



# DER WALD IN BEDRÄNGNIS

## GLEICHGEWICHT IM WANKEN

Die Folgen des Klimawandels gehen auch an unseren Wäldern nicht spurlos vorbei und können das sensible Gleichgewicht der Ökosysteme durcheinander bringen.

### Hitze und Trockenheit

Durch den Klimawandel werden unsere Sommer immer trockener. Es kommt immer öfter zu langen Perioden ohne Regen. Das führt dazu, dass der Waldboden und mit ihm die Pflanzen und Bäume austrocknen. Durch den Wassermangel sind sie geschwächt und können Krankheiten und Schädlinge schlechter abwehren.



### Stürme

Die Erderwärmung führt zu häufigeren und stärkeren Stürmen. Diese können Bäume beschädigen oder sie sogar entwurzeln.

### Starkregen

Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit halten als kalte Luft. Deshalb kommt es durch die Klimaerwärmung häufiger zu starkem Regen. Diese starken Regenfälle können den Boden auswaschen. Dadurch verliert er Nährstoffe und die Baumwurzeln haben weniger Halt.



### Invasive Arten

Durch das veränderte Klima ändern sich auch die Lebensbedingungen für Tiere und Pflanzen. Das bereitet heimischen Arten, die kühleres Wetter gewohnt sind, Probleme. Gleichzeitig fühlen sich Tiere und Pflanzen wohl, denen es vorher zu kalt war. Diese neuen Arten können heimische Arten verdrängen.

### Befall

Manche Arten überleben, indem sie andere schwächen. Normalerweise gibt es ein Gleichgewicht, wo sich Schäden und Erholung ausgleichen. Wenn aber viele Bäume bereits gestresst und geschwächt sind, können Bakterien, Pilze und Viren großen Schaden anrichten.



### Gruppenpuzzle

- 1. Stammgruppen:** Teilt euch in Stammgruppen mit jeweils vier Personen auf.
- 2. Themen:** Jedes Gruppenmitglied erhält ein Thema aus dem Zusatzmaterial (Hitze und Trockenheit, Stürme, Schädlinge, invasive Arten). Bearbeitet eure Themen für euch in Einzelarbeit.
- 3. Expertengruppen:** Findet euch anschließend in Expertengruppen zusammen. Hier treffen sich alle Leute, die im vorherigen Schritt das gleiche Thema bearbeitet haben. In diesen Gruppen könnt ihr nun dieses Thema diskutieren und eure Ergebnisse vergleichen.
- 4. Rückkehr zur Stammgruppe:** Kehrt anschließend in eure ursprüngliche Stammgruppe zurück. Wie sind die verschiedenen Herausforderungen des Waldes miteinander verknüpft? Bringt euer Wissen aus den Expertengruppen ein!

**Q Mystery:** In den Wäldern von Deutschland geht ein Schrecken umher. Wo er zuschlägt, fallen die Bäume zu Tausenden. Der Buchdrucker, der am häufigsten zum Problem werdende Borkenkäfer, neigt zu immer stärkeren Massenvermehrungen, wobei er eine Schneise der Verwüstung hinter sich her zieht. Wie kommt es, dass der seit langer Zeit heimische Käfer nun zu so einem Problem geworden ist? Nutzt die folgenden Hinweise, um seinem Motiv auf die Schliche zu kommen.



Die Fichte kommt natürlicherweise in kühlen Lagen wie dem hohen Norden oder in Gebirgen vor. Sie sind an das dortige kältere Klima angepasst.

Während milder Winter sterben weniger Borkenkäfer.

Borkenkäfer, als wechselwarme Tiere, vermehren sich bei höheren Temperaturen schneller.

Nach dem zweiten Weltkrieg wurde bevorzugt mit Fichten aufgeforstet, da diese schneller wachsen als andere Arten.

Der Klimawandel führt zu mehr und extremeren Starkwetterereignissen.

Der Klimawandel führt zu immer längeren Trockenperioden und heißen Sommern.

Wenn Borkenkäfer sich in den Baum bohren wollen, setzt der Baum dort Harz frei, in dem der Angreifer stecken bleibt.

Fichten sind nicht an lange Dürrephasen angepasst.

Fichten stehen oft in großen Monokulturen: Jeder Baum im Bestand ist eine Fichte.

Nach Starkwetterereignissen bieten umgerissene Bäume eine leicht zugängliche Brutmöglichkeit.

Geschwächte Bäume können nicht mehr so viel Harz produzieren.

Der Klimawandel führt zu milderem Winter und früherem Frühling.

**Notiert hier eure Überlegungen und Lösungsansätze:**



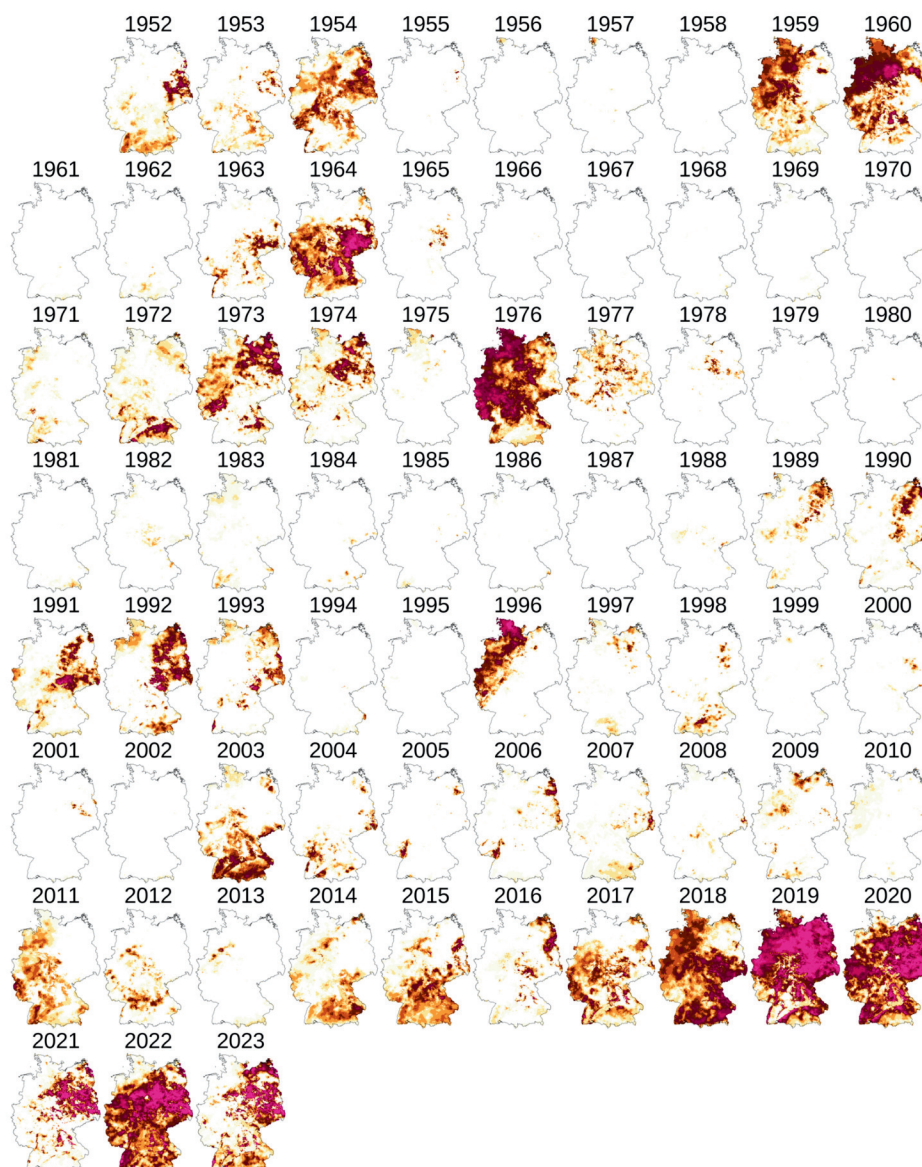
**Mindmap:** Erstellt gemeinsam ein Poster mit einer Mindmap rund um das Thema "Wald in Bedrängnis" und haltet eure Erkenntnisse fest. Wollt ihr euer Poster auf [www.naklim.de](http://www.naklim.de) teilen?

# DER WALD IN BEDRÄNGNIS | GRUPPENPUZZLE

## STAMMGRUPPE: HITZE UND TROCKENHEIT

### TROCKENHEIT IN DEUTSCHLAND

Aufgrund des Klimawandels kommt es zu Veränderungen im Niederschlag und in der Temperatur. Auf der folgenden Abbildung könnt ihr die Trockenheit in den obersten zwei Metern Boden in Deutschland seit 1952 sehen:



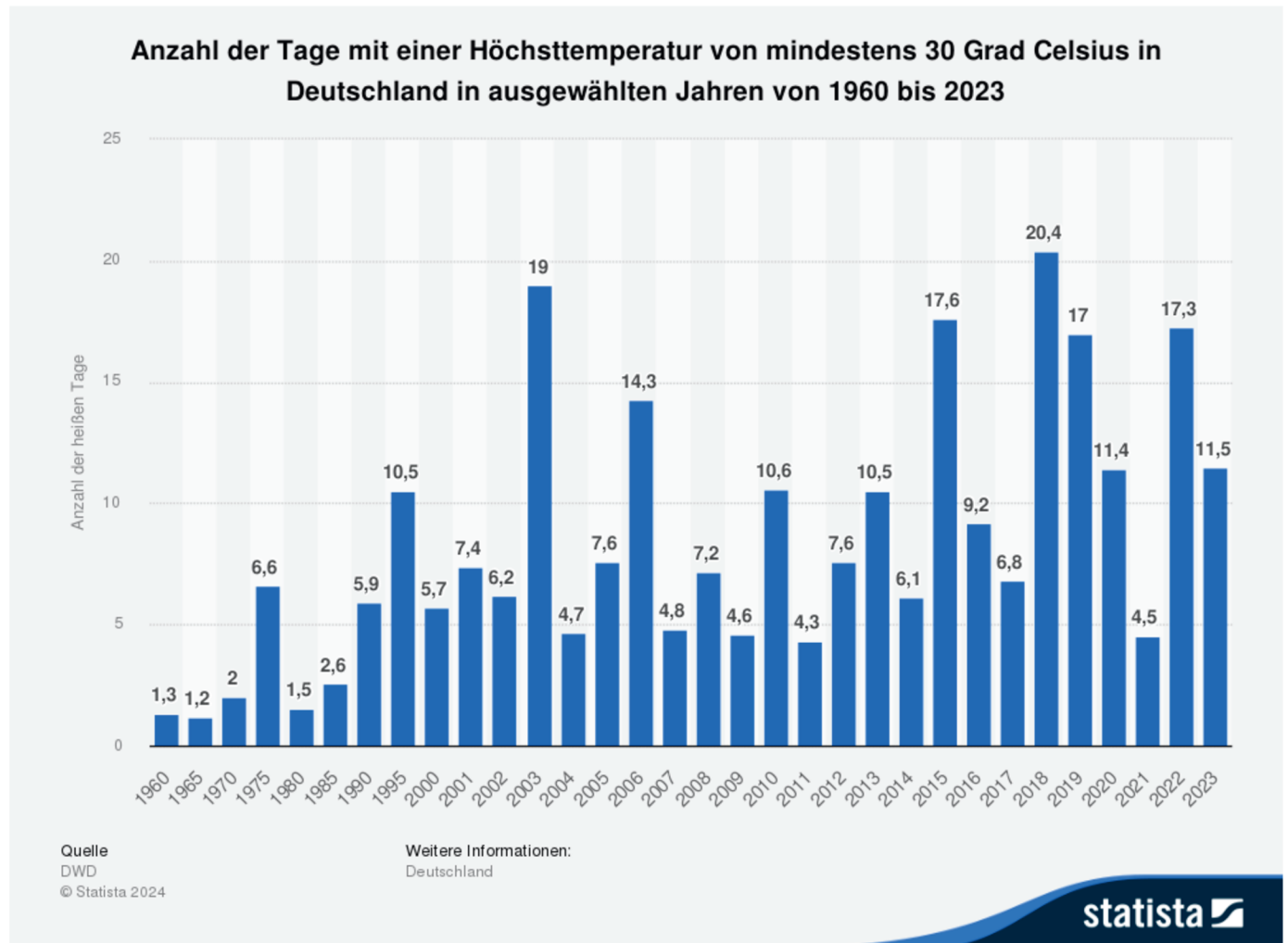
© UFZ-Dürremonitor/ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Friedrich Boeing

### Welches Muster lässt sich erkennen?

Tipp: Achtet auf die Häufigkeit und die Stärke der Dürre. Tieferes Rot ist trockener.

## HITZE IN DEUTSCHLAND

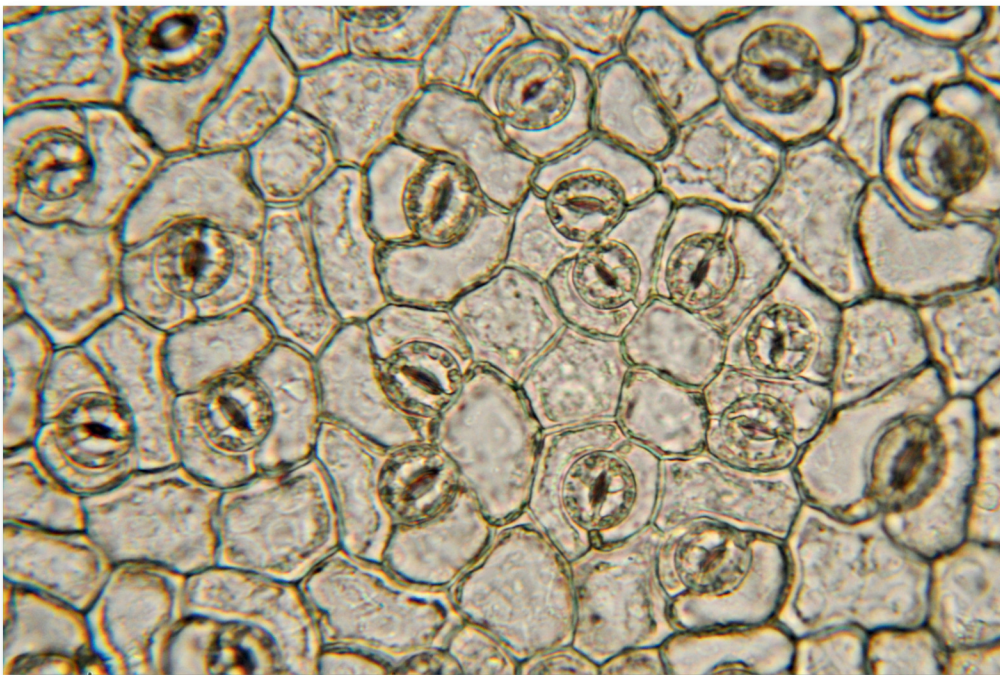
Als nächstes seht ihr ein Diagramm, das die Tage mit Temperaturen über 30 °C pro Jahr seit 1960 darstellt. Beachtet, dass vor der Marke "2000" auf der Jahresachse jeweils Mittelwerte für gleich fünf Jahre auf einmal dargestellt sind.



Wie verändert sich die Anzahl der Hitzetage über die Jahre?

## FOLGEN FÜR BÄUME

Damit aus Wasser und  $\text{CO}_2$  durch Photosynthese Zucker und Sauerstoff wird, müssen Pflanzen das  $\text{CO}_2$  erst einatmen. Die Atmung an den Blättern findet jedoch nicht frei statt. Über die sogenannten Spaltöffnungen, unten im Bild grün, kontrollieren Pflanzen den Gasaustausch. Durch die Öffnungen geht auch Wasserdampf verloren. Die Verdunstung von Wasser kühlt dabei die Pflanze, wie Schweiß beim Menschen. Hohe Temperaturen führen zu einem schnelleren Wasserverlust. Wenn nun aber nicht genug Wasser vorhanden ist, muss die Pflanze durch die Schließung der Spaltöffnungen sparen. Dann kann die Pflanze nicht mehr atmen. **Welche Folgen hat das wohl für einen Baum? Denkt dabei daran, dass ein Baum für Wachstum, Fortpflanzung und auch Verteidigung Energie braucht.**



Quelle: NNehring/GettyImages

**Denkt gemeinsam über die folgende Frage nach und besprecht sie mit euren Stammgruppenmitgliedern, sobald ihr in diese zurückkehrt:**

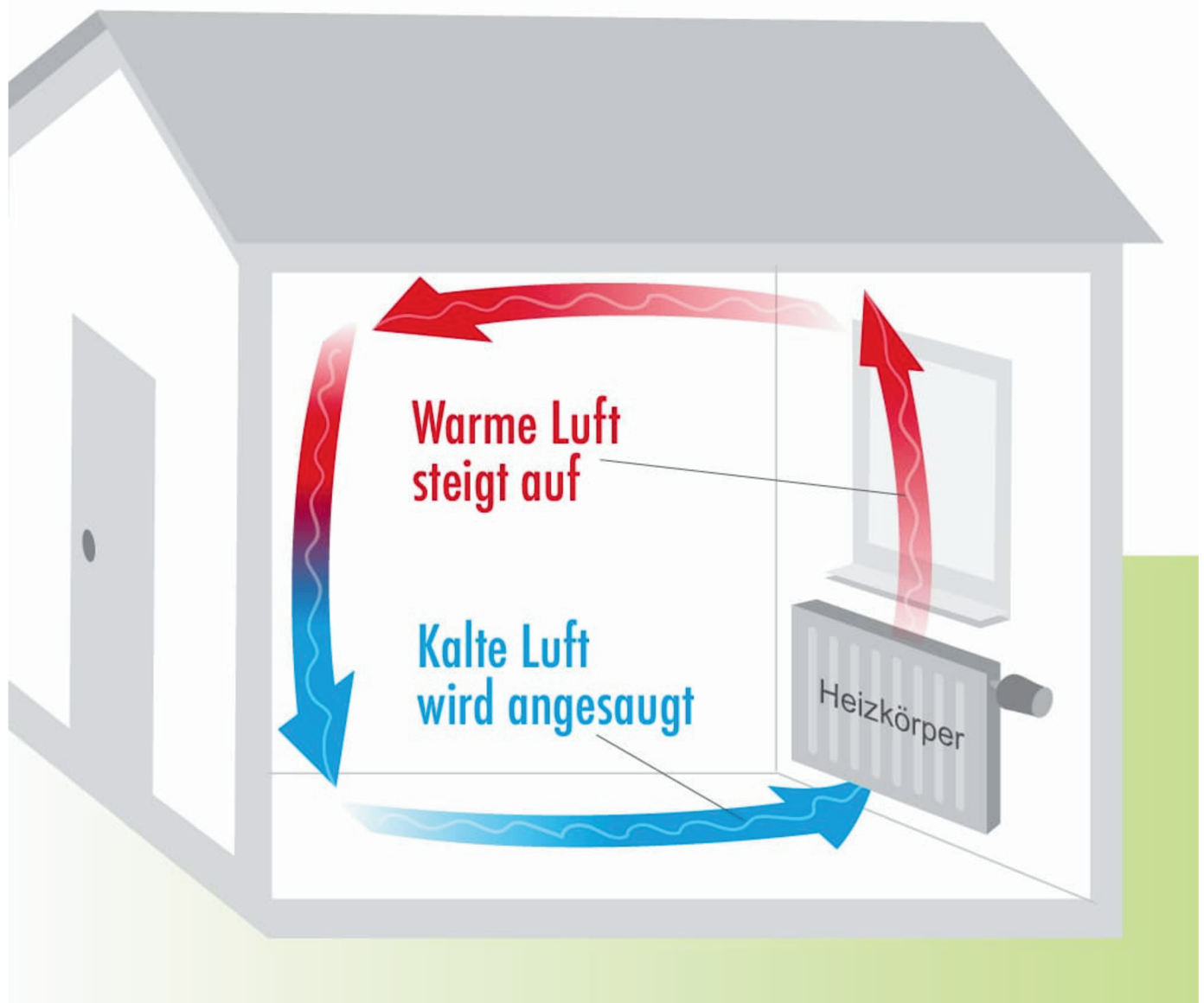
Bäume brauchen Wasser, um ihre Funktionen aufrecht zu erhalten, z. B. Wachstum oder die Bildung von Harz und anderen Stoffen. Was bedeutet das für den Baum, wenn noch anderer Stress dazu kommt?

## STAMMGRUPPE: STÜRME UND STARKWETTEREREIGNISSE

## WIND AUF DER NORDHALBKUGEL

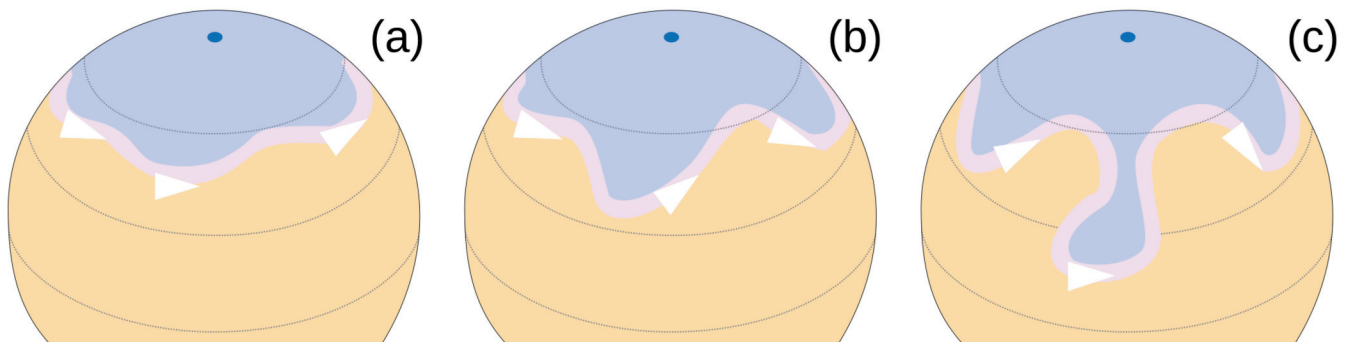
Der Klimawandel stört die bisherigen Wettermuster. Die gewohnten Muster von kühleren Sommern und gemäßigten Wintern in den mittleren Breiten, in denen sich auch Deutschland befindet, kommt zum Teil daher, dass die wärmere, leichtere Luft im warmen Süden aufsteigt und die kältere, schwerere Luft am kalten Nordpol absteigt. So entsteht ein Druckunterschied. Die warme Luft strömt deswegen in der Höhe nordwärts und kühle Luft am Boden südwärts. Das funktioniert auch in kleinen Räumen so, wo die Energie statt aus der Sonne aus Heizkörpern kommt:

## Prinzip der Luftzirkulation in beheizten Räumen



Quelle: sanier.de, Artikel zu Raumklima. Bildlink: [www.sanier.de/wp-content/uploads/images/prinzip-luftzirkulation-raum-heizkoerper-grafik-us.jpg](http://www.sanier.de/wp-content/uploads/images/prinzip-luftzirkulation-raum-heizkoerper-grafik-us.jpg)

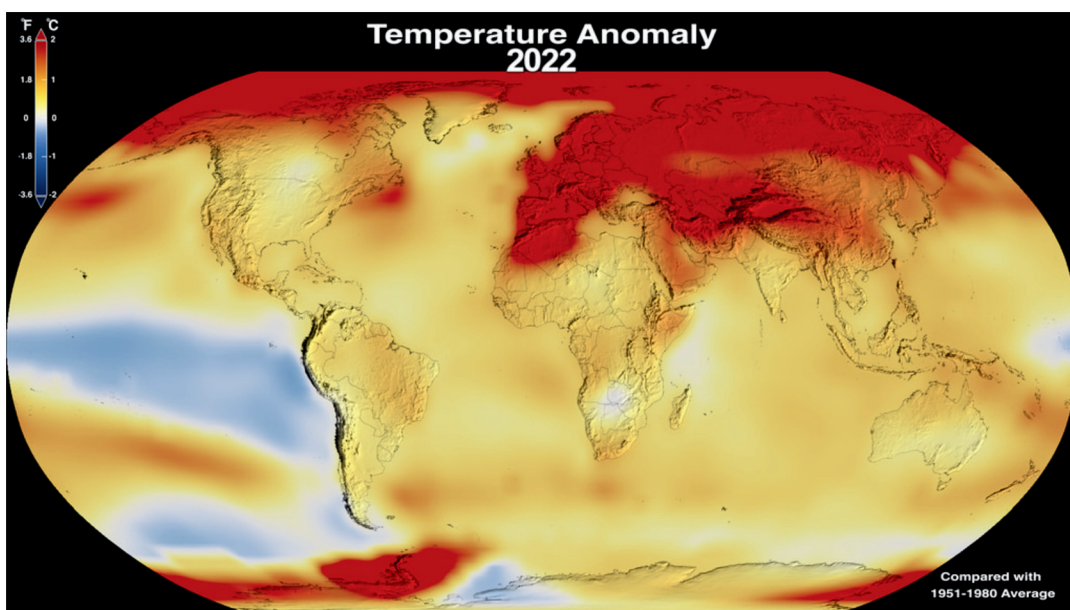
Auf der Nordhalbkugel entstehen so die sogenannten Westwinde. Diese sorgen bisher dafür, dass Wetterlagen nicht lange über einer Region verbleiben sind, weil die Luftmassen weiter geweht wurden. Ein besonders starkes Luftband ist der sogenannte "Jetstream". Dieser ist auf der unteren Abbildung als gelber Pfeil eingezeichnet. Er ist wie eine Grenze zwischen der kalten Polarluft und der wärmeren südlichen Luft. Ein starker Jetstream sorgt für den in Deutschland gewohnten Wechsel zwischen Warmwetter und Regen (links). Wenn er schwächer wird, kann er schlängeln und lange so verbleiben. Dann liegen Wetterlagen auch Monate über der gleichen Stelle (rechts), was je nach Lage zu langen Phasen mit Wärme und Trockenheit oder Kühle und Nässe führen kann.



Quelle: Von Fred the Oyster, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=35217748>

## UNGLEICHE TEMPERATURÄNDERUNG AUF DER ERDE

Als nächstes seht ihr eine Abbildung dazu, wie sich die Temperatur an einem Ort im Jahr 2022 verglichen zum Durchschnitt von 1951-1980 verändert hat.



Quelle: NASA's Scientific Visualization Studio, Data provided by Robert B. Schmunk (NASA/GSFC GISS)

**Welches Muster fällt auf? Wie beeinflusst das wohl die Westwinde?** erinnert euch dabei daran, dass der Temperaturunterschied zwischen kälteren Polen und wärmerem Äquator für die Westwinde und den Jetstream sorgt (s. Abbildungen auf voriger Seite).

## STARKWETTEREREIGNISSE

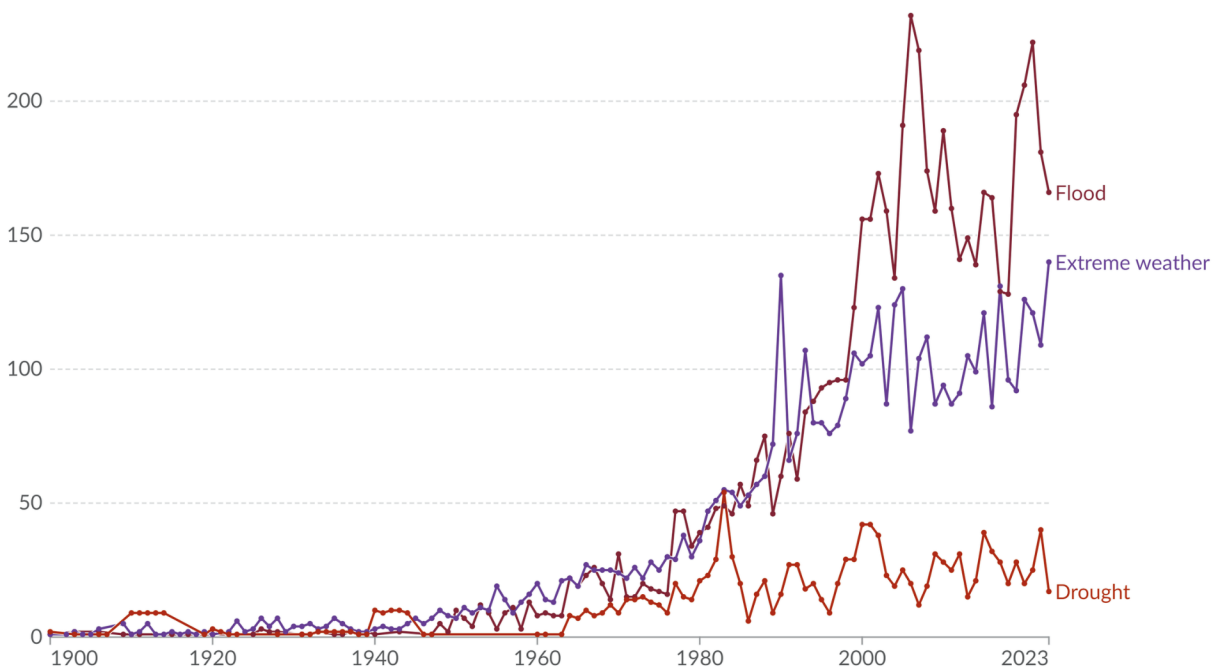
Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen. Bei 30 Grad wird sechs Mal so viel Wasser aufgenommen wie bei 0 Grad, und bei 40 Grad nochmal 60 % mehr als bei 30 Grad. Warme Temperaturen können so zu viel stärkeren Regenfällen führen, wenn das Wasser in der Luft wieder abregnet,

Auf der nächsten Grafik seht ihr die Anzahl der weltweiten Starkwetterereignisse auf der Welt bis 2017.

### Number of recorded natural disaster events, 1900 to 2023

Our World  
in Data

The number of global reported natural disaster events in any given year. Note that this largely reflects increases in data reporting, and should not be used to assess the total number of events.



Data source: EM-DAT, CRED / UCLouvain (2024)

Note: Data includes disasters recorded up to April 2024.

OurWorldinData.org/natural-disasters | CC BY

**Welcher Trend zeichnet sich bei der Abbildung ab? Welchen Einfluss könnten die Starkwetterereignisse auf die Wälder haben?**

**Besprecht mit den anderen, wenn ihr wieder in euren Stammgruppen seid, wie diese Stressfaktoren für Wälder mit den anderen Herausforderungen zusammenhängen könnten.**



## STAMMGRUPPE: SCHÄDLINGE

### BAUMSCHÄDLINGE

Werden Lebewesen durch z. B. Alter schwächer, dann werden sie immer verwundbarer gegenüber Parasiten. Parasiten sind Lebewesen, die einen Nutzen daraus ziehen, anderen zu schaden. Durch somit schneller wegfallende Tiere und Pflanzen wird Platz geschaffen für Neues. Die Parasiten selbst sind auch Futter für andere Tiere oder schaffen ihnen Lebensräume. Pilze, die Holz zersetzen, spielen eine wichtige Rolle dabei, totes und nicht nutzbares Material in nutzbaren Humus, die Schwarzerde, zu verwerten. Auch die sogenannten "Schädlinge" haben somit im ungestörten Ökosystem ihren Nutzen.

In deutschen Wäldern wurden lange vor allem Reinkulturen, das heißt Bäume der gleichen Art, aus gleichaltrigen Bäumen angelegt. Schlimmstenfalls sind es sogar Klone des gleichen Baumes: Sie haben, z. B. durch Vermehrung mit Ablegern alle die gleichen Gene. Wirtschaftlich schien dies zunächst sinnvoll: Gleich schnell wachsende Bäume waren in Reihen angebaut zur gleichen Zeit erntereif. Das ermöglicht eine einfache Ernte aller Bäume mit dem gleichen Satz an Gerätschaften. Doch mit steigender Temperatur fühlen sich manche Schädlinge wohler und neue Arten, denen es vorher zu kalt war, können sich ausbreiten.



Quelle: Henry\_L/Getty Images



Quelle: JimmyLung/Getty Images



Quelle: David Ziegler/Getty Images

Stand 2024 ist nur jeder fünfte Baum in Deutschland noch gesund. 80 % sind also geschwächt. Im geschwächten Zustand sind Bäume anfällig für Befall und die meisten Bäume haben mittlerweile Probleme. Es leiden auch die Bäume unter Befall, die nicht speziell in Reinkulturen angebaut sind.

**Wo haben es Schädlinge wohl generell leichter, sich auszubreiten? In Reinkulturen oder in Mischwäldern?**

## ABWEHRMAßNAHMEN

Auch wenn sie aufgrund ihrer Verwurzelung im Boden und der fehlenden Möglichkeit, sich zu bewegen, recht starr scheinen, haben Bäume durchaus ihre Verteidigungsmöglichkeiten. Wäre dem nicht so, gäbe es sie nicht mehr. Dornen, Stacheln und Brennhaare schrecken Fressfeinde ab. Wachsschichten und eine starke Rinde bieten mechanischen Schutz vor Eindringen in das Gewebe. Gift- und Bitterstoffe werden eingelagert, sodass Fraß als unattraktiv wahrgenommen wird oder den Angreifer verenden lässt. Auch können Botenstoffe freigesetzt werden, die Beutegreifer ihrer Schädlinge anlocken, die diese dann erlegen. Durch das Wurzelnetzwerk und Botenstoffe in der Luft warnen sich Bäume gegenseitig, wenn einer von ihnen betroffen ist. Dadurch können die umliegenden Bäume mit dem Hochfahren von Verteidigungsmechanismen anfangen.



Quelle: BrettCharlton/Getty Images



Quelle: Rainer\_Mata/Getty Images

**Doch all diese Abwehrmaßnahmen benötigen Energie. Überlegt euch was passiert, wenn ein Baum zusätzlich zu Schädlingen anderen Stressfaktoren ausgesetzt ist. Besprecht diese Stressfaktoren mit den anderen Gruppenmitgliedern, sobald ihr wieder in euren Stammgruppen seid.**

## STAMMGRUPPE: INVASIVE ARTEN

## PILZINVASION IN AMERIKA



Quelle: Daderot / Wikimedia Commons

Im Jahre 1904 bemerkte der Förster Hermann Merkel eine orangene Verfärbung an einer der amerikanischen Kastanien im Bronx Zoo von New York. Schon bald darauf waren 98 % der Bäume der Gemeinde infiziert. Der ikonische Baum, den man jetzt hauptsächlich von Fotos der Urgroßelterngeneration kennt, war einst einer der häufigsten Bäume der sommergrünen Wälder der amerikanischen Ostküste. Sprichwörter besagten ein Eichhörnchen konnte von Georgia nach Maine reisen, ohne jemals etwas anderes als die Zweige der amerikanischen Kastanie zu berühren. Mit einer Verbreitungsgeschwindigkeit von 80 Kilometern im Jahr brauchte es jedoch nicht lange, bis die Krankheit weiträumig um sich griff. Von Bergspitzen aus sollte sich beobachten lassen, wie mit jedem Windstoß ganze orangene Wolken an Sporen aus den Wäldern fortgetragen wurden, um neue Bäume zu infizieren.

Was war passiert?

Für den New Yorker Zoo wurden einige Zierpflanzen aus dem asiatischen Raum eingeführt, es waren japanische Kastanien. Diese sind an den Pilz angepasst, weshalb sie mit ihm leben können. Doch die amerikanische Kastanie hatte dem neuen Erreger nichts entgegenzusetzen, und durch ihren dichten Bestand verbreitete sich der Pilz buchstäblich in Windeseile. Im Versuch noch möglichst viel Holz zu retten wurden viele Bäume, bevor die Infektion sie erreichte, flächendeckend gefällt. Dabei könnten widerstandsfähigere Bäume, die aufgrund genetischer Vielfalt zufällig besser angepasst hätten sein können, zum Opfer gefallen sein. Der Pilz tötet nur den Stamm, nicht jedoch das Wurzelsystem. Die Baumstümpfe treiben seitdem immer wieder neue Sprosse aus, die jedoch vor dem Erreichen der Geschlechtsreife wieder vom Pilz abgetötet werden. Außerhalb der Westküste, wo der Pilz keine angemessenen klimatischen Bedingungen findet und einige Bäume einst von Siedlern gepflanzt wurden, wird die amerikanische Kastanie somit als funktionell ausgestorben angesehen. Die unbedachte Einfuhr von Tieren, Pflanzen und Material kann, wie die Geschichte der amerikanischen Kastanie zeigt, also verheerende Folgen haben. **Welche Möglichkeiten fallen euch ein, mit der invasive Arten in ein Land eingeführt werden können? Denkt nicht nur an geschäftliche, sondern auch an private Wege.**

**Was könnten die effizientesten Methoden sein, invasive Arten zu verhindern oder klein zu halten?**

**Besprecht, sobald ihr wieder in euren Stammgruppen seid, wie es sich auf die Bedrohung durch invasive Arten auswirkt, wenn heimische Arten zusätzlich anderen Stressfaktoren ausgesetzt sind.**