



Sich ausbreiten oder nicht ausbreiten

Zweck

- Den Lernenden helfen, Kondensstreifen zu erkennen und ihre drei Arten zu unterscheiden.
- Den Lernenden zu verstehen helfen, dass Kondensstreifen durch Menschen verursacht werden und sich aus bestimmten Kondensstreifen Wolken bilden.

Übersicht

Die Lernenden werden die Unterschiede der drei Arten von Kondensstreifen erforschen. Danach werden sie draußen Kondensstreifen beobachten und ihre Beobachtungen aufzeichnen. Nach 15 Minuten werden sie beobachten, ob und wie die Streifen sich verändert haben.

Lernziele

Die Lernenden können: (1) die drei Arten von Kondensstreifen erkennen, (2) verstehen, dass Kondensstreifen durch Flugzeuge verursacht werden, und (3) verstehen, dass sich aus einigen Kondensstreifen Wolken bilden.

Wissenschaften – Standard A: Wissenschaft als Forschung

- Grundlegende Fertigkeiten für die wissenschaftliche Forschung

Wissenschaften – Standard D: Die Erde und der Raum

- Objekte am Himmel
- Veränderungen auf der Erde und am Himmel

Geographie Standard 14: Umwelt und Gesellschaft

- Wie menschliches Verhalten die unbelebte Umwelt verändert

Zeitaufwand

- 1. Teil: Lektion von 30 Minuten (oder total 60 Minuten)
- 2. Teil: Lektion von 30 Minuten (oder total 60 Minuten)

Stufe

Eingangsstufe Primar (ca. 4–9-Jährige)

Material

1. und 2. Teil

- *Bilderbuch* von Elementary GLOBE *Weißt du, dass die Wolken Namen haben?*
- Beispiel *SchülerInnenblatt* *Sich ausbreiten oder nicht ausbreiten*
- Kleine Plastikbecher für die Farbe
- Weiße Wasserfarbe
- Pinsel (pro Becher einen)
- Wasser
- Leimstifte

Für jede Schülerin und jeden Schüler:

- Strohalm (halbiert)
- Blaues Tonpapier
- Flugzeugkleber oder Flugzeugumrisse zum Ausschneiden (3 pro SchülerIn; benutzen Sie die letzte Seite dieser *Lernaktivität* als Kopiervorlage)
- Dickes Papier oder Halbkarton



Vorbereitung

- Lesen Sie Ihrer Schulklasse das *Bilderbuch von Elementary GLOBE – Weißt du, dass die Wolken Namen haben?* vor, oder lassen sie Ihre SchülerInnen vorlesen. Das *Bilderbuch* kann heruntergeladen werden (www.globe.gov/elementaryglobe und www.globe-swiss.ch).
- Den Halbkarton bzw. das dicke Papier mit einer vertikalen Linie halbieren.
- Stellen Sie Becher, Farbe und Wasser bereit.

Hinweise für Lehrpersonen

Kondensstreifen sind Wolken, die sich bilden, wenn Wasserdampf kondensiert und um Partikel (Aerosole) anfriert, die in den Flugzeugabgasen enthalten sind. Ein Teil dieses Wasserdampfes kommt in der Luft vor, die das Flugzeug umgibt, und ein Teil in den Flugzeugabgasen. Alle Kondensstreifen haben die gleiche Zusammensetzung und werden auf die gleiche Weise gebildet, nur ihre «Lebensdauer» variiert. Aufgrund ihrer unterschiedlichen «Lebensdauer» werden sie in drei Gruppen unterteilt: *kurzlebig*, *andauernd nicht ausbreitend*, *andauernd ausbreitend*.

1. *Kurzlebige Kondensstreifen* sehen aus wie kurze, weiße Linien, die dem Flugzeug hinterher folgen und sich fast so schnell auflösen, wie das Flugzeug fliegt. Die Luft, durch die das Flugzeug hindurch fliegt, ist eher trocken, weshalb nur wenig Wasserdampf verfügbar ist, um einen Kondensstreifen zu bilden. Die entstandenen Eispartikel lösen sich schnell wieder auf.



1. Bild: Kurzlebiger Kondensstreifen (Bild der NASA)

2. *Dauerstreifen*, die sich nicht ausbreiten, sehen aus wie lange, weiße Linien, die sichtbar bleiben nachdem das Flugzeug verschwunden ist. Dies zeigt, dass die Luft, durch die das Flugzeug fliegt, feuchter ist als jene bei den kurzlebigen Kondensstreifen. Dauerstreifen können in zwei Untergruppen aufgeteilt werden: jene die sich ausbreiten und jene die sich nicht ausbreiten. Dauerstreifen sehen aus wie dünne, lange, weiße Linien.



2. Bild: Sich nicht ausbreitender Dauerstreifen (Bild der NASA)

3. *Sich ausbreitende Dauerstreifen* sehen zunächst wie lange, weiße Linien aus. Danach scheinen sie sich in Cirrocumulus- oder Cirrus-Wolken zu verwandeln. Kondensstreifen dieser Art sind fähig das Klima zu beeinflussen, da sie große Flächen abdecken und länger anhalten als kurzlebige oder sich nicht ausbreitende Kondensstreifen.



3. Bild: Sich ausbreitender Dauerstreifen (Bild der NASA)

Weil sich Kondensstreifen in sehr hohen Lagen bilden, wo üblicherweise sehr starke Winde wehen, bewegen sie sich fort und verlassen ihre Herkunftsgebiete.



Kondensstreifen werden durch menschliches Verhalten verursacht. Sie entstehen aus dem Wasserdampf von Luft und Flugzeugen, welcher an den Partikeln der Flugzeugabgase kondensiert. Auch andere Wolkenarten bilden sich aus Wasserdampf, der an Partikeln kondensiert, die in der Atmosphäre enthalten sind. Diese können auch von Vulkanausbrüchen oder Sandstürmen kommen und nicht nur von Flugzeugabgasen.

Kondensstreifen bilden sich nur in sehr hohen Lagen (normalerweise über 8000 m), wo die Luft extrem kalt ist (unter -40 Grad Celsius). Andere Wolkenarten können sich in unterschiedlichen Höhen bilden, vom Nebel in Bodennähe bis zu Cirrus-Wolken in sehr hohen Lagen.

Die Erforschung der Kondensstreifen ist äußerst wichtig, weil Wolken einen bedeutenden Einfluss auf das System Erde haben. Veränderungen in der globalen Bewölkung können dazu beitragen, das Klima auf der Erde langfristig zu verändern. Klimatische Veränderungen wiederum beeinflussen die Lebensgrundlagen. Kondensstreifen, insbesondere die Dauerstreifen, stellen eine von Menschen verursachte Zunahme der Bewölkung dar und können das Klima beeinflussen.

Das Interesse der Forscher an Dauerstreifen ist äußerst groß, weil sie lange andauern und manchmal weit ausgedehnte Wolkenfelder bilden, die ohne menschliches Zutun nicht entstanden wären. Dauerstreifen können Stunden, ja Tage andauern, sich über Tausende von Quadratkilometern ausbreiten und sind nicht mehr von den natürlichen Cirrus- oder Cirrocumulus-Wolken unterscheiden.

Die Wissenschaftler sind über die Entwicklung der Dauerstreifen besorgt, weil die voraussehbare Zunahme des Luftverkehrs in eine stetige Zunahme der Bewölkung führen kann. Zu wissen wann und wo Dauerstreifen entstehen, ist der Schlüssel zum Verständnis über deren Einfluss auf die Cirrus-Bewölkung und auf das Energiegleichgewicht. Somit ist es auch von Interesse, Daten zu den kurzlebigen Kondensstreifen zu sammeln.

Mehr Informationen über Kondensstreifen finden Sie im Internet (<http://asd-www.larc.nasa.gov/GLOBE/>). Hinweis: In dieser *Lernaktivität* wird Farbe als Analogie gebraucht, um zu zeigen, was bei der Bildung von Kondensstreifen geschieht. Bitte erklären Sie den SchülerInnen, dass die Entstehung der Kondensstreifen in der Atmosphäre in Wirklichkeit anders abläuft als beim Zeichnen der weißen Linien.

Was tun und wie vorgehen?

1. Teil

Dieser Teil dient ideal als Zentrum, von dem aus die SchülerInnen zu anderen Aktivitäten wechseln.

1. Stellen Sie den SchülerInnen drei Farbbecher mit je einem Pinsel und ein Stück blaues Tonpapier (vorzugsweise das günstige, saugfähige) bereit. Füllen Sie die Becher mit Wasser und Farbe in den aufgelisteten Verhältnissen und beschriften Sie sie entsprechend.

- Becher A (kurzlebige Kondensstreifen) – gießen Sie weiße Farbe hinein und verdünnen Sie diese im Verhältnis 1:6 mit Wasser.
- Becher B (Dauerstreifen, die sich nicht ausbreiten) – gießen Sie weiße Farbe 1:0, also unverdünnt hinein.
- Becher C (Dauerstreifen, die sich ausbreiten) gießen Sie weiße Farbe hinein und verdünnen Sie diese im Verhältnis 1:3 mit Wasser.

2. Geben Sie jedem Kind drei Flugzeugkleber und fordern Sie sie auf, diese gleichmäßig auf ihrem blauen Papier zu verteilen. Sie können auch die Flugzeugumrisse dieser *Lernaktivität* fotokopieren und den SchülerInnen zum Ausschneiden geben, damit sie diese aufkleben können. Die Flugzeuge sollen den Eindruck erwecken als flögen sie aus dem Papier hinaus.

3. Zeigen Sie den SchülerInnen, wie sie die Kondensstreifen auf ihr Papier zeichnen können.

- **Kurzlebige Kondensstreifen:** Tauchen Sie den Pinsel in Becher A ein, dann setzen Sie am hinteren Ende des Flugzeuges an und ziehen



eine Linie über das Papier. Beobachten Sie. Blasen Sie mit einem Strohhalm auf die Linie, damit sie schneller trocknet. Die Linie wird sich langsam auflösen.

- **Dauerstreifen, die sich nicht ausbreiten:** Tauchen Sie den Pinsel in Becher «B» und rühren Sie die Farbe gut um. Setzen Sie den Pinsel am hinteren Ende des Flugzeuges an und ziehen Sie eine Linie über das Papier. Diese Linie wird weiß und deutlich sichtbar bleiben, auch nachdem die Kinder durch einen Strohhalm darauf geblasen haben.

- **Dauerstreifen, die sich ausbreiten:** Tauchen Sie den Pinsel in Becher «C» ein, dann setzen Sie am hinteren Ende des Flugzeuges an und ziehen eine Linie über das Papier. Die Linie wird sich ausbreiten, jedoch sichtbar bleiben, auch wenn sie trocken ist.

4. Betonen Sie die Tatsache, dass sich sowohl Kondensstreifen als auch Wolken schlussendlich immer auflösen.
5. Lassen Sie die Lernenden diese Schritte nach der Vorgabe der Lehrperson selber ausführen. Vielleicht möchten die SchülerInnen die Kondensstreifen anschreiben, um sie sich besser merken zu können.

2. Teil

Dieser Teil ist eine gute Fortsetzung zum 1. Teil. Nachdem Ihre SchülerInnen mit den drei Arten von Kondensstreifen experimentiert haben, wählen Sie einen Tag aus, an dem Kondensstreifen zu beobachten sind und gehen mit Ihrer Klasse hinaus.

1. Geben Sie jedem Kind ein Stück Karton oder dickes Papier in einer für ihr Alter handlichen Größe, ziehen Sie jedoch zuvor eine senkrechte Mittellinie darauf. Zeigen Sie den Kindern das Beispiel des *SchülerInnenblattes – Sich ausbreiten oder nicht ausbreiten* damit sie sehen können, was zu tun ist.
2. Um sicher zu sein, dass die Lernenden verstehen wo sich am Himmel Kondensstreifen befinden, zeichnen sie unten im Bild Gebäude und Bäume ein, so dass ein Horizont entsteht. Dieser dient als Fixpunkt und hilft den Kindern zu erkennen, dass Kondensstreifen nicht unmittelbar oberhalb von

Gebäuden oder Bäumen erscheinen, sondern viel höher am Himmel.

3. Gehen Sie mit den SchülerInnen hinaus und sprechen Sie mit ihnen über die Kondensstreifen, die gerade zu beobachten sind. Unmittelbar vor dem Hinausgehen schreiben alle die Uhrzeit auf ihr Datenblatt (also ihr Stück Karton oder dickes Papier) in das dafür vorgesehene Feld oben links.
4. Nachdem die SchülerInnen wieder drinnen sind, geben Sie ihnen die gleichen drei Becher mit den verschiedenen Farbmischungen. Fordern Sie sie auf, die Kondensstreifen, die sie soeben beobachtet haben, auf die linke Blatthälfte zu zeichnen. Siehe Beispiel des *SchülerInnenblattes – Sich ausbreiten oder nicht ausbreiten* am Ende dieser Lernaktivität.
5. Lassen Sie die Lernenden Hypothesen darüber aufstellen, was mit den Kondensstreifen 10 Minuten nach der ersten Beobachtung wohl geschehen wird.
6. Gehen Sie nach 10 Minuten erneut mit Ihren SchülerInnen hinaus, um nachzusehen was aus den zuvor beobachteten Kondensstreifen geworden ist. Danach zeichnen die Kinder auf der rechten Seite ihres Datenblattes wie die Kondensstreifen jetzt aussehen. Diese Zeichnungen sollten sich von den ersten unterscheiden und dadurch den Kindern zu verstehen helfen, dass sich Kondensstreifen mit der Zeit verändern.
7. Sammeln Sie die Lernenden im Plenum, damit sie ihre Beobachtungen und Erkenntnisse miteinander teilen können.

Anpassungen an Alter und Entwicklung der Lernenden

Jüngere Kinder bitten, ihre Pulte abzuräumen. Nachdem Sie die drei Arten von Kondensstreifen mit Ihren SchülerInnen besprochen haben, geben Sie ihnen ein wenig Rasiercreme und lassen Sie sie damit die drei Arten Kondensstreifen direkt auf ihren Pulten oder auf Tonpapier gestalten.



Zusätzliche Aktivitäten

- **Lese-/Schreibaktivität für ältere SchülerInnen:** Schreiben sie zum Wort «Kondensstreifen» mit der ganzen Klasse ein akrostisches Gedicht. Vermutlich müssen Sie Ihre SchülerInnen durch diesen Prozess führen. Informationen über Akrosticha finden Sie im Internet (www.gigglepoetry.com/poetryclass/acrostic.html). Die entstandene Arbeit kann im Klassenzimmer ausgestellt werden.
- **Lese-/Schreibaktivität für jüngere SchülerInnen:** Eine interaktive Schreibaktivität durchführen, welche sich auf Merkmale von Kondensstreifen stützt. Überschreiben Sie ein großes Blatt mit «Kondensstreifen». Danach geben Sie der Klasse den ersten Satz mündlich und schriftlich vor. Ein Beispiel könnte sein: Sie sind lang. (Frau Schmidt). Nun lassen Sie die Kinder andere Merkmale diktieren. Sie könnten vorschlagen: Sie sind weiß (Christine). Sie sind hoch am Himmel (David). Schreiben Sie die Namen der Kinder (in Klammern) hinter ihren Satz. So können alle zur Entstehung des Plakates beitragen und ein Gefühl von Zugehörigkeit zu dieser Aktivität entwickeln. Fahren Sie damit fort, bis von jedem Kind ein Satz auf dem Plakat steht. Danach lesen Sie alle Sätze nochmals vor, so dass alle sie nochmals hören können. Wenn Sie diese Aktivität weiter führen möchten, schreiben Sie die Idee jedes Kindes auf Papierstreifen, schneiden ihn aus, lassen ihn auf Tonpapier kleben und den Namen dazu schreiben. Nun können die SchülerInnen ihren Satz illustrieren. Stellen Sie die Arbeiten aus oder sammeln Sie diese in einem Klassenbuch. Weitere Einzelheiten finden Sie in *Predictable Charts* von Dorothy Hall und Elaine Williams.
- **GLOBE-Wolkenprotokolle:** Beginnen Sie mit Ihrer Klasse Wolkenbeobachtungen aufzuzeichnen und leiten Sie die Daten an GLOBE weiter. Konsultieren Sie den *GLOBE Teacher's Guide* (www.globe.gov und www.globe-swiss.ch) für zusätzliche Informationen über die *GLOBE-Protokolle*, das Formulieren von Forscherfragen und das Sammeln von Wolken-daten.

- **Kondensstreifen untersuchen:** Führen Sie eine wissenschaftliche Untersuchung der Kondensstreifen durch. Sie können mit Ihren SchülerInnen Fragen ergründen wie: Wie viele Kondensstreifen erscheinen an verschiedenen Wochentagen? Wie beeinflussen Windrichtung und Temperatur die sichtbaren Kondensstreifen? Stehen Brisen in Bodennähe zu den Wolkenbewegungen weiter oben in einem Bezug? Oder notieren Sie die Anzahl beobachteter Kondensstreifen in den verschiedenen Jahreszeiten und finden Sie heraus, ob jahreszeitliche Schwankungen auftreten. Dieses letzte Beispiel ist für jüngere PrimarschülerInnen vielleicht am einfachsten umsetzbar, es nimmt jedoch viel Zeit in Anspruch.
- **Kondensstreifen-Kalender:** Führen Sie mit Ihrer Klasse einen Kalender, um die beobachteten Kondensstreifen über einen bestimmten Zeitraum aufzuzeichnen.

Das «SchülerInnenblatt – Sich ausbreiten oder nicht ausbreiten» wurde mit Erlaubnis angepasst aus einer GLOBE-Aktivität in Alabama, Huntsville, AL.



Sich ausbreiten oder nicht ausbreiten

Lehrperson: «So könnte ein ausgefülltes Beobachtungsblatt über die Kondensstreifen aussehen».

12:30 Beobachtung 1
Uhrzeit

A sketch of a landscape with a house, trees, and a bird flying in the sky. There are several curved lines representing condensation streaks in the sky.

12:45 Beobachtung 2
Uhrzeit

A sketch of a landscape with a house, trees, and a bird flying in the sky. There are several curved lines representing condensation streaks in the sky, similar to the first observation but with different shapes and positions.



Flugzeug-Umriss

