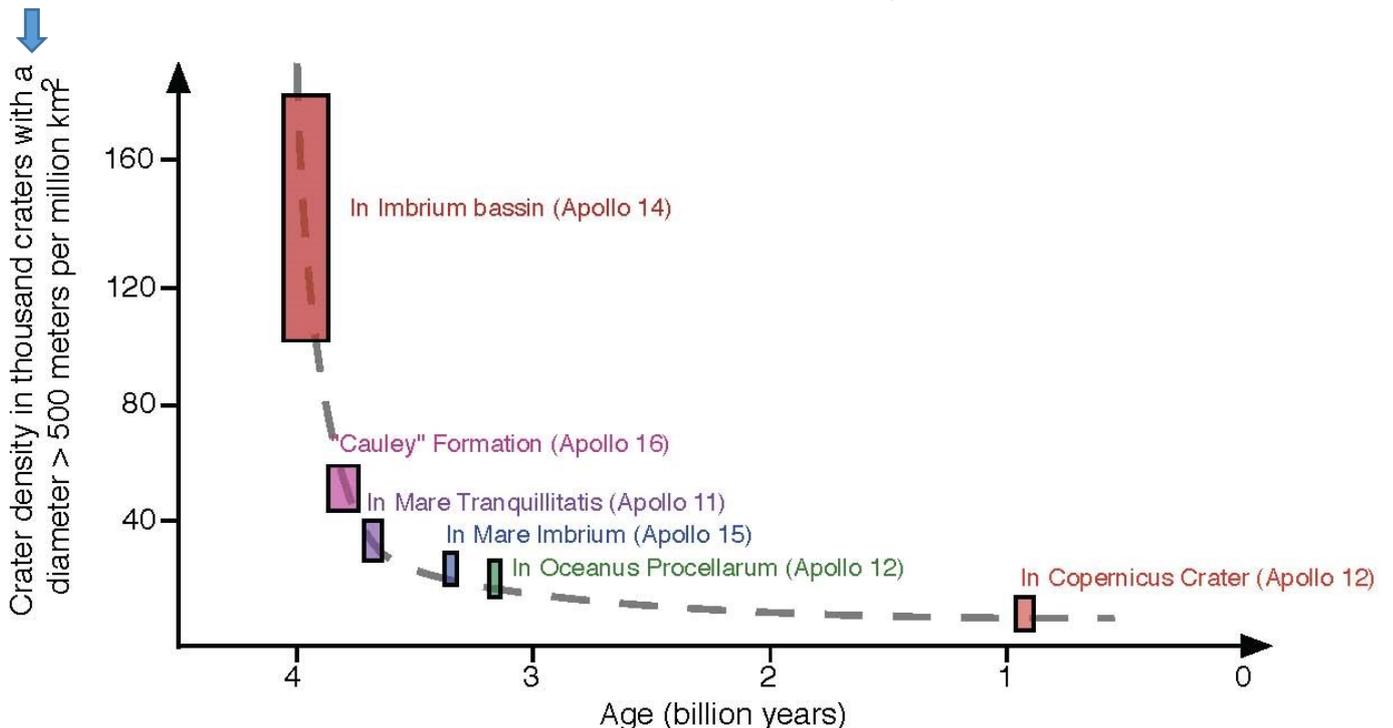


Abbildung 12: Graphik, die das Verhältnis zwischen der Anzahl der Krater auf der Mondoberfläche und dem Alter der Mondoberfläche zeigt. Die gestrichelte Kurve ist die beste Annäherung an die Beobachtungsdaten (Rechtecke).

Frage 19: Abbildung 12 verweist auf eine hyperbolische Beziehung zwischen der Kraterdichte auf der Mondoberfläche und dem Alter der betroffenen Oberfläche. Diese nichtlineare Beziehung, die auf alle planetaren Oberflächen zutrifft, ist das Ergebnis von ... (mehrere Antworten möglich):

- 1 – der abnehmenden Anzahl der einschlagenden Objekte seit Entstehung des Sonnensystems
- 2 – Tektonik, die die Planeten-Oberfläche regeneriert
- 3 – der Entfernung des Planeten vom Asteroidengürtel und vom Kuipergürtel
- 4 – der Umlaufzeit und die Rotationsdauer des jeweils betrachteten Planeten
- 5 – der Temperatur der betroffenen Oberfläche
- 6 – der Größe des betroffenen Planeten

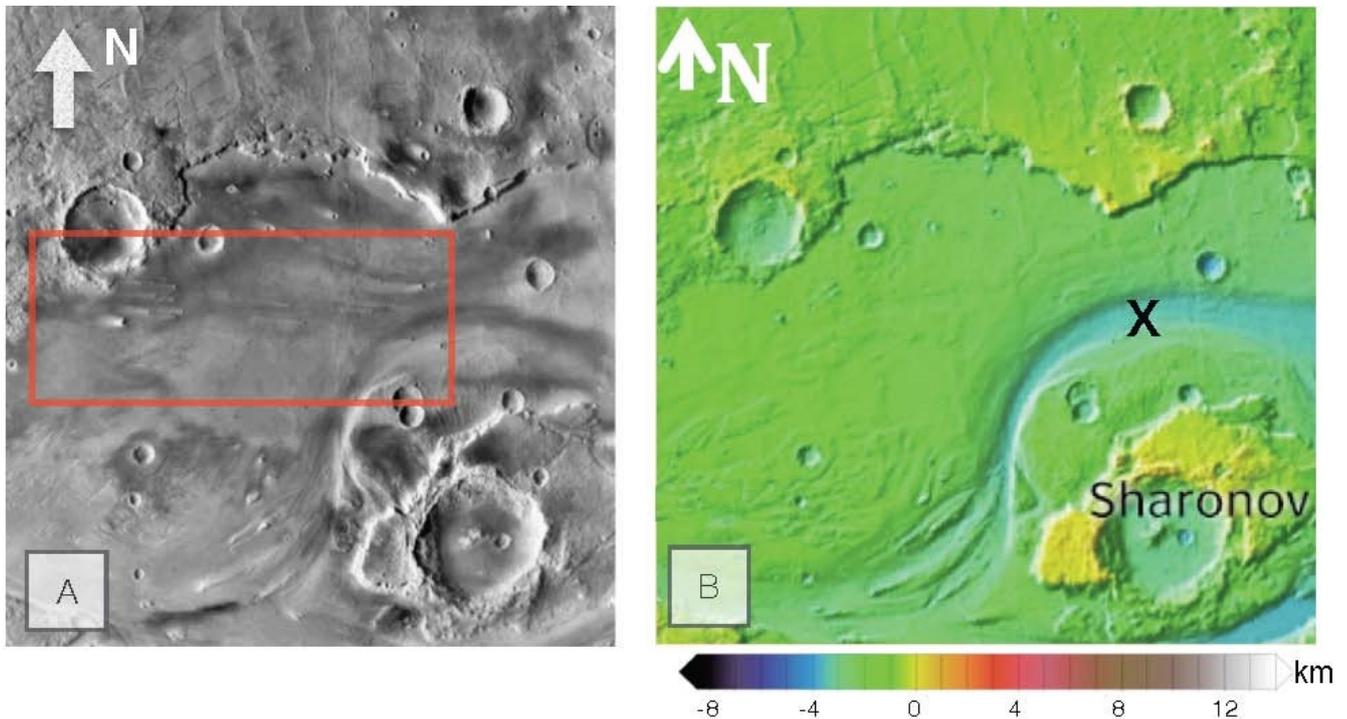


Abbildung 13: Position des Kasei Valles auf dem Mars. (A) Satellitenbilder der Region. Der Sharonov-Krater hat einen Durchmesser von 100km. (B) Topographie derselben Region.

Frage 20: Der Fluss am Punkt X des Kasei Valles fließt in Richtung ... (nur eine korrekte Antwort):

- 1- Süden
- 2- Norden
- 3- Osten
- 4- Westen
- 5- Südosten
- 6- Nordwesten
- 7- Südwesten

Frage 21: Mit den kleinen Kratern sind schmale Streifen verbunden, die durch die rote Box in Abbildung 13A gekennzeichnet sind. Die akzeptierte Erklärung ist das Vorhandensein von Winden. Welches sind ihre Richtungen? (Nur eine korrekte Antwort möglich)

- 1- In Richtung West und Nordwest
- 2- In Richtung West und Südwest
- 3- In Richtung Ost und Nordost
- 4- In Richtung Ost und Südost

Frage 22: Die folgenden geologischen Ereignisse können erkannt werden:

- A – Fließen eines Flusses
- B – kleine Krater
- C – Große Krater im Norden
- D – Bruch im Norden
- E – Windstreifen

Mit Bezug auf die relative Chronologie dieser Ereignisse, suche die mögliche Reihenfolge aus (Nur eine korrekte Antwort):

- 1- A/B/C/D/E
- 2- A/C/D/E/B
- 3- D/C/A/B/E
- 4- C/D/B/E/A

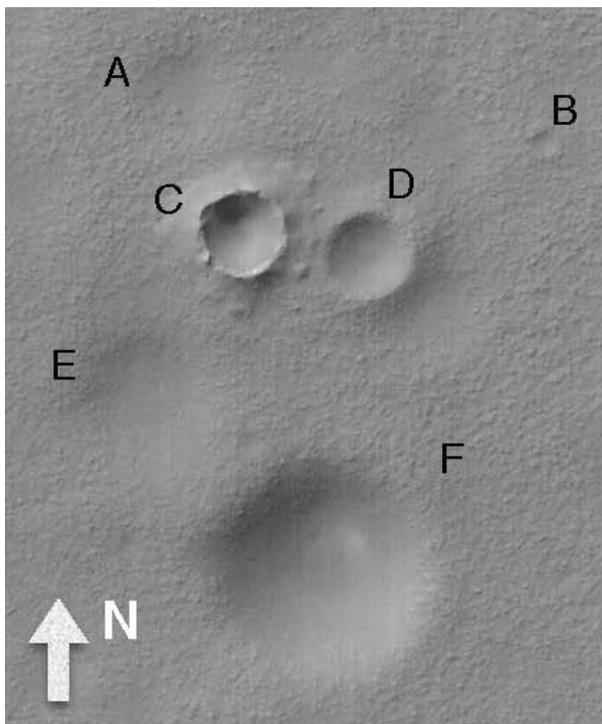


Abbildung 14: Satellitenbild der Marsregion „Sonia Planum“. Bild von der Mars Orbiter Kamera der Mars Surveyor Mission.

Frage 23: Welches ist die korrekte Sequenz der relativen Alter (vom ältesten zum jüngsten) von diesen Kratern? (nur eine korrekte Antwort)

- 1- A/B/C/D/E/F
- 2- E/F/D/C/B/A
- 3- C/D/B/A/E/F
- 4- F/E/A/B/D/C
- 5- A/E/F/B/D/C
- 6- C/D/B/F/E/A
- 7- D/A/E/C/B/F
- 8- B/D/E/F/A/C

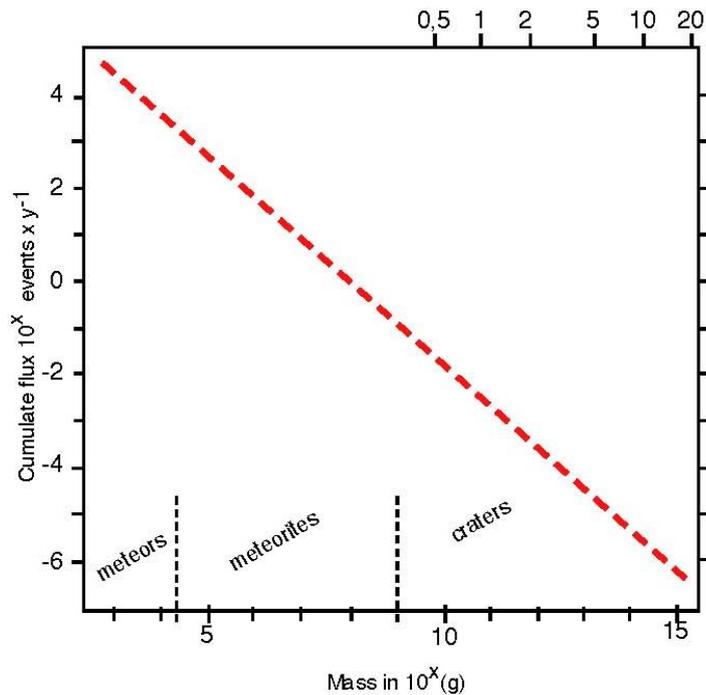


Abbildung 15: Diagramm mit der Hughes Skala. Die Masse der Körper, Kraterdurchmesser, und die Wiederkehrintervalle der Einschläge sind darin korreliert. Die angegebenen Werte beziehen sich auf die Körper, die sich der Erde mit ca. 15,4km/s annähern.

Frage 24: Es gibt weniger Krater auf der Venus, der Erde und Mars verglichen mit Mond und Merkur. (Nur eine korrekte Antwort):

- 1 – weil diese Planeten weniger von Meteoriten getroffen wurden
- 2 – weil Vulkanismus die Oberfläche regeneriert hat
- 3 – weil die Erde durch den Mond geschützt wird
- 4 – aufgrund von Erosion

Frage 25: Gemäß der Hughes-Skala (Abbildung 15), hat ein Körper, der auf der Erde einen Krater mit 5km Durchmesser bildet, eine Masse von ... (nur eine korrekte Antwort):

- 1- 100 Kilotonnen
- 2- 1 Megatonne
- 3- 10 Megatonnen
- 4- 1 Gigatonne

Frage 26: Ein solcher Körper trifft mit einer Frequenz von ... auf die Erde auf: (nur eine korrekte Antwort)

- 1 – einmal in hundert Jahren
- 2 – einmal in 10 000 Jahren
- 3 – einmal in einer Millionen Jahre

Frage 27: Wähle die Faktoren aus , die die Größe eines Einschlagkraters auf der Erde bestimmen: (mehrere Antworten möglich)

- 1 – die Form des Körpers
- 2 – die Masse des Körpers
- 3 – die Menge an Eis auf dem Körper
- 4 – die Geschwindigkeit des Körpers
- 5 – die Walddichte im Einschlaggebiet
- 6 – das Wetter

Frage 28: Bezogen auf Abbildung 15. Ein Einschlag der Magnitude $M=5,5$, weniger als 100km von der seismologischen Station, verursachte Schwingungen einer Amplitude, die zu groß war, um präzise aufgezeichnet zu werden (Sättigungsproblem). Die jährliche Frequenz von Einschlägen der Magnitude „M“ auf dem Mars wird als $R(M) = 100 \times 10^{(3,5-M)}$ ausgedrückt; der Radius des Mars ist 3376 km. Berechne die jährliche Wahrscheinlichkeit das so ein Ereignis eintritt: (Nur eine korrekte Antwort)

- 1- 2,9%
- 2- 100%
- 3- 33%
- 4- 0,02%

Enceladus ist einer von sieben Hauptsatelliten des Saturn. Tabelle 1 zeigt einige bemerkenswerte Charakteristika dieses Körpers. Beachte, dass seine besonders klare Oberfläche die Beobachtung der komplexen Topographie erleichtert hat und eine Geologie widerspiegelt, die für ein Objekt dieser Größe schwierig zu erklären ist. Das Ziel ist es, das Vorhandensein gegenwärtiger geologischer Aktivität nachzuweisen.

Characteristics of Enceladus					
Physical parameters				Chemical parameters	
Diameter (km)	Density (g x cm ⁻³)	Gravity (m x s ⁻²)	Temperature of the surface (K)	Composition in volume	Atmosphere
500	1.2	0.06	73	10% silicates 90% water	Trace (H ₂ O)

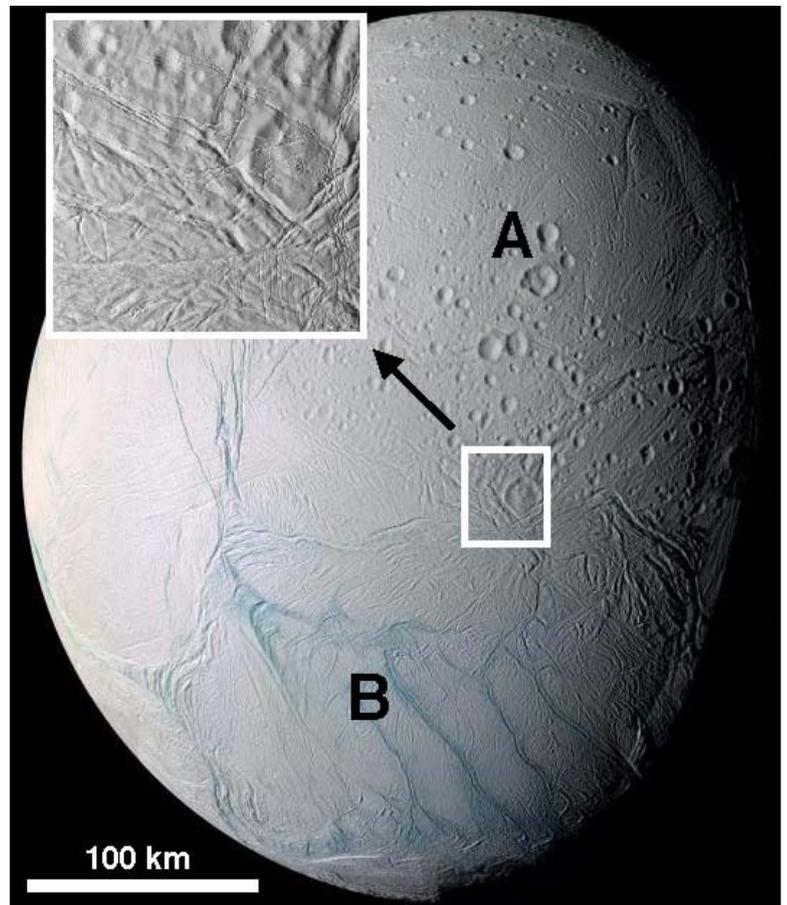
Tabelle 1: Physikalische und chemische Parameter von Enceladus

Frage 29: Enceladus hat eine Materialdifferenzierung durchlaufen. Beachte dies, wenn du den Radius des silikatischen Kerns dieses Satelliten kalkulierst.

- 1- 85 km
- 2- 100 km
- 3- 115 km
- 4- 140 km

Abbildung 16: Satellitenbild von Enceladus, das durch die Cassini-Sonde aus einer Höhe von 1000km am 14.7.2005 aufgenommen wurde. Zone A zeigt einen wesentlichen Teil des Planeten, der durch viele Einschlagkrater gekennzeichnet ist. Zone B korrespondiert mit dem Südpol des Satelliten, wo das topographische Relief und zahlreiche Falten erkennbar sind.

Der Zoom in dem von Abbildung 16 deutet darauf hin, dass sich die Strukturen von Zone B mit den Kratern überschneiden. Zone B ist daher jünger, worauf die totale Abwesenheit von Kratern in der Zone B hinweist. Wissenschaftler nehmen an, dass es eine innere Aktivität gibt, die regelmäßig einen Teil der Enceladus-Oberfläche erneuert.



Frage 30: Identifiziere unter Nutzung der Analogie der Erde die Parameter, die nötig sind, um die gegenwärtige interne Aktivität des Enceladus zu erklären (mehrere Antworten möglich):

- 1 – atmosphärischer Druck an der Oberfläche des Enceladus (gemessen durch die Sonde)
- 2 – Oberflächentemperatur (gemessen durch die Sonde)
- 3 – Chemie der Oberfläche, um mögliche Vulkangesteine zu entdecken
- 4 – Magnetisches Feld

In Hinblick auf den Enceladus kann die solare Energie die einzige Energiequelle sein, die Tektonik aufrechterhält. Die untenstehenden Dokumente spezifizieren seinen thermalen Zustand.

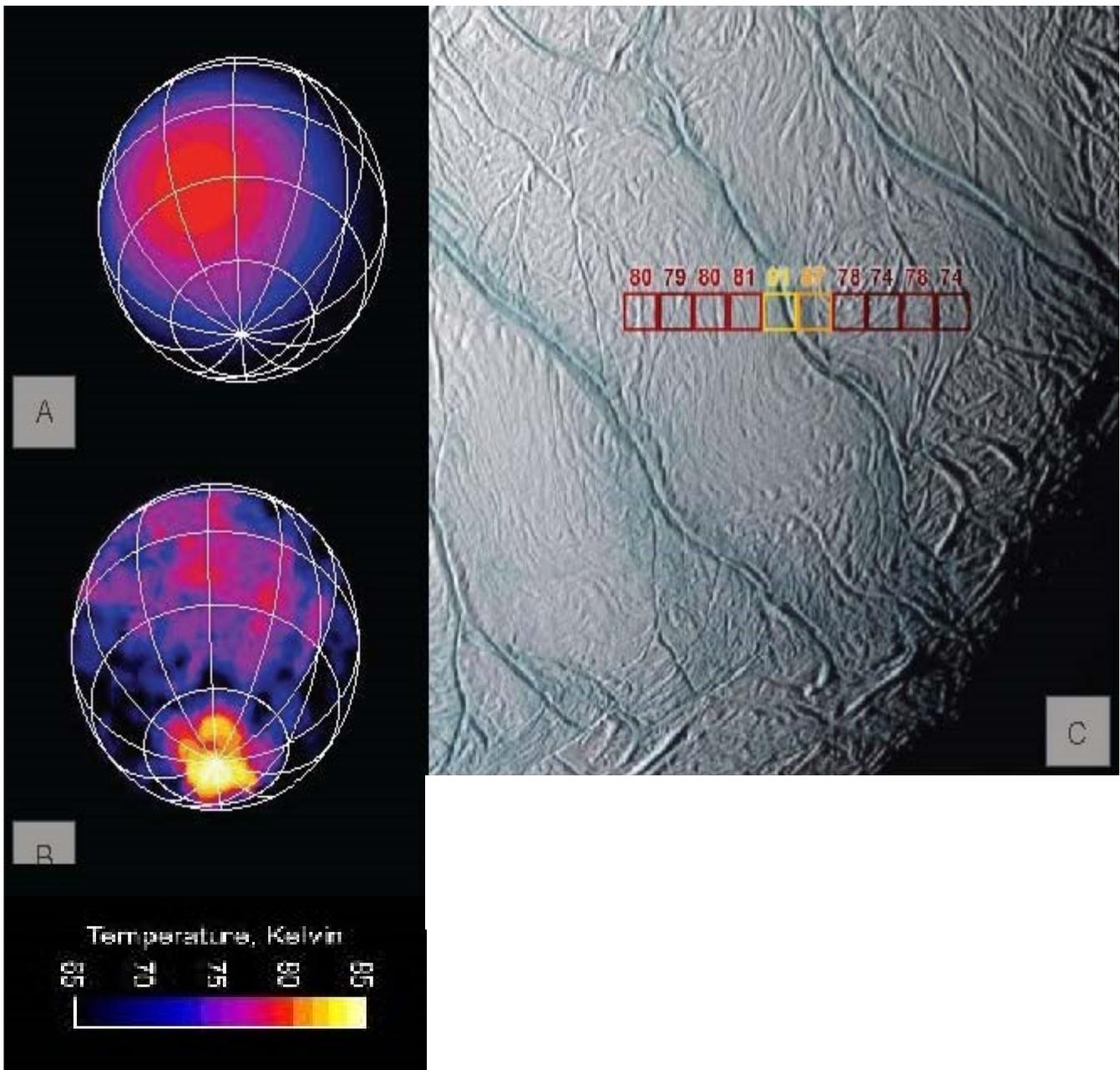


Abbildung 17: (A) Hypothetisches thermales Modell des Enceladus, in dem die Sonne die einzige Energiequelle ist; (B) Thermale Form der Oberfläche, die durch das Infrarot-Spektrometer der Cassini-Sonde gemessen wird; (C) Thermale Form in der Nähe einer jener Falten, die sich am Südpol des Enceladus befinden. Die Farbe hängt von der Kristallinität des Wassers ab. Weiß korrespondiert mit amorphem Eis. Das Eis wird amorph, wenn es über längere Zeit UV-Strahlung ausgesetzt ist. Blau korrespondiert mit kristallinem Eis, das aus der Verfestigung von Wasser resultiert.

Frage 31: Bezogen auf Abbildung 17. Ein Vergleich zwischen den hypothetischen und den Spektrometerdaten lässt folgendes Modell erwarten (nur eine Antwort möglich)

- 1- Die einzige Wärmequelle des Mondes ist die Sonne
- 2- Die Sonne ist zu weit entfernt und hat keinen Einfluss auf die Temperatur von Enceladus
- 3- es gibt eine signifikante Wärmequelle am Äquator des Satelliten
- 4- Die solare Wärmequelle beeinflusst die Temperatur des Enceladus, aber es gibt eine weitere Wärmequelle am Südpol des Satelliten.

Frage 32: Die zahlreichen Falten auf der Oberfläche am Südpol sind mit erkennbaren thermalen Anomalitäten korreliert. Diese Beobachtung ermöglicht es abzuleiten, dass... (nur eine korrekte Antwort)

- 1 – Die Falten sind junge tektonische Strukturen, die durch das Vorhandensein von kürzlich gebildetem Eis sichtbar werden
- 2 – Die Falten sind junge tektonische Strukturen, deren thermale Anomalie die Existenz von Wasser nicht zulässt
- 3 – Die Falten sind sehr alte Strukturen und sind ein Beweis für die Erosion durch fließendes Wasser auf der Oberfläche des Satelliten in der Vergangenheit
- 4 – Die Falten sind gegenwärtige Wasserläufe auf der Oberfläche des Satelliten

Die Cassini-Sonde flog über den mysteriösen Südpol von Enceladus, um chemische Messungen durchzuführen. Zu diesem Zweck hat es seinen Ionen- und Neutralmassen-Spektrometer (INMS) aktiviert, um Wasser in seiner Gasphase zu entdecken. Außerdem hat es seinen Kosmischen Staub-Analysator (CDA) aktiviert, um Partikel von Wassereis zu entdecken.

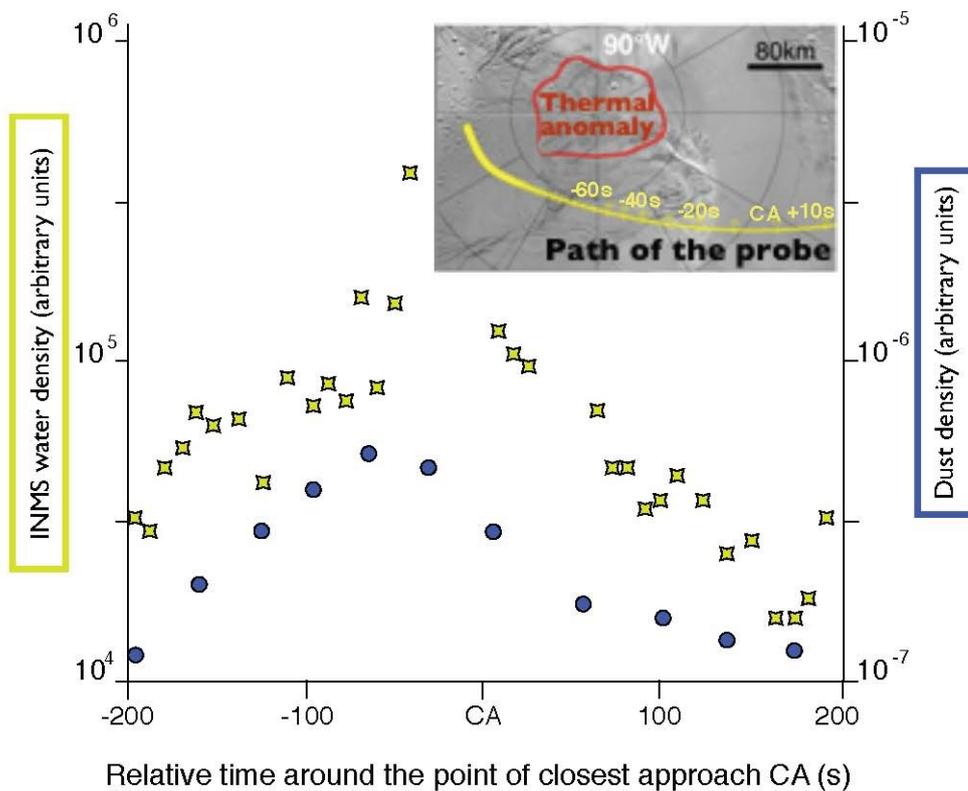


Abbildung 18: Graphik mit den Messungen durch die Instrumente der Cassini-Sonde. Das kleine, eingefügte Bild zeigt die Flugroute der Sonde nahe dem Südpol. Punkt (CA) gibt den oberflächennächsten Punkt der Sonde an.

Frage 33: Beziehe Dich auf Abbildung 18. Die Messungen der Cassini-Sonde weisen darauf hin, dass... (mehrere Antworten möglich):

- 1 – Die Sonde zeichnete das homogene Vorhandensein von Partikeln und Wasserdampf entlang ihres Weges auf
- 2 – Die Sonde zeichnete eine diffuse Zone (mehr als 100 km) auf, in der Partikel und Wasserdampf in hoher Konzentration vorkamen. Die Zone korrespondiert mit der niedrigsten Position der Sonde
- 3 – Die Sonde zeichnete eine begrenzte Zone auf, in der Wasserdampf und Staub hochkonzentriert vorkommen. Die Zone korrespondiert mit einem Gebiet nahe der thermalen Anomalie am Südpol
- 4 – Außerhalb der Zone mit hoher Konzentration gibt es immer eine geringe Anzahl von Wasserdampf und Partikeln. Enceladus hat eine dünne Atmosphäre.

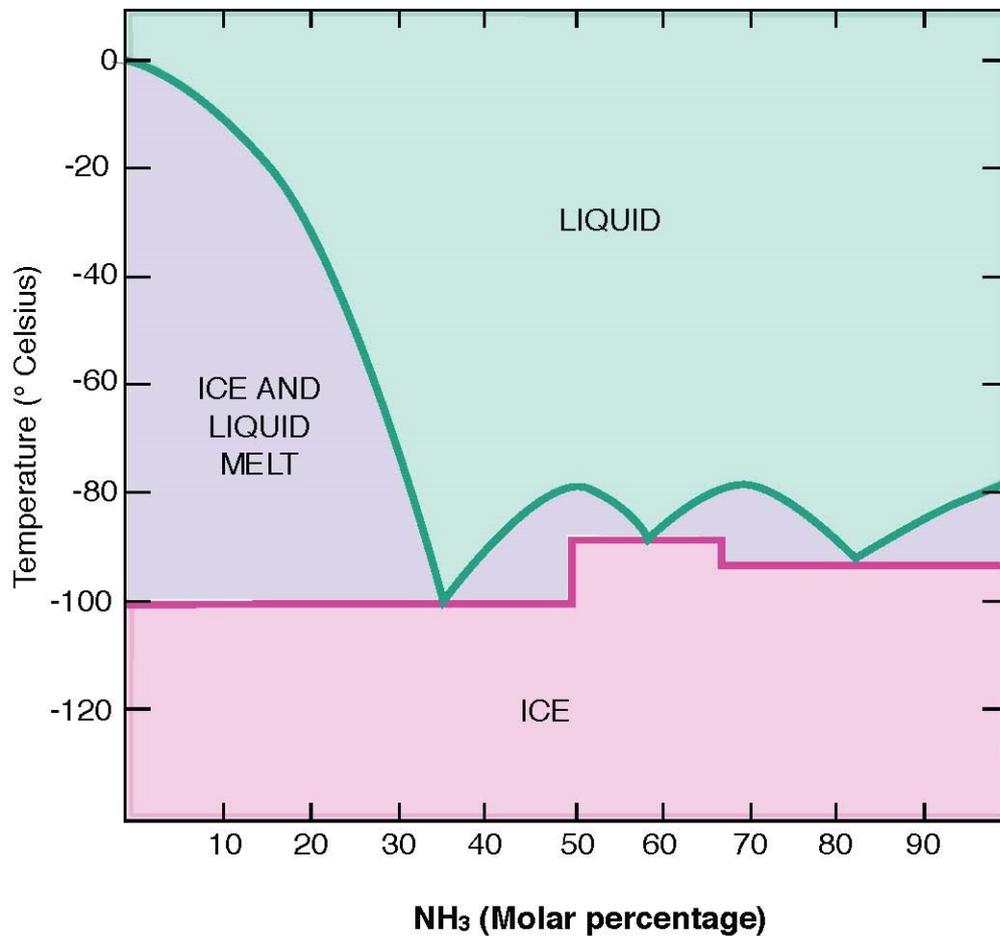


Abbildung 19: Diagramm mit Phasenwechseln einer H₂O-NH₃-Mischung. Die Mischung ist eutektisch, da es eine Mischung zweier reiner Stoffe ist, die sich bezüglich der Phasenwechsel wie ein einzelner reiner Stoff verhält. Der experimentelle Druck entspricht dem an der Oberfläche des Satelliten.

Frage 34: Wähle aus Abbildung 19 die Mischung aus, die die minimale Schmelztemperatur hat (nur eine korrekte Antwort):

- 1- A mixture containing 90% ammonia and 10% water.
- 2- A mixture containing 35% ammonia and 65% water.
- 3- A mixture containing 65% ammonia and 35% water.
- 4- A mixture containing 80% ammonia and 20% water.

Frage 35: Ist die aus Abbildung 19 abgeleitete minimale Schmelztemperatur vergleichbar mit den Verhältnissen auf Enceladus? (verschiedene Antworten möglich)

- 1 – Die mittlere, auf der Oberfläche des Enceladus gemessene Temperatur erlaubt das Schmelzen der Wasser-Ammonium-Mischung
- 2 – Die sehr lokal auf der Ebene des Südpols gemessene Temperatur erlaubt das schnelle Auftreten von Flüssigkeit
- 3 – Keine der oberflächlichen Bedingungen auf Enceladus erlauben das Auftreten von Wasser enthaltenden Flüssigkeiten
- 4 – Das Vorhandensein von Wasser, das in die Atmosphäre gelangt, weist darauf hin, dass es interne Bedingungen geben muss, die das Auftreten von Wasser in flüssiger und gasförmiger Phase ermöglichen

Frage 36: Bezogen auf Abbildung 20. Welche der untenstehenden Schlussfolgerungen sind gerechtfertigt (verschiedene Antworten möglich):

- 1 – Der nördliche Teil ist durch alten Vulkanismus gekennzeichnet, und der südliche Teil ist ein alter Ozean
- 2 – Die Oberfläche des Enceladus ist heterogen. Sie zeigt, dass solare Strahlung die Krater entfernt, indem sie eine Zustandsänderung im Eis verursacht, die eine glatte Oberfläche neu bildet.
- 3 – Die Oberfläche des Enceladus weist darauf hin, dass die südliche Hemisphäre kürzlich entstanden ist. Sie ist gegenwärtig gefroren und wird zukünftig allmählich mehr Krater aufweisen.
- 4 – Die Oberfläche des Enceladus deutet auf eine sehr seltsame Art des Vulkanismus am Südpol hin. Sie ist gegenwärtig gefroren und wird zukünftig allmählich mehr Krater aufweisen.
- 5 – Der südliche Teil des Satelliten ist durch aktive Tektonik gekennzeichnet, die durch eine bislang unbekannte interne Energiequelle gespeist wird
- 6 – Trotz seiner Größe hat Enceladus eine Atmosphäre, die durch Kryo-Vulkanismus entsteht (Kryo meint Eis).



Abbildung 20: Foto einer kryo-vulkanischen Eruption auf einer Oberfläche eines Satelliten des Saturns. Analysen deuten darauf hin, dass Wasserdampf und Eis ausgestoßen werden.