



AMT FÜR UMWELT
FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN



Liechtensteinisches Landeswaldinventar

Ergebnisse der vierten Erhebung 2022
Dezember 2024



Liechtensteinisches Landeswaldinventar

Ergebnisse der vierten Erhebung 2022
Dezember 2024

Impressum

| | |
|-----------------------------|---|
| Herausgeber | Regierung des Fürstentums Liechtenstein, Amt für Umwelt |
| Text und Konzept | Nemos Anstalt, Philip Thöny, Kornweg 1, 9490 Vaduz |
| Karten | Amt für Umwelt |
| Fachliche Begleitung | Amt für Umwelt, Daniel Oertig |
| Auswertung | Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 8903 Birmensdorf |
| Aufbereitung der Ergebnisse | Nemos Anstalt, Philip Thöny, Kornweg 1, 9490 Vaduz |
| Gestaltung | foxcom AG, Austrasse 24, 9490 Vaduz |
| Druck | BVD Druck+Verlag AG, Landstrasse 153, 9494 Schaan |
| Bezugsquelle | Amt für Umwelt Gerberweg 5, 9490 Vaduz Telefon +423 236 64 00 info.au@llv.li |

Fotonachweis

| | |
|-------------------|--|
| Philip Thöny | S. 39, 46, 48 |
| Adrian Gabathuler | Titelbild, S. 20, 26, 29, 31 |
| Amt für Umwelt | S. 4, 10, 13, 14, 17,18, 33, 36, 40, 43, 44, 52, 55, 58, 60, 69 |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Vorwort | 2 |
| Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse | 3 |
| 1. Das Landeswaldinventar | 4 |
| Einblicke in den Liechtensteiner Wald | 4 |
| 4'871 von zwei Millionen Bäumen | 4 |
| Statistische Rahmenbedingungen | 7 |
| 2. Waldfläche, Waldstandorte und Eigentum | 9 |
| Die Waldfläche hat zugenommen | 9 |
| Grosse Vielfalt an Waldstandorten | 13 |
| Der Wald gehört hauptsächlich der öffentlichen Hand | 14 |
| 3. Waldaufbau | 16 |
| Wald oder Gebüschwald? | 16 |
| Baumartenzusammensetzung im Liechtensteiner Wald | 17 |
| Bestandesaufbau entscheidet über die Stabilität | 19 |
| Alt und Jung im Wald | 21 |
| Konkurrenz und Licht | 24 |
| Geringe Veränderungen beim Mischungsgrad | 26 |
| Mehrschichtige Bestände zunehmend | 28 |
| 4. Waldverjüngung | 31 |
| Der Wald sollte sich selbst verjüngen | 31 |
| Die Waldverjüngung als Sorgenkind | 31 |
| Tausende Jungbäume nötig für einen stabilen Wald | 32 |
| 5. Holzproduktion | 35 |
| Geringe Veränderung des Holzvorrates | 35 |
| Zuwachs und Mortalität | 37 |
| Waldpflege und nachhaltige Holznutzung | 40 |
| 6. Waldgesundheit | 43 |
| Jeder dritte Baum mit Schadenspuren | 43 |
| Steinschlag als Schadensursache im Stammbereich | 45 |
| Hirsch, Reh und Gams beeinflussen den Waldzustand | 46 |
| Stabilität des Waldes | 48 |
| 7. Biologische Vielfalt | 49 |
| Totholz ist überhaupt nicht tot | 49 |
| Naturwert Waldrand | 51 |
| Strukturvielfalt und Biotopwert | 53 |
| Lebensräume im Kleinen | 55 |
| 8. Wald und Erholung | 57 |
| 9. Nachhaltigkeit | 59 |
| Glossar | 62 |
| Literaturverzeichnis | 66 |
| Digitale Quellen | 66 |

Vorwort

2 |



Liechtenstein verfügt über eine grosse naturräumliche Vielfalt. Dazu gehört auch der Wald, der unterschiedlichste Pflanzen und Tiere beheimatet. Der Wald ist nicht nur ein komplexes Ökosystem, sondern auch eine wichtige Lebensgrundlage für uns alle:

- er produziert Sauerstoff, reinigt die Luft und bereitet unser Trinkwasser auf,
- er reguliert das Mikroklima und ist gleichzeitig der grösste CO₂-Speicher unseres Landes,
- er liefert den wertvollen Rohstoff Holz,
- er schützt Siedlungen und Strassen und verringert durch sein grosses Speichervermögen die Hochwassergefahr,
- und nicht zuletzt hat der Wald eine erholsame und gesundheitsfördernde Wirkung auf uns Menschen.

Kurzum: wir brauchen unseren Wald und es ist für uns wichtig, dass der Wald all seine Funktionen erfüllen kann – heute, aber auch in Zukunft. Es ist unsere Verpflichtung, gut auf ihn zu achten und frühzeitig die notwendigen Massnahmen zu ergreifen, um den Wald zu schützen und seine

Widerstandsfähigkeit zu stärken. Dafür braucht es Weitsicht und Ausdauer, denn die Prozesse im Wald gehen über Jahrzehnte.

Der Blick zurück zeigt, dass bis in die 1950er Jahre das Liechtensteiner Waldbild von Übernutzung und grossflächigen Holzschlägen geprägt gewesen ist. Im Ergebnis hat sich sowohl die Waldfläche als Ganzes verringert als auch die Qualität der Waldbestände gelitten.

Ab den 1950er Jahren hat ein Umdenken stattgefunden. Die bis dahin praktizierte, naturferne Forstwirtschaft ist durch einen naturnahen Waldbau abgelöst worden. Zudem ist der Wald als Lebensraum und «Ökosystem von besonderer Bedeutung» in den 1990er Jahren unter Schutz gestellt worden. Das heisst: heute ist der Wald gesetzlich vor schädlichen Übernutzungen geschützt. Aber wir müssen uns bewusst sein, dass neue Gefahren den Wald bedrohen. Dazu gehören die mangelnde Naturverjüngung und besonders auch der fortschreitende Klimawandel und seine Auswirkungen. Die Aufgabe in den kommenden Jahren und Jahrzehnten wird es darum sein, den Wald bei der Anpassung an klimatische Veränderungen bestmöglich zu unterstützen, damit er weiterhin seine vielfältigen Leistungen für Mensch, Tier und Pflanzenwelt erbringen kann.

Deshalb ist es wichtig, dass dem Forstdienst und den politischen Verantwortlichen objektive Informationen als Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung stehen. Vor diesem Hintergrund ist das Liechtensteinische Landeswaldinventar (LWI) ein bedeutender Beitrag für die nachhaltige Bewirtschaftung des Liechtensteiner Waldes.

Sabine Monauni

Sabine Monauni, Regierungsrätin

Ministerium für Inneres, Wirtschaft und Umwelt

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

3 |

| | |
|---|---|
| Waldfläche | 7'312 ha (Wald und Gebüschwald) 45.5% der Landesfläche |
| Höhenlage | 40.6% unter 1'000 m ü. M. (Tieflagen) 59.4% über 1'000 m ü. M. (Hochlagen) |
| Waldeigentum | 78.5% Gemeinden/Bürgergenossenschaften 14.8% Alpgenossenschaften 6.7% Private |
| Stammzahl (lebende Bäume, ohne Gebüsch- wald) | 2.03 Mio. Bäume mit Durchmesser über 12cm 388 Bäume pro Hektare Waldfläche |
| Holzvorrat | 356 m ³ /ha (lebende und tote Bäume mit Durchmesser über 12cm) 78.6% Nadelholz 21.4% Laubholz |
| Zuwachs | 5.7 m ³ /ha*Jahr 71% Nadelholz 29% Laubholz |
| Forstliche Nutzung inkl. natürliche Mortalität | 3.3 m ³ /ha*Jahr 64% Nadelholz, 36% Laubholz jährliche forstliche Nutzung inkl. Mortalität 27'100 m ³ (inkl. Äste, Stöcke, Rinde) |
| Baumarten (mit BHD > 12cm) | 6 Nadelbaumarten und 26 Laubbaumarten Häufigste Arten (nach Vorrat): 55.3% Fichte und 12.3% Buche |
| Waldaufbau (Flächenanteil) | 21% Jungwald (BHD < 30cm) 52% Baumholz (BHD > 30 cm) 24% gemischt 12% gedrängte Bestände 41% mit normalem Schlussgrad 36% lockere Bestände |
| Biodiversität | 59.4 m ³ /ha Totholz (stehend ab BHD 12 cm, liegend ab 7 cm Durchmesser) 16.8% der Waldfläche über 120 Jahre alt 27.1% der Waldfläche ungleichaltrig 52.9% der Waldränder mit hoher Gehölzartenvielfalt 48.0% der Waldfläche mit hohem Biotopwert |

Auch statistische Methoden werden laufend verbessert, mit der Folge, dass die Daten der aktuellen Inventur besser und genauer sind als ältere Zahlen. Dies führt dazu, dass die Daten der Erhebungen von 2010 und 2022 nicht eins zu eins verglichen werden können, mehr dazu auf Seite Sieben.

1. Das Landeswaldinventar

Einblicke in den Liechtensteiner Wald

Wälder sind langlebige Ökosysteme und entwickeln sich über Jahrzehnte und Jahrhunderte. Dementsprechend lang sind die forstlichen Planungs- und Produktionszeiträume. Damit der Wald die von ihm geforderten Leistungen für die Bevölkerung permanent erbringen kann, wird er gezielt bewirtschaftet und gepflegt. Diese Waldpflege stützt sich auf eine Planung mit objektiven Entscheidungsgrundlagen, basierend auf dem Landeswaldinventar (LWI) als wichtigste Informationsquelle für Fragen rund um Aufbau, Zustand und Entwicklung unserer Wälder.

Das LWI wird periodisch alle zwölf Jahre unter der Leitung des Amtes für Umwelt durchgeführt. Der vorliegende Ergebnisbericht liefert einen Überblick über den Zustand des Waldes im Jahr 2022 und ermöglicht Vergleiche zu den Inventuren der Jahre 1986, 1998 und 2010. Er ist daher eine wichtige Grundlage für die Liechtensteinische Waldpolitik und unterstützt die Überprüfung der ökologischen Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung.

Die Auswertungen sind in unterschiedlichen Ansichten und Formaten wie Tabellen, Grafiken und Karten dargestellt, weshalb sich die Informationen auch wiederholen können. Die Interpretation der Ergebnisse erfolgt beispielhaft und erwähnt nicht alle möglichen Entwicklungen.

4'871 von zwei Millionen Bäumen

Für die Bestimmung des Vorrates im Liechtensteiner Wald müssten bei einer Vollaufnahme über zwei Millionen Bäume einzeln gemessen werden. Da dies mit einem vernünftigen Aufwand nicht möglich ist, wird der Wald stichprobenweise erfasst, um ausreichende Informationen zu erhalten. Im Rahmen des Liechtensteinischen Landeswaldinventars 2022 (LWI 2022) wurden auf 419 Stichprobenflächen 4'871 Bäume (lebend und tot) gemessen, also ca. jeder vierhundertzwanzigste Baum des Gesamtwaldes. Aus diesen Stichproben werden die in den folgenden Kapiteln gezeigten Beobachtungen und Interpretationen abgeleitet.

Die Methodik der Feldaufnahmen und der Auswertung entspricht grösstenteils dem 5. Schweizerischen Landesforstinventar (LF15). Diese Inventur umfasst zwei Phasen. Zuerst wird mit digitalen Luftbildern am Computer entschieden, ob eine Probefläche im Wald, im Gebüschwald oder ausserhalb des Waldes liegt (Phase 1). Anschliessend werden die Waldproben im Feld aufgenommen (Phase 2). Dabei werden in einem Kreis mit 200m² alle Bäume ab 12 cm Brusthöhendurchmesser (BHD), auf einem 500m²-Kreis alle Bäume ab 36 cm BHD erfasst, gemessen und beurteilt. An Hanglagen werden die Probeflächengrösse entsprechend angepasst. Auf einer Fläche von 50 x 50 Meter (Interpretationsfläche) werden verschiedene Bestandes- und Flächenmerkmale angesprochen, die zur Interpretation des Waldes dienen. Die Verjüngung (Bäumchen ab 10cm Höhe bis 11.9cm BHD) wird auf einer kleineren Probefläche von rund 14m² aufgenommen. Waldränder, die maximal 25m vom Probeflächenzentrum entfernt liegen, werden ebenfalls erfasst und auf einer Länge von 100m beurteilt. Ausserdem wird das am Boden liegende Totholz ab 7cm Durchmesser auf drei Taxationsstrecken erfasst. Zusätzlich werden verschiedene ökologische Merkmale am Baum (z.B. Moos- und Flechtenbewuchs,

Holzfäulen und -risse oder Spechthöhlen) und auf der Fläche (z. B. Feuchtstellen, Ast- und Steinhäufen oder Felspartien) erfasst. Vom Zentrum jeder Stichprobe aus wurden jeweils Fotos gemacht.

Zwischen Mai und Oktober 2022 führten drei Aufnahmegruppen (à zwei Personen) die Feldaufnahmen auf den Stichprobenflächen durch. Nach den Feldaufnahmen wurden die Rohdaten durch die Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) umgewandelt. Sie wurden zunächst einer Datenprüfung unterzogen, anschliessend erfolgte die statistische Hochrechnung. In der Folge können damit nicht nur Aussagen zu den einzelnen Stichproben, sondern zum gesamten Wald gemacht werden.

Die Stichprobenflächen haben einen Rasterabstand von 354 m x 354 m, was auf die gesamte Landesfläche bezogen 1'283 Rasterpunkte ergibt. Eine Stichprobe repräsentiert somit eine Fläche von ca. 12.5 ha. Insgesamt liegen 478 Stichproben im Wald und 107 Stichproben im Gebüschwald.

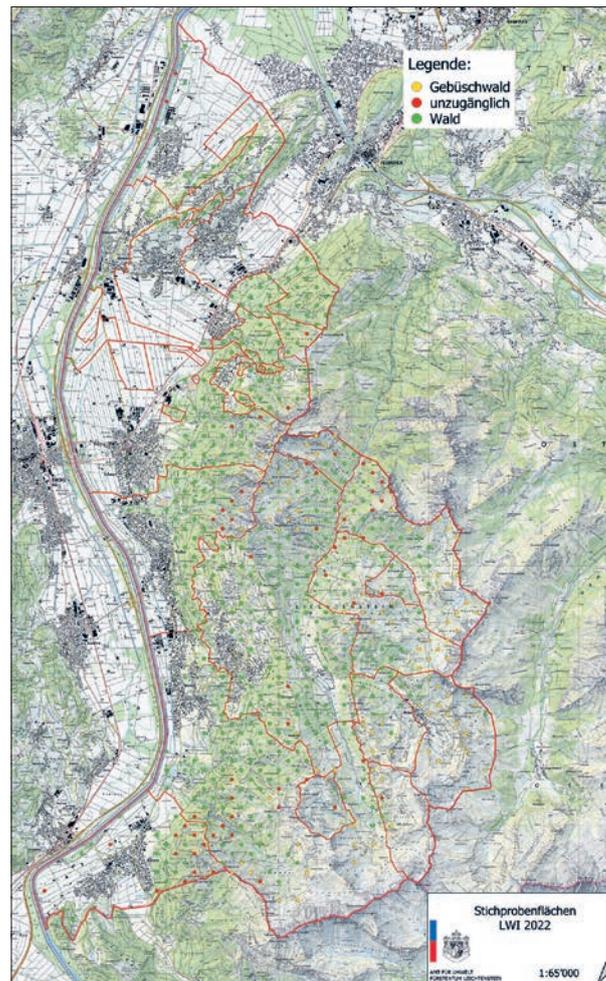
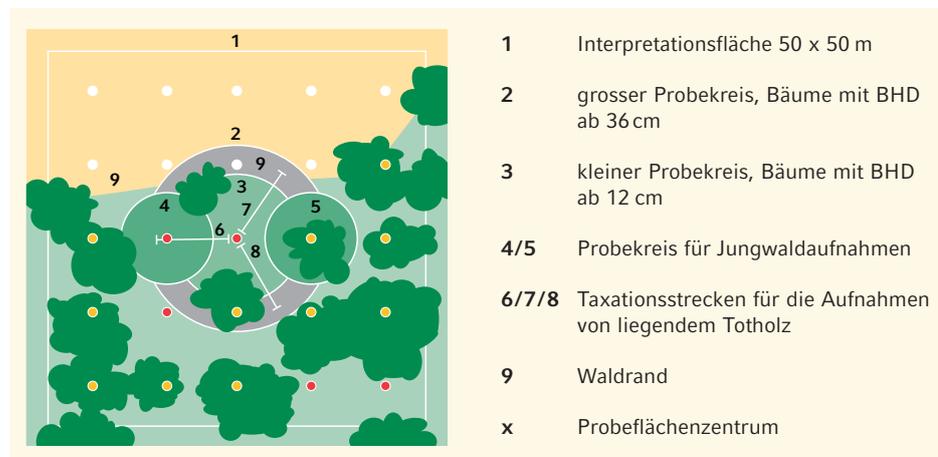
Aufgrund der Steilheit (z.B. in Felspartien) oder weil der Anmarsch zu einer Stichprobe zu gefährlich ist, wurden 12 % der Waldfläche (ohne Gebüschwald) als unzugänglich ausgeschieden. Auf diesen Stichproben konnten keine Datenerhebungen durchgeführt werden.

| Stichprobentyp | Anzahl SP | Fläche in ha |
|---|-----------|--------------|
| gesamte Landesfläche | 1'283 | 16'048 |
| Nichtwald | 699 | 8'736 |
| Gebüschwald | 107 | 1'336 |
| Wald ohne Gebüschwald | 478 | 5'976 |
| <i>davon zugänglicher Wald ohne Gebüschwald</i> | 419 | 5'234 |
| <i>davon Stichproben mit Waldrand</i> | 39 | 487 |

Die meisten Auswertungen in diesem Bericht beziehen sich auf Probeflächen im «Wald ohne Gebüschwald», die für die Aufnahmegruppen ohne Risiko zugänglich waren. Diese Auswertungseinheit wird als «zugänglicher Wald ohne Gebüschwald» bezeichnet. Die Stichproben, welche im Gebüschwald liegen, werden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Von den 419 zugänglichen Waldstichproben weisen 39 einen Waldrand auf.

Als «Gebüschwald» wird ein Bestand bezeichnet, dessen Fläche mindestens zu zwei Dritteln mit Sträuchern bedeckt ist, insbesondere Alpenerlen- und Legföhrenwälder.

Für Auswertungen zur Entwicklung des Waldes (z.B. Zuwachs oder Nutzung) zwischen den Inventuren 2010 und 2022 wird die Schnittmenge gebildet. Es werden nur diejenigen Probeflächen einbezogen, die in beiden Inventuren zugänglich gewesen und als «Wald ohne Gebüschwald» beurteilt worden sind.



Im Rahmen des LWI 2022 wurde bei den Feldaufnahmen nur das Staatsgebiet des Fürstentums Liechtenstein erfasst. Waldflächen, die sich im Eigentum der Bürgergenossenschaft Balzers auf Schweizer Hoheitsgebiet befinden (Gemeinde Fläsch, Graubünden), wurden nicht berücksichtigt.

Statistische Rahmenbedingungen

Die Mehrheit der folgenden Resultate basiert auf Stichproben des LWI 2022 im zugänglichen Wald ohne Gebüschwald.

Bei statistischen Auswertungen wird üblicherweise der Stichprobenfehler (Standardfehler) zur Beurteilung der Qualität eines Resultats angegeben. Um eine bessere Lesbarkeit zu gewährleisten, wird in diesem Ergebnisbericht auf die Angabe des Standardfehlers verzichtet. Ergibt bei Prozentangaben die Summe nicht 100 %, liegt dies an einem Rundungsfehler oder fehlenden Daten bei einzelnen Stichproben.

Wo die Aussagekraft aufgrund eines hohen Standardfehlers zu gering ist, wird auf eine Interpretation des Sachverhalts verzichtet. Aus diesem Grund werden beispielsweise keine Aussagen zum Waldzustand auf Ebene Waldeigentümer (Gemeinden, Genossenschaften, Private) gemacht, weil hierzu nicht genügend Stichproben für einzelne Eigentümer vorliegen. Die nachfolgenden Resultate beziehen sich somit immer auf die gesamte Waldfläche Liechtensteins, unabhängig vom Eigentum.

Dateninterpretation

Statistische Daten sind immer mit einer Unsicherheit verbunden (dem Stichprobenfehler). Es ist übliche Praxis, den Schätzwert als die «Wahrheit» über den Zustand zu interpretieren, es wäre aber eigentlich richtig, das Konfidenzintervall (bzw. den Stichprobenfehler) zu nehmen und zu sagen, dass der echte Wert in einem bestimmten Bereich, einer Bandbreite, liegt.

Wäre das Stichprobennetz der Landeswaldinventur zufällig anders gelegt, gäbe es ebenfalls leicht andere Zahlen. Das ist das Wesen einer Stichprobenerhebung und zeigt, dass man sich der Wahrheit nur nähern kann.

Auch statistische Methoden werden laufend verbessert, mit der Folge, dass die Daten der aktuellen Inventur besser und genauer sind als ältere Zahlen. Die Ergebnisse von 2010 sind einphasig (ohne double sampling) und mit dem alten Lokaltarif berechnet worden, die aktuellen Daten mit double sampling und neuem Lokaltarif. Dies führt dazu, dass die Daten der Erhebungen von 2010 und 2022 nicht eins zu eins verglichen werden können.

Das Waldbild wird von nur wenigen Baumarten geprägt. Die mit Abstand häufigste Baumart ist die Fichte. Besonders im Berggebiet finden sich ausgedehnte Bestände von Fichtenwäldern (Blick Richtung Valünatal).



2. Waldfläche, Waldstandorte und Eigentum

Die Waldfläche hat zugenommen

Wald ist hinsichtlich seiner räumlichen Verteilung und Zusammensetzung nicht statisch, sondern verändert sich laufend. Weltweit nimmt die Waldfläche ab, hauptsächlich durch grossflächige Rodungen von Tropenwäldern. In Mitteleuropa hingegen, vor allem im Alpenraum, breitet sich der Wald aus. Dies lässt sich u.a. mit der Extensivierung der Landwirtschaft erklären: diese zieht sich von der Bewirtschaftung wenig ertragsfähiger Böden zurück, unbewirtschaftete Weiden verganden und werden vom Wald zurückerobert. Auch kleinräumige Naturereignisse (z. B. Rutschungen) beeinflussen die Waldflächenentwicklung. Eine zunehmende Rolle für die Ausbreitung des Waldes spielt die Klimaerwärmung, welche dem Wald erlaubt, in höhere Lagen vorzudringen, oder der Stickstoffeintrag, welcher z. B. für ein verstärktes Wachstum bei der Grünerle sorgt.

Laut liechtensteinischem Waldgesetz ist der Wald in seiner Fläche und in seiner räumlichen Verteilung zu erhalten. Gemäss Rodungsstatistik des Amtes für Umwelt wurden zwischen 2011 und 2022 dauerhaft 29.9 ha Wald gerodet. Diese Flächen wurden durch Aufforstungen an anderer Stelle wieder real ersetzt oder es wurden Massnahmen zur Förderung von Natur und Landschaft ergriffen.

Walddefinition LWI

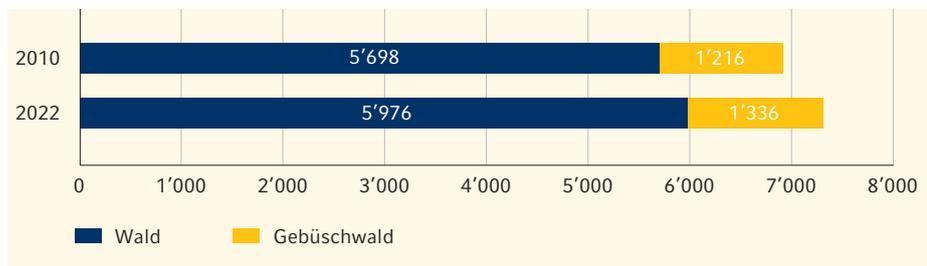
Wald gemäss LWI unterscheidet sich vom Wald gemäss Waldgesetz und Arealstatistik. Im LWI muss Wald folgende Eigenschaften aufweisen:

- Breite von mindestens 25 m
- Oberhöhe von mindestens 3 m
- Deckungsgrad von mindestens 20 %

Aufgrund unterschiedlicher Definitionen ist die Festlegung der Waldfläche nicht immer eindeutig. So ist die Waldfläche gemäss Arealstatistik nicht identisch mit der Fläche gemäss LWI. Für die Auswertung der Feldaufnahmen (z. B. Vorrat pro Hektare) wird nachfolgend immer die Fläche gemäss LWI verwendet.

| | Fläche |
|---|-----------------|
| Bezugsfläche Wald im LWI 2022 (Wald + Gebüschwald) | 7'312 ha |
| <i>Wald</i> | <i>5'976 ha</i> |
| <i>Gebüschwald</i> | <i>1'336 ha</i> |
| Landesfläche Liechtenstein | 16'048 ha |
| Waldanteil | 45.5 % |
| gesamtes Waldareal gemäss Arealstatistik¹ | 6'770 ha |
| <i>geschlossener Wald</i> | <i>5'234 ha</i> |
| <i>Gebüschwald</i> | <i>734 ha</i> |
| <i>übrige Gehölze²</i> | <i>802 ha</i> |
| Waldanteil | 42.2 % |

Der Waldanteil an der gesamten Landesfläche liegt gemäss LWI bei 45.5 %. Zum Vergleich beträgt der Waldanteil in der Schweiz 32.2 %³, in Deutschland 32 %⁴ und in Österreich 47.9 %⁵. Gemäss LWI 2022 beträgt die Gesamtwaldfläche 7'312 ha, unterteilt in 5'976 ha Wald (82 %) und 1'336 ha Gebüschwald (18 %).



Gesamtwaldfläche, Veränderung 2010 bis 2022, in ha.

Die Waldfläche ist seit 2010 um 278 ha auf 5'976 ha angewachsen. Diese Zunahme um gut 4.8 % erklärt sich durch die folgenden Veränderungen:

- 25 Stichproben waren 2010 Nichtwald und sind 2022 Wald, sind also eingewachsen,
- 5 Stichproben haben sich von Gebüschwald zu Wald entwickelt,
- 7 Stichproben werden anstatt Wald neu als Nichtwald ausgeschieden.

Der Gebüschwald hat seit 2010 flächenmässig ebenfalls zugenommen (plus 120 ha oder 9.8 %):

- 16 Stichproben, welche 2010 als Nichtwald beurteilt wurden, haben sich zu Gebüschwald entwickelt,
- eine Stichprobe wechselt vom Wald in den Gebüschwald,
- zwei Stichproben werden anstatt Gebüschwald nun dem Nichtwald zugeteilt.

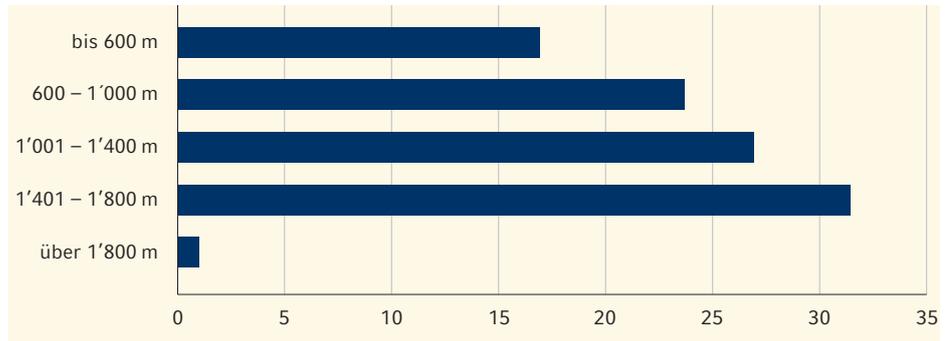
Gebüschwald bildet oft eine vorübergehende Bedeckung in der Sukzession von Gras- und Krautvegetation hin zur Baumvegetation, beispielsweise beim Einwachsen von unternutzten Alpweiden.

1 Arealstatistik 2019.
 2 Hecken, Baumgruppen in der Landwirtschaft, Windschutzstreifen etc.
 3 www.lfi.ch
 4 www.bundeswaldinventur.de
 5 https://info.bml.gv.at

Bei einer Einwohnerzahl von 39'680 Personen (Stand Dez. 2022⁶) und der Gesamtwaldfläche gemäss LWI von 7'312 ha entfällt auf jede Person in Liechtenstein eine Gesamtwaldfläche von 1'800 m². Dies entspricht etwa der Fläche von sieben Tennisplätzen.

| | Liechtenstein | Schweiz | Österreich | Deutschland |
|--------------------------|---------------|---------|------------|-------------|
| Waldfläche pro Einwohner | 0.18 ha | 0.16 ha | 0.50 ha | 0.14 ha |

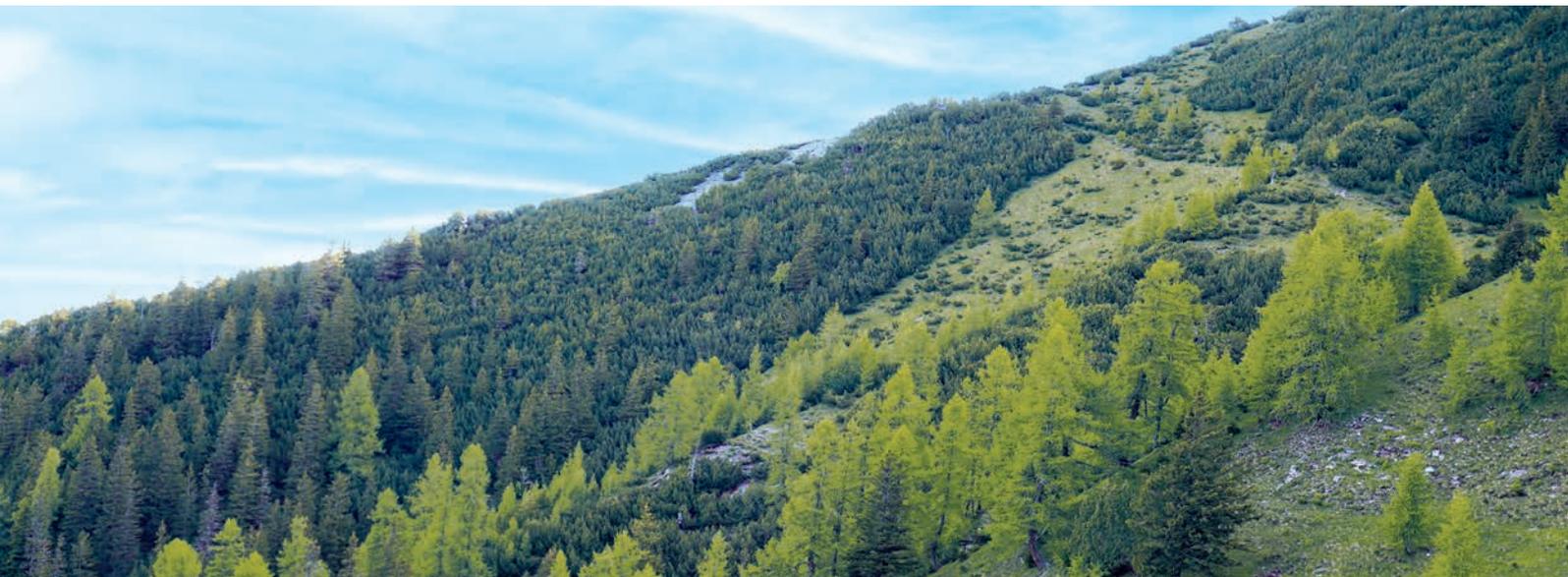
Liechtenstein ist ein typisches Gebirgsland. Nur gerade ein Viertel der Landesfläche befindet sich im Talraum. Die restliche Fläche nehmen die rheintalseitigen Hanglagen und die drei Hochtäler des Alpengebietes (Malbuntal, Valorsch, Valüna-/Saminatal) ein. Für das LWI 2022 wurde die Waldfläche in Tieflagenwälder (zwischen 400 und 1'000 m ü. M.) und Hochlagenwälder (oberhalb 1'000 m ü. M.) unterteilt. In den Tieflagen, charakterisiert durch ein milderes Klima und längere Vegetationsperioden, liegen rund 41 % der Gesamtwaldfläche. In den Hochlagen (59 % der Gesamtwaldfläche) sind die Bedingungen rauer und damit das Pflanzenwachstum wesentlich schwieriger, was auch in den Zahlen zum Waldaufbau (Kap. 3) zum Ausdruck kommt.



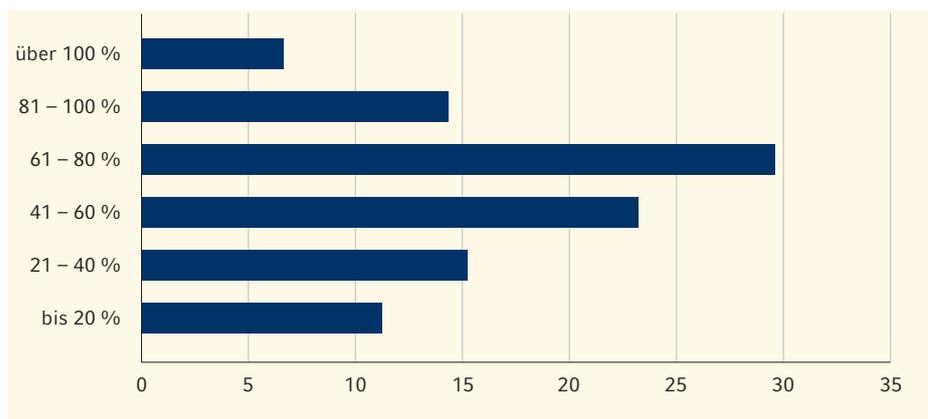
Waldfläche nach Höhenlage in Prozent (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald)

6 www.statistikportal.li, Abfrage Sept. 2023.

Knapp 18 % des gesamten Waldes sind Gebüschwald.
Der Übergang zum Gebüschwald ist oft fließend. (Drei Kapuziner, Triesenberg).



Ein Viertel des Liechtensteiner Waldes stockt in flachen bis leicht geneigten Lagen mit maximal 40 % Hangneigung. Mehr als die Hälfte des Waldes weist eine Neigung zwischen 40 % und 80 % auf, sehr steile Lagen mit einer Hangneigung über 80 % sind auf über einem Fünftel der Fläche anzutreffen. Dies hängt auch damit zusammen, dass früher im Berggebiet v.a. die weniger steilen Gebiete zur Gewinnung von Alpweiden gerodet wurden, und der Wald nur auf den steilen Partien stehen blieb.



Waldfläche in % nach Hangneigung (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald)

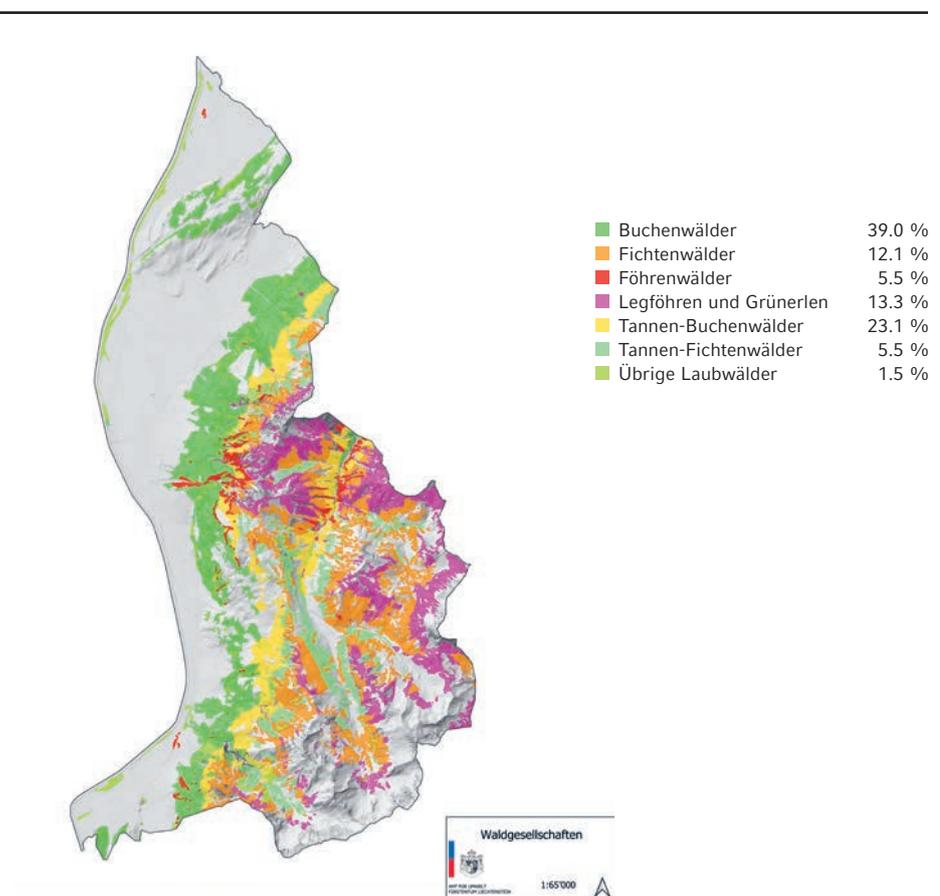
Sehr steile Lagen mit einer Hangneigung über 80 % sind auf über einem Fünftel der Fläche anzutreffen, unzugängliche Waldpartien sind in Liechtenstein recht häufig (Tuasstobel, Triesen).



Grosse Vielfalt an Waldstandorten

Im Wald bilden sich aufgrund vielfältiger Standortseigenschaften (Exposition, Hangneigung, Boden etc.) unterschiedliche Lebensgemeinschaften. Anhand von Bäumen und Bodenpflanzen kann an jedem Standort im Wald auf bestimmte Lebensbedingungen wie Wärme, Wasserhaushalt, Bodentyp usw. geschlossen werden. Aufgrund solcher Zusammenhänge lässt sich der Wald in verschiedene Waldgesellschaften einteilen. Diese zeigen eine charakteristische Kombination derjenigen Pflanzen, welche von Natur aus auf einem bestimmten Waldstandort vorkommen. In Liechtenstein werden gesamthaft 69 Waldgesellschaften unterschieden⁷. Die aktuell vorhandene Bestockung widerspiegelt nicht immer den Standortstyp, es können auch standortsfremde Baumarten auf einer Fläche wachsen.

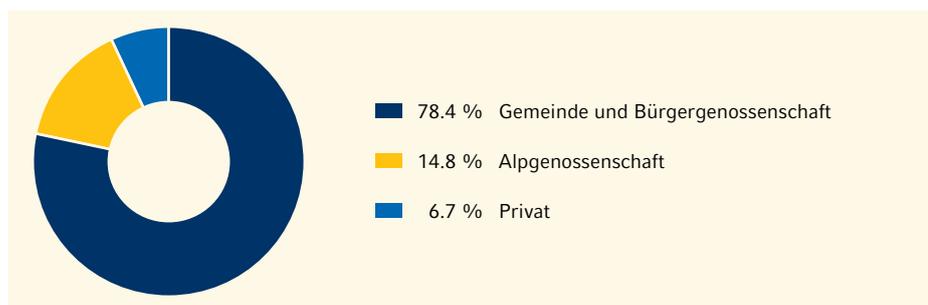
In den untersten Lagen (bis ca. 700 m ü. M.) dominieren Buchen- und Laubmischwälder. In den mittleren Lagen von 700 bis 1'200 m ü. M. erfolgt der Übergang von den Buchenwaldgesellschaften zu Tannen-Buchen-Wäldern. Diese wiederum werden in den oberen Lagen (oberhalb von 1'200 m ü. M.) von Tannen-Fichtengesellschaften abgelöst, welche sich in den höchsten Lagen (ab 1'700 m ü. M.) zu reinen Fichtenwaldgesellschaften entwickeln. Diese bilden zusammen mit Legföhren- und Alpennerlenbeständen die obere Waldgrenze.



Waldfläche nach Waldgesellschaften (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald)

Der Wald gehört hauptsächlich der öffentlichen Hand

In Liechtenstein befindet sich nur ein kleiner Teil des Waldes im Eigentum von Privatpersonen. Der weitaus grösste Teil des Waldes ist Eigentum der öffentlichen Hand (Gemeinden, Bürgergenossenschaften sowie Alpgenossenschaften).



Waldeigentum (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

In den Steilhängen dominieren auf Teilflächen naturgemäss Föhrenwälder (Alpila, Schaan).



3. Waldaufbau

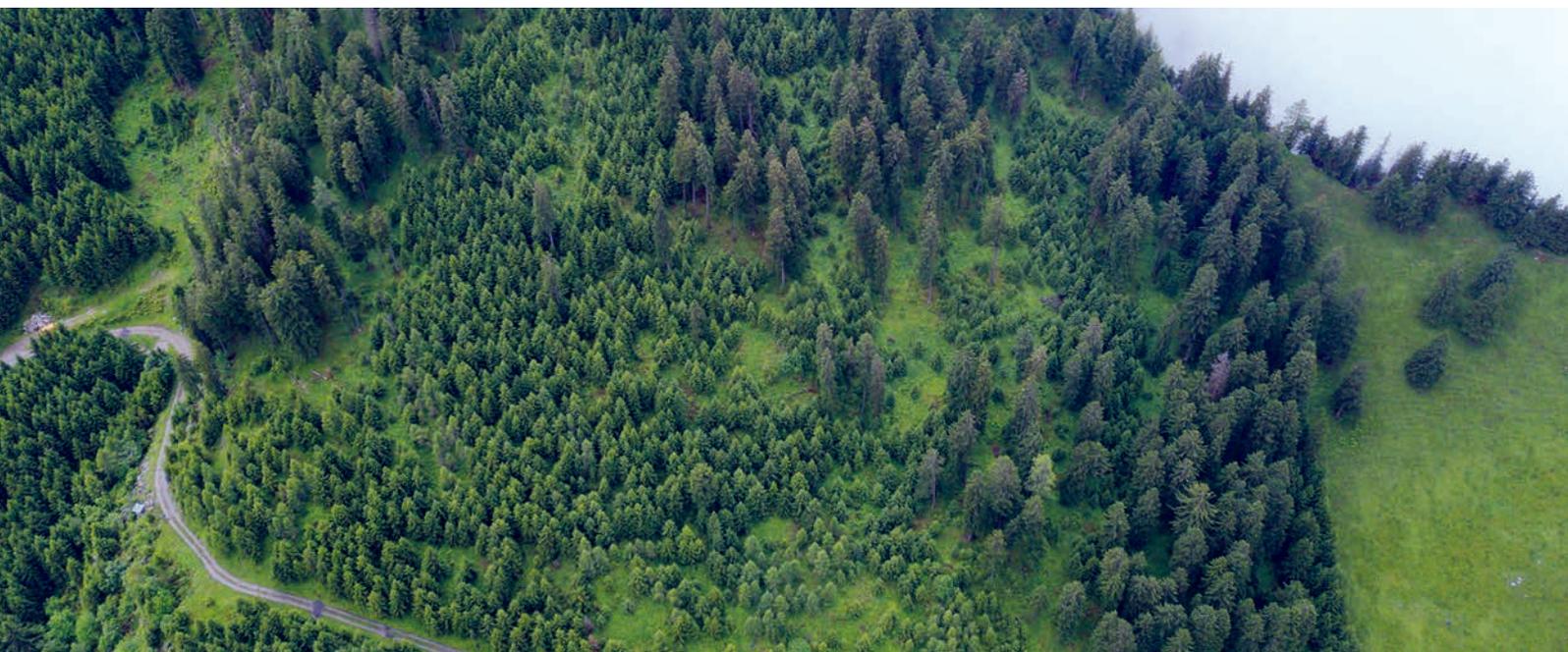
Wald oder Gebüschwald?

Knapp 18 % des gesamten Waldes sind Gebüschwald. Dies sind Bestockungen, die sich zu mehr als zwei Dritteln aus Sträuchern wie Alpenerlen oder Legföhren zusammensetzen. Die restlichen 82 % sind «normaler» Wald.

Je nach Altersverteilung und Schichtung werden die Wälder in gleichförmige (69.4 % der Fläche), ungleichförmige (15.8 %) oder plenterartige Bestände (6.7 %) unterteilt. Dauernd aufgelöste Bestockungen (5.1 %) sind vor allem Wälder an der oberen Waldgrenze, wo sie eine Übergangsform vom geschlossenen Wald zur offenen Wiese/Weide darstellen. Vorübergehend nicht bestockte Wälder (2.3 %) sind Schlag- oder Sturmflächen, auf denen aktuell kein Baumbestand anzutreffen ist, die aber in den nächsten Jahren wieder zu bestocktem Wald werden. Waldstrassen oder Forsthütten gehören zu den dauernd nicht bestockten Waldflächen (0.5 %).

| Waldtyp | Fläche in ha | %-Anteil |
|--|----------------|------------|
| dauernd nicht bestockte Waldfläche | 24.3 | 0.5 |
| vorübergehend nicht bestockte Waldfläche | 120.8 | 2.3 |
| dauernd aufgelöste Bestockungen | 269.5 | 5.1 |
| Schneisen/Böschungen | 12.5 | 0.2 |
| plenterartiger Hochwald | 348.8 | 6.7 |
| ungleichförmiger Hochwald | 825.7 | 15.8 |
| gleichförmiger Hochwald | 3'632.6 | 69.4 |
| Total | 5'234.2 | 100 |

Die Art der Nutzung und Störungen wie Stürme oder Borkenkäfer prägen den Aufbau der Waldbestände (Dürraboda, Triesenberg).



Baumartenzusammensetzung im Liechtensteiner Wald

Im Rahmen der Einzelbaumaufnahme des LWI, bei welcher alle Individuen ab einem Durchmesser von 12 cm BHD erfasst wurden, konnten total 38 verschiedene Gehölzarten dokumentiert werden (6 Nadelbaumarten, 26 Laubbaumarten und 6 Straucharten).

Fichte, Weisstanne, Lärche und mehrere Föhrenarten (Waldföhre, Bergföhre, Schwarzföhre) zählen zu den Nadelbäumen. Daneben findet man im Liechtensteiner Wald vereinzelt auch Douglasien, Weymouthföhre, Eiben und Arven. Diese kommen nur in kleinen Beständen oder als Einzelbäume jeweils ausserhalb der Stichprobenflächen vor.

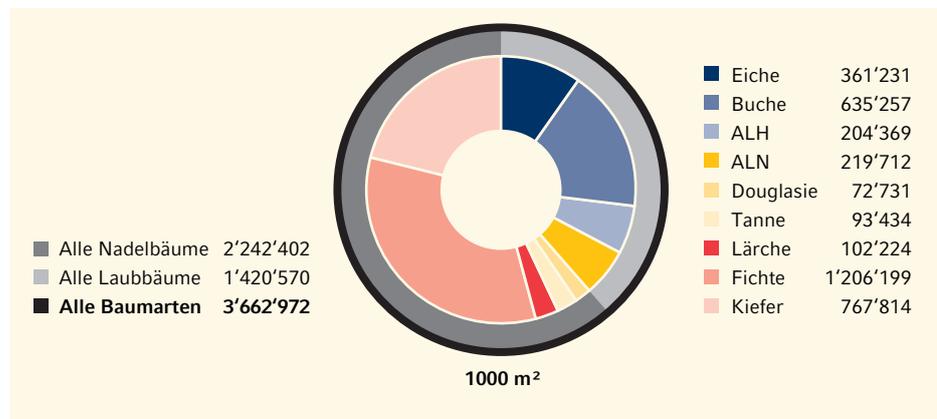
Buche, Bergahorn und Esche sind die häufigsten Laubbaumarten. Weitere Arten kommen nur in kleineren Stammzahlen vor. Dazu gehören Spitz- und Feldahorn, Stiel- und Traubeneiche, Sommer- und Winterlinde, Schwarz- und Grauerle, Hagebuche, Hängebirke, Bergulme, Kirschbaum, Robinie, Silber- und Salweide, Mehlbeere, Vogelbeere, Schwarz-, Silber- und Zitterpappel sowie Wildbirne und Nussbaum. Zusätzlich zu den auf den Stichproben erfassten Laubbäumen sind auch Einzelexemplare von Elsbeere, Wildapfel, Speierling, Roteiche, Gemeine Rosskastanie oder Esskastanie zu finden.

Straucharten gibt es diverse, welche in unseren Wäldern vorkommen. Es wurden aber nur Exemplare der Arten Weissdorn, Hasel, Schwarzer Holunder, Traubenkirsche, Stechpalme und Legföhre mit einem BHD von über 12 cm angetroffen. Alle anderen Arten haben dieses Soll-Mass nicht erreicht.

Das Waldbild wird von nur wenigen Baumarten geprägt. Die mit Abstand häufigste Baumart ist die Fichte, die bei der Stammzahl (lebende Bäume) einen Anteil von 49 % aufweist, in Bezug auf den Vorrat sind es sogar 55 %.

| Nadelbäume | Stammzahl- anteil | Vorrats- anteil | Laubbäume | Stammzahl- anteil | Vorrats- anteil |
|----------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| Fichte | 49 % | 55 % | Buche | 13 % | 12 % |
| Tanne | 4 % | 9 % | Esche | 4 % | 4 % |
| Lärche | 7 % | 7 % | Ahorne | 5 % | 3 % |
| Föhren | 10 % | 6 % | übrige Laubhölzer | 6 % | 3 % |
| Total (6 Arten) | 71 % | 77 % | Total (26 Arten) | 29 % | 22 % |

Stammzahl- und Vorratsanteil der Hauptbaumarten (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald) LWI 2022



Holzvorrat nach Baumartengruppen

Ziel des naturnahen Waldbaus sind strukturierte, standortsangepasste Mischwälder (Gemeinde Eschen)



Bestandesaufbau entscheidet über die Stabilität

Der Bestandesaufbau (Stammzahl, Altersverteilung, Mischung, Stufigkeit etc.) ist ein Kriterium, das – nicht nur im Schutzwald – von zentraler Bedeutung für die Beurteilung des Waldzustandes ist. Er richtet sich im Idealfall nach dem jeweiligen natürlichen Waldstandort. Wie wichtig standortgerechte Baumartenmischungen für stabile Waldbestände sind, zeigen die Erfahrungen, die in Liechtenstein in der Vergangenheit mit unnatürlich zusammengesetzten Waldungen gemacht wurden. Insbesondere die zu Beginn des 20. Jahrhunderts grossflächig auf ursprünglichen Laubholzstandorten angelegten reinen Fichtenwälder bereiten den Verantwortlichen Sorgen. Die meist flach wurzelnden Fichten sind nicht nur sehr anfällig gegenüber Sturmschäden, sondern bergen auch das Risiko, von grossflächigem Absterben durch Befall von Schadinsekten wie zum Beispiel dem Borkenkäfer.

Hochrechnungen aus der Stichprobenerhebung ergeben für die gesamte Waldfläche Liechtensteins insgesamt 2.03 Millionen Bäume mit mehr als 12 cm BHD. Pro Hektare Waldfläche ergibt dies eine Stammzahl von 388 Bäumen. Das sind 30 Bäume weniger als 2010 (408 Bäume). Grund für diesen Rückgang ist ein statistischer: die neu hinzugekommenen als Wald definierten Stichproben im Alpengebiet weisen eine geringere Stammzahl aus als die Wälder der Tieflagen.

Die Fichte ist mit einem Stammzahl-Anteil von 49 % die mit Abstand wichtigste Baumart in Liechtensteins Wäldern. Weitere Nadelbäume sind mit knapp 4 % Tannen, 10 % Föhren und 7 % Lärchen. Wichtigste Laubbaumart ist die Buche mit einem Stammzahlanteil von ca. 13 %.

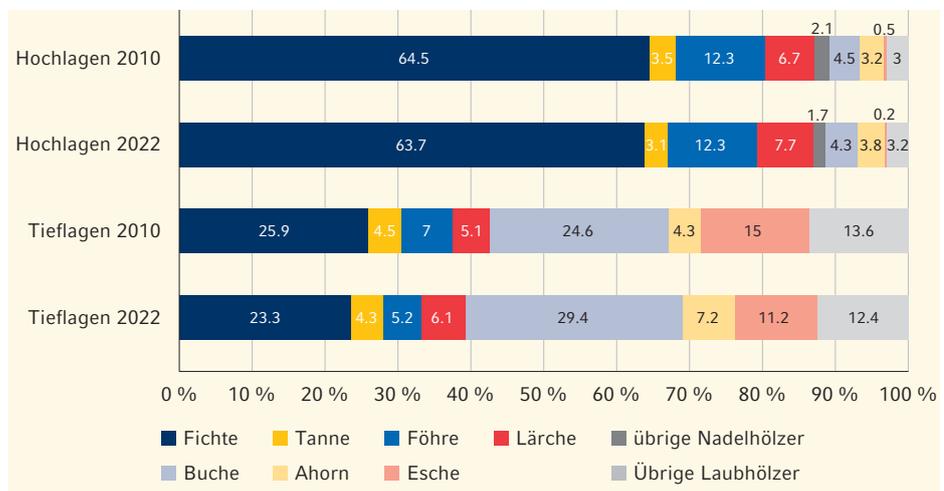
In den Hochlagen (oberhalb 1'000 m ü. M.) gehören knapp 90 % aller Bäume zu den Nadelbäumen. Zwei Drittel sind Fichten. Bergföhre und Legföhre kommen nur in dieser Höhenstufe vor.

In den Tieflagen (unterhalb 1'000 m ü. M.) beträgt der Anteil an Nadelbäumen 39 %, was in Anbetracht der dort herrschenden Standortbedingungen relativ hoch ist.

| | Tieflagen | Hochlagen | Total |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| Fichte | 23.3 % | 63.7 % | 49.2 % |
| Tanne | 4.3 % | 3.1 % | 3.6 % |
| Föhren | 5.2 % | 12.3 % | 9.8 % |
| Lärche | 6.1 % | 7.7 % | 7.2 % |
| übrige Nadelhölzer | 0.0 % | 1.7 % | 1.0 % |
| Nadelbäume | 38.9 % | 88.5 % | 70.9 % |
| Buche | 29.4 % | 4.3 % | 13.5 % |
| Ahorn | 7.2 % | 3.8 % | 3.5 % |
| Esche | 11.2 % | 0.2 % | 5.9 % |
| übrige Laubhölzer | 12.4 % | 3.1 % | 6.2 % |
| Laubbäume | 60.2 % | 11.5 % | 29.1 % |
| Total | 100 % | 100 % | 100 % |

Prozent-Anteile der Stammzahl (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Der Anteil an Nadelholzarten in den Tieflagen ist seit 2010 von 43 % auf 39 % zurückgegangen. Insbesondere bei der Fichte und Föhren ist hier eine Abnahme festzustellen. Wobei der Rückgang der Föhre nicht gewollt ist und primär durch natürliche Abgänge zu begründen ist. Durch die gezielte Entnahme der Fichte und der Förderung von klimafitten Zukunftsbaumarten durch den Forstdienst entwickeln sich die Wälder in den Tieflagen je länger desto mehr in Richtung standortgerechte Bestockung mit Laubholzbeständen. Die Buche weist in den Tieflagen eine Zunahme von fast 5 %, die Ahornarten von ca. 3 % auf. Die Esche hingegen muss einen Rückgang um fast 4 % hinnehmen. Dieser Rückgang basiert v.a. auf der Krankheit des Eschentriebsterbens.

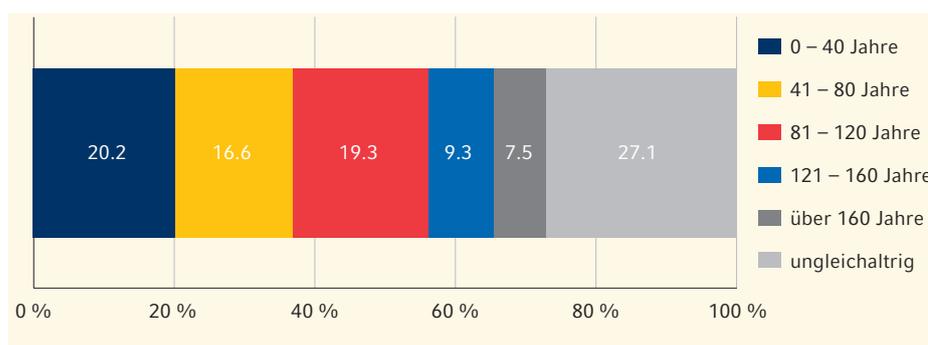


Baumartenverteilung nach Stammzahl (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Alt und Jung im Wald

Die Feststellung des Alters eines Baumes oder eines Waldbestandes ist häufig ein schwieriges Unterfangen. Auf den meisten Stichproben musste das Alter geschätzt werden, weil nur auf einem kleinen Teil der Flächen Jahrring- oder Astquirlzählungen möglich waren, welche eindeutige Ergebnisse liefern können. Das Bestandesalter ist eine Kenngrösse zur Beurteilung des Waldzustandes und seiner möglichen Entwicklung. Es ist aber nur beurteilbar, wenn mehr oder weniger alle Bäume eines Bestandes gleich alt sind. Sind Bäume mit verschiedenen Durchmesserklassen oder in mehreren Baumschichten vorhanden, wird der Wald als ungleichaltrig beschrieben. Dabei handelt es sich meist um gut strukturierte oder stufige Bestände.

Über ein Drittel des Waldes ist zwischen 0 und 80 Jahren alt. Ca. 29 % wird auf ein Alter zwischen 80 und 160 Jahren geschätzt. Knapp 8 % der Waldfläche sind über 160 Jahre alt. Die restlichen Wälder im Umfang von 27 % wurden als ungleichaltrig eingestuft.



Altersklassenverteilung (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Von besonderem Interesse sind die jüngsten Bestände im Alter von 0 bis 40 Jahren. Hier zeigt sich, in welche Richtung sich die Baumartenzusammensetzung in den nächsten Jahrzehnten entwickeln könnte.

In gewissen Beständen ist es ein Ziel, dass die Bäume ihr maximales Lebensalter erreichen können. Alte Bestände sind für verschiedene Vogel- oder Insektenarten wichtige Elemente ihres Lebensraumes. So profitieren diese Tierarten besonders von Altholzbeständen oder Naturwaldreservaten, welche mit dem Ziel ausgeschieden wurden, der natürlichen Waldentwicklung freien Lauf zu lassen. Ökologisch betrachtet ist der Wald dagegen jung: Im Vergleich zu Urwäldern fehlen ihm Bestände in der «zweiten» Lebenshälfte (über 120 Jahre) weitgehend.

Um – insbesondere im Schutzwald – Zeiten mit instabilem Wald zu vermeiden, wird bei der heutigen Waldbewirtschaftung möglichst keine gleichmässige Altersverteilung mehr angestrebt, sondern ein ungleichaltriger Dauerwald mit unterschiedlichen Baumarten in unterschiedlichen Alters- und Durchmesserklassen.

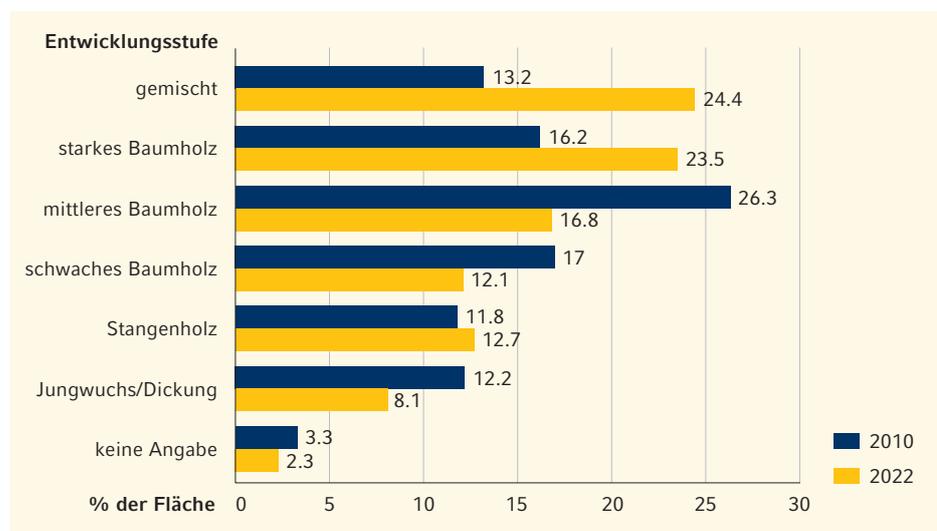
Dauerwald statt Klasseneinteilung

Mit verschiedenen Durchmesserklassen der Bäume wird der Wald in Entwicklungsstufen eingeteilt. Damit lässt sich indirekt auch der Altersaufbau des Waldes beschreiben.

| Entwicklungsstufe | Durchmesserklasse |
|--------------------|----------------------|
| Jungwuchs/Dickung | unter 12 cm |
| Stangenholz | 12 – 30 cm |
| Schwaches Baumholz | 31 – 40 cm |
| Mittleres Baumholz | 41 – 50 cm |
| Starkes Baumholz | über 50 cm |
| gemischt | verschiedene Klassen |

73 % der Waldfläche wurden von den Aufnahmeequipen einer Entwicklungsstufe zugeordnet. Davon fallen 21 % in die Kategorie Jungwald mit einem Durchmesser von weniger als 30 cm. Die mittleren Durchmesserstufen machen 29 % aus (schwaches Baumholz 12 %, mittleres Baumholz 17 %). 23 % lassen sich dem Starkholz mit über 50 cm BHD zuteilen.

Die restlichen 24 % der Wälder sind gemischte, ungleichförmige Bestände und umfassen stufige Bestände und kleinflächig verteilte Gruppen welche sich aus Bäumen mit verschiedensten Durchmessern zusammensetzen. Diese Bestände mit grosser Durchmesserstreuung sind gegenüber gleichförmigen Beständen besser gegen Naturereignisse gewappnet.



Veränderung der Entwicklungsstufe 2010 – 2022 (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).



Entwicklungsstufe nach Höhenlage, Flächenanteil (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Die im Zeitraum von 2010 bis 2022 erfolgte Verdopplung der Bestände mit gemischten Entwicklungsstufen bereitet dem Forstdienst Freude, wirkt sich doch in vielerlei Hinsicht positiv auf die Waldleistungen aus. Aus ökologischer Sicht begrüßenswert ist die Zunahme der Starkholzbestände. Ein erklärtes Ziel im zu bewirtschaftenden Schutzwald besteht darin, die Wälder entsprechend den waldbaulichen Zielsetzungen zu pflegen. Die bedeutet, dass in manchen Schutzwälder eher geringer Dimensionen und eine hohe Stammzahl das Ziel sind. Die Zunahme des starken Baumholzes auf einen Anteil von 23% ist somit zum einen als Herausforderung für die Waldpflege anzusehen und zum anderen als Segen für die Biodiversität.

Die Abnahme der Jungwuchs- und Dickungsflächen von 12% auf 8% scheint auf den ersten Blick negativ zu sein. Der Rückgang wird aber dahingehend interpretiert, dass die Waldverjüngung nicht mehr flächig aufkommt, sondern unter dem Kronenschirm eines Altbestandes. Dies wird durch die Zunahme der gemischten Bestände bestätigt.

Konkurrenz und Licht

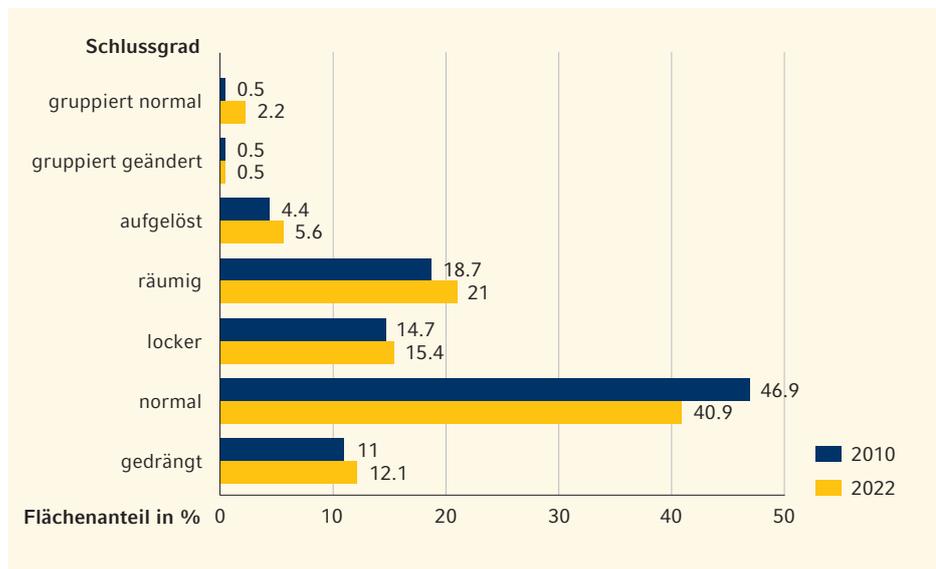
Im Bestand gibt der Schlussgrad Auskunft über Konkurrenzverhältnisse und den Standraum der Bäume. Er ist ein Mass für die gegenseitige Bedrängung der Baumkronen und gibt so Aufschluss über das Lichtangebot im Bestand.

Ein normaler Schlussgrad, bei dem sich die Baumkronen nicht oder nur leicht beeinflussen oder berühren, weist auf einen guten Pflegezustand der Wälder hin. Aktuell liegt diese Kategorie bei 41 % der Waldfläche.

Die lockeren und räumigen Bestände mit verschiedenen grossen Lücken zwischen den Bäumen machen 36 % der Waldfläche aus. 12 % der Waldbestände sind gedrängt. Solche sehr dichten und gedrängten Bestände sind unerwünscht, da die Bäume so nahe beieinanderstehen, dass sich die Kronen deformieren, verkürzen oder einseitig wachsen. Der Bestand ist in der Folge weniger stabil gegen Wind und Schneedruck. Solche Wälder weisen häufig auch weniger Bodenvegetation auf, Bodenbildungsprozesse sind verlangsamt. Sie sind damit ungeeignet für Tier- und Pflanzenarten, die Licht und Wärme benötigen, und sie bieten dem Wild weniger Äsung, was das Risiko des Wildverbisses an der spärlichen Verjüngung erhöht.

Bestände mit kleinräumigen Strukturen und Jungwuchs in der Unterschicht sind aus Stabilitätssicht zu begrüssen (Nendeln).

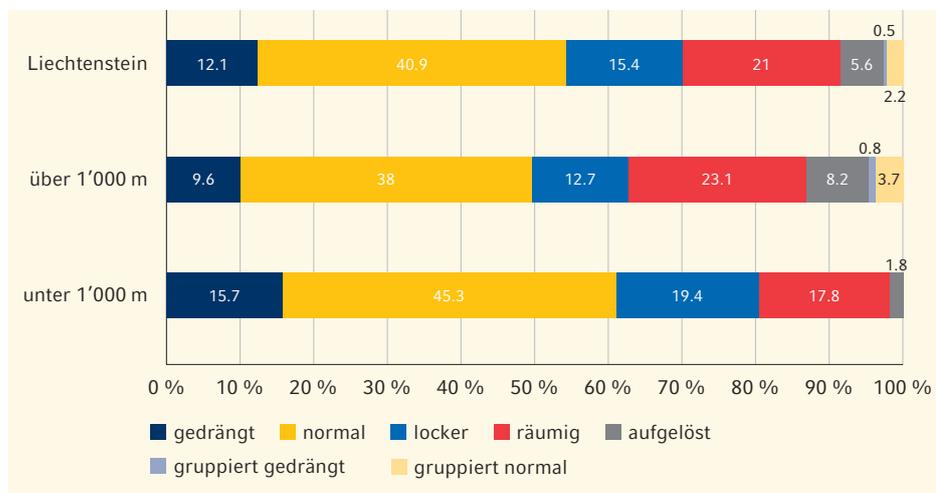




Veränderung des Schlussgrads 2010 – 2022 (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald, gemeinsames Netz).

In den Hochlagen hat es naturgemäss mehr räumige Bestände als in den Tieflagen. Dies lässt sich mit den mit zunehmender Höhe schwieriger werdenden Wachstumsbedingungen erklären. Ebenfalls in den Hochlagen sind Bestände anzutreffen, in denen mehrere Bäume in Gruppen zusammenstehen, um sich so gegenseitig Stabilität zu geben.

In den Tieflagen sind hingegen vermehrt gedrängte Bestände anzutreffen, in denen das Kronendach so dicht ist, dass keine weiteren Bäume mehr in die Oberschicht einwachsen können. Vor allem der Laubwald versucht so, die Lichtausbeute der dominierenden Bäume zu optimieren, indem das Kronendach rasch geschlossen wird.



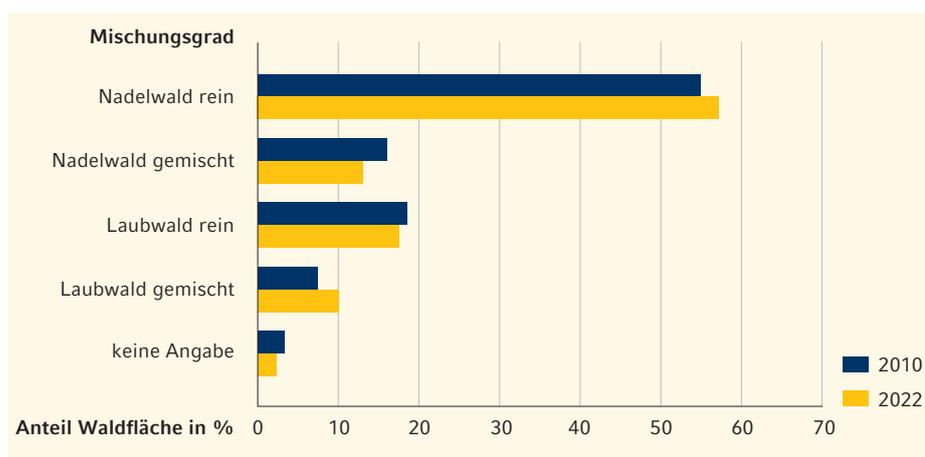
Schlussgrad nach Höhenstufe, in Prozent der Waldfläche (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Geringe Veränderungen beim Mischungsgrad

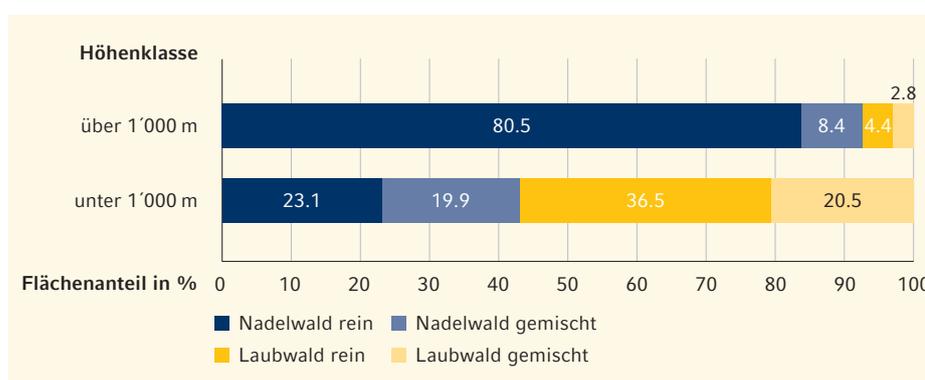
Der Mischungsgrad beschreibt die Aufteilung eines Bestandes in Nadel- und Laubholz. Gemäss Definition liegt in reinen Nadelwäldern der Anteil von Nadelbäumen bei über 90%, in den gemischten Nadelwäldern zwischen 51% und 90%. Analog wird das Laubholz eingeteilt.

Im LWI 2022 sind 17.5% des Waldes reine Laubwälder, 10% sind gemischte Laubwälder, 13% sind gemischte Nadelwälder, 57.2% reine Nadelwälder. Auf ca. 2% der Flächen erfolgte keine Zuteilung (z. B. Schlagflächen). Die leichte Zunahme von reinen Nadelwäldern lässt sich vor allem auf die neu zu Wald gewordenen Flächen in den Hochlagen des Alpengebiets zurückführen, wo meist reine Fichten- oder Lärchenwälder aufkommen.

Reine Laub- oder Nadelwälder sind nicht grundsätzlich als negativ zu bewerten. Sowohl Buchenwälder in den Tieflagen als auch Fichtenwälder in den Hochlagen können von Natur aus so dominieren, dass keine anderen Baumarten aufkommen können.

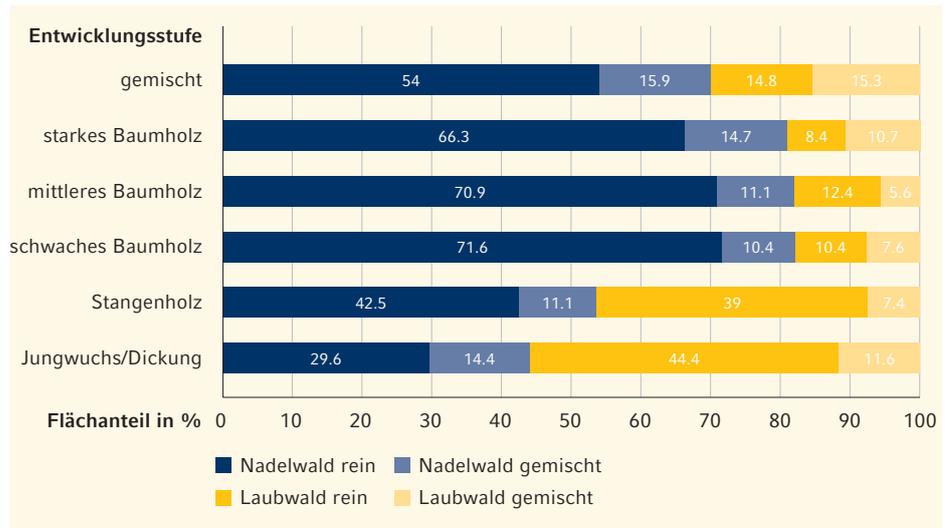


Veränderung Mischungsgrad (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).



Mischungsgrad nach Höhenlage (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Gemäss Waldstandortkartierung würden in Liechtenstein die Waldgesellschaften im Naturzustand zu etwa 40% aus Nadelwäldern bestehen⁸. Weitere 35% wären naturgemäss Buchenwälder, knapp 5% Laubwälder aus Esche, Ahorn, Linde oder Eiche, ca. 8% wären Tannen-Buchenwälder. Dazu kommen noch 12% Legföhren- und Alpenerlenbestände. Es herrscht aktuell also immer noch ein Überschuss an Nadelwald, der langfristig zugunsten des Laubwaldes reduziert werden soll.



8 Schmider und Burnand 1988.

Mischungsgrad je Entwicklungsstufe, Flächenanteile (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

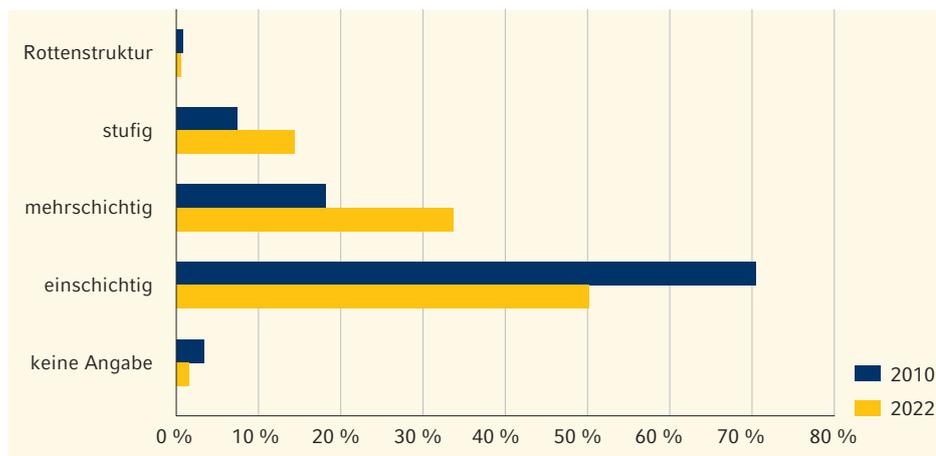
Waldbauliche Zielsetzungen wie Mischungsgrad oder der Bestandesaufbau werden im Modell anschaulich aufgezeigt. (Waldtage 2023, Schaan)



Mehrschichtige Bestände zunehmend

Der vertikale Aufbau eines Waldes wird mit der Bestandesstruktur beurteilt. Sie wird durch die Anteile der einzelnen Schichten innerhalb eines Bestandes definiert. Eine Schicht bilden alle Bäume, die einen gemeinsamen Kronenraum haben. Einschichtige Bestände gehen oft aus grösseren Schlag- oder Schadenflächen hervor, bei denen alle Bäume dasselbe Alter aufweisen. Bestände mit mehrschichtiger, stufiger oder rottenförmiger Struktur sind weniger anfällig auf Störungen als einschichtige Bestände. Mehrschichtige oder stufige Bestände beherbergen ausserdem in der Regel deutlich mehr Pflanzen- und Tierarten und sind daher auch aus Sicht der Ökologie zu begrüssen.

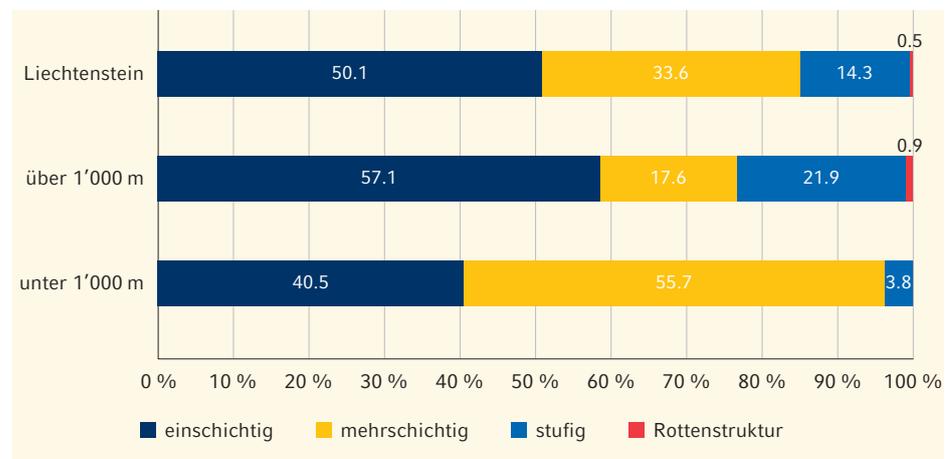
Es ist deshalb als sehr positiv zu werten, dass der Anteil an einschichtigen Beständen von 71% der Wälder im Jahr 2010 auf 50% im Jahr 2022 zurückgegangen ist. Im Umkehrschluss haben sich dafür die Anteile von mehrschichtigen (33.6%) oder gar stufigen (14.3%) Beständen erhöht. Diese Veränderung hängt auch mit dem angewendeten Dauerwaldsystem zusammen, in dem keine grossflächigen Holzschläge zur Anwendung gelangen.



Bestandesstruktur, Veränderung 2010 – 2022 (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Die Bestandesstruktur verknüpft mit der Höhenlage zeigt, dass der Anteil von einschichtigen Beständen in den Hochlagen einiges höher ist als den Tieflagen. Dies lässt sich v.a. mit der natürlichen Tendenz der Fichte in Zusammenhang bringen, welche dazu tendiert, einschichtige Bestände auszubilden.

Auch in Tieflagen sind einschichtige Bestände regelmässig anzutreffend, so z. B. reine Buchenwälder.



Bestandesstruktur nach Höhenlage, in % der Waldfläche (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Waldbauliches Ziel sind standortgerechte, strukturreiche Mischwälder mit hoher Anpassungsfähigkeit und genetischer Vielfalt. Sie werden den gegenwärtigen Anforderungen und künftigen Herausforderungen am besten gerecht. Mischwälder bieten bessere Voraussetzungen, sich an Umweltveränderungen anzupassen und waldbauliche Risiken wie Sturm, Schaderreger und Baumkrankheiten auszugleichen. Mischwälder sind vorteilhaft für den Waldboden und die Biodiversität. Neben ästhetisch ansprechenden Waldbildern bieten sie verschiedene Lebensräume und sind damit Voraussetzung für eine artenreiche Fauna und Flora.

Der Klimawandel und seine Folgen treffen auch den Wald. Daher ist eine vorausschauende und naturnahe Waldbewirtschaftung zur Stabilisierung und eine Anreicherung der Wälder mit verschiedenen Baumarten zur Förderung der Resilienz extrem wichtig. (Weiterbildung im Forstgarten Rodels 2023)



Die Klimaerwärmung geht auch am Liechtensteiner Wald nicht spurlos vorüber. Wärmeliebende Pflanzen dringen in höhere Lagen vor. Eichennaturverjüngung auf 1450 m ü. M., nordostseitig.



4. Waldverjüngung

Der Wald sollte sich selbst verjüngen

Es müssen laufend junge Bäume nachwachsen, damit ein Wald dauerhaft bestehen kann. Geschieht dies ohne menschliches Zutun, spricht man von Naturverjüngung. Künstliche Verjüngung beschreibt hingegen die Anpflanzung oder Ansaat mit Bäumen aus Baumschulen, z.B. dem Landesforstbetrieb.

Naturverjüngung hat viele Vorteile und ist darum heute die häufigste angewandte Verjüngungsmethode. Wichtigste Voraussetzung ist hier das Vorhandensein einer genügenden Anzahl von Mutterbäumen, welche die Samen liefern.

Im Wald vergehen Jahrzehnte, bis aus einem Samen ein Baum gewachsen ist. In Schutzwäldern, die Gebäude und Infrastrukturen vor Lawinen, Steinschlag und anderen Naturgefahren schützen, ist es wichtig, stufige Bestände mit ausreichend Verjüngung zu haben. Daher werden junge Bäume aus dem Pflanzgarten oft an Standorten mit schwierigen Anwuchsbedingungen (z.B. starke Konkurrenzvegetation, Wildverbiss) angepflanzt und vor Verbiss geschützt, oder sie werden in Bestände eingebracht, in denen die Baumartenzusammensetzung nicht standortgerecht ist.

Die Rahmenbedingungen für die Waldverjüngung werden aufgrund des Klimawandels zukünftig herausfordernder. Starkniederschläge, Trockenheitsphasen und Spätfröste werden vermehrt auftreten. Die Vegetationszeit wird sich wahrscheinlich verlängern. Gleichzeitig steigt der menschengemachte Stickstoffeintrag in den Wald. Dies führt zu einer Versauerung des Bodens, Nährstoffe werden ausgewaschen. Langfristig schwächt das den Wald und macht ihn anfällig gegen Störungen⁹. All das wirkt sich auf den Wald und seine Funktionen aus. Daher ist es situativ angebracht, zukunftsfähige Baumarten mittels künstlicher Verjüngung einzuführen, welche sich den veränderten Rahmenbedingungen besser anpassen können.

| | Naturverjüngung | Gemischte Verjüngung | Pflanzung |
|------|-----------------|----------------------|-----------|
| 2022 | 94 % | 4 % | 2 % |

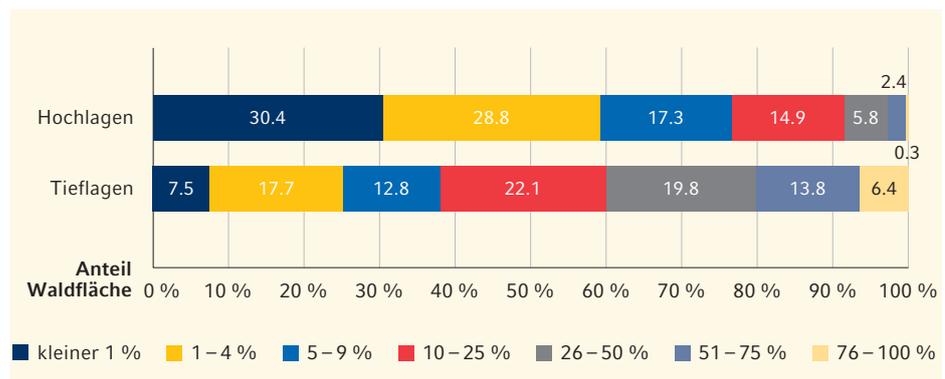
Art der Waldverjüngung in Prozent der Waldfläche (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald; nur Waldflächen mit >1 % Verjüngung).

Die Waldverjüngung als Sorgenkind

Die Sicherung der nächsten Waldgeneration ist die wichtigste waldbauliche Zielsetzung überhaupt. Nur durch einen ausreichend hohen Jungwaldanteil ist gewährleistet, dass z. B. die Schutzleistung eines Waldes flächendeckend und ohne zeitlichen Unterbruch erbracht werden kann. Dies ist in Liechtenstein auf Grund der hohen Schalenwildbestände nur auf einer Teilfläche des Waldes möglich. Dazu kommen weitere Faktoren wie Trockenheit oder Hitze die negativ auf Jungpflanzen wirken.

Die Waldverjüngung wird im LWI über den Verjüngungsdeckungsgrad ermittelt. Dieser wurde innerhalb der Interpretationsfläche in sieben Stufen eingeteilt. Ein Deckungsgrad unter 5% wird als ungenügend betrachtet, ein Wert zwischen 5% und 9% als knapp

genügend. Die Ergebnisse sind aus waldbaulicher Sicht wenig erfreulich: auf 21 % aller Stichproben ist keinerlei Verjüngung vorhanden. Auf 40 % der Flächen bedeckt die Verjüngung weniger als 10 % der Fläche. Nur auf 10 % der Flächen ist der Verjüngungsdeckungsgrad grösser als 50 % und kann als gesichert betrachtet werden. In den Hochlagen weisen drei Viertel aller Flächen einen Verjüngungsdeckungsgrad von weniger als 10 % aus. In den Tieflagen beträgt dieser Verjüngungswert 38 %, was auf die dort herrschenden milderen Klimabedingungen mit besseren Wachstumsmöglichkeiten für junge Pflanzen und der geringere Druck des Schalenwildes zurückzuführen ist.



Verjüngungsdeckungsgrad (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Tausende Jungbäume nötig für einen stabilen Wald

Neben Flächenwerten, welche auf der Interpretationsfläche der Stichprobe geschätzt werden, wird in einem separaten Probeflächenkreis der Jungwald erfasst. Dabei werden alle lebenden Holzpflanzen in verschiedenen Klassen (s. Seite 22) gezählt. Im zugänglichen Wald ohne Gebüschwald liegt die so erfasste Stammzahl bei 15'100 Stk./ha. Im Jahr 2010 waren es noch 18'800 Stk./ha. Somit ergibt sich eine deutliche Abnahme der Verjüngung, welche hauptsächlich auf die Tieflagen (< 1'000 m ü. M.) und zu einem grossen Teil auf den Rückgang von Buchen und Eschen zurückgeht. Bei der Esche dürfte die Pilzkrankheit Eschentriebsterben dafür verantwortlich sein, bei der Buche ist die Interpretation schwierig.

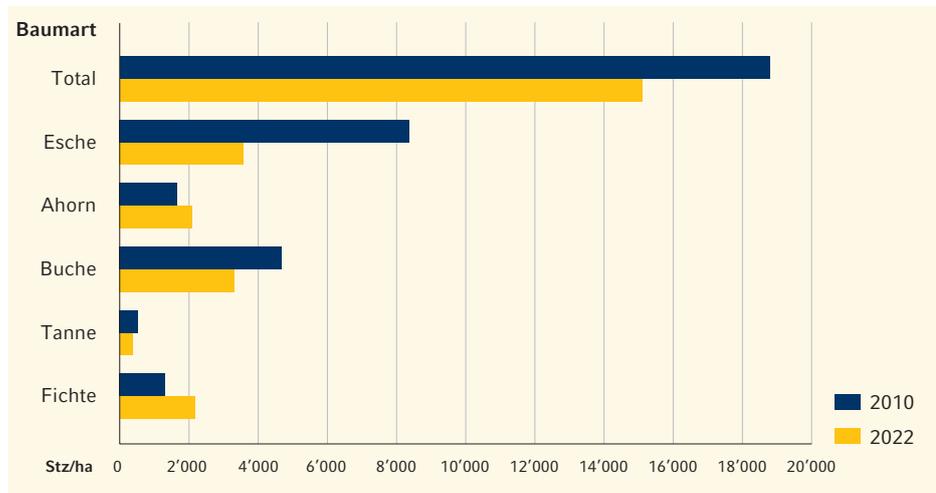
Grössenklasse Jungwalderhebung

1. Jungwald-Höhenklassen

- a) 10 – 39cm hoch
- b) 40 – 129cm hoch

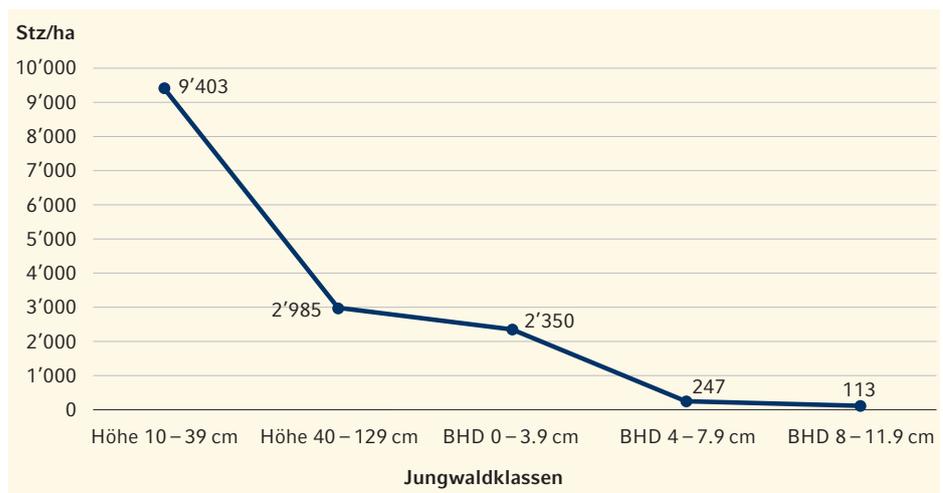
2. Jungwald-Durchmesserklassen

- a) 0 – 3.9cm BHD
- b) 4 – 7.9cm BHD
- c) 8 – 11.9cm BHD



Stammzahl im Jungwald (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald, Vergleich 2010/2022).

Die natürliche Sterblichkeit sowie äussere Einflussfaktoren, z. B. Verbiss des Gipfeltriebes durch Wildhuftiere, Pilzkrankheiten oder Schäden durch Schnee, Frost oder Steinschlag, reduzieren die Anzahl der Pflanzen im Jungwald stark. Von knapp 9'400 Pflanzen pro Hektare in der Jungwald-Höhenklasse 10 – 39 cm verschwindet ein Grossteil der Bäume im Laufe der Zeit, so dass in der Jungwald-Durchmesserklasse 8 – 12 cm noch knapp über 100 Bäume vorhanden sind. Aus dieser Stammzahlabnahmekurve wird ersichtlich, dass es sehr viele Jungbäume braucht, damit ein zukunftsfähiger Waldbestand entstehen kann.



Stammzahlabnahmekurve im Jungwald (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Forstwerte und Forstwertinnen kümmern sich um öffentliche und private Wälder. Sie fällen und pflanzen Bäume, pflegen Waldwege und errichten Schutzvorrichtungen gegen Schäden durch Tiere oder Unwetter. Sie tragen zur Holzverwertung, zur Vielfalt der Baumarten und zur Entwicklung des Lebensraums von Tieren und Pflanzen bei.



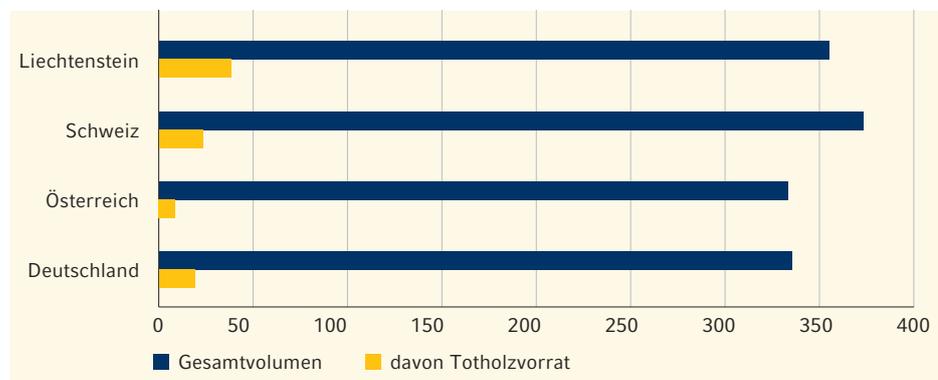
5. Holzproduktion

Geringe Veränderung des Holzvorrates

Der aktuelle Aufbau des Waldes ist das Ergebnis der Waldbewirtschaftung und natürlicher Ereignisse der vergangenen Jahrzehnte. Mit den Inventuren LWI 1986, 1998, 2010 und 2022 wird die Waldentwicklung der letzten 36 Jahre betrachtet. Vorrat, Zuwachs, Mortalität und Nutzung sind dabei wichtige Kenngrößen, um beispielsweise Aussagen zur Produktivität von Wäldern oder zur Nachhaltigkeit der Holznutzungen zu machen. Für die Berechnung dieser Veränderungsgrößen sind die Daten von zwei Aufnahmezeitpunkten bzw. Inventuren nötig. Die Unterschiede werden pro Baum ermittelt. Dies bedeutet, dass Aussagen zur Entwicklung oder Veränderung dieser forstlichen Kenngrößen nur auf Stichproben möglich sind, die zu beiden Inventurzeitpunkten Waldflächen sind. Neu eingewachsene Waldflächen werden somit bei Zeitreihen nicht berücksichtigt.

Die Holzmenge im Wald wird unterschieden zwischen Vorrat, der nur die lebenden Bäume umfasst, und Gesamtholzvolumen, das lebende und tote Bäume umfasst. In beiden Gruppen werden nur Bäume mit einem Durchmesser von mehr als 12 cm BHD berücksichtigt.

Das Gesamtholzvolumen liegt im Liechtensteinsichen Wald bei etwa 1.86 Mio. m³. Umgerechnet auf die zugängliche Waldfläche ohne Gebüschwald ergibt dies einen Durchschnitt von 356 m³/ha. Davon sind 39.2 m³/ha Totholz, was ca. 11 % des Gesamtholzvolumens entspricht.

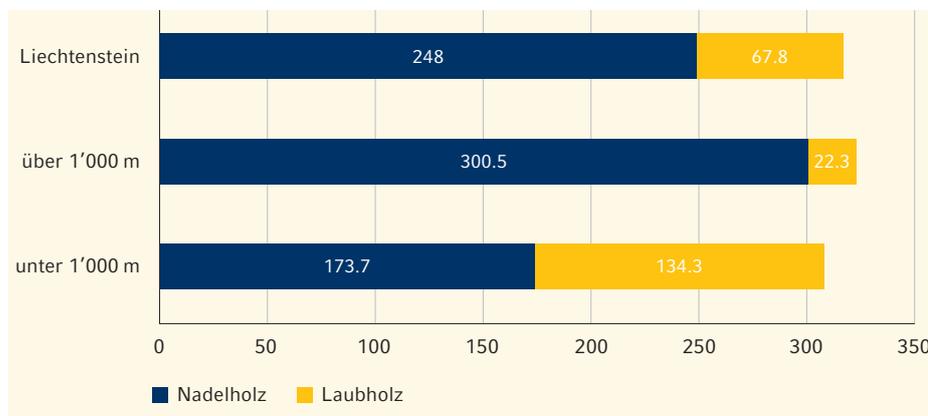


| | Liechtenstein | Schweiz ¹⁰ | Österreich ¹¹ | Deutschland ¹² |
|-------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Gesamtholzvolumen | 356 m ³ /ha | 374 m ³ /ha | 335 m ³ /ha | 336 m ³ /ha |
| davon Totholz | 39.2 m ³ /ha | 24 m ³ /ha | 9.6 m ³ /ha | 20.6 m ³ /ha |

Im Vergleich zum LWI 2010 hat sich das Gesamtholzvolumen um 12 m³/ha auf nunmehr 356 m³/ha erhöht. Dies lässt sich je etwa zur Hälfte auf den Zuwachs von lebenden Bäumen sowie die Zunahme an Totholz aufteilen.

Der Vorrat (ohne Totholz) von 317 m³/ha setzt sich über das ganze Land gesehen aus 21.4 % Laubbäumen und 78.6 % Nadelbäumen zusammen. Der Nadelholzanteil liegt in den Hochlagen bei 93 %, in den Tieflagen bei 56 %.

10 www.lfi.ch
 11 www.waldinventur.at
 12 www.bundeswaldinventur.de



Vorrat in m³ (ohne Totholz; zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Häufigste Baumart mit einem Vorratsanteil von 55.3% ist die Fichte. Mit Ausnahme der Buche (12.3%) weisen alle anderen Baumarten einen Vorratsanteil von weniger als 10% auf.

Der Vergleich der Vorratsanteile der einzelnen Baumarten 2010 und 2022 zeigt, dass

- der Fichtenanteil in den Tieflagen von 33% auf 31% zurückgegangen ist,
- der Tannenanteil in beiden Höhenstufen gleichgeblieben ist,
- die Lärche in beiden Höhenstufen um 1% zugenommen hat,
- der Buchenanteil in den Tieflagen um 4.5% zugenommen hat,
- die Esche besonders in den Tieflagen abgenommen hat (minus 2.5%),
- die anderen Baumarten keine relevanten Unterschiede aufweisen (weniger als 2% Veränderung).

Zuwachs und Mortalität

Zuwachs und Mortalität sind wie folgt definiert:

- Zuwachs¹³: umfasst die Zunahme des Holzvolumens zwischen den Inventuren inklusive Einwuchs. Als Einwuchs werden Bäume bezeichnet, welche zwischen den Inventuren (von 2010 und 2022) die Kluppschwelle von 12cm BHD überschritten haben. Zusätzlich wird die berechnete Volumenzunahme aller genutzten und abgestorbenen Bäume während der halben Inventurperiode dazugezählt.
- Nettozuwachs: umfasst den Zuwachs abzüglich der Mortalität.
- Mortalität: ist das Holzvolumen aller Bäume und Sträucher ab 12cm BHD, die zwischen zwei Inventuren abgestorben (z. B. durch Windwurf oder Insekten) oder verschwunden sind (z. B. durch Lawinen), aber nicht forstlich genutzt wurden.

Das Wachstum eines Baumes ist abhängig von den Standortbedingungen (Höhenlage, Klima oder Bodenverhältnisse etc.) und hat einen je nach Baumart typischen Altersverlauf. Es gibt schnell wachsende und langsam wachsende Baumarten. Deshalb bestimmen die Altersstruktur und die Baumarten-Zusammensetzung des Waldes den durchschnittlichen Holzzuwachs.

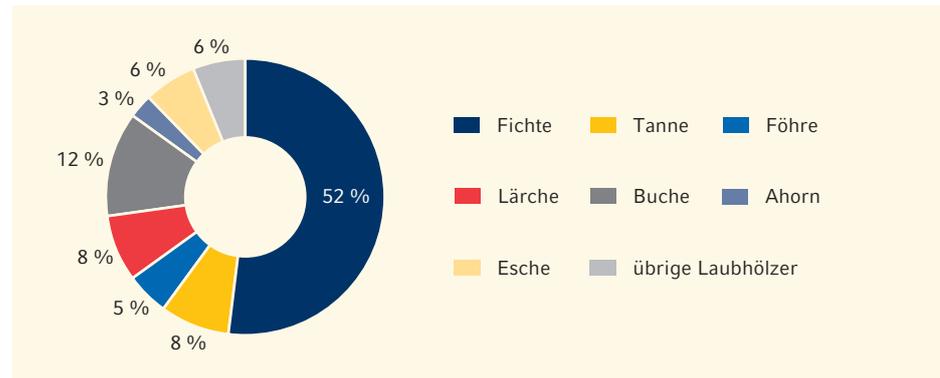
13 Im LWI identisch mit Begriff Bruttozuwachs.

Der Nadelholz-Anteil im Liechtensteiner Wald liegt in Bezug auf den Vorrat bei 78.6 %. Die Lärche blüht zwischen März und Mai. Die weiblichen Blüten sind etwa 10 bis 20 mm gross, rosa- bis dunkelrot gefärbt.



Zwischen 2010 und 2022 sind jährlich rund 32'100m³ Holz nachgewachsen¹⁴. Dies entspricht einem Zuwachs von 6.4m³ / ha*Jahr (im Vergleich zur Schweiz mit 8.5m³ / ha*J¹⁵ und Österreich mit 8.9m³ / ha*J¹⁶).

52 % des Zuwachses wird von der Fichte geleistet, der Anteil aller Nadelhölzer liegt bei 73 %.



Zuwachs nach Hauptbaumarten, prozentuale Verteilung (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

- 14 Bruttozuwachs mit Einwuchs.
 15 Quelle: www.lfi.ch.
 16 Quelle: Die österreichische Waldinventur. Datengrundlage 2016/18.

Die Fichte ist mit grossem Abstand der meistgenutzte Baum in Liechtenstein, sie leidet jedoch stark unter dem Klimawandel, weil sie mit der zunehmenden Erhitzung und zugleich abnehmenden Feuchte im Sommer nicht gut zurechtkommt.



Zukunft Fichte¹⁷

Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Fichte heute die wichtigste Baumart im Wald. Ihr Holz findet aufgrund der guten technischen Eigenschaften besonders im Bausektor breite Verwendung. Aufgrund der guten CO₂-Bilanz des nachwachsenden Baustoffs Holz erfreut sich das Bauen mit Holz steigender Beliebtheit. Allerdings gilt die Fichte, besonders auf nicht standortgerechten Standorten, als anfällige Baumart betreffend Folgen des Klimawandels, insbesondere gegenüber Sturmereignissen und Trockenheit. Gleichzeitig spielt sie eine wichtige Funktion bei der Sicherstellung der Schutzleistung des Waldes gegenüber Steinschlag und Lawinen in den Hochlagen. Vor allem in den Tieflagen wird sich die Forstwirtschaft auf andere Baumarten als die Fichte ausrichten müssen, um standortgerechte Bestände zu erreichen. Während einer Übergangsphase sind Mischbestände mit Fichte und anderen Nadelhölzern jedoch weiterhin vorhanden (z.B. Durchforstungen von Fichtenbeständen mit dem Ziel, Laubholz zu fördern). Diese minimieren nicht nur das Risiko im Hinblick auf das sich ändernde Klima, sondern zeichnen sich auch durch eine höhere Biodiversität und im Idealfall durch eine höhere Wertschöpfung und Schutzwirkung aus.

Der Zuwachs von 32'100 m³ pro Jahr ergibt pro Stunde ein nachwachsendes Holzvolumen von 3.6 m³, was den Ausmassen eines Holzwürfels mit einer Kantenlänge von rund 1.53 m entspricht.

Entsprechend den natürlichen Wuchsverhältnissen ist der Zuwachs in den Tieflagen (7.9 m³ / ha*J) um einiges höher als in den Hochlagen (5.4 m³ / ha*J).

| Zuwachs in m ³ / ha*J | Tieflagen | Hochlagen | Liechtenstein |
|----------------------------------|------------|------------|---------------|
| Nadelholz | 4.0 | 5.0 | 4.6 |
| Laubholz | 3.9 | 0.4 | 1.8 |
| Total | 7.9 | 5.4 | 6.4 |

Zuwachs (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald)

Waldpflege und nachhaltige Holznutzung

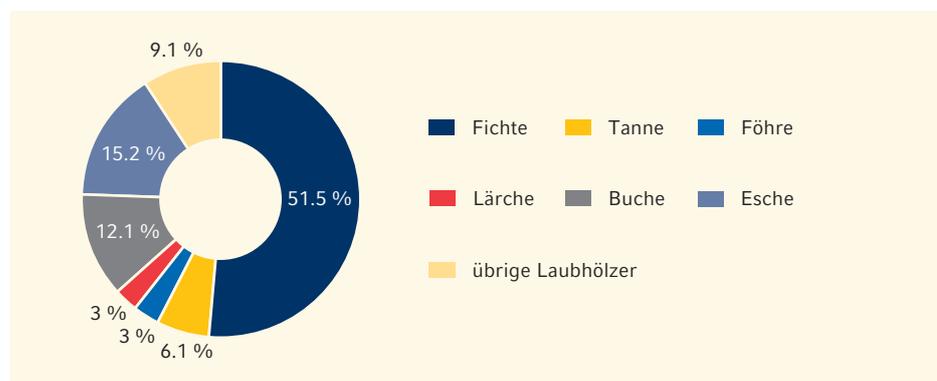
Holz ist in vielerlei Hinsicht ein einzigartiger Roh- und Baustoff. Aufgrund der topographischen Verhältnisse, der vorhandenen Erschliessung und Berücksichtigung von ökologischen Werten ist dies nicht überall möglich oder sinnvoll. Im Gegensatz zu früher spielt der Holzpreis in Liechtenstein heute keine grosse Rolle mehr: ein Holzschlag ist häufig defizitär, während früher, bei besseren Holzpreisen und tieferen Ernte- und Personalkosten, eher ein Anreiz bestand, die Nutzungsmenge zu steigern.

Die Nachhaltigkeit der Nutzung steht immer im Vordergrund: über einen bestimmten Zeitraum darf nicht mehr als die in dieser Zeit zuwachsende Holzmenge aus dem Wald entnommen werden. Eine zu geringe Nutzung kann aber ebenso nicht nachhaltig sein, wenn alle Aspekte der Nachhaltigkeit berücksichtigt werden (z.B. Schutzleistung in Steinschlagschutzwäldern, Verdunklung der Bestände mit Folgen für lichtbedürftige Tier- und Pflanzenarten). Es ist also je nach Ausgangslage und Zielsetzung für einen Waldteil, von angepassten Nutzungsmengen auszugehen.

«Nutzung und Mortalität» bezeichnet im LWI das Schaftholzvolumen aller Bäume, die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Inventuren genutzt wurden, abgestorben oder verschwunden sind.

Die Nutzung (Eingriffe durch den Forstdienst, ohne natürliche Mortalität) zwischen 2010 und 2022 liegt bei $3.3 \text{ m}^3 / \text{ha} \cdot \text{Jahr}$. Davon entfällt mehr als die Hälfte auf die Fichte und 12% auf die anderen Nadelholzarten. Der Laubholzanteil der Nutzung liegt bei 36%. Im Vergleich zum Vorratsanteil des Laubholzes (22%) ist die Nutzung von Laubholz erhöht. Dies lässt sich v.a. auf die Nutzung der Esche, aufgrund des Eschentriebsterbens, in den Tieflagen zurückführen.

Im Wald gibt es immer auch natürliche Absterbeprozesse. Die Menge der abgestorbenen und auf der Fläche verbleibenden Bäume (nicht genutzt) sowie die entwurzelten und mitgerissenen Bäume (z. B. durch Hangrutschungen oder Lawinen) werden unter dem Begriff natürliche Mortalität zusammengefasst. Dieser natürliche Abgang beträgt $2.2 \text{ m}^3 / \text{ha} \cdot \text{Jahr}$.



Jährliche Nutzung nach Baumart und $\text{m}^3/\text{ha}/\text{J}$ (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald, Veränderung 2010–2022).

Der Vergleich der forstlichen Nutzung im Umfang von 16'600m³ mit dem Zuwachs (32'100 m³) zeigt, dass die Wälder über das ganze Land gesehen keinesfalls übernutzt werden. So wurden zwischen 2010 und 2022 nur knapp über 51% des Zuwachses abgeschöpft, wobei hier je nach Baumart grosse Unterschiede herrschen.

Wird auch die natürliche Mortalität einbezogen, ergibt sich eine jährliche Abgangsmenge (Nutzung und Mortalität) von 27'600m³. Auch unter diesem Aspekt wird der Zuwachs nicht ausgeschöpft.



Vergleich Nutzung inkl. Mortalität und Zuwachs zwischen 2010 und 2022, in m³ Holz total (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald, gemeinsames Netz 2010/2022).

Die jährliche Nutzungsmenge richtet sich nach Holzzuwachs, Bestandeszielen sowie Störungen durch Schnee und Wind oder Borkenkäfer. (Forstwartlehrling, Schaan)



Der Wald ist ein hervorragender Steinschlagschutz. Das zeigt sich auch in der grossen Anzahl der durch Steinschlag beschädigten Bäume, welche im LWI 2022 festgestellt wurden.



6. Waldgesundheit

Jeder dritte Baum mit Schadenspuren

Der Wald ist einer Vielzahl von meist natürlichen Gefährdungen ausgesetzt wie beispielsweise Lawinen, Stürmen oder Steinschlag. Dazu kommen Lebewesen wie Insekten, Pilze, Bakterien oder Wildtiere, welche die Gesundheit eines Baumes beeinträchtigen können. Auch der Mensch kann einen Baum negativ beeinträchtigen, z. B. durch Holzernteschäden, Schnitzereien o.ä.

Rund zwei Drittel der gemessenen Bäume weisen keine sichtbaren Schäden auf. Mit knapp 11 % aller Bäume sind offene Holzwunden im Stammbereich das am häufigsten anzutreffende Schadenbild. Die übrigen Schäden wie Harzfluss, Stammbruch, Gipfeldürre etc. spielen nur eine untergeordnete Rolle. Solche Schäden haben teilweise weder auf den Wald als Ökosystem noch auf dessen Leistungen Auswirkungen, sind also nicht immer negativ zu bewerten. Sie können im Gegenteil auch als Mikrohabitate für weitere Tier- oder Pflanzenarten dienen oder lassen Licht auf den ansonsten dunklen Waldboden fallen.

| Stammzahl nach Schadensbild | in % |
|-----------------------------|------|
| kein sichtbarer Schaden | 67.4 |
| freigelegter Holzkörper | 11.1 |
| Harzfluss | 2.9 |
| Kronenverlichtung > 50% | 1.7 |
| Schaftbruch | 1.2 |
| Gipfeldürre | 1.1 |
| Riss, Leiste | 0.3 |
| Krebs | 0.2 |
| Rindennekrose | 0.1 |
| anderer Schaden | 0.9 |

Schadensbild (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald)

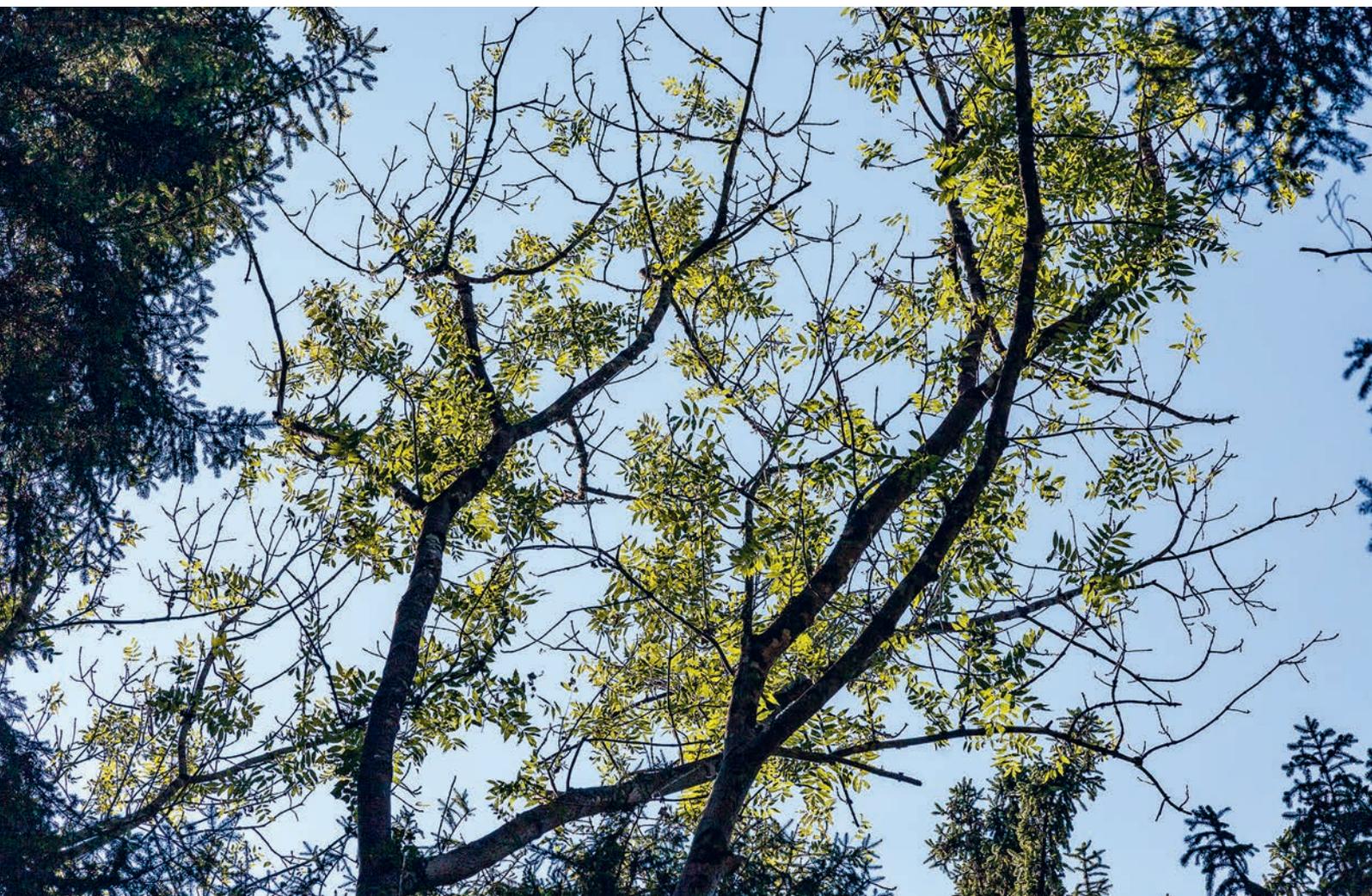
Eschentriebsterben¹⁸

Das Eschentriebsterben wird durch einen aus Ostasien stammenden Pilz namens «Falsches Weisses Stängelbecherchen» verursacht. In Asien besiedelt er als harmloser Blattpilz die dort heimischen Eschenarten. Vermutlich wurde der Pilz mit befallenen Eschenpflanzen nach Europa eingeschleppt. In Liechtenstein wurden 2011 erstmals befallene Individuen entdeckt. Die Pilzsporen infizieren im Sommer die Blätter des Baumes. Von diesen aus dringt der Erreger in die Triebe vor. Dort entwickeln sich die typischen, olivbraun bis orange verfärbten Rindennekrosen, die zum Absterben der Triebe führen.

Das Baumalter hat keinen Einfluss auf die Resistenz gegen den Pilz: Vom Jungbaum bis zum Altholz ist fast jede Esche betroffen. Die Krankheit führt innerhalb von wenigen Jahren zum kompletten Absterben der Bäume. Es gibt keine praxistauglichen Massnahmen zur Eindämmung oder Bekämpfung der Krankheit. In verschiedenen Eschenbeständen findet man jedoch immer wieder einzelne Eschen, die gar keine oder nur sehr geringe Krankheitssymptome aufweisen. Aufgrund dieser Beobachtungen schätzt man, dass etwa ein bis fünf Prozent der Eschen dank ihrer genetischen Veranlagung weniger anfällig oder gar resistent gegenüber der Pilzkrankheit sind und so den Fortbestand der Baumart sicherstellen können.

18 Quelle: Rigling et. al. (2016).

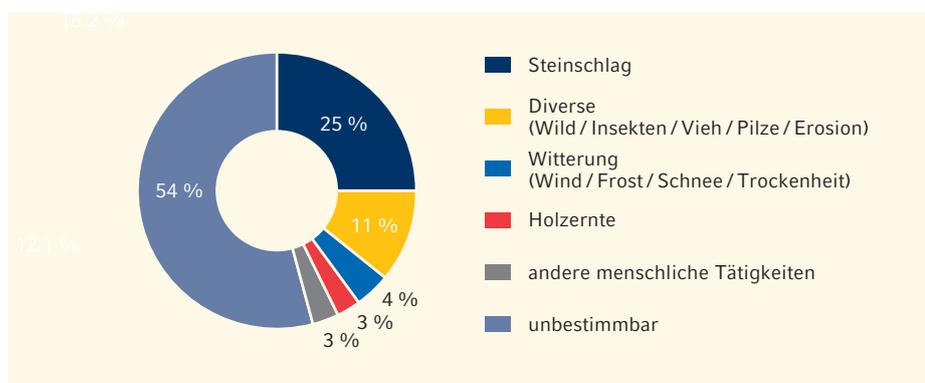
Seit einigen Jahren führt ein durch einen Pilz ausgelöstes Triebsterben zu einer auffälligen Kronenverlichtung bei der Esche.



Steinschlag als Schadensursache im Stammbereich

Die exakte Zuordnung einer Ursache zu einem Schaden ist oft schwierig, da das Ereignis nicht direkt beobachtet wurde. Häufig können verschiedene Ursachen vorliegen. Diese Unsicherheit kommt durch den hohen Anteil von 54 % an Schäden zum Ausdruck, welchen nicht eindeutig einer Ursache zugeordnet werden konnten.

Steinschlagereignisse sind mit 25 % aller Schäden die grösste Schadensursache. 11 % der Schäden werden durch Lebewesen wie Wildtiere, Insekten oder Pilze verursacht, weitere 6 % durch menschliche Aktivitäten wie Holzernte oder Schnitzereien. 4 % der Schäden entstehen durch Witterungseinflüsse wie Wind, Trockenheit oder Schneedruck.



Schadenursachen an Bäumen (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Neben den Schäden, die am Einzelbaum festgestellt werden, gibt es auch Hinweise auf flächige Gefährdungen, denen der Wald ausgesetzt ist. Ganze Bestände können durch Hangrutschungen, Erosion, Steinschlag oder Schneebewegungen geschädigt oder zerstört werden. Solche Belastungen wirken sich meistens negativ aus, beispielsweise wenn junge Bäumchen durch Schneegleiten talwärts gedrückt oder ganz ausgerissen werden.

Auf 10 % der Flächen wurden Spuren von Rutschungen mit mehr als 100m² Ausmass festgestellt, auf 28 % waren Steinschlagspuren ersichtlich und auf 30 % der Flächen sind Schneebewegungen vorhanden, welche einen negativen Einfluss auf die ungestörte Waldentwicklung haben.

Hirsch, Reh und Gams beeinflussen den Waldzustand

Schalenwild wie Reh und Hirsch gehören zum Ökosystem Wald. Sie ernähren sich auch von Trieben der jungen Waldbäume oder von Baumrinde. Der Bestand an Schalenwild ist für eine gesunde Entwicklung der Waldverjüngung in grossen Teilen des Waldes zu hoch. Das dadurch entstehende Verjüngungsdefizit ist vor allem im Schutzwald ein Problem.

In den Hochlagen herrschen schwierige Bedingungen für die Waldverjüngung. Nur ein kleiner Teil der Jungbäume übersteht Einflüsse wie Licht- und Wärmemangel, Frost, Schneegleiten, Vegetationskonkurrenz oder Pilzbefall. Gleichzeitig ist dort das Baumwachstum aufgrund – im Vergleich zu den Tieflagen – der kurzen Vegetationszeit sehr langsam.

Werden die schwierigen Wachstums- und Lebensbedingungen durch erhöhte Wildbelastungen verstärkt, ist die Walderneuerung beeinträchtigt oder gar ganz verunmöglicht. Deshalb muss den durch Hirsch, Reh und Gämse verursachten Schäden ein besonderes Augenmerk geschenkt werden. Es bedarf gemeinsamer Anstrengungen von Jagd- und Forstseite, die Problematik der Waldverjüngung zu lösen. Es ist Aufgabe des Wald-Wild-Managements, unzumutbaren Wildverbiss an der Waldverjüngung abzuwenden. Massnahmen, die dabei zur Anwendung kommen, sind z.B. Wildbestandesregulierung, qualitative und quantitative Aufwertung des Nahrungsangebotes, Lebensraumgestaltung oder raumplanerische Massnahmen. Im Hinblick auf den Klimawandel verschärft sich das Problem weiter: Junge Laubbäume können nicht aufkommen und die Fichte auf den sensitiven Standorten ersetzen, bei allfälligen Kalamitäten fehlt die Vorverjüngung, weshalb ein strukturierter Wald verhindert wird.

Das Schalenwild kann Bäume durch Fegen, Schälen und Verbiss massiv schädigen.



Bei der Waldinventur werden Schäden durch Wildverbiss nur in den Höhenklassen zwischen 10 cm und 130 cm und am Leittrieb des Bäumchens kontrolliert, nicht aber an den Seitentrieben. Die daraus abgeleiteten Verbissprozente (Anteil verbissener Endtriebe in Prozent der Gesamtstammzahl) sind ein wichtiger Indikator für das Ausmass eines Schadens. Liegen die Verbissprozente über den wissenschaftlich festgelegten Grenzwerten, bedeutet dies, dass die Bäume mindestens einen durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust von 25% erleiden. Bei derartigen Einwirkungen können Jungbäume absterben oder bleiben in ihrer Entwicklung hinter den weniger verbissempfindlichen Baumarten zurück, womit die Artenvielfalt im Wald zwangsläufig reduziert wird. Es ist zu beachten, dass die genannten Grenzwerte keine scharfen Linien darstellen, sondern einen Hinweis geben, wie es um die Baumarten steht. Je nach Standortverhältnissen sind auch Verbissprozente oberhalb der Grenzwerte kein grosses Problem, umgekehrt können aber auch Werte unterhalb der Grenzwerte auf ein Problem der Waldverjüngung hinweisen.

Im Durchschnitt liegt der Anteil an verbissenen Pflanzen aller Baumarten bei 15 %, wobei je nach Baumart deutliche Unterschiede feststellbar sind. Fichte, Buche und Esche weisen ein Verbissprozent unterhalb der Grenzwerte auf. Beim Bergahorn liegt der Anteil der verbissenen Pflanzen mit 27 % knapp unter dem Grenzwert, mit grossen Unterschieden zwischen Tief- und Hochlagen. Den höchsten Wert weist erwartungsgemäss die verbissempfindliche und von Reh, Gams und Hirsch gerne gefressene Tanne (33 %) auf. Der sehr hohe Verbisswert deutet darauf hin, dass die Tanne bei gleichbleibender Wildsituation mittelfristig aus unseren Wäldern verschwinden wird. Ebenfalls zu beachten sind die Unterschiede je nach Höhenlage: in den Tieflagen wurden 11.6 % der Bäumchen als verbissen beurteilt, in den Höhenlagen, in den die Verjüngung schwieriger aufkommen kann, sind es 22.5 %.

| Baumart | Verbissprozent | | | Grenzwerte (Eiberle/Nigg) ¹⁹ |
|--------------|------------------------------|-----------------------------|---------------|--|
| | Höhenklasse unter 1'000 m | Höhenklasse über 1'000 m | total | |
| Fichte | 0 % | 3.2 % | 2.5 % | 12 % |
| Weisstanne | 33.3 % | 32.6 % | 33.1 % | 9 % |
| Buche | 3.6 % | 11.2 % | 4.2 % | 20 % |
| Bergahorn | 14.2 % | 47.1 % | 27.0 % | 30 % |
| Esche | 10.1 % | 20.9 % | 11.0 % | 35 % |
| Vogelbeere | 44.9 % | 44.9 % | 44.9 % | 35 % |
| Total | 11.6 % | 22.5 % | 14.9 % | – |

Verbissprozente (bestockbarer, zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Junge Bäume werden durch die wilden Huftiere nicht nur verbissen, sondern auch gefegt und geschält. Fegeschäden entstehen, wenn Reh und Hirsch im Frühsommer den Bast ihres Geweihs abstreifen und hierfür an jungen Bäumchen reiben. Schältschäden entstehen durch Hirsche, die Rindenstücke abnagen oder ganze Rindenstreifen von Bäumen abziehen. Knapp 4% aller Bäumchen, die bei der Jungwaldaufnahme erfasst wurden, weisen Feg- oder Schältschäden auf²⁰.

19 Eiberle K., Nigg H. (1987):
Grundlagen zur Beurteilung des
Wildverbisses im Gebirgswald.
20 zugänglicher Wald ohne
Gebüschwald.

Stabilität des Waldes

Die mechanische Stabilität des Waldes ist in Liechtenstein von grosser Bedeutung. Er schützt grosse Teile der Siedlungen, Verkehrswege oder Infrastrukturanlagen. Stabilität bedeutet v.a. Widerstandsfähigkeit gegen natürliche Störungen wie Sturmereignisse oder schneemechanische Belastungen. Sie wird beim LWI gutachtlich festgestellt.

Bei den Aufnahmen des LWI zählt für die Beurteilung der Stabilität nur der aktuelle Zustand des Bestandes. Die zukünftige Entwicklung des Bestandes oder die ökologische Stabilität (Artenvielfalt, Naturnähe) wird nicht berücksichtigt. Die Bestandesstabilität wird auf einer Skala von 1 (90% Wahrscheinlichkeit des Zusammenbruchs des Bestandes innert 20 Jahren) bis 10 (kein Zusammenbruch in 20 Jahren) festgelegt.

Für die Auswertung werden folgende Stabilitätsklassen zusammengefasst:

- Klassen 1 – 5: labil
- Klassen 6 – 7: vermindert stabil
- Klassen 8 – 10: stabil

Zwei Drittel des Waldes in Liechtenstein können als stabil angesehen werden, knapp ein Drittel wird als vermindert stabil beurteilt. Bei den vermindert stabilen Beständen besteht ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von flächendeckenden Schäden. Labile Bestände wurden nur wenige angetroffen.

| Bestandesstabilität ²¹ | ha | Flächenanteil |
|-----------------------------------|--------------|---------------|
| stabil | 3'625 | 69.2 % |
| vermindert stabil | 1'517 | 29.0 % |
| labil | 91 | 1.8 % |
| Total | 5'234 | 100 % |

7. Biologische Vielfalt

Totholz ist überhaupt nicht tot

Beim LWI werden keine Tierarten gezählt, es werden über die Erhebung der Biotope Rückschlüsse auf die Biodiversität gemacht. Das LWI erfasst Totholz auf zwei verschiedene Arten mit unterschiedlichen Begrifflichkeiten:

- Das Totholzvolumen umfasst das Schaftholz mit Rinde aller toten stehenden und liegenden Bäume und Sträucher ab 12cm BHD (vgl. Kap. 5). Dieser Wert liegt bei 39.2m³/ha und ist damit im Vergleich zu 2010, als der Wert noch 30m³/ha betrug, markant angestiegen. 21m³/ha betreffen stehendes Totholz, 18.2m³/ha liegendes Totholz.
- Das LIS-Totholz umfasst liegendes Totholz ab Durchmesser 7 cm, welches mit einer Transektmethode erfasst wurde, und beträgt 38.4m³/ha.

Aus methodischen Gründen kann es sein, dass liegendes Totholz in beiden Kategorien und somit doppelt erfasst wird. Eine Aufsummierung der beiden Werte ist nicht erlaubt, sondern das Totholzvolumen muss um die liegende Menge reduziert werden. Daraus ergibt sich ein Wert von 59.4m³/ha Totholz²².

| Totholz in Liechtenstein | m ³ /ha |
|--------------------------------|--------------------|
| <i>Schaft Totholz stehend</i> | 21 |
| <i>Schaft Totholz liegend</i> | 18,2 |
| gesamt Schaft Totholz | 39,2 |
| LIS_Totholz | 38,4 |
| gesamtes Totholzvolumen | 59,4 |

Totholz ist charakteristisch für natürliche Waldökosysteme und ist für verschiedene Insekten, Vögel oder Pilze ein wichtiger Lebensraum oder eine Nahrungsquelle. So sind rund 1'300 Käferarten und über 2'300 Pilzarten auf Totholz angewiesen. Gleichzeitig können auf dem vermodernden Holz neue Bäume wachsen, welche den zukünftigen Wald bilden. Der Begriff Totholz ist somit eigentlich irreführend: zwar ist das Holz tot, aber es ermöglicht Leben in den vielfältigsten Formen.

Bis nach dem 2. Weltkrieg wurde das meiste Totholz aus dem Wald entnommen und für die Versorgung der Bevölkerung mit Brennholz genutzt. Heute strebt die nachhaltige Waldbewirtschaftung einen angemessenen Totholzanteil zum Schutz der biologischen Vielfalt aktiv an. Wieviel Totholz nötig ist, um gefährdete Pflanzen- und Tierarten zu erhalten und zu fördern, ist nicht festgelegt. In den noch vorhandenen Urwäldern Europas liegt der Wert²³ je nach Waldgesellschaft zwischen 20m³/ha und 250m³/ha. So gesehen ist der Wert von 59.4m³/ha in Liechtensteins Wäldern – auch im Vergleich zu anderen europäischen Ländern – hoch, auch wenn es bei uns keine Urwälder mehr gibt.

Totholz verrottet. Es braucht also regelmässig «frisches» Totholz, um Nahrung und Lebensraum für die auf Totholz spezialisierten Arten zu erhalten. Jährlich ist etwa der Anfall von 1 m³ Holz notwendig, um einen Totholzvorrat von 20m³ pro Hektar dauerhaft zu erhalten.²⁴

22 38.4m³/ha liegendes Totholz dicker 7 cm und 21 m³/ha stehendes Totholz dicker 12 cm.

23 LFI 3, S. 211

24 www.bundeswaldinventur.de

In den Hochlagen gibt es leicht mehr Totholz²⁵ (41.3m³/ha) als in den Tieflagen (36.1m³/ha). Dies dürfte daran liegen, dass das Totholz im rauen Klima des Gebirges weniger schnell zu Humus abgebaut wird als in den milderen Tieflagen. Zusätzlich wird das Holz in den Hochlagen aufgrund mangelnder Erschliessung weniger häufig genutzt als in tieferen Lagen. Dennoch hat die Totholzmenge in den Tieflagen seit 2010 stärker zugenommen als in den Hochlagen.

Alte Waldbestände sowie dicke Bäume sind wichtige Elemente der Biodiversität. Diverse Vögel und Insekten sind auf solche Bäume angewiesen. So wird ein Buchenwald mit zunehmendem Alter immer artenreicher. In Liechtenstein nehmen Bestände, die über 120 Jahre alt sind, einen Anteil von 16.8% der Waldfläche ein. Im Wissen, dass die meisten Baumarten mehrere hundert Jahre alt werden können, ist der Liechtensteiner Wald aus biologischer Sicht dennoch ziemlich jung.

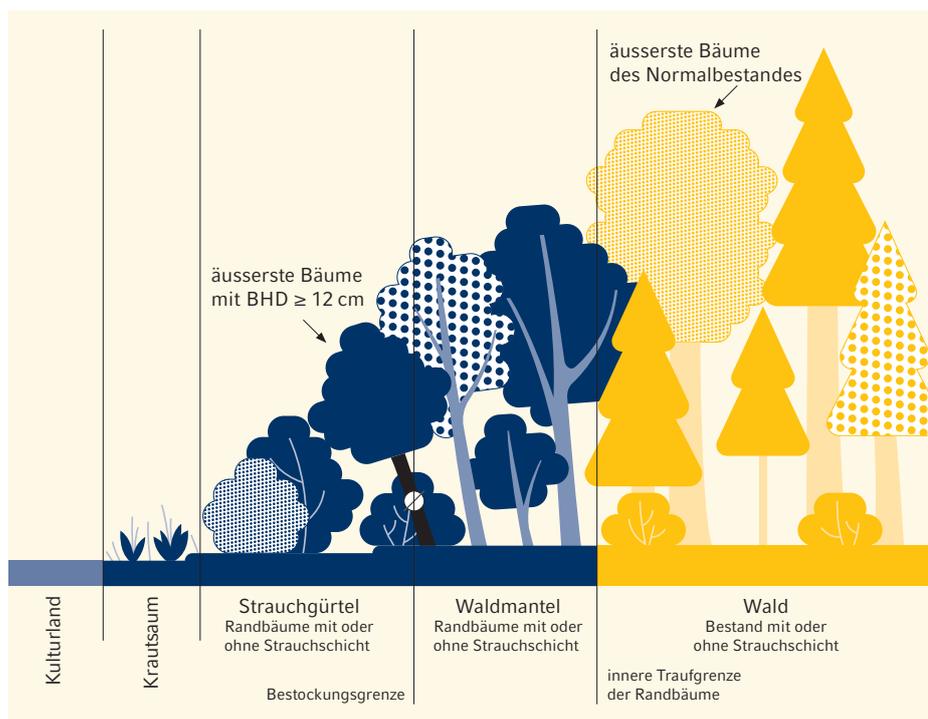
25 Totholzvolumen > 12 cm BHD; stehend und liegend.

Eine absterbende Buche wird von Pilzen besiedelt und bietet verschiedenen Lebewesen einen Lebensraum oder eine Nahrungsquelle.



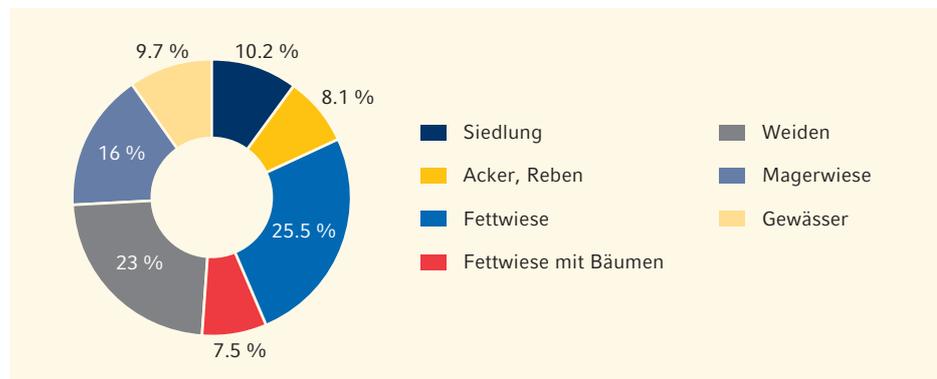
Naturwert Waldrand

Auf 39 Stichproben wurde eine Waldrandbeschreibung durchgeführt. Diese Stichprobenanzahl ist vergleichsweise klein. Die Angaben zu den Waldrändern sind somit aus statistischer Sicht mit Vorsicht zu geniessen.



stufig aufgebauter Waldrand²⁶

Waldränder bieten Lebensraum für Pflanzen und Tiere des Offenlandes, des Waldes und darüber hinaus auch für Lebewesen, die sich auf Übergangsbereiche spezialisiert haben. Ein naturnaher Waldrand weist stufige Strukturen auf und ist im Idealfall zusammengesetzt aus Krautsaum, Strauchgürtel und Waldmantel. Damit bildet er einen Lebensraum mit einer grossen Vielfalt an Vögeln, Insekten und Säugetieren. Da Waldränder häufig an intensiv genutztes Landwirtschaftsland, an Verkehrswege oder an Siedlungen angrenzen, wird das ökologische Potential nicht vollständig ausgeschöpft.



Nutzungsart von an Waldränder grenzenden Flächen (Auswertungseinheit: Waldrand).

Der Waldrandverlauf beschreibt die Verzahnung von Wald und Offenland. Je strukturierter der Verlauf, umso wertvoller ist der Waldrand aus ökologischer Sicht. 56 % der Waldränder verlaufen geradlinig und sind somit ökologisch weniger wertvoll. 31 % sind geschwungen und 13 % weisen strukturreiche Buchten auf. Bei einigen Waldrändern könnte durch eine entsprechende Pflege eine Verbesserung des ökologischen Zustandes erreicht werden. Diese Zielsetzung ist im Rahmen der forstlichen Planung zusammen mit einer gesicherten Finanzierung festzulegen.

Neben der Struktur ist auch die Gehölzartenvielfalt ein Merkmal, um den ökologischen Wert eines Waldrandes zu beurteilen: je mehr verschiedene Baum- und Straucharten vorkommen und je höher der Anteil an Dornensträuchern ist, umso höher die Wertigkeit. Die so beurteilten Waldränder weisen zu 53 % eine hohe, zu 23 % eine mittlere und zu 24 % eine geringe Vielfalt aus. Die Waldränder mit geringer Gehölzartenvielfalt befinden sich vorwiegend in den Hochlagen, wo aufgrund der klimatischen Bedingungen von Natur aus weniger Arten vorkommen. Viele Straucharten sind wärmebedürftig und kommen deshalb nur in den Tieflagen vor. Der Einfluss des Schalenwildes auf die Straucharten ist nicht zu unterschätzen, die Vorliebe für Vogelbeere, Mehlbeere oder Wildobst trägt maßgeblich dazu bei, dass die Strukturen in den Hochlagen fichtendominiert sind.

Strukturvielfalt und Biotopwert

Die Beurteilung des ökologischen Wertes eines Bestandes erfolgt beim LWI mit der Erhebung verschiedener Strukturelemente. Umgekippte Wurzelteller bilden neue Lebensräume für zahlreiche Kleintiere und Pflanzen. Ast- und Holzhaufen bieten Verstecke und Aufzuchtmöglichkeiten, ebenso wie Stöcke von gefälltten Bäumen und liegendes Totholz.

Auf 58 % der Probeflächen wurden Wurzelteller und auf 79 % Stöcke oder liegendes Totholz festgestellt. Zudem sind auf 14 % der Probeflächen Ast- und Holzhaufen vorhanden.

Dürrständer sind definiert als stehende, tote Bäume ab 20 cm BHD auf der Interpretationsfläche (50×50 m), die zusammen ein Volumen von mindestens 1 m³ erreichen. Im LWI 2022 ist dies auf 42.7 % der Flächen der Fall.

Das LWI erfasst Spuren von Beweidung aufgrund von aktuellen Trittsiegeln von Vieh, Kotpuren und Weideeinrichtungen (z.B. Zäune). Auf 11.4 % der Probeflächen wurden solche Spuren festgestellt, wobei diese grossmehrheitlich in den Hochlagen über 1'000 m. ü. M. liegen.

Durch das Wasser geprägter Wald. Dieses Waldbild ist in Liechtenstein kaum vorhanden (Äulehäg, Balzers).

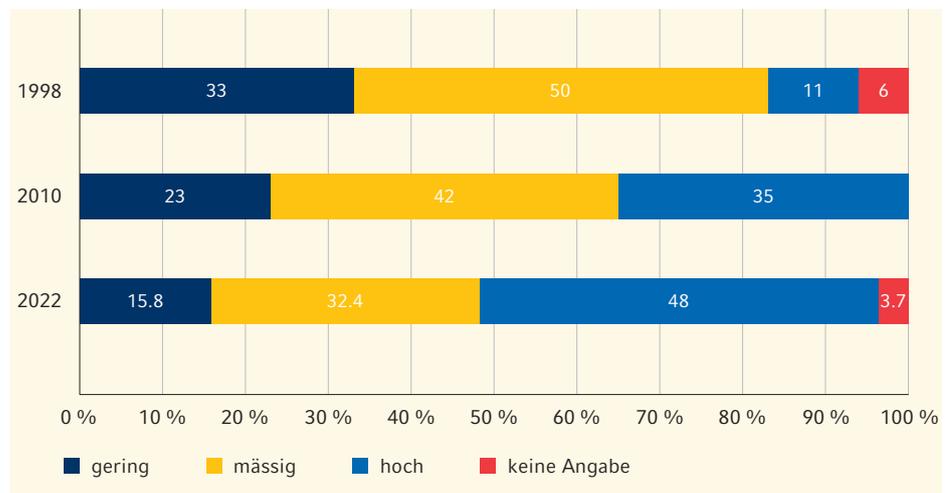


Mit der Betrachtung einzelner Indikatoren lässt sich Zustand und Entwicklung eines Waldes nur eindimensional beurteilen. Um ein gesamtheitliches Bild zu erhalten, ist eine Kombination verschiedener Merkmale notwendig. Dies zeigt sich beispielsweise in der Strukturvielfalt. Diese umfasst die Kriterien Entwicklungsstufe, Schlussgrad, vertikale Struktur, Starkholzanteil, Waldrandvorkommen, Lücken, Strauchschicht, Dornen- und Beerensträucher, Wurzelstöcke, Asthaufen sowie liegendes und stehendes Totholz.

In Liechtenstein werden mit den genannten Kriterien 31 % der Flächen als vielfältig angesehen. 50% werden als mittelmässig beurteilt und 18 % der Fläche weisen eine geringe Strukturvielfalt aus.

Der Biotopwert ist eine ökologische Masszahl zur Beurteilung der Qualität von Lebensräumen. Neben der Strukturvielfalt sind die Kriterien Naturnähe und Gehölzartenvielfalt von Bedeutung.

48 % des Waldes weisen gemäss diesem Modell einen hohen Biotopwert auf. Dieser Wert lag 2010 noch bei 35 %. Ein mässiger Biotopwert wurde auf 32 % der Flächen ermittelt. Der Anteil an Flächen mit geringem Biotopwert konnte seit 2010 von 23 % auf 16 % reduziert werden. Das Bestreben des liechtensteinischen Forstdienstes, die Wälder naturnäher zu bewirtschaften, kommt damit deutlich zum Vorschein.



Biotopwert (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald).

Lebensräume im Kleinen

Baummikrohabitate wie Höhlen, Spalten oder Efeubewuchs sind wichtige Lebensräume für viele verschiedene, zum Teil hochspezialisierte Tier-, Pflanzen-, Flechten- und Pilzarten, welche die Mikrohabitate als Zufluchts-, Brut-, Überwinterungs- oder Nahrungsstätte nutzen. Viele Arten kommen nur auf bestimmten Mikrohabitaten vor. Je grösser die Vielfalt an Mikrohabitaten ist, umso mehr Arten können einen geeigneten Lebensraum finden. Die herausragende Rolle von solchen Habitatbäumen für die Artenvielfalt wird zunehmend erkannt und entsprechend bei der Waldbewirtschaftung berücksichtigt.

Die häufigsten Baummikrohabitat-Typen an stehenden, lebenden Bäumen ab 12 cm BHD sind offene Holzwunden und Kronentotholz, gefolgt von Stammfusshöhlen, Harzfluss und Moosbewuchs. Auffallend selten sind Spechtbruthöhlen und Pilzfruchtkörper. Diese sind weniger an lebenden Bäumen, sondern eher an Dürrständern zu finden.

| Baummikrohabitat | in % |
|--|------|
| Spechtbruthöhle | 0.8 |
| flache Baumhöhle (< 5 cm tief) | 2.7 |
| Baumhöhle (> 5 cm tief) | 2.5 |
| Insektenschaden | 0.2 |
| Dendrotelm (Holzmulde mit Wasser) | 1.1 |
| Stammfusshöhle | 14.8 |
| Holz ohne Rinde | 19.1 |
| Rindentasche | 1.3 |
| frischer Bruch | 0.4 |
| breiter Spalt | 0.6 |
| Kronentotholz | 19.6 |
| Krebs oder Maserknollen | 1.1 |
| grosser, mehrjähriger Pilzfruchtkörper | 0.4 |
| Stammbedeckung mehr als 10 % Moose | 9.1 |
| Stammbedeckung mehr als 10 % Flechten | 5.4 |
| Stammbedeckung mehr als 10 % Efeu | 4.9 |
| Harzfluss | 10 |
| übrige Mikrohabitate | 57.6 |

Prozentanteil der lebend stehenden Bäume mit Mikrohabitaten (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald 2022)

Der Wald als Ort für die Freizeitgestaltung gewinnt zunehmend an Bedeutung (Waldtage 2023, Schaan).

56 |



8. Wald und Erholung

Der Wald hat für die Bevölkerung Liechtensteins eine grosse Bedeutung als Erholungsraum. Das Naturerlebnis, die frische Luft und die Distanz zum Alltag sind wichtige Motive für einen Waldaufenthalt. Einige wollen im Wald die Natur beobachten und die Ruhe geniessen, andere wiederum wollen sich bewegen und Sport treiben.

Die Gestaltung von Waldbildern bietet ein grosses Potential. Dazu gehört beispielsweise, den Waldbau auf die Anliegen der Waldbesucher auszulegen. Ziel ist es den verschiedenen gesellschaftlichen Bedürfnissen Raum zu geben und den Erlebniswert für die Waldbesucherinnen und Waldbesucher zu erhöhen.

Die Erschliessung mit Waldwegen und -strassen ist für die Erholungsnutzung von zentraler Bedeutung, ebenso das Angebot an Erholungseinrichtungen wie Sitzbänke, Feuerstellen oder Parcours und Lehrpfade. Solche Infrastrukturen werden bei der Waldinventur auf den 50×50m grossen Interpretationsflächen erhoben.

Auf 30 % der Probeflächen gibt es Wege, die für die Erholungsnutzung geeignet sind. Andere Erholungseinrichtungen wie beispielsweise Sitzbänke, Abfallkörbe, feste Feuerstellen, Spielgeräte oder Vitaparcours wurden auf 4 % der Probeflächen festgestellt.

Entsprechend den Bedürfnissen der Bevölkerung werden in der Waldfunktionenkartierung explizit Wälder definiert, in denen die Erholungsfunktion Vorrang hat. In solchen Beständen, welche meist in der Nähe des Siedlungsgebiets liegen, wird die Waldbewirtschaftung auf die Nutzungsinteressen der Leute ausgerichtet.

Die liechtensteinische Waldwirtschaft gilt im internationalen Vergleich in allen Bereichen als nachhaltig. Der Klimawandel schreitet im Alpenraum deutlich schneller voran als in anderen Regionen. Etliche Baumarten werden künftig an ihren heutigen Standorten nicht mehr optimal gedeihen, es gilt aufzuzeigen, wie Försterinnen und Waldeigentümer ihre Waldpflege schon jetzt an die zukünftigen Bedingungen anpassen können. (Planknerstrasse, Schaan)



9. Nachhaltigkeit

Die Waldentwicklung gilt als nachhaltig, wenn der Wald so gepflegt und genutzt wird, dass die biologische Vielfalt, das Produktionspotential, die Verjüngungsfähigkeit und die Vitalität langfristig erhalten bleiben. Der Wald muss sich dabei auf die veränderten Klimaverhältnisse anpassen können. Er muss wichtige ökologische, wirtschaftliche und soziale Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene erfüllen und besondere Wirkungen heute und in Zukunft entfalten.

Liechtenstein hat sich auf europäischer Ebene vertraglich verpflichtet, seine Wälder nachhaltig zu bewirtschaften und über das Erreichte regelmässig zu berichten. Zu diesem Zweck sind sechs Kriterien definiert, die in den meisten Ländern in Bezug auf den Waldzustand und die Waldbewirtschaftung genug Aussagekraft haben, um die Nachhaltigkeit zu bewerten.

Auch wenn Waldinventurdaten verschiedener Länder methodenbedingt nur beschränkt miteinander vergleichbar sind, werden diese europaweiten Kriterien allgemein akzeptiert. An den auch von Liechtenstein besuchten Ministerkonferenzen zum Schutz der Wälder Europas (MCPFE²⁷), wurden folgende Nachhaltigkeits-Kriterien bestimmt, die auch durch das liechtensteinische Landeswaldinventar 2022 abgedeckt sind:

- Waldressourcen
- Gesundheit und Vitalität
- Holzproduktion und Nichtholzprodukte
- Biologische Vielfalt
- Schutzwald
- Sozioökonomie

Waldressourcen

| | |
|-------------|--|
| Ziel | Erhaltung und angemessene Steigerung der forstlichen Ressourcen und ihres Beitrages am globalen Kohlenstoffkreislauf |
| Indikatoren | <ul style="list-style-type: none"> a) Das Waldareal ist gesetzlich geschützt. Rodungen sind verboten. Gemäss Rodungsstatistik wurden die meisten Rodungen vor Ort wieder aufgeforstet oder es wurden andere Massnahmen im Sinne des Natur- und Landschaftsschutzes durchgeführt. Dadurch wird die Waldfläche erhalten. In den vergangenen Jahren hat die Fläche aufgrund von Einwuchs ehemals landwirtschaftlich genutzter Flächen sogar zugenommen. b) Der Gesamtholzvolumen²⁸ (inkl. Totholz) liegt bei 356 m³/ha und liegt damit weit über dem europäischen Durchschnitt. |

Gesundheit und Vitalität

| | |
|-------------|---|
| Ziel | Erhaltung der Gesundheit und Vitalität des Ökosystems Wald |
| Indikatoren | <ul style="list-style-type: none"> a) 67 % der Bäume weisen keinen sichtbaren Schaden auf, 11 % der Bäume haben offene Holzwunden. b) 25 % der Bäume mit bestimmbarer Schadenursache weisen Steinschlagschäden aus. c) keine Belastung des Waldes durch Pestizide (Verbot gemäss Art. 20 Waldgesetz). d) Die Schäden an der Waldverjüngung durch Schalenwild sind sehr hoch: Der Anteil verbissener Pflanzen der Hauptbaumarten liegt zwischen 9 % und 51 %. Insbesondere die Tanne wird extrem stark verbissen und kann ohne Schutzmassnahmen nicht aufkommen. |

Holzproduktion und Nichtholzprodukte

| | |
|-------------|--|
| Ziel | Erhaltung und Förderung der Produktionsfunktion des Waldes |
| Indikatoren | <ul style="list-style-type: none"> a) Zuwachs 6.4 m³ / ha*J. (mit Einwuchs) b) Nutzung 3.3 m³ / ha*J. (ohne natürliche Mortalität) c) forstliche Planung: neben dem LWI bilden die Waldentwicklungsplanung, die forstlichen Betriebspläne sowie die generelle Anzeichnungspflicht für Holznutzungen die Grundlage für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung. |

²⁸ Entspricht dem «standing volume» gemäss MCPFE.

Biologische Vielfalt

| Ziel | Erhaltung, Schutz und angemessene Förderung der biologischen Vielfalt im Wald |
|-------------|--|
| Indikatoren | <p>a) <i>Reservate</i>: In Liechtenstein sind 28 Waldreservate und Sonderwaldflächen mit dem Ziel ausgeschieden, die biologische Vielfalt langfristig zu sichern. Die per Verordnung festgelegten Reservate umfassen eine Fläche von 1'753 ha. Dies entspricht 26 % der Waldfläche (gemäss Arealstatistik).</p> <p>b) <i>Neobiota</i>: Als Folge der Globalisierung und der zunehmenden Mobilität dringen immer häufiger gebietsfremde Pflanzen, Pilze oder Insekten in die Wälder ein (so genannte Neophyten bzw. Neozoen, z. B. Sommerflieder, Goldrute, Asiatischer Laubholzbockkäfer etc.).</p> <p>c) <i>Klimaerwärmung</i>: Die Klimaerwärmung geht auch am Liechtensteiner Wald nicht spurlos vorüber. Hitzewellen und Trockenheit führen zu Problemen bei der Wasserversorgung der Bäume. Die Wasserverfügbarkeit wird immer häufiger zu einem limitierenden Faktor für das Baumwachstum.</p> <p>d) <i>Naturereignisse</i>: Es ist damit zu rechnen, dass häufiger auftretende Stürme zu grossflächigen Zerstörungen führen. Besonders gefährdet sind einförmige Bestände mit standortswidrigen Baumarten. Zudem besteht die Gefahr einer Massenvermehrung von Borkenkäfern, die von Windwürfen und höheren Temperaturen profitieren. In den kommenden Jahrzehnten wird sich das Waldbild wandeln. Dies wird für die Sicherstellung der Waldfunktionen eine Herausforderung darstellen.</p> <p>e) Der Anteil der Naturverjüngung (bei Flächen mit einem Deckungsgrad an Verjüngung > 1 % an der Gesamtverjüngung beträgt 94 %.</p> <p>f) Laubwälder wachsen auf 26 %, Nadelwälder auf 70 % der Fläche (4 % keine Angabe).</p> <p>g) Baumarten: 6 Nadelbaumarten, 26 Laubbaumarten.</p> <p>h) 59.4 m³/ha Totholz (stehend ab BHD 12 cm, liegend ab 7 cm Durchmesser)</p> <p>i) 53 % der Waldränder mit hoher Gehölzartenvielfalt</p> |

Schutzwald

| Ziel | Erhaltung und angemessene Förderung der Schutzfunktion durch die Waldbewirtschaftung |
|-------------|---|
| Indikatoren | <p>a) 53 % der Wälder weisen eine Schutzfunktion auf.</p> <p>b) 46 % der Schutzwälder in der Entwicklungsstufe mittlere und starke Baumhölzer</p> <p>c) 44 % der Schutzwälder mit Verjüngungsdeckungsgrad unter 5 %.</p> <p>d) Auf 28 % der Waldflächen sind Steinschlagspuren anzutreffen.</p> <p>e) Auf 30 % der Waldflächen sind Schneebewegungen anzutreffen.</p> |

Sozioökonomie

| Ziel | Erhaltung weiterer sozioökonomischer Funktionen und Bedingungen |
|-------------|--|
| Indikatoren | <p>a) Waldfläche pro Einwohner: 0.18 ha.</p> <p>b) Erschliessung als Grundlage der Erholungsnutzung: 30 % der Waldfläche mit max. 25 m Entfernung von der nächste Waldstrasse oder vom nächsten Fussweg.</p> <p>c) Erholungseinrichtungen auf 34 % der Waldfläche.</p> |

Glossar

62 |

| | |
|-------------------------------------|---|
| Basalfläche | Fläche des Stammquerschnittes eines Baumstammes auf 1.30m Höhe über Boden. |
| Baum | Pflanze mit verholztem, aufrechtem Stamm, die bei ungestörtem Wachstum eine Höhe von mehr als 5m erreicht. |
| Bestand | Baumkollektiv, das sich von der Umgebung durch Baumartenzusammensetzung, Bestandesalter oder Aufbau wesentlich unterscheidet, mit einer Minimalfläche von 500m ² . |
| Bestandesalter | Alter eines Bestandes, im LWI durch Schätzung oder Jahrring-/Astquirlzählung festgestellt. |
| Bestandesstabilität | Widerstandsfähigkeit eines Bestandes gegenüber störenden Einflüssen. Gutachtlich geschätzte mechanische Stabilität gegen abiotische und biotische Belastungen innerhalb der nächsten 10 bis 20 Jahre. |
| Bestandesstruktur | Vertikaler Aufbau eines Bestandes. Einteilung im LWI: einschichtig, mehrschichtig, stufig, rottenförmige Struktur. |
| BHD | (Brusthöhendurchmesser) Durchmesser eines Baumstammes auf 1.30m Höhe über Boden. |
| Biotopwert des Waldbestandes | Ökologische Masszahl zur Beurteilung von Waldbeständen als Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Das verwendete Biotopwertmodell beruht auf den drei Kriterien Naturnähe des Nadelholzanteils, Gehölzartenvielfalt und Strukturvielfalt. |
| Bruttozuwachs | Zunahme des Holzvolumens nach Lokaltarif der zwischen zwei aufeinander folgenden Inventuren überlebenden Bäume und der Abgänge (modelliert für die halbe Periode). Identisch mit Zuwachs. |
| Dauerwald | <ul style="list-style-type: none">– ist ein standortangepasster, durch naturgemäße Bewirtschaftung entwickelter gemischter, kleinflächig unterschiedlich strukturierter, ungleichaltriger Wald,– beachtet die natürlichen Prozesse des Waldwachstums und der Walddynamik,– weist einen relativ konstanten Vorrat auf, die häufig wiederkehrenden, aber schwachen und kleinflächigen Eingriffe der Waldpflege und Holzernte orientieren sich am individuellen Zuwachs eines Baumes,– nutzt die unterschiedlichen Belichtungsverhältnisse für die Mischung von Baumarten und der strukturellen Vielfalt, |

– sind Bestände, die weder nach Alter noch Struktur unterscheidbar sind und der Generationenwechsel des Waldes fließend erfolgt.

| | |
|--------------------------|--|
| Deckungsgrad | Verhältnis der durch die vertikalen Kronenprojektionen überschirmten Fläche zur Gesamtfläche. |
| Einwuchs | Baum, der zwischen zwei Inventuren die Schwelle von 12 cm BHD überschritten hat und somit bei der aktuellen Inventur gemessen wird. |
| Entwicklungsstufe | Klassierung der Bestände nach der Stärke, im LWI nach dem dominanten Brusthöhendurchmesser des Bestandes (mittlerer Durchmesser der 100 stärksten Bäume pro Hektar); Jungwuchs/Dickung (unter 12 cm), Stangenholz (12–30 cm), schwaches Baumholz (31–40 cm), mittleres Baumholz (41–50 cm), starkes Baumholz (über 50 cm), ungleichförmig (gemischt). |
| Gebüschwald | Im LWI zu mehr als zwei Dritteln mit Sträuchern bedeckte Waldfläche. |
| Gemeinsames Netz | Stichproben, welche sowohl 2010 als auch 2022 beurteilt werden konnten. |
| Gesamtholzvolumen | Schaftholzvolumen mit Rinde aller lebenden und toten Bäume und Sträucher (stehend und liegend) ab 12 cm BHD. Das Gesamtholzvolumen ist die Summe von Vorrat und Totholzvolumen. |
| Gesamtstammzahl | Anzahl Stämme aller lebenden und toten Bäume und Sträucher (stehende und liegende) ab 12 cm BHD. Die Gesamtstammzahl ist die Summe von Stammzahl und Totholzstammzahl. |
| Hauptbaumart | Bezeichnung für die wichtigsten einheimischen Baumarten bzw. Baumgattungen: Fichte (<i>Picea</i> sp.), Tanne (<i>Abies</i> sp.), Föhre (<i>Pinus sylvestris</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. mugo</i>), Lärche (<i>Larix</i> sp.), Buche (<i>Fagus silvatica</i>), Ahorn (<i>Acer</i> sp.), Esche (<i>Fraxinus</i> sp.), Eiche (<i>Quercus</i> sp.). Alle übrigen Baumarten werden als übrige Nadelbäume bzw. übrige Laubbäume zusammengefasst. |
| Hektare | Fläche von 100 m x 100 m = 10'000 m ² . |
| Hochlagen | Gebiet oberhalb von 1'000 m ü. M. |
| Hochwald | besteht aus Bäumen, die aus Samen entstanden sind (nicht aus Stockausschlägen). |

| | |
|------------------------|---|
| LIS-Totholz | liegendes Totholz, das mit einer Methode namens Line Intersect Sampling (LIS) erfasst wird. |
| Mikrohabitat | Lebensraum mit einer geringen räumlichen Ausdehnung. |
| Mischungsgrad | (Basalflächen-)Anteil des Nadel- bzw. Laubholzes im Bestand, Nadelwald rein (91–100 % Nadelholz), Nadelwald gemischt (51–90 % Nadelholz), Laubwald gemischt (50–90 % Laubholz), Laubwald rein (91–100 % Laubholz). |
| Mortalität | Volumen in Rinde aller Bäume und Sträucher ab 12 cm Brusthöhendurchmesser (BHD), die zwischen zwei Inventuren abgestorben (z. B. durch Windwurf oder Insekten) oder verschwunden sind (z. B. durch Lawinen), aber nicht forstlich genutzt wurden. |
| Naturverjüngung | Durch Ansamung oder vegetative Vermehrung natürlich entstandene Verjüngung. |
| Neobiota | Arten, die sich in einem Gebiet etabliert haben, in dem sie zuvor nicht heimisch waren. Neophyten = Pflanzen, Neozoen = Tiere. |
| Nettozuwachs | Zuwachs mit Einwuchs abzüglich der Mortalität. |
| Nutzung | (Holznutzung) Im LWI das Volumen des genutzten (Schaft-)Holzes in Rinde inkl. abgestorbene Bäume (Mortalität), natürliche Abgänge und Zuwachs der Nutzungen. |
| Oberhöhe | Höhe der 100 dicksten Bäume pro Hektare. |
| plenterartig | Ein Plenterwald ist ein sich stetig verjüngender Dauerwald, in dem Bäume verschiedener Altersstufen und Dimensionen kleinflächig bis einzelstammweise vermischt sind. |
| Rottenförmige | Struktur Bäume mit unterschiedlicher Höhe und verschiedener Kronenlänge stehen in Gruppen eng zusammen und geben sich somit eine gemeinsame Stabilität. |
| Schaftholz | Oberirdisches Holz des Baumschaftes vom Stammanlauf bis zum Baumwipfel (ohne Äste). |
| Schlussgrad | Klassierung der Bestände nach dem Kronenschluss: gedrängt, normal, locker, räumig, aufgelöst, gruppiert, Stufenschluss. |
| Stammzahl | Anzahl lebende Bäume und Sträucher ab 12 cm BHD. |

| | |
|--------------------------------|---|
| Stichprobenfehler | (Standardfehler) Zufällige Abweichung der aus einer Stichprobe geschätzten Grösse vom wahren Wert. Der wahre Wert (Mittelwert) liegt mit etwa 68 % Wahrscheinlichkeit im Bereich von geschätztem Mittelwert \pm einfachen Standardfehler und mit etwa 95 % Wahrscheinlichkeit im Bereich von geschätztem Mittelwert \pm doppelten Standardfehler. |
| Stöcke | nach dem Fällen der Bäume im Boden zurückbleibende Baumstümpfe. |
| Taxationsstrecke | Linie von 11m Länge, auf der das liegende Totholz gemessen wird |
| Tieflagen | Gebiet bis 1'000m ü. M. |
| Totholzvolumen | Holzvorrat der abgestorbenen Bäume, die im Wald stehen oder liegen bleiben. |
| Verbissprozent | (Verbissintensität) Anteil durch Schalenwild verbissener Endtriebe pro Jahr in % der gesamten Pflanzenzahl. |
| Verjüngungsart | Art der Bestandesbegründung: Naturverjüngung, Pflanzung (weniger als 20 % Naturverjüngung), gemischt (Pflanzung mit mehr als 20 % Naturverjüngung). |
| Verjüngungsdeckungsgrad | Deckungsgrad der Verjüngung (Bäume ohne Straucharten ab 10cm Höhe bis 11.9 cm BHD). |
| Vorrat | (Holzvorrat) Schaftholzvorrat der lebenden Bäume in Rinde ab 12cm BHD. |
| Vorratsveränderung | Veränderung des Vorrates der Bäume zwischen 2010 und 2022. |
| Waldgesellschaft | Eine Waldgesellschaft ist eine Kombination derjenigen Pflanzenarten, die von Natur aus auf einem bestimmten Standort vorkommt bzw. vorkommen würde und diesen charakterisiert (potentielle natürliche Vegetation). Die 69 Waldgesellschaften Liechtensteins werden in 7 Gruppen zusammengefasst: Buchenwälder, Tannen-Buchenwälder, übrige Laubwälder, Fichten-Tannenwälder, Fichtenwälder, Föhrenwälder, Legföhren- und Grünerlenwälder. |
| Zuwachs | siehe Bruttozuwachs. |

Literaturverzeichnis

AWNL (2000): Liechtensteinisches Waldinventar 1998. Vaduz.

AWNL (2012): Liechtensteinisches Waldinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2010. Vaduz.

Brändli, U.-B.; Abegg, M.; Allgaier Leuch, B. (Red.) (2020): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der vierten Erhebung 2009–2017. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.

Bundesamt für Statistik (Mai 2022): Arealstatistik Fürstentum Liechtenstein 1984 – 2019. Resultate.

Bundesamt für Umwelt (2022): Der Wald aus Sicht der Schweizer Bevölkerung. Ergebnisse der dritten Bevölkerungsumfrage Waldmonitoring soziokulturell (Wa-Mos 3). Umwelt-Wissen Nr. 2212.

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019): Die österreichische Waldinventur Datengrundlage 2016/18.

Düggelin, Christoph (WSL, Redaktion): Liechtensteinisches Landeswaldinventar. Anleitung für die Feldaufnahmen der vierten Erhebung 2022.

Eiberle K., Nigg H. (1987): Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 138 (1987) 9: S. 747-785.

Ellenberg H., Klötzli F. (1972): Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen 48,4, S. 587-930.

Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe MCPFE 2002: Verbesserte gesamteuropäische Indikatoren für nachhaltige Waldbewirtschaftung. www.foresteurope.org

Rigling, D.; Hilfiker, S.; Schöbel, C.; Meier, F.; Engesser, R.; Scheidegger, C.; Stofer, S.; Senn-Irlet, B.; Queloz, V., 2016: Das Eschentriebsterben. Biologie, Krankheitssymptome und Handlungsempfehlungen. Merkbl. Prax. 57: 8 S.

Schmider P., Burnand J. (1988): Die Waldgesellschaften. Regierung des Fürstentums Liechtenstein (Hrsg.). Naturkundliche Forschung im Fürstentum Liechtenstein, Band 10. Vaduz.

Digitale Quellen

Schweizerisches Landesforstinventar: www.lfi.ch

Walddaten Schweiz: www.waldschweiz.ch

Walddaten Schweiz: www.bafu.admin.ch

Wald allgemein: www.waldwissen.net

Holzenergie: www.holzenergie.ch

Österreichische Waldinventur: <https://info.bml.gv.at>

Deutsche Bundeswaldinventur: www.bundeswaldinventur.de

Thema Dauerwald: www.prosilva.ch



Alle
Eben
davon

**Regierung des Fürstentums Liechtenstein,
Amt für Umwelt**

Gerberweg 5
9490 Vaduz
T +423 236 64 00

www.regierung.li