



4 Biodiversität im Wald

Rund die Hälfte der Grundwasserschutzzonen der Schweiz liegt im Wald.¹ Trinkwasser aus bewaldeten Einzugsgebieten ist meist besonders sauber.²

Wälder schützen in der Schweiz mehr als 40 % aller Siedlungen, Verkehrswege und andere Infrastrukturen vor Naturgefahren.³ Der Wald stabilisiert z. B. steile Hänge und schützt vor Steinschlag und Lawinen.⁴ Der volkswirtschaftliche Wert der Schutzwirkung des Waldes wird auf über 4 Milliarden Franken pro Jahr geschätzt.³

Fast 40 % der Menschen in der Schweiz besuchen den Wald ein- bis mehrmals pro Woche, ein weiterer Drittel ein- bis zweimal pro Monat.⁵

Holz ist eine zunehmend wichtiger werdende Bau- und Energieressource und volkswirtschaftlich bedeutend. Im Jahr 2020 betrug die Bruttowertschöpfung der Wald- und Holzwirtschaft 4,9 Milliarden Franken (0,7 % des Schweizer Bruttoinlandsprodukts).¹

Waldbestände mit unterschiedlich alten Bäumen und vielen verschiedenen Baumarten haben ein kleineres Risiko für Schäden durch Naturereignisse als gleichaltrige, strukturarmer und artenarme Wälder.⁸ Ebenso erholen sich natürliche oder naturnahe Wälder nach Störungen wie Stürmen schneller, und die Waldleistungen sind rascher wieder verfügbar.⁹

Der Wert der wichtigsten Waldprodukte, die nicht aus Holz bestehen (z. B. Waldhonig, Wildfleisch, Waldpilze, Kastanien), beträgt in der Schweiz 80 bis 90 Millionen Franken.^{6,7} Die freie Nutzung dieser Produkte hat einen hohen Stellenwert in der Bevölkerung.¹

Strukturreiche Waldbestände mit grossen, alten Bäumen stellen zahlreiche Ökosystemleistungen wie Kohlenstoffspeicherung, biologische Schädlingsregulierung und verschiedenste Waldprodukte in hoher Qualität und Quantität zur Verfügung.¹⁰

4.1 Überblick

Der Schweizer Wald mit seiner grossen Vielfalt an Waldtypen ist nicht nur Lebensraum für rund 40 % der in der Schweiz bekannten Arten, sondern schützt auch vor Naturgefahren, liefert sauberes Trinkwasser, dient als bedeutender Erholungsraum, speichert Kohlenstoff und liefert Holz sowie weitere Naturprodukte wie Pilze. Seit 2010 wurden auf politischer Ebene zahlreiche Strategien, Gesetze und Programme zur Förderung der Biodiversität im Wald verabschiedet → **Kap. 4.2**. Der naturnahe Waldbau – das heisst eine standortgerechte Bewirtschaftung, die sich an natürlichen Prozessen orientiert – ist weit verbreitet.

Bis 1900 wurde der Wald von der bäuerlichen Gesellschaft intensiv genutzt, was zu offenen Waldbeständen mit guten Bedingungen für lichtliebende Arten führte. Für Arten, die auf Alt- und Totholz angewiesen sind, dürfte der Lebensraum im Wald knapp gewesen sein. Mit dem Wandel zur nachhaltigen Waldwirtschaft und dem Übergang zum Hochwald stieg der Holzvorrat allmählich, wodurch der Wald dunkler wurde. Alt- und Totholz blieb trotzdem lange Zeit Mangelware. Vor allem seit den 1980er Jahren steigen die Totholzvorräte und die Naturnähe des Waldes → **Kap. 4.3**.

Aktuelle Ursachen der Veränderungen

Die Nutzungsintensität im Schweizer Wald ist regional unterschiedlich. Entsprechend unterscheidet sich der Holzvorrat stark. Im Bergwald wird immer seltener eingegriffen, was die natürliche Dynamik und damit die Biodiversität fördert → **Kap. 4.4.1**. Im Mittelland sinkt der Holzvorrat aufgrund verstärkter Eingriffe. Stürme, Dürren und Borkenkäferbefall schaffen generell Totholz und lichte Flächen – wichtige Lebensräume für spezialisierte Arten → **Kap. 4.4.2**. Stickstoffeinträge aus der Luft – vor allem aus der Landwirtschaft – verändern Waldböden und stören die Symbiose von Mykorrhiza-Pilzen mit Bäumen, was deren Vitalität schwächt. Zudem führen sie zur Dominanz nährstoffliebender Pflanzenarten auf Kosten seltener Pflanzenarten → **Kap. 4.4.3**.

Entwicklung seit 2010

Die Strukturvielfalt in Schweizer Wäldern ist relativ hoch, zeigt aber seit 2010 eine abnehmende Tendenz, besonders im Mittelland und Jura → **Kap. 4.5.1**. Das Totholzvolumen steigt dagegen weiter an → **Kap. 4.5.2**. Baumgiganten sind immer noch selten, ihre Anzahl hat sich aber seit den 1980er Jahren verdoppelt. Die Gesamtartenvielfalt im Wald nimmt zu, besonders bei Schnecken und Moosen. Kritisch bleibt die Lage für auf Totholz oder lichte Waldbestände spezialisierte Arten → **Kap. 4.5.3**.

Weichenstellungen für eine biodiverse Zukunft → Kap. 4.6

Um die Biodiversität im Schweizer Wald langfristig zu sichern, gilt es, das bereits Erreichte zu bewahren und bestehende Ziele konsequent weiterzuverfolgen. Angesichts der zunehmend stärkeren Auswirkungen des Klimawandels und des regional sich unterschiedlich entwickelnden Nutzungsdrucks ist es zentral, ökologische Prinzipien bei der Waldplanung und -bewirtschaftung im Blick zu behalten. Ein zukunftsfähiger Wald basiert auf dem Zulassen natürlicher Prozesse und dem Nebeneinander von vielfältigen Nutzungsformen, welche die Heterogenität auf Landschaftsebene fördern. Dynamiken wie Naturverjüngung, Totholzbildung oder funktionierende Räuber-Beute-Beziehungen – etwa durch die Rückkehr von Luchs und Wolf – fördern vielfältige Lebensgemeinschaften und stärken die Resilienz und die Anpassungsfähigkeit des Lebensraumes Wald.

Wichtig ist, die Ökologie als Standbein der Forstbetriebe zu stärken. Es sind weitere Anreize für den Erhalt von Habitatbäumen, Altholzinseln und längere Umtriebszeiten zu schaffen. Gerade in den tiefer gelegenen Regionen, wo der Druck durch Holznutzung besonders gross ist, verdienen Naturwaldreservate eine stärkere politische und finanzielle Unterstützung. Schliesslich braucht es eine neue Offenheit für vielfältige Nutzungsformen. Extensiv genutzte Waldweiden oder revitalisierte feuchte Waldstandorte schaffen wertvolle Lebensräume, fördern licht- und feuchtigkeitsliebende Arten und tragen gleichzeitig zum Landschaftsklima und zur Klimaanpassung bei.



Feuchte Wälder – wertvoll, aber stark dezimiert

Feuchte Wälder sind ökologisch wertvolle Lebensräume. Abseits der grossen Flüsse gehören dazu Wälder am Rand von Mooren, bewaldete Quellaufstösse, feuchte Hochstaudenwälder und nasse Nadelwaldstandorte. In der Schweiz wurden viele dieser Wälder bereits im 18. und 19. Jahrhundert durch Gräben oder Drainagen trockengelegt, um sie besser land- oder forstwirtschaftlich nutzen zu können. Besonders während des Zweiten Weltkriegs kam es zu einem weiteren Ausbau von Entwässerungsgräben – angetrieben durch die zunehmende Mechanisierung und den damit verbundenen Wunsch nach besser befahrbaren Waldbeständen. Trotz ihrer Bedeutung für die Biodiversität stehen feuchte Wälder im Naturschutz oft nicht im Vordergrund. Foto: Markus Bolliger/BAFU

Biologische Vielfalt im Wald

Der Schweizer Wald bedeckt rund ein Drittel der Landesfläche. Im Wald und am Waldrand leben 40 % aller in der Schweiz nachgewiesenen Arten.¹¹ Ausgeprägte Höhenunterschiede, unterschiedliche Klimazonen und geologische Bedingungen sowie regionale Traditionen der Bewirtschaftung haben zu einer grossen Vielfalt an Waldtypen geführt.¹²

Dank des naturnahen Waldbaus, der im Laufe des letzten Jahrhunderts entwickelt wurde und seit 1991 auch im Waldgesetz verankert ist (Art. 20 Abs. 2 WaG; SR 921.0), kann der Wald in weiten Teilen der Schweiz als einigermaßen naturnah bezeichnet werden. Über 80 % der heutigen Wälder sind aus reiner Naturverjüngung entstanden.¹³

Die Bewirtschaftung beeinflusst die Biodiversität allerdings stark. Die Mehrheit der Waldbestände ist relativ gleichaltrig aufgebaut. Die frühere Förderung bestimmter Baumarten ist nach wie vor sichtbar. Biologisch alte Entwicklungsstadien sowie Bestände mit viel Licht in der Strauch- und Krautschicht kommen kaum vor. Dadurch sind Arten, die alte Bäume und dickes Totholz benötigen und/oder es sehr licht mögen, in ihren Ausbreitungsmöglichkeiten und in ihrer Bestandsgrösse stark eingeschränkt. Für Tausende von Waldarten sind sogenannte Mikrohabitate an alten und dicken Bäumen überlebenswichtig.

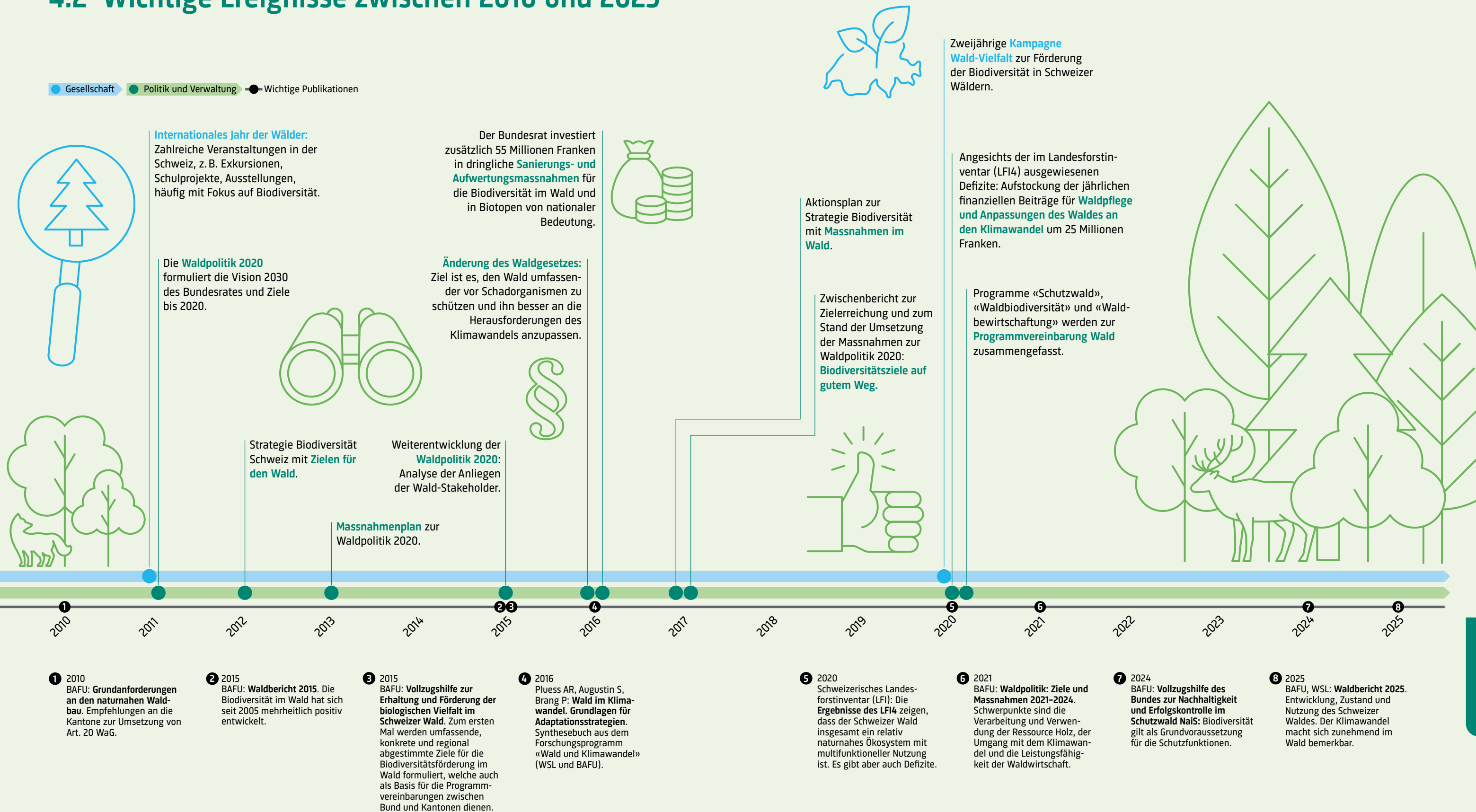
Höhlen, Stammverletzungen, Totholz in den Baumkronen oder ein Bewuchs mit Efeu sind Schutz-, Brut-, Überwinterungs- oder Nahrungsstätten.¹⁴ Optimal ist die Kombination von Licht und Totholz.

Urwälder oder sehr lange nicht mehr bewirtschaftete Wälder zeigen ein ganz anderes Erscheinungsbild als regelmässig bewirtschaftete Wälder: Grosse Mengen an dickem Totholz, Mikrohabitate, zahlreiche alte Bäume und Baumgiganten sowie grössere Lücken im Bestand prägen vielerorts das Bild.¹⁵ Hier leben zahlreiche anspruchsvolle Tier-, Pilz-, Flechten- und Pflanzenarten – insbesondere solche, die auf eine kontinuierliche Verfügbarkeit von grossen Mengen dieser Strukturen angewiesen sind.

Im Urwald finden auch lichtliebende Arten ihre Nischen, etwa dort, wo mächtige Baumriesen umgefallen sind, Schneebruch und Blitzschlag Lücken verursacht haben, Gruppen von Bäumen durch Käferbefall oder Krankheiten abgestorben sind oder Stürme Schneisen geschlagen haben. Von Natur aus lichte Waldbestände gibt es sonst vor allem auf unproduktiven, sehr nassen oder trockenen Standorten (Moorwälder, Föhrenwälder) und im Bereich der Waldgrenze in der oberen subalpinen Stufe (z. B. Lärchen- und Arvenwälder).

4.2 Wichtige Ereignisse zwischen 2010 und 2025

● Gesellschaft ● Politik und Verwaltung ● Wichtige Publikationen



4.3 Entwicklung seit 1900

Zustand 1900



Ausgangslage 1900

Vielfältige und starke Nutzungen im Wald, insbesondere auch landwirtschaftliche.¹⁶ Wald als Teil der Kulturlandschaft durch Brenn-, Bauholz-, Streue-, Heu-, und Weidenutzung. Über die Hälfte der Waldfläche mit Nieder- und Mittelwaldcharakter.¹⁷ Wälder generell mit geringem Holzvorrat.

Nach einem historischen Tiefstand (vermutlich um 1800): kontinuierliche Zunahme der Waldfläche.¹⁸ Bemühungen zur Umstellung auf eine nachhaltige Waldwirtschaft mit dem Erlass des Forstpolizeigesetzes von 1876 (BBl 1876 I 594).

Durch die starke Entnahme von Biomasse und Nährstoffen: gute Bedingungen für licht- und wärmeliebende sowie an nährstoffarme Bedingungen angepasste Arten. Lebensraumangebot für Tiere, Pflanzen, Flechten und Pilze älterer Waldentwicklungsstadien dagegen stark eingeschränkt aufgrund des geringen Angebots an Tot- und Altholz. Viele Feuchtwälder wahrscheinlich bereits im 18. und 19. Jahrhundert durch Gräben, Drainagen und Flusskorrekturen oder Drainagen trockengelegt.

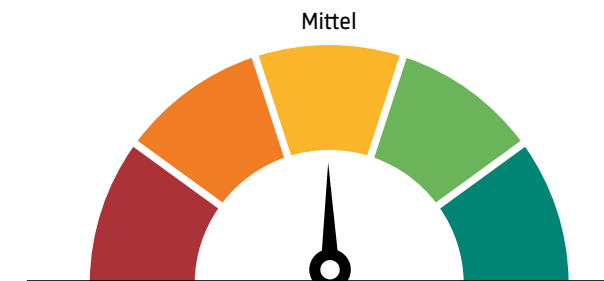
Zustand 1940er Jahre



1900 bis 1940er Jahre

- ↑ Verbot von Kahlschlägen in der ganzen Schweiz ab 1902. Verknüpfung der nachhaltigen Waldwirtschaft mit dem Prinzip des naturnahen Waldbaus.¹⁹
- ↓ Zunehmender Bedeutungsverlust oder Einstellung der landwirtschaftlichen Waldnutzungen – zuerst im Mittelland, später auch in den Berggebieten.²⁰ Vielerorts Entwicklung eines dichten Jungwalds. Steigende Dominanz der Hochwälder zu Lasten der strukturell vielfältigen und dynamischen Nieder- und Mittelwälder. Verbreitete Aufforstungen vor allem mit Nadelbäumen. Es wird generell dunkler im Wald. Angebot an Alt- und Totholz weiterhin tief.
- ↓ Wahrscheinlich starke Drainagetätigkeiten in den Wäldern im Zweiten Weltkrieg.

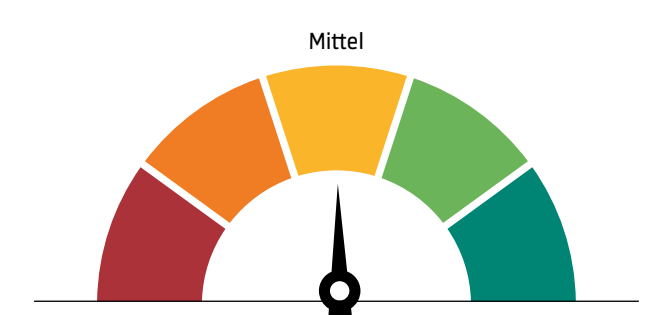
Zustand 1970er Jahre



1940er bis 1970er Jahre

- ↑ Langsamer aber kontinuierlicher Anstieg des Alt- und Totholzangebots auf sehr tiefem Niveau im Vergleich zu europäischen Urwäldern.
- ↓ Zunehmende räumliche Homogenisierung des Waldes und Verlust von Spezialstandorten bzw. bestimmten Waldgesellschaften, unter anderem durch vereinheitlichte Bewirtschaftung.²¹
- ↓ Anhaltende Aufforstungen vor allem mit Nadelbäumen führt zu einheitlichen Waldbildern und Monokulturen.
- ↓ Zunehmende Umsetzung des Waldweideverbots durch die Kantone auch im Alpenraum.¹⁶

Zustand Jahrtausendwende



1970er Jahre bis Jahrtausendwende

- ↓ Zunahme des Eintrags von Stickstoff- und Schwefelverbindungen über die Luft schädigen das Waldökosystem und die Biodiversität → Kap. 4.4.3.^{22, 23}
- ↕ Kontinuierliche Zunahme des Holzvorrats im Wald infolge der schwindenden Nachfrage nach der natürlichen Ressource Holz in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.^{13, 24} Immer weniger Licht im Wald. Erhöhung des Angebots an Tot- und Altholz, auch infolge von Stürmen.²⁵
- ↑ Immer mehr Waldgebiete ohne Nutzung seit 50 oder 100 Jahren, vor allem in den Berggebieten → Kap. 4.4.1.¹³



Starke Verbesserung



Verbesserung



Gegenläufige Trends

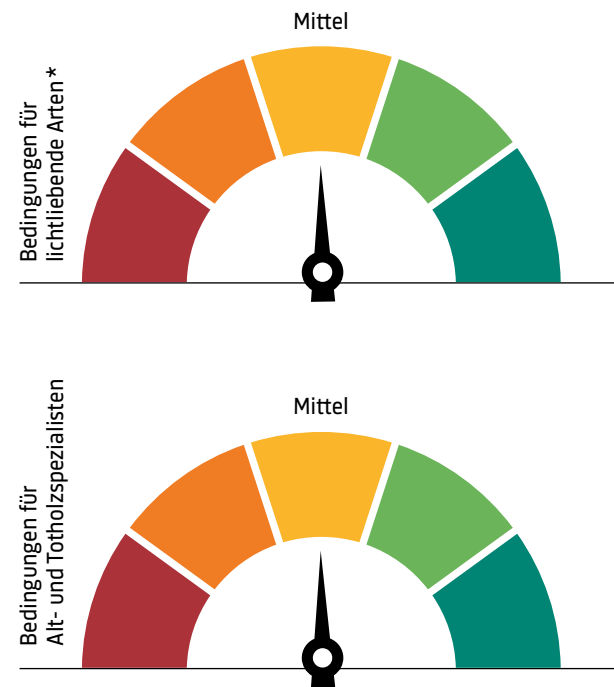


Verschlechterung



Starke Verschlechterung

Zustand 2025



Jahrtausendwende bis 2025

- ↑ Zunehmende Ausscheidung von Naturwaldreservaten, Altholzinseln und Habitatbäumen.²⁶
- ↑ Fortgesetzte Anreicherung von Alt- und Totholz, auch in bewirtschafteten Beständen, unterstützt durch Stürme und den Klimawandel (z. B. Dürren) → Kap. 4.4.2; Lebensraumspezialisten profitieren.²⁷
- ↓ Lokal sinkendes Totholzangebot durch den steigenden Bedarf an Energieholz; lokal Verluste an Altholz durch Waldumbau im Kontext des Klimawandels → Kap. 4.4.1.
- ↓ Ehemals bewirtschaftete Wälder verdunkeln sich weiter, was zu einer Verarmung der Kraut- und Strauchschicht führt.²⁸
- ↑ Lokal Wiederaufnahme traditioneller Bewirtschaftungsformen zu Naturschutzzwecken. Programm «Lichter Wald» des Bundes und Massnahmen der Kantone für lichte Wälder.²⁹
- ↑ Mehr Licht und Totholz im Wald durch das Absterben von Fichten und Buchen im Klimawandel sowie weitere Naturereignisse fördern Biodiversität → Kap. 4.4.2.³⁰

* Mit Bedingungen für lichtliebende Arten sind nicht nur lichte Wälder und Verjüngungshiebe gemeint. Auch durch eine hohe Strukturvielfalt gelangt Licht in den Wald.



Lichter Wald mit Orchideen.
Foto: Michel Jaussi Photography



Alter Baum mit wertvollen Mikrohabitaten.
Foto: Markus Bolliger/BAFU

4.4 Aktuelle Ursachen der Veränderungen

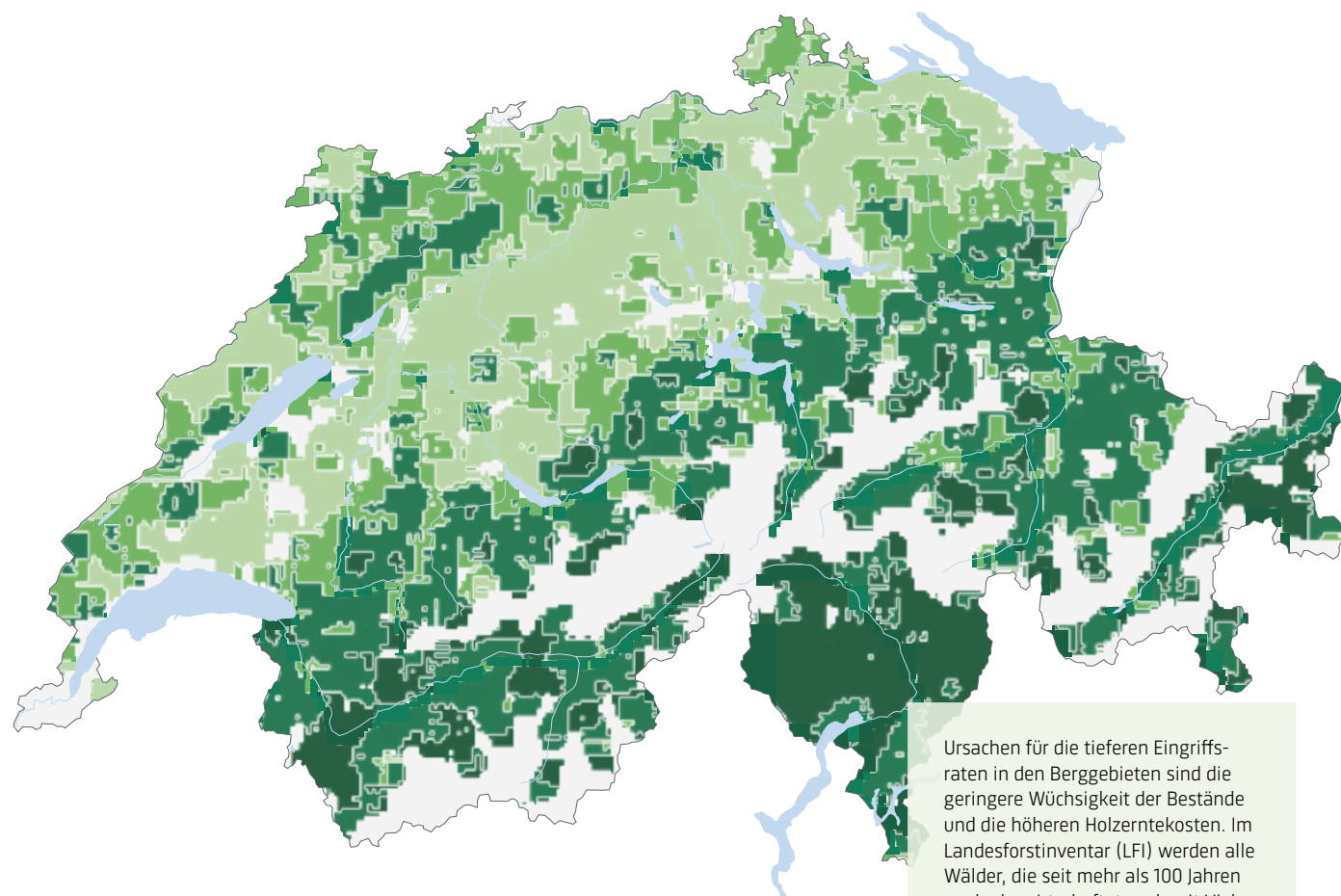
4.4.1 Sinkende Nutzungsintensität im Bergwald, sinkender Holzvorrat im Mittelland

Der Zeitpunkt des letzten waldbaulichen Eingriffs ist ein wichtiger Indikator für die Bewirtschaftungsintensität der Schweizer Wälder. Im Jura und im Mittelland wird in deutlich kürzeren Abständen eingegriffen als in den Alpen und auf der Alpensüdseite. In 40 % des zugänglichen Waldes fanden innerhalb der letzten zehn Jahre waldbauliche Eingriffe statt.¹

Für die Biodiversität ist die tiefe Nutzungsintensität langfristig von Vorteil, weil sich Naturwälder entwickeln können. Zwar wirkt sich die anfängliche Verdunkelung nega-

tiv auf die Artenvielfalt aus; die Anreicherung von alten dicken Bäumen, die Entstehung von Habitatbäumen und der steigende Totholzvorrat kommen dagegen walddtypischen Arten zugute.³²

Der Holzvorrat der lebenden Bäume gibt Aufschluss über die Vitalität des Waldökosystems, die langfristige Produktionsfähigkeit, die Fähigkeit zur Kohlenstoffbindung und damit über die Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung. In der Schweiz ist der Holzvorrat im Landesdurchschnitt während den letzten Jahrzehnten gleich geblieben. Regional gibt es allerdings gegenläufige Entwicklungen.



Zeitpunkt des letzten waldbaulichen Eingriffs

Im Jura fanden in den letzten zehn Jahren auf 58 % und im Mittelland auf 70 % der Waldfläche forstliche Eingriffe statt, während dies in den Voralpen und Alpen auf 41 % bzw. 22 % und auf der Alpensüdseite lediglich auf 9 % der Fall war (Stand LFI5, 2018/22). Daten: Landesforstinventar (LFI)

Letzter Eingriff vor

0-10 Jahren 11-20 Jahren 21-50 Jahren Über 50 Jahren Weniger als 10 % Wald

Ursachen für die tieferen Eingriffs-raten in den Berggebieten sind die geringere Wüchsigkeit der Bestände und die höheren Holzerntekosten. Im Landesforstinventar (LFI) werden alle Wälder, die seit mehr als 100 Jahren weder bewirtschaftet noch mit Vieh beweidet worden und zudem aus Naturverjüngung entstanden sind sowie eine naturnahe Baumarten-zusammensetzung haben, als Naturwälder betrachtet. Rund 6 % der Waldfläche entsprechen dieser Definition (Stand LFI4).¹³

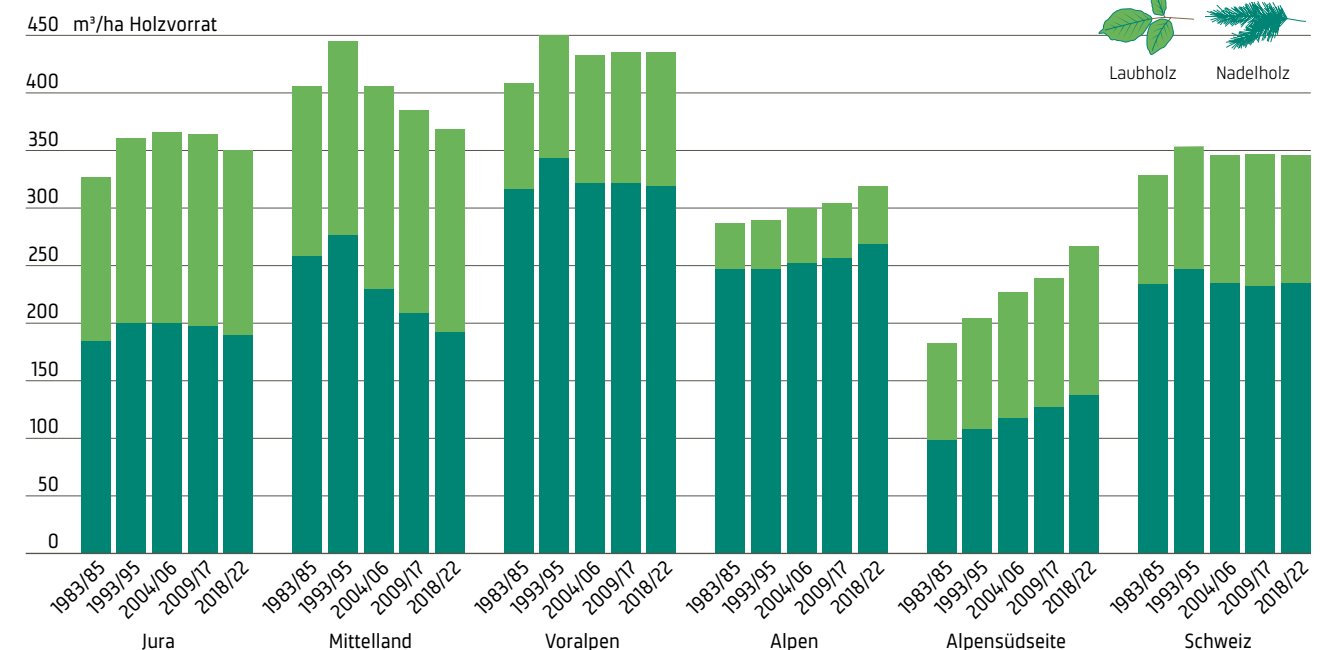


Waldumbau zu Laubmischbeständen

Solche Eingriffe zum Umbau von Nadel- zu standortgerechten Laubmischbeständen erhöhen die Anpassungsfähigkeit des Waldes an den Klimawandel und fördern längerfristig die Biodiversität. Sie werden vielerorts im Mittelland und Jura angetroffen. Ähnliche Eingriffe in Bestände mit absterbenden Buchen sind mit einem Verlust an Altholz verbunden und sind aus ökologischer Sicht auch kritisch zu beurteilen. Foto: Gregor Klaus

Veränderung des Holzvorrats

Entwicklung des Holzvorrats der Laub- und Nadelbäume in den Produktionsregionen und in der ganzen Schweiz. Eine Zunahme des Holzvorrats wird in den zentralen Alpen und auf der Alpensüdseite beobachtet. Im Mittelland geht der Vorrat dagegen zurück. Dies ist unter anderem eine Folge von Sturmschäden, Borkenkäferbefall und Dürren und der damit zusammenhängenden Zwangsnutzungen sowie der Energieholz-Nutzung. Hinzu kommen Massnahmen, die zum Ziel haben, Wälder besser an den Klimawandel anzupassen. Positiv zu werten ist der Rückgang der Fichte auf Flächen, auf denen sie standortfremd ist. Mit 42 % stellt die Fichte den grössten Anteil aller Baumarten. Sie ist in fast allen Regionen – mit Ausnahme des Jura – die am stärksten vertretene Baumart. Ihr Vorrat im Mittelland und im Jura hat um 15 % bzw. 10 % abgenommen (Stand LFI5, 2018/22).¹ Daten: Landesforstinventar (LFI)



4.4.2 Naturereignisse fördern Biodiversität

Naturereignisse wie Stürme (seit 2010: Burglind, Vaia), Brände und Trockenheiten (z. B. 2018, 2019) prägen die Wälder stärker als die Waldpolitik und haben einen positiven Einfluss auf die biologische Vielfalt.^{30, 33} Gleichzeitig können Naturereignisse wie Stürme oder Borkenkäferbefall zumindest temporär wichtige Waldfunktionen schwächen – etwa die Holzproduktion und den Schutz vor Naturgefahren. Die Intensität dieser Ereignisse hat seit den 1980er Jahren zugenommen.²⁵ Es wird erwartet, dass dieser Trend anhält und die Biodiversität davon profitiert.³⁴

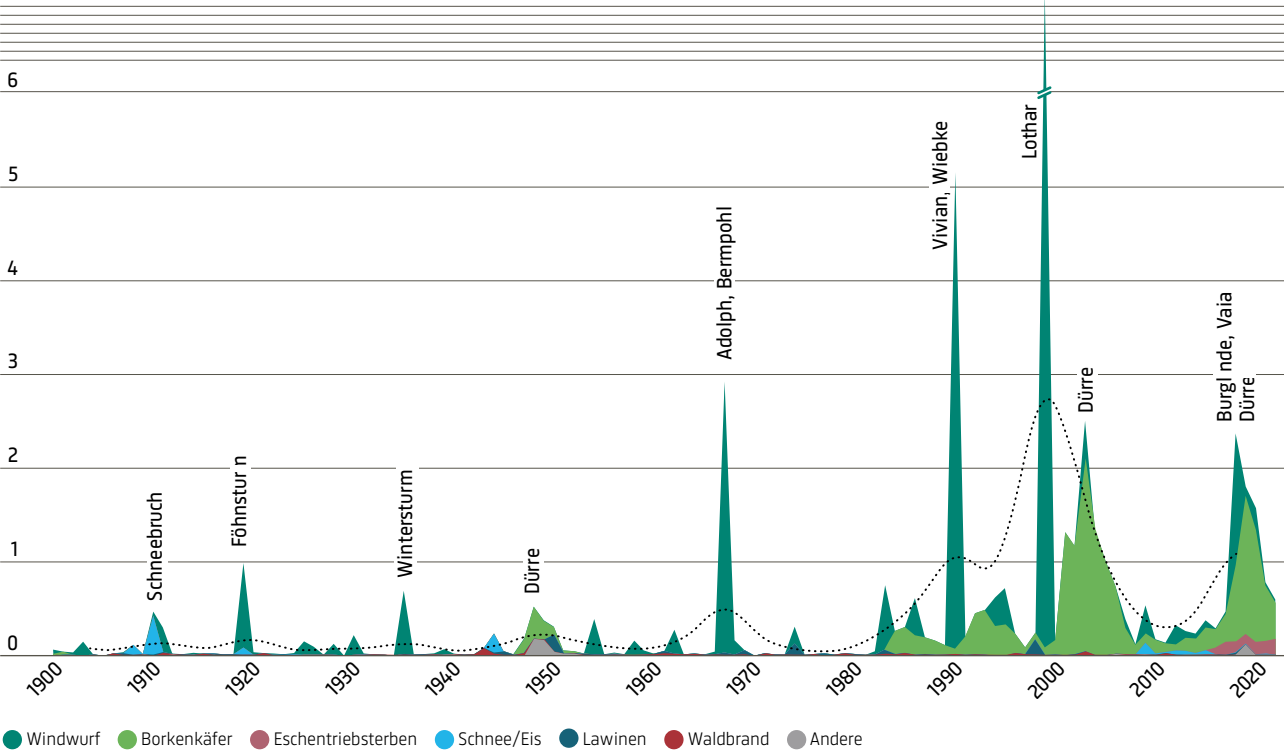
Wichtig ist, dass ein Grossteil des anfallenden Totholzes als Ressource für selten gewordene Lebensraumspezialisten im Waldbestand bleibt.²⁷ Grosse Mengen von Totholz begünstigen die Rückkehr von lokal ausgestorbenen Arten von Urwäldern sowie die Wiederherstellung von Gemeinschaften von Totholzkäfern und holzbewohnenden Pilzen. Diese sind typisch für Wälder, in denen die natürliche Dynamik zugelassen wird.³⁵

Windwurf im Wald

Störungsflächen sind von grosser Bedeutung für die Waldbiodiversität. Windwurfereignisse wie Vivian und Lothar haben zu einem bedeutenden Anstieg der Insektenvielfalt geführt. Alt- und Totholzarten profitieren vor allem, wenn die Flächen nicht geräumt werden. Die Artenzahlen und -häufigkeiten reagieren schnell auf Störereignisse, mit Höchstbeständen etwa zwei bis fünf Jahre nach dem Ereignis.³⁶ Obwohl die Individuenzahlen danach tendenziell abnehmen, bleiben Windwurfflächen wertvolle Lebensräume, die insgesamt eine hohe Artenvielfalt und viele geschützte Arten beherbergen.³⁰ Foto: lorenzfischer.photo



14 in Mio. m³ Schadenvolumen



Durch Naturereignisse verursachtes Schadvolumen

In der Schweiz ist eine deutliche Zunahme des jährlichen Schadvolumens von Holz seit den 1980er Jahren feststellbar (gestrichelte Linie: gleitender Mittelwert). Die tatsächliche Zunahme dürfte deutlich grösser sein, da das Absterben von einzelnen Bäumen durch Krankheiten sowie durch Dürren unvollständig oder gar nicht in dieser Bilanz enthalten sind. Die häufigsten Ursachen der bezifferten Schäden sind Winterstürme und Borkenkäferbefall. Daten: ²⁵

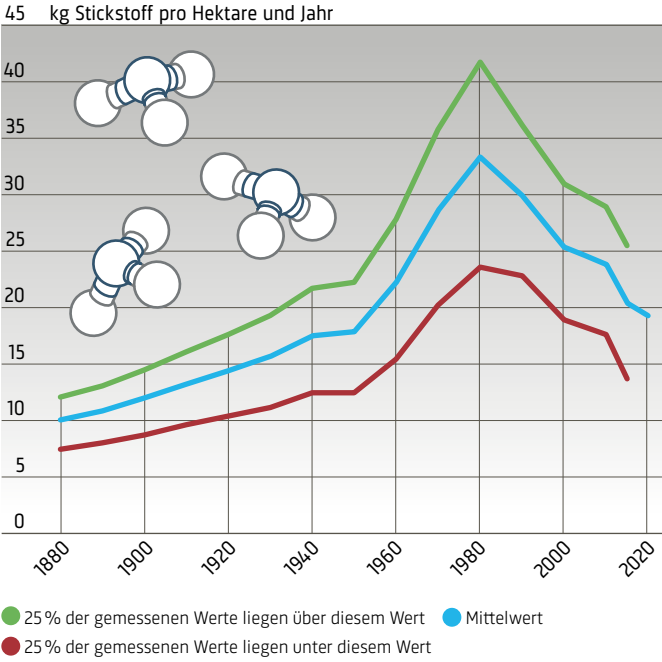
4.4.3 Stickstoffeintrag beeinträchtigt Waldökosystem

Der Schweizer Wald wird flächendeckend mit biologisch aktiven Stickstoffverbindungen aus der Luft gedüngt. Die Einträge stammen zu mehr als zwei Dritteln aus der Landwirtschaft → Kap. 3. Seit 2010 nähert sich der Stickstoffeintrag in die Wälder wieder dem Wert aus den 1950er Jahren an. Dennoch werden nach wie vor auf einem Grossteil der Schweizer Waldfläche die «kritischen Belastungsgrenzen» für Stickstoffeinträge überschritten, ab denen sich Waldlebensräume verändern.

Die Einträge haben negative Auswirkungen auf die Waldbiodiversität und den Wald: So erhöhen übermässige Stickstoffeinträge die Aussterbewahrscheinlichkeit seltener Pflanzenarten.²³ Dagegen profitieren Pflanzenarten, die nährstoffreiche Böden bevorzugen, wie die Brombeere. Übermässige Stickstoffeinträge können zudem zu Nährstoff-Ungleichgewichten und Bodenversauerung führen. Dies beeinträchtigt die Baumvitalität und den Holzzuwachs, und die Anfälligkeit gegenüber Schadorganismen, Frost, Trockenheit und Windwurf steigt.³⁸ Stickstoffeinträge beeinträchtigen zudem die Symbiose von Mykorrhiza und Waldbäumen.³⁹

Entwicklung des Stickstoffeintrags in den Wald und kritische Belastungsgrenzen

Der Stickstoffeintrag in die Wälder sinkt seit den 1980er Jahren. Doch die kritischen Belastungsgrenzen ab denen sich Waldlebensräume verändern (je nach Waldtyp 3–20 kg Stickstoff/ha/Jahr)³⁹, werden aber nach wie vor an vielen Standorten überschritten. Daten: Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL); Langfristige Waldökosystemforschung, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft; Institut für Angewandte Pflanzenbiologie (IAP)

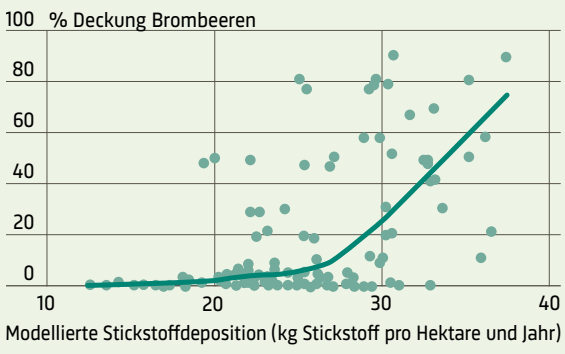
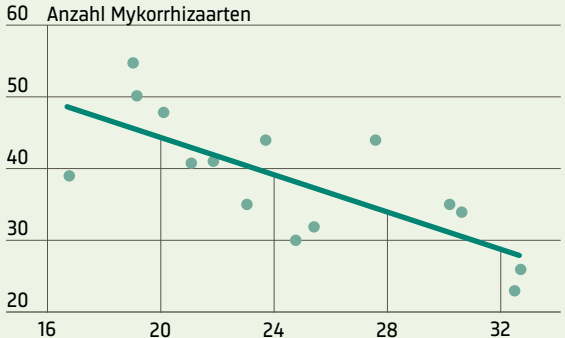


Folgen des Stickstoffeintrags

Oben: Mit zunehmendem Stickstoffeintrag über die Luft nimmt die Vielfalt der Mykorrhizapilze an Buchenwurzeln (Foto), sowie der Anteil an pilzbesetzten Wurzelspitzen und die Dichte des Pilzmyzels ab.

Unten: Der Deckungsgrad von Brombeeren im Wald (Foto) steigt mit zunehmendem Stickstoffeintrag.

Fotos: Institut für Angewandte Pflanzenbiologie (IAP); Daten: ⁴⁰



4.5 Entwicklung seit 2010

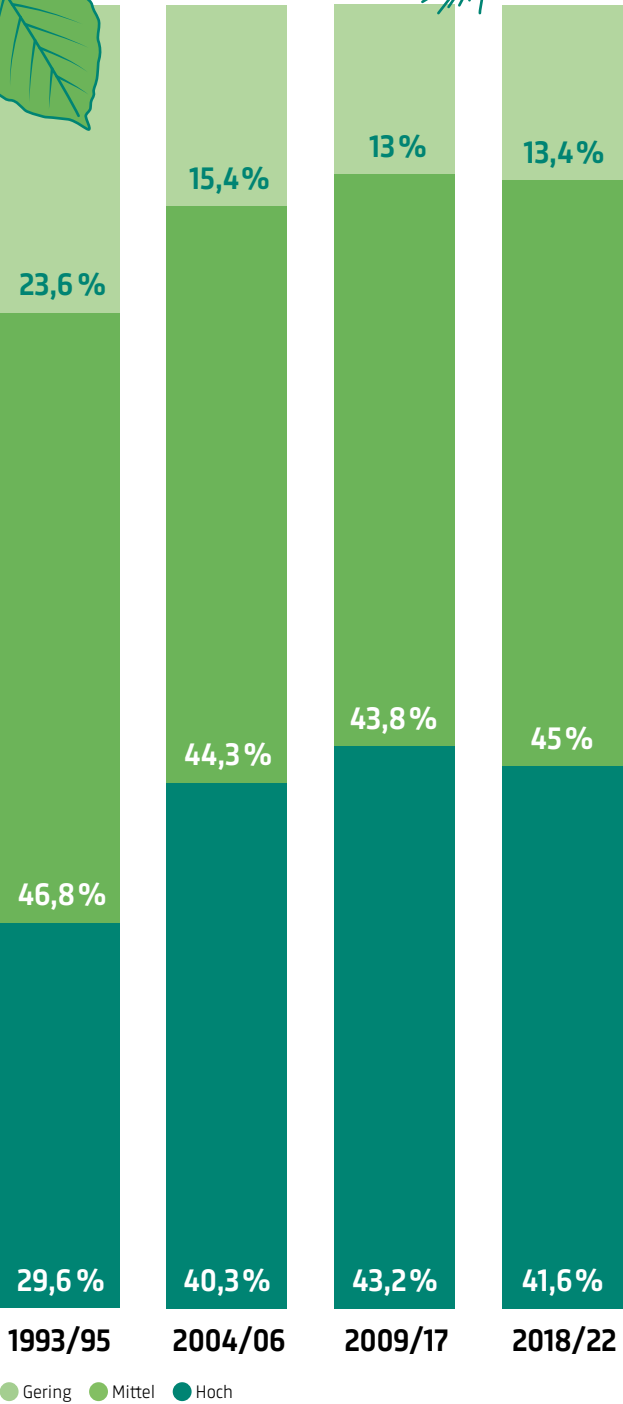
4.5.1 Steigende Strukturvielfalt im Wald

Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern fällt im Schweizer Wald die weit verbreitete, vielschichtige vertikale Bestandsstruktur sowie die meist standortgerechte Baumarten-Zusammensetzung mit einheimischen Arten auf. Struktureiche Waldbestände bieten vielfältige Lebensnischen für Tiere, Pflanzen, Flechten und Pilze⁴¹ und erhöhen die Stabilität und Anpassungsfähigkeit des Waldes.⁸

Der Anteil der Bestände mit grosser Strukturvielfalt stieg bis 2009/17 stark an, stagniert aber seither – mit sinkender Tendenz.³¹ Da sich die Situation in den Alpen und Voralpen kaum verändert hat, resultierte der positive Trend bis 2009/17 zur Hauptsache aus der Entwicklung in den Regionen Jura und Mittelland.

- Die Strukturvielfalt beruht auf verschiedenen Parametern:**
- Entwicklungsstufe (mittlerer Durchmesser der stärksten Bäume)
 - Kronenschlussgrad
 - Vertikale Bestandesstruktur
 - Anteil Bäume mit Brusthöhen-Durchmesser über 50 cm (Starkholzanteil)
 - Schädigungsgrad des Bestandes
 - Vorhandensein von Wald- oder Bestandesrändern
 - Art der Bestandeslücken
 - Deckungsgrad der Strauchschicht
 - Deckungsgrad der Beerensträucher
 - Vorkommen (Mindestvolumen) von Wurzelstöcken, liegendem Totholz, Dürrständen und Asthaufen

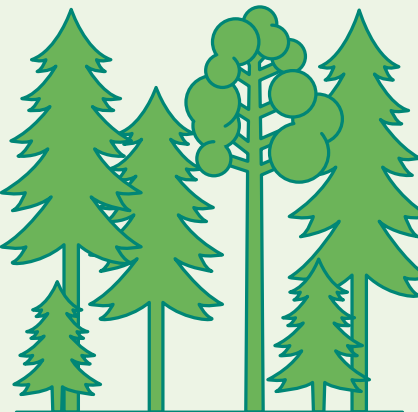
Naturwaldreservat Leihubelwald
(im Mederenwald) in Giswil.
Foto: Markus Bolliger/BAFU



Entwicklung der Strukturvielfalt im Wald
Fast 90 % der Wälder weisen eine hohe oder mittlere Strukturvielfalt auf.³¹ Besonders struktureich sind die Bestände der Voralpen, gefolgt von jenen in den Alpen (Stand LFI5, 2018/22). Daten: Landesforstinventar (LFI)



Tiefe Strukturvielfalt



Mittlere Strukturvielfalt



Hohe Strukturvielfalt

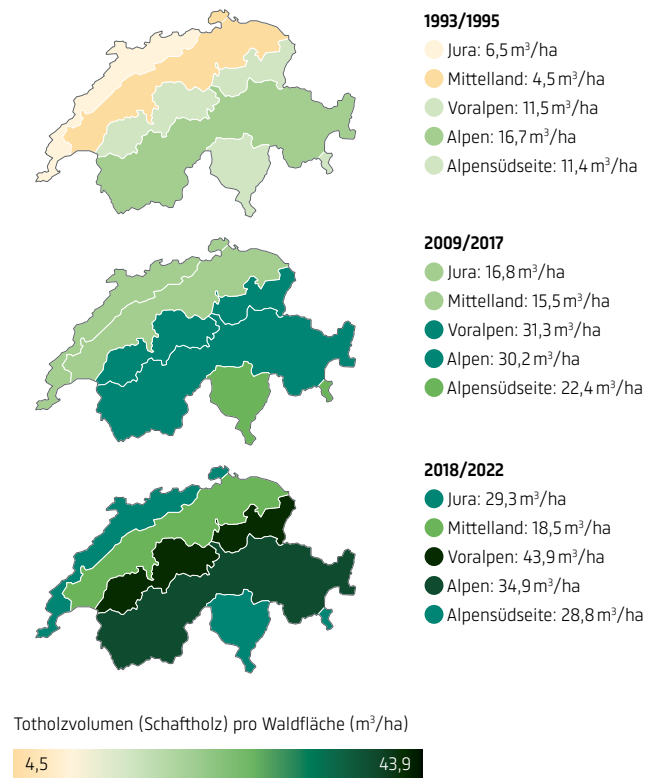
4.5.2 Mehr Totholz und mehr Baumgiganten

Für die Biodiversität im Wald spielt Totholz eine Schlüsselrolle. Rund ein Viertel aller Waldarten ist zwingend auf Totholz angewiesen.⁴² Bezieht man alle Arten mit ein, die von Totholz profitieren, steigt dieser Wert auf 50–70 %.⁴³

In europäischen Urwäldern können kleinräumig bis zu 400 m³/ha Totholz vorhanden sein.⁴⁴ Auf Landschaftsebene dürften es im Durchschnitt über 100 m³/ha sein. Die Werte im Schweizer Wirtschaftswald sind mit durchschnittlich 32 m³/ha deutlich tiefer und unterscheiden sich stark zwischen den Regionen.³¹

Wichtig ist aber nicht nur die Quantität des Totholzes, sondern auch die Qualität. So bestimmen der Stammdurchmesser und die Abbauzustände des Holzes die Zusammensetzung der Artengemeinschaften. Besonders wertvoll sind Altholzbestände und dicke absterbende Bäume. Letztere bieten Raum für Baummikrohabitate wie Specht- und Mulmhöhlen, werden viel langsamer abgebaut und verbleiben damit länger im Bestand als dünne tote Bäume.¹³

Sogenannte Baumgiganten mit mehr als 80 cm Durchmesser sind nach wie vor selten im Schweizer Wald. Ihre Zahl hat sich allerdings seit den 1980er Jahren mehr als verdoppelt.³¹

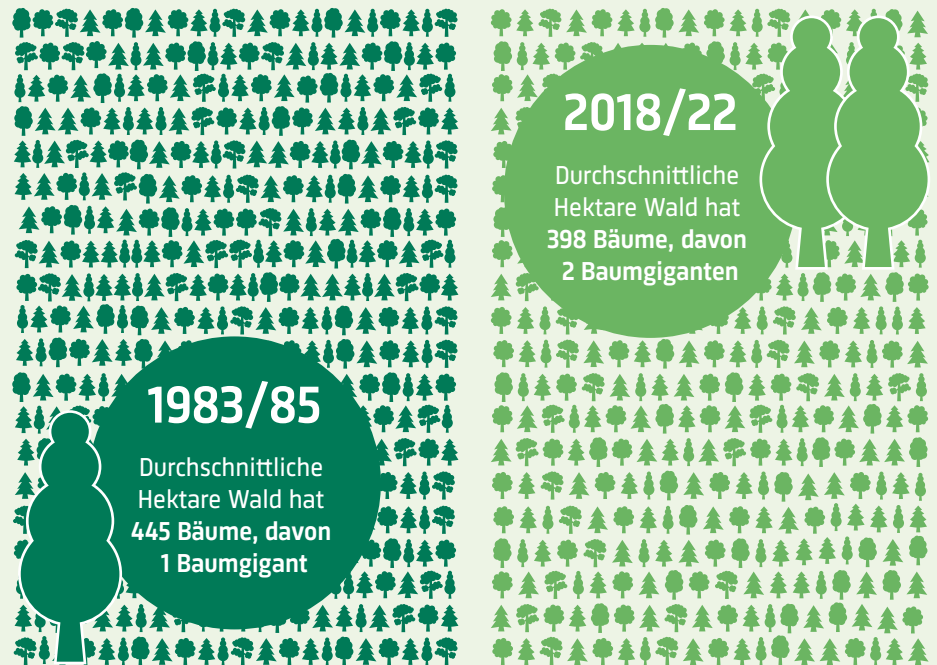


Entwicklung des Totholzvolumens

Totholzvolumen: Liegende und stehende tote Bäume. In den westlichen Voralpen findet sich am meisten Totholz, im östlichen Mittelland am wenigsten. Das Totholzvolumen nimmt seit den 1980er Jahren stetig zu. Die in der Waldpolitik 2020 angestrebten Totholzvolumen von 20 m³/ha (Jura, Mittelland, Alpensüdseite) bzw. 25 m³/ha (Voralpen, Alpen)⁴⁵ sind aktuell in vier der fünf Produktionsregionen erreicht. (Stand LFI5, 2018/22). Daten: Landesforstinventar (LFI)

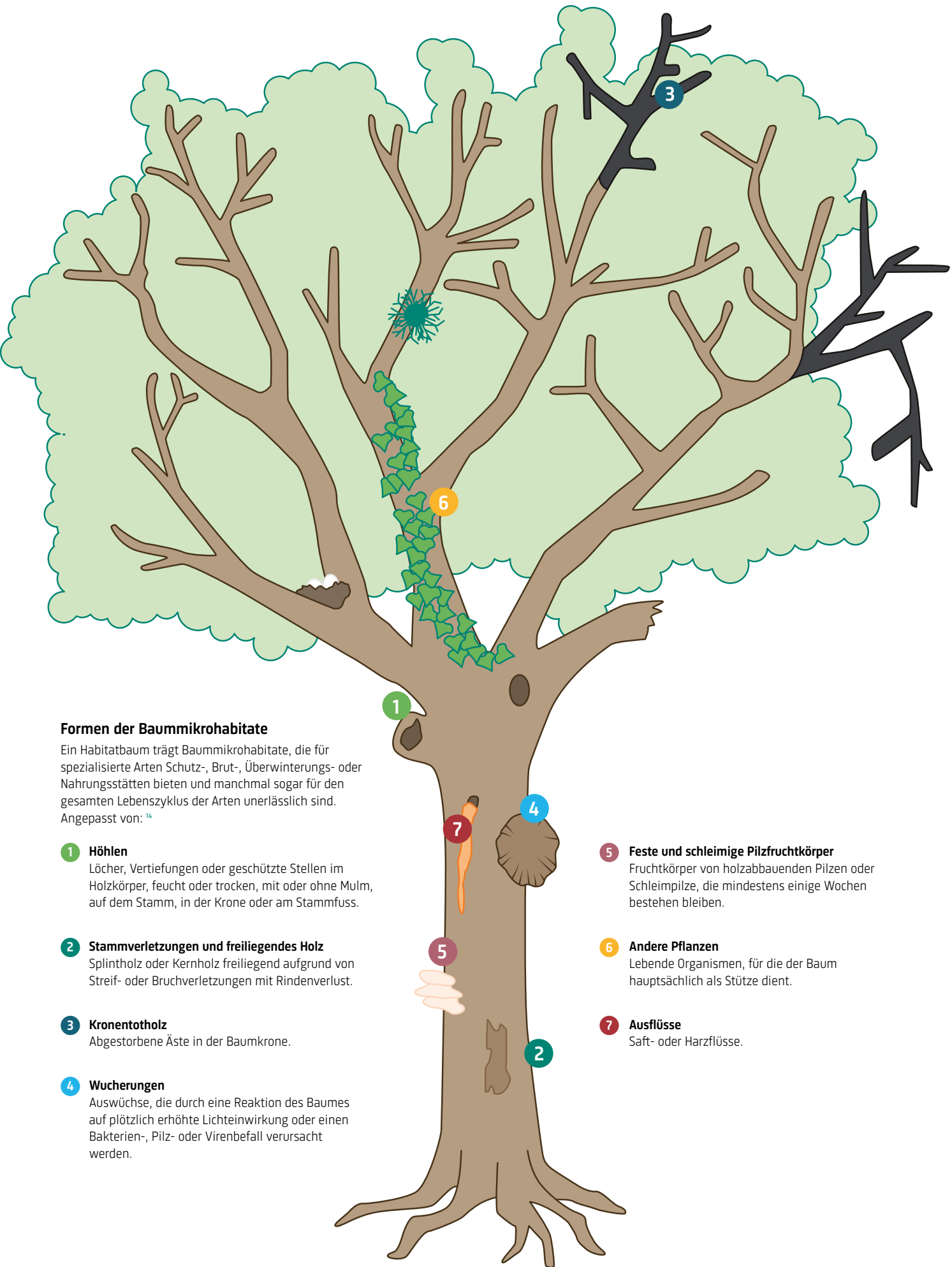
Entwicklung der Baumgiganten

Besonders mächtige Bäume mit einem Brusthöhen-Durchmesser von mehr als 80 cm werden als Giganten bezeichnet. Sie sind wertvolle Lebensräume für Arten, die sich langsam ausbreiten (z. B. gewisse Flechten), und weisen oft zahlreiche ökologisch wertvolle Baummikrohabitate auf. Idealerweise würde solche Giganten im Wald bleiben und schlussendlich Totholz von grösseren Dimensionen produzieren. Daten: Landesforstinventar (LFI)



Riesige Weisstanne in typischem Emmentaler Plenterwald.
Foto: Markus Bolliger/BAFU





Formen der Baummikrohabitate

Ein Habitatbaum trägt Baummikrohabitate, die für spezialisierte Arten Schutz-, Brut-, Überwinterungs- oder Nahrungsstätten bieten und manchmal sogar für den gesamten Lebenszyklus der Arten unerlässlich sind. Angepasst von: ¹⁶

- 1 Höhlen**
Löcher, Vertiefungen oder geschützte Stellen im Holzkörper, feucht oder trocken, mit oder ohne Mulm, auf dem Stamm, in der Krone oder am Stammfuss.
- 2 Stammverletzungen und freiliegendes Holz**
Splintholz oder Kernholz freiliegend aufgrund von Streif- oder Bruchverletzungen mit Rindenverlust.
- 3 Kronentotholz**
Abgestorbene Äste in der Baumkrone.
- 4 Wucherungen**
Auswüchse, die durch eine Reaktion des Baumes auf plötzlich erhöhte Lichteinwirkung oder einen Bakterien-, Pilz- oder Virenbefall verursacht werden.
- 5 Feste und schleimige Pilzfruchtkörper**
Fruchtkörper von holzabbauenden Pilzen oder Schleimpilze, die mindestens einige Wochen bestehen bleiben.
- 6 Andere Pflanzen**
Lebende Organismen, für die der Baum hauptsächlich als Stütze dient.
- 7 Ausflüsse**
Saft- oder Harzflüsse.

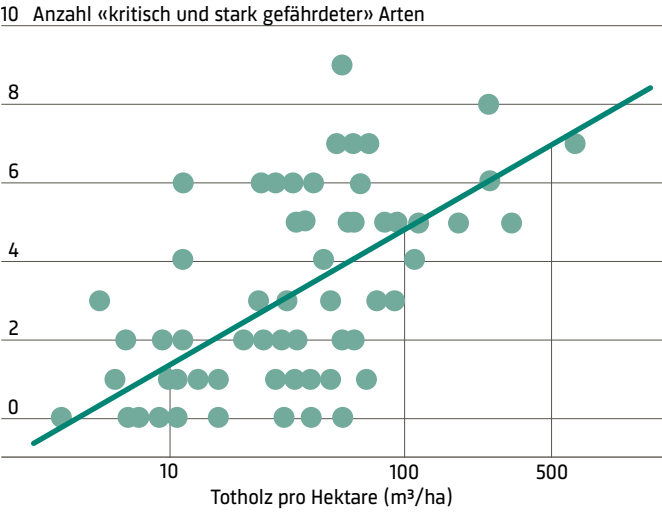
Assoziierte Arten

Arten oder Artengruppen, die eine enge Beziehung zu einem Baummikrohabitat haben. Die Aufzählung ist nicht abschliessend.¹⁴

- Käfer
- Zweiflügler
- Hautflügler
- Ameisen
- Schmetterlinge
- Blattläuse
- Wanzen
- Spinnen
- Thysanoptera
- Psocoptera
- Siphonaptera
- Tausendfüsser
- Springschwänze
- Geisseltierchen
- Rädertierchen
- Fadenwürmer
- Vögel
- Fledermäuse
- Nagetiere
- Fleischfresser
- Amphibien
- Reptilien
- Schnecken
- Moose
- Pilze
- Flechten
- Gefässpflanzen
- Farne

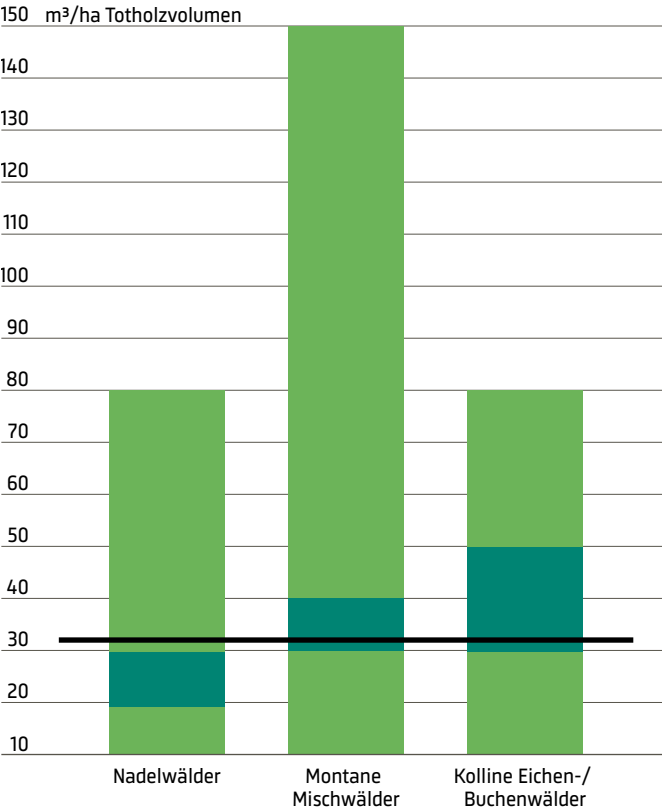
Totholz als Lebensraum für gefährdete Arten

Je mehr Totholz, desto mehr Arten leben im Wald, die heute kritisch oder stark gefährdet sind. Daten: ⁴⁶



Benötigtes Totholzvolumen

Die verschiedenen totholzabhängigen Arten in europäischen Wäldern benötigen unterschiedliche Mengen an Totholz. Die meisten Arten können mit Totholzvolumen von 20 bis 50 m³/ha überleben. Aus naturschutzfachlicher Sicht sind diese Werte Zielgrössen für den Wirtschaftswald. Für den Erhalt seltener und anspruchsvoller Arten sind höhere Werte nötig. Gewisse Arten sind auf über 100 m³/ha angewiesen. ⁴² Daten: ⁴⁶

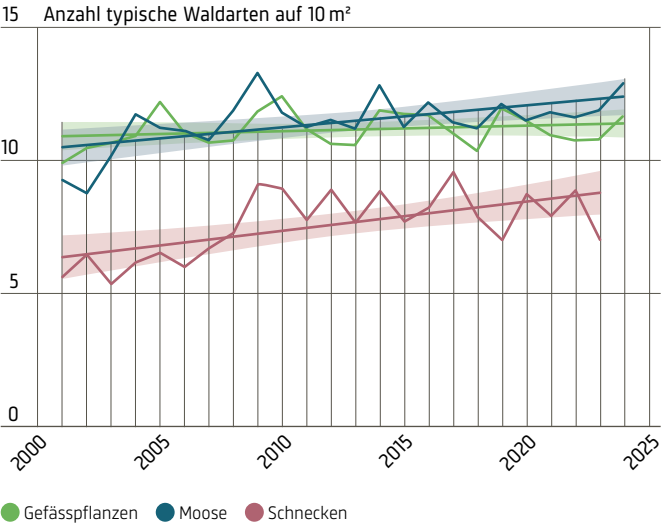


● Bereich, in dem die untersuchten xylobionten Arten vorkommen
● Bereich, in dem die meisten xylobionten Arten überleben.
— 32 m³/ha, Durchschnittliches Totholzvolumen in der Schweiz (Stand LFIS, 2018/22)

4.5.3 Steigende Artenvielfalt mit Förderpotenzial bei den Lebensraumspezialisten

Der Schweizer Wald beherbergt rund 25 000 Pilz-, Pflanzen- und Tierarten, was etwa 40 % der bekannten Arten in der Schweiz entspricht. Die mittlere Anzahl häufiger und mittelhäufiger Waldarten hat seit der Jahrtausendwende laufend zugenommen.⁴⁷

Die Anzahl Arten eignet sich allerdings nur bedingt, um den Zustand der Biodiversität eines Waldes abzuschätzen. Erst das Vorkommen und die Bestandesgrössen ausgewählter Lebensraumspezialisten aus verschiedenen Organismengruppen (z. B. Käfer, Vögel, Pilze, Flechten) kann ein umfassenderes Bild des Zustandes geben.⁴⁸ Nach wie vor kritisch ist die Situation im Wald für viele Totholzkäfer, die während eines bestimmten Stadiums ihres Lebenszyklus von totem und verrottendem Holz abhängen.⁴⁹ Sowohl eine hohe Qualität als auch eine hohe Quantität von Totholz und Baummikrohabitaten im Wald sind von Bedeutung für einen Gross- teil dieser Arten.

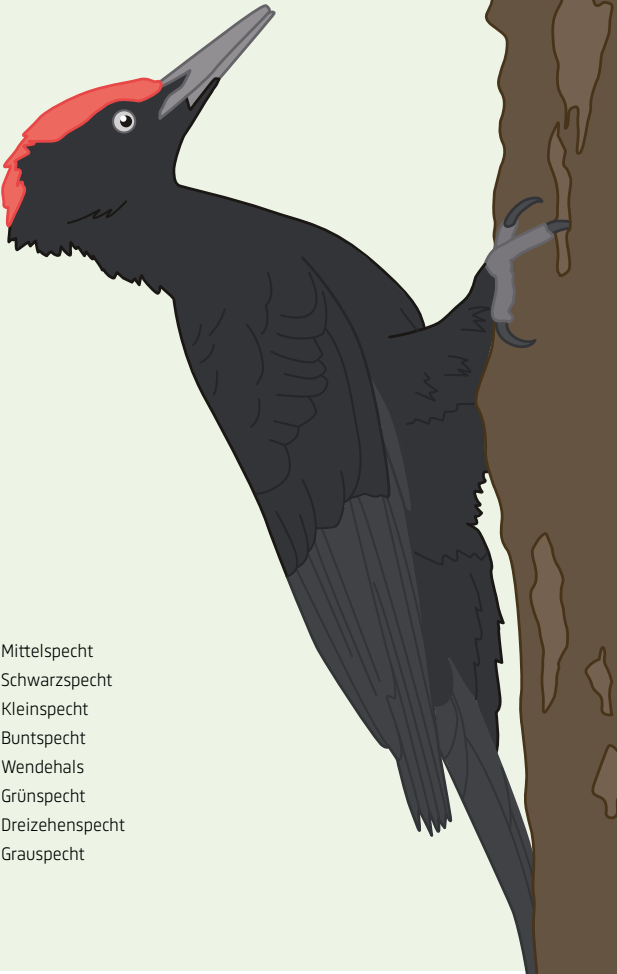
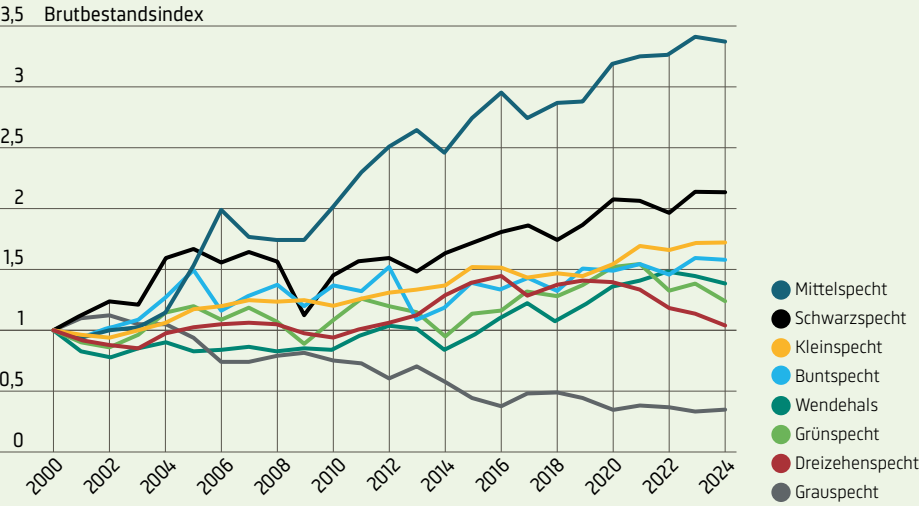


Entwicklung von typischen Waldarten

Entwicklung der Artenvielfalt bei drei Organismengruppen auf 564 je 10 m² grossen Untersuchungsflächen. Die Linien zeigen den Trend mit 95 %-Vertrauensintervall. Zwischen 2000 und 2020 hat die Artenvielfalt von häufigen und mittelhäufigen Waldschnecken und Waldmoosen deutlich zugenommen. Bei den Gefässpflanzen ist der Trend nicht signifikant. Mit dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz können aus methodischen Gründen keine Trends für seltene Arten mit besonderen Lebensraumansprüchen bezüglich Licht, Wasser, Nährstoffen und Totholz aufgezeigt werden. Daten: Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM)

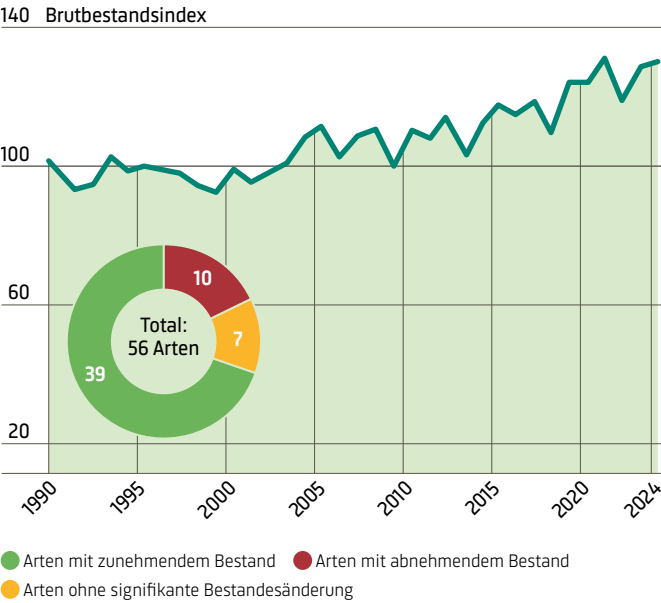
Entwicklung der Spechte

Die Bestände der meisten Spechtarten haben sich positiv entwickelt. Ausnahme ist der Grauspecht, der unter der Abnahme lichter Wälder leidet, aber eventuell auch vom Grünspecht verdrängt wird, der von den milderen Wintern profitiert. Der Bestand des Schwarzspechts in der Schweiz hat sich seit 2000 verdoppelt. Mittlerweile ist diese Spechtart in tieferen Lagen weit verbreitet. Noch in den 1950er Jahren gab es grössere Verbreitungslücken im Mittelland. Daten: Schweizerische Vogelwarte⁵⁰



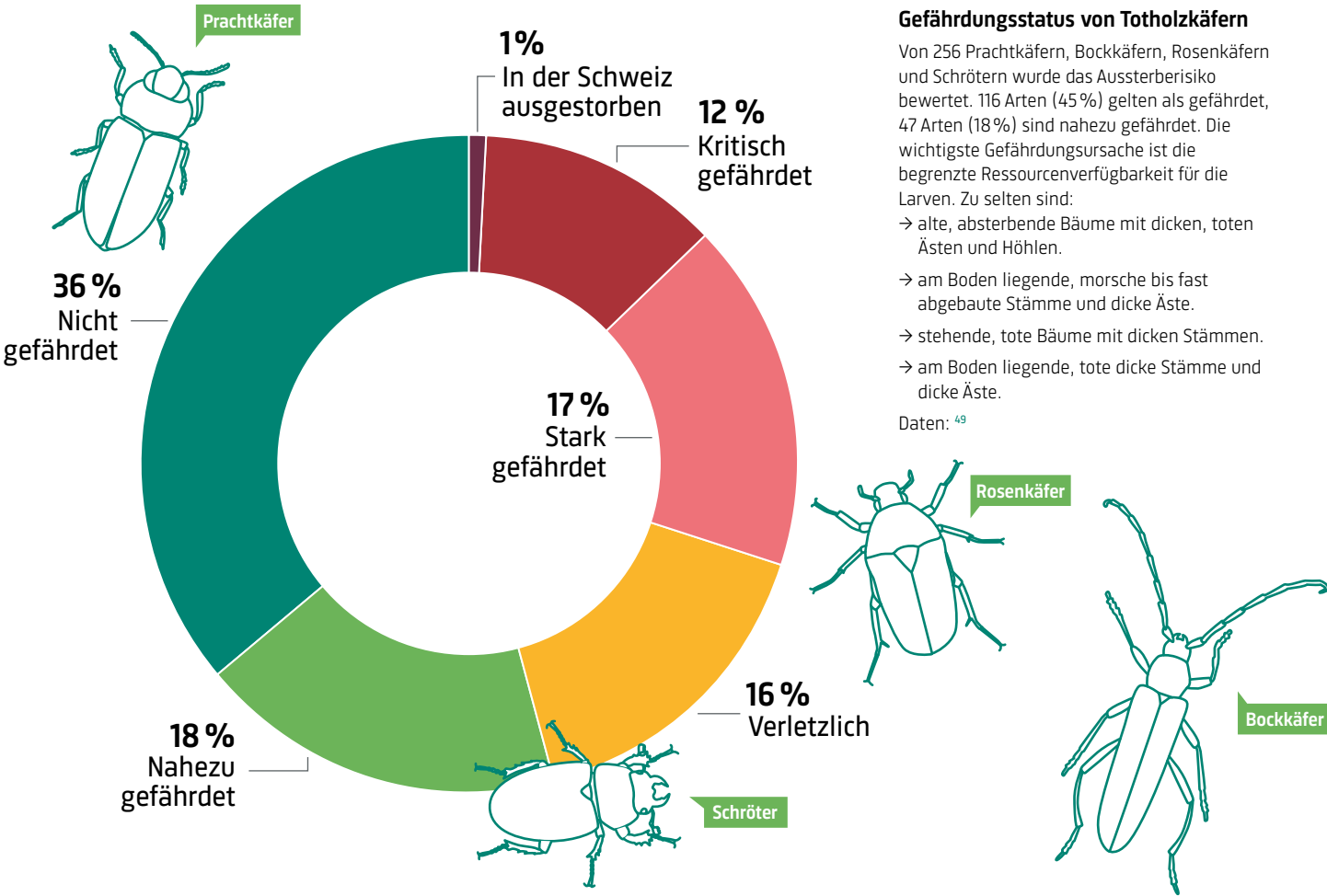
Waldstruktur beeinflusst Anzahl Waldarten

- Die Anzahl Schneckenindividuen steigt mit zunehmendem Totholzangebot.
- Die Anzahl Gefässpflanzenarten verringert sich dort, wo die Bestandesdichte der Waldbäume zunimmt und weniger Licht auf den Waldboden gelangt. Bei den Moosen hingegen verhält es sich genau umgekehrt: Die Vielfalt walddisperser Moosarten nimmt dort zu, wo Wälder dichter und damit schattiger werden.
- Wälder mit einem gegenüber früher verringerten Nadelholzanteil verzeichnen einen Zuwachs an Gefässpflanzenarten. Dieser Trend beschränkt sich auf Wälder, in denen Laubbäume natürlicherweise vorherrschend sind.⁴⁷



Entwicklung der Waldvögel

Kreisdiagramm: Über den Zeitraum von 1990 bis 2024 zeigen 39 Arten eine positive (grün) und zehn Arten eine negative Entwicklung (rot). Sieben Arten zeigen keine signifikanten Veränderungen ihres Bestands (gelb). Über alle Arten gesehen hat die Anzahl der Reviere der Waldvögel zwischen 1993/96 und 2013/16 um fast 1,2 Millionen (+11%) zugenommen, während sie in fast allen anderen Lebensräumen abnahm.⁵⁰ Es gibt aber auch Defizite im Schweizer Wald, wie die bedrohten Waldvogelarten der Roten Liste zeigen.⁵¹ Daten: Schweizerische Vogelwarte⁵⁰



Gefährdungstatus von Totholzkäfern

Von 256 Prachtkäfern, Bockkäfern, Rosenkäfern und Schröttern wurde das Aussterberisiko bewertet. 116 Arten (45 %) gelten als gefährdet, 47 Arten (18 %) sind nahezu gefährdet. Die wichtigste Gefährdungsursache ist die begrenzte Ressourcenverfügbarkeit für die Larven. Zu selten sind:

- alte, absterbende Bäume mit dicken, toten Ästen und Höhlen.
- am Boden liegende, morsche bis fast abgebaute Stämme und dicke Äste.
- stehende, tote Bäume mit dicken Stämmen.
- am Boden liegende, tote dicke Stämme und dicke Äste.

Daten: ⁴⁹

4.6 Weichenstellung für eine biodiverse Zukunft

Erreichtes bewahren, gesteckte Ziele erreichen

Der Wald, die Waldbewirtschaftung und die Wertschöpfungskette Wald und Holz sind im Umbruch.¹ Der Klimawandel und die sich verändernden wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen wirken auf den Wald und bringen grosse Herausforderungen mit sich.

Umso wichtiger ist es, die bestehenden Massnahmen zur Biodiversitätsförderung konsequent weiterzuführen, das Erreichte auch im Wirtschaftswald zu bewahren und die gesteckten Biodiversitätsziele zu erreichen.²⁶ Vor allem das Einrichten von Naturwaldreservaten sollte attraktiver werden. Das gilt vor allem für tiefere Lagen, wo die Konkurrenz auf der Fläche mit der Produktion von Wertholz gross ist. Die Bedeutung grosser Naturwaldreservate als Referenz für den naturnahen Waldbau, als Lernräume im Klimawandel und als Orte ungestörter Waldentwicklung sollte stärker ins öffentliche Bewusstsein gerückt werden.⁵²

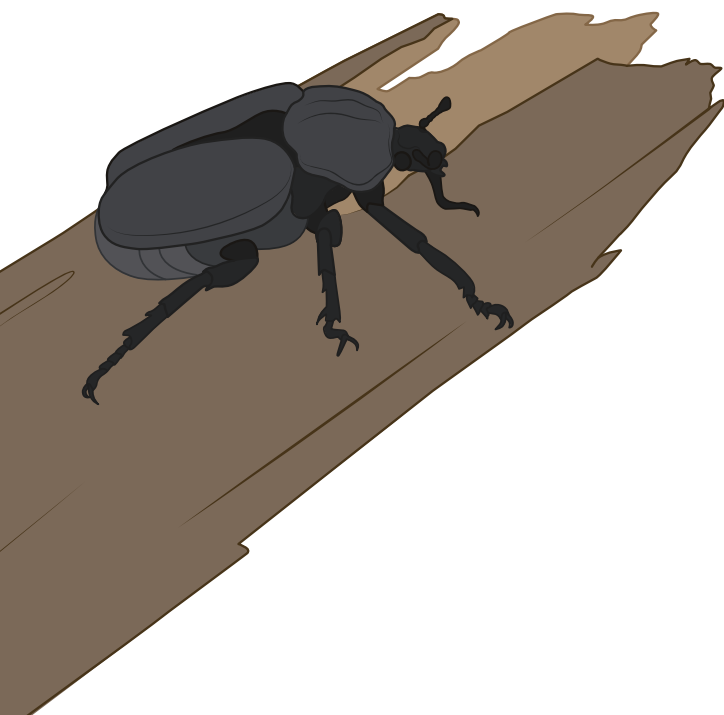
Seit längerem ungenutzte Bestände, die bereits einen hohen ökologischen Wert dank älteren Bäumen und viel dickem Totholz aufweisen, bieten grosse Chancen für die Biodiversität. Um Biodiversität stärker in Entscheidungen einzubeziehen, wäre es hilfreich, das Thema Waldbiodiversität sowohl beim Bund als auch in den Kantonen in den jeweiligen Amtsbereichen für Wald besser zu verankern.



Natürliche Prozesse als Arbeitsinstrumente erkennen und zulassen

Die Waldwirtschaft könnte natürliche Prozesse – insbesondere in Zeiten des Klimawandels – stärker bei der täglichen Arbeit berücksichtigen. Der gezielte Einsatz ökosystembasierter Prozesse (z. B. konsequente Naturverjüngung, Zulassen von ausreichend Tot- und Altholz) kann nachgewiesenermassen die Widerstandsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit des Lebensraumes Wald auf kosteneffiziente Weise stärken.⁵²

Ein gesunder Wald besteht nicht nur aus einer Vielfalt an Tier-, Pflanzen- und Pilzarten, sondern basiert auf funktionierenden ökologischen Prozessen und Wechselwirkungen. So lassen sich Massenvermehrungen von Insekten durch eine erhöhte Strukturvielfalt und Baumartenvielfalt verringern, welche die natürlichen Gegenspieler fördern.⁵³ Auch bei den Wirbeltieren sind funktionierende Räuber-Beute-Beziehungen wichtig, um Wildverbiss zu vermindern und die Naturverjüngung zu unterstützen. Wolf und Luchs sind Helfer im Wald und eine Chance für die Waldökologie.⁵⁴ Das Zusammenleben mit grossen Beutegreifern erfordert einen sachlichen und lösungsorientierten Dialog mit der Landwirtschaft, der Jagd und der Bevölkerung. Es ist wichtig, die ökologische Funktion dieser Tiere als Chance für den Wald in die Debatte einzubringen.



Standbein Ökologie in der Waldwirtschaft stärken

Das bestehende Beitragssystem kann in Bezug auf die Biodiversität deutlich optimiert werden (z. B. Jungwaldpflege mit der Selektion von Kandidaten für zukünftige Habitatbäume kombinieren). Vorstellbar wäre ein freiwilliger «Naturnaher Waldbau plus» mit einer Erhöhung der Umtriebszeiten und der Integration von ökologisch wertvollen Strukturen: Baumgiganten, Habitatbäume, Altholzinseln, Bestandslücken und Übergangsbereiche zwischen verschiedenen Lebensräumen – und dies alles räumlich und zeitlich ausreichend verfügbar.

In der Waldentwicklungsplanung sollte der Biodiversitätsförderung generell das gleiche Gewicht wie anderen Komponenten gegeben werden; waldbauliche Anreize sind entsprechend anzupassen. Dafür müssen im Rahmen der Programmvereinbarungen der Umgang mit Schnittstellen zwischen Waldbewirtschaftung und Waldbiodiversität geklärt und kantonale Gesamtkonzepte für die Waldentwicklungsplanung mit Biodiversitätszielen koordiniert werden.⁵⁵

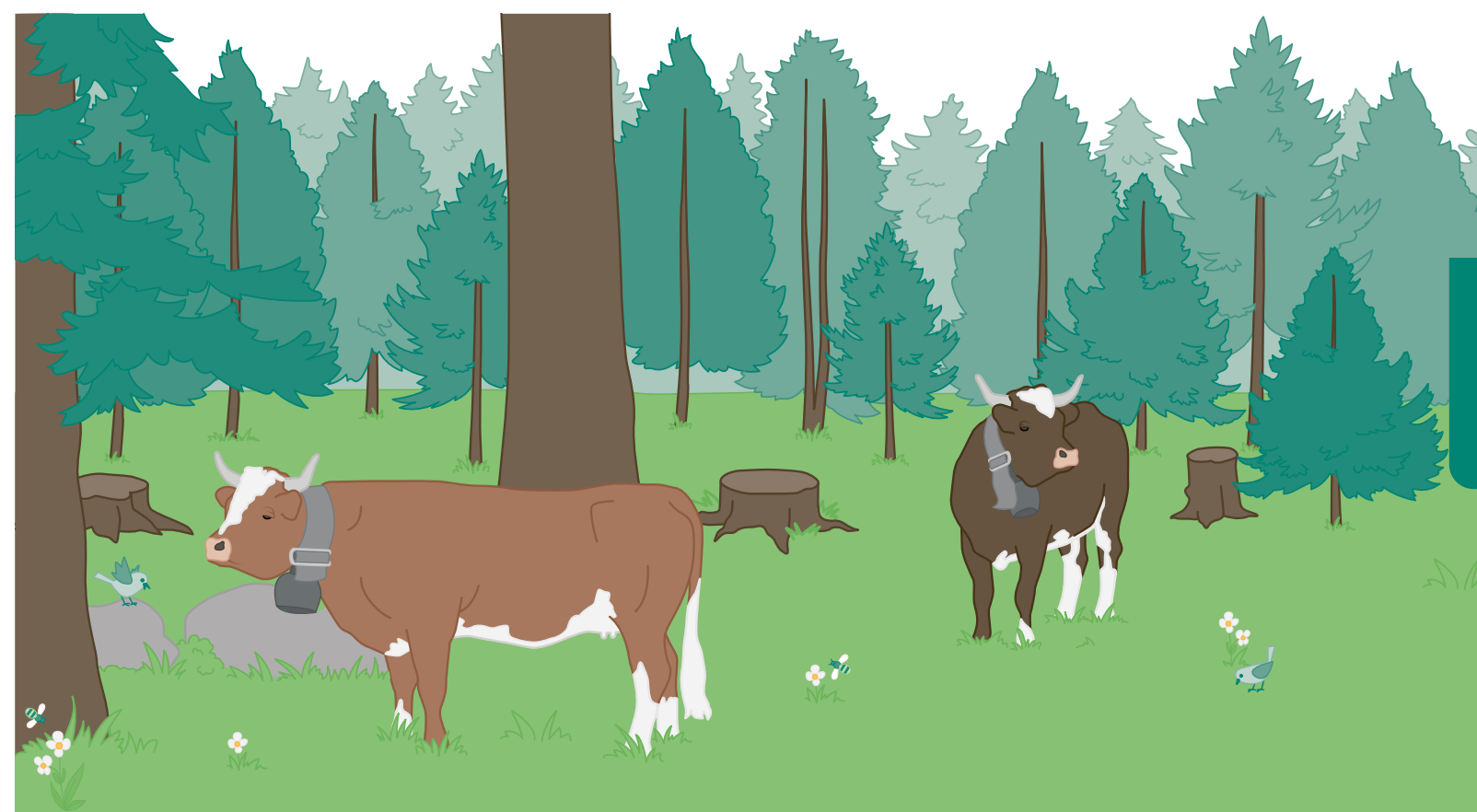
Bei der Entwicklung und Umsetzung neuer Massnahmen im Zuge der Anpassung an den Klimawandel ist Vorsicht geboten. Das unkritische Einbringen standortfremder Baumarten oder eine verkürzte Umtriebszeit können bestehende ökologische Strukturen, Lebensgemeinschaften und Wechselwirkungen empfindlich stören. Auch hier gilt es, Folgen sorgfältig abzuwägen und bewährte ökologische Prinzipien nicht aus dem Blick zu verlieren.

Vielfältige Nutzungsarten zulassen und fördern

Die Zukunft des Schweizer Waldes liegt nicht in der Vereinheitlichung, sondern in der Vielfalt, die zu resilienten Wäldern führt. Dies muss aktiv ermöglicht werden – durch gezielte Förderprogramme, klare gesetzliche Rahmenbedingungen und vor allem durch die Unterstützung vielfältiger Nutzungsformen.

Waldweiden (Weidewälder und Wytweiden) waren einst weit verbreitet und fest im landwirtschaftlichen Alltag verankert, sind heute aber grösstenteils verschwunden. Zahlreiche Projekte im In- und Ausland zeigen, dass extensiv genutzte Waldweiden einen hohen ökologischen Wert aufweisen: Sie schaffen lückige Waldstrukturen, fördern eine hohe Artenvielfalt und ermöglichen gleichzeitig eine multifunktionale Landnutzung.^{56,57} Eine Rückkehr der Waldweide an bestimmten und geeigneten Standorten (z. B. mit Rassen wie Evolèner Rind, Grauvieh, Schottisches Hochlandrind) sollte politisch unterstützt und wieder erlaubt werden, wobei bei Planung und Umsetzung eine allfällige Wolfspräsenz berücksichtigt werden sollte.

Auch durch die Waldwirtschaft geförderte lichte Wälder, revitalisierte feuchte Waldstandorte und naturnahe Gewässer im Wald tragen zur biologischen Vielfalt bei. Sie bieten Lebensräume für viele seltene Arten, fördern wichtige Wechselwirkungen und sind attraktive Landschaftselemente.⁵⁸ Feuchte Wälder speichern Wasser, puffern extreme Wetterereignisse ab und leisten einen Beitrag zu einem besseren Landschaftsklima.



Literatur

1

BAFU, WSL (Hrsg.) (2025) **Waldbericht 2025. Entwicklung, Zustand und Nutzung des Schweizer Waldes.** Bundesamt für Umwelt. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Umwelt-Zustand 2501.

2

Dirac C, Alfter P, Godi F (2020) **Partnerschaften für Trinkwasser aus dem Wald.** WALD und HOLZ 6/20: 30–31.

3

BAFU und WSL (2020) **Zustand und Entwicklung im Schutzwald.** Landesforstinventar LFI4 (2009–2017) Bundesamt für Umwelt. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Faktenblatt 2.

4

Rickli C, Graf F, Bebi P, Bast A, Loup B, McArdell B (2019) **Schützt der Wald vor Rutschungen?** Hinweise aus der WSL-Rutschungsdatenbank. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 170(6): 310–317.

5

Hegetschweiler KT, Salak B, Wunderlich AC, Bauer N, Hunziker M (2022) **Das Verhältnis der Schweizer Bevölkerung zum Wald.** Waldmonitoring soziokulturell (WaMos3): Ergebnisse der nationalen Umfrage. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Berichte 120.

6

Schmid S (2015) **Nichtholzprodukte.** In Rigling A, Schaffer HP. Waldbericht 2015. Zustand und Nutzung des Schweizer Waldes. Bundesamt für Umwelt. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.

7

Limacher S, Walker D (2012) **Nicht-Holz-Waldprodukte in der Schweiz.** Aktualisierung der Daten und Weiterentwicklung der Erhebungsmethoden im Hinblick auf die nationale und internationale Berichterstattung. Bericht erstellt im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt. WaldKultur.

8

Mohr J, Thom D, Hasenauer H, Seidl R (2024) **Are uneven-aged forests in Central Europe less affected by natural disturbances than even-aged forests?** Forest Ecology and Management 559: 121816.

9

Stanturf JA, Goodrick SL, Outcalt KW (2007) **Disturbance and coastal forests: a strategic approach to forest management in hurricane impact zones.** Forest Ecology and Management 250: 119–135.

10

Felipe-Lucia MR, Soliveres S, Penone C et al (2018) **Multiple forest attributes underpin the supply of multiple ecosystem services.** Nature communications 9(1): 4839.

11

Brändli UB, Bollmann K (2015) **Artenvielfalt.** In Rigling A, Schaffer HP. Waldbericht 2015. Zustand und Nutzung des Schweizer Waldes. Bundesamt für Umwelt. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.

12

Steiger P (2010) **Wälder der Schweiz. Von Lindengrün zu Lärchengold. Vielfalt der Waldbilder und Waldgesellschaften in der Schweiz.** Mit einer Übersicht über Verbreitung und Häufigkeit der Waldgesellschaften der Schweiz. (4. Auflage S. 462). Ott Verlag.

13

Brändli UB, Abegg M, Allgaier Leuch B (Red.) (2020) **Schweizerisches Landesforstinventar.** Ergebnisse der vierten Erhebung 2009–2017. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Bundesamt für Umwelt.

14

Bütler R, Lachat T, Krumm F, Kraus D, Larrieu L (2020) **Habitatbäume kennen, schützen und fördern.** Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Merkblatt für die Praxis 64.

15

Brändli UB, Dowhanytsch J (2003) **Urwälder im Zentrum Europas – ein Naturführer durch das Karpaten-Biosphärenreservat in der Ukraine,** Haupt Verlag.

16

Stuber M, Bürgi M (2011) **Hüeterbueb und Heitisträhl.** Traditionelle Formen der Walldnutzung in der Schweiz 1800–2000. Bristol-Schriftenreihe, Band 30. Haupt Verlag.

17

Bürgi M (1999) **Waldentwicklung im 19. und 20. Jahrhundert.** Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen 84.

18

Ginzler C, Brändli U-B, Hägeli M (2011) **Waldflächenentwicklung der letzten 120 Jahre in der Schweiz.** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 162(9): 377–343.

19

Bertogliati M (2016) **Forest Transition. Der Wald kehrt zurück.** In J Mathieu, N Backhaus, K Hürlimann, M Bürgi (Hrsg.) Geschichte der Landschaft in der Schweiz. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart S. 267–280. Orell Füssli.

20

Schuler A, Bürgi M, Fischer W, Hürlimann K (2000) **Wald- und Forstgeschichte.** ETH Zürich. Departement Forstwissenschaften.

21

Cronjäger L, Stuber M (2023) **Forstkarten als Praktiken der Nachhaltigkeit: zu den Anfängen forstwissenschaftlicher Planung in der Schweiz (1800–1870).** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 174: 330–337.

22

Van der Linde S, Suz LM, Orme CDL, Cox F et al (2018) **Environment and host as large-scale controls of ectomycorrhizal fungi.** Nature 558: 243–248.

23

Stauder IR, Waller DM, Bernhardt-Römermann M et al (2020) **Replacements of small- by large-ranged species scale up to diversity loss in Europe's temperate forest biome.** Nature Ecology & Evolution 4: 802–808.

24

Mollet P, Hahn P, Heynen D, Birrer S (2005) **Holznutzung und Naturschutz.** Grundlagenbericht. Schriftenreihe Umwelt 378. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und Schweizerische Vogelwarte Sempach.

25

Wohlgemuth T, Queloz V, Moser B, Pezzatti GB, Scherrer D, Vitasse Y, Conedera M (2023) **Dynamik von Störungen in Wäldern auf der Alpennordseite von 1900 bis 2022.** In P Bebi, J Schweizer (Eds.). Aus Störungen und Extremereignissen im Wald lernen. WSL-Berichte 144. (S. 17–24). Forum für Wissen.

26

Imesch N, Stadler B, Bolliger M, Schneider O (2015) **Biodiversität im Wald: Ziele und Massnahmen.** Vollzugshilfe zur Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt im Schweizer Wald. Bundesamt für Umwelt. Umwelt-Vollzug 1503.

27

Thorn S, Chao A, Georgiev KB et al (2020) **Estimating retention benchmarks for salvage logging to protect biodiversity.** Nature Communications 11: 4762.

28

Scherrer D, Lüthi R, Bugmann H, Burnand J, Wohlgemuth T, Rudow A (2024) **Impacts of climate warming, pollution, and management on the vegetation composition of Central European beech forests.** Ecological Indicators 160: 111888.

29

Imesch N, Spaar R, Stöckli B (2020) **Aktionsplan zur Zielartenförderung im lichten Wald.** Anleitung zur Kopplung der Zielarten- und Lebensraumförderung. InfoSpecies und Arbeitsgruppe Waldbiodiversität des Schweizerischen Forstvereins.

30

Wermelinger B, Obrist MK, Duelli P, Schneider Mathis D, Gossner MM (2025) **Two decades of arthropod biodiversity after windthrow show different dynamics of functional groups.** Journal of Applied Ecology 62(2): 371–387.

31

Abegg M, Ahles P, Allgaier Leuch B, Cioldi F et al (2023) **Swiss national forest inventory NFI.** Result tables and maps of the NFI surveys 1983–2022 (NFI1, NFI2, NFI3, NFI4, NFI5. 1–5).

32

Paillet Y, Bergès L, Hjältén J et al (2010) **Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe.** Conservation Biology 24(1): 101–112.

33

Rey L, Kery M, Sierro A, Posse B, Arlettaz R, Jacot A (2019) **Effects of forest wildfire on inner-Alpine bird community dynamics.** PLOS ONE 14(4): e0214644.

34

Thom D, Rammer W, Dirnböck T, Müller J, Kobler J, Katzensteiner K, Helm N, Seidl R (2017) **The impacts of climate change and disturbance on spatio-temporal trajectories of biodiversity in a temperate forest landscape.** Journal of Applied Ecology 54: 28–38.

35

Haeler E, Stillhard J, Hindenlang Clerc K, Pellissier L, Lachat T (2024) **Dead wood distributed in different-sized habitat patches enhances diversity of saproxylic beetles in a landscape experiment.** Journal of Applied Ecology 61(2): 316–327.

36

Wermelinger B, Moretti M, Duelli P, Lachat T, Pezzatti GB, Obrist MK (2017) **Impact of windthrow and salvage-logging on taxonomic and functional diversity of forest arthropods.** Forest Ecology and Management 391: 9–18.

37

Braun S, Rihm B, Flückiger W (2012) **Stickstoffeinträge in den Schweizer Wald: Ausmass und Auswirkungen.** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 163: 355–362.

38

Guntern J, Eichler A, Hagedorn F, Pellissier L, Schwikowski M, Seehausen O, Stamm C, van der Heijden M, Waldner P, Widmer I, Altermatt F (2020) **Übermässige Stickstoff- und Phosphoreinträge schädigen Biodiversität, Wald und Gewässer.** Swiss Academies Factsheet 15(8).

39

Bobbink R, Loran C, Tomassen H (2022) **Review and revision of empirical critical loads of nitrogen for Europe.** Umweltbundesamt/ German Environment Agency.

40

de Witte LC, Braun S, Hopf S (2018) **Zu viel Stickstoff im Wald.** Wald und Holz 11/18: 29–31.

41

Zellweger F, Baltensweiler A, Ginzler C, Roth T, Braunisch V, Bugmann H, Bollmann K (2016) **Environmental predictors of species richness in forest landscapes: abiotic factors versus vegetation structure.** Journal of Biogeography 43(6): 1080–1090.

42

Lachat, T, Brang P, Bolliger M, Bollmann K, Brändli U-B, Bütler R, Herrmann S, Schneider O, Wermelinger B (2019) **Totholz im Wald. Entstehung, Bedeutung und Förderung.** (2. überarbeitete Auflage). Merkblatt für die Praxis 52.

43

Graf M, Seibold S, Gossner MM, Hagge J, Weiss I, Baessler C, Mueller J (2022) **Coverage based diversity estimates of facultative saproxylic species highlight the importance of deadwood for biodiversity.** Forest Ecology and Management 517: 120275.

44

Brändli U-B (2005) **Totholz.** In WSL, BUWAL (Red.) Waldbericht 2005. Zahlen und Fakten zum Zustand des Schweizer Waldes. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft 84–85.

45

BAFU (Hrsg.) (2021) **Waldpolitik: Ziele und Massnahmen 2021–2024. Für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Schweizer Waldes.** 1. aktualisierte Auflage 2021. Erstausgabe 2013. Bundesamt für Umwelt. Umwelt-Info 2119.

46

Müller J, Bütler R (2010) **A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests.** European Journal of Forest Research 129: 981–992.

47

Forum Biodiversität Schweiz (Hrsg.) (2022) **20 Jahre Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM.** Sonderheft zu HOTSPOT 46: 20–21.

48

Boch S, Prati D, Müller J et al (2013) **High plant species richness indicates management-related disturbances, rather than the conservation status of forests.** Basic and Applied Ecology 14: 496–505.

49

Monnerat C, Barbalat S, Lachat T, Gonthier Y (2016) **Rote Liste der Prachtkäfer, Bockkäfer, Rosenkäfer und Schröter. Gefährdete Arten der Schweiz.** Bundesamt für Umwelt, Info Fauna – CSCF, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Umwelt-Vollzug 1622.

50

Strebel N, Antoniazza S, Auchli N, Birrer S, Bühler R, Sattler T, Volet B, Wechsler S, Moosmann M (2024) **Zustand der Vogelwelt in der Schweiz: Bericht 2024.** Schweizerische Vogelwarte.

51

Knaus P, Antoniazza S, Keller V, Sattler T, Schmid H, Strebel N (2021) **Rote Liste der Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz.** Bundesamt für Umwelt, Schweizerische Vogelwarte. Umwelt-Vollzug 2124.

52

Arbeitsgruppe Waldbiodiversität des Schweizerischen Forstvereins (2025) **Natürliche Prozesse für den Wald der Zukunft nutzen.** Argumentarium für das Zulassen von natürlicher Dynamik.

53

Neff F, Prati D, Achury R et al (2023) **Reduction of invertebrate herbivory by land use is only partly explained by changes in plant and insect characteristics.** Ecological Monographs 93: e1571.

54

Kupferschmid AD, Bollmann K (2016) **Direkte, indirekte und kombinierte Effekte von Wölfen auf die Waldverjüngung.** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 167: 3–12.

55

Coleman Brantschen E, Thür P, Waerber P (2023) **Wirkung von Subventionen auf die Biodiversität-Evaluation von Erschliessungsbeiträgen ausserhalb Schutzwald und forstlicher Investitionskredite.** Berner Fachhochschule.

56

von KönigsLöw V (2013) **Potential von Waldweiden im Schweizer Mittelland: Aktuelle Beurteilung aus Sicht der Forst- und Landwirtschaft.** Bachelorarbeit an der Fakultät für Umwelt und natürliche Ressourcen, Universität Freiburg, in Zusammenarbeit mit dem FibL, Institut für Ökologischen Landbau.

57

Roellig M, Sutcliffe LM, Sammul M, von Wehrden H, Newig J, Fischer J (2016) **Reviving wood-pastures for biodiversity and people: A case study from western Estonia.** Ambio 45(2): 185–95.

58

Shipley JR, Gossner MM, Rigling A, Krumm F (2023) **Conserving forest insect biodiversity requires the protection of key habitat features.** Trends in Ecology & Evolution 38: 788–791.