

Waldzustandsbericht

2024

LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et de la Biodiversité

Administration
de la nature et des forêts
Grand-Duché de Luxembourg

Inhaltsverzeichnis

1 Überblick 2

1 Résumé 3

2 Aufnahme - und Bewertungsverfahren 4

3 Ergebnisse 6

3.1 Alle Baumarten 6

3.2 Laubbaumarten 8

3.2.1 Buche 9

3.2.2 Eiche und sonstige Laubbaumarten 10

3.2.3 Eichenniederwald 11

3.3 Fichte und andere Nadelbaumarten 12

4 Auswertung 13

5 Überblick über mögliche Einflussfaktoren auf die Baumvitalität 14

5.1 Abiotische Einflussfaktoren ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.2 Biotische Einflussfaktoren ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.3 Physiologische Einflussfaktoren ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.4 Forstwirtschaft ..... **Error! Bookmark not defined.**

6 Maßnahmen 16

7 Fazit 16

Anhang 18

Quellenverzeichnis 20

Abbildungsverzeichnis 22

Tabellenverzeichnis 22

1 Überblick

Seit 1984 erfasst die Naturverwaltung in Luxemburg jährlich systematisch den Kronenbelaubungszustand der Waldbäume. Experten bewerten dabei die Belaubung der Baumkronen anhand festgelegter Kriterien. Die erhobenen Daten werden anschließend analysiert und in fünf Schadstufen eingeteilt. So lässt sich eine erste Risikoabschätzung vornehmen, die zeigt, wie stark die Wälder belastet sind und wo Handlungsbedarf für die Wald- und Naturpolitik besteht.

Die zuletzt schwerwiegendste Verschlechterung des Kronenzustands der Waldbäume trat im Jahr 2019 auf, als die Auswirkungen von Trockenheit und Hitzewellen der Vorjahre sowie biotischer Schadfaktoren (z. B. Borkenkäfer) sichtbar wurden. Dies wurde an einem stark ansteigenden Anteil geschädigter Bäume deutlich. Dabei verschlechterte sich der allgemeine Zustand der untersuchten Bäume von 2018 auf 2019 um rund 18 %, ein bis dahin unerreichter Wert.

Im **Jahr 2024** hat sich der Zustand des Waldes im Vergleich zum Vorjahr 2023 bei fast allen Baumarten leicht um rund 11 % verbessert. Etwa 8 % **aller Baumarten** überwanden die Schadstufe 2 und haben sich größtenteils erholt. Dennoch blieb der Anteil abgestorbener (Schadstufe 4) oder absterbender (Schadstufe 3) Bäume mit rund 9 % weiterhin hoch.

Was die einzelnen Baumarten betrifft, so verzeichnete die **Buche** eine leichte Verbesserung: Der Anteil der Bäume in der Schadstufe 1 stieg um rund 14 %, während der Anteil der Bäume in der Schadstufe 2 in ähnlicher Größe zurückging.

Auch bei **Eichen und anderen Laubbaumarten** sind zum Teil Verbesserungen erkennbar, wobei der Anteil der Bäume, die die Schadstufe 2 überwanden, um fast 10 % stieg. Auch im **Eichenniederwald** konnte im Jahr 2024 eine leichte Verbesserung festgestellt werden, wobei der Anteil der Bäume ohne bzw. mit nur geringem Schaden um etwa 10 % gestiegen ist. Dennoch liegt der Anteil absterbender und abgestorbener Bäume mit rund 15 % auf dem höchsten bisher beobachteten Niveau.

Bei der **Fichte und anderen Nadelbaumarten** sank die Absterberate um 8 %, während etwa 34 % der Fichten keine erkennbaren Schadsymptome zeigten, ähnlich wie im Vorjahr.

Trotz leichter Erholung im Jahr 2024 bleibt der Gesundheitszustand der Wälder in seiner langfristigen Entwicklung insgesamt kritisch zu bewerten, da die Bäume in ihrer Vitalität durch die Witterungsbedingungen der Vorjahre insgesamt beeinträchtigt sind und zukünftig, bedingt durch den Klimawandel, nicht mit einer Verbesserung der Umweltbedingungen zu rechnen ist.

1 Résumé

Depuis 1984, l'état du feuillage des arbres forestiers au Luxembourg est systématiquement relevé par l'Administration de la nature et des forêts. Des indicateurs de vitalité standardisés du feuillage des houppiers des arbres sont enregistrés par des experts forestiers et classés en cinq classes de dégâts. Cet inventaire permet d'estimer les risques en relation avec la santé des forêts et d'orienter les politiques forestières et environnementales.

Depuis la fin des années 1980, l'année 2019 a été l'année marquée par une dégradation sans précédent, conséquence directe des sécheresses et des vagues de chaleur des années précédentes, ainsi que de facteurs biotiques tels que les infestations de scolytes. Cette dégradation s'est traduite par une augmentation significative de la proportion d'arbres endommagés. L'état de santé des forêts s'est ainsi détérioré d'environ 18 % de 2018 à 2019, un seuil de dégradation jamais atteint auparavant.

En 2024, une légère amélioration de l'état de santé des forêts d'environ 11 % par rapport à l'année précédente a été observée pour l'ensemble des essences. Environ 8 % des arbres sont passés dans la classe de dégâts 2 et présentent des signes de rétablissement. Néanmoins, la proportion d'arbres morts (classe de dégâts 4) ou en phase de dépérissement avancé (classe de dégâts 3) reste élevée, avoisinant les 9 %.

Concernant les différentes essences, **le hêtre** affiche une amélioration modérée: la proportion d'arbres dans la classe de dégâts 1 a augmenté d'environ 14 %, tandis que dans la classe de dégâts 2, elle a diminué dans des proportions similaires.

Des signes d'amélioration sont également perceptibles chez **les chênes et autres feuillus**, avec une augmentation de la proportion des arbres au sein de la classe de dégâts 2 de près de 10 %. L'état des **taillis de chêne** montre une légère amélioration en 2024, le pourcentage d'arbres sans dommage ou avec des dommages légers ayant augmenté d'environ 10 %. Toutefois, la part d'arbres mourants ou morts reste élevée, atteignant environ 15 %, soit le niveau le plus élevé observé jusqu'à présent.

Chez **l'épicéa** et les autres conifères, le taux de mortalité a diminué de 8 %, tandis qu'environ 34 % des épicéas ne présentent encore aucun symptôme visible de dégradation, un taux comparable à celui de l'année précédente.

Malgré cette légère reprise en 2024, l'état de santé des forêts demeure préoccupant dans une perspective à long terme. La vitalité des arbres reste globalement affectée par les conditions climatiques des années précédentes, et aucune amélioration des conditions environnementales n'est à prévoir dans le contexte du changement climatique.

2 Aufnahme - und Bewertungsverfahren

Die Waldzustandsinventur erfasst seit 1984 den Gesundheitszustand der Wälder und wird jährlich von der Naturverwaltung durchgeführt. Ein Teil der Daten wird an das internationale Kooperationsprogramm ICP Forests der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) übergeben.

Die Stichprobenerhebung für die nationale Datenaufnahme erfolgt in einem 4 x 4 km Raster, das sowohl öffentliche als auch private Wälder umfasst. Im Jahr 2024 analysierten Waldsachverständige der Naturverwaltung im Zeitraum vom 15. Juli bis zum 15. August insgesamt 1.200 Bäume auf 51 Probeflächen (Abbildung 1). Die Aufnahmemethodik orientiert sich an der Methodik der Landesforsten Rheinland-Pfalz (Engels et al., 2013).

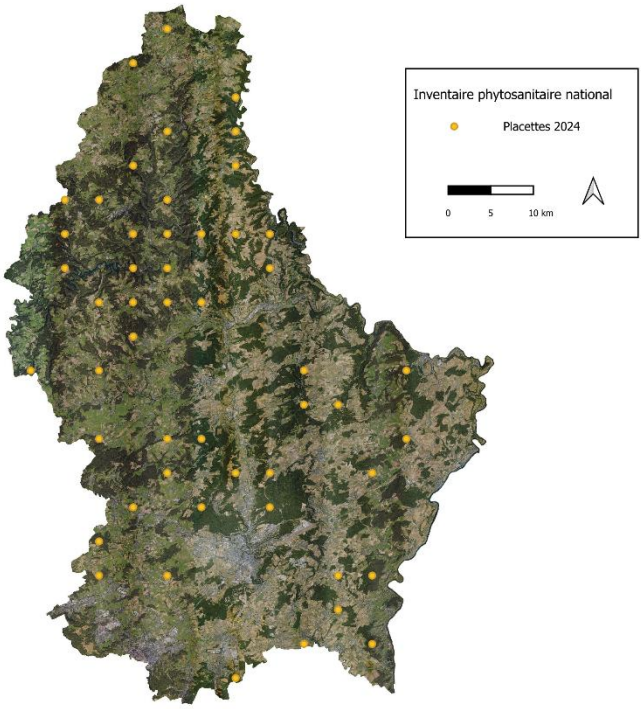


Abbildung 1: *Verteilung der nationalen und internationalen Stichprobenpunkte in Luxemburg im Jahr 2024 (Karte erstellt mit QGIS 3.34.9)*

Zur Beurteilung der Baumvitalität wird im Rahmen der Waldzustandserhebung das Blattdefizit der funktionalen Krone ermittelt. Dieses Defizit stellt den Blatt-/ Nadelverlust dar und wird prozentual im Vergleich zu einer vollständig belaubten oder benadelten Baumkrone angegeben. Dabei werden keine mechanischen Schäden, wie sie durch Sturmereignisse entstehen können, berücksichtigt. Der Kronenzustand wird in 5 %-Stufen geschätzt. Beispielsweise bedeutet eine Kronenverlichtung von 60 %, dass 60 % der Blatt- bzw. Nadelmasse der Krone fehlen. Wird ein Baum als abgestorben identifiziert, erfolgt im Folgejahr eine Ersetzung.

Die Baumvitalität kann anschließend nach ihrem Schädigungsgrad analysiert werden (**Error! Reference source not found.**). Die Warnstufe (Schadstufe 1) zeigt erste Anzeichen von Stress bei den Bäumen an und dient als frühes Alarmzeichen, bevor schwerwiegendere Schäden auftreten. Die Schadstufen 2, 3 und 4 weisen hingegen auf eine bereits deutliche Schädigung hin.

Tabelle 1: *Übersicht über die Einteilung der Schadstufen und ihrer Kategorisierung.*

Schadstufe	Bezeichnung	Gruppierung
Schadstufe 0	Ohne sichtbare Schadmerkmale	Vital
Schadstufe 1	Schwach geschädigter Baum	Warnstufe
Schadstufe 2	Mittelstark geschädigter Baum	
Schadstufe 3	Stark geschädigter Baum	Deutlich geschädigt
Schadstufe 4	Abgestorbener Baum	

Des Weiteren werden noch Parameter wie zum Beispiel der Insektenfraß und die Fruktifikation zu Dokumentationszwecken aufgenommen.



3 Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse stellen den gewichteten Mittelwert der im Gelände geschätzten Kronenverlichtung (%) von 1984 bis 2024 der Probebäume über alle Altersklassen dar.

3.1 Alle Baumarten

Für die Einordnung dieser Entwicklungen ist ein Blick auf die Witterungsbedingungen der vergangenen Jahre entscheidend. Laut MeteoLux (MeteoLux, 2023a-d; 2024a-d) war das **Jahr 2023** mit einer Mitteltemperatur von 10,9 °C (Anhang 1) das viertwärmste Jahr seit Beginn der klimatologischen Aufzeichnungen 1947 am Findel und wies einen leichten Niederschlagsüberschuss von 55,7 l/m^2 gegenüber dem Referenzzeitraum 1991–2020 auf (Anhang 2). Gleichzeitig verschlechterte sich der Waldzustand weiter, insbesondere durch den Anstieg absterbender Bäume (Schadstufe 3, Abbildung 4). Das **Jahr 2024** war klimatisch das achtwärmste Jahr seit 1947 mit einer Durchschnittstemperatur von 10,5 °C (+0,7 °C über dem Mittel 1991–2020, Abbildung 2) und einem deutlichen Niederschlagsüberschuss von 258,9 l/m^2 (Anhang 4). Besonders auffällig war der milde Winter (4,1 °C, +2,2 °C über Norm), der wärmste Februar seit Messbeginn (6,5 °C), sowie ein sehr regenreiches Frühjahr (+71 %) und Herbst (320,8 l/m^2, doppelt so viel wie üblich). Der Sommer war durchschnittlich, jedoch geprägt von extremen Wetterereignissen wie Gewittern und Starkregen.

Vor dem Hintergrund dieser Witterungsbedingungen zeigte sich **2024** eine leichte Erholung im Waldzustand (Abbildung 2): Die Zahl vitaler Bäume (Schadstufe 0) blieb mit rund 15 % stabil, während die Anteile an Bäumen in der Schadstufe 1 um etwa 10 % stiegen und in der Schadstufe 2 um 8 % sanken. Schadstufe 3 blieb konstant und Schadstufe 4 ging leicht zurück (−3 %).

Trotz einzelner Erholungen zeigt sich, dass die langjährigen Dürreperioden die Vitalität der Waldbäume stark beeinträchtigt haben. 2018 lag der Anteil vitaler Bäume noch bei 30 %, doppelt so hoch wie 2024 (Abbildung 4). Der Anteil der deutlich geschädigten Bäume in den Schadstufen 2, 3 und 4 hatte sich um rund 25 % erhöht, was auf eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Waldbäume schließen lässt. Seit 2019 ist der Anteil abgestorbener Bäume (Schadstufe 4) deutlich gestiegen und 2024 erstmals leicht rückläufig.

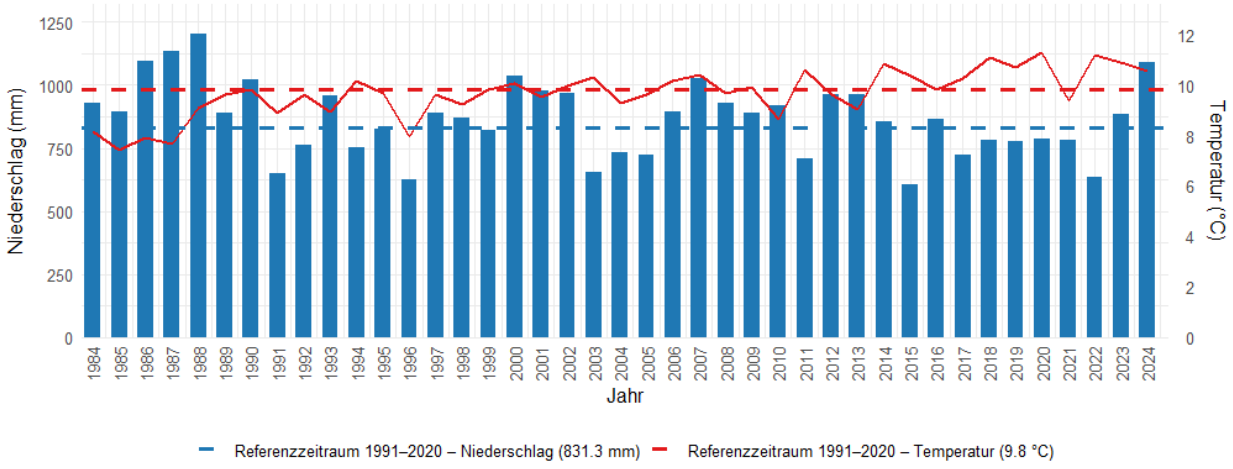


***Abbildung 2**: Klimadaten Luxemburgs, eigene Darstellung: Daten gemessen am Flughafen Findel durch MeteoLux (MeteoLux, 2024e; 2024f). Die gestrichelten Linien markieren die klimatologischen Mittelwerte des WMO-Referenzzeitraums von 1991–2020.*

Überblick der Schadstufenverteilung im Jahr 2024 aller Baumarten (Abbildung 2, Abbildung 3):

- ⇨ 15 % ohne erkennbaren Schaden (Schadstufe 0)
- ⇨ 28 % schwach geschädigte Bäume (Schadstufe 1, Warnstufe)
- ⇨ 48 % mittelstark geschädigte Bäume (Schadstufe 2)
- ⇨ 9 % stark bzw. abgestorbene Bäume (Schadstufe 3 und 4)

Entwicklung der Schadstufenverteilung aller Baumarten in den Jahren 2023 und 2024 im Vergleich

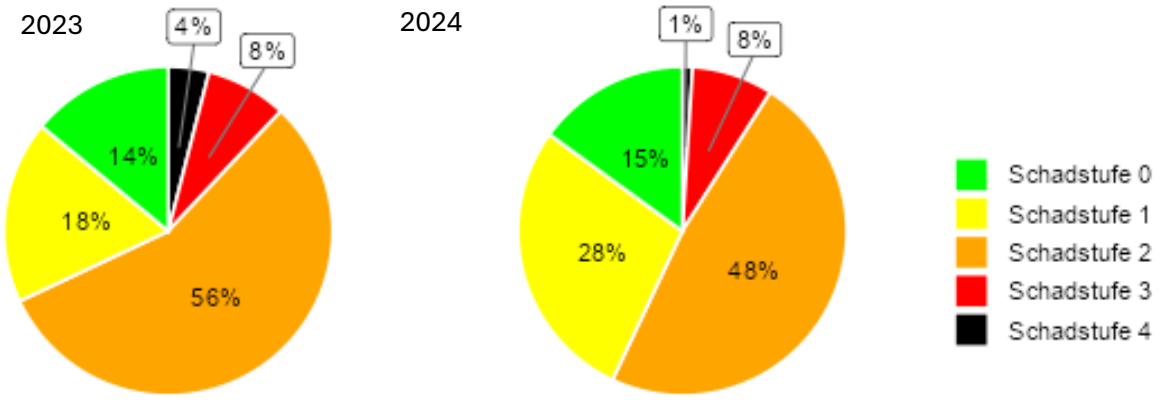


***Abbildung 3:** Prozentuale Darstellung der fünf Schadstufen der Jahre 2023 und 2024 von allen Baumarten, Prozentwerte gerundet.*

Entwicklung der Schadstufenverteilung über alle Baumarten von 1984 bis 2024

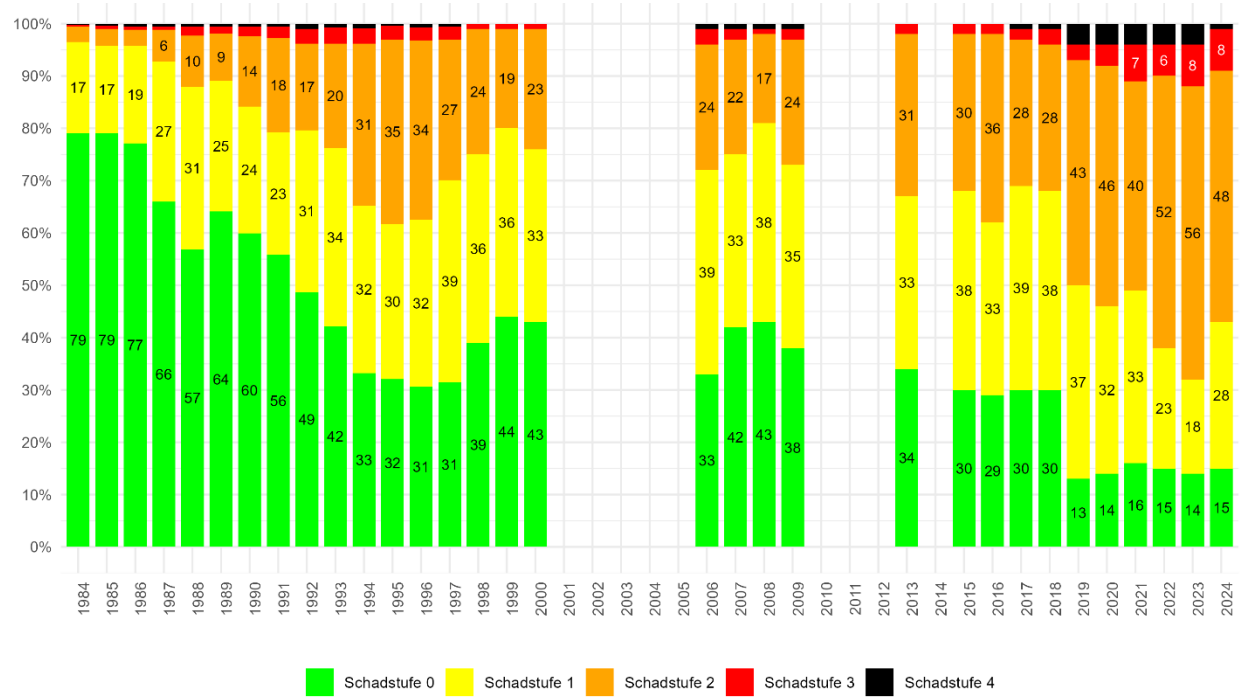


Abbildung 4: *Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für alle Baumarten über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet.*

3.2 Laubbaumarten

Im Jahr 2024 zeigten die Laubbäume (Ahorn, Birke, Buche, Eiche, Erle, Esche, Hainbuche, Kirsche, Ulme, Weide, Pappel) eine leichte Verbesserung ihres Gesundheitszustandes. Somit ist der Anteil an Bäumen in der Schadstufe 1 um 11 % von 2023 auf 2024 gestiegen; bei den Schadstufen 2 bis 4 ist der Anteil an Bäumen in ähnlicher Größe gesunken. Somit könnten sich diese Bäume vermutlich erholt haben. Die Schadstufen 0 sowie 3 und 4 sind relativ konstant geblieben (Abbildung 5).

Schadstufenverteilung aller Laubbaumarten im Jahr 2024

- ⇨ 7 % ohne sichtbare Schadmerkmale (Schadstufe 0)
- ⇨ 25% schwach geschädigte Bäume (Schadstufe 1, Warnstufe)
- ⇨ 57 % mittelstark geschädigter Baum (Schadstufe 2)
- ⇨ 10% stark geschädigte Bäume (Schadstufe 3)
- ⇨ 1 % abgestorbene Bäume (Schadstufe 4)

Entwicklung der Schadstufenverteilung über alle Laubbaumarten von 1984 bis 2024

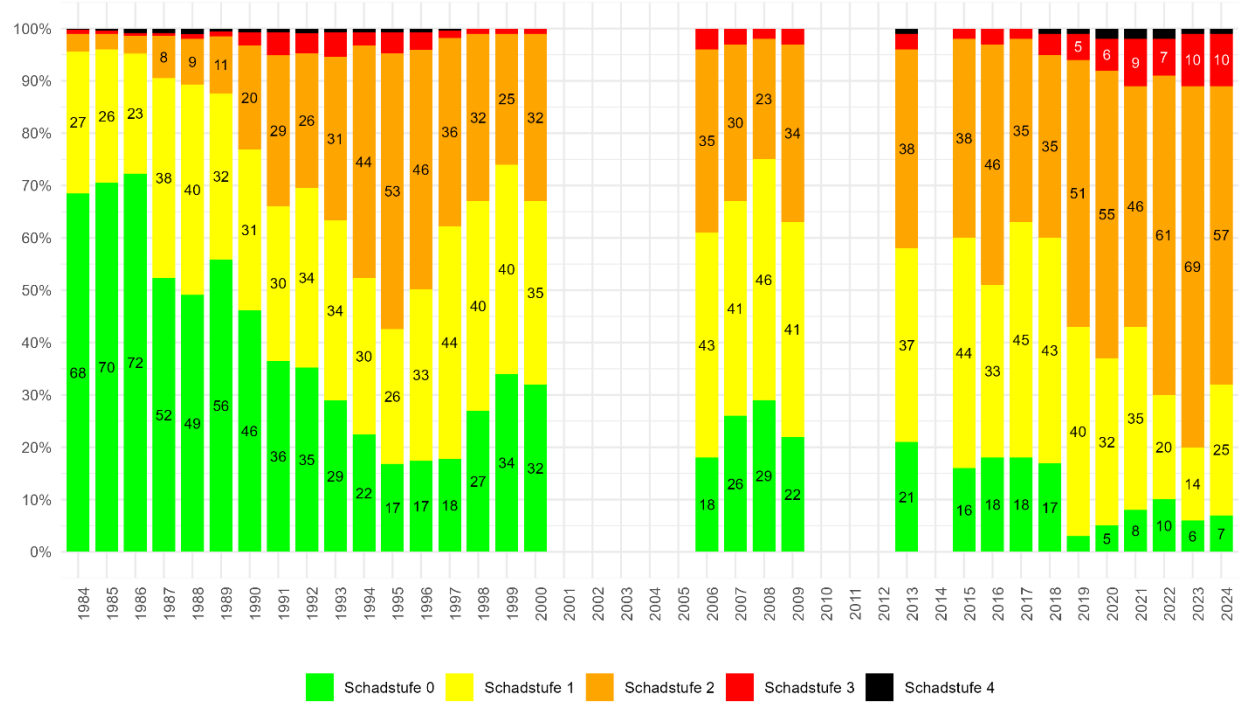


Abbildung 5: *Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für alle Laubbaumarten über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet.*

3.2.1 Buche

Im Jahr 2024 zeigte die Buche eine leichte Erholung. Der Anteil vitaler Bäume (Schadstufe 0) stieg zwar nur auf weniger als 1 %, jedoch stieg der Anteil der Bäume in der Schadstufe 1 um 14 % während gleichzeitig der Anteil mittelstark geschädigter Bäume (Schadstufe 2) um 13 % sank. Der Anteil absterbender und abgestorbener Bäume blieb relativ unverändert. Insgesamt befanden sich 2024 etwa 71 % der Buchen in den Schadensklassen 2 bis 4, was eine Zustandsverbesserung von rund 15 %, im Vergleich zum Vorjahr, darstellt (Abbildung 6).

Schadstufenverteilung von Buche im Jahr 2024

- ⇨ 1 % ohne sichtbare Schadmerkmale (Schadstufe 0)
- ⇨ 28 % schwach geschädigte Bäume (Schadstufe 1, Warnstufe)
- ⇨ 57 % mittelstark geschädigte Bäume (Schadstufe 2)
- ⇨ 13 % stark geschädigte Bäume (Schadstufe 3)
- ⇨ 1 % abgestorbene Bäume (Schadstufe 4)

Entwicklung der Schadstufenverteilung von Buche von 1984 bis 2024

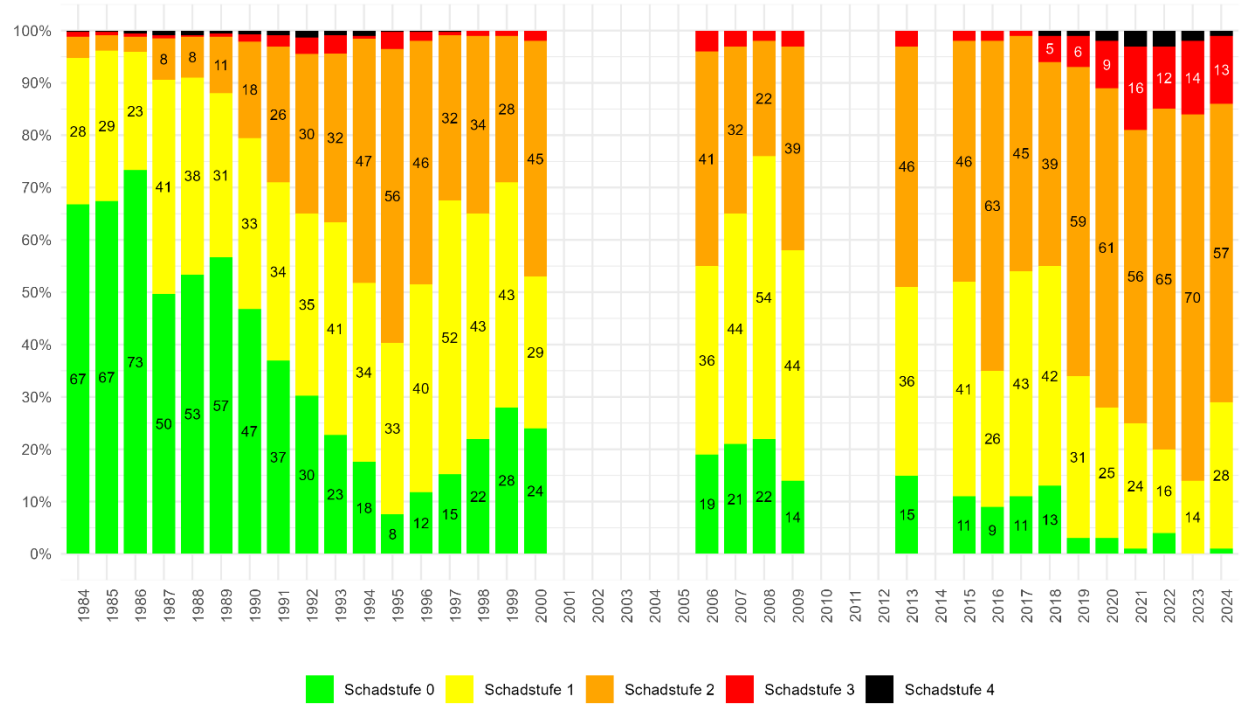


Abbildung 6: *Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für Buche über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet.*

3.2.2 Eiche und sonstige Laubbaumarten

Der Kronenzustand der Eiche (Stieleiche, Traubeneiche, Roteiche) und sonstiger Laubbaumarten (Ahorn, Birke, Buche, Erle, Esche, Hainbuche, Kirsche, Ulme, Weide, Pappel) im Hochwald hat sich ebenfalls leicht verbessert. Der Anteil vitaler Bäume (Schadstufe 0) hat sich zwar kaum verändert, aber der Anteil an schwach geschädigten Bäumen (Schadstufe 1) ist um 9 % gestiegen, während der Anteil der Bäume in der Schadstufe 2 auch um fast 10 % gesunken ist. Der Anteil der Bäume in Schadstufe 3 und 4 hat sich kaum verändert. Insgesamt sank der Anteil der Bäume in den Schadstufen 2 bis 4 von rund 76 % im Jahr 2023 auf rund 67 % im Jahr 2024, was eine leichte Verbesserung des Gesundheitszustandes abbildet (Abbildung 7).

Schadstufenverteilung von Eiche und sonstigen Laubbaumarten im Jahr 2024

- ⇨ 12 % ohne sichtbare Schadmerkmale (Schadstufe 0)
- ⇨ 23 % schwach geschädigte Bäume (Schadstufe 1, Warnstufe)
- ⇨ 58 % mittelstark geschädigte Bäume (Schadstufe 2)
- ⇨ 7 % stark geschädigte Bäume (Schadstufe 3)
- ⇨ 0 % abgestorbene Bäume (Schadstufe 4)

Entwicklung der Schadstufenverteilung von Eiche und sonstigen Laubbaumarten von 1984 bis 2024

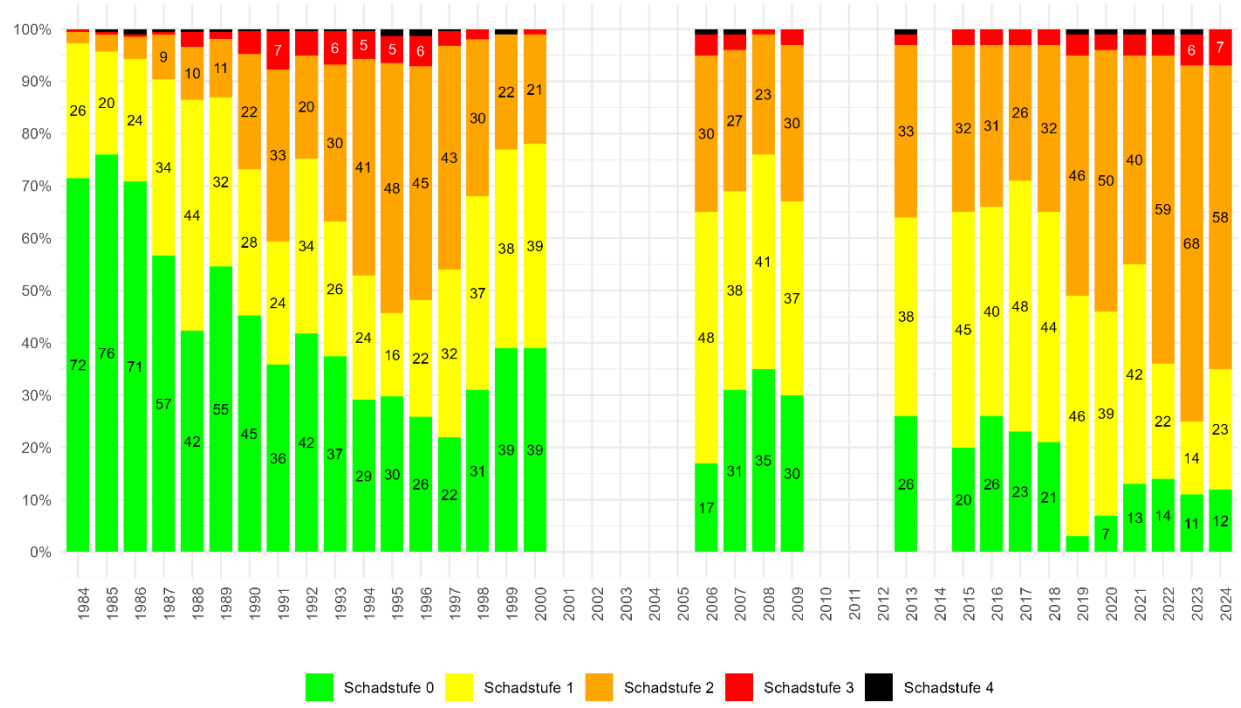


***Abbildung 7**: Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für Eiche und sonstige Laubbaumarten über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet.*

3.2.3 Eichenniederwald

Im Jahr 2024 zeigte der Eichenniederwald eine unklare Tendenz. Zwar ist der Anteil der Bäume in den Schadstufen 0 und 1 in Summe um rund 9 % gestiegen und die Schadstufe 2 um rund 11 % gesunken, jedoch war der Anteil der absterbenden Bäume (Schadstufe 3) um rund 3 % höher als im Vorjahr. Schadstufe 4 ist nur leicht mit rund 2 % zurückgegangen. Insgesamt waren 15 % der Bäume im Jahr 2024 im Eichenniederwald stark geschädigt oder abgestorben. (Abbildung 8).

Schadstufenverteilung im Eichenniederwald im Jahr 2024

- ⇨ 1 % ohne sichtbare Schadmerkmale (Schadstufe 0)
- ⇨ 19 % schwach geschädigte Bäume (Schadstufe 1, Warnstufe)
- ⇨ 65 % mittelstark geschädigter Baum (Schadstufe 2)
- ⇨ 14 % stark geschädigte Bäume (Schadstufe 3)
- ⇨ 1 % abgestorbener Bäume (Schadstufe 4)

Entwicklung der Schadstufenverteilung im Eichenniederwald von 1984 bis 2024

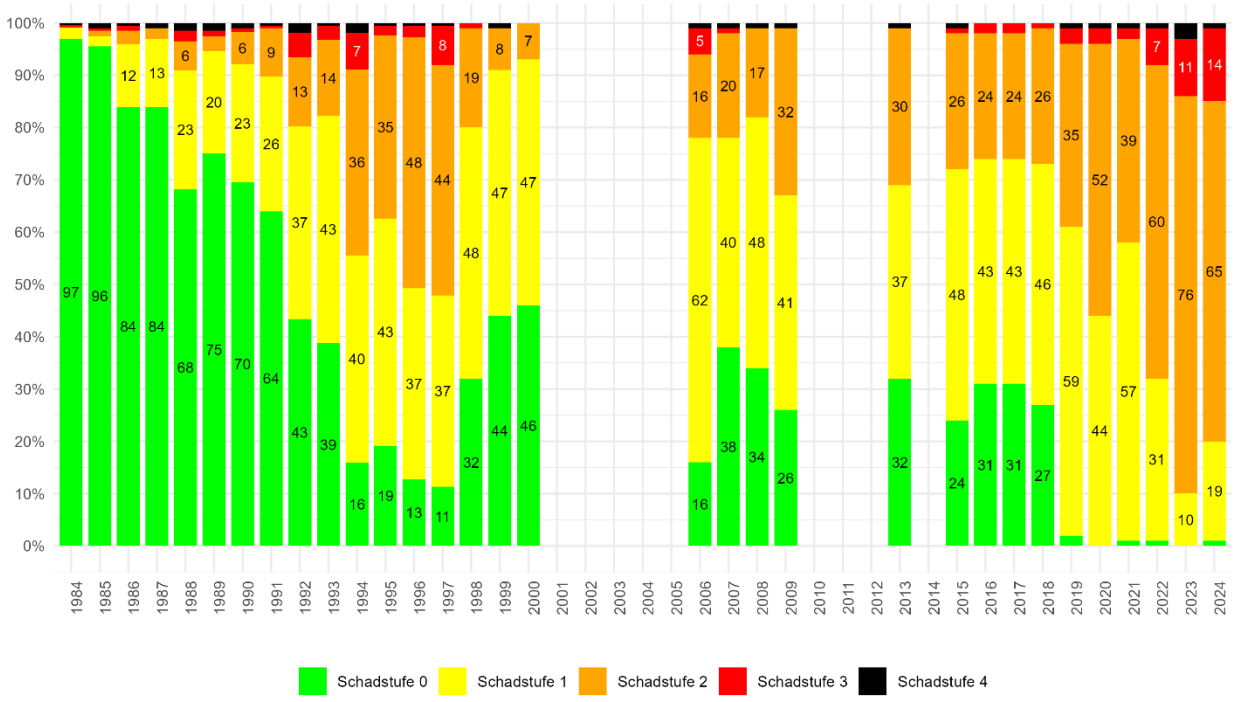


Abbildung 8: *Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für Eichenniederwald über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet.*

3.3 Fichte und andere Nadelbaumarten

Die Fichte und andere Nadelbaumarten (Douglasie, Lärche, Tanne, Kiefer) zeigten im Jahr 2024 Anzeichen einer Erholung. Dies zeigt sich beispielsweise am sinkenden Anteil der Bäume in der Schadstufe 3 sowie in der Absterbestufe (Schadstufe 4), der um fast 8 % zurückging (Abbildung 9). Die Verbesserung des Gesundheitszustandes dieser Baumarten ist weiterhin durch eine Erhöhung der Schadstufe 0, um rund 1 % leicht sichtbar.

Schadstufenverteilung von Fichte und sonstigen Nadelbaumarten im Jahr 2024

- ⇨ 34% ohne sichtbare Schadmerkmale (Schadstufe 0)
- ⇨ 35 % schwach geschädigte Bäume (Schadstufe 1, Warnstufe)
- ⇨ 26 % mittelstark geschädigter Baum (Schadstufe 2)
- ⇨ 2 % stark geschädigte Bäume (Schadstufe 3)
- ⇨ 3 % abgestorbener Bäume (Schadstufe 4)

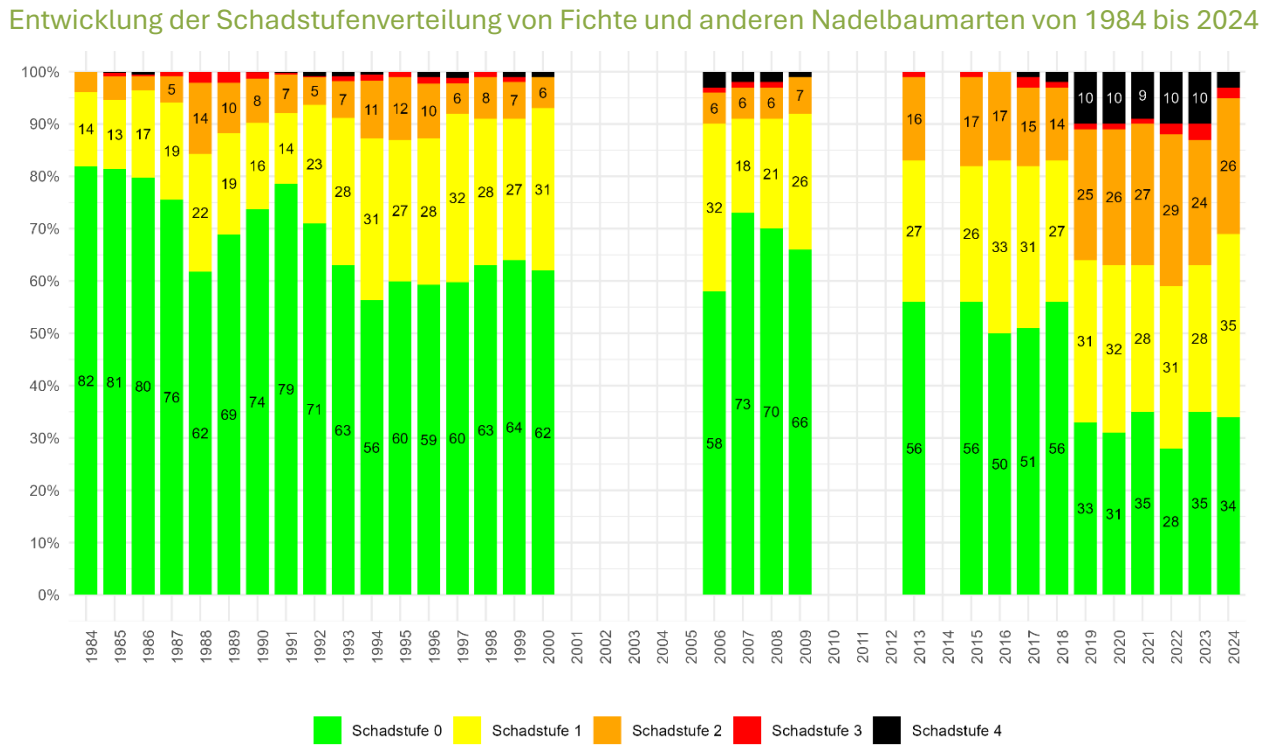


Abbildung 9: *Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für Fichte und andere Nadelbaumarten über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet.*

4 Auswertung

Im Jahr 2024 zeigte sich bei allen Baumarten eine leichte Verbesserung in der Kronenvitalität. Der Anteil der Bäume mit vitaler Krone (Schadstufe 0) blieb im Vergleich zum Vorjahr relativ konstant bei rund 15 %. Die Verbesserung in Schadstufe 1 um etwa 10 % lässt sich teilweise durch den Rückgang von rund 8 % in Schadstufe 2 und etwa 3 % in Schadstufe 4 erklären.

Die Ursachen für die Schwankungen innerhalb der Schadstufen sind vielfältig und bestehen aus einer Vielzahl von Einflussfaktoren, die auch in Wechselwirkung mit dem Klimawandel stehen und die Waldökosysteme spürbar beeinflussen (Kapitel 5). Viele Wälder wurden bereits in den Vorjahren erheblich vorgeschädigt. Daher bleibt trotz der leichten Erholung im Jahr 2024 eine generelle Verbesserung des Waldzustandes langfristig ungewiss. Langfristige Belastungen, wie lange Trockenperioden, zeigen sich oft nicht unmittelbar in der Vitalität der Bäume, da diese eine gewisse Widerstandsfähigkeit (Resilienz) besitzen. Auch Standortgegebenheiten beeinflussen langfristig den Zustand der Bäume. Ein Beispiel hierfür sind die Eichenniederwälder, die hauptsächlich im Ösling vorkommen und oft auf flachgründigen Waldböden stehen. Hier ist eine fortlaufende, wenn auch leichte, Verschlechterung zu verzeichnen. Diese Böden erschweren eine tiefergehende Wurzelbildung, was zu einem Wassermangel führt, der die Vitalität der Bäume beeinträchtigt und sie anfälliger für Folgeschädlinge macht.

Die Auswertung der Schadstufen ist insbesondere für die Schadstufe 2, kompliziert. Diese Stufe wird durch ein Blatt- Nadeldefizit von 26% - 65% definiert und zeigt über die Jahre die größten Schwankungen im Vergleich zu den anderen Schadstufen auf. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass durch die weite Spannbreite dieser Stufe auch Bäume, die resilienter als andere sind, abgebildet werden und sich in den Folgejahren besser erholen. Bei Bäumen, die sich in dieser Schadstufe befinden, können gezielte Maßnahmen entscheidend sein, um die Vitalität der Bäume zu fördern, da sich ihr Zustand entweder stabilisieren oder weiter verschlechtern kann. Aus diesem Grund führt die Naturverwaltung verschiedene Maßnahmen durch (Kapitel 6), um die Wälder widerstandsfähiger gegenüber den Herausforderungen des Klimawandels zu machen.

5 Überblick über mögliche Einflussfaktoren auf die Baumvitalität

Die Einstufung der Bäume in Schadstufen ist ein dynamischer Prozess, der von verschiedenen kurz- und langfristigen Faktoren beeinflusst wird. Eine Baumkronenverlichtung oder Blatt-/ Nadelvergilbung kann durch eine Vielzahl von Faktoren verursacht werden, die oft komplex miteinander verknüpft sind. Dabei sind abiotische (nicht-lebendige) und biotische (lebendige) Ursachen zu unterscheiden. Folgend sind einige Beispiele für mögliche Ursachen der Baumkronenverlichtung bzw. Blatt-/ Nadelvergilbung beschrieben.

5.1 Abiotische Einflussfaktoren

⇨ **Meteorologische Extreme:**

- Dürre und Hitze: Lang anhaltende Trockenperioden und hohe Temperaturen führen zu Wassermangel im Boden, was Stress und Schäden an Feinwurzeln und den oberirdischen Organen der Bäume verursacht. Beispielsweise hatten die ungewöhnlich heißen und trockenen Frühlinge und Sommer in den Jahren 2018–2020, 2022 und 2023 Auswirkungen auf die Vitalität der Bäume.
- Frostschäden: Spätfröste können junge Triebe und Blätter schädigen. Zusätzlich können Frostschäden durch tiefe Wintertemperaturen in der Kambialzone der Bäume auftreten. Dabei entstehen sogenannte Frostleisten, die Krankheitserregern als Eintrittspforte dienen können.
- Sturm- und Windwurf: Starke Winde können Kronenteile abreißen oder die physikalischen Eigenschaften des Holzes stark beeinflussen, Baumstämme abbrechen und Bäume entwurzeln. Somit wird auch das Waldinnenklima verändert.
- Dauerregen: Staunässe in den Böden kann die Sauerstoffversorgung der Wurzeln beeinträchtigen.

⇨ **Nährstoffangebote im Boden:**

- Bodenverarmung: Mangel an essenziellen Nährstoffen schwächt den Baum und beeinträchtigt das Blattwachstum.
- pH-Wert-Verschiebungen: Ein ungeeigneter pH-Wert kann die Nährstoffaufnahme behindern.
- Stickstoffeintrag: Ein zu hoher Stickstoffeintrag führt zu einer Stickstoff-Überdüngung und kann zu einem Nährstoffungleichgewicht im Boden führen. Dies kann die Nährstoffaufnahme der Bäume beeinträchtigen und zu einer Auswaschung des überschüssigen Stickstoffs in das Grundwasser führen.

⇨ **Luftverschmutzung:**

- Ozon: Hohe Ozonwerte reduzieren die Photosynthese und die Blattmasse.
- Säurebildende Schadstoffe: Schwefeldioxid und Stickoxide führen zu saurem Regen, der Blätter und Wurzeln schädigt.

5.2 Biotische Einflussfaktoren

⇨ **Schädlinge:**

- Insektenbefall: Insekten wie Eichenwickler und Schwammspinner verursachen Blattfraß und Kronenverlichtung; Borkenkäfer und Prachtkäfer beeinträchtigen die Wasser- und Nährstoffversorgung.

⇨ **Krankheiten:**

- Pilzbefall: Pathogene Pilze schädigen das Blattwerk und die Wurzeln.
- Bakterielle und virale Erkrankungen: Infektionen können zu Blattverlust und Kronenverlichtung führen.

5.3 Physiologische Einflussfaktoren

⇨ **Fruktifikation:**

- Mastjahre: Starke Fruchtbildung beansprucht die Baumressourcen und kann zu einer vorzeitigen Entlaubung führen.

⇨ **Baumalter:**

- Überalterung: Alte Bäume sind anfälliger für Stress und Kronenverlichtung als junge Bäume.

5.4 Forstwirtschaft

⇨ **Bestandesbegründung:** Die Pflanzung von nicht standortgerechten Baumarten oder Monokulturen kann die Widerstandsfähigkeit der Bäume gegen abiotische und biotische Stressfaktoren vermindern.

Das Verständnis dieser Einflussfaktoren ist entscheidend, um geeignete Managementstrategien zur Förderung der Baumvitalität zu entwickeln und die Gesundheit unserer Wälder langfristig zu sichern.

6 Maßnahmen

Die Analyse der Schadstufen im Hinblick auf den allgemeinen Waldzustand stellt eine Herausforderung dar. Dies liegt an einer Vielzahl von Einflussfaktoren auf die Waldgesundheit sowie der unterschiedlichen Regenerationsfähigkeit der Baumarten, auch als Resilienz bezeichnet. Die Resilienz von Wäldern, also ihre Fähigkeit, auf Stressfaktoren wie Wetterextreme, Schädlinge oder Störungen zu reagieren und sich davon wieder zu erholen, lässt sich durch verschiedene Maßnahmen stärken. Eine entsprechende Strategie zur Stärkung der Resilienz der luxemburgischen Wälder wurde von der Administration de la nature et des forêts im Rahmen des Nationalen Forstprogramms ausgearbeitet und in einem eigenen Bericht veröffentlicht (Administration de la nature et des forêts, 2022). Diese Handlungsmaßnahmen zielen darauf ab, die Anpassungsfähigkeit und Widerstandskraft der Wälder langfristig zu erhöhen. Hier sind einige mögliche Strategien aufgelistet:

- ⇨ Standortgerechte Baumartenwahl (Hilfestellung zur Auswahl standortsgerechter Baumarten bietet der Fichier écologique des essences: *https://fichierecologique.geoportail.lu/)*
- ⇨ Förderung der Baumartenmischung
- ⇨ Naturnahe Waldwirtschaft (schonende waldbauliche Eingriffe)
- ⇨ Förderung der natürlichen Verjüngung
- ⇨ Förderung der genetischen Diversität der Baumarten
- ⇨ Wasserretention in den Wäldern (z.B. Erhalt von Feuchtgebieten, Wiederherstellung von Flussauen).

7 Fazit

Seit 1984 wird der Belaubungszustand der Waldbäume in Luxemburg systematisch durch die Naturverwaltung erfasst. Die schwerwiegendste Verschlechterung des Kronenzustands trat 2019 auf, als Trockenheit und Hitzewellen der Vorjahre ihre Auswirkungen zeigten. Im Jahr 2024 erholte sich der Waldzustand von den meisten Laubbaumarten und Nadelbaumarten leicht zum vorherigen Jahr. Jedoch insbesondere der Zustand des Eichenniederwaldes verschlechtert sich weiter, wobei der Anteil stark geschädigter und absterbender Bäume weiter ansteigt.

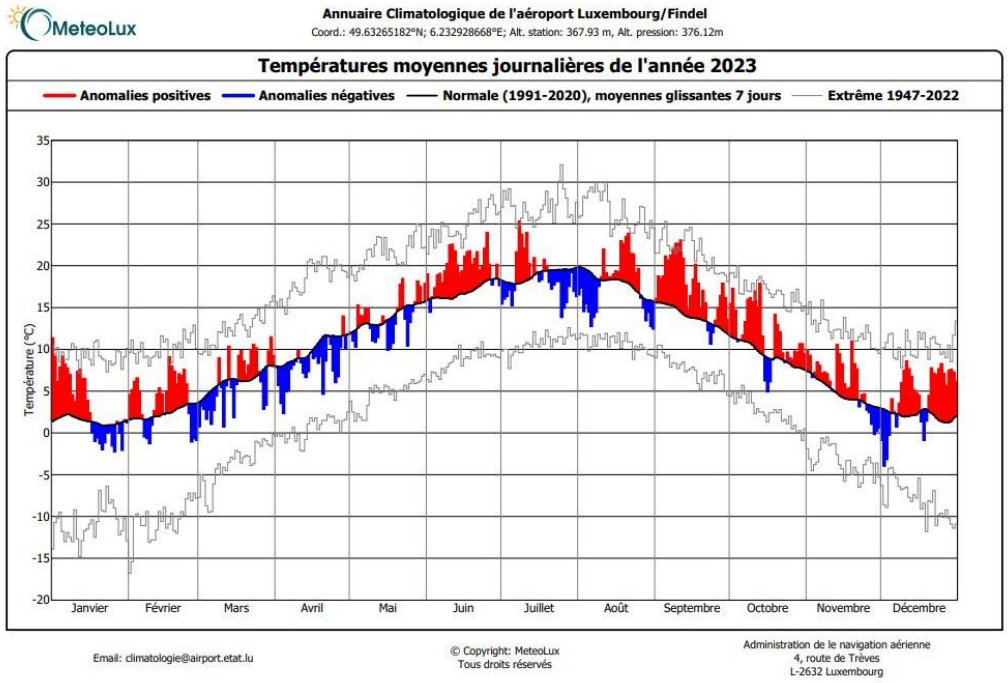
Trotz leichter Erholung bleibt der Gesundheitszustand der Wälder in seiner langfristigen Entwicklung insgesamt kritisch zu bewerten, da er von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst wird, deren Häufung und Intensität durch den Klimawandel stark, sowie unvorhersehbar beeinflusst werden. Ein Temperaturanstieg hat unter anderem direkte Auswirkungen auf die Länge und Verschiebung der Vegetationsperiode. Dadurch können Schadorganismen länger als bisher Bäume schädigen. Auch die Globalisierung trägt zur Verschlechterung des Waldzustands bei, etwa durch die Einfuhr von

Schädlingen und Pathogenen. Extreme Wetterereignisse, wie die langanhaltende Hitze und Trockenheit der letzten Jahre, setzen den Bäumen stark zu und können Absterbeprozesse auslösen. Selbst einheimische Baumarten, die als widerstandsfähig gelten, leiden unter den veränderten Bedingungen. Deswegen entwickelt die Naturverwaltung Managementpläne, um die Wälder langfristig widerstandsfähiger zu machen.

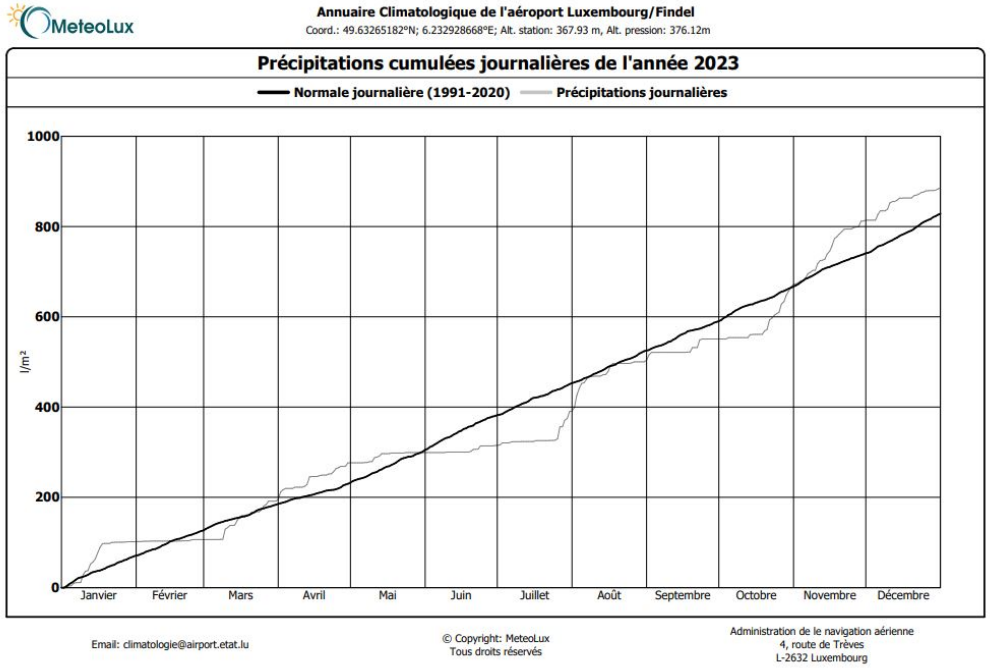


***Abbildung 10**: Ansicht eines nationalen Stichprobenpunktes innerhalb des systematischen Stichprobenrasters zur landesweiten Waldzustandserhebung*

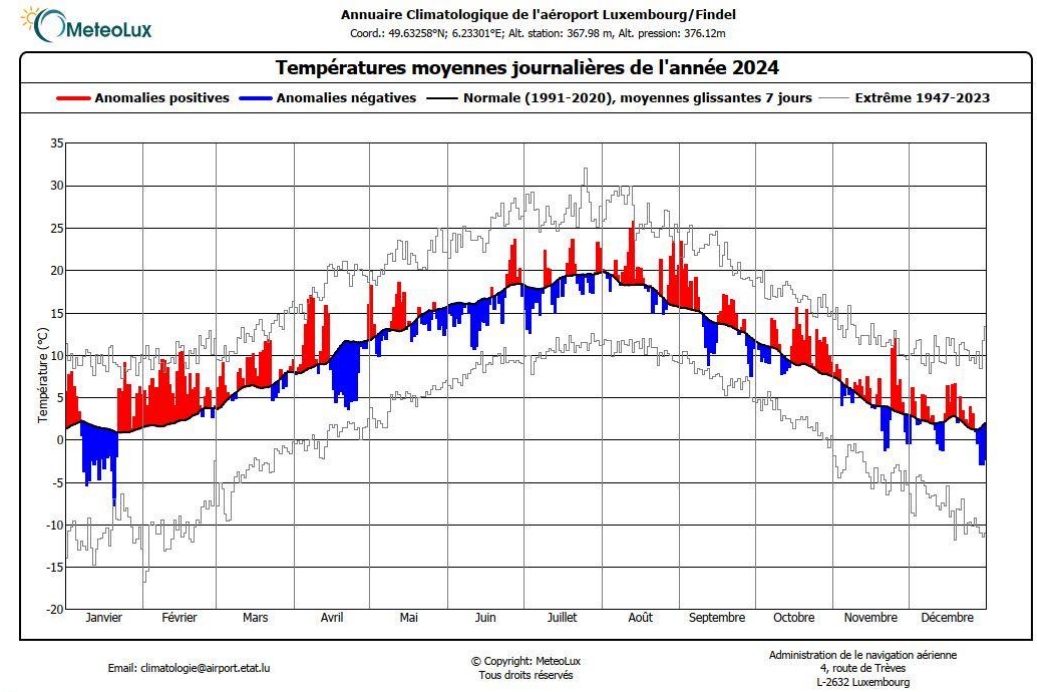
Anhang



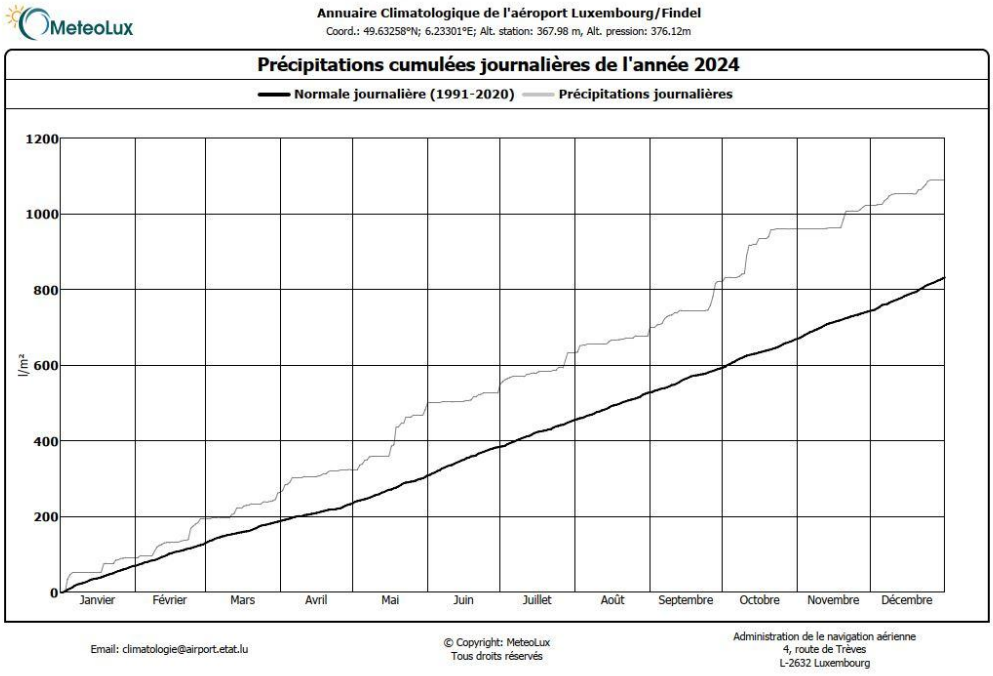
***Anhang 1**:Darstellung der Durchschnittstemperatur für das Jahr 2023 von Luxemburg (Administration de la navigation aérienne, Meteolux, 2023)*



***Anhang 2**: Darstellung des durchschnittlichen Jahresniederschlages für das Jahr 2023 von Luxemburg (Administration de la navigation aérienne, Meteolux, 2023)*



***Anhang 3**: Darstellung der Durchschnittstemperatur für das Jahr 2024 von Luxemburg (Administration de la navigation aérienne, Meteolux, 2024)*



***Anhang 4**: Darstellung des durchschnittlichen Jahresniederschlages für das Jahr 2024 von Luxemburg (Administration de la navigation aérienne, Meteolux, 2024)*

Quellenverzeichnis

AG Kronenzustand (2007). Arbeitsgemeinschaft Kronenzustand des Bundes und der Länder in Deutschland: Waldbäume. Bilderserien zur Einschätzung von Kronenverlichtungen bei Waldbäumen. Verlag M. Faste.

Administration de la nature et des forêts (2022). Le renforcement de la résilience des forêts du Grand-Duché de Luxembourg. Rapport du groupe de travail du Programme Forestier National. Diekirch, 30 mai 2022. Verfügbar unter: https://environnement.public.lu/content/dam/environnement/documents/for%C3%AAt/rapport-gt-resilience-forets-luxembourg-20220530.pdf.

Engels, F., Block, J. & Wunn, U. (2013). Methodenbeschreibung Terrestrische Waldzustandserhebung (WZE) in Rheinland-Pfalz. Forstliche Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz. Verfügbar unter: www.fawf.wald-rlp.de.

MeteoLux (2023a). Saisonaler Klimabericht Frühling 2023. Administration de la navigation aérienne (ANA), Luxemburg. Verfügbar unter: https://www.meteolux.lu/de/produkte-und-dienstleistungen/klimabilanzen/saisonale-klimabilanzen.

MeteoLux (2023b). Saisonaler Klimabericht Sommer 2023. Administration de la navigation aérienne (ANA), Luxemburg. Verfügbar unter: https://www.meteolux.lu/de/produkte-und-dienstleistungen/klimabilanzen/saisonale-klimabilanzen.

MeteoLux (2023c). Saisonaler Klimabericht Herbst 2023. Administration de la navigation aérienne (ANA), Luxemburg. Verfügbar unter: https://www.meteolux.lu/de/produkte-und-dienstleistungen/klimabilanzen/saisonale-klimabilanzen.

MeteoLux (2023d). Annuaire climatologique 2023 – Aéroport Luxembourg-Findel (WMO 06590). Administration de la navigation aérienne (ANA), Luxemburg. Verfügbar unter: https://www.meteolux.lu/fr/produits-et-services/bilans-climatologiques/annuaires-climatologiques/ (abgerufen am 08.09.2024).

MeteoLux (2024a). Annuaire climatologique 2024 – Aéroport Luxembourg-Findel (WMO 06590). Administration de la navigation aérienne (ANA), Luxemburg. Verfügbar unter: https://www.meteolux.lu/fr/produits-et-services/bilans-climatologiques/annuaires-climatologiques/ (abgerufen am 08.09.2024).

MeteoLux (2024b). Saisonaler Klimabericht Winter 2023/2024. Administration de la navigation aérienne (ANA), Luxemburg. Verfügbar unter: https://www.meteolux.lu/de/produkte-und-dienstleistungen/klimabilanzen/saisonale-klimabilanzen.

MeteoLux (2024c). Saisonaler Klimabericht Frühling 2024. Administration de la navigation aérienne (ANA), Luxemburg. Verfügbar unter: https://www.meteolux.lu/de/produkte-und-dienstleistungen/klimabilanzen/saisonale-klimabilanzen.

MeteoLux (2024d). Saisonaler Klimabericht Sommer 2024. Administration de la navigation aérienne (ANA), Luxemburg. Verfügbar unter: https://www.meteolux.lu/de/produkte-und-dienstleistungen/klimabilanzen/saisonale-klimabilanzen.

MeteoLux (2024e). Normal- und Extremwerte. Verfügbar unter: https://www.meteolux.lu/de/klima/normal-und-extremwerte/ (abgerufen am 10.09.2024).

MeteoLux (2024f). Klimadaten Luxemburg (MeteoLux, Findel): 1980–2024. Verfügbar unter: https://data.public.lu/fr/datasets/monthly-meteorological-parameters-luxembourg-findel-airport-wmo-id-06590/ (abgerufen am 10.01.2024).

Petit, S., Joussemet, F., Lisein, J., de Mahieu, A., Maus, L., Titeux, H., Claessens, H., Ponette, Q., Neuberg, M., Wolter, F. & Weissen, F. (2020). Fichier écologique des essences du Grand-Duché de Luxembourg. Forêt.Nature, UCLouvain-ELIe, ULiège-GxABT, Administration de la Nature et des Forêts. Verfügbar unter: https://fichierecologique.lu.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung der nationalen und internationalen Stichprobenpunkte in Luxemburg im Jahr 2024 (Karte erstellt mit QGIS 3.34.9) 4
Abbildung 2: Klimadaten Luxemburgs, eigene Darstellung: Daten gemessen am Flughafen Findel durch MeteoLux (MeteoLux, 2024e; 2024f). Die gestrichelten Linien markieren die klimatologischen Mittelwerte des WMO-Referenzzeitraums von 1991–2020. 7
Abbildung 3: Prozentuale Darstellung der fünf Schadstufen der Jahre 2023 und 2024 von allen Baumarten, Prozentwerte gerundet. 7
Abbildung 4: Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für alle Baumarten über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet. 8
Abbildung 5: Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für alle Laubbaumarten über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet. 9
Abbildung 6: Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für Buche über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet. 10
Abbildung 7: Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für Eiche und sonstige Laubbaumarten über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet. 11
Abbildung 8: Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für Eichenniederwald über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet. 12
Abbildung 9: Entwicklung der Schadstufen 0 bis 4 für Fichte und andere Nadelbaumarten über die Jahre 1984 bis 2024, Prozentangabe ab ≥ 5 Prozent, Prozentwerte gerundet. 13
Abbildung 10: Ansicht eines nationalen Stichprobenpunktes innerhalb des systematischen Stichprobenrasters zur landesweiten Waldzustandserhebung 17

Anhang 1:Darstellung der Durchschnittstemperatur für das Jahr 2023 von Luxemburg (Administration de la navigation aérienne, Meteolux, 2023) 18
Anhang 2: Darstellung des durchschnittlichen Jahresniederschlages für das Jahr 2023 von Luxemburg (Administration de la navigation aérienne, Meteolux, 2023) 18
Anhang 3: Darstellung der Durchschnittstemperatur für das Jahr 2024 von Luxemburg (Administration de la navigation aérienne, Meteolux, 2024) 19
Anhang 4: Darstellung des durchschnittlichen Jahresniederschlages für das Jahr 2024 von Luxemburg (Administration de la navigation aérienne, Meteolux, 2024) 19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die Einteilung der Schadstufen und ihrer Kategorisierung. 5

Impressum

Herausgeber :

Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

4, Place de l'Europe

L-1499 Luxembourg

Telefon: +352 247-86824

http://www.emwelt.lu

LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et de la Biodiversité

Durchführung und Auswertung:

Administration de la nature et des forêts

81, avenue de la Gare

L-9233 Diekirch

Telefon: +352 247 56 600

http://www.emwelt.lu

Administration
de la nature et des forêts
Grand-Duché de Luxembourg

Kontaktpersonen:

Hanna Teuchert: *hanna.teuchert@anf.etat.lu*

Martine Neuberg: *martine.neuberg@anf.etat.lu*