

I.C.20

Wärmelehre

Landwind, Seewind und der Golfstrom – das Modell des Energietransportes

Ein Beitrag von Lothar Delling

Illustrationen von Benjamin Streit



© Ben Welsh/The Image Bank

Wie entsteht Wind? Am Beispiel der Verhältnisse an der Küste wird die Entstehung von Land- und Seewind als lokales Klimaphänomen erklärt. Die Schülerinnen und Schüler erfahren dabei die Aussagekraft der Gleichung für die Wärmemenge durch zielgerichtete Interpretation der Einflussgrößen wie spezifische Wärmekapazität oder Temperatur. Parallel wird schrittweise das Modell eines geschlossenen Energiekreislaufes eingeführt. Dieses Modell wird auf die Verhältnisse im Golfstrom als globales Phänomen übertragen.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 7–10

Dauer: 5 bis 8 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 3)

Kompetenzen: 1. Anwenden physikalischer Denk- und Arbeitsweisen, 2. Entwickeln von Strategien zur Bearbeitung physikalischer Aufgaben- und Problemstellungen, 3. Nutzen der Fachsprache sowie fachspezifischer Darstellungen, 4. Kooperieren im Team, 5. Kommunizieren und Präsentieren physikalischer Inhalte

Thematische Bereiche: Wärme, Temperatur, spezifische Wärmekapazität, Energiekreislauf im geschlossenen System

M 1

Landwind und Seewind

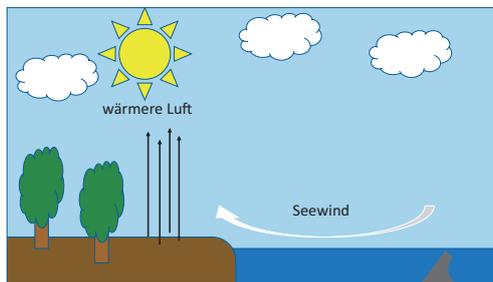
Der stetige Wechsel von Landwind und Seewind ist nicht nur an der Biskaya, sondern auch an vielen anderen Küsten zu beobachten. So lassen sich oft auch Fischer vom Landwind nachts auf das Meer treiben und tags vom Seewind zurück zum Land.



Wie lässt sich das Entstehen von Landwind und Seewind erklären?

Das Sonnenlicht erwärmt das Land und das Meer (T 1). Dabei steigt die Temperatur des Landes schneller und höher als die des Wassers. Auch die Luft erreicht dann über dem Land eine höhere Temperatur als über der Wasseroberfläche. Da die erwärmte Luft über dem Land sich ausdehnt und leichter wird, steigt sie auf. In den frei werdenden Raum strömt kühlere Meeresluft nach (T 2). Diese Strömung bezeichnet man als Seewind oder Seebrise.

Tag



Nacht

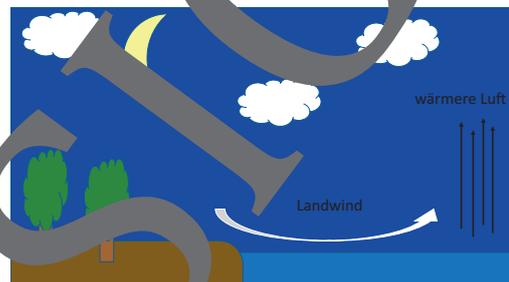


Abb. 1: © Benjamin Streit

In der Nacht kehrt sich der Vorgang um. Die Luftmassen über Land kühlen schneller und stärker ab als über der Wasseroberfläche. Die wärmere Luft über dem Wasser steigt auf. Die Luft über der Landfläche strömt als Landwind in Richtung Meer.

Aufgaben

Die Entstehung von Land- und Seewind soll genauer geklärt werden. Dazu wird der Text an der Stelle T 1 ergänzt: Das Sonnenlicht erwärmt das Land und das Meer **mit gleicher Intensität**. Dabei steigt die Temperatur ...

Erläutere an dieser Stelle, warum die Temperatur des Erdreiches höher als die des Wassers steigt.

Verwende dazu die Gleichung $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$ und die in der Tabelle unten angegebenen Werte.

Fertige zur Textstelle T 2 Skizzen an, die den Sachverhalt veranschaulichen und auch höhere Luftschichten mitbeziehen. **Erweitere** dazu die beiden Bilder Abb. 1. Wo bleibt die aufsteigende Luft? Es wird behauptet, dass Energie durch strömende Gase transportiert wird. Was meinst du?

Tabelle. Spezifische Wärmekapazitäten

Element	spezifische Wärmekapazität c in J/(gK)
Gold (Au)	0,13
Kupfer (Cu)	0,38
Eisen (Fe)	0,45
Silizium/Sand (Si)	0,70
Benzol (C ₆ H ₆)	1,72
Wasser (H ₂ O)	4,18

Ergänzungsmaterial zu M 1

M 1a

Auszug aus einer Werbeanzeige

Aktives Mitsegeln in kleiner Crew

Individuell gestaltete Segeltörns (Urlaubstörns, Trainingstörns, Skippertraining, Meilentörns für den Hochseeschein) in der Nord- und Süd-Bretagne und am französischen Atlantik.



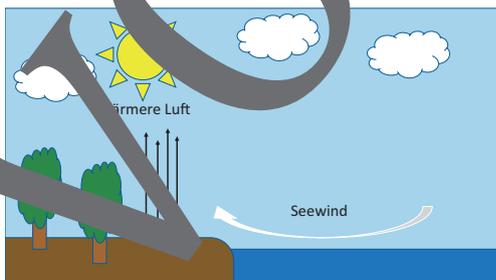
© SAIL-BRETAGNE-ATLANTIC

Die französische Atlantikküste

Die Ostküste der Biskaya hat ein mildes, im Sommer eher subtropisches Klima, jedoch ohne das Risiko mediterraner Hitzewellen. Ein ausgeglichenes Klima mit recht stetigem Wind, der im Sommer meist thermisch bedingt tagsüber als Seewind und nachts als Landwind weht. Dieser stetige Wind ist von Seglern erwünscht, sie können den Törn so planen, dass sie nicht ständig gegen den Wind kreuzen oder sich auf wechselnde Windrichtungen einstellen müssen.

Skizzen zu Seewind und Landwind

Tag



Nacht

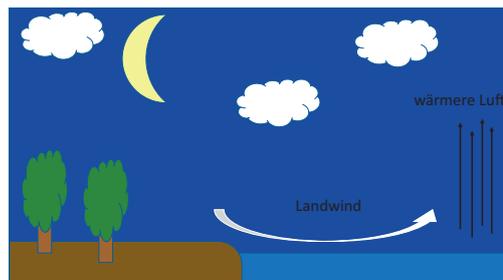


Abb. 1

© Benjamin Streit

M 1b

Kreislaufschema zum Land- und Seewind

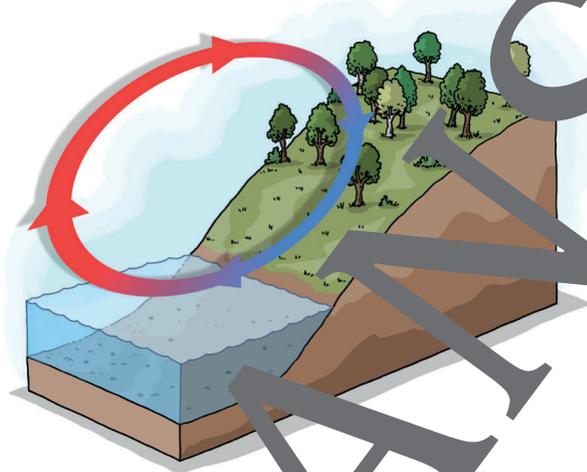
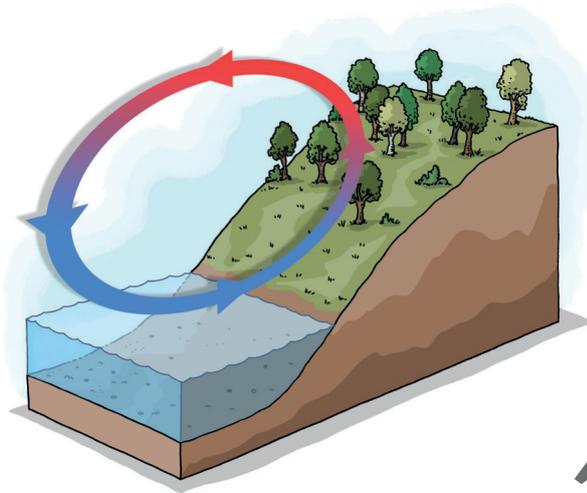
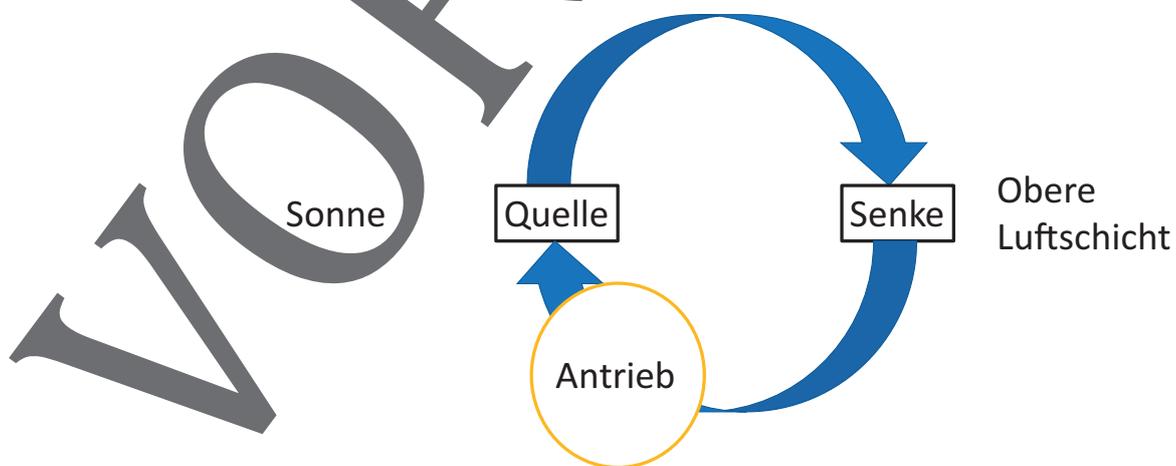


Abb. 2

© Oliver Wehrhahn

Im Schema dargestellt:



Skizze: Benjamin Streit

M 3

Der Golfstrom – Einstieg



Fragen zum Golfstrom

Video: <https://raabe.click/phy-golfstrom>

In dem Video „Der Golfstrom“ wird gezeigt, wie der Golfstrom entsteht und welche Wirkungen hervorgerufen werden. **Mache** dich mit den Inhalten vertraut.

Wie entsteht der Golfstrom?

Die Aufgabe besteht darin, alle Informationen, die dem Video entnommen werden können, zusammenzutragen, um die Entstehung physikalisch zu erklären.

Beantworte die eingetragenen Fragen, **notiere** dazu Stichworte. **Formuliere** zwei weitere Fragen.

Name:	Datum:
Fragen zum Golfstrom	
Woher hat der Golfstrom seinen Namen?	
Golf-Strom: Was strömt?	
Was wird transportiert?	
Welchen Weg nimmt der Strom?	
Welche Bedeutung haben die Winde Nordost-Passat, Westwind?	
Warum wird der Golfstrom als Fernheizung bezeichnet?	
Hier ist Platz für zwei weitere Fragen.	
Gegen Ende des Videos wird ein Demonstrationsversuch mit 2 Gläsern und Eiern gezeigt: Führe den Versuch zu Hause durch. Was soll gezeigt werden? Welche Bedeutung hat der Versuch für die Entstehung des Golfstroms?	

Der Golfstrom – Verlauf

M 4

Aufgaben

In Bild 1 ist der Golfstrom dargestellt.

1. **Übertrage** den Verlauf des Golfstroms (nördlicher Meeresstrom) in Bild 2.
Markiere anschließend die Gebiete, die als Quelle, Senke und Antrieb für den Golfstrom angesehen werden können.
2. **Beschreibe** den Verlauf anhand des Kreislaufschemas mit Quelle, Senke, Antrieb, Vor- und Rücklauf.
Zeichne und beschrifte das Kreislaufschema.
3. Der Golfstrom ist Teil des Systems erdumspannender Meeresströmungen. **Ergänze** Bild 2 den Verlauf der Meeresströmungen nach Süden so, dass ein geschlossener Kreislauf entsteht.

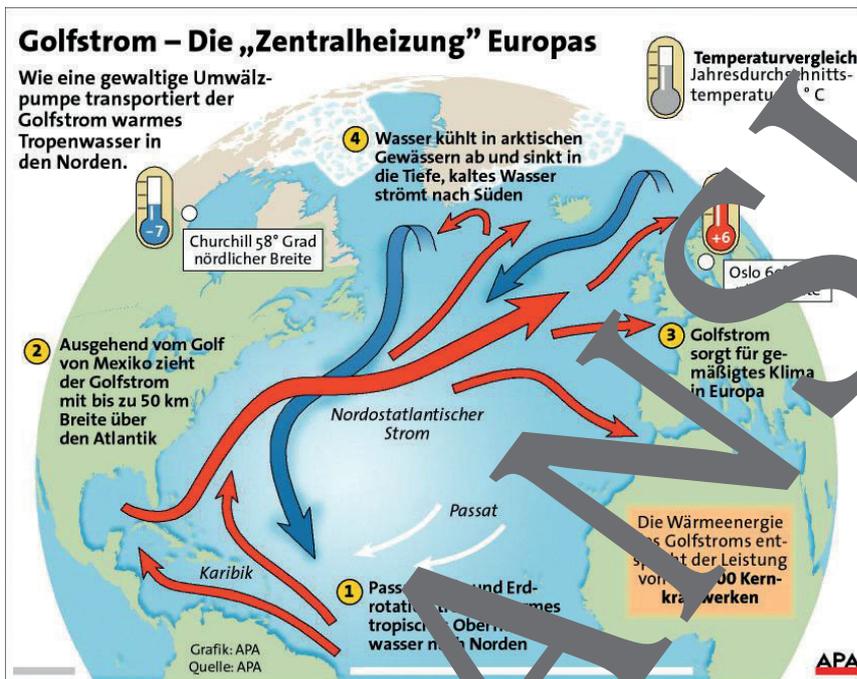


Bild 1: Verlauf des Golfstroms

Quelle: APA



Bild 2: Verlauf der Meeresströme

Quelle: juliawhite/iStock/Getty Images Plus

M 5



Aufgabensammlung zum Einsatz für Kurzvorträge, Lernerfolgskontrolle, ...

Auf den folgenden drei Seiten finden sich Aufgabenkärtchen. Bitte ausschneiden, mischen und an die Lernenden verteilen.

(1) Es sind drei Gefäße mit Wasser gegeben, deren Masse m und Temperatur ϑ bekannt sind. Die Anfangstemperatur beträgt in beiden Gefäßen $\vartheta_1 = 20\text{ °C}$. Das Wasser in den beiden Gefäßen wird erwärmt und hat nach der Erwärmung die jeweils angegebene Temperatur ϑ_2 .

Welchem Gefäß wurde die meiste Energie zugeführt?

	Temperatur vor der Erwärmung	Temperatur nach der Erwärmung
1. Gefäß $m_1 = 200\text{ g}$	$\vartheta_{1,1} = 20\text{ °C}$	$\vartheta_{1,2} = 50\text{ °C}$
2. Gefäß $m_2 = 600\text{ g}$	$\vartheta_{2,1} = 20\text{ °C}$	$\vartheta_{2,2} = 30\text{ °C}$
3. Gefäß $m_3 = 1000\text{ g}$	$\vartheta_{3,1} = 20\text{ °C}$	$\vartheta_{3,2} = 25\text{ °C}$

(2) „Warum fühlen sich fast alle Körper im Raum kühl an. Verschiedene Körper fühlen sich verschiedenen kühl an.“

Erkläre!

(3) Erläutere den Begriff „spezifische Wärmekapazität“. Gib Beispiele an.

Was bedeutet spezifisch?

Was bedeutet Kapazität?

Was bedeutet Wärmekapazität?

(4) Du bist mit mehreren Freunden zusammen. Im Gespräch fällt der Name Celsius. Du wirst aufgefordert, etwas über Celsius zu sagen.

„Wer war Celsius?“

„Warum ist er so bekannt?“

„Was bedeutet die Angabe von Temperatur in °C?“

Kriterien zur Bewertung eines Kurzvortrags

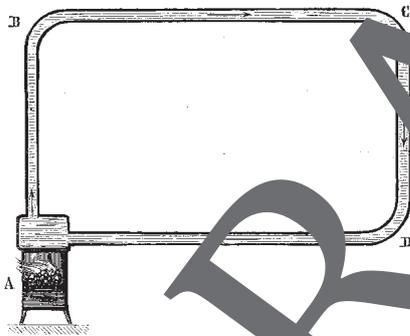
M 5a

Kurzvortrag	
Inhalt	
Thema vollständig, Auswahl des Wichtigsten	
Inhalt sachlich richtig	
Vortrag strukturiert, Einstieg, Schluss, Fazit	
Art des Vortrags	
Klare Fachsprache	
Blickkontakt, zum Publikum gewandt	
Mimik, Gestik	
Bewertung	



Bilder zu den Aufgabenkärtchen

M 5b



© ilbusca/DigitalVision Vectors

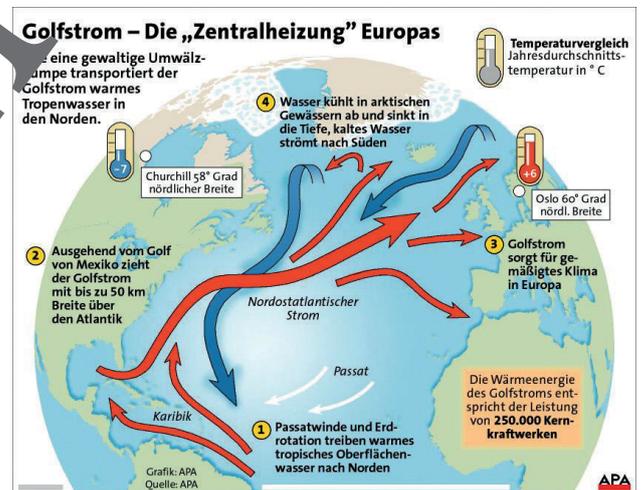


Bild zu den Aufgaben 10 und 11: Verlauf des Golfstroms

Die Gleichung für die Wärmemenge wird als bekannt vorausgesetzt. Eine mögliche Herleitung wird direkt im Anschluss an diese Hinweise und die Lösung des Bogens für das Versuchsprotokoll vorgestellt, findet sich aber auch in der Schulbuchliteratur.

Die Einheiten für die Temperatur ϑ in $^{\circ}\text{C}$ und T in K müssen geklärt sein (hier $^{\circ}\text{C}$ für Temperaturangaben und K für die Einheiten).

Eine Gruppengröße von 3 Schülern ist optimal (Rollen für das Protokoll, die Durchführung und die Präsentation). Wird der Versuch zentral am Lehrertisch durchgeführt, können die Rollen während der Durchführung geübt werden.

Sand besteht überwiegend aus Quarz, einem Siliziumoxid. Im Versuch kann staub- und auch Feinkies (Aquarium) verwendet werden. Es lässt sich sauberer arbeiten.

Durch den einfachen Aufbau kann der Versuch auch als Schülerübung oder zu Hause durchgeführt werden, z. B. zur Bestimmung der spez. Wärmekapazität von Eisen (400 g Nägel oder Schrauben), als Gefäß wird ein Pappbecher oder Becher aus Styropor verwendet, die Schüler halten Rührthermometer.

Lösungen (M 2)

Versuchsprotokoll		
Name:	Klasse:	Datum:
Ziel: Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von Sand		
Aufbau: Skizze, Geräte		
<ul style="list-style-type: none"> • Becherglas mit 400 g Wasser • Thermometer • Sand 400 g 		
Durchführung		
<i>Größen, etc. Größen müssen wie gemessen werden?</i>		
<i>Beschreibung des Ablaufs.</i>		
Die Wärmekapazität kann mithilfe der Formel (1), s. u., berechnet werden, gemessen werden ϑ_w, ϑ_s (und die Massen m_w und m_s).		
In dem Becherglas befindet sich Wasser mit einer Masse $m_w = 400 \text{ g}$. Die Temperatur des Wasser trägt $\vartheta_w = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$. In das Glas wird Sand der Masse $m_s = 400 \text{ g}$ gefüllt; der Sand hat die Temperatur $\vartheta_s = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Raumtemperatur). Als Mischungstemperatur wird $\vartheta_m = 45,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ gemessen. Zur Wärmeisolierung steht das Glas auf einer Lage Küchenpapier und ist mit einem Tuch umwickelt. Die Mischungstemperatur wird nach kurzzeitigem Umrühren gemessen.		
Auswertung		
<i>Wie wird mit den Messwerten umgegangen, um das Ergebnis zu erhalten?</i>		
In (1) $c_s = c_w \cdot \frac{\Delta\vartheta_w}{\Delta\vartheta_s}$ werden die Messwerte eingesetzt,		
es ergibt sich $c_s = 4,18 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \cdot \frac{4,5\text{K}}{25,5\text{K}} = 0,74 \cdot \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$.		

Sie wollen mehr für Ihr Fach? Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



- ✓ **Über 4.000 Unterrichtseinheiten** sofort zum Download verfügbar
- ✓ **Exklusive Vorteile für Abonnent*innen**
 - 20% Rabatt auf alle Materialien für Ihr bereits abonniertes Fach
 - 10% Rabatt auf weitere Grundwerke

- ✓ **Sichere Zahlung** per Rechnung, PayPal & Kreditkarte
- ✓ **Käuferschutz** mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de