

## Wir beobachten das Wetter – Anwendung der Wärmelehre

Thomas Rosenthal, Esslingen am Neckar

Illustrationen von: O. Wetterauer

Das Wetter und die Witterungsabläufe beeinflussen unser Handeln. Tätigkeiten im Freien sind stark vom Wetter abhängig, eine genaue Wettervorhersage ist für unsere Planung daher sehr wichtig. Eine noch größere Bedeutung spielt das Wetter z. B. für die Landwirtschaft – so ist der Ernteertrag auch heute noch unmittelbar abhängig vom Wetter.

Doch welche Elemente bestimmen das Wettergeschehen? Wie lässt sich das Wetter messen? Und wie liest man eine Wetterkarte? Ihre Schüler gehen diesen Fragen in einem fachübergreifenden Projekt nach.



Schüler beim Bau eines Schalenkreuzanemometers

Foto: Th. Rosenthal

I/C

### Der Beitrag im Überblick

**Klasse:** 7/8

**Dauer:** ca. 15 Stunden

**Ihr Plus:**

- ✓ Weiterführung der Wärmelehre
- ✓ ein fachübergreifendes Projekt (Geografie)
- ✓ Exkursion zum Deutschen Wetterdienst (DWD)
- ✓ Binnendifferenzierung

**Inhalt:**

- Temperatur und Druck
- Dichte
- Verdunstung und Kondensation
- Abgrenzung der Begriffe Wetter, Witterung und Klima, Klimaelemente und Klimafaktoren
- selbstständige Erarbeitung theoretischer Grundlagen zum Wetter
- Durchführung von Experimenten und Bau von Messinstrumenten
- Wettermessung und -beobachtung
- Visualisierung und Bewertung der ermittelten Daten und Beobachtungen

## Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

### Motivation

„Das Wetter spielt verrückt ...“ oder „... ab Freitag wird es kälter, aber sonniger“ – dies sind beispielhaft nur zwei von zahlreichen Formulierungen, wie wir sie aus dem Wetterbericht kennen. Sie zeigen, dass das Wetter in unserem **täglichen Leben** eine große Rolle spielt.

Auch bei Schülern ist das Wetter ein Gesprächsthema. So sind sie in ihrem alltäglichen (Freizeit)verhalten und der Wahl der richtigen Kleidung sehr vom jeweiligen Wetter abhängig. Da das Wetter auch das Handeln Ihrer Schüler beeinflusst, besteht somit die Chance, sie an eher ungeliebte physikalisch-geografische Themen heranzuführen. Motivierend wird es für sie sein, eigene **Messinstrumente** zu bauen, das Wetter selbst zu messen und ihre eigene Wettersvorhersage treffen zu können.

### Inhaltliche Voraussetzungen

#### Die Begriffe Wetter, Witterung, Klima

Unter **Wetter** versteht man die kurzfristige Veränderung der Atmosphäre bzw. ihren augenblicklichen Zustand an einem bestimmten Ort, der sich in Form von Sonnenschein, unterschiedlicher Bewölkung, Niederschlag, Hitze, Kälte oder Wind zeigt. Alle wetterrelevanten Vorgänge spielen sich ausschließlich in der 10 bis 12 km hohen **Troposphäre** ab, der untersten Schicht der Atmosphäre.

Abzugrenzen davon ist der Begriff der **Witterung**, unter dem man länger andauernde sowie sich jahreszeitlich wiederholende Wetterlagen versteht. Typische Beispiele für Mitteleuropa sind Schönwetterperioden, etwa durch eine stabile Hochdrucklage, Föhnlagen oder auch Frostperioden. Kennzeichnend für unsere Breiten ist jedoch eher eine wechselhafte Witterung, die durch sich abwechselnd durchziehende Hoch- und Tiefdruckgebiete entstehen kann. Wetter und Witterung haben Einfluss auf das jeweils vorherrschende **Klima**, worunter man die Gesamtheit der für einen Raum typischen, sich über einen längeren Zeitraum erstreckenden Witterungsabläufe versteht.

**Klimaelemente** bzw. **Wetterelemente** sind messbare Einzelercheinungen der Atmosphäre, die in ihrem Zusammenspiel das Klima bzw. Wetter ausmachen. Hierzu zählen der **Luftdruck**, die **Luftfeuchtigkeit**, die **Temperatur**, der **Wind**, der **Niederschlag** oder auch die **Strahlung**. Dagegen sind die **Klimafaktoren** die Eigenschaften eines Raumes, die das Klima beeinflussen, wie z. B. die **geografische Breite**, die **Höhenlage**, die **Exposition (Sonnen-, Schatten- oder Hanglage)**, das **Relief** oder auch die **Land-See-Verteilung**.

#### Temperatur – Luftfeuchtigkeit – Wolken und Niederschlag – Luftdruck – Wind



Sämtliche atmosphärischen Vorgänge funktionieren hauptsächlich durch die Sonne als Motor, die Licht und Wärme spendet. Dabei ist die **Temperatur** der Luft von der Temperatur der Erdoberfläche abhängig, die von der Sonne zuerst erwärmt wird und in Abhängigkeit der Menge der absorbierten Sonnenstrahlung die darüberliegenden Luftschichten nach und nach erwärmt. Warme Luft ist spezifisch leichter bzw. hat die geringere Dichte und steigt im Gegensatz zur spezifisch schwereren kalten Luft (höhere Dichte) auf. Die Intensität der Einstrahlung ist besonders abhängig vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlen.

## Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit    SV = Schülerversuch    Ab = Arbeitsblatt    I = Informationsblatt

⌚ D = Durchführungszeit    SW-Fo = Schwarz-Weiß-Folienvorlage

### Stunden 1/2: Einführung in das Thema und in die Projektarbeit

M 1	I	Die wichtigsten Klimaelemente – Informationsblatt
M 2	Ab	Die wichtigsten Klimaelemente – Arbeitsblatt
M 3	Ab	Struktur und Ablauf des Projektes – ein Plan
M 4	Ab	Projektaufträge: Luftdruck und Wind
	Ab	Projektaufträge: Luftfeuchtigkeit / Wolken und Niederschlag
M 5	Ab	Hinweise zum Werkstattbuch
	Ab	Musterblatt zum Experimentieren
	Ab	Musterblatt für eine Bauanleitung
M 6	Ab	Projektmitteilung an den Lehrer
M 7	Ab	Inhalte von Handout und Präsentation
M 8	I	Tipps für die Präsentation

### Stunden 3–10: Projektarbeit

	I	Infokarte: So funktioniert die Projektarbeit (siehe Erläuterungsteil)
M 9	Ab	Arbeitsaufträge: Luftdruck / Wind
M 10	Ab	Arbeitsaufträge: Luftfeuchtigkeit / Wolken und Niederschlag
	I	Weitere Arbeitsaufträge für alle Gruppen (siehe Erläuterungsteil)

### Stunden 11–13: Wetterkarten lesen / Das Wetter messen und beobachten

M 11	Ab	Teils heiter, teils wolkig – Wetterkarten lesen
M 12	Ab	Wie liest man eine Wetterkarte?
M 13	Ab	Das Wetter messen und beobachten
M 14	SW-Fo	Wolkenbilder – Cirrus, Cumulus und Co.
M 15	Ab	Wetterdaten aufzeichnen – ein Beobachtungsbogen

### Stunden 14/15: Schülerpräsentationen

#### Minimalplan

Die Zeit ist knapp? Dann beschränken Sie sich auf die Materialien **M 1–M 10**. Wichtig ist der Bau der Messinstrumente, da dabei wichtige physikalische Inhalte vermittelt werden.

I/C

## M 1 Die wichtigsten Klimaelemente – Informationsblatt

Das Klima eines bestimmten Raumes wird nicht durch eine einzige Größe bestimmt. Vielmehr sind es verschiedene Größen, die sog. Klimaelemente, die das Klima eines bestimmten Raumes charakterisieren. Hier erfährst du mehr über die wichtigsten Klimaelemente.



### Temperatur

Die Sonne treibt sämtliche atmosphärischen Vorgänge an und spendet Licht und Wärme. Die Temperatur der Luft ist abhängig von der **Temperatur** der Erdoberfläche, genau gesagt von der Menge der absorbierten Sonnenstrahlung. Dauer und Intensität der Einstrahlung sowie die Oberflächenbeschaffenheit beeinflussen diese. Dabei ist die Intensität besonders vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlen abhängig.

Die Energiezufuhr der Sonne nimmt vom Äquator zu den Polen hin ab. Die Schiefstellung der Erdachse sorgt für eine jahreszeitlich unterschiedliche Sonnenhöhe, die einen bestimmten Jahresgang der Temperatur nach sich zieht. Die sich über den Tag hin ändernde Sonnenhöhe bedingt einen bestimmten Tagesgang der Temperatur.

Gemessen werden Temperaturen mit einem Thermometer. Die Einheit ist zumeist Grad Celsius und wird mit °C angegeben.

### Luftfeuchtigkeit

Die Menge an Wasserdampf in der Atmosphäre bezeichnet man als **Luftfeuchtigkeit**. Sie entsteht durch Verdunstung. Die Luft kann in Abhängigkeit von ihrer jeweiligen Temperatur unterschiedliche Mengen an Wasserdampf aufnehmen (je wärmer, desto mehr bzw. umgekehrt).

Als **absolute** Luftfeuchtigkeit bezeichnet man die Masse (in Gramm) des in einem m<sup>3</sup> Luft enthaltenen Wasserdampfes. Die **relative** Luftfeuchtigkeit gibt an, wie viel Prozent der maximal möglichen Wasserdampfmenge in einer Luftmasse tatsächlich enthalten sind.

Beim Abkühlen der Luft wird der Sättigungs- oder Taupunkt bei 100 % **relative** Luftfeuchtigkeit erreicht. Bei weiter absinkender Temperatur kondensiert der Wasserdampf, sodass es zu Wolkenbildung und Niederschlag kommt. Gemessen wird die relative Luftfeuchtigkeit mit einem Hygrometer. Sie wird in Prozent angegeben.

### Wolken und Niederschlag

**Wolken** sind ein Gemisch aus winzigen Wasser- oder Eisteilchen in der Atmosphäre, angereichert durch Aerosole (Rauch-, Staubpartikel).

**Niederschlag** ist eine Gesamtbezeichnung für das aus der Atmosphäre auf die Erdoberfläche gelangende Wasser. Der flüssige Niederschlag fällt als Regen oder schlägt sich als Tau oder Nebel nieder. Der feste Niederschlag gelangt in Form von Schnee, Graupeln oder Hagel sowie als Reif auf die Erde.

Der Anteil des Wasserdampfes in der Atmosphäre ändert sich ständig; er spielt daher eine entscheidende Rolle für alle klimawirksamen Vorgänge. Wasser kann in der Atmosphäre in allen drei Aggregatzuständen vorkommen. Jeder Wechsel des Aggregatzustandes ist mit einem Energieumsatz verbunden.

Die Jahresmengen des Niederschlags schwanken in den verschiedenen Klimazonen zwischen wenigen Millimetern (Wüsten) bis zu einigen Metern (Luvseiten tropischer Gebirge).

Messinstrument für den Niederschlag ist der Regenmesser (l/m<sup>2</sup> bzw. mm).

### Luftdruck und Wind

Übt die atmosphärische Luft durch ihr Gewicht einen Druck aus, so nennt man diesen **Luftdruck**; Maßeinheit ist das Hektopascal (1 hPa = 1 Millibar (mbar)). Auf Meeresebene lasten auf 1 cm<sup>2</sup> unter Normalbedingungen 1013 g Luft, was 1013 hPa (Normaldruck) entspricht. Mit zunehmender Höhe sinkt der Luftdruck, weil die Mächtigkeit der Luftsäule und auch die Luftdichte abnehmen.

Gebiete hohen Luftdrucks werden als **Hochdruckgebiete (Antizyklonen)**, solche mit niedrigem Luftdruck als **Tiefdruckgebiete (Zyklonen)** bezeichnet. Aus dem Gefälle zwischen beiden resultiert die sog. **Gradientkraft**, und als Druckausgleich entstehen Winde (**Gradientwinde**). Die Luft versucht nämlich Druckunterschiede (vom Hoch zum Tief) auszugleichen. Je stärker ein Luftdruckgefälle ist, desto größer ist die jeweilige Windgeschwindigkeit.

In Wetterkarten werden Orte gleichen Luftdrucks durch **Isobaren** (Linien gleichen Luftdrucks) verbunden. Aus dem Abstand der Isobaren kann die Stärke des Windes abgelesen werden (je näher beieinander die Linien, desto stärker der Wind und umgekehrt).

Die Windgeschwindigkeit (m/s) wird mit einem Anemometer gemessen, die Windrichtung mit einer Windfahne (Grad).

## M 4 Projektaufträge: Luftdruck und Wind



### Wir messen und beobachten das Wetter

#### Teilthema 1: Luftdruck

##### Euer Projektauftrag:

Arbeitet im Team von vier Schülern. Mehrere Teams erarbeiten Teilthemen des Projekts und verständigen sich regelmäßig über ihre Ergebnisse.



Barometer

© connect11 / iStock / Getty Images Plus

##### Ziele für jedes Team:

- Recherchiert die fachlichen Grundlagen, geeignete Experimente und Informationen zum Bau eines Barometers. Nutzt die Literatur in eurer Schule und das Internet.
- Baut ein einfaches Barometer in vierfacher Ausführung.
- Führt Messungen des Luftdruckes mit dem selbst gebauten Barometer durch.
- Führt auch Messungen der anderen Klima- bzw. Wetterelemente durch.
- Bewertet eure Messergebnisse und stellt sie grafisch dar.

Alle Teams stellen ihre Arbeit am \_\_\_\_\_ in einer **PowerPoint-Präsentation und in einem Handout als schriftliche Zusammenfassung** der Gesamtgruppe vor. **Eine Woche später** ist das **Werkstattbuch als Projektdokumentation** abzugeben.



### Wir messen und beobachten das Wetter

#### Teilthema 2: Wind

##### Euer Projektauftrag:

Arbeitet im Team von vier Schülern. Mehrere Teams erarbeiten Teilthemen des Projekts und verständigen sich regelmäßig über ihre Ergebnisse.



Anemometer

© pcross / iStock / Getty Images Plus

##### Ziele für jedes Team:

- Recherchiert die fachlichen Grundlagen, geeignete Experimente und Informationen zum Bau eines Anemometers. Nutzt die Literatur in eurer Schule und das Internet.
- Baut ein einfaches Anemometer in vierfacher Ausführung.
- Führt Windmessungen mit dem selbst gebauten Anemometer durch.
- Führt auch Messungen der anderen Klima- bzw. Wetterelemente durch.
- Bewertet eure Messergebnisse und stellt sie grafisch dar.

Alle Teams stellen ihre Arbeit am \_\_\_\_\_ in einer **PowerPoint-Präsentation und in einem Handout als schriftliche Zusammenfassung** der Gesamtgruppe vor. **Eine Woche später** ist das **Werkstattbuch als Projektdokumentation** abzugeben.



I/C

## Lösungen (M 9, M 10)

### Thema Luftdruck

#### Aufgabe 1

- a) Allgemein versteht man unter dem Druck den Betrag einer auf eine Fläche normal stehenden Kraft je Flächeninhalt. Wirkt auf ein flüssiges oder gasförmiges Medium eine Kraft  $F$  senkrecht zur Begrenzungsfläche  $A$ , so herrscht in diesem Medium ein Druck  $p$ .
- b) Durch ihr Gewicht übt die atmosphärische Luft einen Druck aus, den Luftdruck. Mit zunehmender Höhe sinkt der Luftdruck, weil die Mächtigkeit der Luftsäule und zudem die Luftdichte abnimmt. Der Mensch hat kein Sinnesorgan, welches den Luftdruck wahrnehmen kann. Schnelle und ausreichend starke Luftdruckschwankungen, wie z. B. bei einer Fahrt mit einem Aufzug, einer Seilbahn, beim Flugzeugstart oder bei einer Flugzeuglandung wie auch bei einer Tunneldurchfahrt kann er als Druckgefühl im Ohr spüren.
- c) Maßeinheit für den Luftdruck ist Hektopascal (1 hPa = 1 Millibar (mbar)). Auf Meeresebene lasten auf 1 cm<sup>2</sup> unter Normalbedingungen 1013 g Luft, was 1013 hPa entspricht (Normaldruck). Der Luftdruck an der Erdoberfläche beträgt ca. 1 bar. Zum Vergleich: Ein Autoreifen hat etwa 2 bar Druck, die Hydraulik eines Baggers etwa 100 bar.
- d) Es gibt die sog. barometrische Höhenformel, die die vertikale Verteilung der (Gas-)Teilchen in der Atmosphäre der Erde beschreibt, also die Abhängigkeit des Luftdruckes von der Höhe darstellt. Vergleichsweise werden in den Wetterberichten immer nur solche Luftdruckwerte angegeben, die auf Normnull gerechnet sind. Zur Bestimmung des exakten Luftdruckes in der jeweiligen Höhe muss die barometrische Höhenformel herangezogen werden.
- e) Luftdruckunterschiede sorgen für Wind, der ein wichtiger Akteur im Wettergeschehen ist. Man stelle es sich vereinfacht so vor: Tagsüber werden durch die Sonneneinstrahlung Wasser und Luft erwärmt. Da sich die Landmasse rascher erwärmt als das Wasser, dehnt sich die Luft über dem Land aus. Sie steigt auf und fließt in der Höhe seitlich ab. Hierbei nimmt der Luftdruck am Boden etwas ab. Es entsteht ein kleines Tiefdruckgebiet (T). Im Vergleich dazu ist über dem Meer ein Hochdruckgebiet (H). Nun fließt, angetrieben vom Druckunterschied, im Laufe eines Tages kühlere Seeluft zum Land, denn Luft strömt stets in Richtung des niedrigeren Luftdrucks. So entsteht ein kleines regionales Zirkulationssystem, welches man als kühle Brise wahrnimmt.

#### Aufgabe 2

Ein Barometer ist ein Messinstrument zur Messung des Luftdrucks. Es nutzt die unterschiedliche Ausdehnung von Stoffen je nach vorherrschendem Luftdruck aus. Als problematisch ist in diesem Zusammenhang die Abhängigkeit von der Temperatur zu sehen. Arten von Barometern sind das Flüssigkeitsbarometer, das Goethe-Barometer oder das Dosenbarometer.

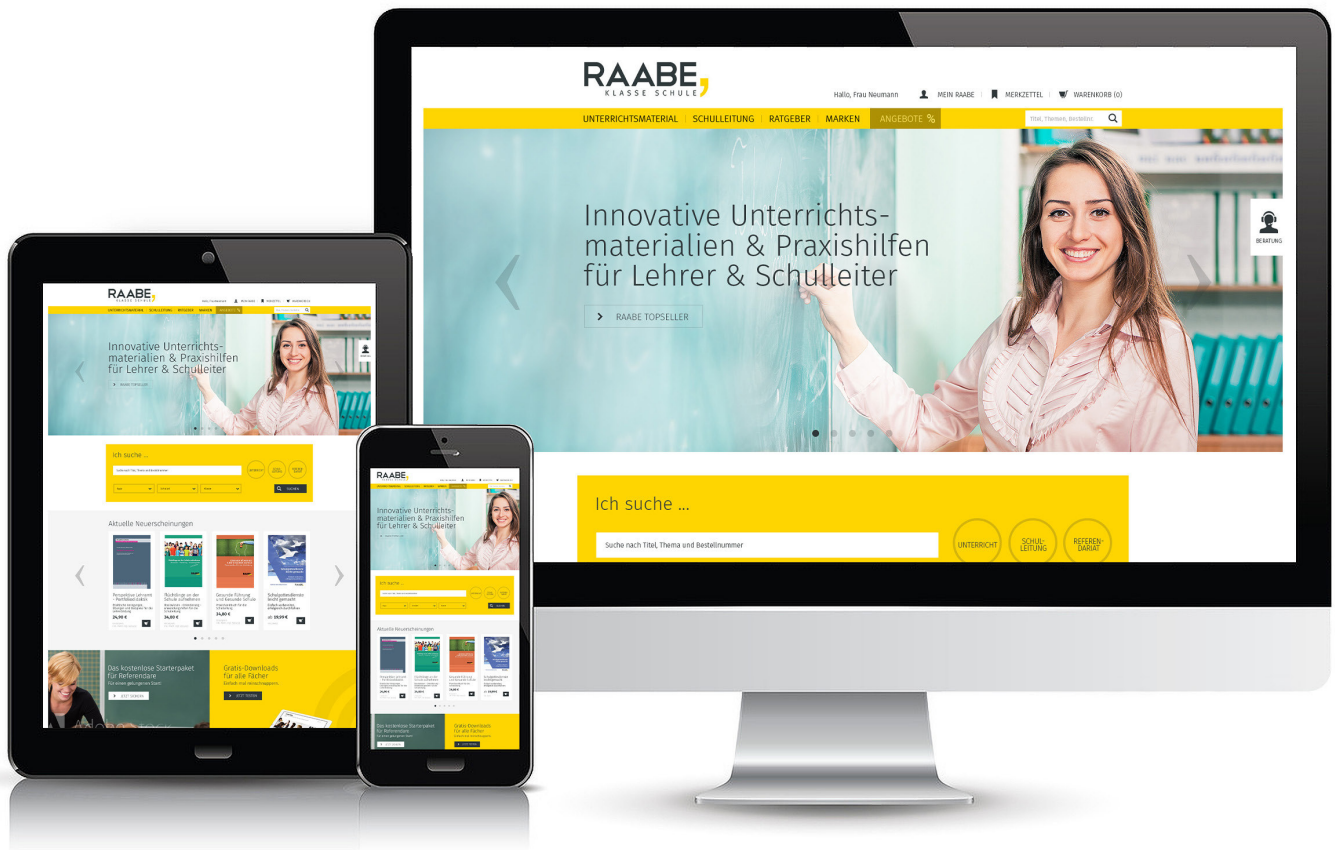
#### Aufgabe 3

Anregungen für Experimente finden sich im Internet. Vgl. hierzu auch die Angaben in der Mediathek.

I/C



# Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



## Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über  
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch  
SSL-Verschlüsselung

**Mehr unter: [www.raabe.de](http://www.raabe.de)**