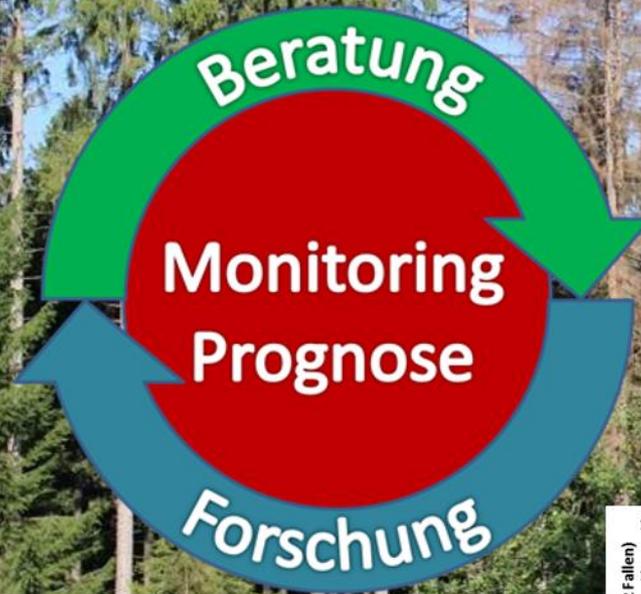
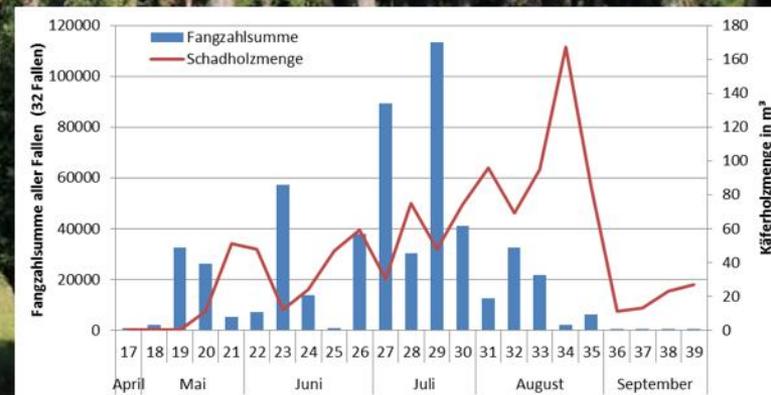


# Waldgesundheit & Sachkunde Phytomedizin



Prof. Dr. habil. Jörg Schumacher



# Organisatorisches: Termine & Räume

- jeweils **Dienstag** (18.03.2025 - 01.07.2025)
- Zeit: **10:15 – 12:30** Uhr
- Raum: **11.105, 15.001** (ggf. online: <https://bbb.hnee.de/b/jsc-xf4-3zc>)

## Ausnahmen:

- **13.05.25:** keine LV WGS (Tausch mit Prof. Cremer: „Holzverwendung & Logistik“)
- **20.05./10.06./17.06.25:** keine LV (Blockveranstaltungen)
- **24.06.25:** keine LV WGS (Tausch mit Prof. Cremer; Ersatz: 23.06.25, 12:30-14:00 Uhr)

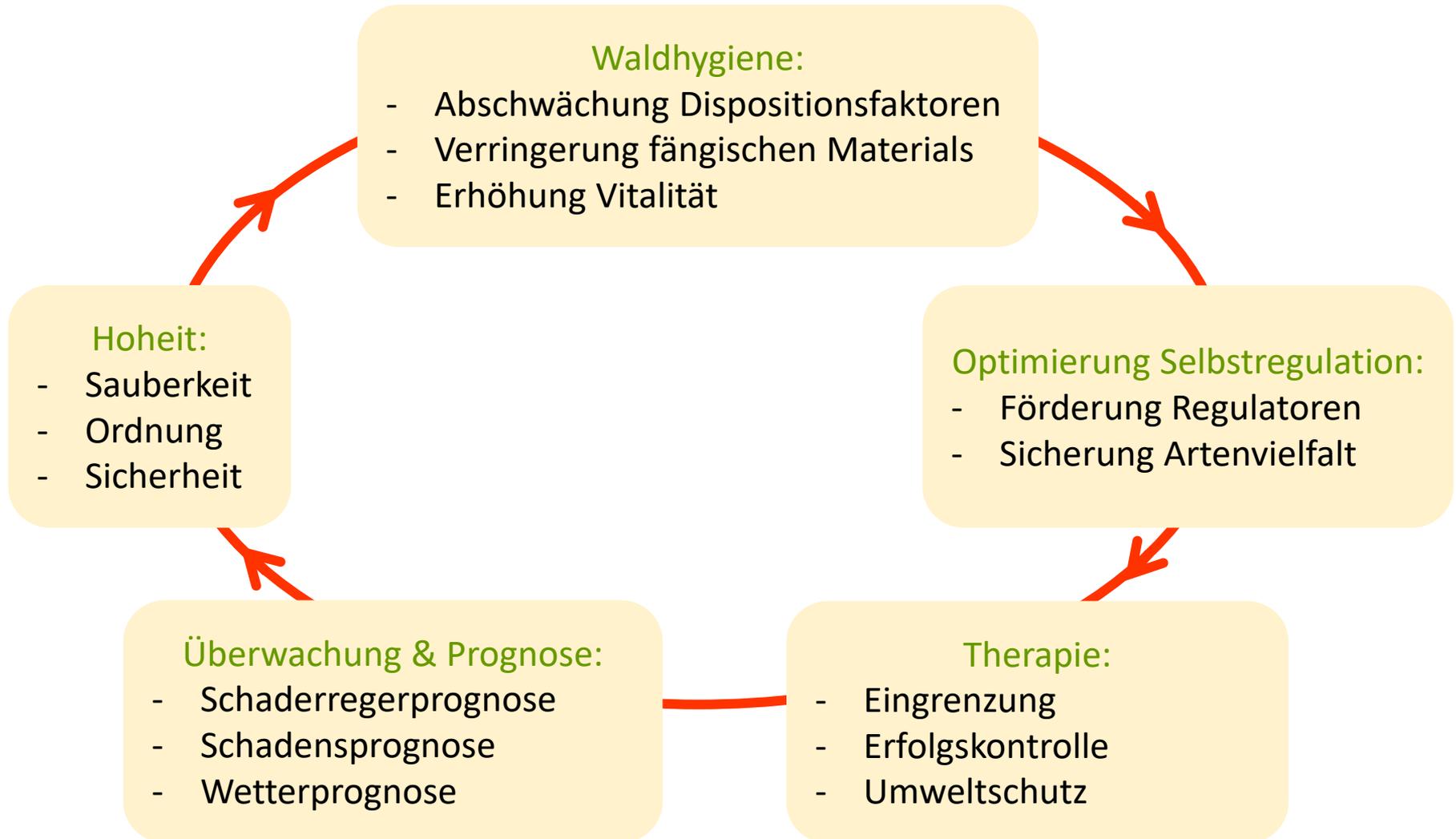
# Gliederung der Lehrveranstaltung

Termin		Thematik	Typ (LV)
01	18.03.25	Organisatorisches; Umfang & Rahmen; Inhalte & Schwerpunkte; Teil 1: Historie, Formen/Anwendungsbereiche	V
02	25.03.25	Fortsetzung Teil 1: Epochen, Arbeitsfelder/-stätten; Teil 2: waldökologische & phytomedizinische Grundlagen	V
03	01.04.25	Fortsetzung Teil 2; Teil 3: Epidemiologie & Populationsökologie	V
04	08.04.25	Teil 4: Datenerfassung & -auswertung; Teil 5: Monitoring Laubgehölze	V
05	15.04.25	Fortsetzung Teil 5: Monitoring Laub- & Nadelgehölze, Winterbodensuche	V
06	22.04.25	Teil 6: Abiotische Schäden im Wald	V
07	29.04.25	Teil 7a: Waldhygienisch relevante Schadfaktoren (Fichte, Kiefer)	V
08	06.05.25	Teil 7b: Waldhygienisch relevante Schadfaktoren (Kiefer, Buche)	V
09	27.05.25	Teil 7c: Waldhygienisch relevante Schadfaktoren (Eiche)	V
10	03.06.25	Teil 8: Waldbrand	V
11	23.06.25	Teil 9: Sachkunde Phytomedizin; Prophylaxe & Therapie	V
12	01.07.25	Prüfungsvorbereitung, Konsultation, Sachkunde-Vorführung	V/Ü

# Repetition: Einführung (Begriffe, Historie etc.)

- **Historische Entwicklung** des Forst-/Waldschutzes (→ Devastierung, Holzbedarf) mit Durchsetzung geregelter Forstwirtschaft; **tragende Disziplinen**; Schwierigkeiten der Etablierung als eigenständige Wissenschaftsdisziplin; **Begründer/Protagonisten** des Lehrgebietes (*G. L. Hartig; J. Bechstein; J. Ratzeburg; H. Willkomm; R. Hess; H. R. Hartig; K. Escherich; F. Schwerdtfeger*)
- Hochphase des **chem. Forstschatzes** (chlorierte Kohlenwasserstoffe: DDT; HCH): Anwendungen, Wirkungen auf die Umwelt; **ökologische Umgestaltung** des Forst-/Waldschutzes (Verträglichkeit biol. Präparate; biotechn. Pflanzenschutz; Prävention: Monitoring & Prognose)
- Begriffe: „**klassischer/ökologischer Waldschutz**“; „**integrierter Pflanzen-/Waldschutz**“; **Synergien** mit ökol. Waldbau & Waldnaturschutz; **Anwendungsbereiche** des ökol. Waldschutzes; **Teildisziplinen, Kernkompetenzen** des aktuellen Waldschutzes

# Wichtige Aufgaben der Waldgesundheit



# Bedeutung der Waldgesundheit

- Erhaltung und Schutz von **Waldökosystemen/des Waldes als Landschaftselement**
- Erhaltung der **Multifunktionalität** in Waldökosystemen (u. a. Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen)
- Ökologische Stabilisierung, Sicherung und Förderung der **Artenvielfalt**
- Vermeidung/Verringerung **substanzieller und ökonomischer Verluste** im Wirtschaftswald; Gewährleistung kontinuierlicher Forstwirtschaft
- Minderung negativer **Auswirkungen von Urbanisierung und Industrialisierung** (Waldbrände, Immission/Deposition, Grundwasserabsenkung etc.)
- Abschwächung der Folgen von **Klimawandel und Globalisierung**
- Erhaltung und Erhöhung der **Baum- und Bestandesvitalität**
- ...

# Bedeutende Epochen des Waldschutzes

## ○ 18./19. Jahrhundert:

Industrialisierung und wachsende Holzverknappung forcieren Entwicklung geregelter (nachhaltiger), jedoch zunächst auf Reinertrag ausgerichteter Forstwirtschaft

→ großflächige Nadelbaum-Reinbestände sowie Verletzung von Herkunft und Standort führen zu teilw. überregionalen Waldschutzproblemen, z. B.:

- **Kalamitäten** durch Borkenkäfer (1700/11: „Große Wurmtröcknis“ im Harz) und Kiefern-Großschädlinge (1776/77, 1830: Forleulen-Gradationen in der Schorfheide und Uckermark)
- **komplexes Fichtensterben** (Ostpreußen, Schlesien)
- **Ackersterbe** (Aufforstungen mit Kiefern auf Ackerböden)
- **klassisches Erlensterben** (Mecklenburg, Ostpreußen, Schlesien)

# Bedeutende Epochen des Waldschutzes



**Erlensterben, eine Folge verkehrter Samenherkunft.  
Absterbende Reste ausgedehnter Kulturen.**

# Bedeutende Epochen des Waldschutzes

## ○ 20. Jahrhundert:

immissions-/depositionsbedingte Waldschäden, zunächst bekannt als „klassische Rauchschäden“, ab ca. 1980 auch als „neuartig“ bezeichnete Bodenversauerung und Eutrophierung, lösen bisher größte öffentliche Umweltdebatte und enorme Forschungslawine in allen forstlichen Disziplinen aus:

- „klassische Waldschäden“: direkte Schäden an Nadeln/Blättern durch Luftschadstoffe ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ), „Rauchschäden“
- „Saurer-Regen“ (Kernstück „neuartiger Waldschäden“): Tiefenversauerung der Böden durch versauernde S- und N-Einträge, Basenverarmung (Mg-Mangel) und Freisetzung toxischer Al-Ionen
- „Eutrophierung“: N-Einträge und dadurch entstehende Nährstoff-Imballancen, Rückgang der azidophilen Mykorrhiza, Disposition gegenüber biotischen Schadfaktoren

# Klassisches & neuartiges Waldsterben (20. Jhd.)



# Bedeutende Epochen des Waldschutzes

## ○ Ende 20. Jahrhundert bis Gegenwart:

Effekte der Globalisierung (v. a. intensiver Handel, Tourismus) und des Klimawandels führen zu Wirt-Parasit-Gleichgewichtsstörungen, Habitat-Verschiebungen, Veränderungen des Artenspektrums (u. a. durch invasive Arten)

- **Habitatsverschiebungen:** z. B. Massenvermehrung der Gebirgsfichtenblattwespe in unteren Lagen Bayerns; Ausbreitung des Pinienprozessionsspinner um 90 km nord-/230 m aufwärts in 30 J.
- **Gleichgewichtsstörungen:** z. B. Parasitismus der Schwarzen Buchenkohlenbeere an RBU; *Stigmina*-Triebsterben an LI; Bedeutungszunahme von *T. bicolor* nach Trockenjahren 2018/19
- **Veränderungen des Artenspektrums:** Ausbrüche des Asiatischen Laubholzbockkäfers seit 2001; Erstauftreten von DGL-Gallmücke, Buchsbaum-Zünsler, ES-Triebsterben; EKA-Gallwespe; Bedeutungsabnahme von *L. monacha* in Südwestdeutschland

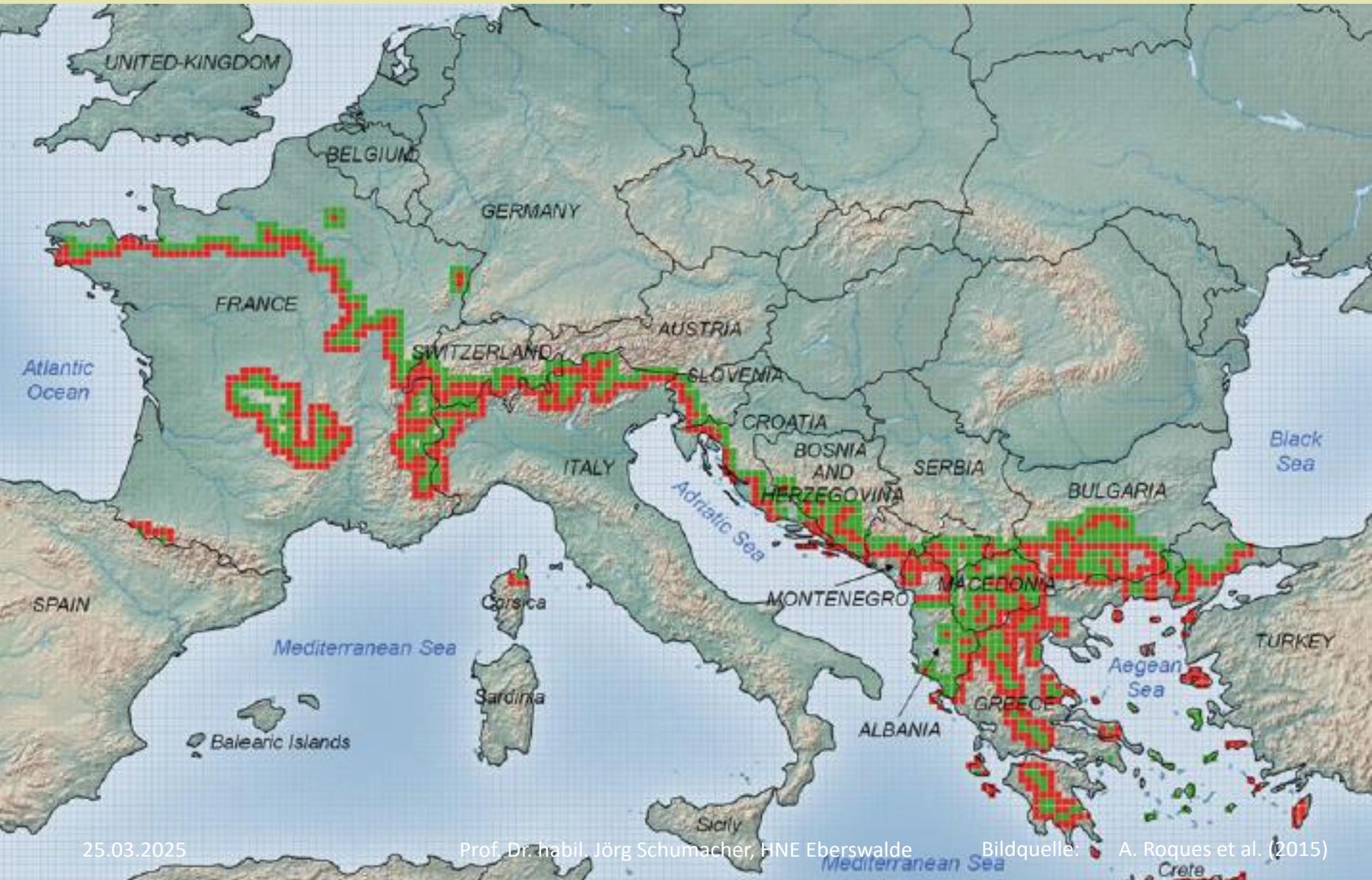
# Klimawandel-bedingtes „Waldsterben“



# Klimawandel-bedingtes „Waldsterben“



# Ausbreitung des Pinienprozessionsspinner



# Ausbrüche des Asiatischen Laubholzbockes



Karte verändert nach Hölling (2015): Der ALB in Europa.  
[www.waldwissen.net](http://www.waldwissen.net)

- **Österreich, 2001:** Braunau am Inn (Oberöst.) - **ausgerottet**; **2012:** St. Georgen (Geinberg); **2013:** Gallspach (Oberöst.)
- **Frankreich, 2003, 2004:** Gien, Sant Anne sur Brivet (Centre-Val de Loire) – **ausgerottet**; **2008 (2003):** Strasbourg (Elsass); **2013:** Furini, Bastia (Corse)
- **Deutschland, 2004:** Neukirchen am Inn (BY)- **ausgerottet**; **2005:** Bornheim (NRW); **2012:** Weil am Rhein (BW); Feldkirchen (BY) - **ausgerottet**; **2014:** Neubiberg (BY)- **ausgerottet**; Ziemetshausen (BY); **2014:** Magdeburg (SA); **2015:** Grenzach (BW); **2016:** Kelheim (BY) - **ausgerottet**; **2016:** Hildrizhausen (BW); Murnau (BY) - **ausgerottet**; **2019:** Miesbach (BY)
- **Italien, 2005, 2007:** Corbetta (Lombardia); **2009, 2010:** Cornuda, Maser (Veneto); Vittuone (Lombardia); **2013:** Grottazolina (Marche); Sedriano (Lombardia)
- **Holland, 2010 (2007):** Almere (Flevoland); **2013 (2010):** Winterswijk (Gelderland)
- **Schweiz, 2011, 2014:** Brünisried, Marly (Freiburg) - **ausgerottet**; **2012:** Winterthur (Zürich); **2015:** Berikon (Aargau)
- **Großbritannien, 2012:** Paddock Wood (Kent)
- **Türkei, 2014:** Istanbul
- **Finnland, 2015:** Vantaa (Helsinki)

# Wo findet „Waldgesundheit“ statt?

- Integriert in den Studiengängen der Fakultäten/Fachbereiche deutschsprachiger **Universitäten und Hochschulen**
- **Bundesforschungsinstitute** (Johann Heinrich v. Thünen-Institut; Julius Kühn-Institut)
- **Landesanstalten/Versuchsanstalten/Kompetenzzentren** der Bundesländer für Wald- bzw. Forstwirtschaft
- **Untere/Mittlere Forstbehörden** in den Bundesländern

# Waldschutz: Universitäten & Hochschulen

- Georg-August-Univ. Göttingen: Büsgen-Inst.,  
Abt. Forstzoologie & Waldschutz; Abt. Forstbotanik & Baumphysiologie; Abt.  
Molekulare Holzbiotechnologie & technische Mykologie
- TU München: Wissenschaftszentrum Weihenstephan,  
Lehrstühle Waldbau/Pathologie der Waldbäume (N.N.)
- TU Dresden: Inst. f. Waldbau & Waldschutz, Professur f. Waldschutz; Inst.  
f. Forstbotanik & Forstzoologie, Professur f. Forstbotanik
- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg:  
Professur f. Forstentomologie & Waldschutz/Professur f. Pathologie der Bäume

# Waldschutz: Universitäten & Hochschulen

- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf: Vorlesungs- & Übungsangebote Waldschutz
- Hochschule f. angewandte Wissenschaft & Kunst Hildesheim, Holzminden, Göttingen: Professuren Ökologischer Waldschutz/Gehölzpathologie & Mykologie
- Hochschule f. nachhaltige Entwicklung Eberswalde: Professur f. Waldgesundheit & Risikomanagement
- Hochschule f. Forstwirtschaft Rottenburg: Professur f. Waldschutz, Forstliches Ingenieurwesen & Management
- Fachhochschule Erfurt: enthalten im Lehrangebot

# Waldschutz: Bundeseinrichtungen

- Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI): **Inst. f. Waldschutz**
- Johann Heinrich v. Thünen-Institut (TI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei: **Inst. f. Forstgenetik**
- Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf (Schweiz): **Forschungseinheit Waldgesundheit und biotische Interaktionen**
- Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) in Wien (Österreich): **Institut für Waldschutz**

# Pressemeldung JKI, 09.03.2021: neues WS-Inst.

## **Das zu errichtende Fachinstitut soll neue Waldschutzkonzepte entwickeln.**

Waldforschung und Forstwirtschaft berichten **seit einigen Jahren vermehrt über die abnehmende Widerstandskraft der Bäume und die verminderte Regenerationsfähigkeit der Wälder** aufgrund des Klimawandels. Orkane, Windbruch, Dürre insbesondere im Frühjahr und Frühsommer und damit einhergehende Waldbrandgefahr, aber auch Massenvermehrungen heimischer Schadinsekten sowie das zunehmende Auftreten invasiver gebietsfremder Organismen haben den Zustand der Wälder und Forsten in Deutschland besorgniserregend verschlechtert. [...]

Das neu aufzubauende „Institut für Waldschutz“ des JKI wird das 18. Fachinstitut unter dem Dach des Bundesforschungsinstituts für Kulturpflanzen und das vierte am Hauptsitz Quedlinburg sein. **Unter der neu zu berufenden Leitung soll das Fachinstitut aktuelle Probleme im Waldschutz zeitnah aufgreifen und lösen helfen sowie Strategien zur nachhaltigen Waldgesunderhaltung entwickeln [...]:**

- Erarbeitung von Strategien und Konzepten für den Waldschutz unter besonderer Berücksichtigung des Klimawandels
- Forschung zu Biologie, Vermeidung und integrierter Bekämpfung von Schädlingen und Krankheiten im Wald
- Stärkung der funktionalen Biodiversität und der natürlichen Regulations- und Abwehrmechanismen des Waldes gegen Krankheiten und Schädlinge

[...] Für die Einrichtung des Instituts für Waldschutz hat das BMEL dem JKI 12,5 Stellen zugewiesen. Zusammen mit 7 Stellen (3 wissenschaftliche /4 technische Kräfte), die derzeit die Arbeitsgruppe Forst am Fachinstitut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst am Standort Braunschweig (Messeweg) bilden, soll das neue Institut insgesamt 19,5 Stellen umfassen.

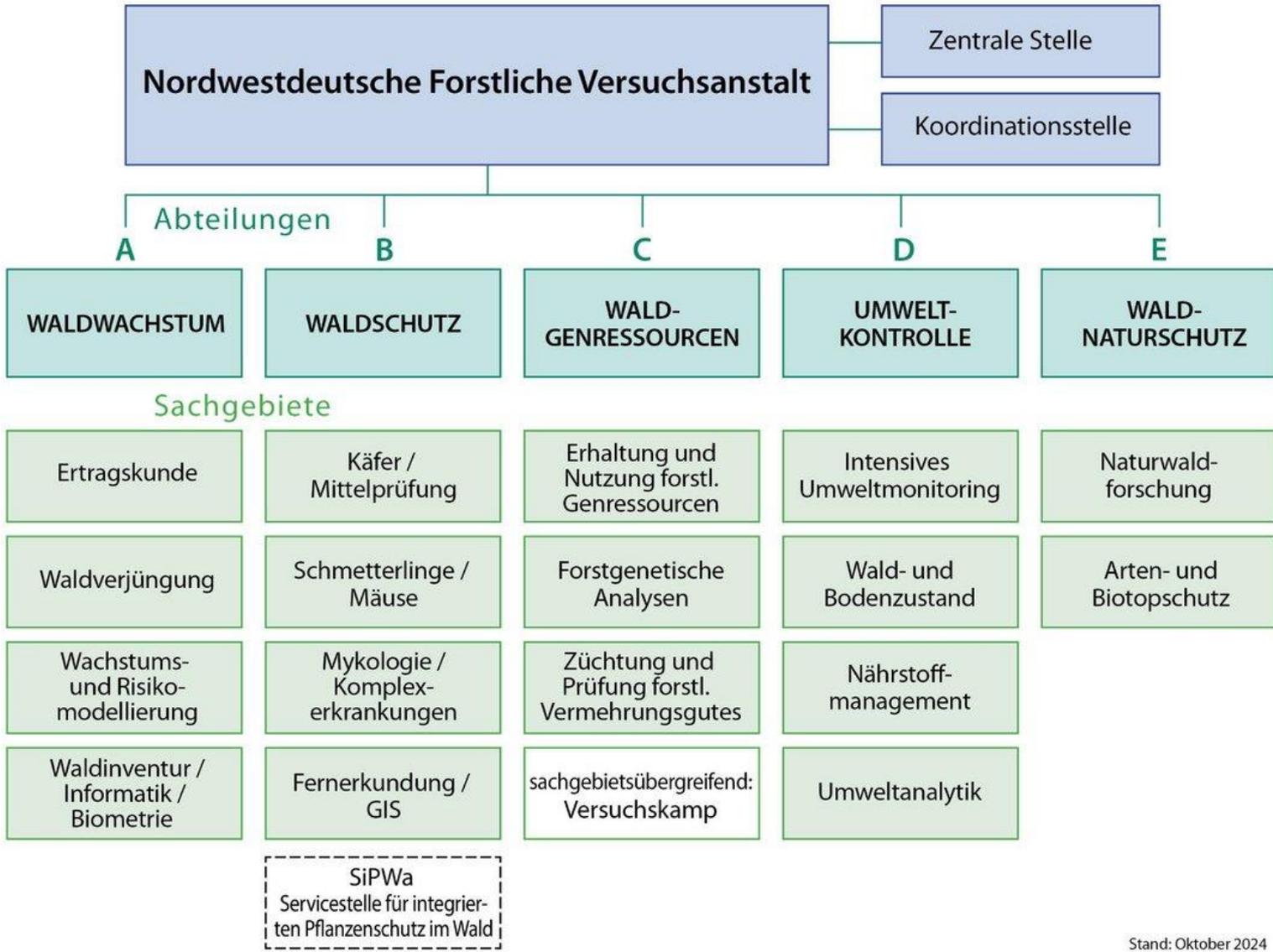
# Waldschutz: Landesforschungsinstitute

- Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE):  
Fachbereich Waldschutz & Wildökologie
- Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW FVA) in  
Göttingen: Abt. Waldschutz
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-  
Württemberg in Freiburg: Abt. Waldschutz
- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
(LWF) in Freising: Abt. Waldschutz
- Forschungsanstalt f. Waldökologie und Forstwirtschaft  
(FAWF) in Trippstadt:  
Forschungsbereich Waldmonitoring und Umweltvorsorge

# Waldschutz: weitere Landeseinrichtungen

- Landesforst Mecklenburg-Vorpommern (AÖR):  
Fachgebiet 22 – Waldbau, Waldnaturschutz, Natura 2000, Waldschutz, Jagd;  
Fachgebiet 032 – Forstliches Versuchswesen
- Staatsbetrieb Sachsenforst:  
Abteilung 4, Referat 46: Waldentwicklung, Waldschutz
- ThüringenForst (AÖR):  
Service- & Kompetenzzentrum Gotha
- Wald und Holzwirtschaft Nordrhein-Westfalen:  
Team Wald- und Klimaschutz

# Beispiel-Organigramm: NW-FVA Göttingen



Stand: Oktober 2024

# Teil 2:

## Waldökologische & phytomedizinische Grundlagen

# Das Ökosystem Wald (Altenkirch et al. 2002)

Eigenschaften eines Ökosystems (Remane 1971; Ellenberg 1973)	Besonderheiten des Ökosystems Wald (Otto 1994)
<b>Aufbau</b>	
komplex aus Bestandteilen der abiotischen Umwelt und aus Organismen (Pflanzen, Tieren, Mikroorganismen)	<b>dreidimensional</b> aus Strata, Abgrenzung nach außen durch Kronendach und Waldmantel; <b>spezifisches Innenklima</b> , hoher Nischen- und <b>Artenreichtum</b>
<b>Offenes System</b>	
Ein- und Austrag von Stoffen und Energie; Bewegung von Organismen über die Systemgrenzen hinweg	
<b>Stoff- und Energiewechsel</b>	
Basierend auf organischer Substanz; Stoffkreislauf und Energiefluss durch Nahrungsketten (Produzenten, Konsumenten, Destruenten)	Energieausnutzung intensiv; <b>hohe Biomassespeicherung</b> ; Konsumentenanteil vergleichsweise gering
<b>Veränderlichkeit</b>	
Austauschbarkeit der Bestandteile; Entwicklung zyklisch: Geburt/Verjüngung – Alterung/Tod; mittelfristig: Sukzession, langfristig: Evolution	<b>Langlebigkeit</b> dominierender Bestandteile; dauerhafte Durchsetzungsfähigkeit auf geeigneten Standorten; <b>Sukzessionszyklen extrem langfristig</b>
<b>Gleichgewicht</b>	
Gleichgewicht dynamisch, Regulationsfähigkeit durch Wechselwirkungen zwischen Anorganik und Organik	Zumeist <b>elastische Reaktion auf schwache/mäßige Beeinträchtigungen</b> ; unterschiedliche Resilienz nach extremen Schäden

# r- & K-Strategie (Fortpflanzung/Reproduktion)

Entsprechend der diversen Strategien zur Erst-/Wiederbesiedlung von Biotopen durch Organismen wird in r- bzw. K-Strategen unterschieden; Grundlage der beobachteten Evolutionsmechanismen ist Selektionsdruck:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left( 1 - \frac{N}{K} \right)$$

- N*:** Anzahl der Individuen
- r*:** Reproduktionsrate
- K*:** Kapazitätsgrenze (Lebensraum, Nahrung)

# r- & K-Strategie (Fortpflanzung/Reproduktion)

## ○ r-Strategie:

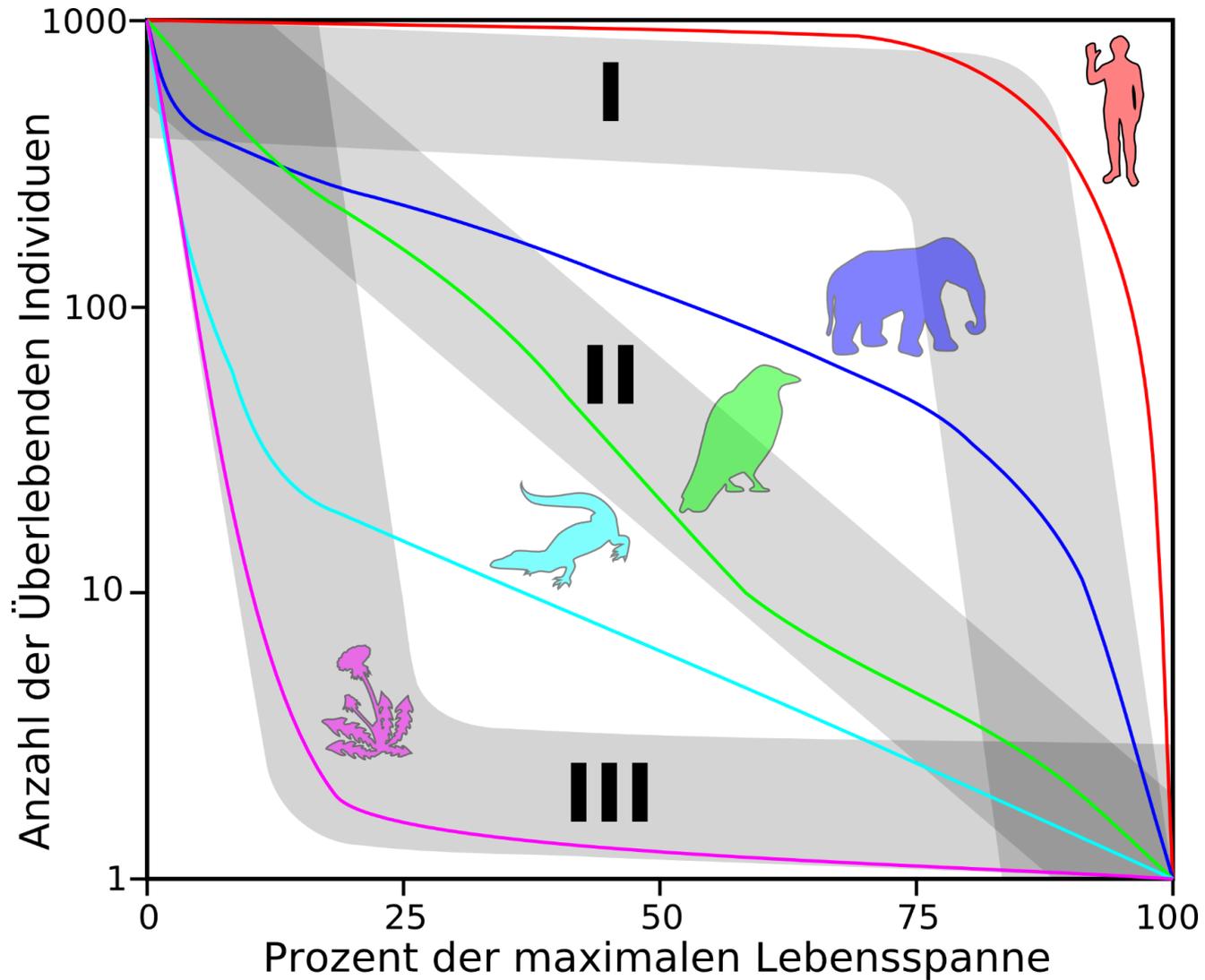
Vertreter sind Organismen mit **hoher Reproduktionsrate** (Idealfall exponentiell, nur durch Mortalität limitiert), **hoher Flexibilität bei Habitat-Besiedelung**, **schwankender Populationsgröße** (hoher Einfluss durch Räuber, Pathogene etc.); Ressourcennutzung übersteigt Kapazität; typische Eigenschaften sind:

- Entwicklung rasch, Körpergröße gering
- Fortpflanzungsreife früh, Nachkommen-Anzahl hoch
- Nachkommen-Fürsorge fehlend/wenig ausgeprägt
- Lebenserwartung gering

## ○ K-Strategie:

Vertreter sind Organismen mit **geringer Vermehrungsrate**, aber **hoher Überlebenswahrscheinlichkeit** durch adäquate Ressourcennutzung; typische Charakteristika sind jeweils konträr zu r-Strategen

# r- & K-Strategie (Fortpflanzung/Reproduktion)



# Wie definiert sich „Stabilität“?

- Grundlegender Ausdruck für **Toleranz** bzw. **Widerstandsfähigkeit** gegenüber **externen Umwelteinflüssen**, insbesondere deren Veränderungen; dabei kann sowohl das Individuum (z. B. Einzelbaum) als auch ein Ökosystem (z. B. Wald) betrachtet werden:
  - Kompensation von Beeinträchtigungen durch Regulationsvermögen des Waldökosystems im Rahmen geringfügiger bis mäßiger Gleichgewichtsschwankungen (→ **Stabilität/Elastizität**)
  - Langfristiges Wiedererreichen des Gleichgewichtszustandes nach erheblicher Beeinträchtigung oder Sukzessionsneustart (→ **Labilität/Resilienz**)
  - Grundsatz: frühe Sukzessionsstadien (Pionierphase) sind **sehr elastisch**, Klimax-Stadien hingegen **deutlicher sensitiv**

# Diversität ↔ Stabilität

- **Existenzfähigkeit** eines Ökosystems ist **nicht notwendigerweise von Diversität** (Arten- & Strukturvielfalt) **abhängig** (→ boreale Nadelwälder); arten- und strukturreiche Systeme vermögen destabilisierende Faktoren jedoch besser einzugrenzen („Pufferkapazität“) bzw. den Zusammenbruch von entwickelten Sukzessionsstadien oder den Totalausfall einzelner Glieder zu verhindern
- **Form und Intensität der Waldwirtschaft** sind **eng mit** der **qualitativen und quantitativen Präsenz von Arten** sowie deren Dynamik **verknüpft** (z. B. führt anthropogener Einfluss i.d.R. zu einer Beschleunigung von Sukzessionsphasen und zielorientierten Anpassung der Entwicklung)
- Grundsätzlich sind (ökologisch nachhaltig) **bewirtschaftete Wälder nicht störungsanfälliger als natürliche Waldökosysteme** (→ ökologische Waldwirtschaft); Bewertung der Beeinträchtigungen ist Zielsetzungen des Menschen unterworfen (vgl. Schwertfeger 1957; Altenkirch et al. 2002)

# Wie definiert sich „Schaden“?

- Aus ökologischer Sicht sind Baum- oder Waldschäden zunächst **funktionale Beeinträchtigungen** an Einzelbäumen oder Baumformationen
- Dem Begriff „Schaden“ liegt eine **menschliche Bewertung** zugrunde, die überwiegend nutzungsorientiert ist (Baum- bzw. Waldfunktionen)
- Die Ursachen oder Wirkungen funktionaler Beeinträchtigungen können in **mehr oder weniger komplexe Faktorenketten** eingebettet sein (→ vgl. Begriffe: Sukzession, Krankheitsprozess)
- Die Termini „Ursachen“ und „Verursacher“ sind daher **nicht zwangsläufig identisch** (→ vgl. monokausale/multifaktorielle Schadverläufe)

# Wie definiert sich „Schaden“?

## Stress:

bezeichnet **1)** eine **durch äußere Reize** (Stressoren) **hervorgerufene physische Reaktion**, die zur Bewältigung besonderer Anforderungen befähigt und **2)** die **dadurch entstehende Belastung**; Stress spielt somit eine Rolle bei der Anpassung an sich verändernde Umweltbedingungen (evolutionäre Ebene: Stresstoleranz, Selektion, Artbildung)

Zeitlich begrenzt führt Stress i.d.R. nicht zu irreversibler Schädigung (fördert jedoch Disposition), die Folge des Dauerzustandes kann mitunter letal sein

## Unterschieden werden:

- Schädigung des **Einzelbaumes**
- Schädigung auf **Bestandesebene**
- Schädigung des **Ökosystems** oder **bestimmter Baumarten** generell

# Wie definiert sich „Schaden“?

- Schädigung des **Einzelbaumes**:

partielle oder ganzheitliche morphologische und/oder physiologische Beeinträchtigung (Vitalitätsschwächung, Krankheit, Normabweichung, ökonomischer/ideeller Wertverlust) eines Individuums mit episodischem oder letalem Verlauf

- Schädigung auf **Bestandesebene**:

Ausweitung der Beeinträchtigung/en innerhalb einer größeren Struktureinheit (z. B. sensitive Baumart/en; Entwicklungsstadien oder das Gesamtsystems auf abgrenzbarer Fläche)

- Schädigung des **Ökosystems** oder **bestimmter Baumarten generell**:

großflächige bzw. weitreichende Beeinträchtigung/en auf waldökosystemarer Ebene oder bestimmter Baumarten strukturübergreifend mit nachhaltigen Auswirkungen und zumindest langfristiger Regeneration

# Folgen von Waldschäden

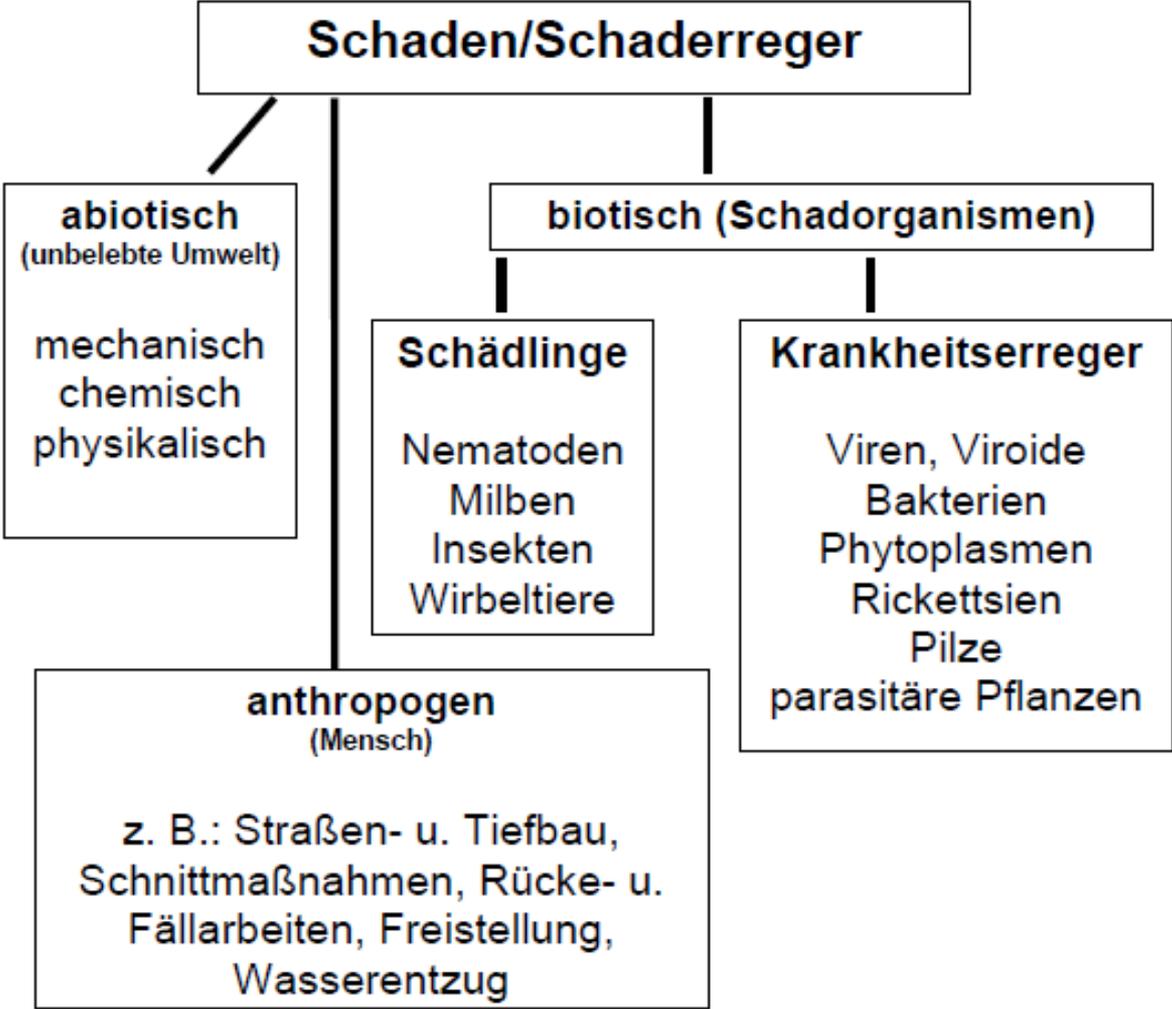
## Beeinflussung/Beeinträchtigung u. a.:

- **waldbaulicher und ökonomischer Ziele:** Nachhaltigkeit, Rohstoff und Energieträger (Ertrags- und Qualitätsminderung), Einkommensgrundlage, Arbeitsplatzbereitstellung
- der **vielfältigen Schutzfunktionen:** Klimaindikator und Klimapuffer, Wasserregulation, Erosions-, Geröll- und Lawinenschutz, Lärm- und Immissionsschutz, Arten- und Biotopschutz
- des **Erholungswertes** des Waldes oder **ideellen Wertes** von Einzelbäumen

# Voraussetzungen für Schäden

1. die Pflanzen (Gehölze) sind gegenüber der Schädigung **prädisponiert/disponiert**
2. die Intensität oder Dauer der Schadwirkung **überschreitet das tolerierbare Maß**

# Ursachen/Verursacher von Schäden



# Zu den Termini „abiotisch“ und „biotisch“

- **abiotische/r Schadfaktor/en**
  - nicht lebend; die unbelebte Umwelt betreffend. Bei Pflanzenkrankheiten (physiologisch): von unbelebten Faktoren wie z. B. Frost, Hitze, Nährstoffmängeln etc. ausgehend
- **biotische/r Schadfaktor/en**
  - lebend; die lebende Umwelt betreffend. Im Sinne von Krankheiten und Schädigungen: von lebenden Organismen ausgehend

# Zu den Termini „abiotisch“ und „biotisch“



**N**      **Fe**  
**Zn**   **P**      **K**      **Mg**      **Ca**

# Zum Terminus „Prä-/Disposition“

- In den **Forstwissenschaften** (z. T. auch in benachbarten Naturwissenschaften) werden die **Begriffe „Prädisposition“ und „Disposition“ konträr** und damit widersprüchlich **zur Humanmedizin** (und deren verwandten Disziplinen) erklärt:

Hartmann, G.; Nienhaus, F.; Butin, H. (2007):  
Farbatlas Waldschäden. Verlag Eugen Ulmer

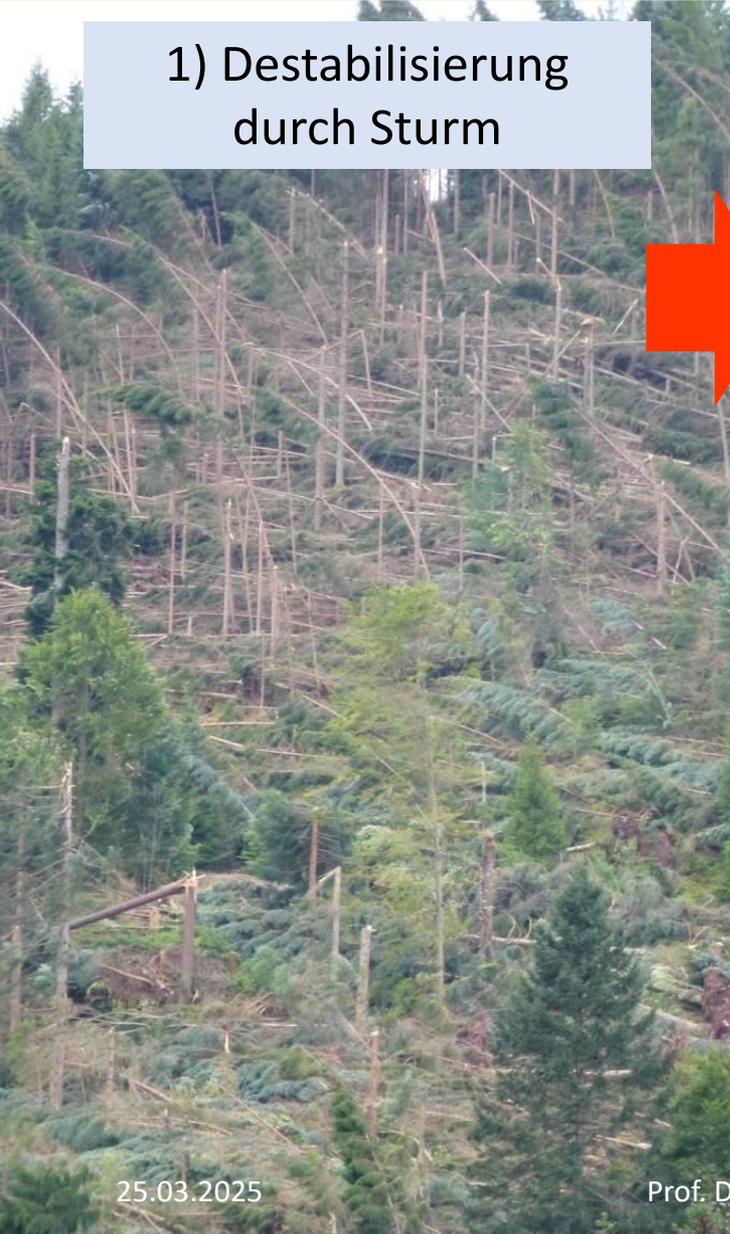
**Prädisposition:** „Aktuelles Reaktionsvermögen einer Pflanze auf Angriffe von Krankheitserregern, Schädlingen oder abiotischen Schadeinflüssen in Abhängigkeit von **Entwicklungsstadium und Umweltbedingungen**, besonders **Witterung und Standorteigenschaften**;  
variiert in den Grenzen der allgemeinen, **genetisch festgelegten Reaktionsnorm (Disposition)** der Rasse, Art, Gattung oder Familie der betroffenen Pflanze.“

Wissenschaftlicher Dienst Hoffmann-La Roche (2003):  
*Roche Lexikon Medizin*. Sonderausgabe von Urban & Fischer von Elsevier, München

„Unter **Prädisposition** wird eine **genetisch bedingte Anfälligkeit zur Ausbildung von Krankheiten** verstanden. Eine **Disposition zur Erkrankung bestimmter Organe oder Organsysteme** nennt man **Diathese**.  
Zur **Disposition** i.e.S. zählen hingegen nur die nicht durch **genetische Faktoren** bedingten, also **lebensgeschichtlich erworbenen Eigenschaften**. [...] **Disposition ist also nur auf peristatische Faktoren bezogen.**“

# Zum Terminus „Prä-/Disposition“

1) Destabilisierung  
durch Sturm



2) Liegendbefall (Borkenkäfer)  
aufgrund erhöhten Brutangebotes



3) Übergreifen auf den stehenden  
Bestand → Befallsherde



# Zum Terminus „Prä-/Disposition“



25.03.2025

Prof. Dr. habil. Jörg Schumacher, HNE Eberswalde

# Toleranz & Resistenz

- **Toleranz**

Unempfindlichkeit; Fähigkeit eines Organismus, eine schädliche Einwirkung (z. B. Kälte) mehr oder weniger reaktionslos zu ertragen (grundsätzlich **gegenüber abiotischen/anthropogenen Faktoren**)

- **Resistenz**

genetisch fixierte Widerstandfähigkeit eines Organismus gegen **biotische Faktoren** (z. B. Insektenfraß, Infektionskrankheit)

# Toleranz: Beispiele

- **Toleranz gegenüber Stammfuß-Überflutungen**: Stiel-Eichen, Eschen und Ulmen-Arten („Hartlaubgehölz-Aue“) bei episodischen Ereignissen; Erlen- und Weiden-Arten („Weichlaubgehölz-Aue“) sogar bei periodischen Ereignissen (**Lentizellen & großräumige Interzellularen für O<sub>2</sub>-Transport**); Buchen sind diesbezüglich sehr empfindlich
- Monopodiale Palmengewächse sind **gegenüber extremen Windereignissen** (Stürme/Orkane) **sehr tolerant** (**hohe Elastizität des monokotylen Holzes; morphologische Standortadaption**)
- Hartlaubgehölze (mediterrane Klimazone), z. B. Stein- oder Kork-Eiche (*Quercus ilex/Q. suber*), sind **gegenüber extremer Hitze und Trockenheit tolerant** (**anatomisch-physiologische Anpassung der Assimilationsorgane**); gegenüber Frost sind die Baumarten hingegen sehr empfindlich

# Beispiel Überflutungstoleranz



25.03.2025

Prof. Dr. habil. Jörg Schumacher, HNE Eberswalde

naturemotion  
www.dirkpruhl.de

# Beispiel Sturmtoleranz



# Resistenz: Beispiele

- *Fraxinus mandshurica* (Mandschurische Esche) ist gegenüber dem Eschentriebsterben; *Pseudotsuga mensiesii* var. *viridis* (Küsten-Douglasie) gegenüber der Rostigen Douglasenschütte resistent (koevolutive Lebensraumanpassung); *F. exzelsior* bzw. *P. mensiesii* var. *glauca* sind jeweils entsprechend anfällig
- Gegenätzlich zur Gewöhnlichen Rosskastanie (*A. hippocastanum*) sind v. a. die Fleischrote Rosskastanie (*Aesculus x carnea* `Briotii´) und die Strauch-Rosskastanie (*A. parviflora*) der Rosskastanien-Miniermotte (*Cameraria ohridella*) gegenüber resistent (Blattinhaltsstoffe)

# Schein-, exogene & induzierte Resistenz

## 1) Scheinresistenz

Unterschiede im Infektions- oder Befallsgrad, die z. B. auf **phänologischen Merkmalen** der Wirtsbäume (antizipierter oder retardierter Austrieb bzw. Blattfall und dadurch bedingte Koinzidenzunterschiede) oder anderen Merkmalen (**nicht auf direkten Resistenzgenen**) des Wirtes beruhen

## 2) Exogene Resistenz

Unterschiede im Infektions- oder Befallsgrad durch **exogen** hervorgerufene Schwächung/Stärkung der attackierenden Pathogene bzw. Herbivoren

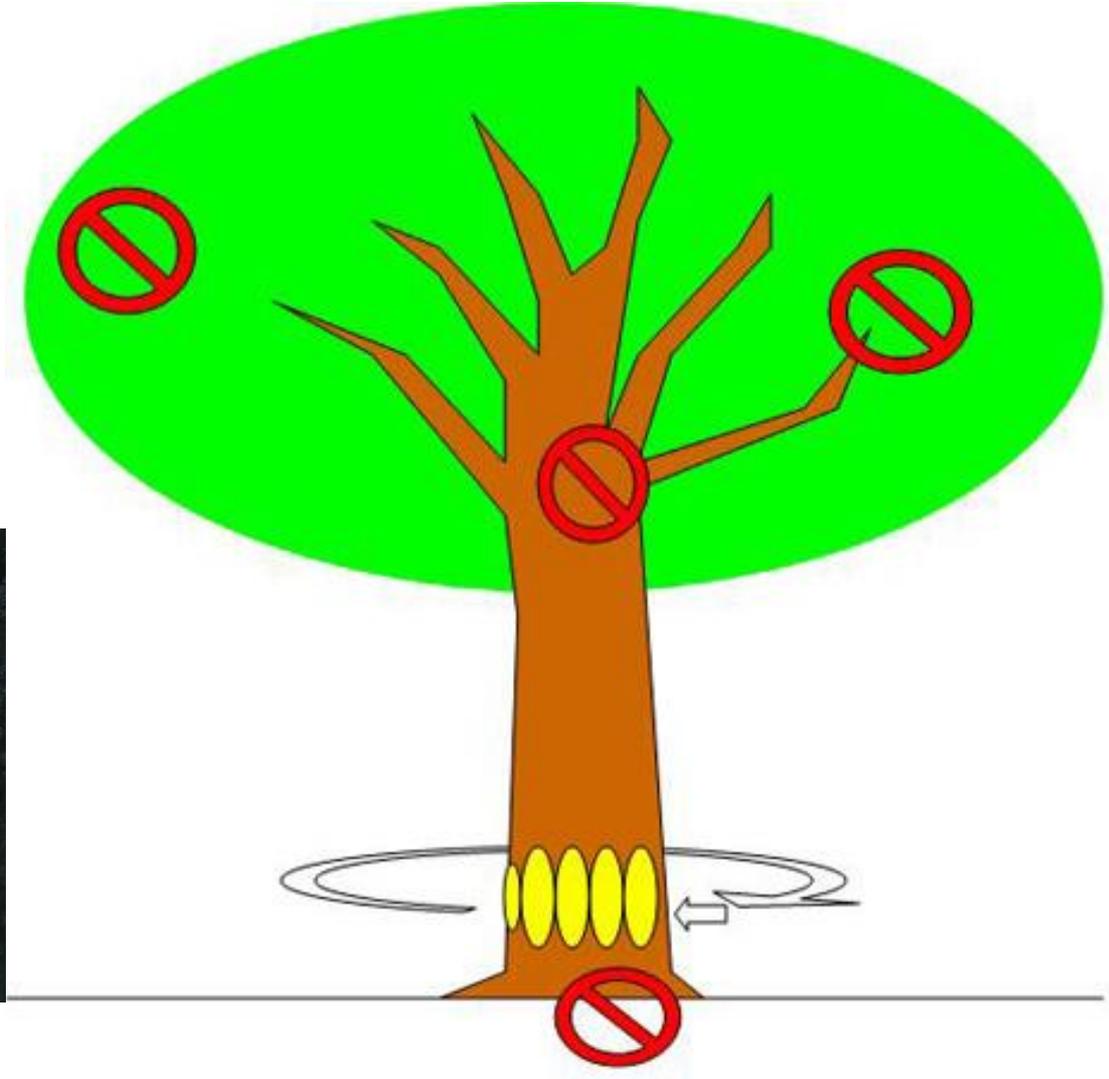
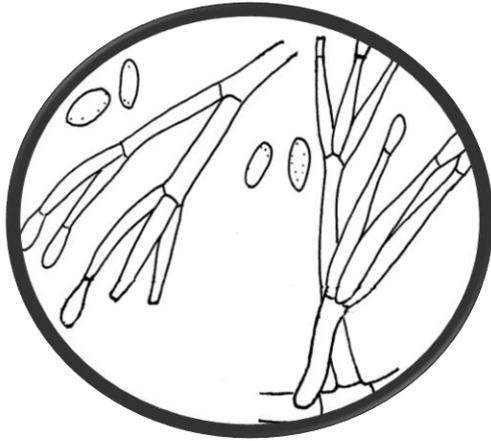
## 3) Induzierte Resistenz

Immunähnliches Phänomen; Kontakt der Pflanze mit bestimmten Stoffen oder Organismen führt **temporär** zu Veränderungen im Stoffwechsel (z. B. Produktion antimikrobieller Stoffe) und zu anatomischen Veränderungen (z. B. dickere Kutikula)

# Exogene Resistenz: *Rhyacionia buoliana*



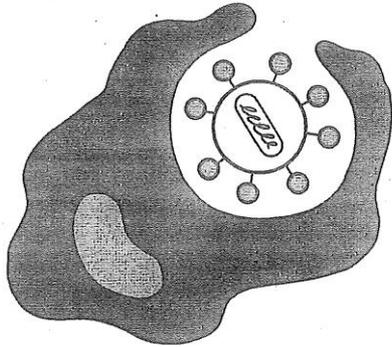
# Induzierte Resistenz



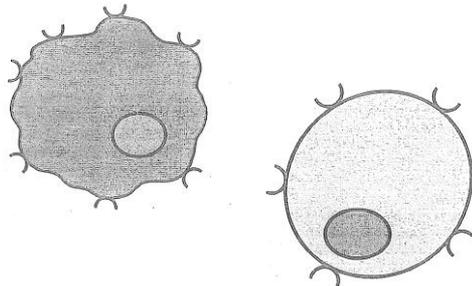
# Immunität vers. Resistenz

- Resistenz und Immunität sind **nicht gleichbedeutend**:
  - Resistenz (bei Pflanzen): je nach Unterart, Lokalrasse etc. verschieden (z. B. Rostige Douglasienschütte, Holländische Ulmenkrankheit)
  - Immunität: aufgrund vorangehender Infektion erworbener Schutz (Eiweißstoffe); z. B. **lebenslanger Schutz** vor Masern beim Menschen, bei Pflanzen (vergleichbar) nicht vorhanden

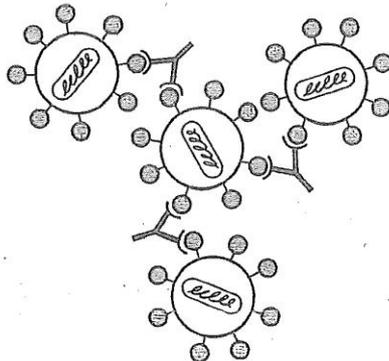
# Entwickeltes Immunsystem (Beispiel Mensch)



- **Makrophagen** (Riesenfresszellen): weiße Blutzellen (Leukozyten); reagieren primär und unspezifisch durch Phagozytose (Verdauung) der Erreger und getöteten Wirtszellen (Abb.: Makrophage umschließt Virus)



- **T-Killerzellen** (Abwehrzellen), weiße Blutzellen (Leukozyten), erhalten von **T-Helferzellen** Informationen über Antigene (→ Aktivierung); vernichten Erreger in Körperzelle zytotoxisch (Abb.: links: T-Helfer-/rechts: T-Killerzelle)



- **Plasmazellen** (Abwehrzellen); weiße Blutzellen (Leukozyten); erhalten von T-Helferzellen Informationen über Antigene (→ Aktivierung); produzieren passende Abwehrstoffe (Antikörper) und binden Erreger (Abb.: Antigen-Antikörper-Komplex)

# Passive Resistenz

- **Festigkeitseigenschaften** des Holzes (Zellulose-/Ligninanteil, Jahrringbreite, Jahrringaufbau)
- **Kronen- und Stammform**
- **Wurzelausbildung** (Form und Inhaltsstoffe)
- **Oberflächenbarrieren**; z. B.: Borke (Rhytidom); Periderm (Phellogen, Phellem, Phelloderm); Dornen/Stacheln; Behaarung der Blätter/Stiele
- **Antimikrobielle Zellinkrustierungen** verkernender Baumarten (EI, ROB, UL, KI, DGL, EKA ...)

# Aktive Resistenz

- Infolge Verletzungen, Parasitierung/Infektionen (physiologisch durch Synthese, Aktivierung und Transport von Wuchsstoffen, Verthyllung/Tüpfelverschluss, Suberin-/Lignineinlagerung, Ausharzen:
  - **Nadelgehölze**: z. B. Verschluss der Hoftüpfel durch Transpirationssog
  - **Laubgehölze**: z. B. Verthyllung oder Pfropfbildung durch Parenchym

# Wie äußert sich Resistenz?

- 1) Baum bzw. Gehölzpflanze wird **nicht oder** vergleichsweise **geringfügig attackiert** (Antixenose) und erleidet dadurch keinen wesentlichen Vitalitätsverlust
- 2) Baum bzw. Gehölzpflanze **leistet gegenüber Angriffen aktiven Widerstand** (Antibiose); Schadverursacher werden abgewehrt, geschädigt oder getötet; eine signifikante Vitalitätsminderung tritt somit nicht ein



DANK