

Klimawandel – ein Thema für den Sachunterricht der Grundschule?

Vorstellungen von Grundschulkindern zu Ursachen und Folgen der globalen Erwärmung

Klimawandel: ein hochaktuelles Thema – auch für die Grundschule?

Hitzewellen, anhaltende Trockenheit und Waldbrände, Überschwemmungen, Gletscherschmelze und steigender Meeresspiegel - kaum ein Tag vergeht, ohne dass in den Nachrichten über den Klimawandel und dessen vielerorts bereits spürbare Folgen berichtet wird. Insbesondere die Ereignisse der vergangenen Sommer haben vielen Menschen vor Augen geführt, dass die Auswirkungen der globalen Erderwärmung nun endgültig auch in Deutschland angekommen sind. Folglich verwundert es nicht, dass der Klimawandel als eine der „größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts“ gilt (BMUV 2020).

Die mediale Dauerpräsenz der Thematik bedingt, dass auch Kinder schon früh mit dem Thema Klimawandel in Berührung kommen. Zahlreiche, in den letzten Jahren veröffentlichte Medien zeigen den Versuch auf, Kindern den Themenkomplex näherzubringen. Und auch in den Sachunterricht der Grundschule scheint das Thema der globalen Erderwärmung - betrachtet man die zunehmende Anzahl entsprechender Unterrichtsmaterialien - Einzug gefunden zu haben.

Doch ist das Thema Klimawandel für die Behandlung in der Primarstufe geeignet? Sind Kinder im Alter von 6 bis 10 Jahren nicht noch zu jung, um sich mit der genannten Thematik auseinanderzusetzen und ihre teils hochkomplexen Zusammenhänge zu verstehen?

Neben dem Aspekt der medialen Dauerpräsenz, der dazu führt, dass Kinder zwangsläufig eigene Vorstellungen und Fragen zum Thema Klimawandel entwickeln, spricht für eine frühe Sensibilisierung ab der Primarstufe auch der Umstand, dass Kinder Folgen der Erderwärmung selbst wahrnehmen, von diesen heute schon, in Zukunft aber noch viel stärker betroffen sein werden. Ein weiteres Argument ist, dass Grundschulkindern - wie Studien zeigen - durchaus über hohes Interesse und vielfältige Vorstellungen verfügen, die zum Teil schon wissenschaftsnahen Erklärungen entsprechen (vgl. z.B. Lüschen 2015, hessenstiftung 2020, Herbst 2023).

Nicht zuletzt findet ein Aufgreifen im Sachunterricht der Grundschule dadurch Legitimation, dass die Thematik des Klimawandels im Konzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung, welche sowohl im entsprechenden Lehrplan als auch in den Empfehlungen der Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts fest verankert ist, verortet werden kann (vgl. MSB 2021, 180; GDSU 2013, 75).

Es finden sich also viele Argumente, die für eine Thematisierung des Klimawandels ab dem Grundschulalter sprechen. Lehrkräfte, die sich entschließen, die Thematik in ihrem Unterricht zu behandeln, sollten über gute fachdidaktische Kenntnisse verfügen. Hierzu zählt auch das Wissen über typische Vorstellungsmuster. Da Vorstellungen von Grundschulkindern zum Klimawandel nur wenig untersucht sind, existiert bislang jedoch nur eine sehr geringe Literaturlauswahl zu diesem Themenkomplex, auf die Lehrkräfte zurückgreifen können.

Der vorliegende, an eine Masterarbeit angelehnte Artikel hat daher zum Ziel, die Bedeutung von Schüler(innen)vorstellungen für den Unterricht zu verdeutlichen und einen Einblick in die Bandbreite möglicher Vorstellungen von Grundschulkindern zu den Ursachen und Folgen des Klimawandels zu geben. Darüber hinaus werden Anregungen zum Umgang mit (alternativen) Schüler(innen)vorstellungen im Unterricht aufgezeigt.

Bedeutung von Schüler(innen)vorstellungen für den Unterricht

Dass die Kenntnis und Berücksichtigung von Schüler(innen)vorstellungen von herausragender Bedeutung für das Lehren und Lernen im Unterricht sind, scheint heute im wissenschaftlichen Diskurs allgemeiner Konsens zu sein. Aber warum genau ist es wichtig zu wissen, mit welchen Vorstellungen zu einem bestimmten Thema Kinder in den Unterricht gehen?

Schüler(innen)vorstellungen stellen eine wesentliche Voraussetzung für das unterrichtliche Lernen dar, weil sie die Informationsaufnahme und -verarbeitung entscheidend beeinflussen (vgl. Schuler 2011, 1; Duit 2015, 658; Adamina et al. 2018, 10). Kinder interpretieren die ihnen dargebotenen Lerngegenstände stets vor dem Hintergrund ihrer bisherigen Deutungsmuster, weshalb es zu Diskrepanzen zwischen dem, was die Lehrkraft vermitteln möchte, und dem, was die Kinder wahrnehmen und verstehen, kommen kann (vgl. Heran-Dörr 2011, 6; Duit 2015, 658). In dieser Hinsicht „bestimmen [Vorstellungen] das Lernen, weil man das Neue nur durch die Brille des bereits Bekannten ‚sehen‘ kann“ (Duit 2004, 1). Schüler(innen)vorstellungen stellen demnach einen wichtigen Anknüpfungspunkt für das weitere Lernen dar und sollten bei der Unterrichtsplanung und -gestaltung stets mitgedacht werden (vgl. Adamina 2008, 21; Duit 2015, 658; Adamina et al. 2018, 10; Möller 2018, 45; Schecker/Duit 2018, 15). Eine fehlende Berücksichtigung birgt die Gefahr, dass lediglich „träges Wissen“ aufgebaut wird, das gegen bestehende Fehlvorstellungen nur schwer ankommt (Möller 1999, 127).

Für den Aufbau tragfähiger Konzepte sollten Lehrkräfte sich daher vorab mit den Vorstellungen ihrer Schülerinnen und Schüler zum gewählten Lerngegenstand befassen. Als praktikable, für den normalen Unterrichtsalltag geeignete Methoden zur Erhebung von Schüler(innen)vorstellungen haben sich dabei unter anderem Unterrichtsgespräche - auch unter Zuhilfenahme von Bildimpulsen oder Concept Cartoons -, das Anfertigen von Mindmaps und Zeichnungen, sowie der Einsatz von Fragebögen erwiesen (vgl. z.B. Hartinger/Murrman 2018, 53-56)

Darüber hinaus kann die Kenntnis typischer Vorstellungsmuster, also solcher, die sich wiederholt finden lassen, hilfreich sein, um die Vorstellungen der eigenen Schülerinnen und Schüler leichter erheben und einordnen zu können.

Vorstellungen von Grundschulkindern zum Thema Klimawandel

Im Folgenden soll ein Einblick in das Spektrum möglicher Vorstellungen von Grundschulkindern zum Thema Klimawandel gegeben werden, wobei der Fokus auf den Ursachen und Folgen der globalen Erwärmung liegt. Anzumerken ist, dass sich die dargestellten Ergebnisse - bedingt durch die bislang geringe Anzahl empirischer Untersuchungen - nicht verallgemeinern lassen, aber Hinweise auf typische Vorstellungsmuster liefern können.

Vorstellungen zu den Ursachen des Klimawandels

Ursächliche Faktoren

Zu den Ursachen des Klimawandels finden sich bei Schülerinnen und Schülern der Primarstufe sehr unterschiedliche Vorstellungen. So werden als ursächlich für die globale Erwärmung angesehen:

- Eine allgemeine Umweltverschmutzung, die nicht in direkten Zusammenhang mit dem Menschen gebracht wird (vgl. Morote/Hernández 2022)
- Natürliche Prozesse: Annäherung der Sonne an die Erde (vgl. Lüschen 2015; Herbst 2023)
- Anthropogene Aktivitäten (z.B. Autofahren, Flugverkehr, Fabrikbetrieb, Nutzung von Elektrogeräten) (vgl. ebd.)
- Anthropogen bedingte Emissionen (vgl. ebd.)
- Ein Nebeneinander natürlicher und anthropogener Ursachen (vgl. ebd.)

Emissionsarten

Am häufigsten findet sich dabei die Vorstellung eines rein menschengemachten, durch anthropogene Emissionen ausgelösten Klimawandels, die sich mit wissenschaftlichen Erkenntnissen deckt (vgl. ebd.). Diese Emissionen werden von Grundschulkindern oftmals mit eher unspezifischen Begriffen (z.B. Rauch, Qualm, Abgas) bezeichnet. Häufig werden diesen sensorisch wahrnehmbare Eigenschaften (graue Farbe, Gestank) zugeschrieben. Viele Schülerinnen und Schüler nutzen aber auch bereits fachwissenschaftliche Begriffe wie CO₂ oder Methan, wobei ihnen die besondere Bedeutung des erstgenannten Treibhausgases bewusst zu sein scheint (vgl. Morote/Hernández 2022; Herbst 2023).

Emissionsquellen

Das Spektrum der geäußerten Emissionsquellen kann als äußerst heterogen beschrieben werden. Schülervorstellungen zu Emissionen umfassen unter anderem die Bereiche Fahrzeuge, Flugzeuge und Schiffe, Maschinen, Fabriken, Kraftwerke und privater Energieverbrauch, aber auch Tierhaltung, Müll, Brände sowie menschliche Atmung (vgl. Lüschen 2015; Herbst 2023). Als wichtigste Emissionsquellen werden dabei der Straßenverkehr, die Energieproduktion und der Energieverbrauch angesehen (vgl. ebd.).

Mechanismen

Zu den spezifischen Mechanismen, die zur globalen Erwärmung beitragen, lassen sich nur wenig konkrete Vorstellungen feststellen (vgl. Lüschen 2015; Herbst 2023). Vereinzelt finden sich wissenschaftsnahe Erklärungen der Erwärmung durch den anthropogenen Treibhauseffekt und damit ein Bewusstsein für den Zusammenhang zwischen Emissionen und atmosphärischen Prozessen, wobei z.T. zwischen solarer und terrestrischer Strahlung differenziert wird (vgl. ebd.).

Daneben finden sich auch einige alternative Vorstellungen:

- Wärmeübertragung anthropogener, in Verbrennungsprozessen entstehender Emissionen auf die umgebende Luft (am häufigsten verbreitet) (vgl. Herbst 2023)
- Wärmeabstrahlung von Elektrogeräten an die Umgebung (vgl. ebd.)
- Verstärkte Sonnenstrahlung aufgrund der Zerstörung der Ozonschicht (Lüschen 2015)
- Erwärmung durch nicht weiter spezifizierte Verstärkung der Sonnenstrahlung durch Emissionen (vgl. Herbst 2023)
- Lokal begrenzter Effekt der Treibhausgase: sammeln sich in der Atmosphäre über dem Entstehungsort und führen nur lokal zu einer Temperaturerhöhung (vgl. Herbst 2023)

Vorstellungen zu den Folgen des Klimawandels

Die Vorstellungen von Grundschulkindern bezüglich der Folgen des Klimawandels können ebenfalls als äußerst heterogen betrachtet werden. So werden in einer Interviewstudie aus dem Jahr 2023 insgesamt etwa vierzig unterschiedliche Folgen von den befragten Kindern genannt (vgl. Herbst 2023).

Gemein ist den Vorstellungen, dass sie überwiegend negativ geprägt sind und oftmals wissenschaftlichen Erkenntnissen entsprechen (vgl. Lüschen 2015; Herbst 2023).

Primärfolgen

Als wichtigste Folge des Klimawandels wird von Schülerinnen und Schülern der Primarstufe ein Anstieg der Temperatur auf der Erde genannt (vgl. Lüschen 2015; Morote/Hernández 2022; Herbst 2023). Von vielen Kindern wird dieser als primäre Folge betrachtet, der weitere Effekte nach sich zieht (vgl. ebd.).

Folgeeffekte

Als weitere Folgen des Klimawandels werden häufig betrachtet:

- Abschmelzen des polaren Eises und des Gletschereise
- Anstieg des Meeresspiegels
- Zunahme von Naturereignissen wie Dürren, Bränden und Überschwemmungen
- Wassermangel
- Lebensraumverlust bis hin zu einer existenziellen Bedrohung für Menschen, Tiere (insbesondere Eisbären) und Pflanzen

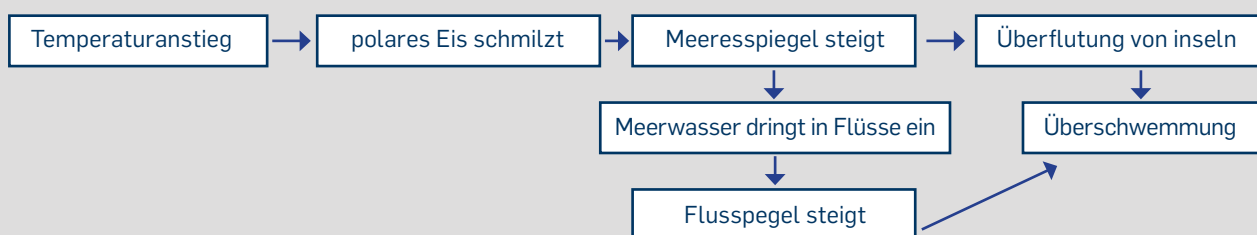
Alternative Vorstellungen

Gehäuft findet sich die alternative Schülervorstellung, dass sämtliches abschmelzendes Eis zu einem Anstieg des Meeresspiegels beiträgt. Dies ist aus wissenschaftlicher Sicht inkorrekt. Im Vergleich zum Schmelzwasser des Landeises leistet das abschmelzende Meereis keinen Beitrag zur Erhöhung des Ozeanpegels, da es sich in einem natürlichen „Schwimmgleichgewicht mit dem Meeresspiegel“ befindet (Schönwiese 2020, 157; Latif 2012; Herbst 2023).

Vorstellungen zum Zusammenhang zwischen Ursachen und Folgen des Klimawandels

Grundschul Kinder verfügen nicht nur über vielfältige Vorstellungen zu den Ursachen und Folgen des Klimawandels, sie sind auch in der Lage diese beiden Aspekte in Beziehung zueinander zu setzen.

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass sie nicht nur einfache lineare Verknüpfungen (z.B. Temperaturanstieg → Abschmelzen polaren Eises) vornehmen, sondern auch komplexere mehrgliedrige, zum Teil verzweigte Kausalketten bilden können (vgl. Lüschen 2015; Herbst 2023). Bei einzelnen Kindern finden sich zudem Ursache-Wirkungsgefüge, die Rückkopplungsprozesse und regulierende Faktoren beinhalten (vgl. ebd.).



Beispiel für eine mehrgliedrige, verzweigte Verknüpfung (vgl. Herbst 2023)

Umgang mit Schüler(innen)vorstellungen zum Klimawandel

Im Folgenden sollen anhand zweier Beispiele Strategien für den Umgang mit klimawandelbezogenen Schüler(innen)vorstellungen im Unterricht aufgezeigt werden. Diese orientieren sich an theoretischen Erkenntnissen und sollen als mögliche Anregungen verstanden werden. Untersuchungen bezüglich der Effektivität der beiden Strategien zum Aufbau tragfähiger Konzepte im Bereich Klimawandel stehen allerdings bislang noch aus.

Aus einer konstruktivistischen Perspektive heraus lässt sich anmerken, dass eine reine Konfrontation mit neuen Lerninhalten nicht genügt, um Fehlvorstellungen zu überwinden und wissenschaftlich angemessene Konzepte zu entwickeln (vgl. Schmitt/Fellensieck 2021, 13). Hierzu bedarf es gezielter didaktischer Bemühungen wie dem Bewusstmachen der eigenen Vorstellungen und dem Angebot einer aktiven Auseinandersetzung mit diesen (vgl. Heran-Dörr 2011, 7; Schmitt/Fellensieck 2021, 13).

Eine Möglichkeit zum Umgang mit Schüler(innen)vorstellungen stellt die sogenannte Anknüpfungsstrategie dar. Dabei werden ausbaufähige Vorstellungen, also solche, die nur in geringem Maße mit fachwissenschaftlichen Vorstellungen kollidieren oder Überschneidungen mit diesen aufweisen, aufgegriffen und schrittweise zu tragfähigen Konzepten ausgebaut (Duit 2015, 668; Wilhelm/Schecker 2018, 52). So kann man beispielsweise an die verbreitete Vorstellung anthropogener Emissionen als Ursache für den globalen Temperaturanstieg anknüpfen, indem man die Analogie des Treibhauses anhand einer passenden Abbildung aufgreift. Unterstützend kann gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern ein Experiment durchgeführt werden, um die Wirkung des natürlichen und des durch den Menschen verstärkten Treibhauseffektes zu verdeutlichen (vgl. z.B. BMUV 2017).

Bei deutlichen Diskrepanzen zwischen fachwissenschaftlichen und vorunterrichtlichen Vorstellungen scheint die sogenannte Konfliktstrategie besser geeignet, um eine Konzeptveränderung anzuregen. Hierbei werden die beiden konträren Perspektiven einander gegenübergestellt, um bei den Lernenden einen kognitiven Konflikt auszulösen (vgl. Duit 2015, 668; Möller 2018, 45 f.). Ziel ist es, Schülerinnen und Schülern die Grenzen ihrer Vorstellungen bewusst zu machen, um sie von der Notwendigkeit einer Konzeptveränderung zu überzeugen (vgl. Möller 2018, 62). Diese Strategie bietet sich also bei alternativen Vorstellungen zum Klimawandel an, beispielsweise der, dass das Abschmelzen sämtlichen polaren Eises zu einem Anstieg des Meeresspiegels führt (vgl. Herbst 2023). Ein kognitiver Konflikt lässt sich in diesem Fall durch ein Experiment, die genaue Beobachtung dessen Resultate und die anschließende Gegenüberstellung mit dieser Vorstellung erzielen. Im Rahmen des Experiments werden die Effekte des abschmelzenden Meereises und des abschmelzenden Landeises auf den Ozeanpegel nachgestellt und miteinander verglichen. Hierbei fällt auf, dass sich das abschmelzende Meereis im Gegensatz zum Landeis nur marginal auf die Höhe des Meeresspiegels auswirkt. Eine entsprechende Experimentieranleitung bietet beispielsweise der Bildungsverein Pindactica auf seiner Homepage.



Abb. 1-3.: Zeichnungen, die von den befragten Kindern im Rahmen der Interviews angefertigt wurden, auf denen unter anderem Emissionsquellen von Treibhausgasen und der Treibhauseffekt dargestellt sind.

Literatur

- Adamina, Marco (2008): Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu raum-, zeit- und geschichtsbezogenen Themen. Eine explorative Studie in Klassen des 1., 3., 5. und 7. Schuljahres im Kanton Bern. Online verfügbar unter: <https://dnb.info/989758885/34>
- Adamina, Marco/Kübler, Markus/Kalcsics, Katharina/Bietenhard, Sophia/Engeli, Eva (2018): Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Themen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft – Einführung, in: Adamina, Marco/Kübler, Markus/Kalcsics, Katharina/Bietenhard, Sophia/Engeli, Eva (Hrsg.): „Wie ich mir das denke und vorstelle...“. Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft, Bad Heilbrunn: Klinkhard, S. 7-20.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2017): Klimawandel Arbeitsheft für Schülerinnen und Schüler – Grundschule. Online verfügbar unter: https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website_uni_ulm/botgart/Bilder/Gruenes_Klassenzimmer/Wald_und_Klima/Klimawandel_Arbeitsheft_Grundschule.pdf
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2020): Zweiter Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Online verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimawandel_das_2_fortschrittsbericht_bf.pdf
- Duit, Reinders (2004): Schülervorstellungen und Lernen von Physik. Piko Brief 1. Online verfügbar unter: <https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn-abteilungen/didaktik-derphysik/piko/pikobriefe032010.pdf>
- Duit, Reinders (2015): Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In: Kircher, Ernst; Girwidz, Raimund; Häußler, Peter (Hrsg.): Physikdidaktik. Theorie und Praxis, 3. Auflage. Heidelberg: Springer Spektrum, S. 657-680.
- Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Harteringer, Andreas/Mormann, Lydia (2018): Schülervorstellungen erschließen – Methoden, Analyse, Diagnose. In: Adamina, Marco/Kübler, Markus/Kalcsics, Katharina/Bietenhard, Sophia/Engeli, Eva (Hrsg.): „Wie ich mir das denke und vorstelle...“. Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft, Bad Heilbrunn: Julius Klinkhard Verlag, S. 51-62.
- Heran-Dörr, Eva (2011): Von Schülervorstellungen zu anschlussfähigem Wissen im Sachunterricht. Handreichungen des Programms SINUS an Grundschulen. Online verfügbar unter: http://www.sinusangrundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_HeranDoerr.pdf
- Herbst, Julia (2023): Kinder und Klimawandel - eine empirische Untersuchung der Vorstellungen von Grundschulkindern und Grundschulkindern zu einem globalen Phänomen. Unveröffentlichte Masterarbeit, Technische Universität Dortmund.
- Hessenstiftung – Familie hat Zukunft (2020): LBV-Kinderbarometer Deutschland 2020. Länderbericht Hessen. Stimmungen, Meinungen, Trends von Kindern und Jugendlichen in Hessen, Bensheim: Ehgart & Albohn.
- Latif, Mojib (2012): Globale Erwärmung. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer
- Lüschen, Iris (2015): Der Klimawandel in den Vorstellungen von Grundschulkindern. Wahrnehmung und Bewertung eines globalen Umweltproblems, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2021): Lehrplan Sachunterricht. Düsseldorf: Schulministerium NRW
- Möller, Kornelia (1999): Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozessforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts. In: Köhlein, W. (Hrsg.): Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, Band 3. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 125-191.
- Möller, Kornelia (2018): Die Bedeutung von Schülervorstellungen für das Lernen im Sachunterricht. In: Adamina, Marco/Kübler, Markus/Kalcsics, Katharina/Bietenhard, Sophia/Engeli, Eva (Hrsg.): „Wie ich mir das denke und vorstelle...“. Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft. Bad Heilbrunn: Klinkhard, S. 35-50.
- Morote, Álvaro-Francisco/Hernández, María (2022): What Do School Children Know about Climate Change? A Social Sciences Approach. Social Sciences 11, S. 179. <https://doi.org/10.3390/socsci11040179>
- Pindactica (2020): Experiment zur Eisschmelze. Online verfügbar unter: <https://www.pindactica.de/selbermachen/meereis-landeis/>
- Schecker, Horst; Duit, Reinders (2018): Schülervorstellungen und Physiklernen. In: Schecker, Horst; Wilhelm, Thomas; Hopf, Martin; Duit, Reinders (Hrsg.): Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Berlin: Springer Spektrum, S. 1-22.
- Schmitt, Andreas; Fellensiek, Tanja (2021): „Windräder werden mit Strom betrieben, um Wind zu erzeugen ... oder umgekehrt!“. Schülervorstellungen und Konzeptwechsel zum Thema Windenergie im Sachunterricht Landwehr, Brunhild; Mammes, Ingelore; Murmann, Lydia (Hrsg.): Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt? Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 11-27.
- Schönwiese, Christian-Dietrich (2020): Klimatologie. Grundlagen, Entwicklungen und Perspektiven. 5., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag
- Schuler, Stephan (2011): Alltagstheorien zu den Ursachen und Folgen des globalen Klimawandels. Erhebung und Analyse von Schülervorstellungen aus geographiedidaktischer Perspektive. Bochum: Europäischer Universitätsverlag