



Lerneinheit 1: Patient Wald – Der Wald im Klimawandel

Hintergrundinformationen	19
Inhalt und Lernziele der Lerneinheit	23
Genereller Einstieg in das Thema Wald im (Klima)wandel	23
Einstieg in die Lerneinheit 1: Der Wald als Patient	24
Was hat der Klimawandel damit zu tun? Arbeitsblatt 1: Der Borkenkäfer und das Klima	25
Lernort Wald	26
Reflexion und Lernzielkontrolle	27

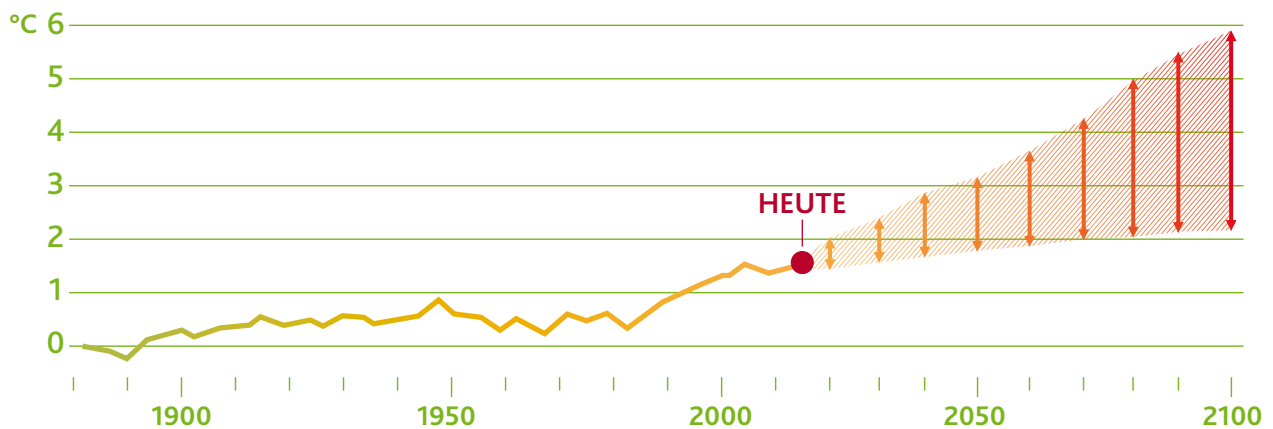
Hintergrundinformationen

Die Auswirkungen des Klimawandels betreffen die Wälder in Deutschland. Die Durchschnittstemperaturen in Rheinland-Pfalz sind bereits um 1,6 °C gestiegen, Tendenz steigend. Hauptverantwortlich dafür ist das Treibhausgas CO₂.

1 °C

beträgt der globale Temperaturanstieg seit 1881 bis heute.

Entwicklung der Durchschnittstemperatur in Rheinland-Pfalz



Quelle: Deutscher Wetterdienst, Darstellung: RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

Verheerende **Sturmereignisse** 2017 und 2018, die extrem trockenen Jahre 2018 und 2019 und der nachfolgende Befall mit Borkenkäfern haben den Wäldern heftig zugesetzt. So wurde die Widerstandskraft der Bäume geschwächt. Vor allem Fichten, aber zunehmend auch Buchen, Eichen und andere Baumarten sind davon betroffen. Schädlinge wie die Borkenkäfer konnten sich massenhaft vermehren. Viele Bäume sind den Belastungen nicht mehr gewachsen. Damit verändert sich auch der Lebensraum für Tiere und Pflanzen im Wald. Typische Waldtier- und Pflanzenarten (z. B. Hirschkäfer) verschwinden, andere kommen hinzu.

1,7 °C

ist die Durchschnittstemperatur in Rheinland-Pfalz seit Beginn der Wetteraufzeichnungen angestiegen. Damit ist das Bundesland von der Klimakrise besonders betroffen.



Hitze



Insekten



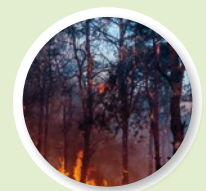
Pilze



Sturm



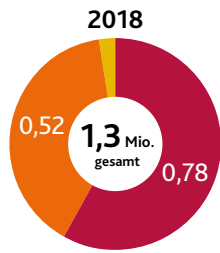
Starkregen



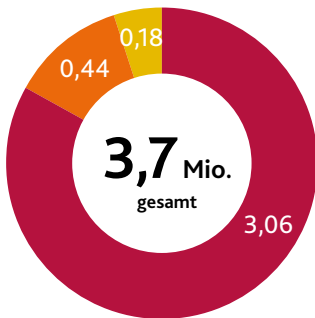
Waldbrand

Quelle: Landesforsten Rheinland-Pfalz, Broschüre „Der Wald ist klimakrank“, 2022

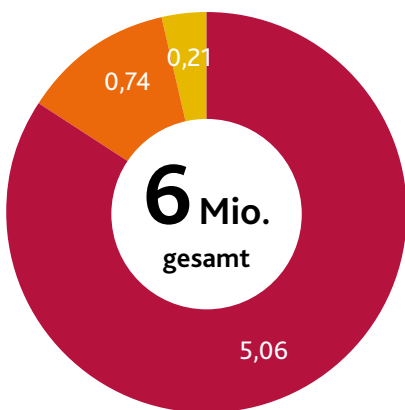
Waldschäden durch Klimastress in Rheinland-Pfalz in Kubikmeter Schadholz (m³)



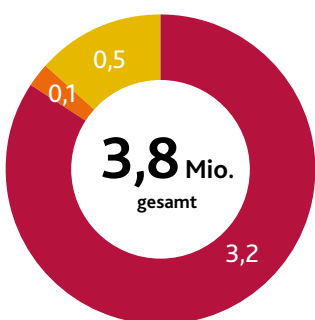
2019



2020



2021



Anteil:

- Borkenkäfer
- Windwurf
- Dürre und andere Waldschäden

Fast 300.000 Hektar Wald, eine Fläche größer als das Saarland, wurden in Deutschland seit 2018 durch **Stürme, Trockenheit und den Borkenkäferbefall** zerstört. Auch Pilze und Starkregen (fördert Bodenerosion) machen dem Wald zu schaffen. Insgesamt sind in Rheinland-Pfalz über 13,5 Mio. m³ Schadholz angefallen. Wenn dieses Holz nicht in Form von langfristigen Produkten (z. B. Möbel) verwertet wird, verrottet es und setzt CO₂ frei.

Von 2018 bis 2021 wurden über 38.200 Hektar aufgeforstet. Somit kann der neu entstandene Wald dazu beitragen, Bodenschäden zu minimieren.

Entstandene Wiederbewaldungsfläche

2018:

3.500 ha

2019:

9.250 ha

2020:

15.000 ha

2021:

9.500 ha

Die derzeit noch häufigste Baumart **Fichte** ist besonders vom Klimawandel betroffen. Sie wird künftig nur noch an wenigen Standorten zu finden sein. Die Aufforstungen in den 50er- und 60er- Jahren des vergangenen Jahrhunderts waren überwiegend durch Fichtenpflanzungen gekennzeichnet. Dies war aus sozioökonomischer Sicht erforderlich, weil durch die Reparationshiebe durch die Alliierten und Käferkalamitäten große Waldflächen vor der Wiederaufforstung standen. Zudem war für die Wiederaufbauleistung nach dem Zweiten Weltkrieg Bauholz in rauen Mengen erforderlich.

So entstanden weite Gebiete mit Monokulturen. Das Problem dabei: Fichten bilden keine tiefen Wurzeln. Bei Stürmen können sie umknicken oder sie werden mitsamt dem Wurzelteller aus der Erde gerissen. Auch die trockenen Sommer setzen ihnen sehr zu. Weil sie Flachwurzler sind, leiden sie stark unter Trockenheit und Hitze. Die Bäume sind dem Befall durch Borkenkäfer nicht mehr gewachsen und sterben großflächig ab, insbesondere auf Standorten im Flachland.

Nahezu jede Baumart des Waldes hat ihre „eigenen“ **Borkenkäferarten**. Diese finden in vorgeschädigten und absterbenden Bäumen günstige Entwicklungsbedingungen. In Deutschland haben sich die Fichten-Borkenkäfer in den letzten Jahren sehr stark vermehrt. Gefährlich ist besonders der Buchdrucker, der Fichtenwälder bei Massenauftritten großflächig zum Absterben bringen kann.

Auch die zunehmende **Bodendürre** ist ein Problem. Bäume können mit ihrem Wurzelwerk an unterirdische Wasserreservoirs gelangen. Doch die Wasservorräte werden immer weniger. Untersuchungen zeigen, dass vor allem tief im Erdboden das Wasser fehlt: je weiter unten, desto trockener. Der Boden ist mittlerweile tiefgründig ausgetrocknet. Zum Auffüllen der Vorräte an Bodenwasser braucht es je nach Standort Monate oder sogar Jahre.



Der Borkenkäfer überwintert in der Borke sowie in der Waldbodenstreu und wird ab einer Tagestemperatur von 16 und einer Nachttemperatur von 10 Grad Celsius aktiv. Dann bohrt er sich aus seinem Winterquartier aus und sucht sich einen neuen Baum, in dem er sich weiter vermehren kann.

Buchdrucker / Kupferstecher



4,2–5,5

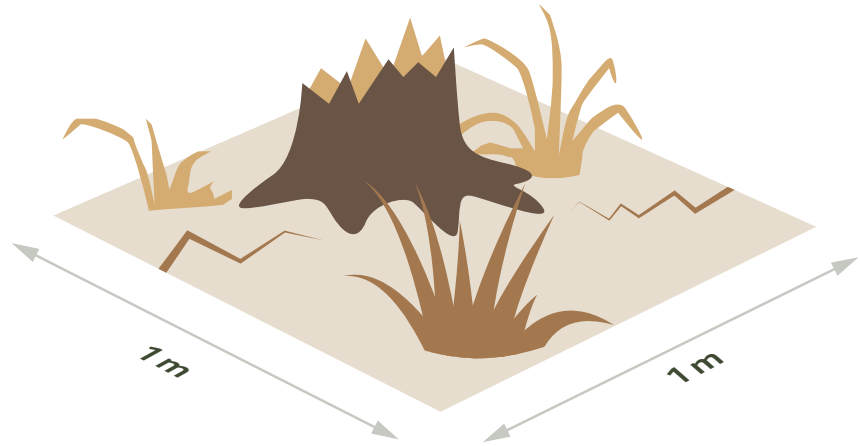


1,6–3,0

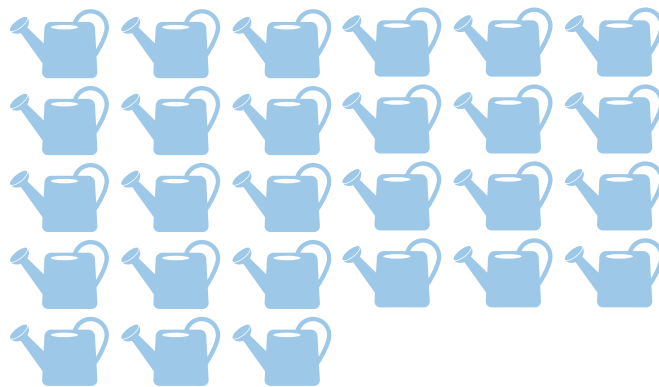
Länge in Millimeter

Bäume werden in Festmetern gemessen. Das entspricht einem Kubikmeter. Eine durchschnittliche Fichte hat ungefähr 0,9 Festmeter. 2018 wurden rund 1 Million Festmeter wegen Borkenkäferbefall gefällt. 2019 waren es sogar 3,05 Millionen Festmeter. Das macht zusammen 4,6 Millionen Bäume – Tendenz steigend.

Die geringen Niederschläge mit lang anhaltender Trockenheit im Jahr 2018 haben ab Januar zu einem Niederschlagsdefizit gegenüber dem langjährigen Mittel geführt, das im November 2018 seinen Höhepunkt erreichte und sich auch im Jahr 2019 bis Mai 2020 fortgesetzt hat.



270 l/m² Weniger Regen zwischen Januar 2018 und Mai 2020 im Vergleich zum langjährigen Mittel



Es fehlen somit 27 Gießkannen* Wasser pro m² Wald.

Im Jahr 2021 entsprachen die Niederschläge etwa dem langjährigen Mittel. Aber schon 2022 war wieder ein ausgesprochen trockenes Jahr.

Quelle: Landesforsten Rheinland-Pfalz, Broschüre „Der Wald ist klimakrank“, 2022 | Gestaltung: Jonathan Fieber

Das Auftreten von Waldbränden ist in Deutschland aufgrund der klimatischen und hydrologischen Gegebenheiten und der vorherrschenden Waldbestockung stark gestiegen – auch in Rheinland-Pfalz. Die extreme sommerliche Dürre, die wohl mit dem Klimawandel zunehmen wird, schwächt nicht nur die Bäume, sondern begünstigt auch den Ausbruch von Bränden. Waldbrände entstehen meist **durch menschliches Handeln** (Brandstiftung, Fahrlässigkeit, Entzündung alter Munitionsreste), deutlich seltener auf natürliche Weise (z. B. Blitzschlag). Risiko-untersuchungen sagen für die kommenden Jahrzehnte ein steigendes Waldbrandrisiko für Deutschland voraus. Dies liegt im Wesentlichen an erhöhten Temperaturen und rückläufigen Niederschlägen in den Frühjahrs-, Sommer- und Herbstmonaten.

Inhalt und Lernziele der Lerneinheit

Die Lernenden befassen sich mit den **Leitfragen**:

- ➔ **Wie verändert sich der Wald? Was hat der Klimawandel damit zu tun? Sie erkennen die Gefahren für den Wald, wie Stürme, Starkregen, Trockenheit, Waldbrand und Borkenkäfer.**

Genereller Einstieg in das Thema Wald im (Klima)wandel

Um die Lernenden ins Thema einzustimmen, können Sie eine **Fantasiereise** voranstellen. Beispielsweise können sich die Schüler*innen vorstellen, dass sie als Greifvogel über die Baumwipfel eines Waldes gleiten und dort Tiere und Menschen von oben beobachten. Anschließend sammeln sie hier ihre Eindrücke und Empfindungen.

Die Schüler*innen greifen zu Beginn ihren **Wissensstand** auf und rufen ihre bisherigen **Erfahrungen** zum Thema Wald ab:

- ➔ **Wie oft seid ihr im Wald, was macht ihr da und wie findet ihr das bzw. wie fühlt ihr euch dabei?**
- ➔ **Was gefällt euch und was findet ihr weniger gut? Was bedeutet der Wald in eurem Leben?**
- ➔ **Welche Begriffe fallen euch sonst noch zum Thema Wald ein?**

Weitergehende Informationen zu Waldschäden:

[Ursachen für Schadhölz \(Statista\)](#)

[Größte Borkenkäferplage seit über 70 Jahren \(Video TU Dresden\)](#)

[Infografik Dürre im Wald \(FNR\)](#)

[Boden-Dürremonitor Deutschland \(UFZ\)](#)

[Warum brennen unsere Wälder? \(NABU\)](#)

[Waldbrände in Deutschland \(DFWR\)](#)

[2020/21: Der Wald leidet weiter \(MKUEM/Landesforsten RLP\)](#)

Fachbereich Geschichte

Alternativer Einstieg oder Exkurs über die Geschichte des Waldes: Wie sieht der Wald heute aus im Vergleich zu früher? Was hat sich (wann) geändert? Und was könnten die Ursachen sein? Informationen dazu finden Sie unter:

- [Wald und Mensch im Wandel der Zeit-
alter \(Landesforsten
Rheinland-Pfalz\)](#)
- [Zeitstrahl Wald-
kulturerbe \(BMEL\)](#)

Mögliche Methoden:

- Mindmap (Einzel- oder Gruppenarbeit)
- Brainstorming im Klassenverband auf (digitalem) Plakat oder mit Moderationskarten
- Blitzlichttrunde (im Englischen: round robin)

Die Schüler*innen clustern gemeinsam die Ergebnisse nach: Wissen/Nutzung/Haltung/Gefühle

Hinweis: Sie können diesen **Themenspeicher** bestehen lassen und auch im Laufe der folgenden Lerneinheiten in der Reflexionsphase kontinuierlich ergänzen. Hieran kann der Zuwachs an Wissen sowie Reflexion der eigenen Haltung sichtbar gemacht werden.

Einstieg in die Lerneinheit 1: Patient Wald

Nachdem die Lernenden nun den Wald „vor Augen haben“, können Sie mit einer Leitfrage fortfahren:

Zwischen 2019 und 2021 sind in Rheinland-Pfalz so viele Bäume wie noch nie gestorben. Was ist passiert?



Was ist passiert? Spurensuche mit Lerntafeln

Impuls: „Schaut euch die Fotos von den Waldschäden gemeinsam an und stellt Vermutungen an, was hier passiert ist.“

Nutzen Sie hierfür die Bilder 1, 4, 6 und 9 der Lerntafeln. Die Bildbeschreibungen zum Abgleich der Vermutungen finden Sie im Begleit-PDF zu den Lerntafeln.



Was hat der Klimawandel damit zu tun? Arbeitsblatt 1: Der Borkenkäfer und das Klima

Informationen sammeln und kontextualisieren / Zusammenhänge in einem Schaubild darstellen:



Die Lernenden werten die Statistiken auf dem Arbeitsblatt 1 „Der Borkenkäfer und das Klima“ in Einzel- oder Gruppenarbeit aus und kontextualisieren anschließend die Zusammenhänge (mithilfe der Recherchelinks auf den Folgeseiten).



Alternativ oder zusätzlich können Sie die Lerntafeln mit den entsprechenden Grafiken zeigen. Nachdem die Lernenden Vermutungen über die Zusammenhänge angestellt haben, sehen Sie sich zusammen mit ihnen die Grafik Baumscheibe von den Lerntafeln an (Hinweis: besonders warmes Jahr 2020) und erläutern die Zusammenhänge.



Mithilfe von Arbeitsblatt 2 „Was wirkt wie?“ stellen die Lernenden weitere Zusammenhänge heraus. Vervielfältigen Sie die Arbeitsblätter, lassen Sie die Begriffe und Wirkungspfeile ausschneiden und anschließend können Wirkungsgefüge zusammengestellt werden als:



einfache Kausalketten, z. B.:
Klimawandel führt zu Dürre



Kreislaufmechanismen
bzw. Klimawandel > Dürre > trockene Bäume =
geschwächte Bäume > Baumsterben > CO₂-
Anstieg > Klimawandel



ein multikausales Wirkungsschaubild, siehe z. B. Lösungsblatt/Arbeitsblatt 3 „Wie was wirkt!“ (Dieses Lösungsblatt können Sie alternativ auch zur Besprechung im Klassenverband heranziehen, wenn Sie die Zeit zur eigenständigen Erarbeitung einsparen möchten.)



Alternativ können Sie die Kausalketten-Übung auch im [Online-Spiel „Wie wirkt was?“](#) durchführen. Mehr Informationen zu den Inhalten sowie Unterrichtsimpulse finden Sie im [Begleitmaterial](#) zum Spiel.

Exkurs Mathematik

Beispielhafte Rechenaufgaben als Zukunftsszenarien:



Aufgabe 1: proportionales Denken

(ab Klassenstufe 7) /
Ausrechnen der Baumanzahl: 2018/2019 sind in den Wäldern von Rheinland-Pfalz 5,1 Mio. Kubikmeter Schadholz angefallen. Das entspricht ca. 5,5 Mio. Bäumen! Windwurfbilanz der zurückliegenden beiden Jahre: 750.000 Kubikmeter Holz! Wie vielen Bäumen entspricht das? (Lösung: 850.000 Bäumen).

Aufgabe 2: Exponentielles Wachstum

(Klassenstufe 10) /
Berechnung von Borkenkäferdynamik mit folgenden Annahmen auf der nächsten Seite.

Um diese Wirkungszusammenhänge selbst erstellen zu können, erschließen sich die Lernenden weitere Informationen (siehe **Recherchetipps**).

Die Schüler*innen vergleichen im Anschluss die Ergebnisse. Sie diskutieren und ergänzen gemeinsam die komplexen Zusammenhänge.

Recherche-Tipps: Zur Erarbeitung der Kausalketten und/oder zur Enttätzelung der Leitfrage können die Lernenden weitere Informationen sammeln (Schwierigkeitsgrad 1–3):

- freie Recherche oder
- Medienschau mit Stichwortsuche, z. B. „Rheinland-Pfalz“ und „Klimawandel“, „Waldschäden“ etc. oder
- gemeinsames Anschauen oder Web-Quest in Gruppen mit folgenden Links (durch Nutzung und Auswahl können Sie den Schwierigkeitsgrad variieren):
 - [Planet Wissen: Wie geht es dem Wald? \(Film, 6:04 Min.\)](#)
 - [Broschüre „Der Wald ist klimakrank“ \(PDF\)](#)
 - [FAQs „Der Wald im Klimastress“ \(PDF\)](#)

Bei Bedarf geben Sie den Lernenden noch folgende Leitfragen an die Hand:

- Welche Waldschäden gibt es?
- Was sind die Ursachen für diese Waldschäden?
- Was hat der Klimawandel damit zu tun?

Lernort Wald

Eine regionale Waldzustandserhebung lässt sich erlebnisorientiert im Wald umsetzen! Planen Sie einen Ausflug in den Wald und lassen Sie die Lernenden selbst auf Spurensuche gehen. Klären Sie vorab anhand der Lerntafeln oder mit einer/einem Waldpädagog*in oder Förster*in: Woran erkennen wir tote/krankte Bäume? Wie sieht ein Kahlschlag aus? Wie erkennt man die Schädlinge? Mögliche Methoden zur Erkundung:

- Waldexkursion mit Waldtagebuch/Schadensbericht
- Foto-Rallye „Spurensuche“. Sammeln Sie die Fotos auf einem Social-Media-Kanal Ihrer Schule oder auf Instagram unter [#waldzukunftgestalten](#), [#waldrlp](#) oder [#klimaschutzist-waldschutz](#) und werten Sie sie anschließend aus.
- Apps für den Waldbesuch:
 - [Waldfibel \(BMEL\)](#)
 - [Flora Incognita \(Pflanzen erkennen\)](#)
- Begleitete Waldbesuche planen mit:
 - [Waldpädagog*innen in Rheinland-Pfalz](#)
 - [Ansprechpartner*innen Landesforsten RLP/Förster*innen](#)

Reflexion und Lernzielkontrolle

- Ergänzen Sie den Themenspeicher aus der Einstiegsphase gemeinsam (Begriffe, Wissen, Meinungen, Gefühle).
- Reflexionsfragen im Gesprächskreis, z. B.: Erläutert den Ausdruck „Patient Wald“!
- Beschreibt und bewertet die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald!



Zu jeder Lerneinheit gibt es ein Quiz mit Multiple Choice bzw. Suchbildern, um den Wissenszuwachs der Lernenden zu überprüfen. Hier kommen Sie zum [Quiz](#) „Patient Wald“ sowie zum [Begleitmaterial](#).



1 Borkenkäferweibchen legt 50 Eier, daraus entstehen 50 Prozent Männchen und 50 Prozent Weibchen, die Mortalitätsrate liegt bei 50 Prozent in jeder Generation, in einem warmen Sommer entwickeln sich in 8 Wochen eine Generation. (Anm. hier könnte auch mit 10 oder 12 Wochen alternativ zu Klimaszenarien gerechnet werden.) Die Überlebensrate im Winter liegt bei 10 Prozent. Ab etwa 200 Käfern pro Baum stirbt dieser ab. Lassen Sie berechnen, wie viele Bäume absterben könnten, wenn in einer Ausgangslage nur 1 Baum mit 200 Käfern befallen ist.



Was passiert in einem Sommer? Und was ist nach mehreren Jahren passiert? (ggf. grafische Darstellung der Ergebnisse).