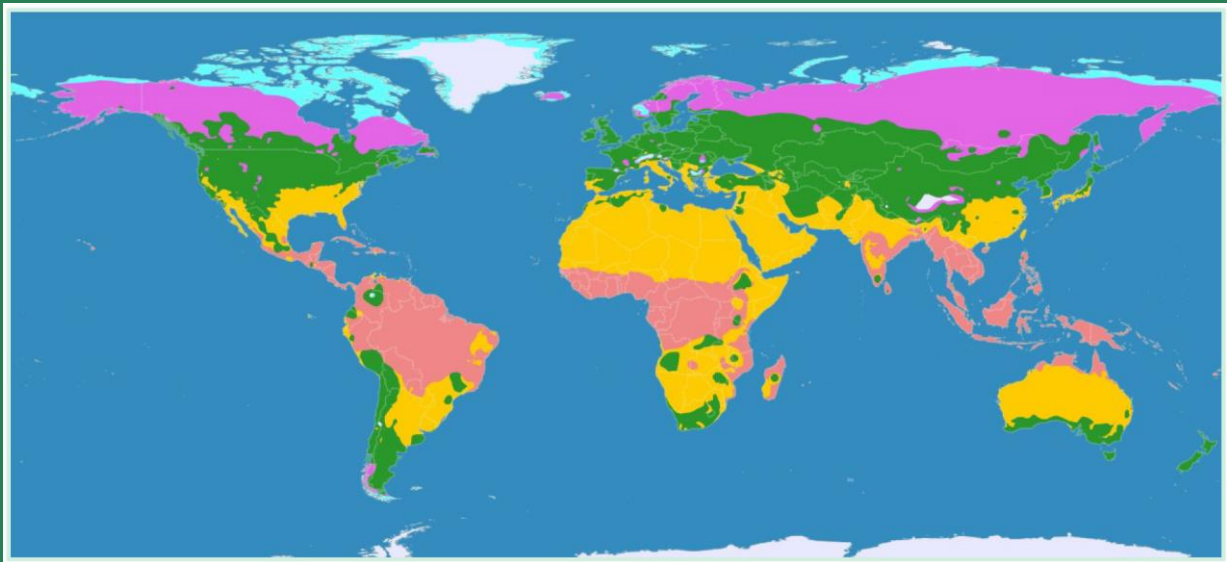


Der Klimawandel: verstehen und handeln

# Die Entstehung der Klimazonen

Modul 3b

[www.klimawandel-schule.de](http://www.klimawandel-schule.de)



Dr. Cecilia Scorza  
LMU Fakultät Physik  
München

Moritz Strähle  
Asam-Gymnasium  
München

## Zusammenfassung

Der Begriff „Klima“ wird von *klinein* (dem griechischen Wort für „neigen“) abgeleitet. Denn die Jahreszeiten sind eine Folge der Neigung der Erdachse relativ zur Bahnebene der Erde um die Sonne. Eine zweite Konsequenz der Neigung der Erdachse ist, dass die mittlere Temperatur im Jahresverlauf im Bereich um den Äquator am höchsten ist und zu den Polen hin abnimmt. Das ist der Grund dafür, dass es unterschiedliche Klimazonen auf der Erde gibt. Die unterschiedlich intensive Energiezufuhr sorgt für eine spezifische Ausprägung der Vegetation in den unterschiedlichen Klimazonen. Der anthropogene Treibhauseffekt sorgt für eine Lageänderung der Klimazonen, was gravierende Auswirkungen auf das Ökosystem hat.

Ziel dieses Moduls ist es, den Schülerinnen und Schülern die Entstehung der unterschiedlichen Klimazonen näher zu bringen und die Auswirkungen auf das Ökosystem bei einer Erhöhung der Energiezufuhr durch den verstärkten Treibhauseffekt zu verdeutlichen.

# Inhalt

|   |   |
|---|---|
| Die Entstehung der Klimazonen.....                    | 1 |
| 1.1. Entstehung der Klimazonen.....                   | 1 |
| Aktivitäten.....                                      | 4 |
| Aktivität 1 – Die Klimazonen und der Klimawandel..... | 4 |
| Literatur.....  | 6 |



# Die Entstehung der Klimazonen

## 1.1. Entstehung der Klimazonen

Aktivität 1

Der Begriff „Klima“ wird von „klinein“, dem griechischen Wort für „neigen“, abgeleitet. Denn die Jahreszeiten sind eine Folge der Neigung der Erdachse relativ zur Bahnebene der Erde um die Sonne. Diese Neigung bewirkt, dass während des Nordsommers die Nordhalbkugel eher senkrecht und dadurch intensiver von der Sonne bestrahlt wird (Position a in Abbildung 1), während die Sonnenstrahlen auf der Südhalbkugel relativ schräg einfallen. Sechs Monate später wird die Südhalbkugel intensiver bestrahlt (Position b in Abbildung 1) und auf der Nordhalbkugel herrscht Winter.

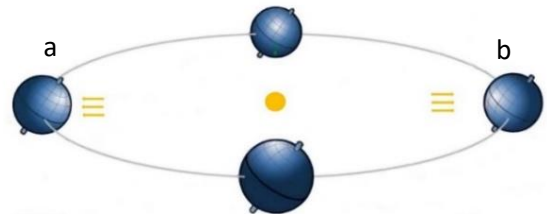


Abbildung 1 – Die Jahreszeiten (Credits: Scorza)

Eine zweite Konsequenz der Neigung der Erdachse ist, dass die mittlere Temperatur im Jahresverlauf im Bereich um den Äquator am höchsten ist und zu den Polen hin abnimmt. So ist der unterschiedliche Einfallswinkel, mit dem die Sonnenstrahlung auf die Erdkugel trifft, letztlich auch der Grund dafür, dass es verschiedene Klimazonen auf der Erde gibt.

Als Klimazone fasst man in Ostwestrichtung um die Erde erstreckende Gebiete zusammen, die aufgrund der klimatischen Verhältnisse Gemeinsamkeiten (z. B. in Bezug auf die Vegetation) aufweisen.

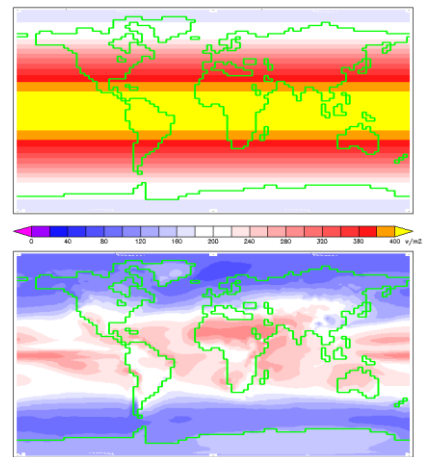


Abbildung 2 – Jährlicher Mittelwert der Sonneneinstrahlung außerhalb der Erdatmosphäre (oben) und am Erdboden (unten) in  $W/m^2$  (Credits: William M. Connolley, Wikipedia)

In den Tropen ist es beispielsweise ganzjährig warm und feucht. Abhängig von der Lage findet man sowohl tropische Regenwälder, als auch tropische Steppen und Wüsten. Es gibt keine Jahreszeiten, lediglich eine Trocken- und eine Regenzeit. Die Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages sind größer als die jährlichen. In der gemäßigten Zone hingegen, in welcher auch Deutschland liegt, sind die verschiedenen Jahreszeiten deutlich ausgeprägt. Im Inneren der Kontinente ist es trocken und es wachsen Nadel-, Laub- und Mischwälder. In den Polargebieten fällt die Sonne ganzjährig nur relativ flach bis überhaupt nicht ein und es ist daher im Jahresmittel sehr viel kälter. Die Vegetation ist mit Gräsern und niedrigen Sträuchern weit weniger üppig. Bezeichnend für diese Zone sind der dreimonatige Polartag im Sommer und die ebenfalls dreimonatige Polarnacht im Winter.

Mit den Klimazonen wird sichtbar, welche Auswirkungen es hat, wenn der Erdoberfläche unterschied-

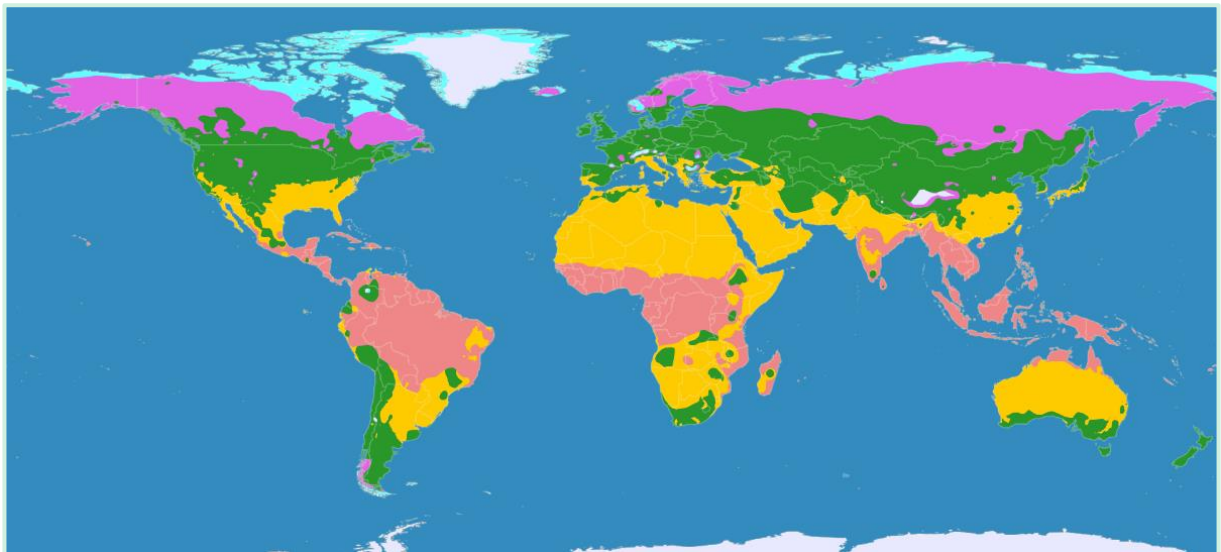


Abbildung 3 – Die Klimazonen der Erde

(Quelle: LordToran - Selbst erstellt auf Basis dieser Geodaten.; CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2301350>)

lich viel Energie zugeführt wird. Somit beeinflusst der durchschnittliche Winkel der Sonnenstrahlung im Jahresmittel beispielsweise die Vegetation ganz wesentlich. *Der durch den anthropogenen Treibhauseffekt verursachte zusätzliche Energiefluss in Richtung Erdoberfläche, wird die Lage dieser Klimazonen verändern und vom Äquator aus in Richtung der Pole verschieben – eine Bewegung, welche die meisten der auf ihr jeweiliges Ökosystem spezialisierten Arten nicht mitgehen können.*

## Exkurs: Wetter- und Klimamodelle

Meteorologen leiten die Wetterprognose aus den Rechenergebnissen von Computersimulationen (sogenannte *Wettermodelle*) ab. Dabei wird von einem Hochleistungscomputer aus einem gegebenen Anfangszustand der Atmosphäre mit Hilfe von auf physikalischen Zusammenhängen beruhenden Gleichungen der Zustand zu einem späteren Zeitpunkt berechnet. Der Anfangszustand ergibt sich aus zahlreichen Stationsbeobachtungen, wie Messungen mit Bojen, Schiffen, Flugzeugen und Wetterballons, sowie aus Satelliten- und Radardaten (siehe Abbildung 4). Ziel ist es, eine möglichst genaue Prognose des lokalen Wetters angeben zu können.

Die Schwierigkeit bei der Wetterberechnung liegt darin, dass die Atmosphäre ein komplexes System mit teilweise chaotischem Verhalten ist. In einem nicht-chaotischen System führen kleine Veränderungen in den Anfangsbedingungen zu ähnlichen Endzuständen. In einem vollständig chaotischen System hingegen, kann schon eine kleine Änderung in den Anfangsbedingungen zu völlig verschiedenen Endzuständen führen. Modellrechnungen, z.B. zum Wetter, werden deshalb mit zunehmender Vorhersagezeit immer unsicherer, da chaotischer. Aus diesem Grund gilt im Allgemeinen, dass das Wetter im Mittel etwa sieben Tage vorhersagbar ist.

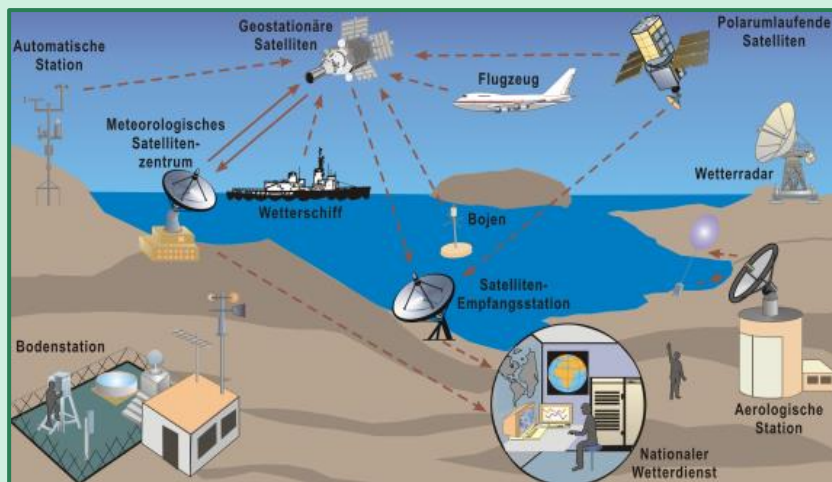


Abbildung 4 – Das weltweite meteorologische Beobachtungssystem  
(Quelle: Wetterdienst.de DWD)

Globale *Klimamodelle* sind ebenso komplexe physikalische Modelle, sie bilden das Klimasystem der Erde in vereinfachter Form ab. Die Klimasimulationen berechnen als gekoppelte Atmosphäre-Ozeane-Modelle die Reaktion des Systems auf veränderte Antriebe, wie z. B. Änderungen der Sonneneinstrahlung oder veränderte Energieflüsse im Klimasystem. Hierzu werden Atmosphäre und Ozeane in ein dreidimensionales Gitter geteilt. Der Austausch an Masse und Energie zwischen benachbarten Gitterpunkten wird durch grundlegende physikalische Differentialgleichungen aus der Fluidodynamik, Hydrologie und Chemie Zeitschritt für Zeitschritt gelöst. Auf diese Weise kann beispielsweise untersucht werden, wie sich erhöhte Treibhausgasemissionen auf das zukünftige Klima auswirken.

Während die Prognose eines Wettermodells direkt durch Beobachtung überprüft werden kann, können die Ergebnisse von Klimasimulationen jeweils nur mit gemittelten Wetterwerten verglichen werden. Um zu prüfen, ob ein Klimamodell plausible Ergebnisse liefert, wird es mit Messdaten und plausiblen Annahmen gefüttert und anschließend getestet, ob es das gegenwärtige Klima, aber auch beispielsweise das während vergangener Eiszeiten, korrekt simulieren kann. Um nun eine *Klimaprognose* zu erstellen, werden verschiedene Klimamodelle mit jeweils einer Bandbreite von verfügbaren Daten und Annahmen gespeist, um so die Spannbreite zukünftiger Entwicklungen vorhersagen zu können.

# Aktivitäten

## Aktivität 1 – Die Klimazonen und der Klimawandel

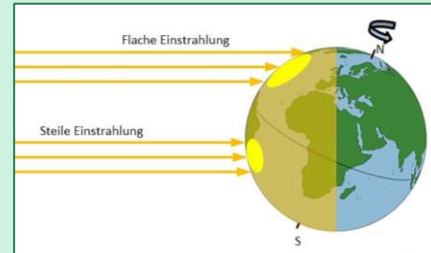


Cecilia Scorza  
und Moritz Strähle

Wie entstehen die Klimazonen der Erde und welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf deren Ausbreitung?

### Hintergrund:

Die Klimazonen der Erde entstehen durch die unterschiedliche Intensität der Sonneneinstrahlung in Abhängigkeit von der geographischen Breitenlage. In Äquatornähe ist der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen ganzjährig relativ hoch und zu bestimmten Zeitpunkten sogar senkrecht zur Erdoberfläche gerichtet. Mit zunehmender geographischer Breite erreichen die Sonnenstrahlen die Erdoberfläche unter einem immer flacher werdenden Winkel, sodass die eingestrahle Energie auf eine immer größere Fläche verteilt wird (siehe Abbildung).



Einfallswinkel der Sonnenstrahlen in Abhängigkeit der geographischen Breitenlage  
(Quelle: denkwerkstatt-physik.de)

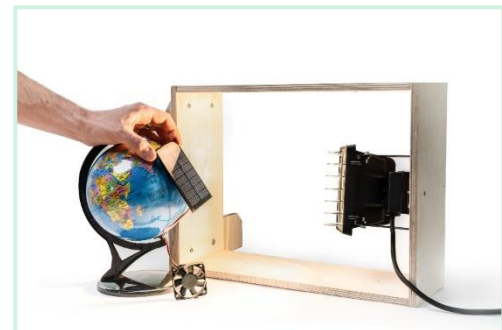
Die Jahreszeiten entstehen durch die Neigung der Erdachse von  $23,5^\circ$  relativ zur Bahnebene der Erde um die Sonne, der sogenannten Ekliptik. So ist die Nordhalbkugel im Sommer eher zur Sonne hin- und im Winter eher von ihr weggeneigt (in der Abbildung ist Winter auf der Nordhalbkugel).

### Teil 1: Wie entstehen die Klimazonen?

Mit diesem Versuch lernst du, welcher Zusammenhang zwischen dem Einfallswinkel der Sonne und den Klimazonen besteht und wie sich der Klimawandel darauf auswirkt.

### Materialien:

- ✓ Strahler
- ✓ Solarzelle mit Lüfter
- ✓ Evtl. Erdglobus



Einstrahlwinkel und Intensität

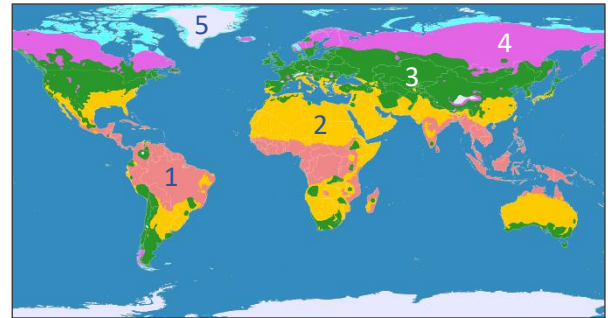
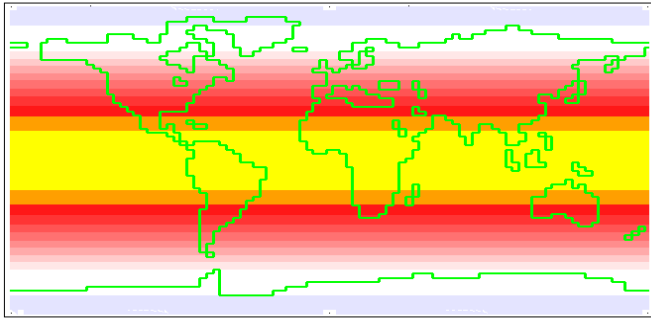
### Durchführung:

- Nimm die Solarzelle mit dem angeschlossenen Lüfter. Die Drehgeschwindigkeit zeigt an, wie hoch die einfallende Lichtintensität ist. Der Strahler repräsentiert die Sonne.
- Schalte den Strahler ein und richte die Solarzelle am gegenüberliegenden Rand des Holzrahmens in Richtung des Strahlers aus.
- Verändere nun den Neigungswinkel der Solarzelle und notiere dir hier qualitativ die Drehgeschwindigkeit für folgende Winkelstellungen:  
Drehgeschwindigkeit bei  $90^\circ$ :                       $45^\circ$ :                       $0^\circ$ :
- Fasse das Versuchsergebnis in einem Satz zusammen.



**Auswertung:**

In der linken Abbildung ist der jährliche Mittelwert der Sonneneinstrahlung an der Oberseite der Atmosphäre in der Einheit  $W/m^2$  dargestellt. In der rechten Abbildung die Einteilung der Erde in unsere fünf Hauptklimazonen.



Links: Jährlicher Mittelwert Sonneneinstrahlung Oberseite Atmosphäre; Rechts: Genetische Klimaklassifikation  
 (Quelle: links: William M. Conolley; rechts: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9c/Klimag%C3%BCrtel-der-erde.svg/2880px-Klimag%C3%BCrtel-der-erde.svg.png>)

→ Ordne folgende Klimazonen den Zahlen 1 bis 5 zu und gib je Zone ungefähre Werte der mittleren Sonneneinstrahlung an: Subpolare Zone, Subtropische Zone, Gemäßigte Zone, Polare Zone, Tropische Zone

| Nummer | Klimazone | Mittlere Sonneneinstrahlung in $W/m^2$ |
|--------|-----------|--|
| 1)     |           |  |
| 2)     |           |  |
| 3)     |           |  |
| 4)     |           |  |
| 5)     |           |  |

→ Erkläre kurz den Zusammenhang zwischen der linken und der rechten obigen Abbildung.

**Teil 2: Folgen des Klimawandels auf Klimazonen und Ökosysteme**

Folge dem QR-Code und lies den Artikel zu den Folgen des Klimawandels auf die Klimazonen und den dort lebenden Tieren durch.

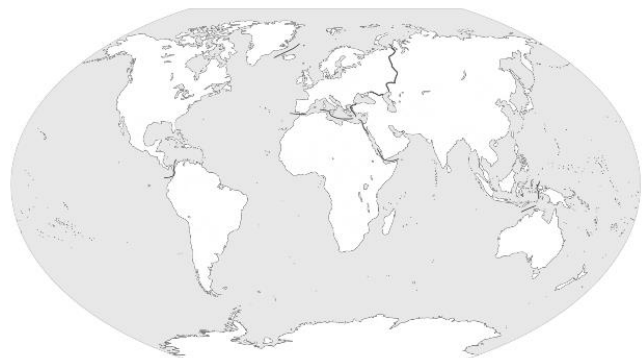


**Auswertung:**

→ Beschreibe, welche Folgen der Klimawandel auf die Klimazonen der Erde hat.

? Welche Folgen hat der Klimawandel auf den Lebensraum der Tiere und welche Probleme ergeben sich hieraus?

→ **Zukunftsszenario:** Skizziere eine mögliche globale Verteilung der Klimazonen im Jahr 2100 in die untenstehende stumme Weltkarte ein. Färbe die Klimazonen entsprechend der Kennzeichnung aus Abb.2.



Stumme Weltkarte (Quelle: [https://media.diercke.net/omeda/89090\\_\\_Erde\\_Kontinente\\_und\\_Ozeane.pdf](https://media.diercke.net/omeda/89090__Erde_Kontinente_und_Ozeane.pdf))

# Literatur

- [1] R. M. Ramirez und L. Kaltenegger, „A Volcanic Hydrogen Habitable Zone,“ *The Astrophysical Journal Letters*, 1 März 2017.
- [2] G. Kopp und J. L. Lean, „A new, lower value of total solar irradiance: Evidence and climate significance,“ *Geophysical Research Letters*, Bd. 38, Nr. 1, Januar 2011.
- [3] „Wiki Bildungsserver,“ Hamburger Bildungsserver, 3 Dezember 2013. [Online]. Available: [https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Albedo\\_\(einfach\)](https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Albedo_(einfach)). [Zugriff am 27 Mai 2020].
- [4] P. D. Jones, M. New, D. E. Parker, S. Martin und I. G. Rigor, „Surface air temperature and its changes over the past 150 years,“ *Reviews in Geophysics*, Bd. 37, Nr. 2, p. 173–199, 1999.
- [5] P. T. Doran und M. K. Zimmerman, „Examining the Scientific Consensus on Climate Change,“ *Eos*, Bd. 90, Nr. 3, pp. 22-23, 2009.
- [6] S. Rahmstorf und H. J. Schellnhuber, *Der Klimawandel: Diagnose, Prognose, Therapie*, München: C.H.Beck, 2018.
- [7] „EU Science Hub,“ [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/global-fossil-co2-emissions-increased-2017>. [Zugriff am 2020 Mai 27].
- [8] T. F. Stocker, D. Qin und e. al., „Climate Change 2013,“ Cambridge University Press, New York, 2013.
- [9] „Umweltbundesamt,“ [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/lachgas-methan>. [Zugriff am 21 09 2020].
- [10] „The NOAA Annual Greenhouse Gas Index,“ NOAA, [Online]. Available: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html>. [Zugriff am 21 09 2020].
- [11] T. M. Lenton, J. Rockström, O. Gaffney, S. Rahmstorf, K. Richardson, W. Steffen und H. J. Schellnhuber, „Climate tipping points - too risky to bet against,“ *Nature*, Bd. 575, pp. 592-596, 2019.
- [12] „Wiki Bildungsserver,“ Hamburger Bildungsserver, 10 September 2020. [Online]. Available: [https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Gr%C3%B6nl%C3%A4ndischer\\_Eisschild](https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Gr%C3%B6nl%C3%A4ndischer_Eisschild). [Zugriff am 21 09 2020].
- [13] „Scinexx,“ MMCD NEW MEDIA GmbH, 20 Dezember 2004. [Online]. Available: <https://www.scinexx.de/news/geowissen/wird-der-amazonas-regenwald-zur-steppe/>. [Zugriff am 21 09 2020].
- [14] „Wiki Bildungsserver,“ Hamburger Bildungsserver, 02 Dezember 2015. [Online]. Available: [https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Kippunkte\\_im\\_Klimasystem](https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Kippunkte_im_Klimasystem). [Zugriff am 21 09 2020].

- [15] „Wiki Bildungsserver,“ Hamburger Bildungsserver, 5 Dezember 2013. [Online]. Available: [https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Kohlenstoff\\_im\\_Ozean](https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Kohlenstoff_im_Ozean). [Zugriff am 21 09 2020].
- [16] D. Coumou, S. Rahmstorf und weitere, „A decade of weather extremes,“ *Nature*, 2012.
- [17] X. Chen, X. Zhang, J. Church, C.S. Watson, M. King, D. Monselesan, B. Legresy und C. Harig, „The increasing rate of global mean sea-level rise during 1993–2014,“ *Nature Climate Change*, Bd. 7, pp. 492–495, 2017.
- [18] P. Christoffersen und M. B. e. al., „Significant groundwater contribution to Antarctic ice streams hydrologic budget,“ *Geophysical Research Letters*, Bd. 41, Nr. 6, pp. 2003-2010, 2014.
- [19] B. Schinke, S. Harmeling, R. Schwarz, S. Kreft, M. Treber und C. Bals, „Globaler Klimawandel: Ursachen, Folgen, Handlungsmöglichkeiten,“ Germanwatch, Bonn, 2011.
- [20] C. Jakobeit und C. Methmann, „Klimaflüchtlinge,“ Universität Hamburg, Hamburg, 2007.
- [21] J. A. Church, N. J. White, L. F. Konikow, C. M. Domingues, J. G. Cogley, E. Rignot, J. M. Gregory, M. R. v. d. Broeke, A. J. Monaghan und I. Velicogna, „Revisiting the Earth’s sea-level and energy budgets from 1961 to,“ *Geophysical Research Letters*, Bd. 38, Nr. 18, pp. 1944-2007, 2011.
- [22] „Beobachteter Klimawandel,“ Umweltbundesamt, [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/beobachteter-klimawandel>. [Zugriff am 21 09 2020].
- [23] „Klimafolgen: Handlungsfeld Wasser, Hochwasser- und Küstenschutz,“ Umweltbundesamt, 04 09 2013. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels/klimafolgen-deutschland/klimafolgen-handlungsfeld-wasser-hochwasser#wasserverfuegbarkeit-und-hitze>. [Zugriff am 21 09 2020].
- [24] „Klima-Report Bayern 2015,“ Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, München, 2015.
- [25] B. f. Naturschutz. [Online]. Available: <https://www.bfn.de/themen/biotop-und-landschaftsschutz/moorschutz/moore-entstehung-zustand-biodiversitaet/moortypen.html>. [Zugriff am 20 10 2020].
- [26] D. G. f. M.-. u. T. e.V., „Was haben Moore mit dem Klima zu tun?,“ 2009.
- [27] H. Höper, „Freisetzung klimarelevanter Gase aus deutschen Mooren.,“ *Telma*, Bd. 37, pp. 58-116, 2007.
- [28] A. u. M. D. Freibauer, „Moor unter: Klimaschutz.,“ *Politische Ökologie*, Bd. 30, pp. 98-105, 2012.
- [29] „klimawandel-meistern.bayern.de,“ Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, [Online]. Available: <https://www.klimawandel-meistern.bayern.de/moorschutz.html>. [Zugriff am 20 10 2020].

- [30] M. & K. M. Drösler, „Klimaschutz durch Moorschutz – im Klimaprogramm Bayern (KLIP 2020/2050),“ *Anliegen Natur*, Bd. 42, Nr. 1, pp. 31-38, 2020.
- [31] W. Steffen, J. Rockström, K. Richardson, T. M. Lenton, C. Folke, D. Liverman, C. P. Summerhayes, A. D. Barnosky, S. E. Cornell, M. Crucifix, J. F. Donges, I. Fetzer, H. Schellnhuber und weitere, „Trajectories of the Earth System in the Anthropocene,“ *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Bd. 115, Nr. 33, pp. 8252-8259, 2018.
- [32] J. Rogelj, P. Forster, E. Kriegler, C. Smith und R. Seferian, „Estimating and tracking the remaining carbon budget for stringent climate targets,“ *Nature*, Bd. 571, pp. 335-342, 2019.
- [33] J. Swim, P. Stern, T. Doherty, S. Clayton, J. Reser, E. Weber, R. Gifford und G. Howard, „Psychology's contributions to understanding and addressing global climate change,“ *American Psychologist*, Bd. 66, Nr. 4, p. 241–250, 2011.
- [34] „Am 15. März ist CO2-Tag: Deutschland am Limit,“ Zukunft Erdgas e.V., 2020. [Online]. Available: <https://zukunft.erdgas.info/ueber-zukunft-erdgas/expertenleistungen/kommunikation/kampagnen/co2-budget-deutschland>.
- [35] „Treibhausgas-Emissionen in Deutschland,“ Umweltbundesamt, 06 07 2020. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland>. [Zugriff am 22 09 2020].
- [36] R. Goodland und J. Anhang, „Livestock and climate change,“ *World Watch*, Bd. 22, pp. 10-19, November 2009.
- [37] „Was haben Moore mit dem Klima zu tun?,“ Deutsche Gesellschaft für Moor- und Torfkunde e.V., 2009.
- [38] V. Quaschnig, „Sektorkopplung durch die Energiewende,“ Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin, 2016.
- [39] V. Quaschnig, „volker-quaschnig.de,“ [Online]. Available: <https://www.volker-quaschnig.de/grafiken/index.php>. [Zugriff am 12 10 2020].
- [40] Umweltbundesamt, „CO2-Bepreisung in Deutschland,“ 2019.

## Weitere Literaturhinweise

- Bals, C. (2002): *Zukunftsfähige Gestaltung der Globalisierung. Am Beispiel einer Strategie für eine nachhaltige Klimapolitik*. In: Zur Lage der Welt 2002. Fischer Verlag.
- Bals, C. et al. (2008): *Die Welt am Scheideweg. Wie retten wir das Klima?* Rowohlt Verlag
- Buchal, C. und Schönwiese, C.D. (2010): *Klima – Die Erde und ihre Atmosphäre im Wandel der Zeiten* Jülich/Frankfurt, Heraeus-Stiftung, Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
- Dincere, I. (2018): *Comprehensive Energy Systems*, Elsevier Verlag.

- Levke, C., Rahmstorf, S., Robinson, A., Feulner, G., Saba, V. (2018): *Observed fingerprint of a weakening Atlantic Ocean overturning circulation*. In: Nature [DOI: 10.1038/s41586-018-0006-5]
- Church, J. und White, N. (2006): *A 20th century acceleration in global sea-level rise*  
In: Geophysical Research Letters, Vol. 33, L01602
- Hupfer, P. (1998): *Klima und Klimasystem*. In Lozan, J.L., H. Graßl und P. Hupfer: *Warnsignal Klima. Wissenschaftliche Fakten*, Hamburg, S. 17–24.
- IPCC (2007a): *Climate Change 2007 – The Physical Science Basis*  
[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents)
- IPCC (2007b): *Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*  
<http://www.ipcc-wg2.org/>
- IPCC (2007d): *Klimaänderungen 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger*  
<http://www.proclim.ch/4dcgi/proclim/de/Media?555>.
- IPCC (2007e): *Climate Change 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*  
[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_ipcc\\_fourth\\_assessment\\_report\\_synthesis\\_report.htm](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm).
- Jonas, H. (1984): *Prinzip Verantwortung*, Suhrkamp Verlag.
- Lenton, T.M. et al. (2008): *Tipping Elements in the Earth's Climate System*  
In: PNAS, Vol. 105.
- Lesch, H. und Kamphausen, K. (2016): *Die Menschheit schafft sich ab – Die Erde im Griff des Anthropozäns*, Komplett-Media.
- Rahmstorf, S. und Katherine Richardson, K. (2007): *Wie bedroht sind die Ozeane?*  
Fischer Taschenbuch Verlag.
- Rahmstorf, S. und Schellnhuber, H.J. (2018): *Der Klimawandel: Diagnose, Prognose, Therapie*  
Verlag C.H. Beck.
- Schüring, J. (2001): *Schneeball Erde*. Spektrumdirekt.
- Seifert, W. (2004): *Klimaänderungen und (Winter-)Tourismus im Fichtelgebirge – Auswirkungen, Wahrnehmungen und Ansatzpunkte zukünftiger touristischer Entwicklung*, Universität Bayreuth.
- Swim, J.K., Stern, P.C., Doherty, T.J., Clayton, S., Reser, J.P., Weber, E.U., Gifford, R., Howard, G.S. (2011): *Psychology's contributions to understanding and addressing global climate change*. *American Psychologist*, Vol 66(4), May–Jun 2011, 241–250.
- WBGU (2007): *Welt im Wandel – Sicherheitsrisiko Klimawandel*. Hauptgutachten. Berlin.  
[http://www.wbgu.de/wbgu\\_jg2007.html](http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007.html).

