

## Gletscherschmelze in den Alpen. Erarbeitung mithilfe eines *Reflectorys*.

### > Einführung in das Thema

#### Gletscherschmelze im Zusammenhang mit dem Klimawandel

Der Klimawandel hat erhebliche Auswirkungen auf die empfindlichen Ökosysteme der Gletscher in den Alpen. Gletscher sind bewegte Massen aus Schnee, Firn und Eis und entstehen dort, wo im Sommer weniger Schnee schmilzt, als im Winter neu fällt. Durch wiederholtes Schmelzen und Gefrieren verdichtet sich Schnee über Jahre zu Firn und schließlich zu Eis. Ob ein Gletscher wächst oder schrumpft, hängt stark von den Temperaturen und Niederschlägen ab. Heiße Sommer und schneearme Winter führen dazu, dass mehr Eis schmilzt als sich neu bildet – die Gletscher ziehen sich zurück. Zur Beschreibung dieser Veränderungen dient die sogenannte **Massenbilanz**, die sich aus der Zunahme durch Schneefall (Akkumulation) und dem Verlust durch Schmelze (Ablation) ergibt. Ist die Bilanz über mehrere Jahre negativ, verliert der Gletscher an Masse und Fläche. Daneben beschleunigen auch Rückkopplungseffekte wie der **Albedo-Effekt** das Abschmelzen. Seit dem 19. Jahrhundert haben die Gletscher in den Alpen rund die Hälfte ihrer Gesamtmasse verloren.

„Der Begriff **Klima** beschreibt den mittleren Zustand der Atmosphäre an einem Ort oder in einem Gebiet über einen hinreichend langen Zeitraum“ (Rechid 2021, S. 5). Es handelt es sich um ein komplexes System, bei dem viele verschiedene Komponenten in Wechselwirkung zueinanderstehen. Dies wird unter anderem dadurch deutlich, dass das Klima von allen Teilsystemen der Erde, wie z.B. der Atmosphäre und der Hydrosphäre, beeinflusst wird. Unter dem Begriff „**Klimawandel**“ werden langfristige Veränderungen des Klimasystems verstanden, die seit dem 19. Jahrhundert vor allem durch menschliche Aktivitäten verursacht werden. Demnach fällt die globale Erwärmung maßgeblich auf den **anthropogenen Treibhauseffekt** zurück: Durch Aktivitäten wie die Verbrennung von Kohle und die Abholzung von Wäldern kommt es zu vermehrten Emissionen (Treibhausgasen) in der Atmosphäre. Diese halten einen Teil der langwelligen Wärmestrahlung zurück, wodurch sich die Erdoberfläche zusätzlich erwärmt. Während der **natürliche Treibhauseffekt** der Erde lebensnotwendig ist, sorgt die Erhöhung der Emissionen dafür, dass sich die Erdoberfläche durch zusätzliche Energie erwärmt.

Der **Albedo-Effekt**. Albedo bezeichnet den Anteil der Sonnenstrahlung, der von der Erdoberfläche reflektiert wird. Helle Oberflächen wie Schnee und Eis reflektieren mit etwa 60–90 % einen großen Teil der einfallenden Strahlung. Schmilzt das Eis, treten dunklere Flächen (z.B. Fels oder Geröll) zutage, die nur rund 5–20% der Strahlung zurückwerfen. Diese absorbieren mehr Wärme, was die Umgebung zusätzlich aufheizt und das Schmelzen beschleunigt. So entsteht eine **positive Rückkopplung**: Je weniger Eis vorhanden ist, desto geringer ist die Albedo – und desto stärker erwärmt sich die Oberfläche.

#### Folgen und Lösungsansätze

Die Folgen der Gletscherschmelze sind weitreichend und betreffen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Mit Blick auf die Wasserversorgung fungieren Gletscher als Speicher, da sie im Winter Niederschlag zurückhalten und diesen im Sommer langsam abgeben. Mit ihrem Rückgang geht diese regulierende Funktion verloren, was die Wasserverfügbarkeit in Trockenperioden verringert. Auch hinterlassen abschmelzende Gletscher instabile Geröllhaufen, die Felsstürze begünstigen. Zurück bleibt zunächst unfruchtbarer Boden, der erst allmählich von Flechten und Moosen besiedelt wird. Zudem können sich Schmelzwasserseen bilden, deren Dämme brechen und Überschwemmungen in Siedlungsräumen verursachen können. Indirekt ist auch der Tourismus betroffen, da die abnehmende Schneesicherheit in Wintersportregionen die Saison und lokale Einnahmen gefährdet. Um der Gletscherschmelze entgegenzuwirken, beschäftigen sich Forschende in den Skigebieten der Alpen u.a. mit der Installation von Abdeckungen und Kunstschnee-Seilen. Durch das Auslegen von weißen Planen kann die lokale Schmelze erheblich reduziert werden, jedoch sind die betroffenen Flächen eher klein. Mit dem Ziel der künstlichen Beschneigung werden Schneedüsen an Seilen über dem unteren Gletscherbereich angebracht. Untersuchungen zeigen jedoch, dass diese Methode den Eisverlust nicht vollständig verhindern kann.

## > Didaktische Erläuterungen

### Globales Lernen und Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)

In der Schule und in der Lebenswelt der Schüler\*innen spielen der Klimawandel und damit einhergehende Herausforderungen eine bedeutende Rolle. Das Konzept des Globalen Lernens zielt darauf ab, Lernende auf die Herausforderungen einer globalisierten Welt vorzubereiten und sie zu befähigen, ein verantwortungsvolles Leben führen zu können, welches sich an einer nachhaltigen Entwicklung orientiert. BNE verbindet Globales Lernen mit Umweltbildung. Dazu gehört auch die Klimawandelbildung, die nicht nur Fachwissen vermittelt, sondern die Entwicklung von Kompetenzen für nachhaltiges Handeln in den Vordergrund stellt. Nach dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung der Agenda 21 werden dabei vier Dimensionen berücksichtigt: Umwelt, Gesellschaft, Wirtschaft und Politik. BNE und Globales Lernen zielen darauf ab, Kompetenzen wie System-, Bewertungs- und Handlungskompetenz zu stärken. Dabei steht im Vordergrund, dass Lernende komplexe Zusammenhänge erkennen und verstehen (Systemkompetenz), Handlungsoptionen und deren Konsequenzen einschätzen und bewerten (Bewertungskompetenz) und reflektierte Entscheidungen treffen.

### SDG 13 „Maßnahmen zum Klimaschutz“

Das SDG (sustainable development goal) umfasst mehrere Teilziele, die Maßnahmen zur Emissionsreduktion und zur Anpassung an den Klimawandel beinhalten. Dazu gehört z.B. die Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen und die Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 1,5 Grad Celsius. Bildung wird eine Schlüsselrolle beim Umgang mit dem Klimawandel zugeschrieben, u.a. mit Blick auf Kompetenzen zur Entwicklung effektiver Klimaschutzmaßnahmen und zur Vorbereitung auf mögliche Klimakatastrophen.

### Reflectories als interaktive Lernumgebung

Die Reflectory-Methode ist ein Ansatz, bei dem sich Schüler\*innen mithilfe von Online-Lernarrangements interaktiv mit den SDGs auseinandersetzen und Kompetenzen für nachhaltige Entwicklung erwerben (System-, Bewertungs- und Handlungskompetenz). Der Begriff „Reflectory“ kombiniert „reflect“ (Reflexion) und „story“ (Geschichte). Lernende tauchen in eine fiktive Geschichte ein, treffen Entscheidungen und erfahren deren Konsequenzen. Die interaktiven Geschichten enthalten auditive Elemente, Kurztexte und Abbildungen und stellen Nutzer\*innen vor Dilemmata und komplexe Problemsituationen. Dabei werden ökologische, ökonomische, soziale und politische **Zusammenhänge** sowie Herausforderungen auf verschiedenen Maßstabsebenen (lokal, national, global) betrachtet. Um zu einem mehr-perspektivischen Denken anzuleiten, werden verschiedene Perspektiven und Meinungen von Akteur\*innen eingebunden. Auf diese Weise werden die abstrakten Anforderungen der SDGs in konkrete, lebensweltnahe Situationen eingebettet. Reflectories können online abgerufen werden (**[www.reflectories.de](http://www.reflectories.de)**). Neben sog. *Projekt-Reflectories*, erstellt von Fachwissenschaftler\*innen, Lehrenden und Studierenden, stehen *Community-Reflectories* zur Verfügung, die von vorrangig an Schulen und im Rahmen von Abschlussarbeiten entwickelt wurden. Die Anwendungen können im Sinne des individuellen Lernens als Einzelarbeit eingesetzt werden oder auch als Partner- und Gruppenarbeit, um das Diskutieren und Argumentieren anzuregen.



© Fleige

### Curriculare Bezüge

Die Gletscherschmelze stellt eine besonders anschauliche Folge des Klimawandels dar und eignet sich in besonderem Maße für den Sachunterricht aus geographischer Perspektive. Sie verdeutlicht Wechselwirkungen zwischen menschlichem Handeln und natürlichen Prozessen und trägt zur Erschließung zentraler Inhalte der Mensch-Umwelt-Systeme bei. Das Reflectory greift sowohl natur- und human-geographische als auch integrative Aspekte auf: Die Lernenden erkunden die physische Umgebung eines Gletschers in den Schweizer Alpen, betrachten gesellschaftliche Perspektiven und Interessenlagen und verknüpfen diese zu einem komplexen Systemverständnis. Ziel ist es, fachliches Wissen aufzubauen, Mensch-Umwelt-Beziehungen zu verstehen, kritisch zu hinterfragen und Handlungsoptionen zu reflektieren. Im Sinne des Lehrplans Sachunterricht NRW (2021) werden dabei die Kompetenzbereiche *Natur um Umwelt* sowie *Demokratie und Gesellschaft* angesprochen. Mit Blick auf den Perspektivrahmen Sachunterricht lassen sich Bezüge zu den Themenbereichen *Naturphänomene*, *natürliche Zyklen und Kreisläufe* sowie „*Räume nutzen, gestalten, belasten und schützen*“ ausmachen.

### > Literatur

- Adamina, M., Hemmer, M., Schubert, J.C. (2016). Einleitung – Die geographische Perspektive im Sachunterricht. In M. Adamina, M. Hemmer & J.C. Schubert (Hrsg.). *Die geographische Perspektive konkret: Begleitband 3 zum Perspektivrahmen Sachunterricht*, S. 9-15. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Ministerium für Schule und Bildung (2021). *Fach Sachunterricht. Lehrplan für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen*.
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) (2025). *SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz*. <https://www.bmz.de/de/agenda-2030/sdg-13> [02.11.2025].
- Fischer, S., Patzelt, G., Achraimer, M., Groß, G., Lieb, G.K., Keller-Pirklbauer, A., Bendler, G. (2018). *Gletscher im Wandel: 125 Jahre Gletschermessdienst des Alpenvereins (1st ed.)*. Springer Berlin/Heidelberg.
- Hagg, W. (2020). *Gletscherkunde und Glazialgeomorphologie*. Springer Berlin/Heidelberg.
- Huss, M., Mattea, E., Linsbauer, A., Hoelzle, M. (2023). *Kann künstliche Beschneidung die Gletscherschmelze bremsen? Wasser, Energie, Luft*, 115 (1), 7-12.
- Kubisch, S., Keller, L., Parth, S. (2023). Klimawandelbildung. Die Ökozonen im Klimawandel – Chancen und Risiken auf globaler und regionaler Ebene. In K.W. Hoffmann, *Geographiedidaktik: Fachwissenschaftliche Grundlagen, fachdidaktische Bezüge, unterrichtspraktische Beispiele – Band 1*, S. 155-166. Springer: Berlin Heidelberg.
- Ministerium für Schule und Bildung (2021). *Fach Sachunterricht. Lehrplan für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen*.
- Rechid, D. (2021): Ursachen und Folgen des Klimawandels. *Informationen zur politischen Bildung /izbp. Klima*, 347 (2), 4-22.
- Saurer (2010). Vom Winde verweht – und andere Grundlagen des Klimas. In R. Glaser, *Physische Geographie kompakt*, S. 63-97. Springer-Verlag GmbH: Deutschland.
- Schrüfer, G., Brendel, N., Zitzelsberger, U., Wrenger, K. (2019). „Reflectories“- Nachhaltige Entwicklungsziele für Schülerinnen und Schüler im Geographieunterricht erfahrbar machen. In G. Obermeier (Hrsg.), *Vielfältige Geographien – fachliche und kulturelle Diversität im Unterricht nutzbar machen*. Bayreuther Kontaktstudium Geographie, 10 (S. 229-238). Bayreuth: Naturwissenschaftliche Gesellschaft Bayreuth.
- Wrenger, K., Schrüfer, G., Brendel, N. (2022). Reflectories zur Förderung von Kompetenzen im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, 45 (4), 31.