

Subject area III  
Threat constellations and solutions

Climate change 1

1. You may choose the language(s) for both tasks. Describe how the **climate in Germany and worldwide has changed since 1880** (M 1 and Fig. 1 - 5.) and name the consequences that are already visible. You can also use the interactive climate map (M 2) as well as the [interview](#) with Antje Boetius and the [video](#) by Stefan Rahmstorf.
2. Describe which areas are particularly affected by the warming. (Fig. 6 and 7)

M 1

"Climate Emergency" - Thousands of Scientists raise the alarm again [\(Haug 2019\)](#)

More than 13,500 scientists from 150 countries warn: The earth is approaching dramatic turning points in climate. Politicians and industry must react quickly, they say in an appeal published in the scientific journal "BioScience".

Around two years after more than ten thousand scientists from some 150 countries jointly declared a global "climate emergency," they have now reemphasized it and called for immediate changes. Those changes are more urgent than ever to protect life on earth, according to an [article published on tuesday in the journal BioScience](#). The original 11,000 scientists, including 871 researchers from German universities and institutes, have been joined by more than 2,800 additional signatories.

Since the original declaration of "climate emergency" in 2019, numerous events such as flood disasters, forest fires and heat waves have made clear which consequences will follow if we simply continue living like before. 2020, for example, was the second hottest year on record, it said.

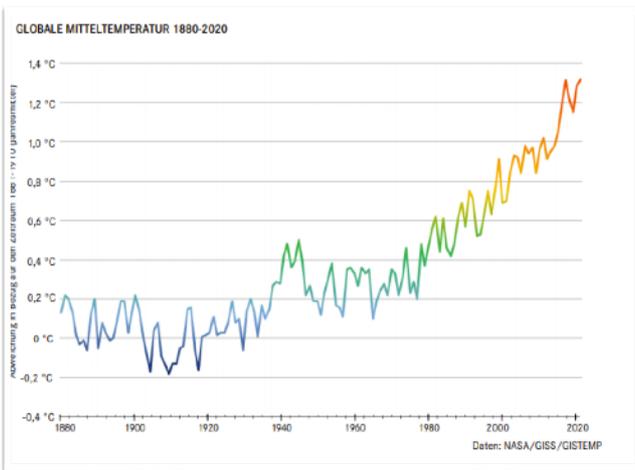


Fig.1: Deutsches Klima-Konsortium et al 2021: 14

Source: [\(Welt 2021\)](#)

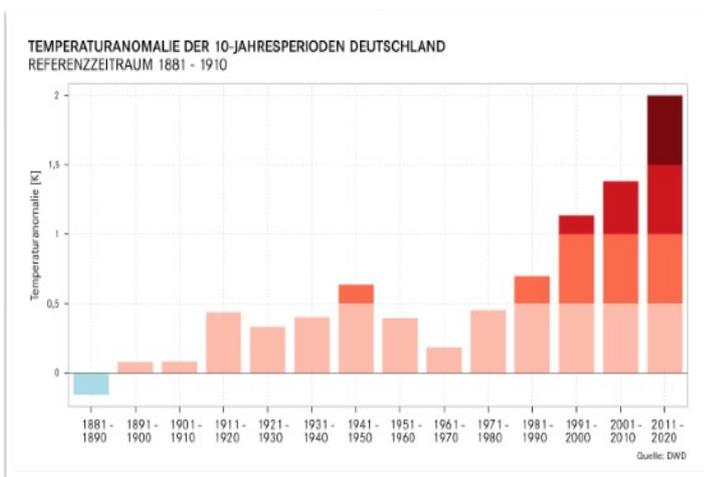


Fig.2: Deutsches Klima-Konsortium et al 2021: 9



### Climate change 2



Interactive climate map for Germany

**DIE WÄRMSTEN JAHRE WELTWEIT (SEIT BEGINN DER AUFZEICHNUNGEN)**

JAHR	ABWEICHUNG (in Bezug auf 1881-1910)
2020	+1,28 °C
2016	+1,27 °C
2019	+1,24 °C
2017	+1,18 °C
2015	+1,16 °C
2018	+1,11 °C
2014	+1,01 °C
2010	+0,98 °C
2013, 2005	+0,94 °C
2007	+0,93 °C

Quelle: NASA/GISS/GISTEMP

**DIE WÄRMSTEN JAHRE IN DEUTSCHLAND (SEIT BEGINN DER AUFZEICHNUNGEN)**

JAHR	ABWEICHUNG (in Bezug auf 1881-1910)
2018	+2,7 °C
2020	+2,6 °C
2019	+2,5 °C
2014	+2,5 °C
2015	+2,1 °C
2007	+2,1 °C
2000	+2,1 °C
1994	+1,9 °C
2017	+1,8 °C
2011	+1,8 °C

Quelle: DWD

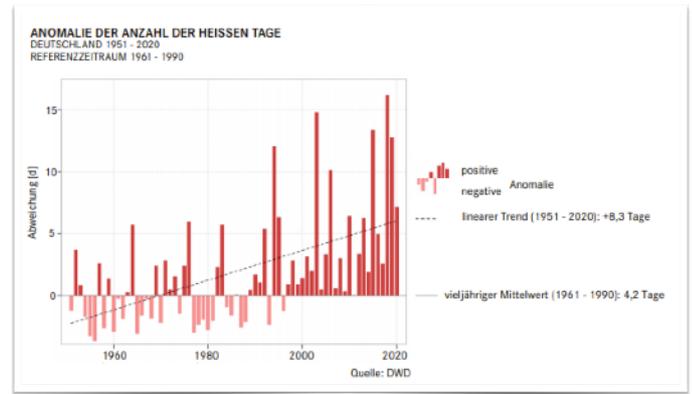


Fig.5: (German Climate Consortium et al 2021: 16)

Fig.3: (German Climate Consortium et al 2021: 10)

Fig.4: (German Climate Consortium et al 2021: 15)

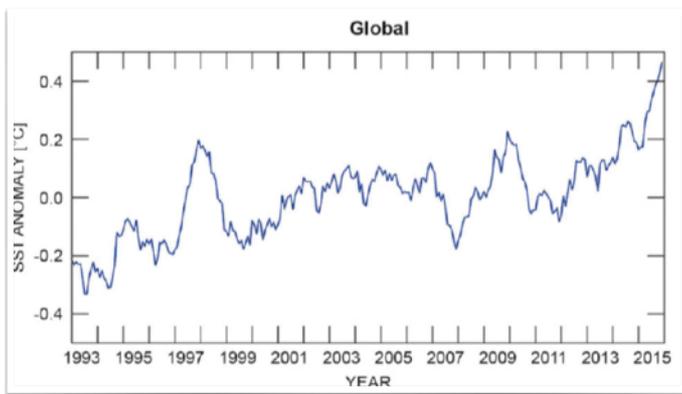


Fig.7: (von Schuckmann et al. 2016: 239)

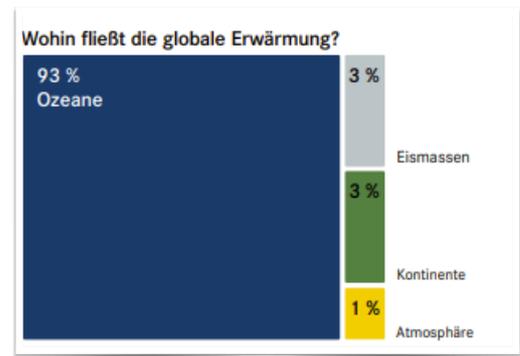


Fig.6: (German Climate Consortium et al 2021: 5)

#### Task 1 Climate change

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

#### Task 2 Regions particularly affected

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Climate change 2



Interactive climate map for Germany

**DIE WÄRMSTEN JAHRE WELTWEIT (SEIT BEGINN DER AUFZEICHNUNGEN)**

JAHR	ABWEICHUNG (in Bezug auf 1881-1910)
2020	+1,28 °C
2016	+1,27 °C
2019	+1,24 °C
2017	+1,18 °C
2015	+1,16 °C
2018	+1,11 °C
2014	+1,01 °C
2010	+0,98 °C
2013, 2005	+0,94 °C
2007	+0,93 °C

Quelle: NASA/GISS/GISTEMP

**DIE WÄRMSTEN JAHRE IN DEUTSCHLAND (SEIT BEGINN DER AUFZEICHNUNGEN)**

JAHR	ABWEICHUNG (in Bezug auf 1881-1910)
2018	+2,7 °C
2020	+2,6 °C
2019	+2,5 °C
2014	+2,5 °C
2015	+2,1 °C
2007	+2,1 °C
2000	+2,1 °C
1994	+1,9 °C
2017	+1,8 °C
2011	+1,8 °C

Quelle: DWD

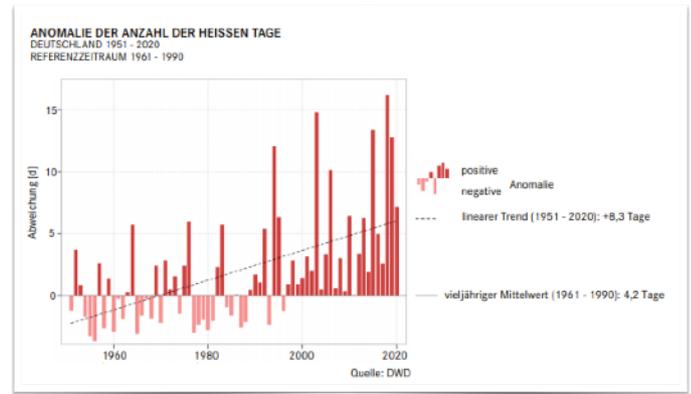


Fig.5: (German Climate Consortium et al 2021: 16)

Fig.3: (German Climate Consortium et al 2021: 10)

Fig.4: (German Climate Consortium et al 2021: 15)

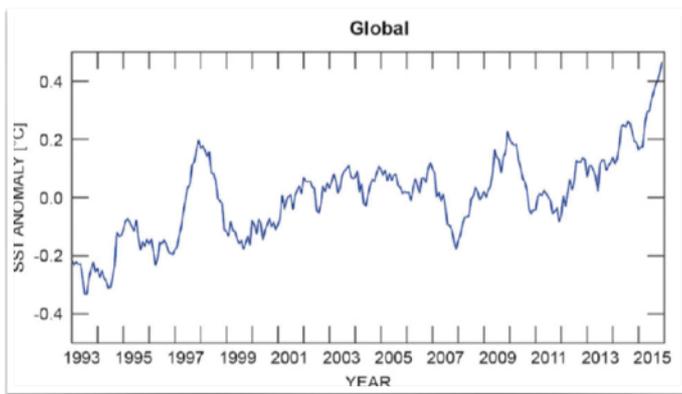


Fig.7: (von Schuckmann et al. 2016: 239)

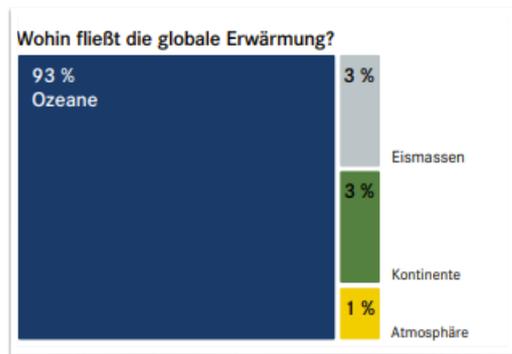


Fig.6: (German Climate Consortium et al 2021: 5)

**Task 1**  
Climate change

Germany: Compared to the period between 1881-1890, initially there was even less warming, which then increased steeply from 1990 onwards (Fig. 2). The warmest years since records were in the period from 2011 – 2018 with deviations of more than 2°C (Fig. 4). This corresponds with the strong increase in hot days during this period (Fig. 5).

World: The global average temperature has only risen moderately since around 1940. Since 1980 it has risen steeply and increased by around 1.3°C. As a result, flood disasters, forest fires and heat waves are already occurring much more frequently.

Additional info: Attribution research can clearly demonstrate the increase in probabilities for such events.

**Task 2**  
Regions particularly affected

Most of the additional energy flows into the oceans, which has led to a large increase in energy content (and thus warming) there.







## Subject area III

### Threat constellations and solutions

## Climate change 3

1. Evaluate **Fig. 8** and describe the **disposition** of the **emitted CO<sub>2</sub>**.
2. Using **Fig. 10** and **M 2**, indicate **other consequences of CO<sub>2</sub> enrichment**.

You may choose your own language(s) for both tasks, but use two different languages.

**Info:** Nitrous oxide - Nitrogen monoxide is released during industrial processes, but mainly, like methane, in agriculture.

### Task 1

Carbon dioxide concentrations were very low 20,000 years ago, then gradually increased to a level of about 250 ppm and remained largely constant until modern times, when they rose steeply to over 400 ppm.

The amount of methane gradually increased slightly with fluctuations and increased steeply in parallel with the carbon dioxide concentration.

Nitrous oxide concentrations have remained largely constant over the entire period and are currently increasing as well.

Most of the CO<sub>2</sub> remains in the atmosphere (45%), with the remainder distributed evenly between the biosphere and the oceans.

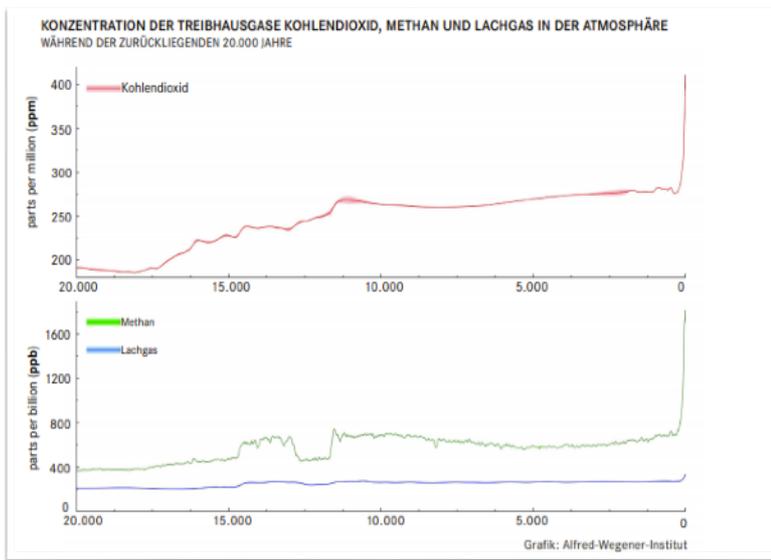


Fig. 8: Deutsches Klima-Konsortium et al 2021: 4

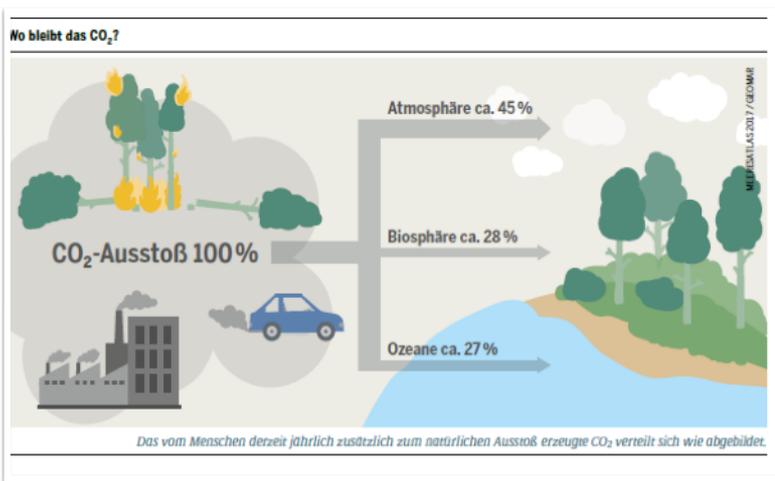


Fig. 9: Heinrich-Böll-Stiftung 2017: 23

## Subject area III

### Threat constellations and solutions

## Climate change 3

**Info:** Nitrous oxide - Nitrogen monoxide is released during industrial processes, but mainly, like methane, in agriculture.

1. Evaluate Fig. 8 and describe the disposition of the emitted CO<sub>2</sub>.
2. Using Fig. 10 and M 2, indicate other consequences of CO<sub>2</sub> enrichment.

You may choose your own language(s) for both tasks, but use two different languages.

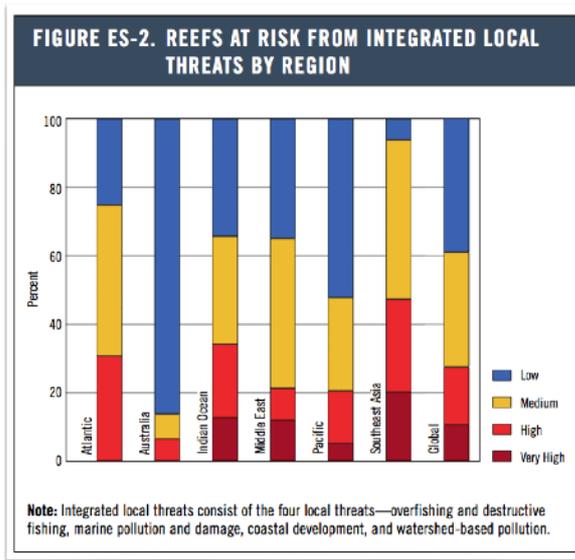


Fig. 10: Reef Resilience Network o.J.

### Task 2

#### Consequences of the increase of CO<sub>2</sub> in the oceans

The reduction in pH (acidification) primarily affects calcifying marine animals such as mussels and crabs, but also corals in particular.

Fig. 10 shows that corals are acutely threatened in almost all oceans.

### M 2 - German Climate Consortium et al 2021: 13

The acidity of liquids is indicated by the pH value - the lower the pH value, the more acidic the liquid. The pH of near-surface seawater currently averages about 8.1 worldwide and has already decreased by about 0.1 compared to pre-industrial times. This change may sound small, but (because the pH scale is logarithmic) it represents a 26 percent increase in acidity. Among other things, the development threatens numerous calcifying marine organisms such as corals, mussels and crabs. The reason for this so-called "acidification" of the oceans are man-made emissions of carbon dioxide; since the 1980s, the oceans have absorbed about 20 to 30 percent of it. When CO<sub>2</sub> dissolves in seawater, it reacts with water to form carbonic acid. If man-made emissions of carbon dioxide do not decrease, pH could fall to levels not seen in the oceans for more than 50 million years by the end of the century. Corals also suffer greatly from rising seawater temperatures.

Climate change 4

1. Use Fig.11 to illustrate which impacts of climate change on organisms and ecosystems are already evident.
2. Summarize the research findings presented in M 3.

**!** You may choose your own language(s) for both tasks, but use two different languages.

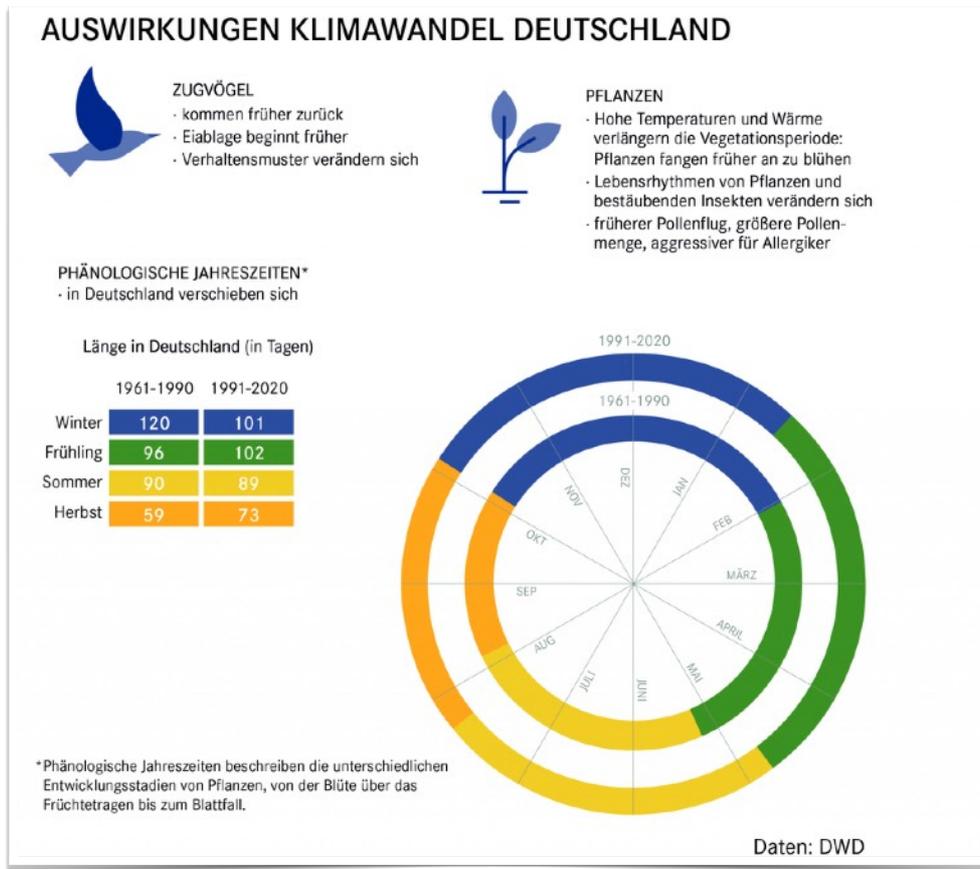


Fig. 11: Deutsches Klima-Konsortium et al 2021: 18

**Task 1**

---



---



---



---



---



## Subject area III

### Threat constellations and solutions

#### Climate change 4

1. Use Fig.11 to illustrate which impacts of **climate change** on **organisms** and **ecosystems** are already evident.
2. Summarize the **research findings** presented in **M 3**.

**!** You may choose your own language(s) for both tasks, but use two different languages.

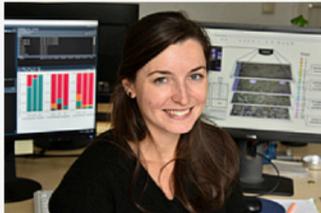


M 3

#### Veränderte Blühphasen von Pflanzen durch geringere Insektdichte



Das Forscherteam nutzte das iDiv Ecotron, in dessen künstlichen Ökosystemen identische klimatische Situationen simuliert und per Kamera beobachtet werden können. (Bild: iDiv)



Josephine Ulrich, Doktorandin an der FSU Jena, leitete das Forschungsvorhaben. (Bild: Anne Günther (Universität Jena))

Forschungsgruppe von iDiv und Uni Jena untersucht Einfluss des Insektenrückgangs auf Biodiversität der Pflanzen mit neuartiger Forschungsmethode

Basiert auf einer Medienmitteilung der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Leipzig/Jena. Die Blumen auf der Wiese blühen in voller Pracht – aber weit und breit ist keine einzige Biene zu sehen. Was heute noch unwahrscheinlich klingt, könnte in Zukunft durchaus häufig vorkommen. Denn, so hat eine Forschungsgruppe der Universität Jena und des Deutschen Zentrums für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) herausgefunden, Insekten haben einen entscheidenden Einfluss auf die Biodiversität und Blühphasen von Pflanzen. Fehlen Insekten im Umfeld der Pflanzen, verändert sich deren Blühverhalten. Dies kann dazu führen, dass die Lebenszyklen der Insekten und die Blütezeit der Pflanzen nicht mehr übereinstimmen. Gehen die Insekten aber zur falschen Zeit auf Nektarsuche, werden manche Pflanzen nicht mehr bestäubt.

Ökosysteme verändern sich weltweit, insbesondere bedingt durch die globale Erwärmung und veränderte Landnutzung. Insektenarten sterben aus und die Insektenbiomasse nimmt ab. Bisher untersuchte die Forschung deshalb, wie sich die Biodiversität von Pflanzen im Rahmen des Klimawandels verändert. Dazu wurden mittels unterschiedlicher Temperatur und Niederschlag verschiedene klimatische Szenarien simuliert.

##### Neuartige Forschungsmethode im iDiv-Ecotron

In einer aktuellen Studie im Fachmagazin *Frontiers in Plant Science* stellt die Arbeitsgruppe Biodiversität der Pflanzen der Universität Jena um iDiv-Mitglied Prof. Dr. Christine Römermann

jetzt einen anderen Forschungsansatz vor: In Kooperation mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des iDiv um Prof. Nico Eisenhauer fokussieren sich die Forschenden auf den Einfluss von Wirbellosen, z. B. von Insekten, auf die Biodiversität und das Blühverhalten der Pflanzen. „Wir wissen, dass die Zahl der Insekten sinkt“, erläutert Josephine Ulrich, Doktorandin aus Römermanns Team und verweist auf eine Studie aus dem Jahr 2017, die einen Insektenschwund um 75 Prozent in den vergangenen 30 Jahren feststellt.

Die Jenaer Forschungsgruppe hat nun erstmals detailliert untersucht, inwiefern die sinkende Insektdichte die Entwicklung von Pflanzen beeinflusst. Während bisher nur Freiland-Versuche dazu durchgeführt wurden, nutzte das Forscherteam das Ecotron, eine Forschungseinrichtung des iDiv. In künstlichen Ökosystemen können identische klimatische Situationen simuliert und per Kamera beobachtet werden.

Im Experiment testeten die Forscherinnen und Forscher, wie sich die Pflanzensammensetzung und die pflanzliche Entwicklung verändern, wenn der vorhergesagte Rückgang der Insektenzahl um drei Viertel erfolgt.

##### Zeitliche Diskrepanz zwischen Pflanzen- und Tierwelt

Ulrich und ihre Kolleginnen und Kollegen fanden dabei heraus, dass durch den geringeren Insektenbestand eine Artenverschiebung unter den Pflanzen stattfindet. Dabei erhöht sich vor allem die Häufigkeit der dominierenden Pflanzenarten, z. B. des Wiesenklees. Auch die Entwicklung der Blüte veränderte sich mit abnehmender Insektdichte. Manche der untersuchten Pflanzen blühten früher, andere später. „Durch diese Veränderungen kann es zu einer zeitlichen Diskrepanz zwischen Pflanzen- und Tierarten kommen. Daraus resultieren negative Folgen für das Ökosystem“, so Ulrich, die Erstautorin der vorgelegten Studie. Beispiele dafür sind die Nahrungsmittelversorgung der Insekten und der Bestäubungserfolg. Diese Verschlechterung der Ökosystemfunktion könnte einen weiteren Artenverlust von Insekten und Pflanzen nach sich ziehen. Eine weitere Folge könnte ein zunehmender Schädlingsbefall der Pflanzen sein. Durch die sinkende Zahl der Insekten, die sich u. a. von Läusen ernähren, könnten sich diese ungehindert ausbreiten.

Source: (iDiv Halle-Jena-Leipzig 2020)

Climate change 5

1. Show **what changes** can be expected if the temperature **would (will)** increase from **1.5°C to 2°C** (Fig. 12 and M5).
2. Discuss **how realistic it is to comply with the 1.5° limit** with the **current political measures** (Fig. 13 and M 5).

You may choose your own language(s) for both tasks, but use two different languages.



**Excursus:** The video of Stefan Rahmstorf shows the probable consequences of an even stronger global warming (see also Climate Change 1).

Fig. 12: German Climate Consortium et al 2021: 23

**M 5 - German Climate Consortium et al 2021: 23**

Even seemingly small amounts of global warming can have serious consequences. For example, if the earth warms up by 1.5 degrees compared to pre-industrial levels, 70 to 90 percent of the world's coral reefs are expected to die — at 2 degrees celsius, virtually all (98 to 99 percent). A temporarily ice-free North Pole is to be expected at 1.5 degrees celsius warming around every 40 years – but at 2 °C every three to five years. A storm surge, which has hitherto statistically occurred every 500 years on the North Sea coast near Cuxhaven, will occur once in a hundred years at 1.5 degrees celsius warming — but every 33 years at 2 °C.

The goal of limiting global warming to a maximum of 1.5 degrees celsius is achievable. According to the IPCC, we can emit a maximum of around 420 gigatonns of carbon dioxide from January 1, 2018 (67 percent probability) on. In 2020 alone, anthropogenic CO2 emissions were around 40 gigatonns worldwide. If this level of emissions were to be maintained, the remaining budget would be "used up" in around ten years. If, despite emission reductions, humanity emits more than this residual budget, we must also remove greenhouse gases that have already been emitted from the atmosphere. Experts speak of "negative emissions" here. This would be possible, for example, through large-scale afforestation or new technologies. The feasibility and possible negative side effects are currently being intensively researched. The IPCC therefore wrote in the foreword to its special report on 1.5 degrees of global warming in 2018: "Every bit of warming counts."



Climate change 5

1. Show **what changes can be expected** if the temperature would (will) **increase** from **1.5°C to 2°C** (Fig. 12 and M5).
2. Discuss how **realistic it is to comply with the 1.5° limit** with the current political measures (Fig. 13 and M 5).

**!** You may choose your own language(s) for both tasks, but use two different languages.

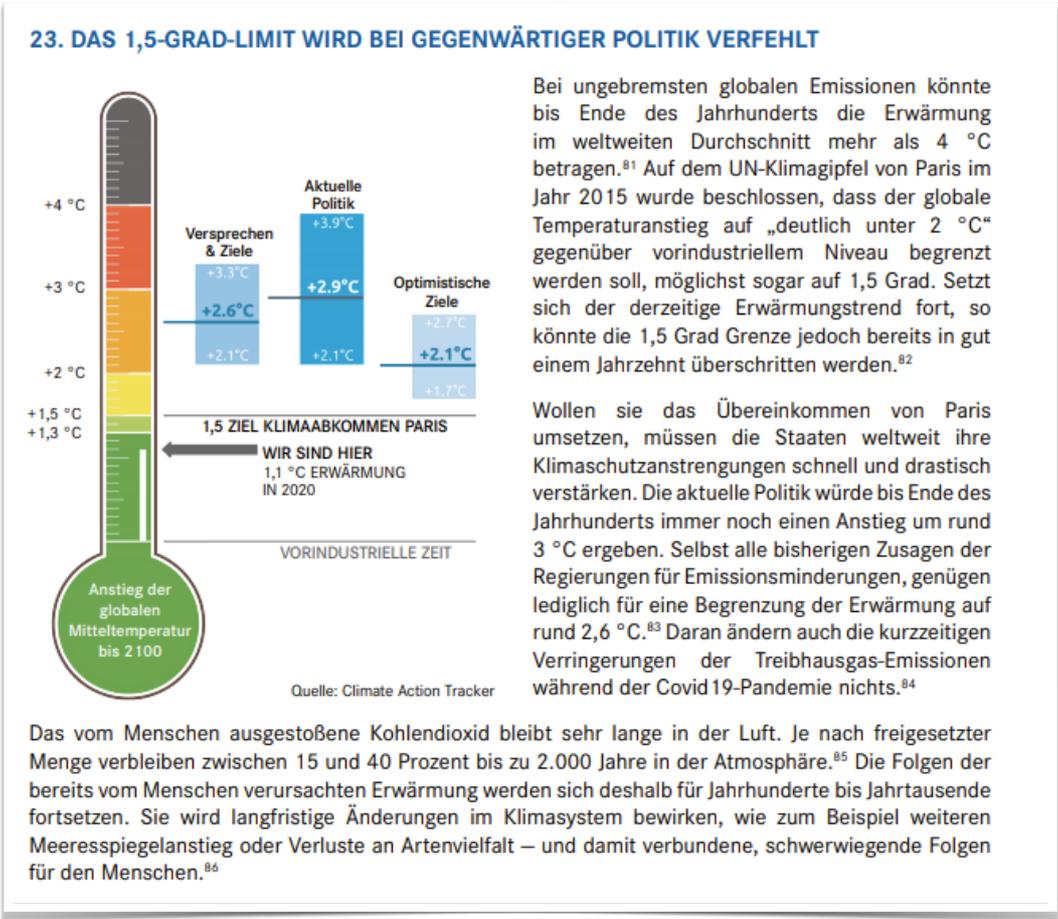


Fig. 13: German Climate Consortium et al 2021: 21



## Subject area III

### Threat constellations and solutions

#### Climate change 6

Summarize what impact increasing drought due to climate change will have on vegetation's biodiversity. (M 6)



You may choose your own language(s) for both tasks, but use two different languages.

03.05.2021 | Räumliche Interaktionsökologie, UFZ-News, Biodiversitätssynthese, iDiv-Mitglieder, Physiologische Diversität, Medienmitteilung, TOP NEWS

#### Weniger Niederschläge, weniger Pflanzenvielfalt



Untersuchungsfläche an der Havel, eine von weltweit 72 Freilandexperimenten, deren Daten in die Synthese eingeflossen sind. (Bild: Kristin Ludewig)

Der Klimawandel dürfte vor allem in den Trockengebieten der Erde die Pflanzenvielfalt verändern

Basiert auf einer Medienmitteilung des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ)

Leipzig/Halle. Wasser ist in vielen Ökosystemen der Erde ein knappes Gut. Dieser Mangel dürfte sich im Zuge des Klimawandels weiter verschärfen und zu einem deutlichen Rückgang der Pflanzenvielfalt führen. Mit einer Synthese von experimentellen Daten aus der ganzen Welt haben Wissenschaftler\*innen des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ), des Deutschen Zentrums für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) und der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) zum ersten Mal nachgewiesen, dass gerade Trockengebiete besonders empfindlich auf veränderte Niederschlagsmengen reagieren. Das aber kann auch für die Menschen in den betroffenen Regionen Konsequenzen haben, warnt das Team im Fachjournal *Nature Communications*.

Was bringt der Klimawandel für die Ökosysteme der Erde? Wie wird sich die biologische Vielfalt in verschiedenen Regionen verändern? Solche wichtigen Zukunftsfragen sind im Detail sehr schwierig zu beantworten. Denn dazu müsste man wissen, wie genau die einzelnen Arten und ihre Lebensgemeinschaften beispielsweise auf veränderte Niederschlagsverhältnisse reagieren werden. Darüber aber ist bisher noch nicht genug bekannt – und das trotz zahlreicher wissenschaftlicher Experimente weltweit. Zum Beispiel haben Wissenschaftler\*innen Pflanzengemeinschaften bei größeren oder geringeren Regenmengen heranwachsen lassen und ihre Reaktionen beobachtet. Vor allem in Europa und Nordamerika laufen entsprechende Versuche, die sich allerdings stark in ihrer Methodik unterscheiden. Das macht es schwierig, globale Zusammenhänge festzustellen.

In diesen Studien kommen nicht nur unterschiedliche Methoden zum Einsatz“, sagt Erstautorin Dr. Lotte Korell, Biologin am UFZ und bei iDiv. „In etlichen Fällen haben sie auch widersprüchliche Ergebnisse geliefert.“ Zusammen mit ihren Kolleg\*innen hatte sie sich daher vorgenommen, aus den weltweit erhobenen Daten verallgemeinerbare Aussagen herauszudestillieren. Im Mittelpunkt stand dabei die Frage, wie sich eine Zu- oder Abnahme der Niederschläge auf die Pflanzenvielfalt von Landökosystemen auswirkt.

Bei ihrer Suche stießen sie auf 23 verwertbare Veröffentlichungen, die Ergebnisse von insgesamt 72 Freilandexperimenten präsentierten. Mit diesen Daten berechneten sie verschiedene statistische Größen, die Auskunft über die biologische Vielfalt an den einzelnen Standorten gaben und brachten sie mit den steigenden oder sinkenden Regenmengen in Zusammenhang.

„Allerdings hängt die Biodiversität in solchen Versuchen von einer ganzen Reihe weiterer Faktoren ab“, sagt Prof. Dr. Tiffany Knight, Letztautorin der Studie und Ökologin an UFZ, iDiv und der MLU. Zum Beispiel ist es entscheidend, welchen Landschaftsausschnitt man betrachtet. Richtet man den Blick nur auf eine einzelne, kleine Versuchsfläche, hat die Manipulation der Regenmengen größere Effekte, als wenn man alle untersuchten Plots gemeinsam betrachtet. Dieser Trend kommt möglicherweise dadurch zustande, dass der kleine Maßstab bestimmte Effekte besser abbildet. Verringert man zum Beispiel die Regenmenge in einem bisher schon trockenen Lebensraum noch weiter, beruht der Rückgang der Biodiversität vermutlich darauf, dass dort dann weniger Pflanzenindividuen wachsen können. Eventuell verschwinden einige Pflanzenarten sogar komplett.

Doch selbst wenn eine Art auf einer kleinen Fläche nicht mehr vorkommt, findet sie sich womöglich noch auf einer anderen in der gleichen Region. Lokal betrachtet hat die zunehmende Trockenheit daher einen größeren Effekt, als wenn man einen größeren Maßstab wählt. „Um aus den Daten die richtigen Schlüsse zu ziehen, muss man also sowohl die lokalen Klimabedingungen berücksichtigen als auch die räumliche Skala der Experimente“, resümiert Tiffany Knight.

Auf diese Weise haben die Forscher\*innen einen klaren Trend festgestellt: In den Trockengebieten der Welt haben die Veränderungen der Niederschlagsmengen einen deutlich größeren Einfluss als in feuchteren Regionen.

Source: [UfZ](#)

## Subject area III

### Threat constellations and solutions

#### Tasks for sheets Climate change 4 - 6 Solution hints

##### Climate change 4

###### Task 1

As the seasons in Germany have shifted in recent decades (shorter winter, longer spring and fall), the migratory and reproductive behavior of birds has changed (see TU Birds in T 2). For plants, this lengthens the growing season, they flower earlier and longer which causes problem for allergy sufferers. Mismatch of plants and pollinators may occur.

###### Task 2

The biodiversity of plants is also modified by their pollinators.

If the insect population is low, the abundance of plant species that are already abundant increases and flowers develop at a different time than before. This can lead to a lack of food for insects, lower pollination success for plants, and a loss of species for both plants and insects. In addition, pests could spread more easily.

##### Climate change 6

The reduction in rainfall has a greater effect in already dry areas than in humid ones.

##### Climate change 5

###### Task 1

- Ice-free Arctic Ocean in 10 years
- Sharp increase in flooding, storm surges, and drought months
- Accelerated decline in biodiversity, especially of plants and insects

###### Task 2

For this, only 420 gigatonns of CO<sub>2</sub> (as of 2018) would be allowed to be emitted. According to the current status, the budget would be exhausted in 10 years and negative emissions would have to be generated through reforestation and technological CO<sub>2</sub> removal.

Continuing current policies would result in a temperature increase of 3°C by the end of the century. In addition, carbon dioxide remains in the atmosphere for a very long time.

So, the achievement of the goal is unlikely.