

Wie entstehen Wolken und Regen?

> Einführung in das Thema

Entstehung von Wolken und Regen

Der Wolkenbildung zugrunde liegt die Bewegung von warmen Luftpaketen nach oben durch **Konvektion** (wärmebedingte Luftbewegung in der Atmosphäre) und die Tatsache, dass warme Luft leichter als kalte ist. Die warme feuchte Luft steigt vom Boden oder Gewässern durch Sonneneinstrahlung in Form von Wasserdampf nach oben auf (**Verdunstung**) und kühlt dabei so weit ab, dass sie den **Taupunkt** erreicht. Am Taupunkt ist die Temperatur (Taupunkttemperatur) erreicht, bei der die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist, wodurch es zur **Kondensation** von Wasserdampf kommt. Unterhalb des **Kondensationsniveaus**, welches je nach Temperatur und Luftfeuchtigkeit variiert, kann keine Wolkenbildung stattfinden. Kondensation ist nur durch Kondensationskerne (**Aerosole**) in der Atmosphäre möglich, an denen sich die Wasserdampfmoleküle anlagern und Tröpfchen bilden. Bei einer Taupunkttemperatur unter dem Gefrierpunkt bilden sich aus Wasserdampf Eiskristalle (**Resublimation**). Dies geschieht durch sogenannte Eiskeime, die als Kerne fungieren. Eiskristalle und Tröpfchen können nebeneinander bestehen. Durch die Zusammenlagerung erreichen sie eine bestimmte Größe, die in der Luft erkennbar ist und als Wolke bezeichnet wird. Eine Wolke ist also eine sichtbare Ansammlung von feinen Wassertropfchen, Eiskristallen oder eine Mischung aus beidem in der Atmosphäre. Des Weiteren können Wolken auch durch einen durch Berge oder Gebirge bedingten Aufstieg und Abkühlung der Luft entstehen (**orographische Hebung**) oder in Tiefdruckgebieten durch wärmere Luft, die aufgrund ihrer geringeren Dichte auf kältere Luft gleitet und nach oben gehoben wird (**Dynamik der Fronten**).

Die Tröpfchen in einer Wolke haben etwa einen Durchmesser von ca. 0,02 mm. Durch Auf- und Abwinde in der Wolke halten sich die Wassertropfen und schweben in der Atmosphäre. Wenn die zusammengelagerten Kristalle und Tröpfchen in der Wolke größer und schwerer werden, können sie nicht mehr gehalten werden und fallen als Regentropfen in Richtung Boden. Die Bildung schwerer Tropfen kann zum einen dadurch stattfinden, dass Eiskristalle Feuchtigkeit aus dem umgebenen Wasserdampf aufnehmen. Folglich kondensieren die unterkühlten Tröpfchen aus der Umgebung und lagern sich an den Eiskristallen ab. Die Eiskristalle nehmen somit mehr Wasserdampf auf, wachsen und fallen. Durch wärmere Schichten Luft schmelzen sie und kommen als Regentropfen am Boden an (**Bergeron-Effekt**). Zum anderen können sich Eiskristalle beim Absinken mit anderen Kristallen oder Wassertropfen durch Kollisionen vereinen. Dadurch wachsen sie und fallen bei einem bestimmten Gewicht als Regentropfen hinab (**Koaleszenz**).

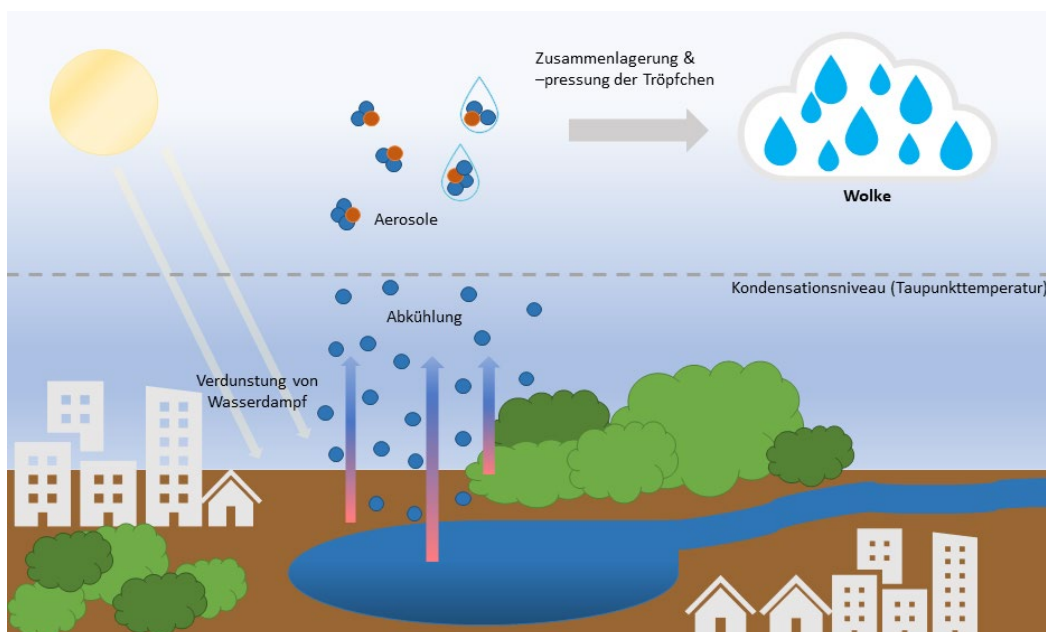


Abb.: Entstehung von Wolken (eigene Darstellung nach Häckel, 2021, S. 96f)

> Didaktische Erläuterungen

Curriculare Bezüge und Relevanz

Das Thema *Entstehung von Wolken und Regen* lässt sich im **Lehrplan Sachunterricht** für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen (2021) dem Bereich Natur und Leben unter dem Schwerpunkt *Stoffe, ihre Umwandlung und Stoffkreisläufe* verorten. Lernende sollen Naturphänomene benennen und beschreiben sowie im Hinblick auf physikalische und chemische Gesetzmäßigkeiten untersuchen. Auf der Grundlage von Beobachtungen stofflicher Umwandlungen sollen sie Fragestellungen für Versuche und Experimente ableiten. Im **Perspektivrahmen Sachunterricht** (2013) sind Wetterphänomene wie Wolken und Regen im Themenbereich 1 *Naturphänomene, natürliche Zyklen und Kreisläufe* angeführt. Im Fokus stehen die Vorstellungen der Lernenden sowie Beobachtungen, Messungen und Beschreibungen von Wetterelementen wie Bewölkung und Niederschlag.

Die Prozesse der Wolken- und Regenbildung haben einen hohen lebensweltlichen Bezug, da Lernende sie durch direkte Erfahrungen in ihrer eigenen Umwelt erleben können. Zudem weisen sie eine hohe **Relevanz** für die Lernenden auf, da der Lerngegenstand Grundlage und Potenzial für geographisch-naturwissenschaftliches Denken sowie das Verständnis physikalischer Prozesse bietet und mit vielen weiteren Themen, wie Wetter, Jahreszeiten oder Klimaschutz verknüpft werden kann. Das Thema lässt sich durch forschendes, entdeckendes und handlungsorientiertes Lernen erarbeiten, bei dem die Schülerinnen und Schüler selbst zu kleinen Wissenschaftler*innen werden!

Schülervorstellungen

Schülervorstellungen oder auch Präkonzepte zu Wetterphänomenen wie Wolken und Niederschlag beruhen auf persönlichen Alltagserfahrungen und -beobachtungen. Sie helfen Kindern dabei, sich in ihrer Lebenswelt zu orientieren und sich diese natürlichen Phänomene erklärbar zu machen. Wenn Kinder also Wolkenbildung beobachten, durch den Regen laufen und nass werden, in Kinderbüchern jemand eine Wolke heraufklettern oder Eltern über die Bewölkung reden, bilden sich vorunterrichtliche Vorstellungen. Im Sinne einer adaptiven Unterrichtsplanung bietet sich die Möglichkeit, an das Vorwissen der Kinder anzuknüpfen. Dabei kann das **Modell der didaktischen Rekonstruktion** eine Unterstützung liefern, indem die vorunterrichtlichen Vorstellungen über die Entstehung von Wolken und Regen und das Fachwissen der Naturphänomene aufeinander bezogen werden, um die Inhalte entsprechend der Bedürfnisse der Lerngruppe zu strukturieren und Lernhindernisse zu überwinden.

Die **Vorstellungen von Grundschüler*innen zur Entstehung von Wolken** beziehen sich darauf, dass Wasser vom Meer oder anderen Gewässern kommt, aufsteigt und verdunstet, die Luft nach oben steigt und aus Wassertropfen eine Wolke entsteht – je mehr Tropfen zusammenkommen, desto größer wird die Wolke (vgl. Schiel 2015). Insbesondere der Prozess der Kondensation kann zum Teil nur schwer von den Kindern begriffen werden. Es zeigt sich, dass Lernende auch Vorstellungen zur Wolkenentstehung durch Verdunstung und Wasserdampf sehen (vgl. Alkis 2007). Auch fachwissenschaftlich annähernde Vorstellungen von gasförmigem Wasser oder einer Abkühlung des Wassers mit zunehmender Höhe finden sich in den Aussagen der Grundschüler*innen wieder (vgl. Schiel 2015).

Zur **Entstehung von Regen** zeigen die Lernenden Vorstellungen, die sich grundsätzlich stärker voneinander unterscheiden. Ein großer Teil sieht als Ursache an, dass die Wolke oder das Wasser in der Wolke zu schwer oder zu viel wird, sodass die Wolke das Wasser als Regen auf den Boden fallen lässt oder sich die Wolke auflöst (vgl. Hofbauer 2014, Schiel 2015 & Wübbeling 2012). Einige Lernende haben alternative Vorstellungen, wie ein Bezug zu Gott, Löcher in einer Wolke oder, dass die Wolke geschüttelt wird und es dadurch zu Regen kommt (vgl. Philips 1991 & Schiel 2015). Die Vorstellungen von zu schweren Regentropfen in der Wolke und einer Auflösung der Wolke nähern sich den fachwissenschaftlichen Inhalten bereits an.

> Arbeitsblätter und Erklärvideo

Die Arbeitsblätter und das zugehörige Erklärvideo fokussieren die Leitfragen „Wie entstehen Wolken?“ und „Wie entsteht Regen?“ Im Fokus stehen folgende Ziele:

- Die Schülerinnen und Schüler können den Wasserkreislauf mit der Entstehung von Wolken und Regen beschreiben und verstehen den Zusammenhang zwischen Verdunstung, Kondensation, und Niederschlag.
- Die Schülerinnen und Schüler können ein Experiment oder Modell zur Wolken- und Regenbildung durchführen, beschreiben und auswerten.

> Ausleihe von Materialkisten

Für die praktische Umsetzung der Arbeitsaufträge bieten wir eine Materialkiste zur Ausleihe an. Die Kiste enthält erforderliche Materialien und eine kurze Anleitung zur Durchführung des Versuchs für je eine Gruppe von 4 bis 6 Schülerinnen und Schüler. Zur Ausleihe dieser melden Sie sich gerne bei Dr. Katja Wrenger (katja.wrenger@uni-muenster.de).

> Literatur

- Alkis, S. (2007). ‚An investigation of Grade 5 students’ understanding of humidity concept’. *Elementary Education Online*, 6(3), 333.343.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Verlag Julius Klinkhardt.
- Häckel, H. (2007). *Wetter & Klimaphänomene* (2., völlig neu bearb. Aufl.). Ulmer.
- Häckel, H. (2021). *Meteorologie* (9. Aufl.). utb GmbH.
- Hofbauer, M. (2014). *Schülervorstellungen zur Niederschlagsentstehung - Eine empirische Kappas*, M. (2009). *Klimatologie*. Spektrum Akademischer Verlag.
- Ministerium für Schule und Bildung (2021). *Fach Sachunterricht. Lehrplan für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen*.
- Otten, M. & Schubert, J. C. (2019). Wetter beobachten, messen und erklären. Ein naturgeographisches Phänomen im Sachunterricht. *Grundschule Sachunterricht*, (83), 2-4.
- Philips, W. C. (1991). Earth Sciences Misconceptions. *The Science Teacher*, 58(2), 21-23.
- Reinfried, S. (2023). Lernpsychologische Grundlagen geographischen Lernens, In Reinfried, S. (Hrsg.), *Geographie unterrichten lernen: Die Didaktik der Geographie*, S. 120-133. Cornelsen.
- Rosendahl, N. & Wrenger, K. (2019). Wetter - Phänomene und Entstehung. *Grundschule Sachunterricht*, (83), 5-6.
- Schiel, M. (2015). *Schülervorstellungen zu Wolken in der Grundschule*. Wissenschaftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen im Fach Sachunterricht – Schwerpunkt Physik. Goethe Universität Frankfurt.
- Wübbeling, J. (2012). *Schülervorstellungen zum Thema „Wasserkreislauf“*. Eine empirische Untersuchung mit Grundschulern (unveröffentlichte Masterarbeit, Münster: Universität Münster, für Didaktik der Geographie).