



Gefährlich für Eschen: Die Fruchtkörper des Eschenstengelbecherchens wachsen ab Juni auf den Eschenblattstielen des Vorjahres in der Bodenstreu.



Trauriger Anblick: Alle Pflanzenteile oberhalb der Befallsstelle dieser jungen Esche sterben, weil die Äste durch die Krankheit kein Wasser mehr bekommen.

### LERNZIELE UND KOMPETENZEN

Fächer: Biologie (Erdkunde)

Die Schülerinnen und Schüler

- » lernen die Baumart Esche und ihre Bedeutung kennen;
- » lernen den das Eschentriebsterben verursachenden Pilz und die Symptome kennen;
- » vollziehen die Logik aktueller Forschungsansätze nach;
- » skizzieren den aktuellen Wissensstand;
- » ermitteln Aussagen zur Zukunft der Esche;
- » bearbeiten eine Karte zur Epidemie.

# Ein Pilz bedroht die Esche

Sie stirbt scheinbar unaufhaltsam aus: die Esche. Und das, obwohl sie seit Jahrhunderten bei uns heimisch ist. Der Grund: Eine Pilzkrankheit setzt den Eschen seit 15 Jahren zu und verursacht Eschentriebsterben. Forscher suchen fieberhaft nach Lösungen – nun gibt es Hoffnung.

## SACHINFORMATION

### EINE WERTVOLLE BAUMART

Die Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior* L.) gehört in die Familie der Ölbaumgewächse, wie z.B. der Flieder. Sie kann mehr als 40 Meter Höhe erreichen, oft ist die Krone kugelförmig. Ihr Stamm mit silbriger, aschgrauer Rinde wird bis zu zwei Meter dick. Unverwechselbar sind die samt-schwarzen Knospen in Zwiebelform. Eschen sind in vielen Wäldern und regional als Straßen- und Stadtbaum verbreitet. Sie eignen sich für mehrere Standorte, solange sie ausreichend Nährstoffe bekommen. Man unterscheidet zwischen „Kalkesche“ und „Wasseresche“. Sie stehen an Fließgewässern und Steilhängen und befestigen diese.

Die Esche bietet zahlreichen Insekten und Pilzen einen wichtigen Lebensraum. Viele Wildtiere ernähren sich von ihren Zweigen. Blätter und Rinde sollen außerdem eine heilende Wirkung haben.

Das Eschenholz ist besonders zug-, biege- und stoßfest. Deshalb gilt es als

sogenanntes Edellaubholz und wird als langlebiges Material für z.B. Turngeräte und Werkzeugstiele genutzt. Kurzum: Die Esche ist ökologisch und ökonomisch wertvoll. Doch nun ist ihre forstliche Zukunft ungewiss. Ein Pilz macht die Bäume krank und tötet ihre Triebe, weil viele Eschen erkranken und absterben.

### EIN PILZ IST DER AUSLÖSER

Das Phänomen nennt sich „Neuartiges Eschentriebsterben“. Erreger ist der Schlauchpilz mit dem Namen „Eschenstengelbecherchen“, genauer die Form *Chalara fraxinea* des Pilzes *Hymenoscyphus fraxineus*. Er stammt aus Japan und verursacht an der dort heimischen Eschenart keinerlei Symptome. Vor 150 Jahren wurde er mit Eschen nach Estland eingeschleppt, aber erst 1992 wurden im Nordosten Polens Schäden an heimischen Bäumen festgestellt. Die Vermutung: Der Pilz schädigt europäische Eschen – und zwar stark, weil es keine Anpassung in der Evolution gab, das mitteleuropäische Klima den Pilz fördert und weitere Schäd-

linge die Eschen schwächen. Die Krankheit breitet sich stetig aus – an Eschen jeden Alters und an allen Standorten in Europa.

Der Pilz bildet an feuchten Tagen ab Anfang Juni weiße Fruchtkörper auf Eschenblattstielen in der Bodenstreu, wo er überwintert hat. Dieser setzt unzählige Sporen frei, die mit dem Wind hoch auf die Eschenblätter gelangen. Dort keimen sie und schädigen das Blattgewebe. Die Bäume stoßen die befallenen Blätter ab, sodass die Kronen schon im August nahezu kahl sind. Häufig dringt der Erreger zusätzlich in die Triebe vor, wodurch diese absterben. Auch die Rinde und das Holz nehmen Schaden und verfärben sich. Manche Eschen sind vital und fit genug, um die Verluste durch Ersatztriebblbildung auszugleichen, aber auch sie sterben nach wenigen Jahren vollständig ab. Infizierte Eschen sind anfälliger für z.B. Fäulen am Fuß des Stammes (Nekrosen) und holzzerstörende Pilze wie Hallimasch und stürzen um.

An diesem Hang wächst zwischen vielen erkrankten Eschen ein offensichtlich resistenter Genotyp der Baumart.



Die Epidemie tritt so heftig auf wie kaum bzw. keine Baumkrankheit in unseren Wäldern vor ihr. Die Ausbreitung des Eschentriebsterbens wird bundesweit durch die forstlichen Versuchsanstalten beobachtet (Monitoring). Eine Lösung wird dringend benötigt.

### WIDERSTANDSFÄHIGER NACHWUCHS

Der Pilz lässt sich (bisher) nicht direkt bekämpfen, aber die Lösung könnte in den Bäumen selbst stecken: Manche Bäume zeigen sich weniger anfällig. Sogar ganz in der Nähe von stark erkrankten Bäumen stehen vollständig gesunde oder nur schwach befallene Individuen. Offenkundig wirken sich dort verschiedene Mechanismen schützend aus. Mittlerweile ist bekannt, dass diese Resistenzen genetisch bedingt und vererbbar sind. WissenschaftlerInnen hoffen, dass sich Nachkommen dieser Bäume langfristig durchsetzen (natürliche Selektion). Studien aus Nordosteuropa deuten an, dass die Zahl der resistenten bzw. toleranten Jungbäume zunimmt. Um den Eschenbeständen zu helfen, soll dieser lange Weg verkürzt werden.

Das Forschungsprojekt „ResEsche“ sucht daher gezielt gesunde Eschen, um diese zu vermehren und z.B. stark betroffene Wälder wieder aufforsten zu können. Dafür wurden genaue Suchkriterien festgelegt: Die Eschen sollen vitale, dichte Kronen, keine oder nur geringe Ersatztriebbildung und keine Stammfußnekrosen vorweisen. Außerdem brauchen sie einen guten Wuchs und eine gute Stammqualität, d.h. gerader Schaft, hohe Krone und volles Holz. Nur von solchen

sogenannten Plusbäumen werden Ableger, also Klone, gezogen (vegetative Vermehrung). Zum Erhalt der biologischen Vielfalt sollen möglichst viele verschiedene Plusbäume gefunden und genutzt werden.

### MIKROBEN KÖNNTEN HELFEN

Parallel verfolgen ForscherInnen einen weiteren Lösungsansatz. Sie vergleichen zunächst das Mikrobiom, also die Gemeinschaft der Mikroorganismen, auf bzw. in erkrankten und gesunden Eschen. Denn – wie die ganze Natur – sind auch Bäume mit Bakterien, Pilzen und Viren besiedelt. Sie möchten Mikroben finden, die den Pilz hemmen oder durch Konkurrenz unterdrücken (biologische Gegenspieler).

Dazu identifizieren sie zunächst alle Bakterien und Pilze, welche eine Hemmung des Erregers bewirken könnten. In weiteren Schritten kultivieren die ForscherInnen diese Vorauswahl von Mikroben – einzeln (Isolat) oder in Gruppen (Konsortien) – und untersuchen deren Wechselwirkungen mit dem Stengelbe-

cherchen. Im Gewächshaus testen sie deren Wirkung an jungen befallenen Eschen und wählen besonders erfolgversprechende effektive Mikroben(-teams) aus. Auch deren Gene werden analysiert.

Danach soll ein Verfahren entwickelt werden, mit dem sich die hilfreichen Mikroben vermehren, lagern, transportieren und schließlich an den Eschen ausbringen lassen, sodass sie dort lebendig ankommen und wirken können. Die Idee ist, die mikrobiellen Präparate in Samenplantagen zur Entwicklung resistenter Pflanzen einzusetzen.

### AUSBLICK

Weitere Studien sollen helfen, den schädlichen Pilz und die Eigenschaften widerstandsfähiger Eschen besser zu verstehen und weitere Lösungsansätze zu entwickeln. Noch ist z.B. unklar, in welcher Lebensphase der Pilz wie bekämpfbar ist oder mit welchen Genen man tolerantere Eschen züchten könnte.

Bis auf Weiteres empfehlen offizielle Stellen keine neuen Eschen zu pflanzen und erkrankte Bäume rechtzeitig zu fällen, bevor ihr Holz stark an Wert verliert oder Unfälle durch umstürzende Bäume drohen. Wegen Folgeschädlingen, die u.U. darin brüten, soll befallenes Holz nicht im Wald verbleiben, außer wenn es sich um Biotopbäume für die Artenvielfalt handelt.

### METHODISCH-DIDAKTISCHE ANREGUNGEN

Wenn es um biologische Vielfalt und Artensterben geht, denkt man eher an kleine Tiere und Pflanzen, weniger an mächtige Bäume wie Eschen. Können die Jugendlichen sich vorstellen, dass diese Riesen vielerorts verschwinden und sich Landstriche durch einen Pilz ändern?

Nach diesem Gedankenspiel lesen die SchülerInnen die Sachinfo und erarbeiten sich mit **Arbeitsblatt 1** die aktuelle Sachlage. Besonderer Fokus liegt darauf zu verstehen, was das Problem ist und wie die Forschungsdisziplinen vorgehen, um Lösungsansätze zu finden. Die Fakten und Prozesse können zudem mit der **Sammelkarte** (S. 17) verbildlicht werden. Weitere Informationen zum Verlauf der Epidemie liefert die **Karte** auf Seite 27.

Daraus ergeben sich Fragen zur Zukunft der Europäischen Esche, u.a. um mögliche ökologische Folgen. Die Klasse überlegt gemeinsam Antworten zu den Fragen auf **Arbeitsblatt 2** und ordnet dann die Aussagen eines Experten zu.

### LINK- UND MATERIALTIPPS

- » Anknüpfende Materialien in Heft 2 (Biologische Vielfalt), 24 (Biodiversität), 27 (Artenvielfalt) und 30 (Biologischer Pflanzenschutz) unter [ima-lehrermagazin.de](http://ima-lehrermagazin.de)
- » Detailliertes Porträt der Baumart unter [baum-des-jahres.de](http://baum-des-jahres.de)
- » Umfassende Infos der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) und gut verständliches Merkblatt Nr. 28 unter <https://kurzlink.de/ETS-Merkblatt> und [eschentriebsterben.org](http://eschentriebsterben.org)
- » Weitere Infos unter [waldwissen.net](http://waldwissen.net) und [kiwuh.de](http://kiwuh.de) → Suche „Eschentriebsterben“



## ESCHENTRIEBSTERBEN ARBEITSBLATT 1

# Hilfe für die Gemeine Esche

- ① Beschreibe kurz die Baumart Esche und ihre ökologische und ökonomische Bedeutung.
- ② Beschreibe den Lebenszyklus des Pilzes Eschenstengelbecherchen und die Symptome, die er an den Bäumen verursacht.
- ③ Erkläre, warum der Pilz so großen Schaden anrichten kann und warum seine Ausbreitung verhindert werden soll.
- ④ Stelle die Schritte der Resistenzforschung dar. Erläutere dabei auch, warum die natürliche Auslese in der Natur nicht ausreicht, um die aktuellen Eschenbestände zu retten.
- ⑤ Erläutere die Grundidee des Forschungsansatzes der MikrobiologInnen und schildere ihr Vorgehen. Der Kasten hilft dir dabei.



Zur Vermehrung (Klonen) der gesunden Plusbäume pflanzen die ForscherInnen deren Triebe auf viele vorgezogene Jungpflanzen, damit diese auch tolerant bzw. resistent werden.

### WELT VOLLER MIKROBEN

Überall in der Natur leben Bakterien und Pilze: im Boden und Wasser, in der Luft und auch auf und im Körper von allen Lebewesen. Das ist nicht schlimm, sondern unverzichtbar. Die Mikroben leben normalerweise in einem Gleichgewicht. Bei Tieren und Menschen schützen sie z. B. die Haut, verdauen die Nahrung mit und helfen bei der Immunabwehr. Bei Pflanzen helfen sie z. B. beim Wurzelwachstum. Die Wissenschaft entdeckt zunehmend das Zusammenspiel der Mikroben in der Natur. Sie untersucht, welche Störungen zu Krankheiten führen und wie bestimmte Mikroben dagegen helfen.



Der Verursacher des Eschentriebsterbens, *Chalara fraxinea*, unter dem Mikroskop.

### Zusatzaufgabe:

An der Suche nach einer Lösung beteiligen sich u. a. das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. und das Thünen-Institut für Forstgenetik. Informiere dich über die beteiligten Forschungsinstitute. Welche Bereiche der Wissenschaft bzw. welche Berufsausbildungen vertreten die Menschen, die an den Forschungsprojekten arbeiten?

## Die ungewisse Zukunft der Esche

Im Moment ist noch nicht abzusehen, wie es mit der Baumart weitergeht und ob sie im mitteleuropäischen Wald zukünftig eine Chance hat. Die Fragen an die ExpertInnen\* lauten:

- » Wenn die Resistenzzüchtung und/oder das Mikrobenpräparat funktionieren sollte, wie würde deren Anwendung in der Natur ablaufen?
- » Welche Arten werden als Ersatz für Eschen gepflanzt?
- » Wie verändert sich die Natur, wenn die Esche verschwindet?
- » Welche unerwarteten Wendungen und natürlichen Lösungen könnten sich ergeben?

① **Diskutiere die Fragen mit deiner Klasse und überlegt euch gemeinsam, was die Antworten sein könnten.**

Hier Arbeitsblatt umknicken und zunächst die erste Aufgabe beantworten.

② **Lies die vorgegebenen Antworten\* und trage die Fragen bei den richtigen Antworten ein.**

### WIE VERÄNDERT SICH DIE NATUR, WENN DIE ESCHE VERSCHWINDET?

Zunächst bleibt abzuwarten, ob die natürlich nachwachsenden Jungeschen (Naturverjüngung) toleranter sind. Wenn nicht, nehmen andere Baum- und Straucharten die Standorte sukzessiv ein. Auf nassen Standorten wäre es oft die Roterle, die auch verstärkt in den letzten Jahren auf diesen Standorten durch die FörsterInnen gepflanzt wurde, oder die Ulme. An Hängen gedeiht Ahorn gut. Mit der Esche können Lebensräume für bestimmte Pilzarten verschwinden, die biologische Vielfalt nähme ab. Studien dazu laufen.

### WELCHE UNERWARTETEN WENDUNGEN UND NATÜRLICHEN LÖSUNGEN KÖNNTEN SICH ERGEBEN?

Wenn viele Eschen – durch den Pilz angeregt – natürliche Mutationen entwickeln, die ihre Nachkommen widerstandsfähiger machen und so den Fortbestand der Art sichern. Sonst würde wohl nur ein Durchbruch in der Forschung mit resistenten Eschen und Mitteln zur Pilzbekämpfung die Wende bringen.

### WENN EINER DER ANSÄTZE FUNKTIONIERT, WIE WÜRDEN DEREN ANWENDUNG ABLAUFEN?

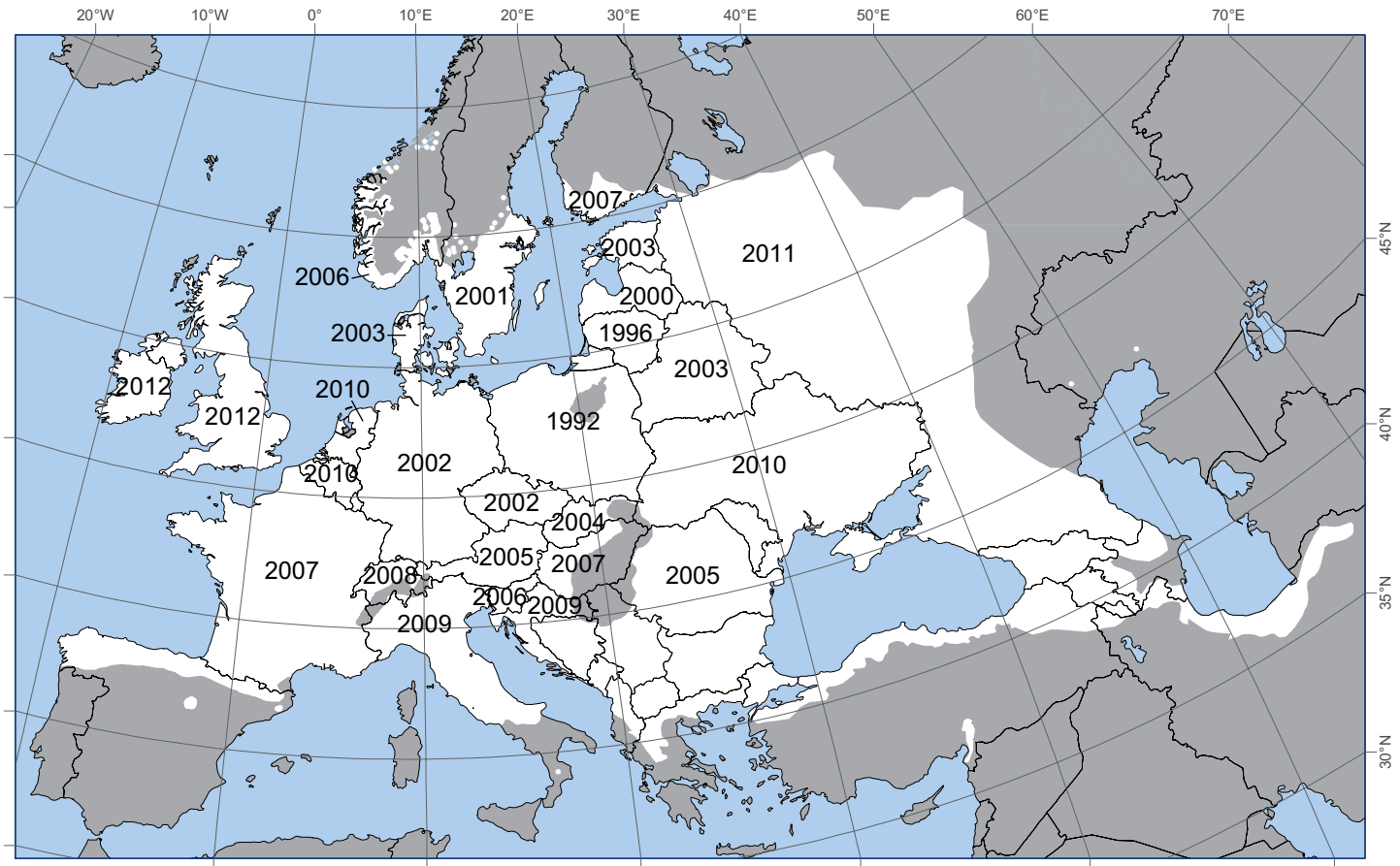
Noch fehlen Untersuchungen und Planungen zur Anwendung, da erst geklärt werden muss, welche Maßnahmen den Pilz effektiv bekämpfen und wo sie am besten ansetzen. Hierzu starten in 2019 weitere Forschungsprojekte. Erst danach lässt sich die Umsetzung und Finanzierung mit Behörden, LandschaftsgärtnerInnen, FörsterInnen, LandwirtInnen und anderen Beteiligten planen.

### WELCHE ARTEN WERDEN ALS ERSATZ FÜR ESCHEN GEPFLANZT?

Eine alleinige Ersatzbaumart für die Esche wird es nicht geben. Bei Räumung von Flächen mit kranken Eschenbeständen müssen je nach Standort und Zweck geeignete Ersatzbaumarten ausgewählt werden. Dafür gibt es spezielle Tabellen und Nachschlagewerke.

\* Die Aussagen stammen von u. a. Sebastian Kinowski vom Kompetenz- und Informationszentrum Wald und Holz (KIWUH), der im Deutschen Koordinierungskreis zum Erhalt der Gemeinschen Esche mit anderen ExpertInnen arbeitet. Mehr dazu unter [www.kiwuh.de](http://www.kiwuh.de) → Suche „Eschentriebsterben“

# Epidemie Eschentriebsterben



Das Eschentriebsterben hat sich in den letzten Jahren rasant ausgebreitet und bedroht die Bestände der Gemeinen Esche in Europa. Die weiß eingefärbten Regionen zeigen das natürliche Verbreitungsgebiet der Esche. Die Jahreszahlen geben an,

in welchem Jahr das Eschentriebsterben im jeweiligen Land zum ersten Mal beobachtet wurde. Die Symptome der Krankheit fielen zuerst 1992 in Polen auf. Erst später wies man den Pilz Eschenstengelbecherchen als Verursacher nach.

## IDEEN FÜR DEN EINSATZ IM UNTERRICHT

**Fächer:** Biologie, Geografie

### Aufgaben zur Statistik:

- » Vollziehe die Wege der Ausbreitung nach. Zeichne dafür Linien/Pfeile von Jahreszahl zu Jahreszahl gemäß der zeitlichen Abfolge. Beginne mit einem Pfeil von 1992 zu 1996, von dort zu 2000 usw.
- » Verdeutliche die Epochen. Färbe dazu die Länder unterschiedlich ein: rot = 1990 bis 1999; orange = 2000 bis 2004; gelb = 2005 bis 2009; grün = ab 2010.

### Weiterführende Aufgaben zum Hintergrundwissen:

- » Beschrifte die Länder mit ihren Namen. Ein Atlas hilft dir dabei.
- » Mittendrin gibt es drei Flecken bzw. Regionen, wo keine Eschen vorkommen. Beschreibe ihre Position.

- » Schau dir den Verlauf der Pfeile und Farben an. Beschreibe, wie sich der Pilz und seine Symptome ausbreiten: Geht er gleichmäßig von Polen in alle Richtungen oder folgt er anderen Mustern? Wo ist er schnell weitergewandert, wo hat er mehrere Jahre bis zum Nachbarland gebraucht?

### Recherche-Quellen/Weitere Infos auf:

- » [https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/pilze\\_nematoden/wsl\\_merkblatt\\_eschentriebsterben/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/pilze_nematoden/wsl_merkblatt_eschentriebsterben/index_DE)
- » <http://www.euforgen.org/species/fraxinus-excelsior/>
- » <http://www.euforgen.org/about-us/news/news-detail/can-genetic-diversity-save-ash-forests/>