

# Stundenbild Der Wald im Klimawandel

## ► Natur/Lebensräume

**Welche Waldgesellschaften gibt es in Österreich bzw. in der Steiermark?**

**Wie wirkt sich der Klimawandel auf Waldökosysteme aus?**

**Wie können sich heimische Wälder an den Klimawandel anpassen?**

*Der Klimawandel betrifft alle Ökosysteme der Erde und somit auch die heimischen Wälder. Die Forstwirtschaft steht sogar vor besonderen Herausforderungen, da hier langfristig geplant werden muss.*

Das Stundenbild beleuchtet die spezielle Situation der Wälder in der Steiermark und die SchülerInnen lernen klimawandelbedingte Gefahren für den Wald kennen bzw. erfahren, welche Maßnahmen zur Klimawandelanpassung in der Forstwirtschaft notwendig sind.



### Ort

Klassenraum

### Schulstufe

9.-13. Schulstufe

### Gruppengröße

Klassengröße

### Zeitdauer

2 Schulstunden

### Lernziele

- Kenntnisse über heimische Wälder vertiefen
- Komplexe Zusammenhänge und Wechselwirkungen in der Natur verstehen
- Aktuelle Klimaprognosen für die Steiermark kennen lernen
- Auswirkungen des Klimawandels auf Waldökosysteme sowie auf die Waldbewirtschaftung erkennen

## Sachinformation

### Lehrplanbezüge

Während das Thema dieses Stundenbildes im Lehrplan der **Höheren Lehranstalt für Forstwirtschaft** natürlich immanent ist und sich darin zB die Formulierung „Ursachen des Klimawandels erklären, mögliche Auswirkungen auf Waldökosysteme veranschaulichen und Schlussfolgerungen für die Waldbewirtschaftung ableiten“ findet, kommen die Begriffe „Wald“ oder „Forst“ in den Lehrplänen der **AHS-Oberstufe** für die Fächer „Biologie und Umweltkunde“ und „Geographie und Wirtschaftskunde“ nicht vor. Allerdings bieten sich auch dort zahlreiche Anknüpfungspunkte für die Umsetzung dieses Stundenbildes, da die Beschäftigung mit Ökosystemen laut beiden Lehrplänen stattzufinden hat und sich Aktivitäten im fachübergreifenden Kontext hier besonders anbieten. So sollen etwa Umweltprobleme und deren Ursachen am Beispiel Klimawandel diskutiert werden, Wechselwirkungen zwischen Klima und Vegetation und das Zusammenwirken geoökologischer Faktoren verstanden und am Beispiel eines alpinen sowie eines außeralpinen österreichischen Landschaftsraumes aufgezeigt werden.

Als weiteres Beispiel kann etwa der Lehrstoff „Wechselspiel zwischen Klima und Vegetation“ aus dem Lehrplan der **HAK** zitiert werden, wofür sich dieses Stundenbild ebenfalls eignet.

### Eine kurze Waldgeschichte

Wie jedes Ökosystem unterlag auch der Wald in Mitteleuropa im Lauf der Geschichte natürlichen Schwankungen des Klimas und musste sich immer auf neue Gegebenheiten anpassen. In der Regel kam es dabei über längere Zeiträume zu massiven Veränderungen von Waldgesellschaften. Der durch den Menschen verursachte Klimawandel stellt die Forstwirtschaft nun aber deshalb vor besonders große Herausforderungen, da dieser Wandel in kurzen Zeiträumen zu vergleichsweise sehr starken Temperaturänderungen führt (zB innerhalb der Umtriebszeit eines Baumes, das ist die Zeit von der Pflanzung bis zur Ernte). Um die rasanten, aktuellen Änderungen im Klima besser mit vergangenen natürlichen Klimaschwankungen über Jahrtausende vergleichen zu können, lohnt sich ein Blick zurück in die Waldgeschichte (s. Abb. 1).

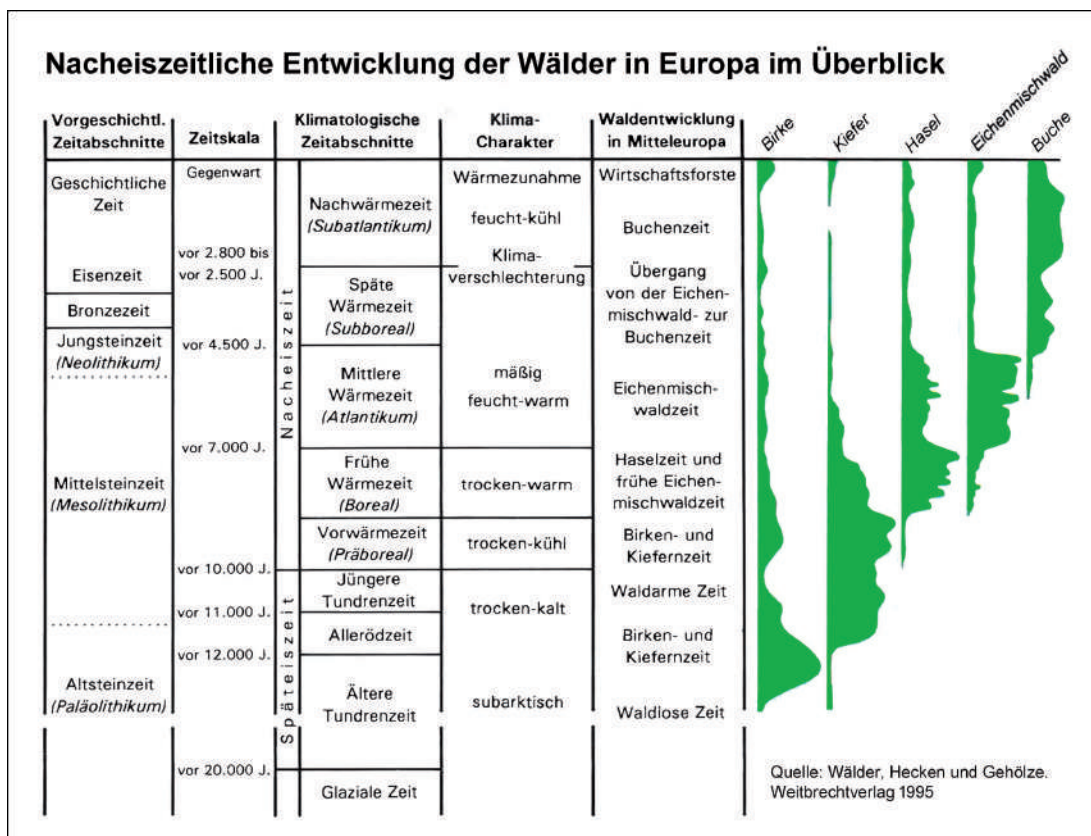


Abb. 1: nacheiszeitliche Waldentwicklung in Europa

Die Waldgeschichte des heutigen Mitteleuropas begann in der Späteiszeit, in der „Jüngeren Tundrenzzeit“ vor etwa 12 000 Jahren. Durch die allmähliche Erwärmung zogen sich die Eismassen aus den bis dahin vergletscherten Regionen Europas langsam zurück und es siedelten sich Birken, Kiefern, Weiden und Zwergbirken an („Birken-Kiefern-Zeit“). Das Waldbild muss zu dieser Zeit ausgesehen haben wie etwa die heutige Vegetation in Lappland.

Mit Beginn der Nacheiszeit vor etwa 10 000 Jahren breitete sich zunächst die Hasel massiv aus („Haselzeit“), gefolgt von anspruchsvolleren Bäumen wie Eichen, Ulmen, Linden, Ahorne sowie Eschen und schließlich Erlen und Fichten („Frühe Eichenmischwaldzeit“). So wurden die anfänglichen Birken- und Kiefernwälder auf ungünstigere Standorte wie Sandböden verdrängt.

In der folgenden „Eichenmischwaldzeit“ vor 7 500 bis 5 000 Jahren herrschten dann vorwiegend Eichen mit Begleitarten wie Linden, Ahorne, Hainbuche und Ulmen vor. In den tieferen Lagen bildeten sich in dem feucht-warmen Klima (Jahresmittel rund 2 °C wärmer als heute) ausgedehnte sommergrüne Laubmischwälder. Es entstand auch eine differenzierte Strauch- und Krautvegetation, die sich dem Vegetationsrhythmus dieser Mischwälder anpasste. Die Waldgrenze lag, bedingt durch die höheren Temperaturen, um etwa 300 m höher als heute. In Gebirgswäldern erlangte die Fichte ihre erste größere Verbreitung, in den Mittelgebirgslagen wurden Rotbuche sowie Weißtanne nachgewiesen.

Diese Arten verdrängten in der nachfolgenden „Buchenzeit“ viele Laubmischwälder und drangen insbesondere durch eine Klimaverschlechterung vor etwa 2 800 bis 2 500 Jahren mit feucht-kühlem Klima auch in die Gebirgswälder vor.

Seit der Jungsteinzeit (Neolithikum) vor 4 500 Jahren begann auch der Mensch, Wälder zu beeinflussen. Beim allmählichen Übergang vom Jäger und Sammler zum Bauern rodete er insbesondere in Tieflagen die Mischwälder und begann mit Ackerbau und Viehzucht.

Holz wurde im Laufe der Zeit von wirtschaftenden Menschen immer stärker auch als Bau- und Brennmaterial benötigt. Im heutigen Mitteleuropa löste sich die geschlossene Walddecke durch die systematische Rodungstätigkeit vor allem der Klöster im Mittelalter zwischen 800 und 1 200 n. Chr. in einzelne Bruchstücke auf. Ab dem 12. Jahrhundert kam

es zu einer starken Bevölkerungszunahme, die wiederum den Handel mit Schiffbau und den Siedlungsbau anregte. Ab dem 16. Jahrhundert kamen dann noch die expandierende Metall-, Glas- und Seifenindustrie dazu, die durch den Bedarf an Holzkohle ebenfalls zu großflächigen Rodungen der Wälder führte. Waldweide und Streunutzung führten darüber hinaus dazu, dass auch die letzten verbliebenen Mischwälder allmählich ihre natürliche Regenerationsfähigkeit durch Naturverjüngung verloren.

Die verheerenden ökologischen und wirtschaftlichen Folgen dieser Misswirtschaft führten noch im 19. Jahrhundert zum Aufbau einer Forstwirtschaft, der es in jahrzehntelanger Arbeit gelang, Mitteleuropa zumindest teilweise wieder aufzuforsten. Was nun aber wuchs waren keine Urwälder mit standorttypischen Gehölzen mehr, sondern Wirtschaftswälder ohne wildwüchsige Vegetation und oftmals mit standortfremden, schnell wachsenden Bäumen wie Fichten und Kiefern. Diese „Kulturleistung“ wurde auch ermöglicht durch den verstärkten Ersatz von Holzkohle durch Stein- und Braunkohle und später durch Erdöl als Energieträger sowie durch die Verlagerung des Holzeinschlages in andere Teile der Erde wie in Kolonien oder in sog. Entwicklungsländer.

Mitteleuropa und damit auch Österreich sind also Waldland und würden ohne menschliche Beeinflussung bis auf wenige Ausnahmen wie Moore, Steppenbereiche sowie Fels- und Sandstandorte auch heute wieder langsam von standorttypischem Wald bedeckt werden. Doch Wald ist nicht gleich Wald, die jeweilige Nutzung beeinflusst die Biodiversität genauso wie die geographische Ausrichtung oder die Seehöhe. Aus diesem Grund findet man im Alpenland Österreich und in der Steiermark viele unterschiedliche Waldgesellschaften.

## Österreichs Waldgesellschaften

Natürliche Waldgesellschaften wurden in den letzten Jahrhunderten sehr stark verdrängt bzw. durch den Menschen mehr oder weniger stark verändert. Die Vorteile natürlicher bzw. naturnaher Waldgesellschaften liegen einerseits in ökologisch relevanten Faktoren, andererseits auch in ökonomischen Erleichterungen, welche sich aus der Nutzung der Natürlichkeit ergeben. So entfallen etwa oftmals Kosten für die Wiederbewaldung, da

diese meist durch Naturverjüngung und nicht durch teure Aufforstungen bewerkstelligt werden kann.

Einige Waldbestände wirken zwar wie Urwälder, sind aber trotzdem anthropogen beeinflusst - sie zeigen aber den Endzustand der Waldvegetation, wie sich Wald derzeit ohne menschlichen Einfluss entwickeln würde. Generell sollten natürliche Waldgesellschaften erhalten bzw. Wälder in diese Richtung zurückgeführt werden, da diese widerstandsfähiger gegen Umwelteinflüsse sind und auch eine höhere Biodiversität beinhalten. In Österreich zeigt sich eine enorme Waldvielfalt: Wir finden 125 Waldgesellschaften in 22 Wuchsgebieten mit 93 Waldbiotoptypen und 65 Baumarten (Quelle: BMLFUW).

## Die steirische Situation

62 % der steirischen Landesfläche sind von Wald bedeckt (s. Abb. 2), somit ist die Steiermark das walddreichste Bundesland Österreichs.

In den alpinen Landesteilen liegt der größte Teil des steirischen Waldes im Wuchsgebiet „Östliche Zwischenalpen“. Hier findet sich das natürliche Verbreitungsgebiet der Fichten-Tannen-Buchwälder. Das Gebiet der Fichten-Lärchenwälder befindet sich in der inneralpinen, gemäßigt kontinentalen Zone. Im west- und oststeirischen Bergland mit warm-feuchtem Klima sind Fichten-Tannen-Buchwälder heimisch. In tieferen, bodensauren Lagen kommen Buchen-Eichen-Wälder mit Tanne, Hainbuche und Edelkastanie vor.

Auf rund zwei Drittel der Waldfläche herrscht eine relativ naturnahe Baumartenverteilung vor, auf dem restlichen Drittel hat aber die Fichte die laubholzreichen Bestände verdrängt.

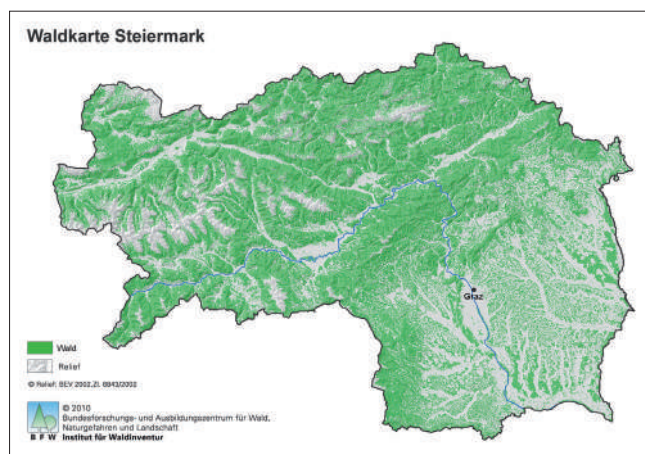


Abb. 2: Waldflächen der Steiermark

## Typische steirische Waldgesellschaften

Die folgende Auflistung zeigt die für die Steiermark typischsten Waldgesellschaften und die dort bestimmenden Baumarten:

### Auwald

je nach Höhenstufe gibt es verschiedene Auwaldtypen

- in Tieflagen (kolline Stufe): Schwarzerle, Weiden, Pappeln, Esche, Eichen, Linden
- in Mittellagen (submontane Stufe): Grauerle, Weiden, Esche, Birke, Traubenkirsche
- in Hochlagen (montane Stufe): Weiden, Tamariske

**Eichen-Kiefern-Mischwald:** kolline bis submontane Stufe; trockene Wälder mit Eichen, Rotkiefer (Rotföhre), Hainbuche, Edelkastanie, Linden; Weststeiermark

**Eichen-Hainbuchenwald:** kolline Stufe; meist trockene Wälder mit Hainbuche, Eichen, Feldahorn, Winterlinde, Traubenkirsche, Vogelkirsche; Ost- und Weststeiermark

**Bergahorn-Buchenwald:** kolline bis submontane Stufe; mit Bergahorn, Rotbuche, Esche, Sommerlinde; feuchte Schluchtwälder des Hügellandes sowie in Mittelgebirgslagen

**Buchenwald:** kolline bis montane Stufe; Rotbuche, Hainbuche, Bergahorn, Hasel; kleinräumige feuchte bis trockene Wälder je nach Untergrundgestein

**Tannen-Buchen-Mischwald:** submontane bis montane Stufe; Weißtanne, Rotbuche, Bergahorn, Esche; kleinräumiger Waldtyp auf nicht zu trockenen Böden

**Fichten-Tannenwald:** montane Stufe; Fichte, Tanne, Eiche, Rotkiefer, Grauerle, Latsche, Grünerle

**Lärchen-Fichtenwald:** montane bis subalpine Stufe; Lärche, Fichte, Eberesche; häufige Waldgesellschaft im gebirgigen Teil der Steiermark

**Montaner Fichtenwald:** montane bis subalpine Stufe; Fichte und Eberesche; häufige Waldgesellschaft; oftmals auch als Monokultur angepflanzt



**Zirben-Lärchen-Fichtenwald:** hochmontane bis subalpine Stufe; Zirbe (Zirbelkiefer) und Lärche; kleinräumiger Waldtyp, Seetaler Alpen, Niedere Tauern, Dachsteinplateau, Totes Gebirge)

**Krummholzvegetation:** subalpine bis alpine Stufe an der Baumgrenze

- Grünerlenwald (-gebüsch): nur an feuchten Standorten, im Kristallin (zB Niedere Tauern)
- Bergkiefernwald (Latschengebüsch): in Kalkgebieten (zB Hochschwab) und auf Silikat (zB Turrach)

Welcher Waldtyp sich an einem Standort einstellt, ist von den jeweiligen Standortfaktoren (siehe Kasten) abhängig, aus denen Standortansprüche resultieren. Die Abb. 3 und 4 zeigen für Österreich und die Steiermark eine Aufgliederung in die Waldtypen Laubwald, Mischwald und Nadelwald. In beiden Karten ist die Dominanz von Nadelwald offensichtlich.

#### Standortfaktoren für den heimischen Wald

- Seehöhe/Höhenstufe  
*kollin/montan/alpin*
- Geologie  
*Ausgangsgestein*
- Boden  
*sauer/alkalisch, feucht/trocken, nährstoffreich/nährstoffarm, gut/schlecht durchlüftet, sandig/tonig, tiefgründig/seicht*
- Sonneneinstrahlung - Wärmebilanz  
*Hanglage, geografische Ausrichtungen*
- Wasserverfügbarkeit  
*Niederschläge, Hangzugwasser, Quellhorizonte, Wasserspeicherkapazität*

## Waldfunktionen

Die enorme Bedeutung all dieser Waldgesellschaften bzw. der Wälder ergibt sich aus ihrer ökosystemaren Stellung als Endstadium einer kontinuierlichen Entwicklung eines Ökosystems. Wald ist Lebensraum für Organismen (mit der größten Artenvielfalt aller heimischen Ökosysteme), Lehr- und Forschungsraum sowie als CO<sub>2</sub>-Senke ein Großklimafaktor. Wesentlich sind seine Nutzfunktion, Schutzfunktion, Wohlfahrtsfunktion und Erholungsfunktion. Welche Punkte zu diesen einzelnen Waldfunktionen zählen, zeigt die folgende Auflistung:

### Nutzfunktion

- Produktionsstätte für Holz als Basis für Möbel, Bauholz, Papier, Biomasse u. v. a. m.
- Wald schafft in Österreich 250 000 Arbeitsplätze in der Forstwirtschaft und Holzweiterverarbeitung
- ein Hektar Wald produziert Sauerstoff für 10 Menschen und ist der wichtigste heimische Sauerstoffproduzent
- Verminderung von Kulturschädlingen durch eine Vielzahl an Beutegreifern und Insektenfressern
- Lieferant für Beeren und Pilze sowie (Heil)Kräuter
- Lebensraum für wildlebende Tiere

### Schutzfunktion

- Schnee wird an Hängen am Abrutschen gehindert, daher Schutz vor Lawinen
- Wurzeln fixieren Lockergestein, daher Schutz vor Steinschlag
- Erosionsschutz durch Verhinderung des Bodenabtrages durch Wind und Regen
- Schutz vor Stürmen, da Wälder als Windbremse wirken
- Schutz für Tiere, insbesondere im Winter durch Verhinderung hoher Schneedecken

### Wohlfahrtsfunktion

- Klimaausgleich zwischen Agrarland und urbanen Bereichen; die Verdunstung von Waldbäumen sorgt für Kühlung und Frischluftzufuhr und verhindert Dunstglocken
- Schutz vor Trockenheit/Überschwemmungen, da der Waldboden als „Schwamm“ wirkt und den Wasserhaushalt reguliert
- mannigfaltige Filterfunktion: Reinigung von Regen im Waldboden bietet gutes Trinkwasser, Reinigung verschmutzter Luft durch Bindung von Staub und Schadstoffen an Blättern und Zweigen (1 Hektar Wald bindet rund 30 Tonnen Staub/Jahr)
- Lärmschutz durch Brechung der Schallwellen

### Erholungsfunktion

- Ruhe und Entspannung zur Steigerung des Wohlbefindens und der Gesundheit
- durch eine Vielzahl an Strukturen, Tieren und Pflanzen wird das Naturerleben gefördert
- insbesondere für ein Tourismusland bieten Wälder viele Möglichkeiten zur Nutzung
- Freizeitmöglichkeiten; vermehrte Aktivitäten in sauerstoffreicher Luft führen zu Leistungssteigerungen. Jedermann darf den Wald zu Erholungszwecken begehen

## Waldtypenkarte Österreich

### Waldtypen

- Laubwald
- Mischwald, laubdominiert
- Mischwald, nadeldominiert
- Nadelwald
- Schläge
- Relief

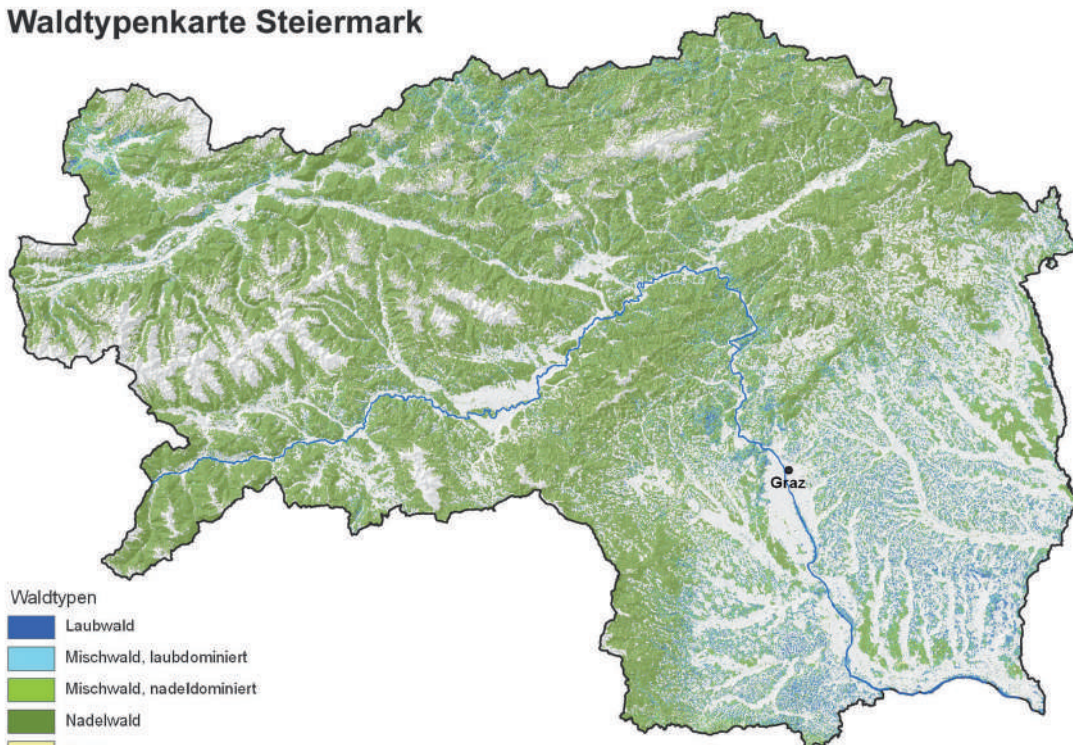
© Relief: BEV 2002, Zl. 6843/2002



© 2010  
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald,  
Naturgefahren und Landschaft  
B F W Institut für Waldinventur

Abb. 3: Waldtypen in Österreich; BFW

## Waldtypenkarte Steiermark



### Waldtypen

- Laubwald
- Mischwald, laubdominiert
- Mischwald, nadeldominiert
- Nadelwald
- Schläge
- Relief

© Relief: BEV 2002, Zl. 6843/2002

© 2010  
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald,  
Naturgefahren und Landschaft  
B F W Institut für Waldinventur

Abb. 4: Waldtypen der Steiermark; BFW

Manche dieser Funktionen sind durch ihre unterschiedliche Schwerpunktsetzung nicht konfliktfrei. Auch zeigen sich Interessenskonflikte, wenn man das Thema Wald vor dem Hintergrund der 17 globalen Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, abgekürzt SDGs) der Agenda 2030 betrachtet. Dazu bietet die didaktische Umsetzung eine eigene Übung.

Doch mit gegenseitigem Verständnis von Waldnutzenden und -bewirtschaftenden lässt sich das Ökosystem Wald pflegen, schützen und nachhaltig nutzen.

## Waldbewirtschaftung

Da die Wälder alle eben angesprochenen Funktionen in ihrer ganzen Breite erfüllen müssen, ist der Anspruch an die Waldbewirtschaftung multifunktional. Wälder müssen daher nicht nur an die derzeitigen Standortverhältnisse angepasst sein, sondern sie müssen wegen der aktuellen und sich abzeichnenden Klima- und Umweltveränderungen auch über eine entsprechend große Anpassungsfähigkeit (bzw. Widerstandskraft) verfügen. Somit ist es notwendig, die bisherigen waldbaulichen Bewirtschaftungskonzepte (u. a. auch die langfristig gesicherte Nutzholzproduktion sowie die Sicherstellung diverser Schutzfunktionen) an die veränderten ökologischen Rahmenbedingungen anzupassen.

Insbesondere jene Wälder, die als Schutz- oder Bannwälder ausgewiesen sind, sind bevorzugt zu bewirtschaften, wobei hier nicht die Holznutzung im Vordergrund steht.

## Gefahren für den Wald

Wälder haben also einerseits eine Schutzfunktion, um Gefahren vom menschlichen Lebens- und Siedlungsraum abzuhalten, sind andererseits aber auch selbst als „alte“ Ökosysteme unterschiedlichen Gefahren ausgesetzt, die zum Teil natürlichen Ursprungs sein können, aber auch durch menschliche Tätigkeit entstehen. Diese Gefahren können in drei Hauptkategorien eingeteilt werden, nach ihrem Ursprung in biotische, abiotische und anthropogene Gefahren.

- **Biotische Gefahren** sind abhängig von Lebewesen. Meist sind das Insekten und Schädlinge, aber auch einige Viren, Bakterien und bestimmte Einzeller können Wälder schädigen. Wirklich gefährlich für den Wald sind Massenvermehrungen („Kalamitäten“), die dann großflächige Schäden hinterlassen. Auch die Gefahren durch invasive Neophyten, Neozoen und Neomyceten werden zukünftig noch zunehmen (siehe auch Kasten auf Seite 8).
- **Abiotische Gefahren** haben ihren Ursprung in – zum Teil ungewöhnlich heftigen – Wetterphänomenen wie anhaltende Trockenheit, Unwetter, Stürme, großen Schneemengen oder Spätfröste und führen zu Bodenerosion, Rutschungen, Muren- und Lawinenabgängen, Steinschlag, Waldbränden und Sturmschäden.
- Zu den **anthropogenen Gefahren** zählen eher kleinräumige Probleme durch touristische Einrichtungen (Pisten, Lifttrassen), die großflächigen Immissionen von Luftschadstoffen,

### Betriebsarten des heimischen Waldes

#### Wirtschaftswald:

aus dem Wald wird ein Ertrag erwirtschaftet

#### Schutzwald:

wird gemäß Forstgesetz unterteilt in Objekt- und Standortschutzwälder; sind meist Wälder auf gefährdeten Standorten, oftmals im Gebirge in der Kampfzone des Waldes; beim Schutzwald sind 60 % der Fläche außer Ertrag nur mit Einzelbaumentnahme sowie 40 % im Ertrag mit extensiver und bewilligungspflichtiger Bewirtschaftung

#### Bannwald:

schützt Talbereiche vor bestimmten Gefahren wie Lawinen oder Felsstürzen; ein Bannwald wird per Bescheid bestimmt und es sind dem/der BesitzerIn die erhöhten Aufwendungen und Benachteiligungen durch spezielle Bewirtschaftungsmaßnahmen finanziell abzugelten



aber auch die zum Teil Jahrzehnte zurückliegenden Fehler in der nicht standortangepassten Baumartenwahl und zu hohe Schalenwildpopulationen, die zu Entmischungen in der Waldverjüngung führen und in der Folge Monokulturen entstehen lassen. Hauptsächlich setzt aber der durch den Menschen verursachte Klimawandel den Wäldern zu. Bedingt durch diesen sind es wiederum vor allem die abiotischen Gefahren, die in Zukunft stark zunehmen.

**Wärmeliebende Neobiota, die sich durch den Klimawandel in der Steiermark wohlfühlen werden:**

- **An Bäumen Schäden verursachende Neozoen:** Edelkastanien-Gallwespe, Kastanienminiermotte, Platanengitterwanze, Amerikanische Kiefernwanze, Büffelzikade, Amerikanische Eichennetzwanze u.a.
- **Für Waldökosysteme problematische Neophyten:** Robinie, Götterbaum, Manna-Esche
- **Forstlich potentiell interessante Neophyten:** Douglasie, Roteiche

## Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald

Dass unsere menschliche Tätigkeit mit dem Ausstoß von Treibhausgasen zu einer globalen Veränderung des Klimas führt, ist längst eine Tatsache. Bei der Betrachtung von Prognosen des zukünftigen Klimas der Erde stößt man dabei aber immer auf sehr unterschiedliche Werte der Temperaturerhöhung für die nächsten Jahrzehnte. Das liegt allerdings nicht an etwaigen Ungenauigkeiten von Berechnungen, sondern daran, dass hier unterschiedliche Szenarien durchgerechnet werden müssen, je nachdem, wie sich unterschiedliche Variablen in der Zukunft ändern werden (Grad der Klimaschutzmaßnahmen, Energiemix, Weltbevölkerung ...).

In der Klimaforschung arbeitet man aktuell mit den sog. **RCP-Szenarien**. Die Abkürzung steht für „Representative Concentration Pathways“ (repräsentative Konzentrationspfade). In diesen Pfaden wird angegeben, wie sich zB bis zum Jahr 2100 die Temperaturen global gegenüber den vorindustriellen Werten entwickeln werden. Die Abb. 5 zeigt vier Szenarien, die mit den Kürzeln RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 und RCP8.5 bezeichnet wurden.

Darin zu sehen ist zuerst die „historische Entwicklung“ (schwarze Linie) der Abweichungen der globalen Mitteltemperatur seit dem Jahr 1900 im Vergleich zum vorindustriellen Wert (ca. 1765) – das sind Daten aus Messungen. Demnach hat der

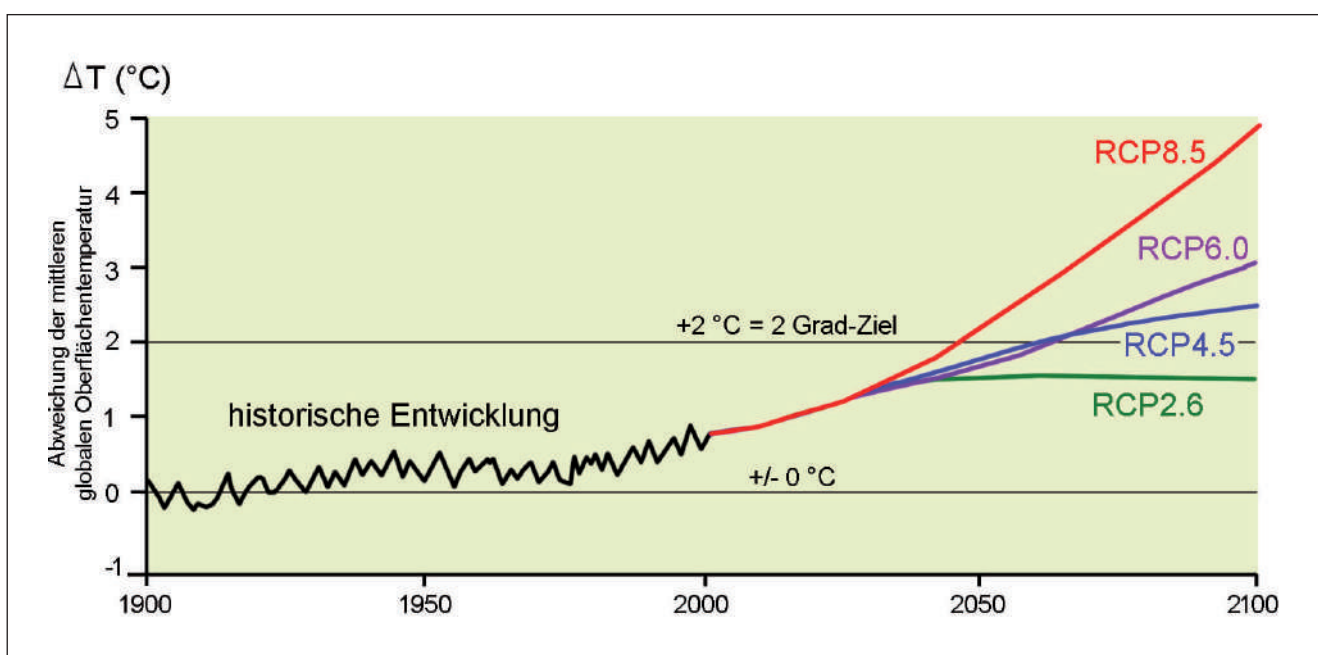


Abb. 5: Mögliche Szenarien der Erhöhung der globalen Mitteltemperaturen bis 2100 (nach Austrian Panel on Climate Change/APCC, 2015)



Mensch seit der vorindustriellen Zeit eine globale Erwärmung von rund 1 °C verursacht. Es folgen dann die vier färbig dargestellten Szenarien der weiteren Abweichungen bis ins Jahr 2100.

Beim extremsten Szenario RCP8.5 (rote Linie) wird mit einer Zunahme der Weltbevölkerung auf 12 Milliarden Menschen bis 2100 gerechnet, wodurch der Energieverbrauch natürlich weltweit massiv steigen würde. Man geht in diesem Szenario von einem sehr hohen Anteil an Kohle im benötigten Energiemix aus. Bei diesem „business-as-usual-Szenario“ rechnet man also mit unterlassenen Klimaschutzmaßnahmen, weshalb der Temperaturanstieg bis zum Jahr 2100 etwa 4,8 °C im Vergleich mit dem vorindustriellen Zustand betragen würde. Das ist für ein globales Mittel eine Steigerung mit enormen Auswirkungen auf die Ökosysteme der Erde.

Szenario RCP2.6 (grüne Linie) rechnet mit „nur“ neun Milliarden Menschen am Ende des Jahrhunderts und einem sehr geringen Öl-Anteil im benötigten Energiemix, um nur einige der zugrundeliegenden Variablen zu nennen. Bei diesem Szenario bleibt der mittlere globale Temperaturanstieg unter dem von der Weltgemeinschaft angestrebten 2-Grad-Ziel.

Im einem mittleren Szenario (RCP4.5 = blaue Linie) erreicht die Erwärmung 2,6 °C gegenüber dem vorindustriellen Wert.

Die globalen Mittelwerte sagen jedoch relativ wenig über die geographische Verteilung der Temperaturerhöhung aus. So sind in den Alpen bisherige und auch zukünftige Erhöhungen der Jahresmitteltemperatur deutlich höher als der globale Anstieg im selben Zeitraum. Diese stärkere Erwärmung ist aber keine rein alpenspezifische Eigenheit, denn die Erwärmung ist allgemein über Landmassen stärker als im globalen Mittel. Das zeigt sich natürlich besonders auf der Nordhalbkugel, da hier ein Großteil der globalen Landmassen liegt.

In der didaktischen Umsetzung findet sich eine Umlegung des pessimistischen Szenarios RCP8.5 auf die Steiermark und zeigt daraus zu erwartende Temperaturerhöhungen für unser Bundesland. Im dortigen Arbeitsblatt werden allerdings näher zusammenliegende Zeiträume miteinander verglichen, nämlich der Zeitraum 1971-2000 (gemessene Werte) mit dem Zeitraum 2071-2100 (prognostizierte Werte). Selbst in diesen 100 Jah-

ren ist eine Erhöhung der mittleren Jahrestemperaturen um rund 4 Grad (je nach steirischer Region) zu erwarten – im Vergleich zu den 4,8 Grad weltweit im Verlauf von rund 330 Jahren. In diesem Zusammenhang ist auch zu beachten, dass pro Grad Erwärmung die Luft rund 7 % mehr Wasserdampf (Luftfeuchtigkeit) enthalten kann. Das wiederum hat massive Auswirkungen auf das zukünftige Wettergeschehen.

Für die österreichischen Wälder, die mit rund 4 Mio. Hektar rund 47,6 % der Staatsfläche einnehmen, bedeutet dies eine gewaltige Veränderung der Standortbedingungen und damit erhöhen sich die Gefahren für fast alle Waldtypen. Die Steiermark, mit 62 % Waldanteil das walddreichste Bundesland, ist davon besonders betroffen, jedoch je nach Höhenlage sehr unterschiedlich. Auf jeden Fall werden die zukünftigen Wälder anders aussehen als die heutigen, denn jedes Ökosystem passt sich den (klimatischen) Veränderungen an. Dies betrifft viele Gehölzarten, aber auch viele an die heimischen Waldökosysteme angepasste Tier- und Pflanzenarten. Die folgenden Ausführungen zeigen, wie sich bereits aktuelle klimatische Veränderungen auf Wälder auswirken.

### Trockenheit und Niederschläge

Während Temperaturänderungen durchwegs einen deutlichen Trend nach oben zeigen, ist das bei den Niederschlägen wesentlich komplexer und auch schwieriger zu prognostizieren. Mehr Wasserdampf in der Luft muss auch zu mehr Niederschlägen führen. Diese sind aber räumlich und zeitlich sehr ungleich verteilt. In großen Teilen der Steiermark werden vor allem die Niederschläge im Winter zunehmen, im Sommer hingegen ab-



Abb. 6: Lawenschäden im Ingeringgraben; M. Krobath

nehmen. Auffallend sind außerdem einzelne, regional aber ungleich verteilte sehr schneereiche Winter (2012/13, 2018/19) sowie sehr trockene Sommer (2003, 2015, 2017, 2018). Auswirkungen im Winterhalbjahr sind sowohl Änderungen im Lawinengeschehen (Abb. 6) und Schneebruch wie auch eine Erhöhung der Gefahr von Sturmschäden (Abb. 7), wobei besonders Nadelbaumarten wie die Fichte gefährdet sind. Im Sommerhalbjahr hingegen kommt es wegen erhöhter Verdunstung gekoppelt mit geringen Niederschlagsmengen zu einer Verringerung der Bodenfeuchte bzw. auch zu Grundwasserschwankungen im Boden. Außerdem führen Dürreperioden zu Trockenstress und Wachstumsdepressionen und vermindern dadurch die Vitalität von Bäumen. Dies führt zu einer erhöhten Anfälligkeit für eine Vielzahl an Schadfaktoren (Schadinsekten, Pilze, Bakterien). Starkregenereignisse wiederum führen zu Überflutungen, Erosionserscheinungen mit Rutschungen und Murenabgängen sowie Steinschlägen.

### Temperatur

Die höheren Temperaturen verlängern grundsätzlich die Wachstumsphasen und die Vegetationszeiten, was bei manchen Baumarten zu verstärkter Wuchsleistung führt, vor allem in höheren Lagen. Somit werden sich die Baum- wie auch Waldgrenzen nach oben verschieben und die Waldfläche

Österreichs wird zunehmen. Dadurch erhöht sich die Kohlenstoff-Speicherkapazität des Waldes und er kommt seiner Funktion als CO<sub>2</sub>-Senke verstärkt nach. Wenn nun aber das Holz nicht genutzt wird und die abgestorbenen Bäume im Wald durch mikrobiellen Abbau ihr gebundenes CO<sub>2</sub> wieder an die Atmosphäre abgeben, kommt es langfristig zu einem Nullsummenspiel. Auch bedingen hohe Temperaturen in den Böden eine verstärkte Mineralisation von organischer Substanz und damit eine Veränderung der Nährstoffverhältnisse an den Waldstandorten. Hohe Sommertemperaturen fördern Waldbrände, außerdem profitieren davon viele Schadinsekten (insbesondere Borkenkäfer sowie Schadschmetterlinge). Warme, feuchte Luftmassen fördern extreme Wetterereignisse. Geringere Wintertemperaturen wiederum fördern baumschädigende Pilze (vor allem Hallimasch-Arten, Abb. 8) und Bakterien oder Viren.

Da laut allen RCP-Szenarien die Temperaturen in jedem Fall weiter steigen werden, ist eine Klimawandelanpassung in der Forstwirtschaft also unumgänglich.

### Natürliche Anpassungen des Waldes an den Klimawandel

Bäume und Wälder mussten sich seit jeher an Veränderungen ihrer klimatischen Umweltbedingungen anpassen. Solche natürlichen Anpassungsstrategien wurden schon zu Beginn in der „Waldgeschichte“ angesprochen. So breiten sich Baumarten unterschiedlich schnell aus (zB Wiederbewaldung Europas nach der Eiszeit) oder passen sich an Standortgegebenheiten an (zB anderer Phänotypus im Hügelland und im Gebirge). Natürliche



Abb. 7: Schäden durch Windwurf; U. Kozina



Abb. 8: Hallimasch; O. Winder



Anpassungsfähigkeiten von Ökosystemen, Lebensgemeinschaften, Arten und Einzelorganismen sind dabei unterschiedlich großen Zeiträumen unterworfen. Die folgenden Beispiele zeigen drei natürliche Anpassungsstrategien von Bäumen:

### Vor-Ort-Anpassung von Sämlingen

Das vom Bundesforschungszentrum für Wald betreute Projekt „Adapt-Tree“ hat gezeigt, dass die klimatischen Bedingungen während der Baumblüte und Samenreife einen signifikanten Einfluss auf phänotypische und physiologische Eigenschaften der jungen Bäume haben. Sämlinge, die aus warm-trockenen Jahren stammen, weisen eine Vor-Anpassung an potentielle Trockenstressbedingungen auf. (Quelle: BFW)

### Anpassung an den Standort

In Regionen mit im Durchschnitt größeren Schneemengen erhöht sich der Schneedruck auf den Kronenbereich von Bäumen, die in Folge ihren Phänotypus an diese Situation anpassen (s. Abb. 9 und 10).

- Fichte im montanen Bereich: pyramidenförmige Krone, ausgebreitete Primäräste, dünne und zum Teil herabhängende Sekundäräste
- Fichte im alpinen Bereich: langer Schaft, walzenförmige Krone, schmale und lockere Primärbeastung, dünne und schwache Verzweigungen

### Anpassung durch Arealverschiebungen

Mittels Waldinventurdaten wurden für den Alpenraum Verbreitungskarten erstellt. Auf Basis der derzeitigen Klimaverhältnisse und topografischer Parameter lassen sich nun Verbreitungsmodelle von Baumarten und Waldtypen unter verschiedenen Klimaszenarien darstellen. Grundsätzlich zeigen sich Arealverschiebungen bei fast allen Baumarten, wobei es Gewinner und Verlierer geben wird. Die Fichten- und Buchenareale werden in den nächsten 50-60 Jahren zurückgehen, das Kiefernareal wird sich leicht und das Eichenareal stark vergrößern. Berücksichtigt ist dabei bereits die Verschiebung der Baum- und Waldgrenzen in den Alpen. Die didaktische Umsetzung bietet zu



Abb. 9: montaner Fichtentyp; U. Kozina



Abb. 10: alpiner Fichtentyp; U. Kozina



dieser Arealverschiebung von Baumarten eine eigene Übung.

Solche Anpassungen finden bereits seit vielen Jahren statt, vielfach unbemerkt, fallweise aber auch mit weitreichenden Folgen für unsere Siedlungsgebiete. Denn die klimabedingten Veränderungen in den österreichischen Waldökosystemen bergen Chancen und Risiken, wobei letztere überwiegen.

### Chancen durch natürliche Anpassungsstrategien

Als wichtigste Chance ist die verstärkte Wuchsleistung verschiedener Baumarten zu sehen, die durch die längeren Vegetationszeiten (kürzere Winterhalbjahre) sowie die Verschiebung der Baum- und Waldgrenze nach oben entsteht. Somit steht potentiell mehr Holz zur Verfügung, welches in unterschiedlichsten Wirtschaftsbereichen genutzt werden kann. Die Nutzung kann wiederum als eine Klimaschutzmaßnahme gesehen werden (siehe Kasten).

### Risiken durch natürliche Anpassungsstrategien

Mit der klimatisch bedingten Veränderung der Waldgrößen und Waldstrukturen, wie auch der Baumartenzusammensetzung in verschiedenen Höhenlagen

ändern sich auch die Habitate für das heimische Wild. Zusätzlich gibt es ein verstärktes Bemühen der Forstwirtschaft um Naturverjüngung. Dies alles und die wahrscheinlich noch zunehmende Beunruhigung des Wildes durch menschliche Aktivitäten erhöhen das Risiko von Wildverbiss und Schälschäden.

Zum Nahrungsspektrum des heimischen Wildes gehören Knospen und Triebe von Jungpflanzen, aber auch Rinde von mittelalten Bäumen. Werden diese nun vom heimischen Schalenwild (Rotwild, Gamswild, Rehwild, Steinwild, Muffelwild) genutzt, werden die Einzelpflanzen unterschiedlich geschädigt.

Beim „Verbiss“ werden der Terminaltrieb (Baumspitze) oder auch Seitentriebe abgebissen, wodurch das Höhenwachstum beeinträchtigt wird. Beim Sommerverbiss werden meist Laubhölzer verbissen, die häufigste Schadensursache ist aber der Winterverbiss mangels Winteräszungsangebot. Vor allem Tannen und Fichten (Abb. 12) werden im Winter und Frühjahr stark verbissen. In einem Mischwald findet man Verbiss beliebter Baumarten (meist Tanne und verschiedenste Laubhölzer), die gegenüber der weitverbreiteten Fichte verstärkt verbissen werden.



Abb. 11: verbautes Holz; U. Kozina

### Holzvorrat

Der gesamtösterreichische Holzvorrat betrug im Jahr 2018 etwa 1,14 Mrd. Vorratsfestmeter (Vfm), umgerechnet sind dies für jede/n der 8,8 Mio. ÖsterreicherInnen rund 130 m<sup>3</sup> Holz (entspricht einem Holzwürfel mit 5,1 m Kantenlänge; Quelle BFW).

Da sich die Waldfläche laufend vergrößert, nimmt der Holzvorrat trotz Sturmkatastrophen und verstärkter Nutzung zu. Sowohl im Energiesektor (Ersatz fossiler Brennstoffe durch Biomasse) wie auch in der Holzindustrie steigt der Bedarf am Rohstoff Holz. Besonders die Baubranche ist gefordert, denn Holz als Baustoff ist langlebig und fungiert als langfristiger Kohlendioxid-Speicher.

Holz besteht zu rund 50 % aus Kohlenstoff, was bedeutet, dass pro Kubikmeter Holz mit einem Durchschnittsgewicht von 500-550 kg rund 273 kg Kohlenstoff (entspricht ca. einer Tonne CO<sub>2</sub>) gespeichert sind.

Somit wirkt sich eine nachhaltige und verstärkte Holznutzung äußerst positiv auf die Treibhausgas-Bilanz und somit auf das Klima aus!

Bei der „Schälung“ (Abb. 13) wird insbesondere vom Rotwild die Baumrinde abgenagt oder es werden ganze Rindenstreifen abgerissen, dies kann sowohl im Sommer wie auch im Winter geschehen. Solche Verletzungen an Bäumen (vor allem bei Fichten) mindern die Holzqualität und führen in weiterer Folge zum Eindringen von Schadpilzen.

Werden nun in einem naturverjüngten Wald laufend Jungpflanzen verbissen oder kommt es in einem Bestand immer wieder zu Schälsschäden, dann degeneriert dieser Wald. Er kann dann seine Funktionen nicht mehr ausreichend wahrnehmen und auch forstwirtschaftlich kaum noch gewinnbringend genutzt werden.

Als weitere Risiken sind die durch abiotische Faktoren bedingte Veränderung der Baumartenzusammensetzung und damit der Biodiversität, die Gefährdung der Waldfunktionen vor allen in Schutz- und Bannwäldern, die Zunahme von Extremwetterereignissen (Starkregen, Stürme, Hitzeperioden), das verstärkte Auftreten von Schädlingen (siehe Kasten Seite 14) sowie die Zunahme der Waldbrandgefahr zu nennen.

Alle Ziele und Strategien für eine Anpassung un-

serer heimischen Wälder an den Klimawandel („klimafitter Wald“) müssen sich daher auf diese Chancen und Risiken beziehen:

- Erhaltung der Schutzfunktion
- Erhöhung der Widerstandsfähigkeit
- Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Diversität
- Minimierung von Schadensereignissen
- Investition in Bildung, Forschung und Beratung (insbesondere bei WaldbesitzerInnen), Reduktion der Schalenwildbestände als Voraussetzung für eine an den Klimawandel angepasste Waldentwicklung)

Dazu sind aber auch forstwirtschaftliche Anpassungsstrategien notwendig.

### Forstwirtschaftliche Anpassungsstrategien

Besondere Bedeutung haben Anpassungsstrategien für unsere Schutzwälder. Immerhin gibt es in der Steiermark 172 000 ha klassischen Standortschutzwald (Abb. 16), davon schützen 67 000 ha Objekte (wie Siedlungen, Straßen, Eisenbahn o. ä.). Aufgrund dieser großen Bedeutung des Schutzwaldes widmet sich das abschließende Kapitel den klima-



Abb. 12: alljährlich von Rotwild verbissene Fichte, Alter ca. 20 Jahre, Höhe nur rund 2 m; U. Kozina



Abb. 13: Schälsschaden; Wikipedia



wandelbedingten Folgen für den Schutzwald und daraus abgeleiteten möglichen Maßnahmen.

**Klimawandelbedingte Folgen für den Schutzwald**  
Forschungsergebnisse, Beobachtungen, Modellberechnungen und Trends zeigen folgende Zukunftsszenarien, die auch unsere Schutzwälder betreffen:

- Einige Klimamodelle zeigen einen Anstieg der Isothermen (diese kennzeichnen geographische Gebiete, in denen die gleichen Temperaturen herrschen) um bis zu 450 Höhenmeter in den nächsten 50 Jahren, was sich auf die Baum- und Waldgrenzen auswirken wird. Über die Geschwindigkeit des Einstellens dieser neuen Waldgrenzen lassen sich derzeit aber noch keine Aussagen treffen.
- Extremwetterereignisse durch den Anstieg der Lufttemperatur sind oft kleinräumig und können nicht für Einzelstandorte prognostiziert werden. Eine Zunahme solcher Ereignisse ist aber wahrscheinlich.
- Durch die Erwärmung im Alpenraum ist eine Veränderung im Lawinengeschehen wahrscheinlich, dabei ist mit einer Zunahme an Nassschneelawinen zu rechnen. Voraussichtlich

verschieben sich auch die Lawinenaktivitäten durch die Starkschneefälle verstärkt in die Hochlagen und es kommt zu einer Abnahme in tiefergelegenen Waldgebieten.

- Die Schneebruchgefahr durch nasseren Schnee wird steigen.
- Seit rund 40 Jahren gibt es eine leichte Zunahme an Häufigkeit und Intensität von Hochwässern, fallweise aber bedingt durch Bodenversiegelung.
- Für Rutschungen und Muren gibt es noch keine eindeutige Entwicklungsprognose.
- Steinschläge und Felsstürze werden meist durch Frostwechsel ausgelöst. Wahrscheinlich ist durch das Auftauen der Permafrostbereiche (insbesondere nach sehr warmen Sommern) in den alpinen Hochlagen mit einer Zunahme zu rechnen. Die von Permafrost betroffenen Flächen in der Steiermark sind allerdings gering, da mit diesem Phänomen in den Alpen im Schnitt erst ab einer Seehöhe von rund 2 500 Metern zu rechnen ist.
- Trockenstress, Schneebruch sowie Insektenkatastrophen verbunden mit menschlichem Einfluss zehren an der Stabilität der Wälder.



Abb. 14: kahler Berghang nach Sturmereignis; U. Kozina

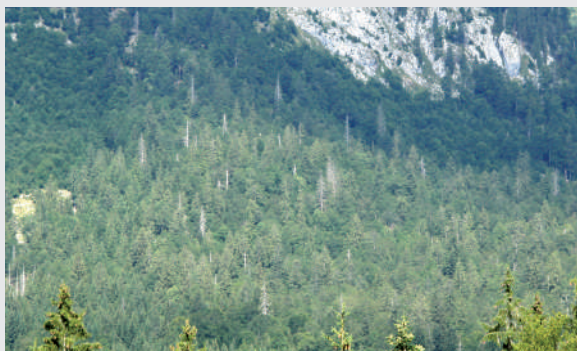


Abb. 15: Schutzwald mit einzelnen Käferbäumen; U. Kozina

### Schäden durch Schadinsekten

Ganze Berghänge in vielen steirischen Bezirken wurden in den letzten Jahren durch Stürme entwaldet (seit 2013 rund 3,2 Mio. Festmeter Schadholzanfall, davon 930 000 Festmeter im Jahr 2018).

Wird nun dieses Schadholz nicht rechtzeitig aufgearbeitet, können sich Borkenkäfer (rund 150 Arten in Europa) einnisten und es kann zu einer Massenvermehrung kommen. Klimawandelbedingte höhere Temperaturen (warme Winter und trockene heiße Sommer) begünstigen darüber hinaus eine schnellere Entwicklung von Borkenkäfern (und so können jährlich mehrere Generationen ausgebildet werden). Zusätzlich nimmt die Abwehrfähigkeit zum Beispiel von Fichten durch Trockenstress ab, weil der Harzdruck sinkt und unter der Rinde brütende Insekten nicht mehr abgewehrt werden können.

Zu den bekanntesten Forstschädlingen zählen die Borkenkäferarten wie zB Buchdrucker und Kupferstecher an Fichten, Großer Lärchenborkenkäfer an Lärchen, Großer und Kleiner Waldgärtner an Kiefern sowie Eichensplintkäfer an Eichen.



- Auch das Ausbleiben von Verjüngung bzw. die Baumartenentmischung durch den selektiven Wildverbiss einzelner Baumarten führt zur Destabilisierung der Schutzwälder.

### Maßnahmen zum Schutz des Schutzwaldes

Um die auch in alpinen (Seiten)Tälern noch immer zunehmenden Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrsflächen nachhaltig zu sichern, ist daher eine Fülle an konkreten Gegenmaßnahmen für Schutzwälder notwendig. Dazu zählen:

- Umwandlung von Fichtenbeständen in standortangepasste (Nadel)Mischwälder zur Förderung der Bodenstabilität.
- Richtige und rechtzeitige Dickungspflege (zB Auslichten des Jungwuchses, bewusstes Freischneiden einzelner Bäume und dabei Förderung von Mischbaumarten) bei gleichzeitiger Förderung der Waldstruktur (unterschiedlich alte Bäume).
- Hintanhalt von Borkenkäferschäden durch vorausschauenden Forstschutz (Waldhygiene wie rasche Aufarbeitung von Schadholz kombiniert mit modernen Bekämpfungsmethoden wie Pheromonfallen).

- Förderung der Naturverjüngung sowie Vermeidung von Schälsschäden durch Schalenwild.
- Reduktion der Schalenwildbestände an die Biotoptragfähigkeit des Lebensraumes.
- Weiterbildung von fachkundigen Personen (FörsterInnen, ForstfacharbeiterInnen, AufsichtsjägerInnen) vor Ort.
- Sensibilisierung der lokalen Bevölkerung, der TouristInnen und der WaldeigentümerInnen bezüglich Gefahren und Möglichkeiten für präventive Maßnahmen (solche sind um 15-mal billiger als nachfolgende Sanierungsmaßnahmen; technische Maßnahmen wie Lawenverbauungen kosten bis zum 150-Fachen); dazu zählt etwa der Verzicht auf das Variantschneefahren in Schutzwaldgebieten.

All diese Faktoren und ihre komplexen Wechselwirkungen zeigen, dass die Waldbewirtschaftung hier vor großen Herausforderungen steht. Das Beispiel Wald verdeutlicht außerdem besonders gut, dass Klimawandelanpassung in allen Bereichen neben Klimaschutz als zweite wichtige Säule der Klimapolitik unumgänglich ist.

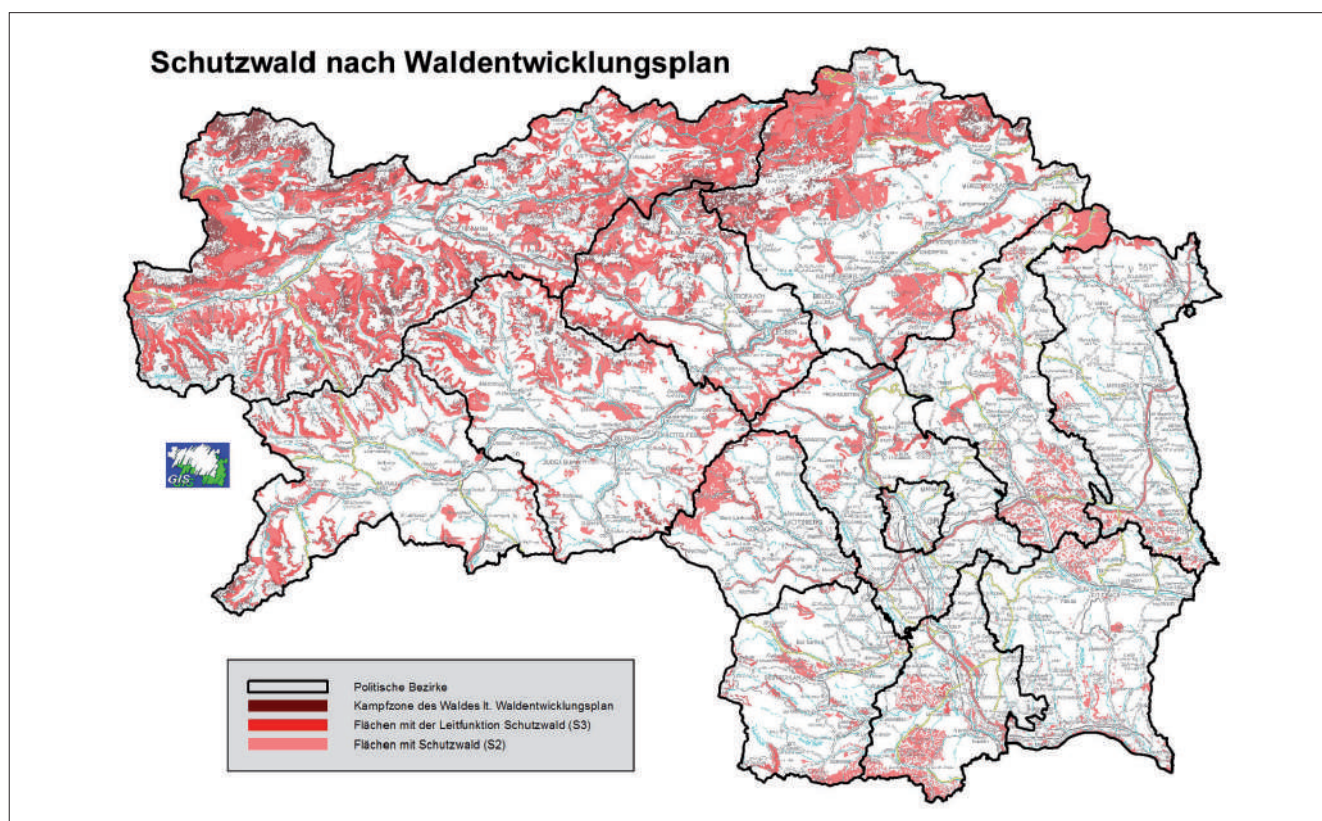


Abb. 16: Schutzwälder in der Steiermark; Land Steiermark

## Didaktische Umsetzung

In einem ersten Schritt werden Temperatur- und Niederschlagsprognosen für die Steiermark analysiert. Klimatische Veränderungen werden als eine der Gefahren für den Wald thematisiert und mögliche Klimawandelanpassungs-Maßnahmen werden diskutiert. Um vernetztes Denken zu fördern, können auch Bezüge des Themas Wald zu den 17 globalen Nachhaltigkeitszielen (SDGs) hergestellt werden.

| Inhalte                                                                                                                                                                  | Methoden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Einführung ins Thema</b>                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>10 Minuten</b>                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><i>Die Klimazukunft wird aus Karten herausgelesen.</i></p>                          | <p><u>Material</u><br/>         Beilage „LehrerInneninfo: Prognosen für die Steiermark“,<br/>         Beilage „Arbeitsblatt: Prognosen für die Steiermark“,<br/>         Beilage „Karten: Prognosen für die Steiermark“, Schere</p> <p>Gearbeitet wird in Zweiergruppen. Jede Gruppe erhält eine Farbkopie der Karte „Temperaturänderung“.</p> <p>Es wird mit den SchülerInnen besprochen, dass es mehrere Szenarien (RCP2.6, RCP4.5 ...) gibt und dass jedes dieser prognostizierten Szenarien zu einer weiteren Temperaturerhöhung in der Steiermark führt. Die Lehrperson erläutert auch, dass das „business-as-usual-Szenario“ (RCP8.5) besonders starke Auswirkungen auf alle unsere Ökosysteme hätte.</p> <p>Aus der Karte wird herausgelesen, wie stark die Temperaturerhöhung in der Steiermark wäre, wenn keine Klimaschutzmaßnahmen ergriffen werden. Zusätzlich können auch die Karten zu den Niederschlagsänderungen (Winter, Sommer) betrachtet werden.</p> |
| <b>Gefahren für den Wald durch den Klimawandel</b>                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>20 Minuten</b>                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><i>Zusammenhänge zwischen Waldschäden und Klimawandel werden hergestellt.</i></p>  | <p><u>Material</u><br/>         Beilage „Bildkarten: Waldschäden“,<br/>         Beilage „LehrerInneninfo: Hintergrundinformationen zu diversen Waldschäden“, u. U. Beamer</p> <p>Die Bilder von verschiedenen Waldschäden werden aufgelegt oder mit dem Beamer projiziert.</p> <p>Die SchülerInnen müssen versuchen, Zusammenhänge zwischen dem Schaden und dem Klima/Klimawandel herzustellen. Die Lehrperson kann mit Hilfe der zu den Bildkarten gehörenden Hintergrundinformationen Tipps geben.</p> <p>Findet die Klasse noch weitere mögliche klimawandelbedingte Auswirkungen auf den Wald?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| Klimawandelanpassung                                                                                                                                                   | 20 Minuten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Was ist Klimawandelanpassung und was der Unterschied zum Klimaschutz?</p>          | <p><u>Material</u><br/>         Beilage „Infoblatt: Verbreitungsmodelle von Baumarten“,<br/>         Beilage „Arbeitsblatt: Verbreitungsmodelle von Baumarten“</p> <p>Der Unterschied zwischen Klimaschutz und Klimawandelanpassung wird kurz erklärt:<br/>         Beim Klimaschutz handelt es sich um Maßnahmen, um die weitere Erhöhung der globalen Lufttemperatur möglichst gering zu halten. Bei der Klimawandelanpassung geht es darum, Maßnahmen zu finden, um sich in allen Bereichen für nicht mehr abwendbare Klimawandelfolgen zu rüsten bzw. diesen entgegenzuwirken. In der Forstwirtschaft ist dies eine besondere Notwendigkeit.</p> <p>Die SchülerInnen sollen nun die Karten auf dem Infoblatt „Verbreitungsmodelle von Baumarten“ interpretieren, daraus Schlüsse ziehen und das Arbeitsblatt dazu ausfüllen.</p> |
| Der Wald und die 17 globalen Nachhaltigkeitsziele                                                                                                                      | 30 Minuten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Für welche Nachhaltigkeitsziele ist der heimische Wald von hoher Bedeutung?</p>  | <p><u>Material</u><br/>         Beilage „Arbeitsblatt: Der Wald und die 17 globalen Nachhaltigkeitsziele“</p> <p>Alle Lehrpläne fordern im Sinne der „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ auch ein vernetztes Denken, um Wechselwirkungen und mögliche Konflikte zwischen einzelnen Interessen berücksichtigen zu können. Ein dafür geeignetes Instrument sind die 17 globalen Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, abgekürzt SDGs) der Agenda 2030, die 2015 von den Vereinten Nationen verabschiedet wurde.</p> <p>In dieser Übung sollen von den SchülerInnen Zusammenhänge zwischen einzelnen SDGs und dem Thema Wald gefunden werden.</p>                                                                                                                                                                      |
| Wald-Quiz                                                                                                                                                              | 20 Minuten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Fragen zum Thema „Wald und Klimawandel“ werden beantwortet.</p>                  | <p><u>Material</u><br/>         Beilage „Wald-Quiz: 12 Fragen zum klimafitten Wald“,<br/>         Internetzugang</p> <p>Die SchülerInnen erhalten je eine Kopie des Wald-Quiz und sollen die darin gestellten Fragen beantworten. Pro Frage sind 1 bis 4 richtige Antworten möglich. Für die Beantwortung soll online recherchiert werden.</p> <p>Das Wald-Quiz kann auch als Hausübung gemacht werden.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



## Beilagen

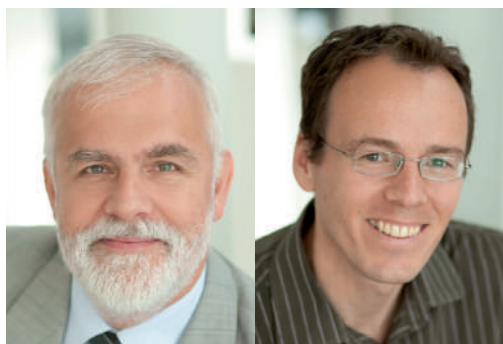
- ▶ LehrerInneninfo: Prognosen für die Steiermark
- ▶ Arbeitsblatt: Prognosen für die Steiermark
- ▶ Karten: Prognosen für die Steiermark
- ▶ Bildkarten: Waldschäden
- ▶ LehrerInneninfo: Hintergrundinformationen zu diversen Waldschäden
- ▶ Infoblatt: Verbreitungsmodelle von Baumarten
- ▶ Arbeitsblatt: Verbreitungsmodelle von Baumarten
- ▶ Arbeitsblatt: Der Wald und die 17 globalen Nachhaltigkeitsziele
- ▶ Wald-Quiz: 12 Fragen zum klimafitten Wald

## Weiterführende Themen

- ▶ Klimawandelanpassung in anderen Bereichen
- ▶ Klimawandelfolgen in anderen Ökosystemen
- ▶ Naturgefahren in Österreich
- ▶ Wald und Neobiota

## Weiterführende Informationen

- Link zur Homepage des Bundesforschungszentrums für Wald: <https://bfw.ac.at>
- Waldkarten für ganz Österreich: <http://bfw.ac.at/rz/wi.karten>
- Link zur Homepage der Informations- und Kommunikationsplattform Waldwissen: <https://www.waldwissen.net>
- GENial - der Wald im Klimawandel - Anpassung und Schutz durch Bewirtschaftung genetischer Ressourcen (Film samt Broschüre für Schulen): <https://www.klimafitterwald.at/neuigkeiten/genial-der-wald-im-film>
- Klimaatlas Steiermark: <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/16178332/DE/>
- Klimadaten Steiermark: <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/125083565/DE/>
- Adaptives Management angesichts des Klimawandels. BFW-Praxisinformation Nr. 30, Wien 2012: [https://bfw.ac.at/030/pdf/1818\\_pi30.pdf](https://bfw.ac.at/030/pdf/1818_pi30.pdf)
- Klimawandelanpassung-Strategie Steiermark 2050: [http://www.umwelt.steiermark.at/cms/dokumente/11919303\\_125052026/76863340/2017-10-20%20KWA-Strategie%20Steiermark%202050%20%28Web%29.pdf](http://www.umwelt.steiermark.at/cms/dokumente/11919303_125052026/76863340/2017-10-20%20KWA-Strategie%20Steiermark%202050%20%28Web%29.pdf)
- Initiative „(Z)Eichen setzen“: <https://www.z-eichensetzen.at>
- Hochgebirge im Klimawandel, Stundenbild UBZ, Februar 2013: <https://www.ubz-stmk.at/stundenbilder>
- Klimawandelanpassung, Stundenbild UBZ, Oktober 2018: <https://www.ubz-stmk.at/stundenbilder>



### Noch Fragen zum Thema?

Dr. Uwe Kozina  
0043-(0)316-835404-6  
[uwe.kozina@ubz-stmk.at](mailto:uwe.kozina@ubz-stmk.at)

Mag. Michael Krobath  
0043-(0)316-835404-2  
[michael.krobath@ubz-stmk.at](mailto:michael.krobath@ubz-stmk.at)



Mit Unterstützung des Bundes, des Landes Steiermark und der Europäischen Union



[www.ubz-stmk.at](http://www.ubz-stmk.at)

## Prognosen für die Steiermark

Bei Prognosen zum weiteren Verlauf des Klimawandels stößt man in den Medien meist auf globale Aussagen wie zB die Erhöhung des weltweiten Temperaturmittels bis Ende des Jahrhunderts. In dieser Übung werden Prognosen zur Entwicklung der Temperaturen und Niederschläge in der Steiermark analysiert. Dadurch kann ein direkter Bezug zum eigenen Lebensraum und zu den heimischen Wäldern hergestellt werden. Zur Anwendung kommt in den Karten des Arbeitsblattes eine pessimistische Prognose (sog. Szenario RCP8.5). Dabei geht man von ungebremsten Treibhausgasemissionen aus, also ohne Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen.

### Ablauf

#### Schritt 1:

Zuerst wird versucht die Karte der Temperaturänderung richtig zu interpretieren: Die Karte zeigt eine Prognose der Änderung der durchschnittlichen Lufttemperatur vom Zeitraum 1971-2000 bis zum Zeitraum 2071-2100.

#### Schritt 2:

Der Legende-Streifen wird von der Karte abgeschnitten.

#### Schritt 3:

Der Streifen wird auf der Karte zum Schulstandort gelegt. Mit den Farbwerten auf dem Streifen kann die Änderungen in °C für den Schulstandort aus der Karte abgelesen werden. Es handelt sich bei den Farbwerten immer um „von-bis-Angaben“.

#### Schritt 4:

Die Ergebnisse der Gruppen werden in die Tabelle geschrieben und verglichen. Sind alle auf dieselben Werte gekommen?



#### Optionale Zusatzaufgabe:

Dasselbe kann auch mit den Karten der Niederschlagsänderungen gemacht werden. Bei der Prognose für die Niederschläge wird derselbe Zeitraum verglichen, allerdings getrennt nach Sommer und Winter.

#### Die Aussagen der Karte können nun noch weiter erläutert werden:

- Es ist mit einer deutlichen Erwärmung zu rechnen, im Schnitt um + 4 °C für das gesamte Bundesland im Vergleich zum Zeitraum 1971-2000. Da es sich hierbei um eine Zunahme der Jahresmitteltemperatur handelt, ist diese Zunahme sehr bedeutsam und hat starke Auswirkungen auf Mensch und Umwelt und somit die Wälder. Die Zunahme ist für die gesamte Steiermark annähernd gleich.
- Die Änderungen der Niederschläge sind aufgrund der äußerst schwierigen Prognose in einigen Bereichen noch nicht zuverlässig. Vor allem im Winter werden Niederschläge zunehmen, allerdings häufig in Form von Regen statt Schnee. Im Sommer ist je nach Region teils mit Zu- und teils mit Abnahmen der Niederschlagssummen zu rechnen.
- Bei einem optimistischeren Szenario (Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen) wären statt der + 4 °C „nur“ + 2,3 °C im Jahresmittel zu erwarten.

## Prognosen für die Steiermark

Eure Namen: \_\_\_\_\_

Euren Schulstandort: \_\_\_\_\_

Schneidet von der Karte „Erwartete Temperaturänderung in °C“ den Legende-Streifen ab und kontrolliert mit der dortigen Farbskala, wie sich die Temperatur an eurem Schulstandort ändern wird. Es handelt sich dabei immer um „von-bis-Angaben“.

|                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
|                 | Temperatur (Änderung in °C) |
| im Jahresmittel |                             |

### Zusatzaufgabe

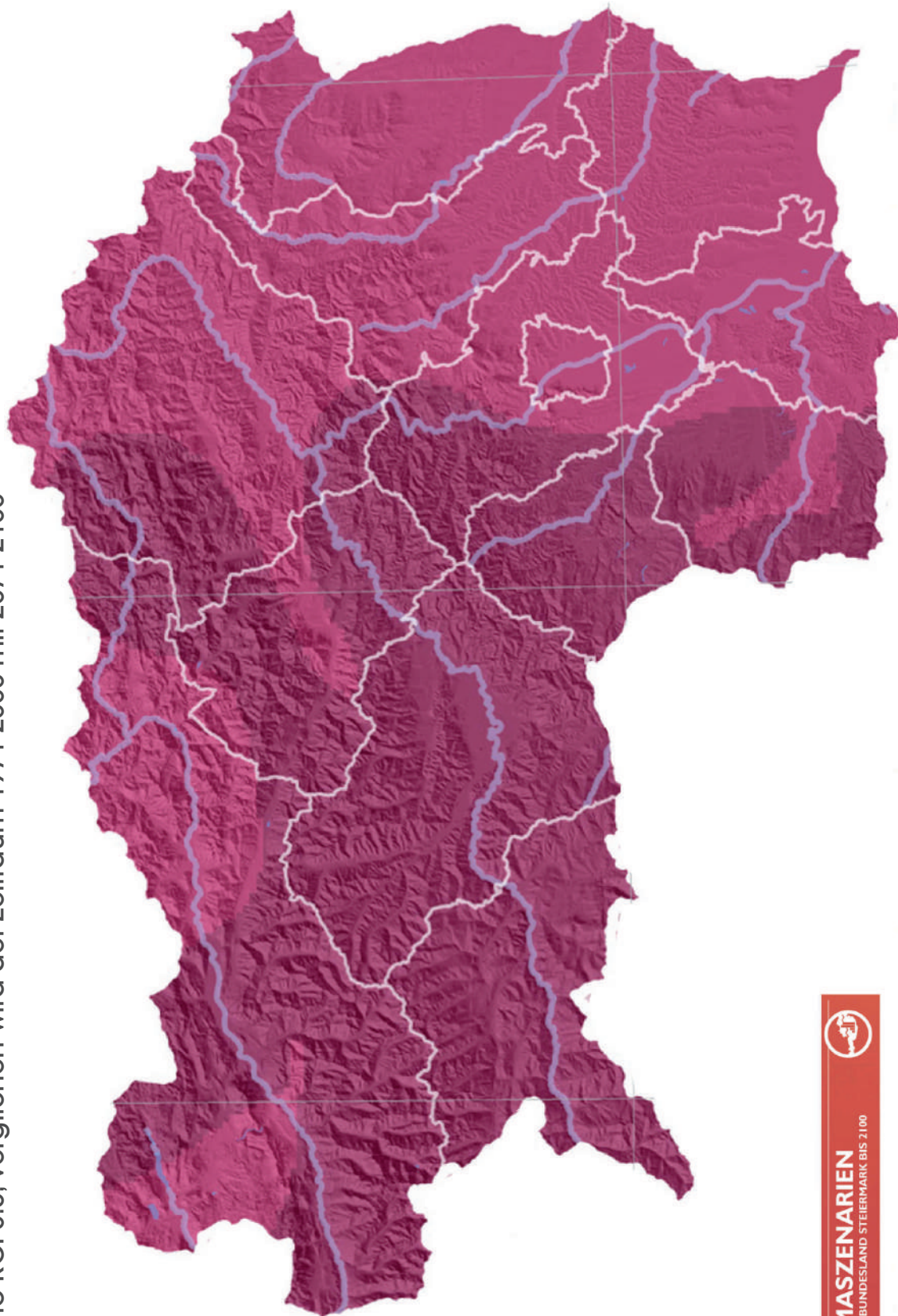
Mit den beiden weiteren Karten könnt ihr auch die erwarteten Niederschlags-änderungen im Winter bzw. Sommer für euren Schulstandort ermitteln.

|           |                              |
|-----------|------------------------------|
|           | Niederschlag (Änderung in %) |
| im Winter |                              |
| im Sommer |                              |



## Erwartete Temperaturänderung in °C

Szenario RCP8.5, verglichen wird der Zeitraum 1971-2000 mit 2071-2100

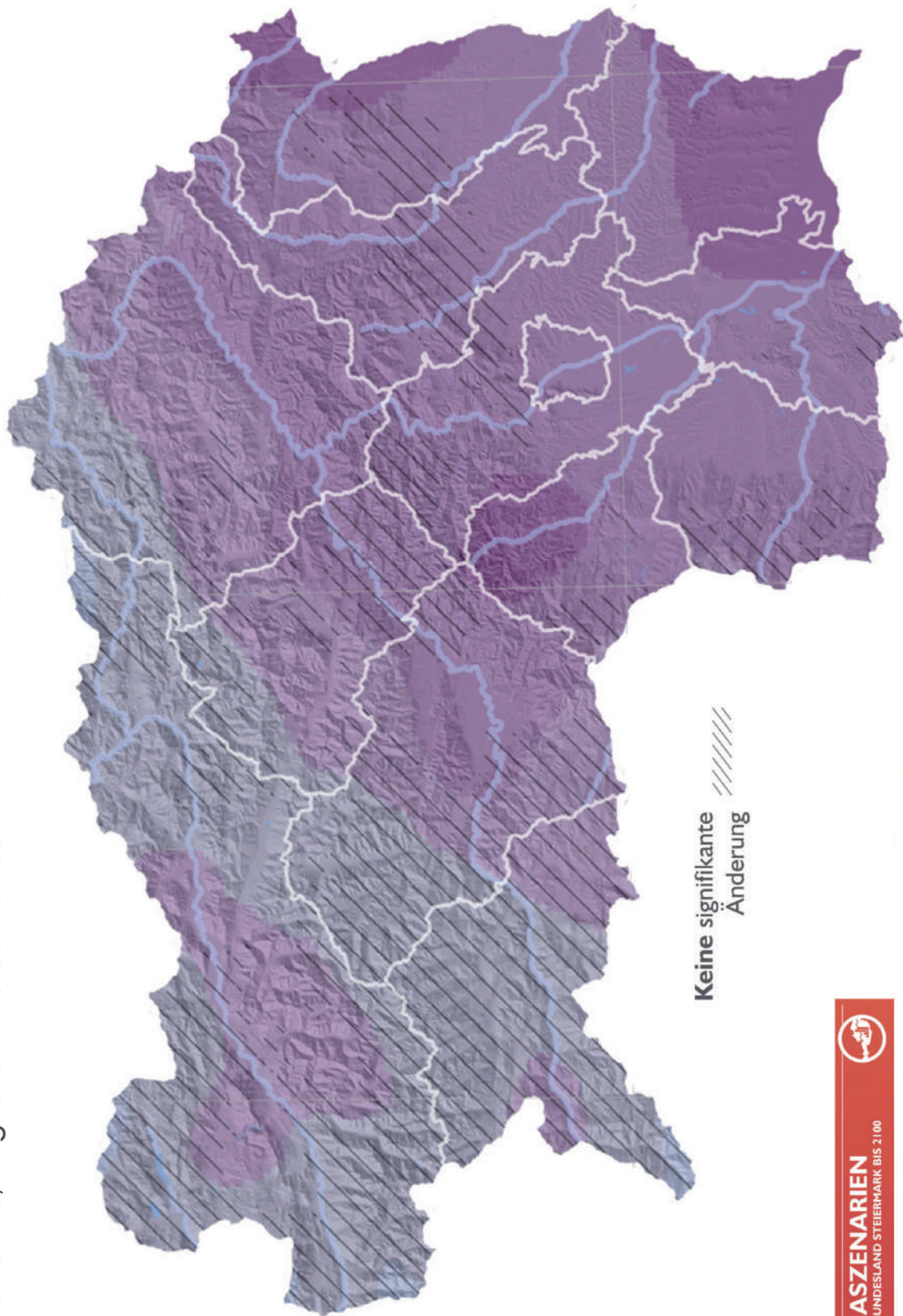


Quelle:



## Erwartete Niederschlagsänderung in % für Winter (Dez., Jän., Feb.)

Szenario RCP8.5, verglichen wird der Zeitraum 1971-2000 mit 2071-2100



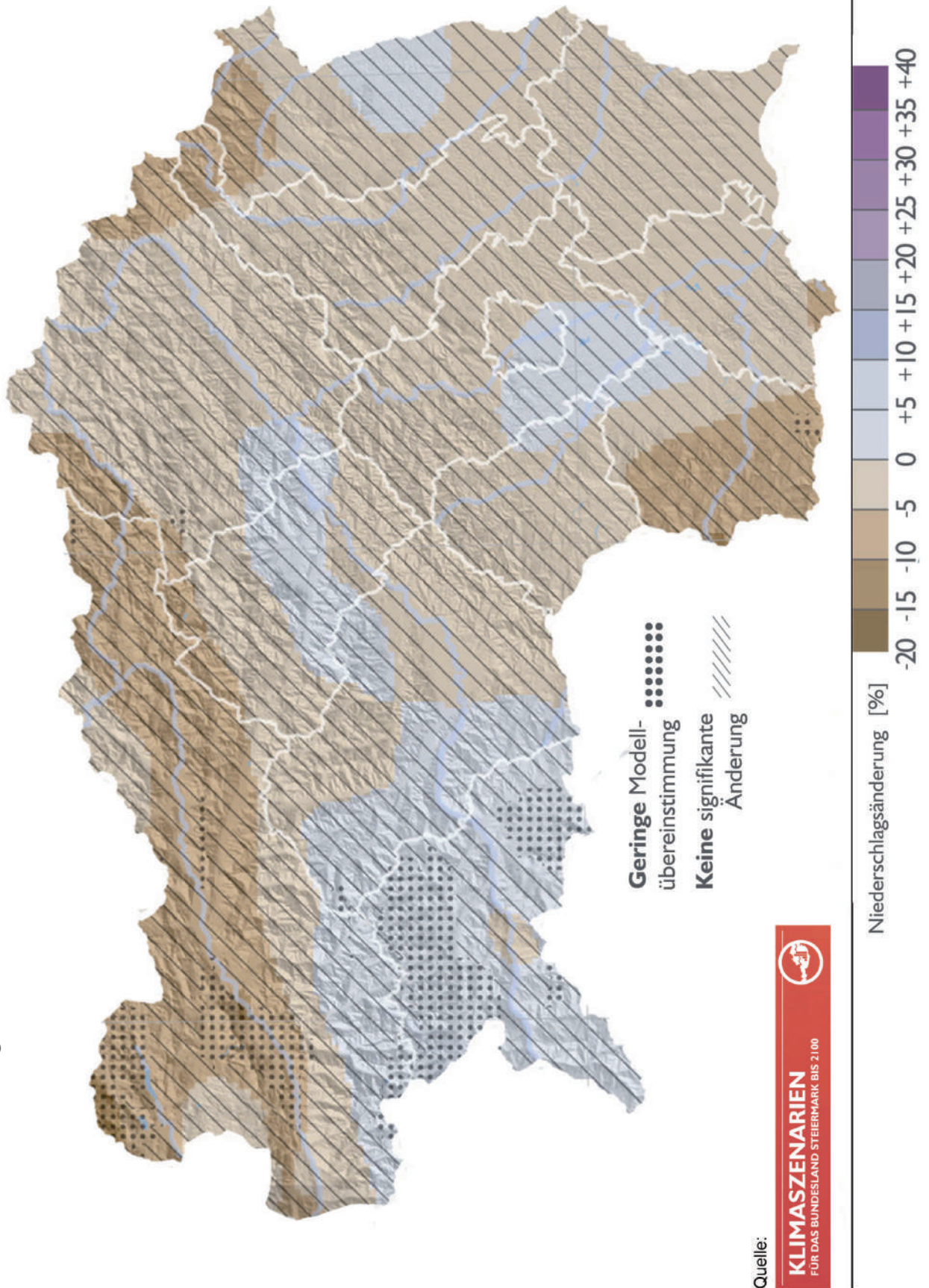
Quelle:





## Erwartete Niederschlagsänderung in % für Sommer (Juni, Juli, Aug.)

Szenario RCP8.5, verglichen wird der Zeitraum 1971-2000 mit 2071-2100





## Lawinen



## Borkenkäfer





## Schadpilze



Foto: O. Winder

## Windbruch



Foto: U. Kozina



## Schälung und Verbiss



Foto: Wikipedia



Foto: U. Kozina

## Trockenheit



Foto: U. Kozina



## Rutschungen



## Schnee-/Eisbruch





## Hintergrundinformationen zu diversen Waldschäden

### LAWINEN

Der Klimawandel hat hier regional sehr unterschiedliche Auswirkungen:

- In höheren Lagen jener Regionen, in denen die Niederschläge im Winter zunehmen werden, ist auch eine Zunahme der Starkschneefälle zu erwarten. Das führt zu einer Steigerung der Lawinentätigkeit.
- In mittleren und tiefen Lagen führen die höheren Temperaturen zu weniger Schneefällen und dadurch zu weniger Lawinen.
- In tiefen Lagen wird die Schneedeckendauer verkürzt und damit auch die Zeit der Gefährdung durch Lawinen.
- Allgemein führt eine frühere Durchfeuchtung der Schneedecke aufgrund höherer Temperaturen früher als bisher zu Nassschneelawinen.

### BORKENKÄFER

Klimawandelbedingte höhere Temperaturen (warme Winter und trockene, heiße Sommer) begünstigen eine schnellere Entwicklung von Borkenkäfern, wodurch jährlich mehrere Generationen ausgebildet werden können. Zusätzlich nimmt die Abwehrfähigkeit zum Beispiel von Fichten durch Trockenstress ab, weil der Harzdruck sinkt und unter der Rinde brütende Insekten nicht mehr bekämpft werden können.

Zu den bekanntesten Borkenkäfern zählen Buchdrucker und Kupferstecher an Fichte, Großer Lärchenborkenkäfer an Lärche, Großer und Kleiner Waldgärtner an Kiefer sowie Eichensplintkäfer an Eichen.

Dazu kommen sogenannte Neobiota, die sich durch den Klimawandel in der Steiermark ausbreiten können, wie zB der Asiatische Laubholzbockkäfer, der in der Steiermark noch nicht nachgewiesen ist, sehr wohl aber in Oberösterreich.

### SCHADPILZE

Geringere Wintertemperaturen, die im Zuge des Klimawandels schon zu messen und auch weiter zu erwarten sind, fördern Schadpilze, vor allem Hallimasch-Arten (Foto Bildkarte).

Dürreperioden führen zu Trockenstress und Wachstumsdepressionen und vermindern dadurch die Vitalität von Bäumen. Dies wiederum führt zu einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Schadpilzen.

Schadpilze können v. a. über Verletzungen an Bäumen – zB durch Schälsschäden oder auch bei Wind-/Schneebruch – ins Holz eindringen.

### WINDBRUCH / WINDWURF

Eine wärmere Atmosphäre hat mehr Energie und damit auch mehr Dynamik. Das kann zu verstärkten Sturmereignissen führen. Auch ist die Zunahme von Luftdruckunterschieden über den Alpen zu erwarten, was ebenfalls zu einer Erhöhung der Windgeschwindigkeiten führen kann.

Oft reichen einzelne Sturmböen von (stärker werdenden) Gewittern aus, um Bäume zu knicken (Windbruch), zu entwurzeln (Windwurf) oder ganze Waldflächen umzuwerfen.



## SCHÄLUNG UND VERBISS

Mit der klimatisch bedingten Veränderung der Waldstrukturen und Baumartenzusammensetzung ändern sich auch die Habitate für das heimische Wild. Menschliche Aktivitäten erhöhen das Risiko von Schälschäden im Bestandeswald (Bild links) und von Wildverbiss in Naturverjüngungen (Bild rechts).

Bei der „Schälung“ werden insbesondere vom Rotwild die Baumrinden abgenagt oder ganze Rindenstreifen abgerissen. Solche Verletzungen an Bäumen mindern die Holzqualität und können in weiterer Folge zum Eindringen von Schadpilzen führen.

Beim „Verbiss“ werden beim Jungbaum die Baumspitze und die Seitentriebe abgebissen, was das Höhenwachstum beeinträchtigt und bei starker Belastung in weiterer Folge zu Ausfall von verbissbeliebten Baumarten führt. (Entmischung hin zu Monokulturen)

## TROCKENHEIT

Im Sommerhalbjahr kommt es bei erhöhter Verdunstung gekoppelt mit geringen Niederschlagsmengen zu einer Verringerung der Bodenfeuchte bzw. auch zu Grundwasserschwankungen im Boden. In den letzten Jahren waren die Sommer 2003, 2015, 2017 oder 2018 besonders trocken. Solchen Dürreperioden führen v. a. bei bestimmten Baumarten zu Trockenstress und Wachstumsdepressionen. Dadurch wird die Vitalität der Bäume vermindert. Dies wiederum führt zu einer erhöhten Anfälligkeit für eine Vielzahl an Schadfaktoren (zB Schadpilze oder unter der Rinde brütende Insekten).

## RUTSCHUNGEN

Die Zunahme an heftiger werdenden Unwettern kann zu erhöhter Bodenerosion, Rutschungen oder Murenabgängen führen, da in kurzer Zeit viel Wasser oberflächlich abfließen muss bzw. in den Boden eindringt.

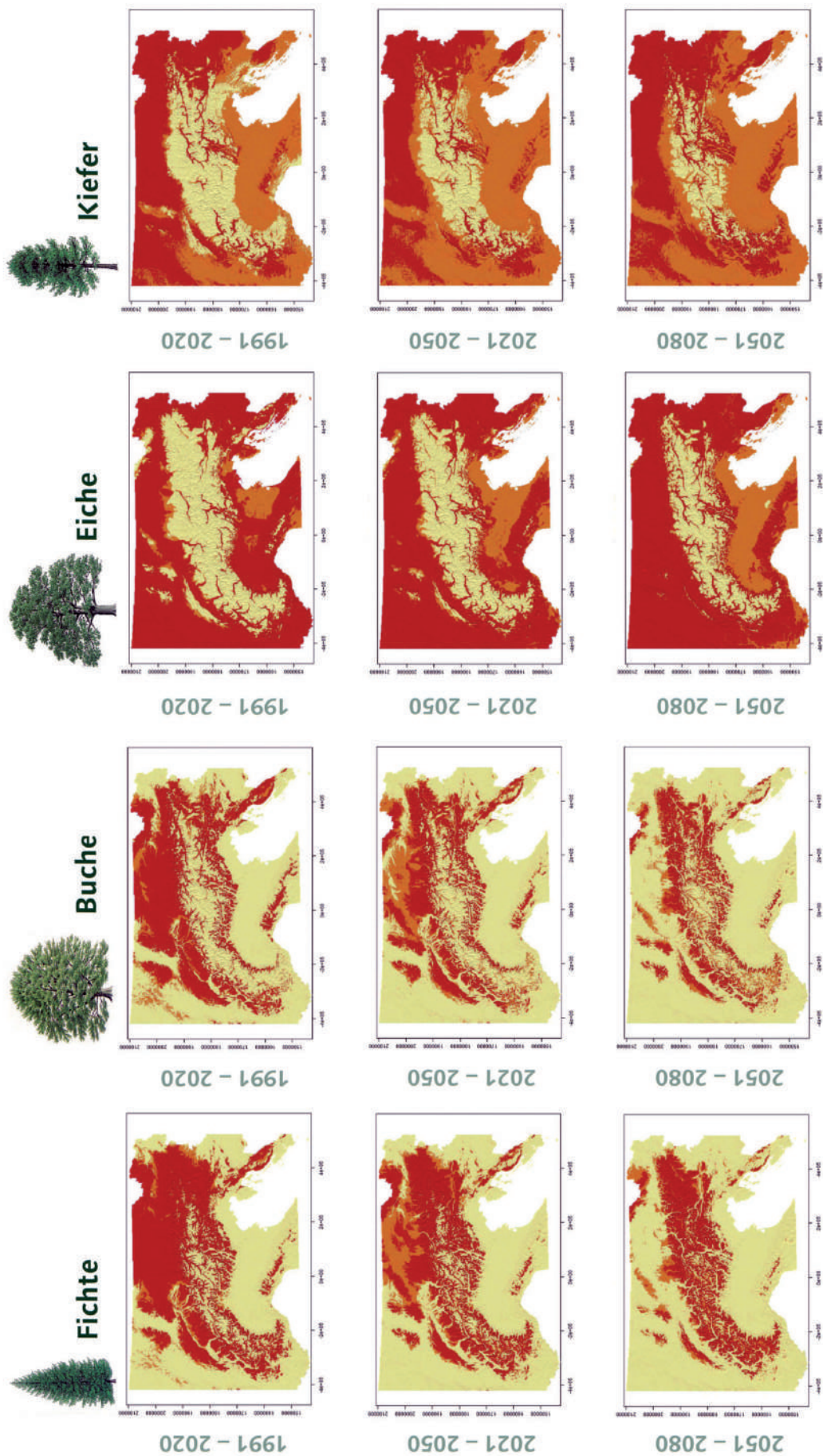
Einerseits können dabei Wälder geschädigt werden, andererseits können Bäume aber durch ihre Wurzeln das Gelände stabilisieren, vor Bodenerosion schützen und Rutschungen verhindern. Eine besonders große Bedeutung kommt hierbei der Waldbewirtschaftung und einem vielfältigen Pflanzenbewuchs zu.

## SCHNEE-/EISBRUCH

Schneebruch- und Eisanhangschäden sind in jedem Fall klimabedingt oder klimawandelbedingt. Besondere Wetterlagen wie zB Regen bei Minusgraden in Bodennähe führen zu Eishang an Bäumen. Unter dieser Last können Bäume entwurzelt oder geknickt werden.

Schneebruch geht v. a. mit nassem Schnee einher, also zB nach schneller Erwärmung und somit Schneedurchfeuchtung nach einem starkem Schneefallereignis.

# Verbreitung von Fichte, Buche, Eiche und Kiefer in drei aufeinanderfolgenden Zeiträumen in Mitteleuropa



## LEGENDE:

- Die Modelle prognostizieren mit großer Übereinstimmung ein Vorkommen der jeweiligen Baumart
- Die Modelle prognostizieren teilweise ein Vorkommen der jeweiligen Baumart
- Die Modelle ergeben geringe oder keine nennenswerten Vorkommen der jeweiligen Baumart

Quelle: Bundesforschungszentrum für Wald  
BFW-Praxisinformation Nr. 30/2012



## Verbreitungsmodelle von Baumarten

Baumarten und Waldtypen verändern durch den Klimawandel ihre Verbreitungsgebiete. Interpretiere die Karten „Verbreitung von Fichte, Buche, Eiche und Kiefer in drei aufeinanderfolgenden Zeiträumen in Mitteleuropa“ und beantworte folgende Fragen:

1. Welche Baumarten zeigen Arealverschiebungen in den abgebildeten Zeiträumen?
2. Die Areale welcher Baumarten werden in den nächsten 50-60 Jahren stark zurückgehen?
3. Das Areal welcher Baumart wird sich leicht vergrößern?
4. Das Areal welcher Baumart wird sich stark vergrößern?
5. Versuche in der Karte die Steiermark zu lokalisieren.  
Welche Baumarten werden in der Steiermark klimawandelbedingt in Zukunft immer mehr Probleme bekommen?
6. Was könnte die Lösung für dieses Problem sein?

## Verbreitungsmodelle von Baumarten - Lösung

Baumarten und Waldtypen verändern durch den Klimawandel ihre Verbreitungsgebiete. Interpretiere die Karten „Verbreitung von Fichte, Buche, Eiche und Kiefer in drei aufeinanderfolgenden Zeiträumen in Mitteleuropa“ und beantworte folgende Fragen:

1. Welche Baumarten zeigen Arealverschiebungen in den abgebildeten Zeiträumen?

*alle*

2. Die Areale welcher Baumarten werden in den nächsten 50-60 Jahren stark zurückgehen?

*Jene der Fichten und Buchen*

3. Das Areal welcher Baumart wird sich leicht vergrößern?

*Jenes der Kiefer*

4. Das Areal welcher Baumart wird sich stark vergrößern?

*Jenes der Eiche*

5. Versuche in der Karte die Steiermark zu lokalisieren.  
Welche Baumarten werden in der Steiermark klimawandelbedingt in Zukunft immer mehr Probleme bekommen?

*Fichte und Buche*

6. Was könnte die Lösung für dieses Problem sein?

*Als Maßnahme zur Klimawandelanpassung müssen verstärkt trockenresistente Bäume gepflanzt werden, dazu zählen Eichen und Kiefern.*



## Der Wald und die 17 globalen Nachhaltigkeitsziele



193 Staaten haben im September 2015 die Sustainable Development Goals (SDGs) beschlossen, die 17 Nachhaltigkeitsziele mit 169 konkreten Zielsetzungen.

Diese ambitionierte Agenda 2030 der Vereinten Nationen zielt einerseits auf politische Entscheidungen ab, andererseits aber auch auf konkrete Maßnahmen von (Wirtschafts) Systemen und letztendlich von jeder/jedem Einzelnen!

Im Ziel 15 „Leben an Land“ ist der Wald direkt angesprochen und es sind diverse konkrete Ziele genannt (hier einige Beispiele):

- Förderung der nachhaltigen Bewirtschaftung aller Waldarten
- Beenden der Entwaldung
- Wiederherstellung geschädigter Wälder
- Förderung aller Baumarten
- Erhöhung der weltweiten Wiederaufforstung
- Verhinderung des Verlusts an biologischer Vielfalt

Diese nachhaltigen Ziele betreffen alle Staaten der Welt und nicht nur einige wenige wie Brasilien oder Indonesien. Auch Österreich ist gefordert und kann auch als kleines Land viel beitragen!

### Aufgabenstellung

Bildet zunächst Arbeitsgruppen.

Überlegt euch, in welchen Bereichen eures eigenen Lebens (in der Schule, zu Hause, im Freundeskreis) ihr mit welchen dieser 17 Ziele überhaupt konfrontiert seid.

Wählt euch dann zwei dieser Ziele aus und schreibt auf, wo ihr glaubt, dass Themen wie Wald, Waldprodukte, Waldfunktionen, Waldwirtschaft usw. zu finden sind.

Zum Beispiel: Ziel 13 „Maßnahmen zum Klimaschutz“ ► Der Wald fungiert als CO<sub>2</sub>-Speicher.

## Wald-Quiz - 12 Fragen zum klimafitten Wald

Hier findest du 12 Fragen, die sich mit dem Thema „Wald und Klimawandel“ bzw. mit einzelnen Teilfragen daraus beschäftigen. Bei den Fragen gibt es zwischen 1-4 richtige Antworten, pro richtiger Antwort gibt es einen Punkt. Du kannst insgesamt 27 Punkte erreichen. Teste dich selbst und nutze das Internet zur Recherche!

**1. Durch den Klimawandel verändert sich ...**

- a Die natürliche Verbreitung der Baumarten
- b Die Wasseraufnahme der Bäume aus dem Boden
- c Die Gestalt von Blättern und Nadeln
- d Die Häufigkeit von Sturmschadenereignissen

**2. Rund eine Milliarde Tonnen Kohlenstoff sind in unseren Wäldern gebunden. Aus wie viel Prozent Kohlenstoff besteht Holz?**

- a ca. 35 %
- b ca. 40 %
- c ca. 50 %
- d ca. 60 %

**3. Typische forstlich genutzte Baumarten in Bergwäldern sind ...**

- a Rotbuche
- b Lärche
- c Fichte
- d Eiche

**4. Heimische Baumarten, die mehr Trockenheit vertragen, sind ...**

- a Eiche
- b Schwarzerle
- c Rotkiefer
- d Hainbuche

**5. Österreich hat rund 8,8 Mill. EinwohnerInnen, wie viele Kubikmeter Holz bzw. wie viele Bäume kommen geschätzt auf jede/n ÖsterreicherIn?**

- a 95 m<sup>3</sup> bzw. etwa 280 Bäume
- b 130 m<sup>3</sup> bzw. etwa 390 Bäume
- c 145 m<sup>3</sup> bzw. etwa 440 Bäume
- d 170 m<sup>3</sup> bzw. etwa 510 Bäume

**6. Wälder mit Schutzfunktion nehmen rund 17 % der steirischen Waldfläche ein. Schutzwälder ...**

- a verhindern Hangrutschungen
- b verringern die Gefahr von Lawinenabgängen
- c vermindern Steinschläge
- d regulieren den Abfluss von Niederschlagswässern



**7. Die Fläche Österreichs beträgt 84 000 km<sup>2</sup>, welche Fläche davon ist von Wald bedeckt?**

- a 3,0 Mio. Hektar
- b 3,5 Mio. Hektar
- c 4,0 Mio. Hektar
- d 4,5 Mio. Hektar

**8. Gefährliche Schädlinge im Wald sind ...**

- a Borkenkäfer
- b Baumflechten
- c Hallimasch
- d Waldmäuse

**9. Ein Überbestand an Wild kann ein Waldökosystem gefährden. Wildschäden entstehen durch ...**

- a Bau von Baumhöhlen durch Spechte
- b Schälen von Rotwild
- c Grabungstätigkeit durch Fuchs und Dachs
- d Verbiss von Rehwild

**10. Der Klimawandel, insbesondere der Anstieg der Temperatur im Alpenraum, begünstigt ...**

- a die Verschiebung der Waldgrenze nach oben
- b die Ausbreitung von trockenheitsresistenten Baumarten
- c den Holzzuwachs bei Bäumen im Gebirge
- d die Vermehrung von Schädlingen

**11. Als Neophyten werden Pflanzen bezeichnet, die sich seit 1492 mit oder ohne menschliches Zutun in unseren Lebensräumen etabliert haben. Welche Arten bieten in Zukunft Chancen für die Waldwirtschaft?**

- a Robinie
- b Roteiche
- c Douglasie
- d Götterbaum

**12. Welche Schäden an Wäldern sind nicht klima- oder klimawandelbedingt?**

- a Schäden durch bauliche Tätigkeiten (zB Schipisten, Aufstiegshilfen)
- b Schäden durch Trockenheit
- c Schäden durch Windwurf
- d Schäden durch vermehrtes Auftreten von Schädlingen

## Wald-Quiz - 12 Fragen zum klimafitten Wald - Lösung

Hier findest du 12 Fragen, die sich mit dem Thema „Wald und Klimawandel“ bzw. mit einzelnen Teilfragen daraus beschäftigen. Bei den Fragen gibt es zwischen 1-4 richtige Antworten, pro richtiger Antwort gibt es einen Punkt. Du kannst insgesamt 27 Punkte erreichen. Teste dich selbst und nutze das Internet zur Recherche!

**1. Durch den Klimawandel verändert sich ...**

- a Die natürliche Verbreitung der Baumarten
- b Die Wasseraufnahme der Bäume aus dem Boden
- c Die Gestalt von Blättern und Nadeln
- d Die Häufigkeit von Sturmschadenereignissen

**2. Rund eine Milliarde Tonnen Kohlenstoff sind in unseren Wäldern gebunden. Aus wie viel Prozent Kohlenstoff besteht Holz?**

- a ca. 35 %
- b ca. 40 %
- c ca. 50 %
- d ca. 60 %

**3. Typische forstlich genutzte Baumarten in Bergwäldern sind ...**

- a Rotbuche
- b Lärche
- c Fichte
- d Eiche

**4. Heimische Baumarten, die mehr Trockenheit vertragen, sind ...**

- a Eiche
- b Schwarzerle
- c Rotkiefer
- d Hainbuche

**5. Österreich hat rund 8,8 Mill. Einwohner, wie viele Kubikmeter Holz bzw. wie viele Bäume kommen geschätzt auf jede/n ÖsterreicherIn?**

- a 95 m<sup>3</sup> bzw. etwa 280 Bäume
- b 130 m<sup>3</sup> bzw. etwa 390 Bäume
- c 145 m<sup>3</sup> bzw. etwa 440 Bäume
- d 170 m<sup>3</sup> bzw. etwa 510 Bäume

**6. Wälder mit Schutzfunktion nehmen rund 17 % der steirischen Waldfläche ein. Schutzwälder ...**

- a verhindern Hangrutschungen
- b verringern die Gefahr von Lawinenabgängen
- c vermindern Steinschläge
- d regulieren den Abfluss von Niederschlagswässern



**7. Die Fläche Österreichs beträgt 84 000 km<sup>2</sup>, welche Fläche davon ist von Wald bedeckt?**

- a 3,0 Mio. Hektar
- b 3,5 Mio. Hektar
- c 4,0 Mio. Hektar
- d 4,5 Mio. Hektar

**8. Gefährliche Schädlinge im Wald sind ...**

- a Borkenkäfer
- b Baumflechten
- c Hallimasch
- d Waldmäuse

**9. Ein Überbestand an Wild kann ein Waldökosystem gefährden. Wildschäden entstehen durch ...**

- a Bau von Baumhöhlen durch Spechte
- b Schälen von Rotwild
- c Grabungstätigkeit durch Fuchs und Dachs
- d Verbiss von Rehwild

**10. Der Klimawandel, insbesondere der Anstieg der Temperatur im Alpenraum, begünstigt ...**

- a die Verschiebung der Waldgrenze nach oben
- b die Ausbreitung von trockenheitsresistenten Baumarten
- c den Holzzuwachs bei Bäumen im Gebirge
- d die Vermehrung von Schädlingen

**11. Als Neophyten werden Pflanzen bezeichnet, die sich seit 1492 mit oder ohne menschliches Zutun in unseren Lebensräumen etabliert haben. Welche Arten bieten in Zukunft Chancen für die Waldwirtschaft?**

- a Robinie
- b Roteiche
- c Douglasie
- d Götterbaum

**12. Welche Schäden an Wäldern sind nicht klima- oder klimawandelbedingt?**

- a Schäden durch bauliche Tätigkeiten (zB Schipisten, Aufstiegshilfen)
- b Schäden durch Trockenheit
- c Schäden durch Windwurf
- d Schäden durch vermehrtes Auftreten von Schädlingen