

# Krafla

## Simulationsspiel zu Energie und Klima

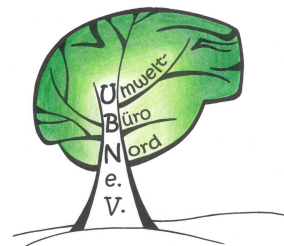


## Handbuch für die Spielleitung Präsenz- und Online-Spiel

Version 1.5 vom 9.3.2022



atomstromlos. klimafreundlich. bürgereigen.



## Dank und Vorbemerkungen

Ich danke dem Land Mecklenburg-Vorpommern, das vor ca. zehn Jahren die Erstellung dieses Spiels als Maßnahme der Umweltbildung, -erziehung und -information von Vereinen und Verbänden gefördert hat.

Seitdem habe ich Krafla in verschiedenen Kontexten ca. 100x selbst gespielt und die Spielmaterialien an ca. 70 Multiplikator:innen weitergegeben. Dabei habe ich von den beteiligten Gruppen, aber auch von Partner:innen und Kolleg:innen viele wertvolle Hinweise zur Verbesserung des Spiels erhalten.

Stellvertretend für alle danke ich an dieser Stelle ganz herzlich Frau Ursula Feigl-Kramer für ihre Hinweise insbesondere zur Weiterentwicklung der Ereignisse.

Die in dem Spiel verhandelten Themen – Klimawandel, Klimapolitik und Energiewende – entwickeln sich sehr dynamisch weiter. Zudem wurde aufgrund der Corona-Pandemie ab 2020 die Entwicklung virtueller Bildungsformate vorangetrieben. Daher war nun eine grundlegende Überarbeitung des Spiels erforderlich. Ich freue mich sehr, dass die Elektrizitätswerke Schönau – als herausragender Pionier der Energiewende in Deutschland – diese Arbeit gefördert haben. Vielen herzlichen Dank!

Schließlich danke ich dem Vorstand des Umweltbüro Nord e.V., welcher hier als Projektträger fungiert, mir aber alle inhaltlichen und gestalterischen Freiheiten gelassen hat, die ich mir gewünscht habe.

Krafla wird kostenfrei unter Creative-Commons-Lizenz bereitgestellt. Dieses Handbuch enthält alle nötigen Informationen für Menschen, welche die Spielleitung übernehmen wollen. Es legt die wissenschaftlichen Grundlagen und die didaktischen Überlegungen offen und beschreibt dann das Spielsystem, den Spielablauf und die Materialien. Als Autor stehe ich gerne auch für Rückfragen sowie – dann aber kostenpflichtig – für die Ausbildung von Spielleiter:innen zu Verfügung. Kritik und Hinweise zur Weiterentwicklung des Spiels sind jederzeit willkommen!

Ich wünsche Ihnen viel Freude und gute Ergebnisse bei der Arbeit mit Krafla 1.5!

Winter 2022

Tilman Langner

## Kontakt

**Projektträger:** Umweltbüro Nord e.V. • Tribseer Str. 28 • 18439 Stralsund • Tel.: 049-3831-703838  
[ub@umweltschulen.de](mailto:ub@umweltschulen.de) • [www.umweltschulen.de/umweltbuero/](http://www.umweltschulen.de/umweltbuero/)

**Autor:** Tilman Langner • Umweltbildung-Umweltberatung • Karniner Weg 9 • 18442 Flemendorf  
Tel.: 049-38231-666106 • [tl@umweltschulen.de](mailto:tl@umweltschulen.de) • [www.umweltschulen.de](http://www.umweltschulen.de)

**Website:** [www.umweltschulen.de/krafla/](http://www.umweltschulen.de/krafla/)

**Titelbild:** Das Krafla-Geothermiekraftwerk in Island



## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	4
Ziel des Projekts.....	5
Grundlagen.....	6
Die Klimakrise als ein Schlüsselthema der Nachhaltigkeit.....	6
Simulationsspiele und Bildung für nachhaltige Entwicklung .....	15
Krafla-Spielsystem.....	19
Setting .....	19
Modul Wirtschaft .....	21
Modul Klima .....	24
Ereignisse .....	26
Klimarat.....	27
Emissionshandel.....	29
Versionsgeschichte.....	30
Krafla-Spielablauf .....	31
Gruppenbildung.....	31
Intro.....	31
Briefing.....	31
Spielphase – Ablauf der Runden .....	32
Debriefing.....	32
Krafla-Spielmaterialien.....	38
Verbreitung / Nutzungsbedingungen.....	42
Quellen.....	43

## **Abkürzungsverzeichnis**

BFD	Bundesfreiwilligendienst
BNE	Bildung für nachhaltige Entwicklung
C	Kohlenstoff
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
EE	Erneuerbare Energiequellen
FÖJ	Freiwilliges ökologisches Jahr
Gt	Gigatonne (Milliarde Tonnen)
KW	Kraftwerk
LG	Ländergruppe
Mrd.	Milliarde
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
ppm	parts per million (Millionstel Teile)
THG	Treibhausgase
NO <sub>x</sub>	Stickoxide
TN	Teilnehmende (weiblich / männlich / divers)
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

## Ziel des Projekts

Die erste Version von Krafla wurde 2011-2012. Damit sollten folgende Ziele erreicht werden:

- Es wird ein Großgruppenplanspiel entwickelt, das Zusammenhänge zwischen Energiewirtschaft und Klimawandel thematisiert und so für den Klimaschutz und die Idee der Klimagerechtigkeit sensibilisiert. In dem Spiel simulieren die Teilnehmer:innen (nicht) nachhaltiges Wirtschaften und lernen die Auswirkungen auf die Umwelt / das Klima kennen.
- Das Spiel wird auf einem Spielplan gespielt, die entsprechenden Umweltauswirkungen werden mit einem einfachen Programm auf dem Computer simuliert. Im Mittelpunkt des Lernarrangements stehen die Aktionen und Interaktionen der Teilnehmenden.
- Das Planspiel ist für Gruppen z.B. in Stärke einer Schulklasse an einem Projekttag spielbar.
- Das gesamte Spielsystem wird Schulen und allen anderen Interessent:innen in elektronischer Form kostenfrei zur Verfügung gestellt. Diese Multiplikator:innen können sich die Unterlagen ausdrucken und so – in einer einfachen Ausführung – eigene Spielsets erstellen. Auch das Computerprogramm sowie die vorbereiteten Präsentationen werden kostenlos zur Verfügung gestellt.

Das Spiel will „die Realität“ (das Klimasystem, die Klimapolitik und die Energiewirtschaft) abbilden. Dabei gehen – in einer sehr vereinfachten Form – zahlreiche Daten und Zusammenhänge aus der realen Welt mit ins Spielsystem ein. Diese entwickeln sich jedoch sehr rasch weiter – und daran wird die neue Version Krafla 1.5 angepasst.

In der Version 1.5 werden diverse kleinere Anpassungen vorgenommen, so im Handbuch oder im Briefing.

In den Jahren 2020 und 2021 hat zudem die Corona-Pandemie die Rahmenbedingungen auch für die Bildung deutlich verändert. Dabei entstand das Ziel, auch eine Online-Version des Spiels anzubieten. Auch die Online-Version soll von Gruppen in Klassenstärke gespielt werden können.

In diesem Handbuch werden beide Versionen beschrieben.

## **Grundlagen**

Die Idee eines „pädagogischen“ Simulationsspiel ist es, bestimmte Aspekte aus der „realen“ Welt der Erfahrung und dem Handeln der Lernenden zugänglich zu machen und so das Nachdenken, den Kompetenz- und Wissenserwerb sowie die Meinungsbildung zu fördern. Dabei stellt das Spielsystem zwangsläufig eine sehr grobe Vereinfachung gegenüber den realen Systemen dar, und die Auswahl der Aspekte, Probleme oder Konflikte ist eine letztlich subjektive Setzung des Autors des Spiels.

In diesem Kapitel sollen die Grundlagen von Krafla transparent gemacht werden. Das Spiel ist nicht nur Creative Commons (für jede:n nutzbar), sondern auch Open Source (für jede:n nachvollziehbar und veränderbar) angelegt. Dieses Kapitel wendet sich also an Leser:innen, die Krafla informiert einsetzen und ggf. an ihre eigenen Bedürfnisse anpassen wollen. Wer sich vorrangig für das Spielsystem und den Spielablauf interessiert, kann auch (erst einmal) „weiterblättern“.

Die wichtigste fachliche Grundlage für die ersten Krafla-Versionen war der „Budgetansatz“ (WBGU 2009) – diese Publikation bot sowohl ein für das Spiel passendes „Denkgebäude“ als auch die meisten der erforderlichen konkreten Parameter. Für Krafla 1.5 wurden z.B. Emissionsdaten oder die atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration aus neueren Quellen aktualisiert, dennoch wird auch weiterhin auf die WBGU-Studie zurückgegriffen.

## **Die Klimakrise als ein Schlüsselthema der Nachhaltigkeit**

Nachhaltigkeit ist, wenn man es wie Ott und Döring (2008) versteht, ein ethisch fundiertes politisches Konzept. Es geht im Kern um die Frage nach Gerechtigkeit – also darum, wie alle Menschen faire und angemessene Voraussetzungen für ein menschenwürdiges, selbstbestimmtes und gutes Leben bekommen können.

Die Klimakrise führt hier auf verschiedenen Ebenen zu ganz erheblichen Verwerfungen. Schon heute verschärft der Klimawandel die Ungerechtigkeit zwischen dem „reichen Norden“, wo mit einem enormen Wohlstand auch überproportional viele Ressourcen verbraucht bzw. Treibhausgase freigesetzt werden – und dem „armen Süden“, wo seine Folgen Not und Elend antreiben und die wirtschaftlichen Kapazitäten zur Anpassung an seine Auswirkungen sehr gering sind.<sup>1</sup> – Und die jetzt junge Generation und mit ihr künftige Generationen sind gekniffen, weil eine viel zu zögerliche Klimaschutzpolitik der Gegenwart ihren Handlungsspielraum in der Zukunft unzulässig einschränkt – so hat es das Bundesverfassungsgericht im Sommer 2021 in einem bemerkenswerten Urteil gesehen und die damalige Bundesregierung aufgefordert, das Klimaschutzgesetz entsprechend nachzubessern (siehe u.a. Germanwatch).

Dabei steht die Klimakrise beispielhaft dafür, dass sich die Menschheit im Nachhaltigkeitsdiskurs der vergangenen Jahrzehnte Wissen um Leitplanken geschaffen hat, die nicht überschritten werden sollten. Diese Leitplanke ist hier ein Temperaturanstieg von 1,5°C (maximal 2°C) gegenüber dem vorindustriellen Niveau. Die Klimakrise steht aber auch dafür, dass Wissen und verfügbare Lösungen nicht ausreichen, wenn der Wille zum Umsteuern fehlt.

Sie ist schließlich nicht nur ein politisches, sondern auch ein persönliches Thema mit vielen Querverbindungen zum Lebensstil und zu täglichen Entscheidungen der Lernenden – und auch der Lehrpersonen.

<sup>1</sup> Das ist eine einseitige Zuspitzung, denn auch im globalen Norden gibt es Verlierer und im globalen Süden Gewinner – und rund um den Planeten gibt es Menschen, die mit Leidenschaft und großartigen Initiativen für Klimagerechtigkeit kämpfen.

**CO<sub>2</sub> als das wichtigste vom Menschen freigesetztes Treibhausgas**

Weltweit wurden in den Jahren um 2010 energiebedingt (Verbrennung fossiler kohlenstoffhaltiger Energieträger) ca. 30 Gt/a CO<sub>2</sub> (30.000.000.000 t) freigesetzt (Quaschnig). Hinzu kommt CO<sub>2</sub> aus der Landnutzung (Entwaldung, Bodendegradation). Die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre ist bereits von knapp 280 ppm (vorindustrielles Niveau) auf 412,5 ppm (2020) angestiegen (Umweltbundesamt, Quaschnig). Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß nimmt schrittweise in Richtung 35 Gt/a weiter zu, auch wenn es im Jahr 2020 durch die weltweite Corona-Pandemie und deren wirtschaftliche Auswirkungen eine temporäre Verringerung gab (statista 1, Quaschnig).

Zusätzlich setzt die Menschheit weitere Treibhausgase frei (CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>); auch deren Konzentration in der Atmosphäre nimmt zu (Umweltbundesamt); allerdings wird ihre Wirkung durch andere abkühlende Effekte weitgehend neutralisiert siehe Abbildung 1.

CO<sub>2</sub> ist ein natürlicher Bestandteil der Atmosphäre. Zusammen mit anderen natürlicherweise in der Atmosphäre vorhandenen Gasen (insbesondere Wasserdampf) bewirkt es den „natürlichen Treibhauseffekt“, dank dessen die Luft in Bodennähe im globalen Durchschnitt ca. 15°C warm ist; ohne dies würden im Durchschnitt lebensfeindliche -18°C herrschen. Die natürlich vorkommenden Treibhausgase verstärken somit die wärmende Wirkung der Sonnenstrahlen; Klimaforscher bezeichnen das als „Strahlungsantrieb“.

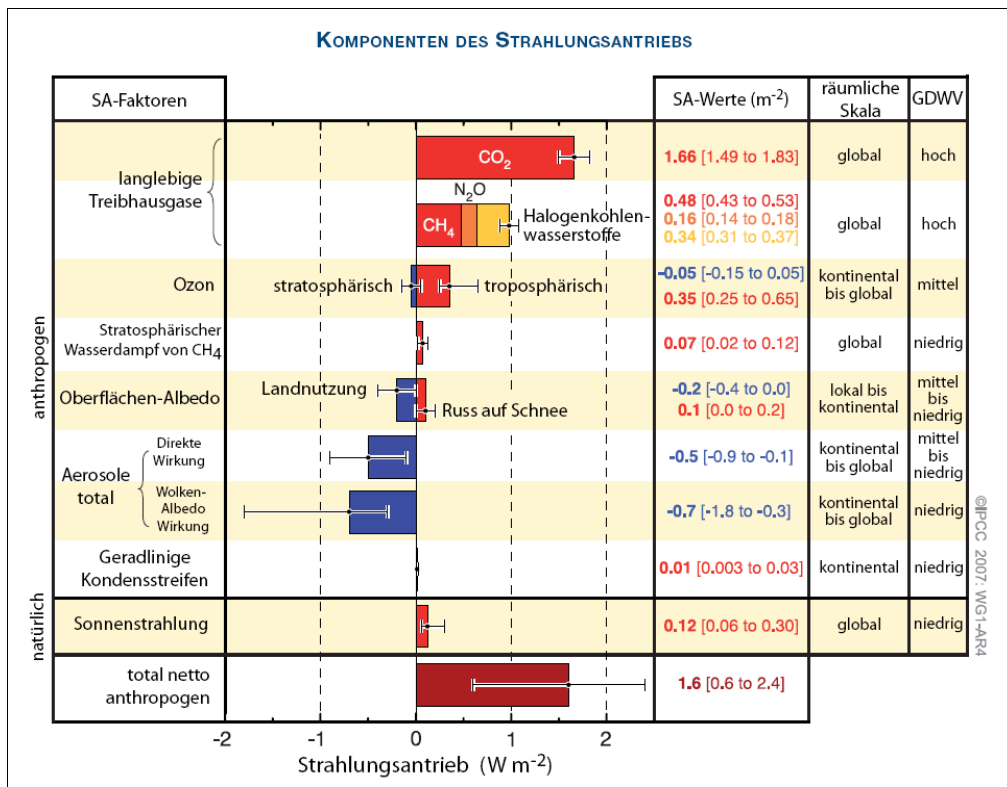


Abbildung 1: Komponenten des Strahlungsantriebs (IPCC 2007)

Die vom Menschen freigesetzten Treibhausgase bewirken eine Erhöhung dieses natürlichen Strahlungsantriebs, und zwar bis zum Jahr 2010 bereits um 1,6 W/m<sup>2</sup> (netto, das heißt andere, den Strahlungsantrieb verringernde Effekte sind bereits abgezogen). Dieser zusätzliche Strahlungsantrieb wirkt wie eine zusätzliche Heizung für das Klimasystem der Erde. – 1,6 W/m<sup>2</sup> entsprechen 1,6 MW/km<sup>2</sup> oder 800 MW/500km<sup>2</sup>, und das ist die Heizleistung eines großen Kraftwerksblocks auf je 20x25 km Fläche der Erde – oder das wären

etwas mehr als 700 Kraftwerksblöcke in ganz Deutschland. Diese Zusatz-Heizung erwärmt die Atmosphäre, wenn auch mit einer Verzögerung um einige Jahrzehnte aufgrund der thermischen Trägheit der Ozeane – und jedes Jahr kommen neue „Kraftwerke“ hinzu, solange die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre steigt.

Von 1850 (vor der Industrialisierung) bis zum Jahr 2020 wurde bereits ein globaler Temperaturanstieg von ca. 1,1°C gemessen (IPCC 2022 a S. 7, statista 2, McSweeney), der gegenwärtige Strahlungsantrieb der bereits in der Atmosphäre befindlichen Treibhausgase reicht aber für weitere 0,5°C. Hinzu kommt, dass derzeit noch wirksame kühlende Effekte, vor allem durch Schwefelpartikel, wieder verschwinden, wenn diese kurzlebigen Partikel abgebaut werden. (WBGU 2009)

CO<sub>2</sub> ist ein langlebiges Treibhausgas. Das heißt, auch wenn die Menschheit ab sofort kein CO<sub>2</sub> mehr freisetzen würde, würde die Durchschnittstemperatur der Erdatmosphäre nicht sofort zurückgehen – sie würde vielmehr noch über einige Jahrzehnte weiter ansteigen. Beim Überschreiten sogenannter „Kipp-Punkte“ würden zudem auf sehr lange Sicht Rückwege zu einer Stabilisierung des Klimas verbaut (z.B. nach dem Abschmelzen großer Schnee- bzw. Eisfelder würde das darunter zutage tretende Land bzw. Meerwasser mehr Sonnenwärme absorbieren und somit den Klimawandel zusätzlich beschleunigen).

Es verbleibt damit nicht mehr viel Spielraum zur Einhaltung der 2°C-Leitplanke; die 1,5°C-Leitplanke ist demnach nicht mehr zu halten (siehe auch mpi cec).

### Ländergruppen beim WBGU

Die im Zeitraum um das Jahr 2010 pro Jahr freigesetzten ca. 30 Gt CO<sub>2</sub> aus fossilen Energieträgern verteilen sich sehr ungleich auf drei Ländergruppen:

- **Ländergruppe 1** (WBGU 2009 S. 28-29): ca. 60 Staaten mit >5,4 t CO<sub>2</sub>/Pers\*a  
Industrieländer, diverse arabische Staaten, Venezuela, Südafrika, Iran. Besonders wichtig: USA und Australien, weil nennenswert groß und sehr hohe Pro-Kopf-Emissionen  
Startemission 2008 (30-8,3-3,6) = 18,1 Gt CO<sub>2</sub>/a.
- **Ländergruppe 2** (WBGU 2009 S. 28-29): ca. 30 Staaten mit 2,7 bis 5,4 t CO<sub>2</sub>/Pers\*a  
Wichtigstes Land dieser Gruppe = China mit 6,2 Gt CO<sub>2</sub> in 2008 = 75% der Gruppe = gesamte Gruppe = ca. 8,3 Gt CO<sub>2</sub>/a in 2008.
- **Ländergruppe 3** (WBGU 2009 S. 28-30): ca. 95 Staaten mit <2,7 t CO<sub>2</sub>/Pers\*a  
tragen derzeit nur 12% zum globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei = 3,6 Gt CO<sub>2</sub>/a in 2008.

Die Ländergruppen finden sich im Modul Wirtschaft von Krafla wieder. Ihre Anteile an der Weltbevölkerung werden dort durch die Zahl der Companies repräsentiert, und ihre Anteile an den Emissionen sind Grundlage für die Zahl der fossilen Kraftwerke.

### Globaler Kohlenstoffkreislauf

Das bei der Verbrennung fossiler Energieträger erzeugte CO<sub>2</sub> gelangt unmittelbar in die Atmosphäre und ist dann Teil des globalen Kohlenstoffkreislaufs. Im Rahmen dieses Kreislaufes wird

- der Atmosphäre einerseits CO<sub>2</sub> entzogen – insbesondere durch die Photosynthese grüner Pflanzen und Bindung in Wasser oder Gesteinen
- andererseits zusätzlich CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre eingetragen – insbesondere aus Respiration des terrestrischen und aquatischen Lebens sowie aus vom Menschen hervorgerufenen Landnutzungsänderungen.



Latif (2009 S. 44) schätzt, dass in der Periode 2000-2005 netto ca. 15 Gt/a CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre verblieben sind. In grober Näherung sind das 50% der vom Menschen verursachten Emissionen. – Allerdings gibt es noch erhebliche Unsicherheiten bei der Abschätzung der Kohlenstoff- bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Landnutzungsänderungen und bei der CO<sub>2</sub>-Bindung in der „Landsenke“ (Latif 2009 S. 44). Zudem entwickeln sich natürliche Systeme nicht linear, und es ist nicht gesagt, dass dieser Anteil auch in der Zukunft und für gegenüber heute vielleicht stark veränderten CO<sub>2</sub>-Emissionen gilt.

Die Atmosphäre hat eine Gesamtmasse von ca.  $5 \cdot 10^{15}$  t (Rahmsdorf, S. 73).

Damit führt die Emission von 10 Gt CO<sub>2</sub> zu einer Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Menge in der Atmosphäre um 5 Gt entsprechend einer Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration um 1,0 ppm<sub>(Masse)</sub> oder 0,66 ppm<sub>(Vol)</sub>.

In der realen Welt ist die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Zeitraum 1995 bis 2005 um 1,9 ppm<sub>(Vol)</sub>/a gestiegen (IPCC 2007, S. 2), derzeit steigt sie um ca. 2ppm<sub>(Vol)</sub>/a (350.org).

### Temperaturanstieg und Klimawandelfolgen

Die Anreicherung von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre führt zu einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen. In der Klimaforschung wird von einer mittleren Klimasensitivität von 3°C ausgegangen, d.h. die Durchschnittstemperatur steigt (voraussichtlich) um 3°C, wenn sich die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre verdoppelt (Rahmsdorf, S. 187).<sup>2</sup>

Der Temperaturanstieg verläuft gegenüber dem CO<sub>2</sub>-Anstieg um einige Jahrzehnte zeitverzögert, da die Ozeane als thermischer Puffer wirken.

Die Anreicherung von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre und der Temperaturanstieg lösen Klimawandelfolgen in verschiedenen Sphären aus, so z.B. im Wetter, im globalen Wasserkreislauf, in den Verbreitungsgebieten von Tier- und Pflanzenarten oder den biologischen Rhythmen z.B. eines Jahres. Diese Klimafolgen betreffen die Menschheit teilweise ganz erheblich, so etwa die Verfügbarkeit von Wasser als Trinkwasser bzw. als „Rohstoff“ für Industrie und Landwirtschaft.

Bereits aufgrund des Temperaturanstiegs bis heute sind die (ehemals) eisbedeckten arktischen Seeregionen sowie die Korallenriffe rings um Australien extrem gefährdet. Das ist aber erst der Anfang, denn bei einem fortschreitenden Temperaturanstieg sind viele weitere Aspekte der Welt, wie wir sie kennen und zum Überleben unserer heutigen Zivilisation brauchen, in Gefahr, siehe Abb. 2a+b.

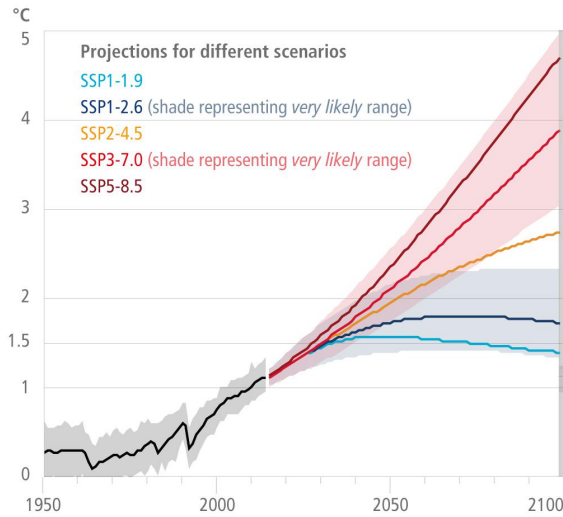
Der Weltklimarat verweist daher mit großem Nachdruck darauf, dass nur noch ein kleines Zeit- und Möglichkeitsfenster verbleibt, um durch eine Verringerung der Emissionen, durch Milderung der Klimafolgen sowie durch Anpassungsmaßnahmen die schlimmsten Auswirkungen der Klimakrise abzuwehren. (IPCC 2022)

---

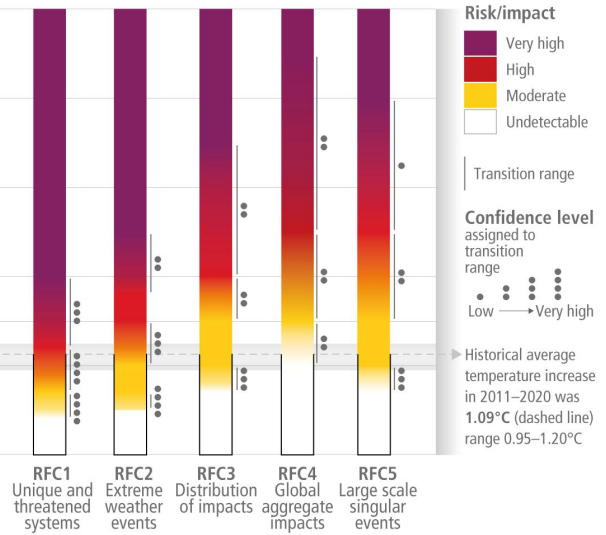
2 Kontrollabschätzung: Wenn die CO<sub>2</sub>-Konzentration innerhalb von 10 Jahren um 20ppm<sub>(Vol)</sub>CO<sub>2</sub> ansteigt (siehe oben), sollten entsprechend die Temperaturen um 0,2°C ansteigen, und das entspricht der Abschätzung des BMU/BMBF 2007.

Global and regional risks for increasing levels of global warming

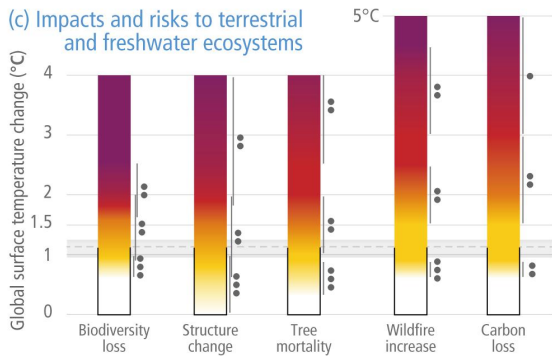
(a) Global surface temperature change  
Increase relative to the period 1850–1900



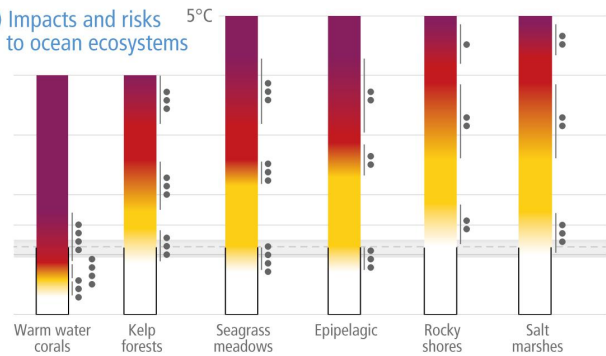
(b) Reasons for Concern (RFC)  
Impact and risk assessments assuming low to no adaptation



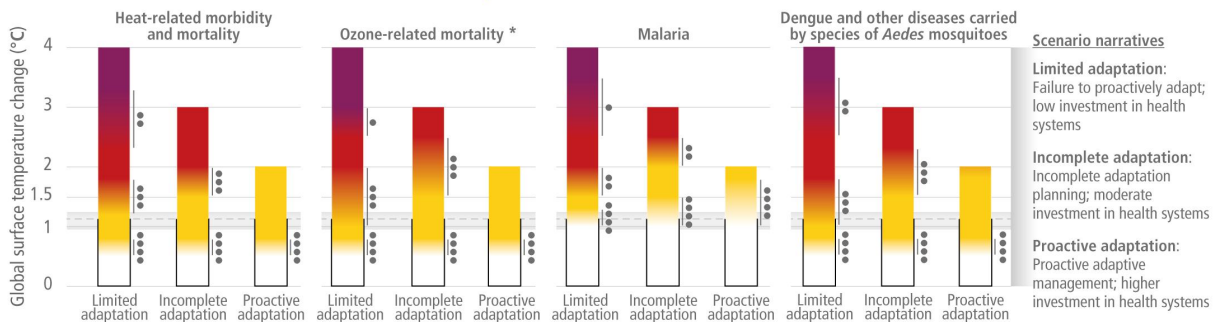
(c) Impacts and risks to terrestrial and freshwater ecosystems



(d) Impacts and risks to ocean ecosystems



(e) Climate sensitive health outcomes under three adaptation scenarios



\* Mortality projections include demographic trends but do not include future efforts to improve air quality that reduce ozone concentrations.

Abb. 2a: Globale Risiken der zunehmenden Klimaerwärmung (IPCC 2022 b)

(f) Examples of regional key risks

**Absence of risk diagrams does not imply absence of risks within a region.** The development of synthetic diagrams for Small Islands, Asia and Central and South America was limited due to the paucity of adequately downscaled climate projections, with uncertainty in the direction of change, the diversity of climatologies and socioeconomic contexts across countries within a region, and the resulting few numbers of impact and risk projections for different warming levels.

The risks listed are of at least *medium confidence level*:

- Small Islands**
  - Loss of terrestrial, marine and coastal biodiversity and ecosystem services
  - Loss of lives and assets, risk to food security and economic disruption due to destruction of settlements and infrastructure
  - Economic decline and livelihood failure of fisheries, agriculture, tourism and from biodiversity loss from traditional agroecosystems
  - Reduced habitability of reef and non-reef islands leading to increased displacement
  - Risk to water security in almost every small island
- North America**
  - Climate-sensitive mental health outcomes, human mortality and morbidity due to increasing average temperature, weather and climate extremes, and compound climate hazards
  - Risk of degradation of marine, coastal and terrestrial ecosystems, including loss of biodiversity, function, and protective services
  - Risk to freshwater resources with consequences for ecosystems, reduced surface water availability for irrigated agriculture, other human uses, and degraded water quality
  - Risk to food and nutritional security through changes in agriculture, livestock, hunting, fisheries, and aquaculture productivity and access
  - Risks to well-being, livelihoods and economic activities from cascading and compounding climate hazards, including risks to coastal cities, settlements and infrastructure from sea-level rise
- Europe**
  - Risks to people, economies and infrastructures due to coastal and inland flooding
  - Stress and mortality to people due to increasing temperatures and heat extremes
  - Marine and terrestrial ecosystems disruptions
  - Water scarcity to multiple interconnected sectors
  - Losses in crop production, due to compound heat and dry conditions, and extreme weather
- Central and South America**
  - Risk to water security
  - Severe health effects due to increasing epidemics, in particular vector-borne diseases
  - Coral reef ecosystems degradation due to coral bleaching
  - Risk to food security due to frequent/extreme droughts
  - Damages to life and infrastructure due to floods, landslides, sea level rise, storm surges and coastal erosion
- Australasia**
  - Degradation of tropical shallow coral reefs and associated biodiversity and ecosystem service values
  - Loss of human and natural systems in low-lying coastal areas due to sea-level rise
  - Impact on livelihoods and incomes due to decline in agricultural production
  - Increase in heat-related mortality and morbidity for people and wildlife
  - Loss of alpine biodiversity in Australia due to less snow
- Asia**
  - Urban infrastructure damage and impacts on human well-being and health due to flooding, especially in coastal cities and settlements
  - Biodiversity loss and habitat shifts as well as associated disruptions in dependent human systems across freshwater, land, and ocean ecosystems
  - More frequent, extensive coral bleaching and subsequent coral mortality induced by ocean warming and acidification, sea level rise, marine heat waves and resource extraction
  - Decline in coastal fishery resources due to sea level rise, decrease in precipitation in some parts and increase in temperature
  - Risk to food and water security due to increased temperature extremes, rainfall variability and drought
- Africa**
  - Species extinction and reduction or irreversible loss of ecosystems and their services, including freshwater, land and ocean ecosystems
  - Risk to food security, risk of malnutrition (micronutrient deficiency), and loss of livelihood due to reduced food production from crops, livestock and fisheries
  - Risks to marine ecosystem health and to livelihoods in coastal communities
  - Increased human mortality and morbidity due to increased heat and infectious diseases (including vector-borne and diarrhoeal diseases)
  - Reduced economic output and growth, and increased inequality and poverty rates
  - Increased risk to water and energy security due to drought and heat

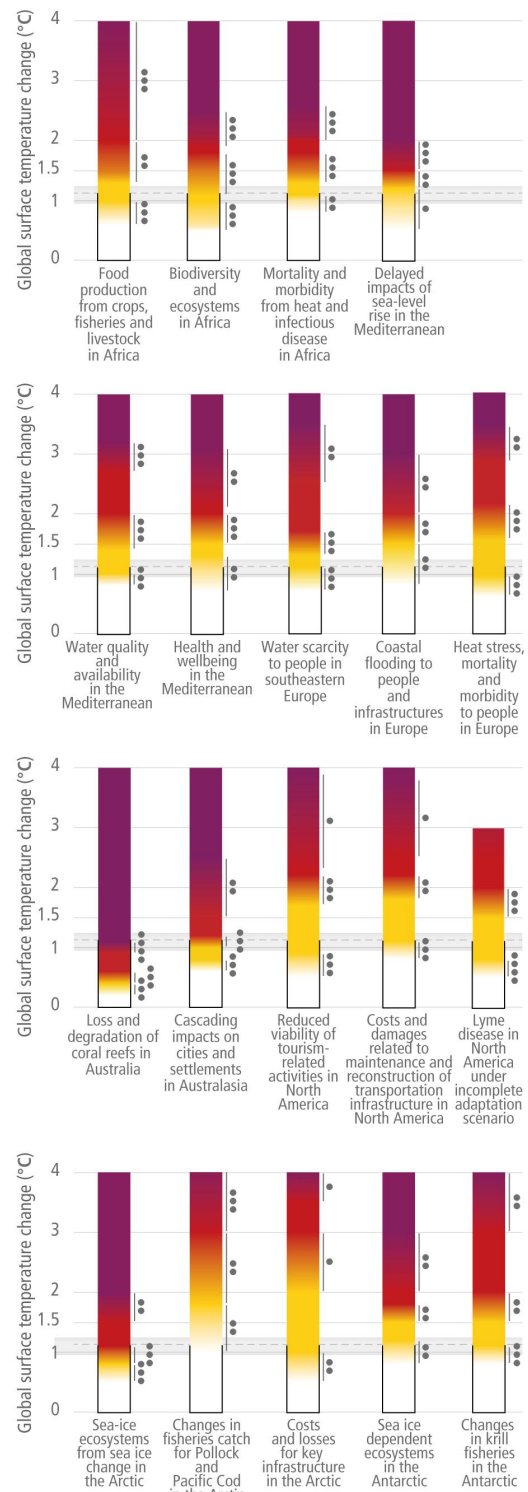


Abb. 2b: Globale Risiken der zunehmenden Klimaerwärmung (IPCC 2022 b)

### Budgetansatz des WBGU

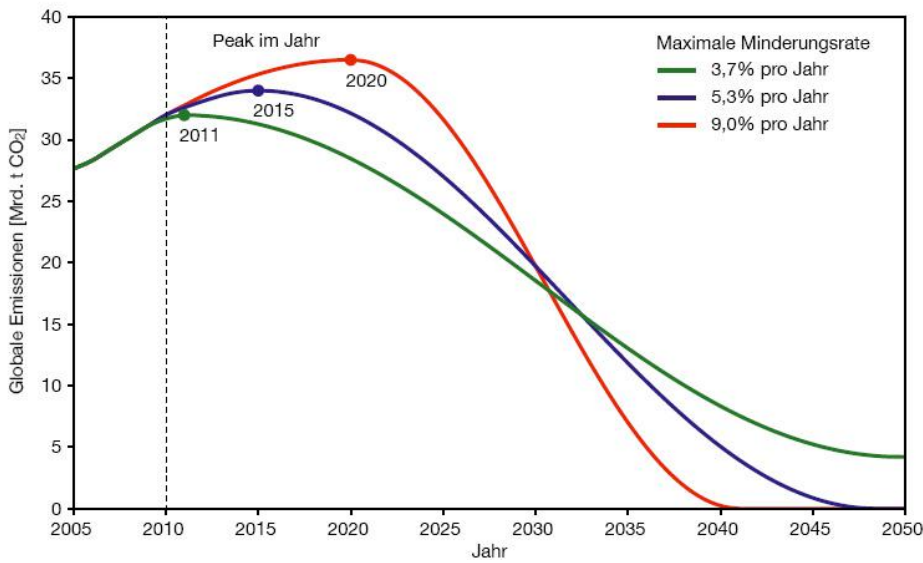
Entsprechend der eingangs skizzierten Lesart von Nachhaltigkeit hatte der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen für die UN-Klimakonferenz in Kopenhagen ein Konzept vorgelegt (WBGU 2009), das eine Grundlage für ein faires globales Klimaschutzabkommen bilden sollte.

Um – ausgehend vom Jahr 2010 – eine 75%ige Chance zur Einhaltung der 2°C-Leitplanke zu wahren, durfte die Menschheit demnach bis zum Jahr 2050 noch maximal 600 Gt CO<sub>2</sub> aus fossilen Quellen freisetzen, danach nur noch sehr geringe Mengen. Zudem müssten rasche Fortschritte beim Kampf gegen das Abholzen der Wälder erzielt werden. Dieser Entwicklungspfad war aber nach Auffassung des WBGU schon damals nicht mehr realistisch (WBGU 2009).

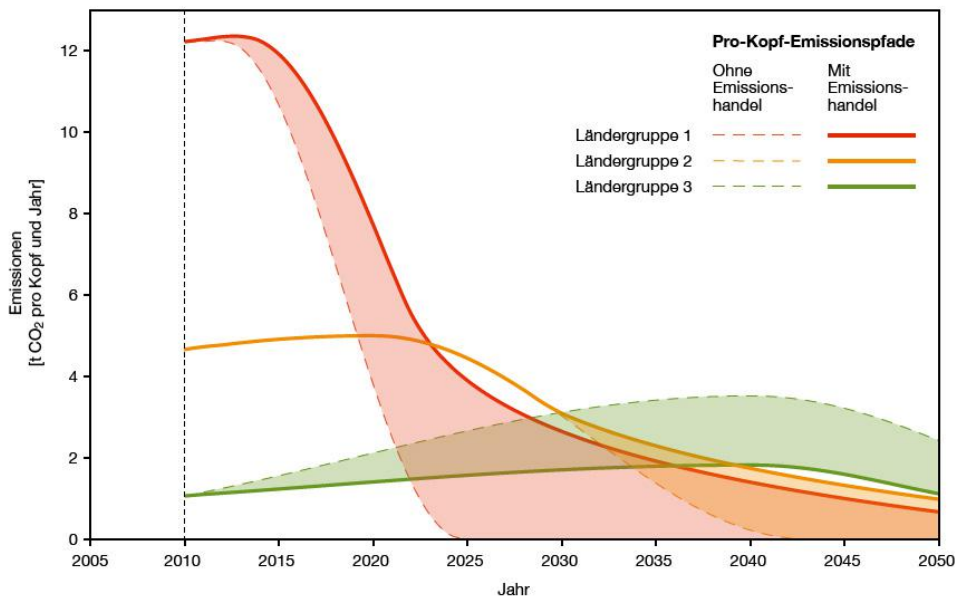
Um wenigstens eine 67% Chance zur Einhaltung der 2°C-Leitplanke zu wahren, durfte die Menschheit im Zeitraum 2010-2050 noch maximal 750 Gt CO<sub>2</sub> aus fossilen Quellen freisetzen, danach nur noch sehr geringe Mengen. Um diesen Entwicklungspfad zu erreichen, war ein sehr schnelles Umsteuern in der globalen Energiepolitik notwendig, siehe Abb. 3. Dabei sollten unterschiedliche Entwicklungspfade für Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländer gelten, siehe Abb. 4 (WBGU 2009).

Neben diesem Emissionsbudget gibt es noch ein weiteres Limit für die Nutzung der fossilen Energieträger: ihren globalen Vorrat. Dieser wird auf 2.795 Gt CO<sub>2</sub> geschätzt (McKibben). Die Notwendigkeit, aus der fossilen Energiewirtschaft auszusteigen, ist damit vor allem durch die Klimakrise begründet – und erst in zweiter Linie durch die Endlichkeit der Vorräte.

„Das kohlenstoffbasierte Weltwirtschaftsmodell ist [...] ein normativ unhaltbarer Zustand, denn es gefährdet die Stabilität des Klimasystems und damit die Existenzgrundlagen künftiger Generationen. Die Transformation zur Klimaverträglichkeit ist daher moralisch ebenso geboten wie die Abschaffung der Sklaverei und die Ächtung der Kinderarbeit.“ (WBGU 2011, Zusammenfassung für Entscheidungsträger, S. 1)



**Abb. 3:** Beispiele für globale Emissionspfade für den Zeitraum 2010–2050, bei denen global 750 Gt CO<sub>2</sub> emittiert werden. Bei dieser Emissionsmenge kann die 2 °C-Leitplanke mit einer Wahrscheinlichkeit von 67% eingehalten werden ... Dargestellt sind verschiedene Varianten eines globalen Emissionsverlaufs mit Maxima in den Jahren 2011 (grün), 2015 (blau) und 2020 (rot). Um diese Kurven einzuhalten, sind in den frühen 2030er Jahren jährliche Reduktionsraten von 3,7 % (grün), 5,3 % (blau) bzw. 9,0 % (rot) notwendig (bezogen auf 2008). Quelle: WBGU 2009



**Abb. 4:** Beispiele für Pro-Kopf-Emissionsverläufe von CO<sub>2</sub> aus fossilen Quellen für drei Ländergruppen nach dem Budgetansatz. Die gestrichelten Kurven zeigen theoretische Pro-Kopf-Emissionsverläufe von CO<sub>2</sub> ohne Emissionshandel. Sie erlauben zwar eine Einhaltung der nationalen Budgets, würden aber z. T. in der Praxis nicht umsetzbar sein. Die durchgezogenen Kurven zeigen Emissionsverläufe, die sich durch einen Emissionshandel ergeben könnten. Dabei wurde angenommen, dass die Länder der Gruppe 1 ihr Budget um 75 % erhöhen, indem sie Emissionsrechte für 122 Gt CO<sub>2</sub> hinzukaufen. Die Länder in Gruppe 2 kaufen Emissionsrechte im Umfang von insgesamt 41 Gt CO<sub>2</sub> hinzu. Als Verkäufer der insgesamt 163 Gt CO<sub>2</sub> treten die Länder der Gruppe 3 auf, deren Budget damit um etwa 43 % sinkt. Gegen Ende des Budgetzeitraums ergibt sich eine Annäherung der realen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei etwa 1 t pro Kopf und Jahr (bezogen auf die Bevölkerung im Jahr 2010).

Die Flächen zwischen den Kurven veranschaulichen die gehandelte Menge an Emissionszertifikaten. Da es sich um eine Darstellung pro Kopf handelt und die Ländergruppen unterschiedliche Bevölkerungsstärken haben, stimmen die Flächen zwischen den kaufenden Ländergruppen 1 und 2 in der Summe nicht mit der Fläche der verkaufenden Ländergruppe 3 überein. Die Ländergruppen ordnen sich nach den jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf aus fossilen Quellen, wobei die CO<sub>2</sub>-Emissionen Schätzungen für das Jahr 2008 und die Bevölkerungszahlen Schätzungen für das Jahr 2010 sind. Rot: Ländergruppe 1 (>5,4 t CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr), vor allem Industrieländer (z. B. EU, USA, Japan), aber auch ölexportierende Länder (z. B. Saudi-Arabien, Kuwait, Venezuela) und wenige Schwellenländer (z. B. Südafrika, Malaysia). Orange: Ländergruppe 2 (2,7–5,4 t CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr), hier finden sich viele Schwellenländer (z. B. China, Mexiko, Thailand). Grün: Ländergruppe 3 (<2,7 t CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr), vor allem Entwicklungsländer (z. B. Burkina Faso, Nicaragua, Vietnam), aber auch einige große Schwellenländer (z. B. Indien, Brasilien). Quelle: WBGU 2009

## Aussagen zu Leitplanken und Budgets im AR6 des IPCC

Seit der Veröffentlichung des Budgetansatzes (WBGU 2009) und der Entwicklung von „Krafla“ (2011-12) ist die klimapolitische Diskussion natürlich weitergegangen. Insbesondere hat sich die internationale Staatengemeinschaft auf der Klimaschutzkonferenz von Paris (2015) darauf verständigt, dass der Temperaturanstieg auf deutlich unter 2°C – möglichst auf 1,5°C – begrenzt werden sollte. Parallel dazu wurde in der Zwischenzeit weiter reichlich CO<sub>2</sub> freigesetzt, China hat die USA als weltweit größten Emittenten abgelöst, und die Trendumkehr in den globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen ist noch nicht erreicht.

Der Budgetgedanke ist dabei weiterhin aktuell; das heißt, um die klimapolitischen Leitplanken (Temperaturanstieg max. 1,5°C oder max. 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau) einzuhalten, muss die Menge des weltweit noch freigesetzten CO<sub>2</sub> begrenzt werden. Die entsprechenden Kausalverknüpfungen können aber (weiterhin) nur in Form von Wahrscheinlichkeiten formuliert werden, siehe Tabelle 1.

<b>Tabelle 1: Leitplanken und CO<sub>2</sub>-Budgets</b> (nach Hausfather, mit Bezug auf den AR6)		
<b>Leitplanke (Temperaturanstieg, °C)</b>	<b>Wahrscheinlichkeit (%)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Budget ab 2021 (Gt)</b>
1,5	50	460
1,5	66	360
2	50	1310
2	66	1110

Der IPCC geht davon aus, dass die Leitplanke 1,5°C (je nach Emissionsszenario und im mehrjährigen Temperatur-Durchschnitt) voraussichtlich bereits ab 2030-2035 „gerissen“ wird. Ohne kurzfristige Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden +2°C voraussichtlich zwischen den frühen 2040er und 2050er Jahren erreicht (vgl. Abb. 2a, siehe auch Hausfather). Je nach Szenario ist auch ein Temperaturmaximum mit einer nachfolgenden Abkühlung möglich.

Die Idee, dass es CO<sub>2</sub>-Budgets gibt, welche das Ausmaß der Temperaturerhöhung und damit die Dramatik des Klimawandels maßgeblich bestimmen, ist die zentrale Grundlage des Simulationsspiels Krafla. Umso mehr muss hier darauf hingewiesen werden, dass die wissenschaftlichen Basis dafür noch relativ unsicher ist. Der IPCC bewertet entsprechende eigene Aussagen teilweise nur mit „medium confidence“. Neben den CO<sub>2</sub>-Emissionen bestimmen viele weitere Faktoren den weiteren Verlauf der globalen Temperaturen – so die Beiträge anderer Treibhausgase bzw. abkühlender Luftverunreinigungen, die künftige Bindung von CO<sub>2</sub> durch natürliche Systeme (welche wiederum abhängig von deren – auch temperatursensibler – Leistungsfähigkeit bzw. generell von ihrem Erhalt ist), das Erreichen bzw. Überschreiten von Kipppunkten im Klimasystem oder der künftige Einsatz von Technologien zur Einsammlung von CO<sub>2</sub> aus Verbrennungsprozessen bzw. aus der Atmosphäre.

Scharfe Kritik am Budgetansatz – an der Idee, dass es noch ein irgendwie vertretbares Restbudget an CO<sub>2</sub>-Emissionen geben würde – wird vom Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion geübt (mpi cec). Auch die Leitidee einer „Klimaneutralität“ kann mit guten Gründen kritisiert werden (Droege).

Um zum Ausgangspunkt dieses Kapitels zurückzukommen: Obwohl die klimapolitischen Leitplanken schon lange bekannt sind, ist die Gefahr, dass sie nicht eingehalten werden, sehr groß. Das geht zu Lasten der folgenden Generationen – und es begründet den Nachdruck, mit dem die junge Generation – z.B. Fridays for Future – eine wesentlich wirksamere Klimapolitik einfordert.

### **Auslassung: Anpassung an den Klimawandel**

Angesichts steigender Temperaturen und der daraus resultierenden Risiken rückt die Anpassung an den Klimawandel zunehmend in den Focus der Politik. Der IPCC (2022) liefert hierzu sehr viel Material.

Bei Krafla wird dieser Bereich der Klimakrise bzw. -debatte komplett ausgeblendet. Das ist eine bewusste Setzung des Autors, u.a. mit Hinblick auf die angestrebte (nur mittlere) Komplexität des Spiels und die begrenzten Ressourcen zu seiner Entwicklung. – Daher wird hier auch auf den Versuch verzichtet, wissenschaftliche Grundlagen zur Anpassung zu skizzieren.

### **Simulationsspiele und Bildung für nachhaltige Entwicklung**

Eine **Simulation** ist die Darstellung oder Nachbildung physikalischer, technischer, biologischer, psychologischer oder ökonomischer Prozesse durch mathematische oder physikalische Modelle, die eine wirklichkeitsnahe, jedoch einfachere, billigere oder ungefährlichere Untersuchung als das Original erlauben (DTV). Simulationen können wissenschaftlichen Zwecken dienen, so werden in der Klimaforschung Erkenntnisse zum künftigen Verlauf des Klimawandels gewonnen, indem zunächst Szenarien z.B. zur gesellschaftlichen (politischen, wirtschaftlichen, technischen...) Entwicklung entworfen und dann die Auswirkungen auf das Klima in Simulationen „berechnet“ werden. Simulationen können jedoch auch in der Bildung eingesetzt werden. Simulationen können schließlich – als Spiel – dem Vergnügen dienen.

**Spiele** ist eine Tätigkeit, die aus Vergnügen an der Ausführung bzw. am Gelingen vollzogen wird (DTV).

Als **Simulationsspiel** wird hier jedes Spiel verstanden, das auf einer Simulation beruht. Konstituierendes Merkmal ist also ein mathematisches Modell, das die reale Welt oder Ausschnitte aus dieser widerspiegelt. Simulationsspiele fordern die Spieler:innen heraus, komplexe Probleme in realitätsnahen Systemen zu lösen. Simulationsspiele können in unterschiedlicher Gestalt auftreten:

- von einfachen Spielsystemen, bei denen wenige Parameter manuell errechnet werden bis hin zu komplexen Spielsystemen, die den Einsatz von Computern erfordern
- von Spielen für einen einzelnen Spieler (in der Regel computergestützt) bis zu Spielen mit mehreren Dutzenden Teilnehmern (ggf. unter Bildung von Teams)
- von Spielen mit einem klassischen Spielplan (zur Visualisierung relevanter Sachverhalte) über Spiele mit anderen Utensilien bis hin zu rein computergestützten Spielen.

Aus didaktischer Sicht sind Simulationsspiele den Planspielen verwandt (siehe dazu Humm und Reich), jene kommen aber ohne mathematisches Modell aus.

**Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)** zielt – so die Diskussion in Deutschland – auf Vermittlung von Gestaltungskompetenz.

Ganz generell sind **Kompetenzen** „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert 2001, S.27).

Kompetenzen beschreiben Handlungs*dispositionen*, was nicht mit der Performance oder Handlungs*ausführung* identisch ist. (Rieckmann 2010, S. 46)

„Kompetenzen sind entwicklungsfähig und damit erlernbar.“ (Rieckmann 2010, S. 50, unter Bezug auf



Rychen 2001) „Kompetenzen werden durch Handeln und Interaktion in formalen und informellen Bildungskontexten entwickelt.“ (Rychen 2008, S. 21)

Simulationsspiele (mit Ausnahme der Ein-Spieler-Variante) sind ein Rahmen, in dem entsprechend Interaktionen und Handeln von Menschen arrangiert werden können.

Da Nachhaltigkeit ein normatives, auf Werte gegründetes Konzept ist, muss sich die BNE aber auch der **Wertediskussion** stellen. Auch das soll in dem hier entwickelten Simulationsspiel berücksichtigt werden.

„Als einzige Branche dürfen die Energiekonzerne ihren Abfall namens Kohlendioxid gratis in die Umwelt kippen. Dieses Privileg hat sonst niemand. Restaurantbesitzer müssen für die Müllabfuhr bezahlen, da die Ratten kämen, wenn sie das Zeug einfach auf der Straße stehen lassen würden.“ (McKibben 2012)

### Vergleich von Spielsystemen

Für die Erarbeitung der ersten Version von Krafla wurden drei damals aktuelle Simulationsspiele miteinander verglichen; dabei wurden fachliche, didaktische und spielorganisatorische Merkmale einbezogen, siehe Tabelle 2. **Gelb hinterlegt** sind besondere Vorzüge, **grau hinterlegt** besondere Nachteile. – Das führte dann zu diversen Schlussfolgerungen und Gestaltungskriterien, die im nachfolgenden Abschnitt skizziert werden.

### Schlussfolgerungen und Gestaltungskriterien für Krafla

Aus den bislang skizzierten Vorüberlegungen wurden Merkmale und Kriterien für ein „gutes“ Simulationsspiel abgeleitet, u.a.:

- Projekttag für eine Schulklasse / Lerngruppe  
→ Das Spiel soll für 15-30 TN geeignet sein und ca. 3h Spielzeit + Briefing und Debriefing erfordern.
- klare, einfache und richtungssichere Repräsentanten der Wirklichkeit  
→ Kraftwerke, Unternehmenswert, Gewinn, CO<sub>2</sub>, Temperatur und Klimafolgen.
- klimapolitisch relevantes System  
→ Gegenstand von Krafla ist die Energiewirtschaft.
- plausible Startbedingungen und realitätsnahe Differenzierung im System  
→ Die Startwerte spiegeln das Klimasystem in der realen Welt bis 2020 (ab Krafla 1.5).  
→ Die Companies agieren in realitätsnahen Ländergruppen.
- vielfältige und substanzielle Anreize für Interaktionen zwischen den TN  
→ Innerhalb ihrer Companies verhandeln die TN über Strategie und Taktik.  
→ Die Companies verhandeln im „Klimarat“ multilateral über Klimapolitik.
- Beitrag zur BNE  
→ TN können weit in die Zukunft schauen und aus dieser Perspektive über das Heute nachdenken.  
→ TN können die weltweit ungerechte Verteilung von Nutzen und Lasten in der Klimaproblematik verstehen und den Gedanken der Klimagerechtigkeit kennen lernen und akzeptieren.  
→ TN können einer nachhaltigen Entwicklung entgegen stehende Interessen, Strukturen und Machtverhältnisse erfahren sowie ihre eigenen Rolle im Klimaschutz reflektieren.



**Tabelle 2: Vergleich von Spielsystemen**

Merkmal	Fishbanks <sup>Ltd.</sup> Brettspiel mit Computersimulation	triCO2lor Brettspiel	Keep Cool Brettspiel
Teilnehmende	15-30 TN	15-24 TN	3-6 TN Bei einem angepassten Spielsetting auch für größere Gruppen geeignet
Dauer	3-4 h	2-3 h	2 h
Briefing <sup>3</sup>	20 min	30 min	30 min
Repräsentanten der Wirklichkeit <sup>4</sup>	Fische, Schiffe, Unternehmenswert, Gewinn	Ausbau = Runden; Energieträger = Farben CO <sub>2</sub> = schlechtes Diagramm Gut: Generationen	CO <sub>2</sub> & Geld = Scheiben mit verkehrter Skalierung Gut: Factories, Kontinente
System	2 Fanggründe, homogener Markt, Festpreise und Abnahmegarantie für Fische	Generationen – autark, aber über Klimafolgen verkoppelt	Ländergruppen – autark, aber über Investitionen und Klimafolgen verkoppelt
Differenzierung <sup>5</sup>	2 unterschiedliche Fanggründe	mehrere Generationen	mehrere Ländergruppen
Interaktion der TN <sup>6</sup>	in der Company + zwischen den Companies	in der Generation + Generationenkonferenz	alle TN interagieren miteinander
Anreiz für Interaktionen	intern: Geschäftsstrategie + Taktik entwickeln alle: Flottenausbau + Katastrophenabwehr in der Allmende, dann auch potenziell tiefgreifend	intern: eher gering Generationenkonferenzen müssen durch Ereignisse initiiert werden, dies ist im Original schlecht gelöst aber ausbaufähig	zur Umsetzung der geheimen Ziele erforderlich, für offene Ziele hilfreich
Gerechtigkeit, Werte	spielt schwach mit	Generationen und Verhandlungen	spielt mit (Ländergruppen und Zeitachse)
Basisannahmen, Regeln, Selbststeuerung des Spielsystems	stabile Preise + garantierte Abnahme, unbegrenzt Geld, Fangerträge variabel (Fanggebiet, Fischbestand und Wetter), aber pro Saison für alle TN gleich	dynamische Regeln (Preise, Ereignisse)	dynamische Regeln auf beiden Ebenen: Wirtschaft und Klimafolgen
Startbedingungen	für alle gleich	für alle fast gleich (Generationen)	Ländergruppen mit individuellen Startbedingungen & Zielen
Anpassung an Gruppengröße	Zahl der Companies + Anzahl der Spieler:innen pro Company variabel.	Nein. (ggf. Lösung über ein Tabellen-Sheet)	Eher Nein.
Altersdifferenzierung	nicht im Spielsystem, nur im Debriefing	nicht im Spielsystem, nur im Debriefing	nicht im Spielsystem, nur im Debriefing
Fehleranfälligkeit	sehr gering, alle Daten werden von der Spielleitung im PC verwaltet. Keine Korrektur für Eingabefehler	sehr hoch, weil kompliziertes Spielsystem und zu wenig Kontrolle durch die Spielleitung möglich	mittel kompliziertes Spielsystem, aber geringe Fehleranfälligkeit, da alle TN an einem Spielbrett agieren

3 Jedes Simulationsspiel beginnt mit einem Briefing, bei dem die TN in das Spielsystem, ihre Rolle und ihre Aufgaben eingeführt werden. Dieses sollte nicht zu lange dauern, um die Motivation der TN nicht zu bremsen.

4 In Simulationsspielen werden ausgewählte Aspekte der Wirklichkeit durch z.B. Regeln oder Spielmaterialien repräsentiert. Diese Repräsentanten sollten verständlich, eindeutig und richtungssicher sein, weil ansonsten den TN ein permanenter Übersetzungsaufwand abverlangt wird.

5 Da die Realität sehr komplex und vielschichtig ist, sollten auch Simulationsspiele eine angemessene Differenzierung bieten.

6 Interaktionen zwischen den TN sind hier ausdrücklich erwünscht – das Spiel dient letztlich nur dazu, diese zu arrangieren.

- Nachhaltigkeitsdimensionen „inter- und intragenerationelle Gerechtigkeit“ und „Erhalt der Tragfähigkeit natürlicher Systeme“
  - Die drei Ländergruppen entsprechen dem Budgetansatz des WBGU.
  - Das Spiel simuliert die Entwicklung 2021-2050 und hat somit eine sinnvolle Zeitachse.
  - Der Klimawandel steht für die Tragfähigkeit natürlicher Systeme im Nachhaltigkeitsdiskurs.
  - „Ereignisse“ treten entsprechend dem Verlauf des Klimawandels ins Spielgeschehen ein.
  - Im „Klimarat“ können die TN Regeln des Wirtschaftslebens hinterfragen und modifizieren.
- sinnvolle und realitätsnahe Selbststeuerung des Spielsystems, d.h. Spielregeln werden dynamisch durch den Spielverlauf modifiziert
  - Der Klimawandel löst Ereignisse aus, aufgrund derer sich Rahmenbedingungen und Regeln für die wirtschaftliche Tätigkeit der Companies ändern können.
  - Die Teilnehmenden können selber im Klimarat Rahmenbedingungen und Regeln modifizieren.
- sinnvolle Anpassung des Spielsystems an die Gruppengröße
  - Das Spiel bietet eine gewisse Variabilität der Teilnehmerzahl. Optimal sind 24 TN (6 Companies mit je 4 Mitgliedern). Allerdings können bei Bedarf sowohl die Zahl der Mitglieder pro Company als auch die Zahl der aktiven Companies verändert werden – somit funktioniert Krafla in Gruppen von ca. 15 bis 30 TN.
- eine gewisse Altersdifferenzierung
  - Die Ereignisse und das Debriefing können in gewissen Grenzen altersdifferenziert werden.
- fehlerfreundlich
  - Die Datenverwaltung erfolgt durch die Spielleitung im PC.
  - Die Datenverwaltung erfolgt in einer Tabellenkalkulation. Alle Schritte und Zwischenergebnisse werden darin gespeichert und können nachträglich ausgewertet oder im Bedarfsfall auch korrigiert werden.
  - Das schafft zudem maximale Transparenz und Lerneffekte, denn Spielleitung und Teilnehmende können auch nachträglich mit dem Spielergebnis weiter simulieren – d.h. sie können nach Ende des Spiels auf frühere Entscheidungen zurückgreifen, diese verändern und dann sehen, zu welchen wirtschaftlichen bzw. klimapolitischen Ergebnissen das geführt hätte. Auch die Einflüsse der Ereignisse können so nachträglich herausgefiltert werden.

Krafla sollte möglichst nicht als Einzelaktion gespielt, sondern in einen Lernprozess eingebunden werden, in dem die Teilnehmenden sich vertiefend informieren und selbst im Klimaschutz aktiv werden – so wie es z.B. bei der Aktion „Klimadetektive in der Schule“ des Umweltbüro Nord e.V. geschieht (Langner 2017).

Zugleich ergänzt Krafla speziell die Aktion Klimadetektive, die überwiegend auf kleine Schritte zum Klimaschutz im Schulbetrieb abzielt. Krafla fokussiert hingegen auf die politisch-wirtschaftliche Ebene der Klimakrise und wirkt somit der Gefahr entgegen, auf eine rein individualistische Ebene abzurutschen und den einzelnen lernenden Menschen zu vermitteln, dass sie alleine für die Lösung gesellschaftlicher Probleme zuständig seien.

## Krafla-Spielsystem

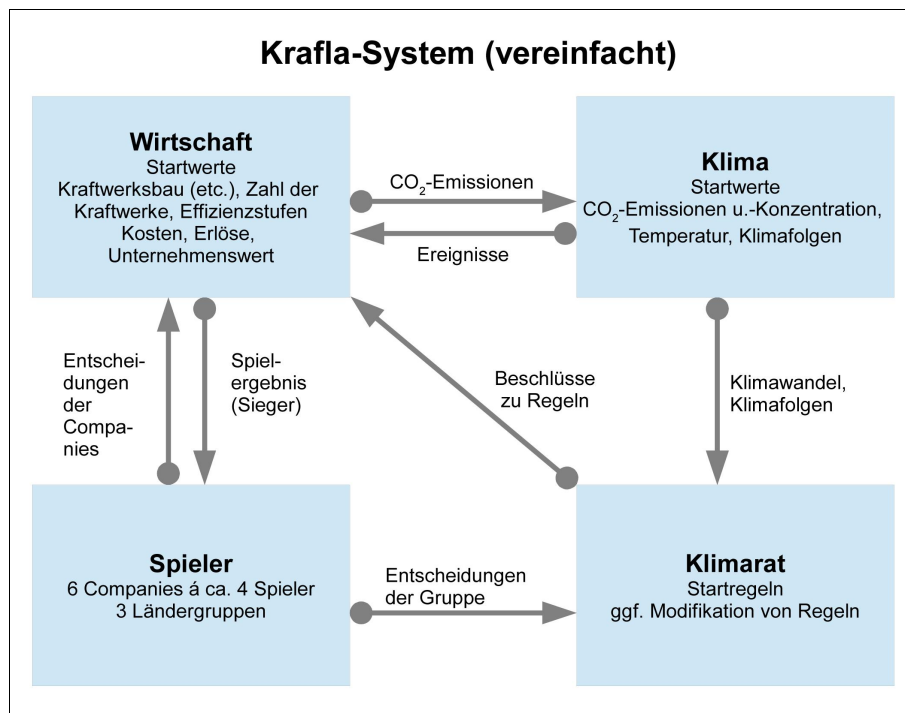


Abb. 5: Krafla-Spielsystem (vereinfacht)

### Setting

Krafla kann mit ca. 15-30 Teilnehmenden (TN) gespielt werden; optimal sind ca. 24 TN. Die TN werden in 6 Gruppen (Companies) aufgeteilt. **Beim Spiel in Präsenz** sitzt jede Company an einen eigenen Tisch und trifft eigene wirtschaftliche Entscheidungen zum Bau und Betrieb von Kraftwerken.

In der Mitte des Raumes steht ein weiterer Tisch. Hier liegt der Spielplan – eine große Landkarte mit 6 Feldern (Ländern). Auf diesem Spielplan werden Kraftwerke in Form von farbigen Spielsteinen symbolisiert (z.B. LEGO®-Steine, Holzklötzchen, Streichholzschachteln etc.).

Die Module Wirtschaft und Klima werden am Computer simuliert (Krafla-Sheet, Tabellendokument im Format ods bzw. xls). In diese Simulation gehen zunächst die wirtschaftlichen Entscheidungen der Companies ein. Das Bindeglied zwischen den Modulen Wirtschaft und Klima ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Dieser führt zu Veränderungen im Klimasystem, welche

- als Ereignisse zur Veränderung wirtschaftlicher Parameter/Rahmenbedingungen führen können – dazu gibt es Ereigniskarten bzw.
- die Politik zu Beschlüssen veranlassen – die Teilnehmenden können einen Klimarat einberufen und dort Beschlüsse hinsichtlich wirtschaftlicher Parameter/Rahmenbedingungen aushandeln.

Am Ende jeder Runde werden jeder Company die für sie relevanten wirtschaftlichen Daten mitgeteilt.

Danach werden das Ranking der Unternehmenswerte aller Companies sowie Daten zum Klimawandel in Form von Diagrammen allen TN zugänglich gemacht.

Ereigniskarten werden laut vorgelesen, und Entscheidungen des Klimarats werden sowieso mündlich und für alle nachvollziehbar ausgehandelt sowie bei Bedarf auf Papier dokumentiert.

Somit ist sichergestellt, dass die Teilnehmenden stets über alle relevanten Informationen verfügen.

Das Spiel wird von einer Spielleitung moderiert. Er / sie führt die TN in das Spiel ein, bedient den Computer, sorgt für Einhaltung der Spielregeln, beendet das Spiel, zeichnet die Sieger aus und leitet anschließend die Auswertung.

Es wird (maximal) über 6 Runden gespielt, jede Runde steht für eine Periode von 5 Jahren in der realen Welt. Das Spiel erstreckt sich über die Jahre 2021 bis 2050.

Wenn Krafla **virtuell** gespielt wird, muss das Setting entsprechend angepasst werden.

<b>Tabelle 3: Setting – Vergleich Präsenzspiel – virtuelles Spiel</b>		
<b>Merkmal</b>	<b>Präsenzspiel</b>	<b>virtuelles Spiel</b>
<b>Setting</b>	Alle TN + Spielleitung in einem Seminarraum. Ca. 24 TN in Gruppen an bis zu 6 Tischen (Companies). Ein Tisch für den Klimarat (zunächst unbesetzt). Ein Tisch für den Spielplan und die Spielleitung.	Alle TN + Spielleitung in einer Videokonferenz. Ca. 24 TN bilden bis zu 6 Companies. Interne Beratungen der Companies in virtuellen Kleingruppenräumen.
<b>Visualisierung</b>	Spielplan + Kraftwerksbausteine sind für alle sichtbar. Weitere wichtige Systemparameter werden als Diagramme per Beamer angezeigt.	Alle wichtigen Systemparameter (z.B. Anzahl der Kraftwerke) werden als Diagramme im Konferenzsystem angezeigt.
<b>Geld</b>	Rein „virtuelles“ Geld – die Spielleitung ist zugleich die Bank, verwaltet das Geld und informiert die Companies nach jeder Runde über die aktuellen Kontenstände.	
<b>Ansage/Eingabe Entscheidungen an die Spielleitung</b>	Je ein Mitglied jeder Company übernimmt die Protokollführung, trägt Entscheidungen in einen Entscheidungsbogen ein und sagt sie dann bei der Spielleitung an.	Es wird ein Interface bereitgestellt (ods/xls-Tabelle in einer Cloud). Je ein Mitglied jeder Company trägt die Entscheidungen in diese Tabelle ein.
<b>Berechnung der Spielergebnisse</b>	Spielleitung übernimmt die Entscheidungen in das Krafla-Sheet, das als ods/xls auf dem eigenen PC/Laptop läuft. Das Sheet berechnet automatisch die Ergebnisse.	
<b>Ansage/Ausgabe Spielergebnisse an Companies</b>	Spielleitung ruft Protokollführungen auf und sagt die Ergebnisse an. Protokollführung trägt diese in den Entscheidungsbögen ein und informiert dann die eigene Company.	Spielleitung kopiert die Spielergebnisse aus dem Krafla-Sheet in die Interface-Tabelle in der Cloud. Alle Companies können sofort alle Ergebnisse sehen.
<b>Klimarat</b>	Eine Person pro Company („Verhandlungsführung“) hat Rede- und Stimmrecht im Klimarat.	
	Klimarat trifft sich an einem separaten Tisch. Alle anderen TN hören zu und melden sich ggf. per Handzeichen.	Klimarat wird in der Videokonferenz durchgeführt, die Mitglieder schalten ihre Webcams an. Alle anderen TN hören zu bzw. melden sich ggf. im Chat.
	Beschlüsse des Klimarates werden von Spielleitung in das Krafla-Sheet einprogrammiert, bzw. Spielleitung überwacht, ob sich die Companies bei ihren Entscheidungen an die Beschlüsse halten.	
<b>Zeitaufwand</b>	Ein Projekttag. Ca. 1h Briefing, 3-4h Spielphase, 1/2-1h Debriefing.	

Bei einer kleinen TN-Zahl werden Company 3 – und notfalls auch Company 5 – nicht mit TN besetzt. Diese Companies sind mit „im Spiel“ (haben Kraftwerke, erzeugen Energie, setzen CO<sub>2</sub> frei), sie können aber keine Entscheidungen treffen. – Bei einer TN-Zahl größer als 24 werden die sechs Companies entsprechend größer und können dann einige Rollen doppelt besetzen. – Mehr als 30 TN sind nicht sinnvoll.

## Modul Wirtschaft

Hier wird die Energiewirtschaft simuliert; dabei gibt es kaum Unterschiede zwischen dem Präsenzspiel und dem virtuellen Spiel.

Vereinfachend wird bei Krafla **nicht** zwischen Strom, Wärme, Kraftstoff etc. differenziert – die Kraftwerke produzieren „**Energie**“. Im Spielsystem wird auch nicht versucht, in jeder Runde den Betrag der Energie mit Zahlen zu hinterlegen, denn solche Zahlenangaben spielen für das Szenario keine Rolle. Die Menge der erzeugten Energie wird erst beim Debriefing thematisiert,

Die Wirtschaft im Spielsystem arbeitet mit der Größe „**Geld**“. Diese ist völlig fiktiv – es soll nicht versucht werden, diese in reale Währungen umzurechnen. Die Größe „Geld“ ist so skaliert, dass sie ausreichend genaue Differenzierungen erlaubt und gleichzeitig die Beträge eine fassbare Dimension behalten; die TN agieren im Bereich bis zu einigen tausend (maximal einigen zehntausend) Geld-Einheiten.

Die TN agieren in Teams, jedes Team steht für einen Energiekonzern („**Company**“). Es gibt 6 Companies, jede davon versorgt 1/6 der Weltbevölkerung – also etwa 1,2 Mrd. Menschen – mit Energie.

Das **wirtschaftliche Ziel** der Companies besteht darin, ihren Unternehmenswert zu steigern. Sieger ist die Company, welche bis zum Spielende den höchsten relativen Wertzuwachs erzielt hat.

Dieses Ziel spiegelt die herrschende Denkweise vom stetigen Wirtschaftswachstum wider – das darf in der Auswertung gerne kritisch diskutiert werden.

Die Companies verteilen sich über **drei verschiedene Ländergruppen**, siehe Kasten. Je nach ihrer Zugehörigkeit haben die Companies unterschiedliche Ausgangsbedingungen. Die Company in Industrieländern hat schon zu Beginn einen sehr großen Kraftwerkspark; bei einer Company in einem Schwellenland ist der Kraftwerkspark kleiner, und in einem Entwicklungsland sehr klein, siehe Tabellen 4 und 5. Auch im Bankguthaben gibt es erhebliche Unterschiede. – Diese Ausgangsbedingungen haben ihre Entsprechung in der realen Welt, die Anzahl der Kraftwerke im Spiel basiert auf den Anteilen, welche verschiedene Ländergruppen in der realen Welt an den globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen haben, vgl. Kapitel Grundlagen.

### Ländergruppen bei Krafla

LG1 = Entwicklungsländer = 3 Companies

LG2 = Schwellenländer = 2 Companies

LG3 = Industrieländer = 1 Company

Da das Spielziel **relativ** ist, haben dennoch alle etwa gleiche Chancen auf den Sieg – die größeren Companies sind **nicht** im Vorteil. – Davon abgesehen, ist es wünschenswert, dass die TN sich über die Gerechtigkeit in dem Spielsystem Gedanken machen (siehe Klimarat bzw. Debriefing).

Es gibt folgende Arten von **Investitionen**:

- fossile Kraftwerke (Kohle, Öl, Gas, AKW – schwarze Spielsteine)
- erneuerbare Kraftwerke (EE – Sonne, Wind, Wasser, Geothermie, Biomasse – grüne Spielsteine).
- Zu jedem Kraftwerk kann zudem **eine** Effizienzsteigerung / neue Technologie (gelbe Spielsteine) gekauft werden; diese bewirkt, dass das jeweilige Kraftwerk (bei gleichbleibenden Betriebskosten, gleichbleibendem Brennstoffbedarf und gleichbleibender CO<sub>2</sub>-Emission) mehr Energie produziert und somit auch in jeder Spielrunde höhere Erlöse erzielt.

**Tabelle 4: Krafla Startbedingungen frühere Versionen**

<u>LG</u>	<u>KW fossil pro Company</u>	<u>steht für</u>	<u>KW EE pro Company</u>	<u>steht für</u>
1	2	30 Gt CO <sub>2</sub> /a im Jahr 2010. Verteilung dieser Emissionen auf drei Ländergruppen mit einem Bevölkerungsanteil von 1 : 2 : 3 in Anlehnung an WBGU 2009. LG 3 = eine Company; LG 2 = 2 Companies; LG 1 = 3 Companies. 50 KW fossil = 150 CO <sub>2</sub> /Runde = 30 CO <sub>2</sub> /a	2	Einen beliebigen frühen Zeitpunkt innerhalb der Energiewende – und ausdrücklich nicht für die Situation in Deutschland. In den Entwicklungsländern wird auch die „informelle“ EE-Nutzung insbes. durch Brennholz mit gewürdigt. – Das muss nicht realitätsnah sein, da die EE hier als emissionsfrei bewertet werden.
2	8		2	
3	28		2	
Sum.	50		12	

**Tabelle 5: Krafla Startbedingungen Version 1.5**

<u>LG</u>	<u>KW fossil pro Company</u>	<u>steht für</u>	<u>KW EE pro Company</u>	<u>steht für</u>
1	2	Im Prinzip wie in den früheren Versionen, aber jetzt mit 36 Gt CO <sub>2</sub> /a für das Jahr 2020. Der Zuwachs an Emissionen und damit an fossiler Kraftwerkskapazität gegenüber 2010 wird alleine der LG 2 (Schwellenländer) zugeschlagen.	2	Einen beliebigen etwas späteren Zeitpunkt innerhalb der Energiewende – ansonsten mit den gleichen Überlegungen wie in den früheren Versionen.
2	13		3	
3	28		4	
Sum.	60		16	

Der **Unternehmenswert** einer Company – also die wirtschaftliche Zielgröße des Spiels – ist die Summe aus ihrem Bankguthaben und dem Sachvermögen (dem Wert des Kraftwerksparks).

Jedes Kraftwerk wird dabei als eine Kapitalanlage betrachtet, die einzig dazu da ist, Gewinne zu erwirtschaften; ihr Wert bildet daher den zu erwartenden Gewinn ab. Die Bedingungen dafür verändern sich im Laufe des Spiels (z.B. die Politik erhebt Steuern auf CO<sub>2</sub>, das reduziert den Gewinn für fossile Kraftwerke). Daher wird für die Wertermittlung vereinfachend der Gewinn, den das Kraftwerk in der vergangenen Runde erwirtschaftet hat, zugrunde gelegt. Der Wert eines Kraftwerks ist definiert als das Sechsfache des Gewinns dieses Kraftwerkstyps in der vergangenen Runde.

Dasselbe gilt auch für alle neu gebauten Kraftwerk und für alle Effizienz-Einheiten (gelbe Steine).

Die so ermittelten Werte gelten zunächst für alle Sachwerte aller Companies (homogener Markt); aufgrund differenzierter Ereignisse können im Spielverlauf aber auch differenzierte Werte entstehen.

Diese Art der Wertermittlung spiegelt – stark vereinfacht – Aktienkurse wieder. Sie hat – gegenüber der Wertermittlung über Abschreibungen – den Vorteil, dass damit auch drastische wirtschaftliche Einbrüche abgebildet werden können – denn wenn aufgrund ungünstiger Klimafolgen die Gewinne der von Kraftwerken sinken, sinkt rasch auch der gesamte Unternehmenswert.

Der Bau jedes Kraftwerks kostet Geld.

Die **Investitionskosten** für die Kraftwerkstypen sind unterschiedlich – zu Spielbeginn liegen die Investitionskosten für EE-Kraftwerke deutlich über denen für fossile Kraftwerke.

Die Investitionskosten für jeden Kraftwerkstyp sind für alle Companies gleich (homogener Markt).

Sie sind so ausgestaltet, dass es einen erheblichen Anreiz gibt, die Kraftwerke möglichst lange zu betreiben. Die Investitionskosten für jeden einzelnen Kraftwerkstyp können sich im Laufe der Zeit verändern, z.B. wenn die Politik Förderprogramme auflegt (per Ereignis oder Beschluss des Klimarates). EE-Kraftwerke werden zudem „automatisch“ in jeder Runde 125 Geld günstiger, denn mit dem technologischen Fortschritt und der

zunehmenden Massenproduktion sinken die Produktionskosten.

Jedes Kraftwerk ist bereits in der Runde, in der es gebaut wird, voll funktionsfähig, d.h. es fallen Betriebskosten an, und es werden Erlöse erzielt.

Die Kraftwerke haben eine **unbegrenzte technische Lebensdauer**. Das ist eine einigermaßen realitätsferne Vereinfachung gegenüber der Wirklichkeit, aber (1.) ließe sich die altersbedingte Stilllegung von Kraftwerken in einem Spielsystem, wo einige Companies mit einem sehr kleinen Kraftwerkspark starten, nicht gerecht abbilden, und (2.) haben Kraftwerke in der Realität Laufzeiten von einigen Jahrzehnten, sodass in der 30 Jahre umfassenden Spielperiode doch auf eine altersbedingte Stilllegung verzichtet werden kann.

Jede Company **kann** aus freien Stücken eigene **Kraftwerke stilllegen**.

Sofern die TN einen Emissionshandel einführt, **muss** jede Company diejenigen Kraftwerke stilllegen, für die sie keine Emissionszertifikate hat bzw. erwerben kann.

Sofern stillgelegte Kraftwerke mit Effizienz ausgerüstet waren, wird auch die Effizienz stillgelegt.




Die stillgelegten Einheiten (Kraftwerke, Effizienz) werden aus dem Spiel genommen. Der Wert der Company verringert sich entsprechend. Eine finanzielle Kompensation dafür gibt es nicht. Kraftwerke dürfen auch nicht an andere Companies verkauft werden.

Jedes Kraftwerk hat in jeder Spielrunde **Betriebskosten**.

Diese sind für alle Kraftwerke einer Art gleich; die Betriebskosten für EE-Kraftwerke sind dabei geringer als die für fossile Kraftwerke (erheblich geringere Brennstoffkosten).

Die Betriebskosten können sich im Laufe des Spiels durch Ereignisse verändern (z.B. fossile Energieträger werden knapper und damit teurer); auch politische Entscheidungen (z.B. Einführung einer CO<sub>2</sub>-Steuer) können sich hier auswirken; diese Veränderungen betreffen alle Companies gleichermaßen.

Ab Krafla 1.5 gibt es auch einige Ereignisse, welche die Betriebskosten für die einzelnen Companies differenziert (unterschiedlich) verändern.

Wirtschaft (I)				
Baustein / Kraftwerk		Preis*	Betriebskosten* pro Runde	Erlös* pro Runde
	fossil (3 CO <sub>2</sub> /Rd.)	1200	250	500
	erneuerbar (0 CO <sub>2</sub> /Rd.)	2500	100	500
	Effizienz (0 CO <sub>2</sub> /Rd.) (max. 1 / Baustein)	600	-	125

Alle Bausteine werden sofort energetisch + kassentechnisch wirksam.  
\*Start-Werte. Veränderungen durch Ereignisse bzw. Politik möglich. Preis EE sinkt pro Runde um 125 Geld.  
Kein Verkauf von Kraftwerken! Bei Stilllegung keine Entschädigung!



Abb. 6 + 7 Folien Briefing zum Modul Wirtschaft

Jedes Kraftwerk produziert in jeder Runde die gleiche Menge an Energie, es kann diese Energie vollständig verkaufen. Der **Verkaufspreis für Energie** – und damit die **Erlöse** jedes Kraftwerks – sind weltweit gleich (homogener Markt). Sie können sich aber im Laufe der Zeit aufgrund von Ereignissen oder politischen Entscheidungen der Spieler (Klimarat) ändern.

Ab Krafla 1.5 gibt es auch einige Ereignisse, welche die Erlöse für die einzelnen Companies differenziert (unterschiedlich) verändern.

Auch diese Grundannahme – unbegrenzter Energieabsatz – ist eine starke Vereinfachung. Im Debriefing

kann u.a. thematisiert werden, dass es notwendig ist, den Energiebedarf/-verbrauch zu reduzieren und dass die „Verbraucher“ hierbei eine wichtige Rolle spielen.

Aufgrund der vorliegenden Daten können die Teilnehmer ausrechnen, welche Investition sich am besten „rechnet“ (**Amortisation**). Dabei müssen sie auch vorausschauend denken. So rechnet es sich zunächst scheinbar, fossile Kraftwerke (und Effizienz) zu kaufen – aber wenn im Spielverlauf fossile Kraftwerke (ggf. mit ihren Effizienzbausteinen) stillgelegt werden müssen, entsteht den betroffenen Companies ein großer wirtschaftlicher Verlust.

Typischerweise – und realitätsnah – werden Companies, die über viele fossile Kraftwerke verfügen, sich gegen Veränderungen im Sinne der Energiewende sträuben.

Jede Company hat ihr Geldvermögen auf der Bank. Jede Company kann sich zudem Geld von der Bank leihen. Dazu müssen die TN **nicht** gesondert aktiv werden (also z.B. keinen Kreditantrag schreiben) – sie wickeln einfach ihre Geschäfte ab, und die Bank kümmert sich um die Bereitstellung und Verwaltung des Geldes. Je nachdem, ob das Barvermögen einer Company am Stichtag positiv oder negativ ist, bekommt sie (geringe) **Habenzinsen** oder zahlt sie (höhere) **Sollzinsen**.

Im Modul Wirtschaft ist eine „**Wachstumsbremse**“ eingebaut, damit die wirtschaftliche Tätigkeit der Unternehmen nicht realitätsfremd ausufert: Die Bank gibt dazu nicht unbegrenzt Kredit – sondern nur so viel, dass das Bankguthaben eines jeden Unternehmens am Ende jeder Runde nicht unter -20% des Unternehmenswertes fällt. Das heißt, wenn ein Unternehmen zum Ende einer Runde einen Wert von +10.000 Geld hat, darf der Kontostand zugleich einen Wert von -2.000 Geld nicht unterschreiten. – Es ist relativ schwierig, das sinnvoll vorzuberechnen, das wird von den TN auch nicht verlangt. Die Spielleitung ruft daher die Companies auf, „mutige unternehmerische Entscheidungen“ zu treffen. Sollte eine Company gegen diese Wachstumsbremse verstoßen, so fordert die Spielleitung die Company auf, ihre Entscheidung zu revidieren (zum Monitoring siehe Krafla-Sheet im Kapitel Spielmaterialien).

Im **virtuellen Spiel** arbeitet das Modul Wirtschaft auf dieselbe Weise wie im Präsenz-Spiel. Der einzige Unterschied ist, dass zur Visualisierung kein Spielplan und keine Kraftwerksbausteine zur Verfügung stehen.

**Tabelle 6: Modul Wirtschaft – Vergleich Präsenzspiel – virtuelles Spiel**

Merkmal	Präsenzspiel	virtuelles Spiel
<b>Kraftwerke</b>	Werden in Form von Kraftwerksbausteinen auf dem Spielplan platziert und sind so für alle sichtbar.	Werden – wie auch alle anderen Systemparameter – nur in Form von Zahlen / Diagrammen angezeigt.
<b>Berechnung</b>	Alle Parameter werden im Krafla Sheet berechnet. Das Sheet hat entsprechende Eingabe- und Ausgabebereiche. Ergebnisse werden in Form von Zahlen (Tabellen) und Diagrammen ausgegeben.	
<b>Regeln</b>	Die Regeln für das Modul Wirtschaft sind für beide Spielformate identisch.	

## Modul Klima

Das Modul Klima simuliert das Klimasystem der Erde, vgl. Grundlagen. Es basiert auf dem Budgetansatz des WBGU (2009) sowie teilweise aktuelleren Daten. Allerdings werden diese Daten und Zusammenhänge sehr grob vereinfacht, grob gerundet und auf eine spielbare Größenordnung herunter skaliert.

Es ist durchaus wünschenswert – und bei fortgeschrittenen TeilnehmerInnen auch zu erwarten – dass in der Auswertung kritisch nachgefragt wird, inwieweit das Spielsystem die Wirklichkeit repräsentiert, wo es zulässig und wo unzulässig vereinfacht. Die Spielleitung sollte auf diese Fragen vorbereitet sein.



Das Spielsystem bildet die gesamten (weltweiten) energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen ab. Im Spiel wird mit der Größe „CO<sub>2</sub>“ gearbeitet. „1 CO<sub>2</sub>“ steht für Emissionen von 1 Gt CO<sub>2</sub> in der realen Welt.

In der Fachliteratur erfolgen Angaben zum globalen Kohlenstoffkreislauf meist in Gt C. Da bei Krafla nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen betrachtet werden, wird für eine besseren Übersichtlichkeit durchweg mit CO<sub>2</sub> gerechnet.

Jedes **fossile Kraftwerk** emittiert pro Runde **3 CO<sub>2</sub>**.

In sehr grober Vereinfachung gegenüber der Realität wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der EE-Kraftwerke gleich Null gesetzt. In einer weiteren sehr groben Vereinfachung werden für den Bau der Kraftwerke keine CO<sub>2</sub>-Emissionen angesetzt. Weitere Treibhausgase werden vernachlässigt; CO<sub>2</sub> wird als bestimmende Größe für den anthropogenen Treibhauseffekt angesehen.

50% des von den Companies freigesetzten CO<sub>2</sub> werden sofort an Land bzw. in den Meeren gebunden, die andere Hälfte bleibt für die Spieldauer in der Atmosphäre.

Die Emission von 10 CO<sub>2</sub> führt zu einer Erhöhung der **CO<sub>2</sub>-Konzentration** um 0,66 ppm<sub>(Vol)</sub>.

Das führt zu einem Anstieg der **globalen Durchschnittstemperaturen**. Krafla rechnet mit einem Temperaturanstieg um 0,015°C pro zusätzlichem ppm<sub>(Vol)</sub>CO<sub>2</sub>.<sup>7</sup>

Die **thermische Trägheit** wird im Spielsystem mit 15 Jahren angesetzt, d.h. in den ersten 3 Runden vollzieht sich der Temperaturanstieg, der den in der realen Welt vor 2020 freigesetzten CO<sub>2</sub>-Mengen entspricht.

In der Realität ist diese Zeitverzögerung größer, aus pädagogischen Gründen soll aber das Spielergebnis zu möglichst großen Teilen von den Teilnehmenden selber erwirkt werden und nicht von den Entscheidungen ihrer „Vorgänger“ bestimmt sein.

Die Anreicherung von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre und der Temperaturanstieg lösen **Klimawandelfolgen** aus, welche in Spiel in Form von Ereignissen auftreten (siehe nächstes Kapitel).

Um die Klimawandelfolgen einigermaßen im Griff zu behalten, sind die Companies an ein **globales Emissionsbudget** gebunden: Sie dürfen zusammen in allen sechs Spielrunden maximal 450 CO<sub>2</sub> freisetzen.

Das ist etwa der Betrag, mit dem die 1,5°C-Leitplanke mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% eingehalten werden kann (vgl. Tab. 1), bzw. dieser Betrag ergibt sich auch, wenn man das Budget betrachtet, das für 2010-2050 verfügbar war (750 Gt CO<sub>2</sub> für eine 67%-Wahrscheinlichkeit, die 2°C-Leitplanke einzuhalten, WBGU 2009) und davon für den Zeitraum bis 2020 die zwischenzeitlich freigesetzten ca. 300 Gt CO<sub>2</sub> abzieht.

Sobald dieses Budget überschritten wird, endet das Spiel, und alle haben verloren.

Das Modul Klima ist **in beiden Spielformaten** weitestgehend dasselbe. Es gibt lediglich minimale Unterschiede darin, wie am Ende der Runden die aktuellen Parameter zum Klimasystem angezeigt werden.

**Tabelle 7: Modul Klima – Vergleich Präsenzspiel – virtuelles Spiel**

Merkmal	Präsenzspiel	virtuelles Spiel
<b>Rechenverfahren, Ergebnisse</b>	Die Berechnung der Klimaparameter CO <sub>2</sub> -Konzentration und Temperatur erfolgt im Krafla Sheet automatisch aufgrund der Entscheidungen der Companies (Zahl der fossilen Kraftwerke – Menge an freigesetztem CO <sub>2</sub> ).	
<b>Anzeige der Ergebnisse</b>	In Form von Diagrammen per Beamer im Seminarraum.	In Form von Diagrammen über Bildschirm Teilen in der Videokonferenz.

<sup>7</sup> In früheren Krafla-Versionen wurde mit einem Temperaturgradienten von 0,01 gearbeitet. Die Erhöhung auf 0,015 wurde vorgenommen, um das Krafla Spielsystem besser an die Temperatur-Projektionen des 6. IPCC-Berichts anzugleichen. Ohne Stilllegung fossiler Kraftwerke würde bei Krafla nun in Runde 6 (=Jahr 2050) ein Temperaturanstieg von leicht oberhalb 2°C erreicht werden – das entspricht etwa dem IPCC-Szenario SSP3-7.0, siehe Abb. 2a (S. 10 in diesem Handbuch)

## Ereignisse

Das Krafla-Spielsystem ist grundsätzlich dynamisch angelegt, d.h. die Regeln und Bedingungen für die wirtschaftliche Tätigkeit der Companies verändern sich im Laufe der Zeit aufgrund der Auswirkungen, welche diese wirtschaftliche Tätigkeit hervorruft (siehe oben).

Es wäre für ein pädagogisch angelegtes Simulationsspiel wenig sinnvoll, diese gesamte Dynamik fest im Spielsystem zu programmieren. Dies würde einerseits zu einem überbordenden Briefing führen (in welchem diese Dynamik erklärt werden müsste); zudem wären die TN dieser Dynamik dann auch ausgeliefert – sie sollen aber ja gerade lernen, dass Entscheidungen auch Folgen haben.

Daher wird das Prinzip der Ereignisse gewählt: In jeder Phase des Spiels liegt ein Set mit mehreren Ereigniskarten bereit (siehe Krafla-Ereigniskarten). In jeder Runde – noch bevor die Companies ihre Entscheidungen treffen – wird eine Karte gezogen und das Ereignis vorgelesen. Die Karte wird anschließend aus dem Spiel genommen, d.h. jedes Ereignis tritt höchstens einmal ein.

Ereignisse können alle Aspekte der Module Klima und Wirtschaft betreffen.

Ereignisse treten in drei Eskalationsstufen ein (siehe Ziffer oben rechts auf der Ereigniskarte):

- Stufe 1: eher moderate Klimaauswirkungen, die zudem rein informell sind,
- Stufe 2: ernste Klimaauswirkungen, welche über eine Spielrunde hinweg wirksam werden,
- Stufe 3: sehr schwerwiegende, dauerhafte Klimaauswirkungen.

Die Ereignisse orientieren sich an Klimafolgen, die bereits heute sichtbar bzw. absehbar sind. Aus der potenziell sehr großen Vielzahl von Klimafolgen werden solche ausgewählt, die wissenschaftlich relativ unstrittig, für die Teilnehmenden verständlich und für das Spielszenario relevant sind. Dabei werden reale Klimafolgen zielgruppengerecht „heruntergebrochen“ – z.B. die Auswirkungen des Klimawandels auf die Verbreitungsgebiete von Tier- und Pflanzenarten tauchen hier als Meldung auf, wonach Lehrbücher für Sachkunde und Biologie umgeschrieben werden müssen (Stufe 1).

Soweit sich Ereignisse im Modul Wirtschaft auswirken (Stufen 2 bzw. 3), muss die Spielleitung die geänderten Parameter manuell in das Krafla-Sheet eintragen. Dazu sind jeweils im Teil 1 der Eingabemasken entsprechende Eingabefelder vorhanden.

Dabei wirken sich die meisten Ereignisse global aus. Es gibt jedoch auch einige wenige Ereignisse, die nur einige Weltregionen – und damit auch nur einige Companies treffen. Typischer Weise sind die ärmeren Weltregionen – und damit die Companies 1-3 – stärker betroffen, auch weil ihre wirtschaftlichen Kapazitäten zur Anpassung an den Klimawandel geringer sind.

Die Spielleitung entscheidet aufgrund der Spieldynamik, welche Ereignisse sie ins Spiel bringt (=zur Zufallsauswahl stellt) – sie kann z.B.:

- alle vorhandenen Ereigniskarten jeweils einer Stufe ins Spiel bringen.  
Stufe 1: vorrangig zu Beginn des Spiels – oder nach tiefgreifenden Entscheidungen des Klimarats<sup>8</sup>,

<sup>8</sup> Der Klimarat kann sehr einschneidende Beschlüsse treffen – so z.B. einen drastischen Abbau fossiler Kraftwerkskapazitäten. Weil damit „Kapital vernichtet“ wird, führt das zu starken Veränderungen in den Unternehmenswerten. Es ist daher u.U. sinnvoll, nach solchen Beschlüssen nur eine Ereigniskarte der Stufe 1 ins Spiel zu bringen, denn (1) so können die Veränderungen der Unternehmenswerte noch einigermaßen als Ergebnis von den Investitionsentscheidungen der Companies + politischen Beschlüssen des Klimarats verstanden werden und (2) die Spieler:innen werden nicht noch zusätzlich durch einen wirtschaftlichen Tiefschlag aus dem Ereignis demotiviert.

Stufe 2: eher in der Mitte des Spiels,

Stufe 3: wenn die Companies fossile Kraftwerke bauen und das Klimaziel zu verfehlen drohen.

- eine Vorauswahl treffen, z.B. sie bringt Karten ins Spiel, die einen Bezug zu aktuellen Ereignissen, zu den Vorkenntnissen der Gruppe oder zu Ihrer Region haben (z.B. Küstenstandort...)
- die Ereignisse auswählen, die sich nur auf einige Weltregionen / Companies auswirken – und so den Gedanken der Klima-(un-)gerechtigkeit ins Spiel bringen.
- eigene Ereigniskarten schreiben.

Die Companies können Ereignisse zum Anlass für politische Beschlüsse nehmen (siehe Klimarat).

Auch nach einer drastischen Reduzierung der fossilen Kraftwerke – und damit der CO<sub>2</sub>-Emissionen – geht der Klimawandel aufgrund der weiterhin hohen atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration und der thermischen Trägheit des Klimasystems weiter (siehe Modul Klima). Entsprechend gibt es auch weiterhin Ereignisse!

**Tabelle 8: Ereignisse – Vergleich Präsenzspiel – virtuelles Spiel**

Merkmal	Präsenzspiel	virtuelles Spiel
<b>Vorauswahl</b>	Zum Spiel gehört ein Set von ca. 30 Ereigniskarten. Zu Beginn jeder Runde wählt die Spielleitung z.B. 3 Karten aus und bringt diese ins Spiel.	
<b>Auswahl und Ansage Ereignis</b>	In jeder Runde darf ein:e Teilnehmer:in eine der vorausgewählten Karten ziehen und sie laut vorlesen.	Die Spielleitung hält alle vorausgewählten Karten verdeckt in die Kamera. Ein:e Teilnehmer:in sagt eine Zahl an. Die Spielleitung liest die entsprechende Ereigniskarte vor.
<b>Umsetzung Ereignis</b>	Sofern erforderlich, trägt die Spielleitung die Auswirkungen der Ereignisse ins Krafla-Sheet ein; das Sheet arbeitet dann mit den entsprechend veränderten Parametern.	

## Klimarat

Das konkurrenzbetont angelegte Modul Wirtschaft basiert auf vorgegebenen Regeln. Im Klimarat können die Teilnehmenden diese Regeln in bestimmten Grenzen aktiv verändern – sie machen also Politik.

Die Regeln zur Einberufung und Durchführung des Klimarats sind im Handout fixiert, welche jede Company zu Spielbeginn ausgehändigt bekommt.

Der Klimarat wird einberufen, wenn wenigstens 1/3 der Companies das verlangt. Je nach der Entwicklung des Spiels wird auch die Spielleitung aktiv fragen, ob ein Klimarat gewünscht wird.

Der Klimarat tagt zwischen den Runden, also nachdem die Geschäftsvorgänge der laufenden Runde abgeschlossen, die Daten in den Computer eingegeben und die aktuellen Ergebnisse ausgehändigt worden sind.

Die Companies werden durch ihre Verhandlungsführer:innen vertreten, d.h. nur diese haben Rede- und Stimmrecht. Das beugt ausufernden Diskussionen vor und zwingt die Companies, sich intern abzustimmen und zu einigen. – Allerdings kann es für die Dynamik des Spiels auch sinnvoll sein, einzelne Wortmeldungen der anderen Teilnehmenden oder eine kurze Abstimmung zwischen den Verhandlungsführungen und ihren Companies zuzulassen. Im **virtuellen** Spielformat geht das sehr gut mit Hilfe des Chats.

Der Klimarat tagt öffentlich; die Sitzung wird so organisiert, alle TN mitverfolgen können, was da im Interesse ihrer Unternehmen verhandelt wird.

Der Klimarat wird auf maximal zwei Wochen – also 14 Tage – angesetzt. Ein Tag ist eine Minute im Spiel. Das wird von ein:er Zeitwächter:in kontrolliert. Wenn der Rat nach Ablauf dieser Zeit kurz vor einem Durchbruch ist, werden maximal 3 Tage (3 Minuten) Verlängerung gewährt.

Der Klimarat wird von der Spielleitung moderiert.

Die Spielleitung erteilt zunächst den Companies, welche die Einberufung verlangt haben, das Wort. Diese tragen eine konkrete Forderung oder Fragestellung vor, die sie nachvollziehbar begründen sollten.

Die Spielleitung fordert dann alle Mitglieder des Klimarates auf, sich dazu zu äußern.

Die Spielleitung unterstützt den Klimarat dabei, einen konkreten **Beschlussvorschlag** zu formulieren. Gegebenenfalls kristallisieren sich verschiedene Beschlussvorschläge heraus. Beschlussvorschläge werden für alle Teilnehmenden sichtbar festgehalten.

Die Spielleitung stellt nach der Diskussion den (einzigen) Beschlussvorschlag – oder den am weitesten reichenden Beschlussvorschlag – zur Abstimmung (und ggf. danach weitere, weniger weit reichende).

**Beschlüsse** müssen einstimmig gefasst werden; jede Company hat dabei eine Stimme. Sobald es auch nur eine Enthaltung oder Gegenstimme gibt, ist der Beschlussvorschlag verworfen.

<b>Tabelle 9: Klimarat – Vergleich Präsenzspiel – virtuelles Spiel</b>		
<b>Merkmal</b>	<b>Präsenzspiel</b>	<b>virtuelles Spiel</b>
<b>Konferenz-Setting</b>	Der Klimarat tagt an einem eigenen Tisch im Zentrum des Raumes. Die Verhandlungsführer:innen sprechen so laut, das sie im ganzen Raum zu hören sind. Die anderen TN können sich bei Bedarf per Handzeichen melden.	Der Klimarat tagt in der Haupt-Konferenz. Die Verhandlungsführer:innen sollten ihre Webcams anschalten. Die anderen TN können sich bei Bedarf im Chat melden.
<b>Regeln und deren Umsetzung</b>	Die Regeln, nach denen der Klimarat Beschlüsse fasst, sind in beiden Spielformaten identisch. Wenn der Klimarat ökonomische Parameter verändert hat, trägt die Spielleitung das ins Sheet ein – alles Weitere macht das Sheet „automatisch“. Wenn ein Beschluss über den Abbau fossiler Kraftwerke gefasst wurden, werden Spielleitung und alle Teilnehmenden gemeinsam aufpassen, dass keine Company den Beschluss verletzt.	

Wenn in kleinen Gruppen mit einer verringerten Zahl von Companies gespielt wird, bezieht sich die Einstimmigkeit natürlich nur auf die dann kleinere Zahl an Klimaratsmitgliedern. – Sofern die Beschlüsse entsprechend formuliert sind (z.B. „Alle Companies der Ländergruppe 2 bauen x fossile Kraftwerke ab...“), gelten sie auch für nicht besetzte Companies – es ist dann Aufgabe der Spielleitung, das für die nicht besetzten Companies umzusetzen. – Zum Schutz dieser Companies wird die Spielleitung ungerechte Beschlüsse (z.B. „Nur die nicht besetzten Companies bauen x fossile Kraftwerke ab...“) nicht zulassen.

Es können nur Beschlüsse gefasst werden, die kostenneutral sind – es ist **nicht** die Aufgabe der Bank, den Companies Geldgeschenke z.B. in Form von Preisnachlässen auf grüne oder gelbe Bausteine zu machen!

Auf diese Weise ist es z.B. möglich, dass eine CO<sub>2</sub>-Abgabe erhoben wird (die Betriebskosten für fossile Kraftwerke erhöhen sich) und die Erlöse dazu verwendet werden, die erneuerbaren Energien oder die Energieeffizienz zu fördern (deren Kosten verringern sich). Das Krafla-Sheet enthält jeweils im Teil 1 der Eingabemasken Eingabefelder, in denen die Spielleitung derartige Beschlüsse eintragen kann, sodass sie in die Simulation eingehen. Beachten Sie dabei, ob es sich um eine temporäre Maßnahme (Gültigkeit=eine Spielrunde) oder um eine unbegrenzte Maßnahme (Gültigkeit=bis Spielende) handelt!

Per Beschluss kann u.a. auch der **Emissionshandel** eingeführt werden.

## Emissionshandel

Der Emissionshandel ist das komplizierteste Instrument, das der Klimarat hat. Die Diskussion darüber fordert die Teilnehmenden sehr, und sie birgt die Gefahr, dass der Klimarat innerhalb der vorgegebenen Zeit nicht zu einem Beschluss kommt. – Andererseits ist der Emissionshandel ein wichtiges Instrument der „realen“ Klimapolitik. – Die Spielleitung sollte daher überlegen, inwieweit sie dieses Instrument offensiv anbietet – oder eher davon abrät, z.B. weil die Verhandlungen im Klimarat auch so schon sehr hitzig und langwierig sind oder weil ein virtuelles Setting bereits sehr viel Aufmerksamkeit bindet.

Der Klimarat muss hierzu festlegen, welche Mengen an CO<sub>2</sub>-Emissionen – und damit an fossilen Kraftwerken – pro Runde zulässig sein sollen. Dieses Rest-Budget verteilt die Spielleitung in Form von Emissionszertifikaten kostenlos an alle Companies. Dabei gilt: 3 CO<sub>2</sub> = 1 Zertifikat = damit kann 1 fossiles Kraftwerk weiter betrieben werden.

Die Idee ist, dass alle Companies dieselbe Menge an Emissionszertifikaten bekommen – so sollte die Spielleitung es auch anmoderieren. Es ist allerdings auch möglich, dass der Klimarat eine andere Entscheidung trifft – z.B. nachdem Company 6 entsprechende Begehrlchkeiten angemeldet hat.

In der folgenden Runde dürfen die Companies nur noch so viele fossile Kraftwerke betreiben, wie es ihren Emissionszertifikaten entspricht.

Companies, die nur wenige fossile Kraftwerke haben, können überschüssige Zertifikate an andere Companies verkaufen; der Preis ist Verhandlungssache. – Wenn es einer Company nicht gelingt, ausreichend Zertifikate für alle fossilen Kraftwerke zu erwerben, muss sie überzählige fossile Kraftwerke stilllegen, was sich sofort sehr negativ auf den Unternehmenswert auswirkt. Entsprechend offensiv können die Verkäufer hohe Preise für ihre Zertifikate einfordern – entsprechend heftig werden sich aber auch die Companies, die viele fossile Kraftwerke haben, gegen die Einführung des Emissionshandels wehren.

Wenn der Klimarat nicht ausdrücklich etwas Anderes beschließt, bleiben die Emissionszertifikate bis zum Ende im Spiel – das muss von der Spielleitung auch so angesagt werden! Damit wird verhindert, dass evtl. Unternehmen in späteren Runden neue fossile Kraftwerke errichten.

Sofern – aufgrund geringer Teilnehmerzahl – ein oder zwei Companies nicht besetzt sind, bekommen auch sie Zertifikate, beteiligen sich aber **nicht** am Emissionshandel. Sie müssen natürlich auch Kraftwerke, für die sie keine Zertifikate haben, stilllegen – das übernimmt dann die Spielleitung.

Die Spielleitung trägt die Zahl der ausgeteilten Zertifikate und auch die eventuellen Käufe/Verkäufe von Zertifikaten in Eingabemaske im Krafla Sheet ein. Das Sheet unterstützt die Spielleitung auch bei der Überwachung dieses Instruments (siehe Kapitel Spielmaterialien).

**Tabelle 10: Emissionshandel – Vergleich Präsenzspiel – virtuelles Spiel**

Merkmal	Präsenzspiel	virtuelles Spiel
Datenverwaltung	Im Krafla-Sheet können alle nötigen Daten eingegeben werden, so u.a. die Zahl der ausgegebenen Zertifikate und die Preise, zu denen sie gehandelt wurden. So wird der Emissionshandel direkt „kassenwirksam“.	
Kontrolle und Visualisierung	Die Spielleitung kontrolliert die Einhaltung über Warnfelder im Krafla-Sheet. Zusätzlich werden Papier-Zertifikate ausgegeben – und dann von ihren Besitzern auf den Spielplan gelegt. Die Companies können damit den Status selbst kontrollieren.	Die Spielleitung kontrolliert die Einhaltung über Warnfelder im Krafla-Sheet. Eine Visualisierung findet nicht statt.

Wenn in **Präsenz** gespielt wird, findet die Kontrolle zusätzlich auf dem Spielfeld statt. Dazu werden die Papier-Zertifikate verteilt. Jede Company muss unter jedes fossile Kraftwerk, das sie weiterhin betreiben möchte, ein Zertifikat legen.

Den Zertifikaten wird kein Bilanzwert zugeordnet, sie gehen damit nicht direkt in den Unternehmenswert ein.

„Das Ausmaß des vor uns liegenden Übergangs ist kaum zu überschätzen. Er ist hinsichtlich der Eingriffstiefe vergleichbar mit den beiden fundamentalen Transformationen der Weltgeschichte: der Neolithischen Revolution, also der Erfindung und Verbreitung von Ackerbau und Viehzucht, sowie der Industriellen Revolution...“ (WBGU (2011). Zusammenfassung für Entscheidungsträger, S. 5)

## Versionsgeschichte

Die erste Version – Krafla 1.0 – wurde Anfang 2013 veröffentlicht. Seitdem wurden immer wieder Weiterentwicklungen an dem Spielsystem vorgenommen, vgl. nachfolgende Tabelle. Eine detailliertere Übersicht zur Versionsgeschichte gibt die Seite <https://umweltschulen.de/krafla/versionsgeschichte.html> .

**Zabelle 11: Krafla Versionsentwicklung – einige ausgewählte Aspekte**

Aspekt	Krafla 1.0 (2013)	Krafla 1.5 (2022)
Spielformat	Großgruppen-Simulationsspiel (Präsenz)	Großgruppen-Simulationsspiel (Präsenz + virtuell)
Zeitfenster	2010-2050 (acht Spielrunden)	2020-2050 (sechs Spielrunden)
Wichtige Startwerte	...für das Jahr 2010	...für das Jahr 2020
- CO <sub>2</sub> -Konzentration	389 ppm	410 ppm
- CO <sub>2</sub> -Emission	30 Gt/a	36 Gt/a
- Temperaturanstieg	0,75°C	1,1°C
CO <sub>2</sub> -Budget	750 CO <sub>2</sub>	450 CO <sub>2</sub>
Spielende	Ende nach 8 Runden, bzw. Spielabbruch sobald eine Company ihren Unternehmenswert verdoppelt hat	Ende nach 6 Runden, bzw. Spielabbruch bei Überschreiten des globalen CO <sub>2</sub> -Budgets
kleinere Anpassungen	mehrfache Überarbeitung der Spielunterlagen – z.B. straffere Präsentation, zusätzliche bzw. besser lesbare Diagramme im Briefing und im Sheet, deutlich knappere und besser lesbare Handout für die TN Aufnahme von Warnhinweise („roten Lichtern“) in das Krafla-Sheet – die Spielleitung kann damit regelwidrige Entscheidungen von Companies bzw. ein Überschreiten des CO <sub>2</sub> -Budgets schneller erkennen – und entsprechend reagieren. Integration der Verwaltung des Emissionshandels in das Krafla Sheet (vorher mit Zetteln gelöst)	
systemrelevante grundlegende Veränderungen in Version 5 gegenüber Version 1	Einführung einer „Wachstumsbremse“ gegen eine unrealistischen Verschuldung der Unternehmen „Automatische“ degressive Preisentwicklung für die erneuerbaren Kraftwerke Einführung neuer Ereigniskarten – bzw. Neujustierung der Auswirkungen von Ereignissen – dabei auch Einführung differenzierter Ereignisse, die sich nicht mehr für alle Companies gleich auswirken.	

## Krafla-Spielablauf

In diesem Kapitel wird der Spielablauf für die Spielleitung beschrieben. Hinweise für die TN finden sich im Krafla-Briefing und in der Handout.

### Gruppenbildung

Die TN betreten den vorbereiteten Raum. Die Spielleitung fordert alle TN auf, sich mit den Menschen zu Gruppen zusammenzuschließen, mit denen sie an dem Tag erfolgreich sein und viel Geld verdienen wollen.

In **Präsenz** erfolgt die Gruppenbildung, indem sich die TN an die Gruppen-Tische setzen. Bei einem **virtuellen** Spiel sollte eine Gruppen-Liste bereitgestellt werden, in die sich die TN eintragen können.

Die Spielleitung achtet darauf, dass die Companies in etwa gleich viele TN aufweisen.

### Intro

Die Spielleitung stellt den Ablauf des Spieles vor: Briefing – Spiel – Debriefing. Sie trifft mit den TN eine Vereinbarung über Pausenzeiten.

Dann bittet sie sie, sich gedanklich in ihre neue Rolle hineinzusetzen – sie sind nun nicht mehr Teilnehmende der Bildungsveranstaltung, sondern angehende Energieunternehmer:innen.

### Briefing

Mit der Präsentation Krafla-Briefing führt die Spielleitung die TN in ihre Rolle und in die Spielregeln ein. Ein separates Dokument enthält Vortragsnotizen, die der Spielleitung das Briefing erleichtern sollen.

Das Briefing erfordert ca. eine Unterrichtsstunde und ist relativ frontal. Währenddessen sind allerdings auch einige Interaktionen vorgesehen:

<b>Tabelle 12: Briefing – Vergleich Präsenzspiel – virtuelles Spiel</b>		
<b>Abschnitt</b>	<b>Präsenzspiel</b>	<b>virtuelles Spiel</b>
<b>Rollenverteilung + Name der Company</b>	Folie 4: Die TN legen intern ihre Rollen fest und geben ihrer Company einen Namen, die Protokollführung schreibt den Namen auf die Firmenschilder, das Kraftwerksmanagement platziert das kleine Firmenschild auf dem Spielplan.	Folie 4: Die TN gehen in die virtuellen Kleingruppenräume, legen intern ihre Rollen fest und geben ihrer Company einen Namen, die Protokollführung trägt diesen in die Interface-Tabelle ein.
<b>Information über Startwerte</b>	Folie 5: Die Entscheidungsbögen werden ausgeteilt, die Companies enthalten damit die Startwerte.	Folie 5: Die Spielleitung ruft das Interface auf, dieses enthält im unteren Teil die Startwerte.
<b>Strategie</b>	Folie 12: Die Companies erarbeiten ihre Strategie an ihren Gruppentischen.	Folie 11: Die Gruppen gehen für die Erarbeitung der Strategie in die virtuellen Kleingruppenräume.

Die letzte Folie des Briefings beinhaltet die Nutzungsbedingungen und wird nicht gezeigt.

## Spielphase – Ablauf der Runden

Jede Runde verläuft wie folgt:

1. Die Spielleitung fordert einen TN auf, eine Ereigniskarte zu ziehen und vorzulesen. Sie fragt, ob alle TN das Ereignis verstanden haben und erklärt dieses, falls nötig.  
Je nach Spielverlauf bringt die Spielleitung Ereigniskarten der Stufen 1, 2, oder 3 ins Spiel.  
Sofern zutreffend, trägt die Spielleitung die entsprechenden Auswirkungen in das Krafla-Sheet ein.
2. Die Companies fällen ihre Entscheidungen; die Protokollführung notiert diese.
3. Die Protokollführung übermittelt die Entscheidungen an die Spielleitung. Im Präsenzspiel positioniert das Kraftwerksmanagement die Kraftwerke bzw. Effizienzbausteine auf dem Spielplan.
4. Die Spielleitung „ermittelt“ die Ergebnisse der Runde – das heißt, sie ruft sie in der jeweiligen Ergebnistabelle des Krafla Sheets ab – und stellt sie den Companies zur Verfügung.
5. Am Ende der Runde stellt die Spielleitung weitere Informationen öffentlich zur Verfügung. Sie nutzt dazu die Diagramme in den jeweiligen Ergebnis-Tabellen des Krafla-Sheets.<sup>9</sup>
6. Dann beginnt mit Schritt 1 eine neue Runde...  
...oder die Companies verlangen einen Klimarat.  
...oder die Spielleitung stellt fest, dass das Spiel beendet ist und präsentiert die Ergebnisse.  
Sofern das Klimaziel eingehalten wurde, führt die Spielleitung die Siegerehrung durch.

Am Ende der Simulation entlässt die Spielleitung die TN (und auch sich selbst!) aus ihren Rollen.

**Tabelle 13: Ablauf der Runden – Vergleich Präsenzspiel – virtuelles Spiel**

Abschnitt	Präsenzspiel	virtuelles Spiel
<b>Übermittlung von Entscheidungen und Ergebnissen</b>	Die Datenübermittlung kann sehr rationell mit dem Interface geschehen (siehe virtuelles Spiel). Das setzt eine Cloud, mobile Endgeräte für die TN und W-LAN im Seminarraum voraus. Wenn das nicht gegeben ist, erfolgt die Übermittlung zwischen Protokollführung und Spielleitung mündlich; die übermittelten Daten werden jeweils in den Entscheidungsbogen der Company bzw. in die Eingabemaske des Krafla Sheets eingetragen.	Die Companies schreiben ihre Entscheidungen in das Interface. Die Spielleitung kopiert den Tabellenabschnitt und fügt ihn in die Eingabemaske im Sheet ein. Das Sheet errechnet sofort die Ergebnisse. Die Spielleitung ruft sie in der Ergebnistabelle auf (Zeilen 168ff), kopiert sie und fügt sie in das Interface ein.

## Debriefing

Das Debriefing ist die wichtigste Phase des Simulationsspiels, denn hier wird der Spielverlauf ausgewertet und reflektiert. Das Debriefing kann und muss spezifisch für die jeweilige Zielgruppe und die Lernziele ausgestaltet werden. Daher kann das Dokument Krafla-Debriefing auch nur Anregungen vermitteln; das muss von der Spielleitung je nach der konkreten Situation angepasst werden.

Dazu werden nachfolgend zwei Varianten vorgestellt:

<sup>9</sup> Die Y-Achsen in den Diagrammen sind **fest skaliert**, damit sie über den gesamten Spielablauf einheitlich bleiben. Sofern in Einzelfällen der Spielverlauf dazu führt, dass Werte erzielt werden, die damit nicht mehr abgebildet werden, muss die Spielleitung die Skalierung des entsprechenden Diagramms manuell ändern.



## Debriefing entlang des Spielverlaufes + nachfolgende Vertiefung

Idealer Weise ist das Simulationsspiel Krafla keine pädagogische Einzelaktion – sondern in einen längeren Lernprozess eingebunden – z.B. in eine Klima-Projektwoche einer Schule oder in ein einwöchiges Seminar der politischen Bildung für junge Freiwillige (FÖJ, BFD etc.). Dann kann das Spiel eher am Anfang stehen und die Funktion eines Problemaufrisses bzw. einer Sensibilisierung haben. Das Debriefing kann dann eher kurz gehalten werden, es konzentriert sich darauf, den Spielverlauf und das Spielsystem mit der realen Welt draußen abzugleichen. Dabei werden diverse Fragen offen bleiben, welche die Teilnehmenden an den folgenden Tagen vertiefen können, z.B. durch Einzel- und Gruppenarbeiten, Exkursionen oder den Austausch mit Expert:innen.

Für dieses Debriefing folgender Vorschlag:

- Zunächst werden die **Ereigniskarten** aus dem Spiel aufgerufen und mit der realen Welt abgeglichen (z.B. aktuelle Nachrichten, regionale Folgen des Klimawandels oder thematische Verknüpfungen zu anderen Aspekten der Projektwoche / des aktuellen Lehrabschnitts).
- Die Spielleitung ruft dann die Diagramme im Krafla Sheet auf (Tabelle 6E / Zeilen 235 ff; die Titel der Diagramme sind nachfolgend fett gesetzt). Sie erinnert die TN daran, dass die Spielphase die Zeitspanne von 2020 (Einstieg in den neuen Job) bzw. 2021 (Beginn der ersten Runde) bis 2050 abdeckt.
- Treibende Kraft für die Ereignisse ist der **Temperaturanstieg**. Es ist daher essenziell für die menschliche Zivilisation, den Temperaturanstieg auf unter 2°C – oder noch viel besser auf unter 1,5°C – zu begrenzen. Das ist auch der Stand der internationalen Klimaschutzverhandlungen. Das Diagramm arbeitet mit „realen“ Werten, es stellt den simulierten Temperaturanstieg gegenüber der Zeit vor der Industrialisierung dar. Obwohl die Companies wahrscheinlich im Spielverlauf ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoß drastisch verringert haben, läuft die Temperaturkurve in der Regel linear weiter. Nur bei einer drastischen Reduzierung bereits in Runde 1 oder 2 wird auch die Temperaturkurve „abknicken“. Der Grund dafür ist die thermische Trägheit des Klimasystems der Erde. Weil sich die Ozeane langsamer erwärmen als die Atmosphäre, hinkt der Temperaturanstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration einige Jahrzehnte hinterher. Im Modul Klima wurde diese Zeitspanne willkürlich auf 15 Jahre festgelegt. Je stärker die Temperatur ansteigt, umso mehr und drastischer werden die Klimawandelfolgen.
- Die wichtigste treibende Kraft für den Temperaturanstieg ist die **CO<sub>2</sub>-Konzentration**. Zusätzliche Treibhausgase und die abkühlende Wirkung anderer Luftverunreinigungen halten sich die Waage – sie werden daher in Spiel außen vor gelassen (siehe Modul Klima). Auch dieses Diagramm arbeitet mit „realen“ Werten – im Jahr 2020 enthielt die Atmosphäre etwas mehr als 400 ppm CO<sub>2</sub>. Der vorindustrielle Wert betrug ca. 280 ppm.
- Die wichtigste und sinnvollste Maßnahme zu Stabilisierung der CO<sub>2</sub>-Konzentration ist die Reduzierung der **CO<sub>2</sub>-Emissionen**. Auch dieses Diagramm enthält – in grober Näherung – „reale“ Zahlen. Die Menschheit setzt gegenwärtig ca. 30-40 Mrd. t. CO<sub>2</sub> pro Jahr frei. Da eine Runde über 5 Jahre geht, ergibt sich am Beginn des Spiels ein Wert von 150-200 Mrd. t pro Runde. Im Spiel – und im Diagramm – wurden nur die vielen Nullen und die Maßeinheit weggelassen. Auch die Unterteilung der Diagrammsäulen spiegelt die Verhältnisse in der realen Welt wieder – also die Anteile, welche die Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländer an den globalen Emissionen haben.

Die umweltpolitische Zielgröße des Spiels ist der Klimadiskussion entnommen. Wenn es gelingt, die weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 auf max. 450 Mrd. t zu deckeln und danach keine nennenswerten Emissionen mehr zu erzeugen, dann besteht noch eine Chance, den Temperaturanstieg auf unter 2°C zu begrenzen.

Aber das ist eine Rechnung mit vielen Unbekannten, denn erstens gibt es erhebliche Widerstände gegen den Ausstieg aus den fossilen Energien (dazu weiter unten) und zweitens ist das Klimasystem so komplex, dass Aussagen in die Zukunft nur in Form von Wahrscheinlichkeiten – nicht aber als Gewissheiten – formuliert werden können.

In der realen Welt geht es beim CO<sub>2</sub>-Budget also nicht um ein „Alles oder Nichts“ – sondern darum, um jede (vermiedene) Tonne CO<sub>2</sub> und um jedes (vermiedene) Zehntel Grad Temperaturanstieg zu kämpfen.

Anhand des Diagramms kann den TN zudem verdeutlicht werden, warum es so sehr drängt, die Energiewende sehr schnell und sehr energisch umzusetzen – jede „verschenkte“ Runde macht die Herausforderung, das Budget einzuhalten, wesentlich größer.

- (Ohne neues Diagramm) Auf eine sehr vereinfachte Weise haben die TN im **Klimarat** die internationale Klimapolitik simuliert. Sie haben sich damit auseinandergesetzt, welche „Hebel“ die Politik im Interesse des Klimaschutzes bewegen kann, und sie haben auch erfahren, wie stark individuelle Interessen die Einigung auf verbindliche Regelungen behindern können. Die Spielleitung wertet hier prägnante Situationen aus dem Klimarat aus<sup>10</sup> oder ruft passende aktuelle politische Bezüge auf. Die politische Idee der Klimagerechtigkeit wird auf eine zur Situation passende Weise erklärt.
- Die **Übersicht Kraftwerke** wird für das Debriefing eher nicht benötigt.
- Die Sieger des Spiels wurden anhand des **relativen Unternehmenswertes** ermittelt. Nachdem bisher großer Wert auf eine enge Verbindung zwischen Spielsystem und realer Welt gelegt wurde, muss nun gesagt werden, dass die ökonomischen Parameter weitestgehend Fantasiewerte sind. Dem Diagramm (und dem Modul Wirtschaft) liegen wenige vielleicht realitätsnahe Annahmen zugrunde – also: Wachstum ist die zentrale Zielgröße; das Geld „vermehrt“ sich schneller, wenn man es investiert anstatt es auf der Bank zu belassen; es lohnt sich auch, mit fremdem Geld (Krediten) zu arbeiten, um schneller zu wachsen; und bereits relativ kleine Ereignisse können den Unternehmenswert / Aktienkurs stark beeinflussen. Zudem ist das Modul Wirtschaft so skaliert, dass wiederum mit überschaubaren Zahlen gearbeitet wird und dass bei einem Verlauf ohne Ereignisse und ohne unternehmerische Entscheidungen alle Companies (nahezu) dieselbe Wertentwicklung erfahren würden – sie würden am Ende von Runde 6 bei einer Verdopplung ihres Wertes ankommen.<sup>11</sup> Und schließlich gab es auch Zeiten, wo die spezifischen Investitionskosten<sup>12</sup> für erneuerbare Energiesysteme wesentlich höher waren als für fossile. Ansonsten aber sind die ökonomischen Parameter willkürlich festgelegt worden – nur mit dem Ziel, ein verständliches System für ein spannendes Spiel zu erzeugen. Unabhängig von dieser Einschränkung sollten mit diesem Diagramm die Leistungen der Companies gewürdigt werden. So musste Company 6 im Laufe des Spiels den größten Teil ihrer fossilen

10 Beispiel: Company 6 (Industrielländer) hat sich im Klimarat bereiterklärt, fossile Kraftwerke abzubauen – aber im Gegenzuge von den Companies 1-3 (Entwicklungsländer) eine finanzielle Kompensation eingefordert.

11 Davon kann sich überzeugen, wer in einem „blanken“ Sheet – ohne zu spielen – die Tabelle 6E – und dort das Diagramm Unternehmenswert – aufruft.

12 also bezogen auf die Leistung / Ertragsfähigkeit der Anlage



Kraftwerkskapazität verschrotten – dieses Unternehmen hat kaum eine Chance, das Spiel zu gewinnen – aber vielleicht konnte es doch durch kluge Investitionsentscheidungen seinen Ausgangswert steigern...

Allerdings kann hier auch der unserem heutigen Wirtschaftssystem zugrunde liegende Wachstumszwang kritisch hinterfragt werden – also inwiefern ist das von der Spielleitung ausgegebene ökonomische Ziel mit einer zukunftsfähigen Entwicklung vereinbar? (vgl. Staude 2022)

- Aufmerksame TN werden vielleicht Fragen an das Spielsystem und an seinen Realitätsgehalt haben. Wenn das zur Situation passt, sollte herausgearbeitet werden, wie **stark Krafla** vereinfacht. So wird z.B. nicht gefragt, was für Energie die Kraftwerke herstellen – ist es Strom oder Wärme oder Treibstoff? Und mit der Fokussierung auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen wird vernachlässigt, dass auch erneuerbare Energieanlagen nicht „unschuldig“ sind – auch sie verbrauchen Ressourcen, nehmen Fläche in Anspruch, sind ein Eingriff in Natur und Landschaft. – Aus solchen Fragen ergibt sich „Stoff“ für die weitere Arbeit im Rahmen der Projekt-/Seminarwoche.
- Eine weitere Frage könnte sein, inwieweit der Ausstieg aus den fossilen Energien realistisch ist – immerhin brauchen doch die Volkswirtschaften Energie. – Das Krafla Sheet bietet für diese Diskussion in der Tabelle E6 ein Diagramm **Energieproduktion (relativ)**. Hier geht die gesamte erzeugte Energie aller Bausteine ein – also fossile und erneuerbare Kraftwerke und auch Effizienzbausteine. Es ist nicht nötig, hier mit absoluten Zahlen (also z.B. TWh) zu arbeiten – stattdessen gehen die Kraftwerksbausteine mit dem Faktor 1 und die Effizienzbausteine mit dem Faktor 0,25 ein, das entspricht der Relation ihrer Erträge, vgl. Folie 6 im Briefing. Wenn die Unternehmen – allen voran Company 6 – von der ersten Runde an mutig in erneuerbare Energien und in Effizienz investieren, kann die globale Energieproduktion zunächst etwa konstant bleiben und zum Ende des Spiels sogar ansteigen. – Wenn sie nur zögerlich investieren, gibt es zwischenzeitlich einen erheblichen Einbruch der weltweiten Energieproduktion – das würden die Volkswirtschaften nicht verkraften.  
Auch hier kann die Spielleitung aktuelle politische Bezüge aufgreifen – etwa zur Energiewende in Deutschland.
- Eine zentrale Herausforderung des globalen Klimaschutzes besteht darin, dass es wesentlich mehr Vorräte an fossilen Energieträgern gibt als innerhalb des CO<sub>2</sub>-Budgets verfeuert werden dürfen. Wir müssen den größten Teil dieser Schätze im Boden lassen – obwohl sie einen enormen Marktwert haben. Das Diagramm **Verbrauch fossiler Energieträger 2020-2050** (Abb. 8) ist dafür gedacht, darauf ausdrücklich hinzuweisen. Der blaue Kreissektor stellt die Menge an fossilem Kohlenstoff dar, der im Spiel in den Jahren 2020-2050 verbrannt wurde (der Einfachheit halber hier in CO<sub>2</sub> angegeben, weil die Companies die ganze Zeit über mit der Größe gerechnet haben). Der rote Sektor steht für die Menge an Kohlenstoff, die **nicht** mehr abgebaut und genutzt werden darf. Der Gesamtwert aller dieser Energieträger wurde vor einigen Jahren auf 28 Billionen US\$ geschätzt – inzwischen ist er sicher nicht gesunken. – Wer also wirklich Klimaschutz will, muss reiche und mächtige Unternehmen daran hindern, die Reserven zu nutzen und mit ihnen sehr viel Geld zu verdienen – und greift damit auch tief in die finanzielle Situation der betroffenen Regionen und in die Schicksale arbeitender Menschen ein. – Angesichts dessen wird den TN vielleicht klar, dass Klimaschutz kein „Sonntagsspaziergang“ ist – sondern ein Prozess, bei dem enorme Widerstände überwunden werden müssen und eine starke politische Gestaltung erforderlich ist.

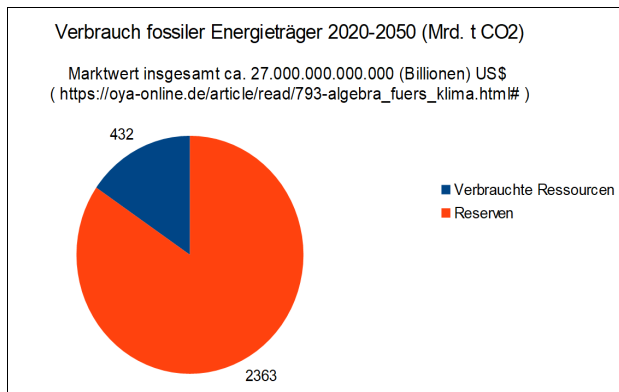


Abb. 8: Verbrauch fossiler Energieträger 2020-2050

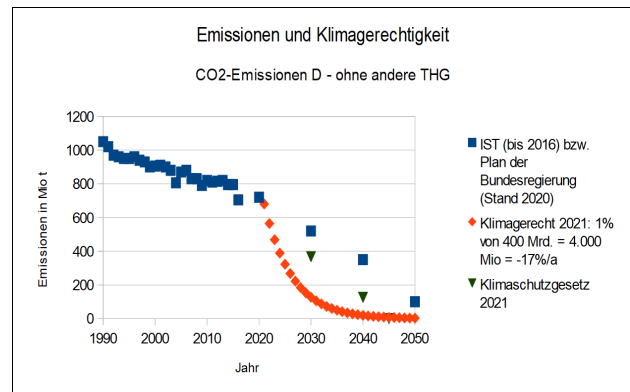


Abb. 9: Emissionen und Klimagerechtigkeit

- Mit dem Diagramm **Emissionen und Klimagerechtigkeit** (Abb. 9) kann der Blick noch einmal auf Deutschland gerichtet werden.
  - (1) Seit 1990 konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland schrittweise verringert werden (blaue Quadrate, bis 2016) – das darf ausdrücklich gewürdigt werden.
  - (2) Seitdem ist das Bewusstsein dafür gewachsen, dass deutlich mehr für den Klimaschutz getan werden muss – und so hatte bereits die große Koalition beschlossen, dass die Emissionen künftig deutlich schneller gesenkt werden müssen (blaue Quadrate ab 2020).
  - (3) Von einem „klimagerechten“ Pfad ist das aber weit entfernt. Der hier skizzierte Pfad geht davon aus, dass für die Jahre 2021-2050 noch ein weltweites Budget von ca. 400 Gt CO<sub>2</sub> verbleibt. Ferner wird der ethische Grundsatz aufgestellt, dass jeder Mensch gleich viel Wert ist und deswegen auch denselben Anteil an den natürlichen Ressourcen und Kapazitäten des Planeten beanspruchen kann (vgl. Kapitel Grundlagen) – und dass damit jedes Land der Erde ein nationales CO<sub>2</sub>-Budget bekommen sollte, das sich an seinem Anteil an der Weltbevölkerung bemisst. Das wären dann für Deutschland noch etwa 4 Gt = 4.000 Mio. t CO<sub>2</sub>.<sup>13</sup> Um damit auszukommen, müssten wir unsere Emissionen pro Jahr um 17% verringern (rote Dreiecke).  
 Vergleicht man die Pfade (2) und (3), so wird klar, dass in der deutschen Klimaschutzpolitik bis 2020 eine enorme „Gerechtigkeitslücke“ klaffte. Das begründet u.a. die Proteste der „Fridays for future“. 2019 haben einige junge Menschen mit Unterstützung großer Naturschutzverbände vor dem Bundesverfassungsgericht gegen diese Klimaschutzpolitik geklagt. Das Gericht hat daraufhin Anfang 2021 das deutsche Klimaschutzgesetz für teilweise verfassungswidrig erklärt. Laut DNR stellt das Gericht damit klar „dass mangelnde Ambition beim Klimaschutz in der Gegenwart die Freiheitsrechte kommender Generationen unbotmäßig einschränkt. Freiheit bedeutet daher künftig auch, dass wir kommenden Generationen nicht die Folgen unseres Nicht-Handelns auferlegen dürfen.“ (DNR)
  - (4) Daraufhin legte bereits im Sommer 2021 die Bundesregierung (noch unter Bundeskanzlerin Merkel) ein neues, ambitionierteres Klimaschutzgesetz vor. Es soll Deutschland schon bis 2045 zur Klimaneutralität führen (grüne Dreiecke). Allerdings liegen auch die darin geplanten Emissionen noch über denen des klimagerechten Entwicklungspfades.

<sup>13</sup> GermanZero (2022) bemisst das Restbudget für Deutschland auf 3 Gt CO<sub>2</sub> ab 2022, was nur *etwas* weniger ist, weil von dem beim Krafla Debriefing angesetzten Restbudget im Jahr 2021 bereits knapp 800 Mio. t „verausgabt“ wurden.

Nach einem solchen Debriefing rufen im Rahmen einer Projekt- oder Seminarwoche u.a. folgende Fragen nach einer Vertiefung:

- Wie realitätsnah sind die „Klima-Ereignisse“ im Spiel? Welche **Schicksale des Klimawandels** berichten Menschen rund um den Planeten bereits heute?
- Wo steht Deutschland mit seiner **Klimaschutzpolitik** im internationalen Vergleich? (siehe u.a. Germanwatch 2) – Welche „Hebel“ hat die deutsche Politik für einen energischen Klimaschutz? (siehe u.a. GermanZero 1 und 2)
- Welche **Protestformen und Akteure** für den Klimaschutz gibt es? Was wollen sie, wie gehen sie vor und was erreichen sie? (Recherche und kritische Bewertung)
- Wo stehen wir technologisch? Was für **Projekte der Energiewende** gibt es – welche Probleme lösen sie – welche nicht? (Kritische Recherche, z.B. auf Basis von: Heinrich Böll Stiftung)
- Wie kommen wir zu einer **klimagerechten Schule**? (Langner bzw. Langner 2017)
- Was haben **Klima und Ernährung** miteinander zu tun?

### Debriefing in Kleingruppen

Alternativ können die TN in Kleingruppen arbeiten (recherchieren, Position beziehen etc.). Die Kleingruppen entsprechen dabei den Companies, sofern es keine Gründe für eine neue Gruppeneinteilung gibt.

Hinweise dazu gibt das Dokument Krafla-Debriefing-Aufgaben. Es lehnt sich an das Debriefing beim Planspiel an, vgl. Wikipedia 2013, welches folgende Elemente beinhalten sollte: Intuitive Spielanalyse – Spielreflexion und Distanzierung – Transfer – Spielkritik.

Die Spielleitung verteilt die Aufgabenkarten auf möglichst passende Weise an die Gruppen; z.B. sollte das Sieger-Team die Aufgabenkarte „Fragen an die Energiemanager“ bearbeiten; und eine Company, die sich bereits im Spiel für den Interessenausgleich zwischen den Ländergruppen eingesetzt hat, bekommt die Aufgabenkarte „Hart aber fair?“

Je nach Leistungsstand der Gruppe kann die Spielleitung die Aufgabenkarten anpassen, bzw. den Kleingruppen bei ihrer Arbeit Hilfestellung geben. Wenn die Spielleitung als externe Person an eine für sie fremden Bildungseinrichtung gekommen ist, sollte sie sich vom dortigen Lehrpersonal Unterstützung erbitten – z.B. zu der Aufgabenkarte „Alles nur ferne Politik?“; außerdem wäre es sowieso wünschenswert, dass das Personal der Bildungseinrichtung eingebunden wird und die Thematik im weiteren Bildungs-/ Unterrichtsverlauf weiter aufgreift und vertieft.

Je nach Interesse und Leistungsstand der Gruppe und je nach dem Zeitbudget sollen die Kleingruppen sich eine schnelle Meinung zu den Fragen bilden (z.B. 10-15 Minuten) oder das Debriefing tiefere bearbeiten und weiterführende Recherche anstellen (z.B. 1-2 Stunden).

Die Kleingruppen tragen dann ihre Ergebnisse im Plenum vor. Nach der Präsentation einer Kleingruppe fragt die Spielleitung, ob die anderen TN (aus den anderen Gruppen) dazu Fragen oder Ergänzungen haben; sie moderiert die so entstehende Diskussion. Bei Bedarf bringt die Spielleitung eigene Fragen bzw. Ergänzungen an. Sie achtet auf einen für die Gruppe passenden Grad der Detailliertheit sowie darauf, die Beziehungen zwischen Spielsystem und Realität herauszukristallisieren und die TN zum Nachdenken über die eigene Position und Rolle anzuregen.

## Krafla-Spielmaterialien

Das Simulationsspiel „Krafla“ umfasst folgende Materialien:

- **Krafla-Handbuch:** Das Handbuch für die Spielleitung. Es gibt ein Handbuch, das beide Spielformate – Präsenz und virtuell – beschreibt.
- **Krafla-Sheet:** Dieses Tabellendokument ist das Herzstück von Krafla. Es dient der Spielleitung zur Simulation und Datenverwaltung. Auch hier gibt es nur eine Ausfertigung, die für beide Spielformate genutzt werden kann.

Das Krafla-Sheet beinhaltet für jede Spielrunde eine Eingabemaske, in welche die Spielleitung Daten eingibt – dazu gehören die Entscheidungen der Companies (Teil 2 der Eingabemaske), aber auch Korrekturen an Parametern wie Kosten bzw. Erlösen, welche aufgrund von Ereigniskarten oder von Beschlüssen des Klimarats notwendig werden können (Teil 1 der Eingabemaske).

Diese Tabelle enthält ferner diverse Warnhinweise – das sind Kontrollfelder, welche mit einer bedingten Formatierung versehen sind; sofern sich diese Felder rot färben, deutet das auf unzulässige Eingaben hin (vgl. Tab. 14, folgende Seite). Die Companies müssen dann ihre Entscheidungen (oder ggf. auch nur ihre fehlerhaften Ansagen) korrigieren.

Die Teile 4 und 5 der Eingabemaske beinhalten die Simulationen der Module Wirtschaft und Klima, hier dürfen keine Eingaben bzw. Veränderungen vorgenommen werden.

Das Krafla-Sheet beinhaltet ferner für jede Spielrunde eine zweite Tabelle, in der die Ergebnisse dieser Runde ausgegeben werden. Diese Ergebnisse werden nach jeder Runde in einer passenden Weise den Companies mitgeteilt. Zudem kann die Spielleitung die im unteren Teil der Tabelle vorgefertigten Diagramme per Beamer / Videokonferenz zeigen und so die Companies über die Entwicklungen im Spielsystem (Unternehmenswert, CO<sub>2</sub>-Emissionen etc.) informieren.

**Hinweis:** Die Diagramme aktualisieren sich sofort bei Eingabe neuer Daten. Bei der ods-Version kommt es vor, dass diese Aktualisierung stockt. Dann muss das Sheet gespeichert – geschlossen – und wieder geöffnet werden; spätestens dann sind alle Diagramme auf aktuellem Stand.

Die Tabellen sind recht umfangreich; **wichtig** ist, dass Daten nur in die weißen Felder eingegeben werden. Jede Manipulation an anderen (eingefärbten) Feldern macht das Sheet unbrauchbar! Zusätzlich beinhaltet das Krafla-Sheet zwei Tabellen für die „Nullrunde“. Hier werden die Startbedingungen festgelegt. Erfahrene Spielleiter können hier die weißen Felder manipulieren und so die Startbedingungen verändern.

Legen Sie für jedes Spiel eine neue Kopie des Krafla-Sheets an; dann können Sie die Spielergebnisse speichern, und sie stehen Ihnen auch nachträglich für weitere Auswertungen zur Verfügung.

Das Krafla-Sheet wurde mit Open Office erstellt, daher wird die Verwendung der ods-Version empfohlen. Für Spielleiter, die nicht mit Open Office arbeiten möchten, wird auch eine XLS-Version bereitgestellt.

- **Krafla-Map:** Der Spielplan ist eine farbige Landkarte (nur für Präsenz). Sie muss vor Spielbeginn ausgedruckt werden, dabei wird ein Format von mindestens 80 x 100 cm empfohlen.
- **Krafla-Label:** Beim Spiel in Präsenz bekommt jede Company zwei Label – ein großes und ein kleines. Die Datei enthält entsprechende Druckvorlagen; drucken Sie diese auf leuchtend farbiges Papier – in passenden Größen aus. – Die Companies tragen dann hier ihre Namen ein, die sie sich zum Beginn des Spiels selbst gegeben haben. Das große Label ist für den Arbeitstisch der Company gedacht, das kleine für den Spielplan.



**Tabelle 14: Warnhinweise im Krafla-Sheet (Eingabemasken)**

Zellen	Wert	Konsequenz
<b>H34-H39</b>	Emissionszertifikate nach dem Handel Alarm, wenn eine Company mehr Emissionszertifikate verkauft als sie hat. Das ist nur relevant, wenn der Klimarat das Instrument „Emissionshandel“ eingeführt hat.	Die betroffenen Companies müssen ihre Entscheidungen* zum Emissionshandel korrigieren.
<b>I34-I39</b>	Emissionszertifikate vs. Kraftwerke fossil Alarm, wenn eine Company nach Ausgabe und Handel weniger Emissionszertifikate als Kraftwerke hat. – Hier ist der Alarm gelb angelegt; er kann im Normalfall (keine Zertifikate) ignoriert werden.	Die Company muss zusätzliche Zertifikate kaufen – oder überzählige Kraftwerke stilllegen.
<b>G44-G45</b>	Emissionshandel Anzahl und Gesamtpreis Alarm, wenn es eine Differenz zwischen der Gesamtzahl (dem Gesamtpreis) der verkauften und der gekauften Emissionszertifikate gibt. Das ist nur relevant, wenn der Klimarat das Instrument „Emissionshandel“ eingeführt hat.	Die betroffenen Companies müssen ihre Entscheidungen* zum Emissionshandel checken und ggf. korrigieren.
<b>C45-C50</b>	Effizienz vs. Kraftwerke fossil. Alarm, wenn eine Company im Bereich der fossilen Energie mehr Effizienzbausteine als Kraftwerke hat. Jedes Kraftwerk darf maximal mit einen Effizienzbaustein ausgerüstet sein. Diese Regel kann potenziell sowohl beim Kauf als auch bei der Stilllegung von Kraftwerken / Effizienzbausteinen verletzt werden.	(a) Die entsprechende Company darf weniger Effizienzbausteine kaufen. (b) Die Company muss mehr fossile Kraftwerke kaufen. (c) Die Company muss fossile Kraftwerke <u>mit</u> den zugehörigen Effizienzbausteinen stilllegen; dabei müssen auch die stillgelegten Effizienzbausteine angesagt / ins Sheet eingetragen werden.
<b>D45-D50</b>	Effizienz vs. Kraftwerke EE. Dasselbe für die erneuerbaren Kraftwerke.	siehe oben.
<b>E45-E50</b>	Bankguthaben vs. Unternehmenswert Alarm, wenn eine Company den von der Bank gewährten Kreditrahmen überzieht – also die =“Wachstumsbremse“ verletzt. Jede Company bekommt von der Bank „Kredit“; das wird hier über negative Kontostände realisiert. Der Kontostand darf nicht unter -20% des Unternehmenswertes fallen; im Sheet ist das Faktor -0,2.	Die Company muss ihre Investitionsentscheidungen* korrigieren = ihren geplanten Zukauf an Kraftwerken / Effizienzbausteinen soweit verringern, dass die Warnleuchte ausgeht. Es ist in Ordnung, wenn die Companies vorb bei der Bank anfragen: „Können wir uns xx neue EE-Kraftwerke leisten“ – die Bank gibt dazu gerne Auskunft.
<b>G48</b>	Kumulierte CO <sub>2</sub> -Emissionen. Alarm, wenn das Emissionsbudget von 450 CO <sub>2</sub> überschritten wird.	„Game over!“ Das Spiel wird beendet, die Spieler:innen werden unehrenhaft aus ihrem Job gekündigt, alle haben verloren.
<b>G50</b>	Vorräte fossiler Energieträger. Alarm, wenn die Vorräte aufgebraucht sind. Fossile Kraftwerke können nur betrieben werden, solange fossile Energieträger vorhanden sind.	Hat keine praktische Konsequenz, denn weit vorher wird bereits das Emissionsbudget überschritten und das Spiel beendet, siehe oben. Der Wert geht aber in das Diagramm „Verbrauch fossiler Energieträger 2020-2050“ (siehe Abb. 5) ein, das im Debriefing verwendet werden kann.
*Unter Umständen waren die Entscheidungen auch bereits regelkonform – dann müssen die Companies nur ihre angesagten / übermittelten Daten korrigieren oder ggf. auch nur ergänzen.		

- **Krafla-Briefing:** Mit dieser Präsentation führt die Spielleitung die TN in das Spiel und ihre Aufgaben ein. Es gibt jeweils eigenständige Versionen für das Präsenz- bzw. das Online-Spiel. Ein separates Dokument **Krafla-Briefing-Notizen** soll den Vortrag unterstützen. Die Folien 5-9 des Briefings sollen bitte den Companies als **Handout** zur Verfügung gestellt werden; dazu gibt es diese Folien auch als eigenständige Datei. Für das Präsenzspiel ist ein Ausdruck mit der Druckoption "2 Seiten pro Blatt" + Laminieren der Handouts empfehlenswert.
- **Krafla-Entscheidungsbogen:** Dieses Dokument kann die Gruppen in Präsenz unterstützen. Es muss vor Spielbeginn ausgedruckt werden. Die Companies tragen dann ihre Entscheidungen bzw. ihre Ergebnisse ein – das hilft auch als Gedankenstütze beim Austausch dieser Informationen mit der Spielleitung. Bitte beachten Sie beim Austeilen, dass jede Company den passenden („eigenen“) Entscheidungsbogen bekommt.
- **Krafla-Interface:** Beim virtuellen Spiel ist der Entscheidungsbogen nicht praktikabel. Stattdessen tauschen die Companies und die Spielleitung die Daten über ein Interface aus – über ein Tabellendokument, das in eine Cloud gestellt wird. Das Interface ist so gestaltet, dass die Spielleitung die Entscheidungen der Companies mit Copy/Paste ins Sheet übertragen kann, und die Bereitstellung der Ergebnisse funktioniert dann entsprechend umgekehrt. Damit wird die Nutzung des Interfaces auch für das Präsenz-Spiel interessant – sofern eine Cloud, W-Lan und wenigstens ein mobiles Endgerät pro Company zur Verfügung stehen.
- **Krafla-Debriefing-Aufgaben:** Dieses Dokument soll die Spielleitung bei der Auswertung unterstützen. Es enthält Reflexionsaufgaben, die in Kleingruppen bearbeitet werden sollen. Jede Company erhält dazu eine Karte und arbeitet diese ab. Anschließend werden die Antworten im Plenum vorgestellt und diskutiert. Das PDF enthält jeweils zwei Karten pro Blatt, sie müssen nach dem Ausdrucken geschnitten + ggf. laminiert werden. Beim virtuellen Spiel kann das PDF über eine Cloud bereitgestellt werden.
- **Krafla-Ereigniskarten:** In jeder Runde kommt ein Ereignis ins Spiel. Dazu müssen die Ereigniskarten vor Spielbeginn je einmal ausgedruckt werden. Das PDF enthält jeweils zwei Karten pro Blatt, sie müssen nach dem Ausdrucken geschnitten + ggf. laminiert werden.
- **Krafla-Emissionszertifikate:** Diese kommen nur ins Spiel, sofern die TN im Klimarat die Einführung des Emissionshandels beschließen – und auch nur im Präsenz-Spiel. Die Spielleitung verteilt diese Zertifikate dann entsprechend dem Beschluss an die Companies. Das Dokument wird vor Spielbeginn z.B. 3x ausgedruckt, anschließend werden die Zertifikate an dem grauen Raster entlang ausgeschnitten.

Für das Präsenz-Spiel brauchen Sie noch einige zusätzliche Materialien. Informationen dazu sowie eine Übersicht der Materialien in den beiden Spielversionen finden Sie nachfolgend in Tabelle 15.



**Tabelle 15: Krafla Spielmaterialien – Vergleich Präsenzspiel – virtuelles Spiel**

Material	Präsenzspiel	virtuelles Spiel
<b>Handbuch</b>	Das Krafla-Handbuch 1.5 beschreibt beide Spielversionen. Es ist nur für die Spielleitung gedacht.	
<b>Sheet</b>	Das Krafla-Sheet 1.5 ist für beide Spielversionen gedacht – es wird aber etwas unterschiedlich eingesetzt. Die Spielleitung braucht auch in Präsenz zwingend einen Laptop / PC, um das Sheet zu nutzen.	
<b>Map</b>	Dient der Visualisierung der Companies und ihrer Kraftwerke. Liegt auf einem Tisch in der Mitte des Raumes.	Entfällt. Die gesamte Visualisierung erfolgt über Diagramme, die im Sheet vorbereitet sind.
<b>Label</b>	Jede Company bekommt zwei Label, auf denen sie ihren Namen einträgt – eines für den eigenen Tisch und ein zweites für den Spielplan.	Entfällt. Die Companies tragen ihre selbst gewählten Namen in die Interface-Tabelle ein.
<b>Briefing</b>	Folien für den Einführungsvortrag im Präsenz-Format.	Folien für den Einführungsvortrag im Online-Format.
<b>Notizen</b>	Notizen zum Einführungsvortrag im Präsenz-Format.	Notizen zum Einführungsvortrag im Online-Format.
<b>Handout</b>	Die Folien 5-10 des Briefings werden den Companies als Papierausdrucke zur Verfügung gestellt.	Die Folien 5-10 des Briefings werden den Companies als PDF zur Verfügung gestellt.
<b>Entscheidungsbogen</b>	Dient den Companies zur Dokumentation ihrer Entscheidungen bzw. der Ergebnisse sowie zum Austausch von Daten mit der Spielleitung.	Entfällt.
<b>Interface</b>	Kann auch im Präsenzspiel – anstelle des Entscheidungsbogens – eingesetzt werden, wenn die TN im Klassenzimmer / Seminarraum geeignete mobile Endgeräte und eine W-LAN-Verbindung haben.	Ist beim Online-Spiel das zentrale Tool zur Übergabe von Daten – also Entscheidungen bzw. Ergebnissen – zwischen den Companies und der Spielleitung. Muss dazu auf einer Cloud mit Lese- und Schreibzugriff für alle TN bereitgestellt werden.
<b>Debriefing</b>	Diese Präsentation ist für beide Spielformate gedacht. Sie bietet Anregungen für die Auswertung im Plenum.	
<b>Debriefing Aufgaben</b>	Dieses Dokument ist für beide Spielformate gedacht. Es bietet Anregungen für die Auswertung in Kleingruppen.	
<b>Ereigniskarten</b>	Werden als ausgedrucktes Kartenset benötigt.	Werden als ausgedrucktes Kartenset oder als PDF eingesetzt (falls PDF, ist es hilfreich, Karten mit jeweils einem aussagekräftigen Stichwort zu haben).
<b>Emissionszertifikate</b>	Werden ausgedruckt und geschnitten. Wenn der Klimarat einen Emissionshandel einführt, werden sie an die Companies verteilt. Zusätzlich werden die Daten im Krafla-Sheet verwaltet.	Entfällt. Wenn der Klimarat einen Emissionshandel einführt, findet die gesamte Datenverwaltung zum Emissionshandel im Krafla-Sheet statt.
<b>sonstiges Zubehör</b>	Spielsteine (150 x schwarz – 150 x grün – 300 x gelb) zur Visualisierung der Kraftwerke. Papier, Stifte, ggf. Taschenrechner für die Companies. Stoffbeutel: für die Spielmaterialien. 1x PC/Laptop mit Open Office oder einem anderen Tabellenkalkulationsprogramm, Beamer, Projektionsfläche. Moderationsmaterial. ggf. ein kleiner Preis für die Sieger-Company (z.B. Schokotaler oder fair gehandelte Bioschokolade)	Entfällt. Die gesamte Visualisierung erfolgt über Diagramme (im Sheet). Entfällt. Alles wird digital abgewickelt. Entfällt. PC/Laptop mit Mikrofon und Kamera, Open Office / Tabellenkalkulation, Internetanbindung, Videokonferenz, Cloud Digitale Tools im virtuellen Seminarraum. Preis entfällt – oder es wird ein digitaler Preis gefunden.

## Verbreitung / Nutzungsbedingungen

Das Simulationsspiel Krafla soll möglichst weit verbreitet werden. Daher werden sämtliche Spielmaterialien unter Creative Commons Lizenz auf [www.umweltschulen.de/krafla/](http://www.umweltschulen.de/krafla/) bereitgestellt. Somit ist eine nicht-kommerzielle Verwendung unter Namensnennung von Autor, Herausgeber und Quelle (so wie in der Fußzeile in diesem Handbuch) erlaubt. Das heißt im Einzelnen für Interessent:innen bzw. Multiplikator:innen:

- Sie dürfen die Krafla-Materialien in Bildungsveranstaltungen einsetzen, wenn Sie die unten in der Fußzeile stehende Quelle angeben. Diese Nutzung ist für Sie kostenfrei.
- Sie dürfen die Krafla-Materialien verändern, wenn Sie die unten stehende Quelle angeben. Diese Nutzung ist für Sie kostenfrei.
- Sie dürfen die Krafla-Materialien oder veränderte Versionen unentgeltlich weiter verbreiten, wenn Sie die unten stehende Quelle angeben. Diese Nutzung ist für Sie kostenfrei.
- Jegliche **kommerzielle** Weiterverbreitung der Krafla-Materialien oder veränderter Versionen bedarf der schriftlichen Zustimmung des Autors und Herausgebers.

Der Autor steht (gerne, aber kostenpflichtig) bereit, um Multiplikator:innen zu schulen, welche sich für den Einsatz des Simulationsspiels interessieren.

„Der grösste Fehler des Menschen ist sein Unvermögen, die Exponentialkurve zu verstehen. Davon ist der emeritierte amerikanische Physikprofessor Alfred Bartlett überzeugt und illustriert dies mit seiner mittlerweile berühmt gewordenen Geschichte von der Flasche, in der sich die Zahl der Bakterien jede Minute verdoppelt und die nach einer Stunde voll ist. Die Bakterien merken zwei Minuten vor zwölf - die Flasche ist zu diesem Zeitpunkt zu einem Viertel gefüllt -, dass es eng wird und schicken Kundschafter aus. Nach einer Minute kehren sie mit der frohen Botschaft von drei leeren Flaschen zurück, die das Wachstumsproblem ein für alle Mal lösen würden. Die Erleichterung währt nicht lange: Zwei Minuten nach zwölf sind auch diese voll und das Desaster bricht über die Population herein.“ (Pfluger 2011)

## Quellen

350.org: [www.350.org](http://www.350.org)

BMU/BMBF 2007: 4. Sachstandsbericht (AR4) des IPCC (2007) über Klimaänderungen. Wissenschaftliche Grundlagen. Kurzzusammenfassung

DNR 2021: Das Klimaschutzgesetz jetzt mit einem KlimaschutzSofortprogramm hinterlegen.

<https://backend.dnr.de/sites/default/files/Positionen/2021-06-16-100-Tage-Klimaschutz-Sofortprogramm.pdf>

Droege, Peter 2021: Klimaneutralität ist ein viel zu schwaches Ziel.

<https://www.klimareporter.de/klimapolitik/klimaneutralitaet-ist-ein-viel-zu-schwaches-ziel>

DTV Deutscher Taschenbuch Verlag: dtv-Lexikon: in 24 Bänden, Bd. 17. München

Germanwatch 1 <https://germanwatch.org/de/verfassungsbeschwerde>

Germanwatch 2 <https://www.germanwatch.org/de/ksi>

GermanZero 1 <https://germanzero.de/loesungen/1-5-grad-gesetzespaket>

GermanZero 2 <https://germanzero.de/downloads#gesetzespaket>

Hausfather, Zeke 2021: Analysis: What the new IPCC report says about when world may pass 1.5C and 2C

<https://www.carbonbrief.org/analysis-what-the-new-ipcc-report-says-about-when-world-may-pass-1-5c-and-2c>

Heinrich-Böll-Stiftung: <https://www.boell.de/de/perlen-der-energiewende>

Humm, Hansruedi 2003: Wie gesellschaftliches Lernen zur Lust wird ... . Ley, Astrid / Weitz, Ludwig (Hrsg., 2003): Praxis Bürgerbeteiligung. Ein Methodenhandbuch. Bonn: Verlag Stiftung Mitarbeit / Agenda Transfer S. 207-211

IPCC 2007: Klimaänderung 2007. Vierter Sachstandsbericht des IPCC (AR4) Klimaänderung 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger. (Deutsche Version)

IPCC 2022: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

IPCC 2022 a) IPCC AR6 WGII Summary For Policymakers.

[https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_SummaryForPolicymakers.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf)

IPCC 2022 b) <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-3>

Langner, Tilman: [www.umweltschulen.de/klima](http://www.umweltschulen.de/klima)

Langner, Tilman 2017: Klimadetektive in der Schule. Umweltbüro Nord e.V. (Hrsg.), Stralsund, 3. erweiterte Auflage

Latif, Mojib 2009: Klimawandel und Klimadynamik. Ulmer UTB Stuttgart

McKibben, Bill: Es wird HEISS, In: Greenpeace Magazin 6 (2012) S. 20-29

McSweeney: IPCC: How the AR6 WG1 summary for policymakers compares to its predecessor.

<https://www.carbonbrief.org/ipcc-how-the-ar6-wg1-summary-for-policymakers-compares-to-its-predecessor>

mpi cec Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion <https://www.solarify.eu/2021/04/13/776-co2-budget-eine-schimaere/>

Ott, Konrad und Döring, Ralf: Theorie und Praxis starker Nachhaltigkeit. Metropolis-Verlag, 2008

Pfluger, Christoph: Die Gier ist es nicht. In: Zeitpunkt 112 | März/April 2011. [www.zeitpunkt.ch/archiv/2011.html](http://www.zeitpunkt.ch/archiv/2011.html)

Quaschnig, Volker: <https://www.volker-quaschnig.de/datserv/CO2/index.php>

Rahmsdorf, Stefan 2011: Wolken, Wind & Wetter. © Deutsche Verlags-Anstalt, München. Lizenzausgabe der Bundeszentrale für politische Bildung. Bonn.



Reich, Kersten (Hrsg.) 2003ff: Methodenpool. Webdokument. URL: [www.uni-koeln.de/hf/konstrukt/didaktik/uebersicht.html](http://www.uni-koeln.de/hf/konstrukt/didaktik/uebersicht.html)

Rieckmann, Marco 2010: Die Globale Perspektive der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin: Berliner Wissenschafts-Verlag

Rychen, Dominique Simone 2001: Introduction. In: Rychen, Dominique Simone/Salganik, Laura (Hrsg.): Defining and Selecting Key Competencies. Seattle, Toronto, Bern, Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers, S. 1-15

Rychen, Dominique Simone 2008: OECD Referenzrahmen für Schlüsselkompetenzen – ein Überblick. In: Bormann, Inka/de Haan, Gerhard (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. S. 15-22

statista 1 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37187/umfrage/der-weltweite-co2-ausstoss-seit-1751/> )  
(Hinweise: Zahlen leicht abweichend von Qaschnig, unterschiedliche Berechnungsgrundlagen)

statista 2 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1073559/umfrage/durchschnittliche-temperaturschwankungen-land-meer/>

Stade 2022 <https://www.klimareporter.de/gesellschaft/wachsen-wenn-das-klimabudget-aufgebraucht-ist>

Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen>

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) 2009: Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz. Sondergutachten. Berlin. Online-Dokument, URL:

[www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2009/wbgu\\_sn2009.pdf](http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2009/wbgu_sn2009.pdf)

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) 2011: Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Hauptgutachten. Berlin. Online-Dokument, URL:

[www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu\\_jg2011.pdf](http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu_jg2011.pdf)

Weinert, Franz E. 2001: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F.E. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz

Wikipedia 2013: Planspiel. Online-Dokument, URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Planspiel>