

# Wald im Klimawandel –

Empfehlungen für die Baumartenwahl



# Inhalt

|  |    |
|--|----|
| Waldbewirtschaftung im Klimawandel .....           | 4  |
| FORSITE – Das Projekt .....                        | 7  |
| Waldgruppen .....                                  | 10 |
| Digitaler Zugang .....                             | 25 |
| Charakterisierung der Waldstandortseinheiten ..... | 29 |
| Kartenmaterial .....                               | 49 |
| Glossar.....                                       | 51 |
| Beratungsstellen.....                              | 55 |

# Die Zukunft des steirischen Waldes



ÖR Johann Seitinger  
Landesrat für  
Land- und  
Forstwirtschaft

Der steirische Wald ist ein Alleskönner: zugleich Lebensraum und Lebensgrundlage, Wirtschaftsmotor und Schutzfaktor. Darüber hinaus ist er ein prägendes Symbol unseres Landes, das ja nicht von ungefähr als „grüne Mark“ bekannt ist. In der breiten Öffentlichkeit ist auch vielen nicht bewusst, dass der heute so wichtige Begriff der Nachhaltigkeit seinen Ursprung in der Waldbewirtschaftung hat: Nur so viel Holz zu nutzen, wie auch nachwächst, ist das Fundament einer auf Dauer angelegten, generationengerechten Forstwirtschaft – und das schon seit Jahrhunderten. Aber auch die forstliche Zunft darf nicht stillstehen, sondern muss ihr Wissen stets ausbauen und vertiefen sowie die praktische Anwendung neuer Forschungsergebnisse in allen Bereichen vorantreiben. Gerade der Klimawandel, dessen Auswirkungen wir mehr als nur deutlich spüren, verlangt neue Methoden und Antworten, die auf die Gegebenheiten unserer Umwelt Rücksicht nehmen. Zudem wissen wir, dass ein fachgerecht bewirtschafteter Wald den besten Beitrag für den Klimaschutz leistet.

Der große Naturforscher Charles Darwin hat es auf den Punkt gebracht: „Alles, was gegen die Natur ist, hat auf Dauer keinen Bestand.“ Aus diesem Geist heraus ist auch

das Projekt „dynamische Waldtypisierung“ entstanden: Die Auswahl geeigneter Baumarten für die unterschiedlichsten Standorte ist die zentrale Herausforderung für die forstliche Arbeit unserer Zeit. In einem innovativen Leuchtturmprojekt wurden mit modernsten wissenschaftlichen Methoden umfangreich Daten erhoben und ausgewertet. Die auf dieser Basis erstellten IT-gestützten Arbeitsunterlagen werden in Zukunft breite Anwendung in der forstlichen Bewirtschaftungs- und Beratungspraxis finden.

Ich danke allen, die am Projekt „dynamische Waldtypisierung“ mitgewirkt haben – allen voran dem Team der Landesforstdirektion unter Hofrat DI Michael Luidold, aber auch allen Waldbesitzerinnen und Waldbesitzern für ihre Unterstützung bei den Außenaufnahmen und ihren Interessenvertretungen Landwirtschaftskammer Steiermark und Land&Forst Betriebe Steiermark für deren wertvolle und konstruktive Mitarbeit in der Steuerungsgruppe. Arbeiten wir gemeinsam an der Zukunft des steirischen Waldes und einer nachhaltigen Zukunft für die „grüne Mark“!

Herzlichst  
*Hans Seitinger*

# Waldbewirtschaftung im Klimawandel

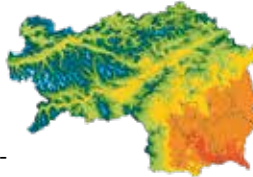
Der österreichische Wald steht heute mehr denn je im Fokus der Diskussion zahlreicher Interessengruppen und den Medien. Die Bevölkerung hat an die heimischen Wälder verschiedenste Ansprüche hinsichtlich dem Schutz vor Naturgefahren, der Umwelt, der Biodiversität und der Lebensqualität. Darüber hinaus stellt das System Wald einen für Österreich unverzichtbaren Wirtschaftsbereich dar, der durch seine nachhaltige Holzproduktion ein zukunftsorientiertes Lösungskonzept für den Ausstieg aus fossilen Rohstoffen bietet. Damit leisten die österreichischen Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

Die Steiermark gehört mit rund 62 Prozent Waldausstattung und damit mehr als 1 Million Hektar Waldfläche zu den waldreichsten Regionen Europas. Mit einem Produktionswert von rund 5 Milliarden Euro stammt etwa ein Sechstel der steirischen Wirtschaftsleistung aus der Forst- und Holzindustrie.

Über die nachhaltige Bewirtschaftung, die Ernte des Holzzuwachses und einen möglichst umfassenden Einsatz des Rohstoffes Holz für stoffliche wie energetische Verwendungszwecke kann der Wald wesentlich zur Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen.

Der Wald ist daher einerseits Teil der Lösung für die aktuelle Klimakrise und andererseits eine der durch den Klimawandel meistbetroffenen Landnutzungsformen. Waldökosysteme sind sehr langlebig und können daher wenig flexibel auf rasche Änderungen reagieren.

Die steirische Waldfläche erstreckt sich vom Subillyrischen Alpenvorland in der mäßig warmen Laubwald-Zone (200 Meter Seehöhe) bis in die sehr kalte Nadelwald-Zone auf 2.500 Meter Seehöhe. Diese große Höhenamplitude und die unterschiedlichen geomorphologischen Eigenschaften der Steiermark haben zahlreiche Standortbedingungen und Waldtypen zur Folge. Betrachtet man die klimaabhängigen Änderungen der Standortbedingungen, zeigen die langfristigen Aufzeichnungen, dass sich die Jahresdurchschnittstemperaturen in der Steiermark zuletzt stärker als im globalen Durchschnitt verändert haben (mehr als +2 °C in den letzten 20 Jahren) und sich auch weiter verändern werden. Der Temperaturanstieg war dabei in den tiefer gelegenen Regionen der Steiermark, wie der Süd-, Ost- und Weststeiermark stärker zu beobachten als in den Hochlagen.



Bei den Niederschlagswerten konnte in den südlichen Regionen der Steiermark eine stetige Abnahme der Niederschlagsmenge beobachtet werden, generell ist ein negativer Trend in den Wintermonaten erkennbar und steiermarkweit ist auch mit länger anhaltenden Trockenperioden im Sommer zu rechnen.

Aus diesen Überlegungen heraus, hat das Land Steiermark das Projekt „Dynamische Waldtypisierung“ entwickelt und die Universität für Bodenkultur – federführend als Koordinatorin von insgesamt 12 Forschungsinstitutionen – beauftragt, für jeden einzelnen Waldstandort eine Prognose für die aktuelle und zukünftige Baumarteneignung darzustellen. Ziel dabei war, ein Instrument zu schaffen, mit dem eine Abschätzung der Baumarteneignung für bis zu 64 verschiedene Baumarten nicht nur zum jetzigen Zeitpunkt, sondern auch unter dem Aspekt der Klimaveränderung erfolgen kann.

Erschwerend ist, dass die stärker betroffenen Regionen in der Steiermark durch eine ausgeprägte Kleinbesitzstruktur gekennzeichnet sind, mit zum Teil hoffernen Waldbesitzerinnen und Waldbesitzern, was eine besondere, zusätzliche Herausforderung bei

der Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel darstellt. Damit war auch eine wesentliche Anforderung an das Projekt verbunden, die wissenschaftliche

Komplexität des Themas so aufzubereiten, dass die Ergebnisse auch für jede Waldbesitzerin und jeden Waldbesitzer über ein einfach zu handhabendes Instrument genutzt werden kann.

Zusätzlich werden die umfangreichen Datengrundlagen und Ergebnisse auch forstlichen Fachleuten zur Übernahme in ihre forstbetrieblichen EDV-Systeme zur Verfügung gestellt.

Wir sind davon überzeugt, dass mit dem nun abgeschlossenen Projekt für jede einzelne Waldbewirtschafterin und jeden einzelnen Waldbewirtschafter eine bestmögliche

Entscheidungsgrundlage für die Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel zur Verfügung steht. Damit können die Produktionsbedingungen der Forstwirtschaft verbessert und die Existenzsicherung

der Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer für die Zukunft gewährleistet sowie die umfangreichen Waldfunktionen weiterhin sichergestellt werden.





# FORSITE – Das Projekt

## Problemstellung

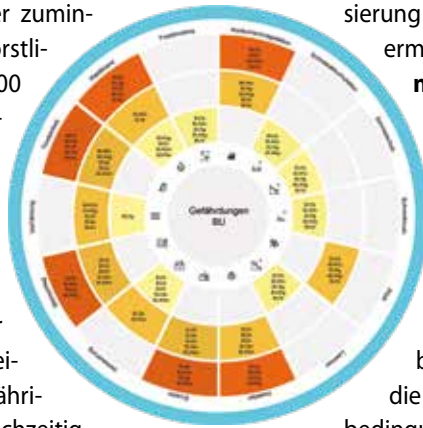
Als Grundlage für die Ableitung der Baumarteneignung und für waldbauliche Anpassungsmaßnahmen im Klimawandel ist eine flächig verfügbare Standortinformation besonders bedeutend. Der Waldstandort wird durch den Licht-, Wasser-, Wärme- sowie durch den Nährstoffhaushalt geprägt. In der forstlichen Standortkunde ging man bislang davon aus, dass diese Haushalte zwar jährlichen Schwankungen unterworfen sind, prinzipiell aber zumindest innerhalb einer forstlichen Umtriebszeit von 100 bis 150 Jahren unverändert bleiben. Mit dem Klimawandel muss diese Annahme korrigiert werden: Es häufen sich saisonale Anomalien mit immer öfter auftretenden Abweichungen von langjährigen Mittelwerten. Gleichzeitig kommt es zu einer Zunahme von Klimaextremen, wie extremer Sommertrockenheit. Langfristig gesehen ist mit einer Veränderung der standörtlichen Bedingungen und einer grundlegenden Veränderung der Baumarteneignung zu rechnen. Allerdings macht das weitgehende Fehlen von Standortkarten in großen Teilen Österreichs einen gänzlich neuen Ansatz bei der Stand-

ortserkundung und -kartierung der vorkommenden Waldstandorte notwendig. Eine besondere wissenschaftliche Herausforderung stellt dabei die Berücksichtigung von zukünftig veränderten Klimabedingungen dar, die sich auch auf die Klassifizierung von Standorten auswirken wird.

## Dynamische Waldtypisierung

Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts „Dynamische Waldtypisierung – FORSITE“ in der Steiermark wurde **erstmalig ein neuer wissenschaftlicher Ansatz gewählt**, wo bei der Klassifikation und Kartierung der Waldstandorte, der Beschreibung der Standorteinheiten und der Ableitung von waldbaulichen Maßnahmen die veränderlichen Klimabedingungen mitberücksichtigt wurden.

In Zusammenarbeit mit dem Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 10 Land- und Forstwirtschaft – Landesforstdirektion und zahlreichen Partnern (BOKU – Universität für Bodenkultur, Wien; BFW-Bundesforschungs- und Ausbildungs-

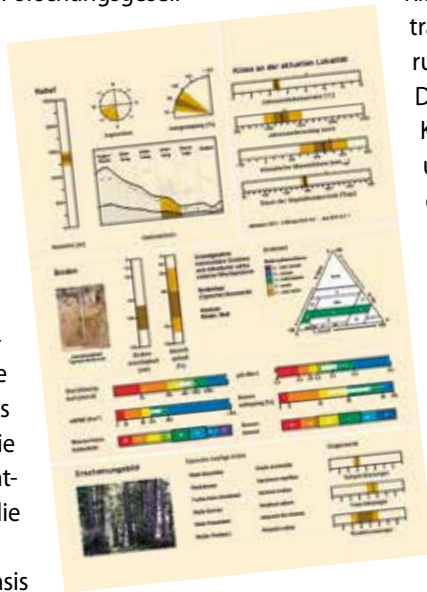


zentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft; Institut für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz; Wald-Landschaft-Mensch, Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung; ALPECON Wilhelmy Geowissenschaften GmbH; ZAMG –Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik; JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH; JR-Aqua-ConSol GmbH) konnte eine Waldtypisierung auf Basis eines GIS-gestützten geökologischen Stratifizierungsmodells für die gesamte Waldfläche der Steiermark erfolgen.

In mehreren Arbeitsschritten wurden die Datengrundlagen für das Projekt erarbeitet und die Ergebnisse für die Entscheidungsträger und die Waldbewirtschaftenden aufbereitet. Als Datenbasis werden das digitale Höhenmodell, geologische Basisdaten, digital vorliegende Standort- und Klimadaten sowie neu zu erhebende Standort- und Bestandesparameter verwendet. Für die zu erstellende Waldtypenkarte konnten auf Grundlage der teilweise punktuell vorliegenden Daten und der zur Verfügung stehenden Flächen-daten Themenkarten für die Standortfaktoren Klimazone, Wasserhaushalt und Basenstufe modelliert werden, die dann zu Wald-

typen mit einheitlicher Faktorenkombination zusammengefasst und auf einer digitalen Standortkarte dargestellt worden sind.

Für das Forschungsprojekt erfolgte auf Basis von terrestrischen Erhebungen zu Boden und Vegetation, der Kartierung des geologischen Ausgangssubstrates und der Klassifizierung der Substrate eine Regionalisierung von Standortdaten. Die Regionalisierung der Klimadaten (historische und zukünftige Bedingungen) konnte eine „dynamische Waldtypisierung“ ermöglichen. Dabei wurde ein Modell der Standortklassifikation abgeleitet, um die Standorte zu beschreiben, die sich unter heutigen Klimabedingungen ausbilden können und mit welchen

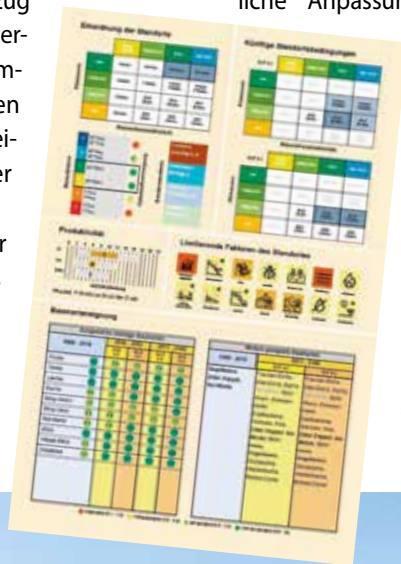


Veränderungen im Rahmen des Klimawandels für diese Standorte zu rechnen ist. Durch die Verwendung der im Projekt erhobenen und generierten Daten sowie bei Betrachtung der unterschiedlichen Klimaszenarien war es möglich, den Bodenwasserhaushalt, den Gesamtwasserhaushalt, den Wärmehaushalt sowie den Nährstoffhaushalt jedes Waldstandortes dynamisch – das heißt für unterschiedliche Zeitpunkte von der Gegenwart bis in der Zukunft (bis



Ende des 21. Jahrhunderts) – zu modellieren, und damit die Baumarteneignung auf den unterschiedlichen Waldstandorten und die Beschreibung der Veränderung auf diesen Waldstandorten abzuschätzen. Die Gesamteignung einer Baumart basiert auf der Kombination der autökologischen Eignung (Eignung in Bezug auf Nährstoff- und Wasserversorgung sowie Temperaturregime) und den Risikofaktoren. Gleichzeitig wurde ein intensiver Abstimmungsprozess zur Ausgestaltung der Endprodukte (Karten, Beschreibungen, waldbauliche Empfehlungen) durchgeführt, um die Anforderungen

seitens der Waldbewirtschaftenden an die finalen Produkte möglichst gut zu fassen. So wird jeder Waldstandort hinsichtlich der ökologischen Grundlagen, der Eignung von Baumarten und möglichen Gefährdungen auf einer Doppelseite beschrieben. Im Hinblick auf den Klimawandel sind waldbauliche Anpassungsmaßnahmen angeführt, welche die bisherigen Erfahrungen und Empfehlungen für die Bewirtschaftung in den Waldgruppen-Beschreibungen berücksichtigen. Diese digitalen Karten und Empfehlungen können die forstlichen Praktiker bei waldbaulichen Entscheidungen, wie der Baumartenwahl, unterstützen.





# ZI – Zirbenwald-Standorte

in der sehr kalten Nadelwaldzone

Die Standortseinheiten der *Waldgruppe ZI – Zirbenwald-Standorte* kommen in der Steiermark in den sehr kalten Gebirgslagen vor. Aktuell werden die Waldbestände in dieser Waldvegetationszone von Zirbe und Lärche gebildet, wobei zumeist Zirbe alleine vorherrschend auftritt. Immer wieder sind in dieser Waldgruppe Latsche oder Grün-Erle oder die verschiedensten Weidenarten in der Strauchschicht vorhanden.

Der Anstieg der Jahresmitteltemperatur wird laut den Klimaszenarien bis 2085 deutlich sein, während sich die Jahresniederschlagsmenge nicht wesentlich verändern wird. Die Veränderung der Jahresmitteltemperatur von aktuell 1,3 °C auf 3,6 °C im

Jahr 2085 im mäßigen Klimawandelszenario RCP 4.5 würde den Werten der mäßig kalten Nadelwaldzone (*Waldgruppe Fs*) entsprechen, jene auf 4,7 °C unter einem stärkeren Klimawandelszenario RCP 8.5 würde den Werten der sehr kühlen Nadelwaldzone (*Waldgruppe FT*) entsprechen.



## FZ – Fichten-Zirbenwald-Standorte

in der kalten Nadelwaldzone

Die Standortseinheiten der *Waldgruppe FZ – Fichten-Zirbenwald-Standorte* kommen in der Steiermark in den kalten Gebirgslagen vor. Aktuell werden die Waldbestände in dieser Waldvegetationszone von Zirbe, Lärche und Fichte in wechselnden Mischungsanteilen gebildet. Von den Laubbaumarten tritt aktuell nur Vogelbeere beigemischt auf. Wichtige Straucharten sind beispielsweise Latsche, Grün-Erle, Großblatt-Weide, andere Weidenarten oder Zwergstrauch-Weidenarten.

Im Zuge des Klimawandels kommt es bei einer Zunahme der mittleren Jahrestemperatur und einem annähernden Gleichbleiben der mittleren Jahresniederschlags-

summe (laut den unterstellten Klimawandel-szenarien) zu einer Verschiebung der Örtlichkeiten der *Waldgruppe FZ* in höhere Lagen. Die *Waldgruppe FZ* wird sich somit in die *Waldgruppe Fs* (Fichtenwald-Standorte subalpin) verändern. Der Prozess der Einwanderung der Laubbaumarten in die heutigen Standorte der *Waldgruppe FZ* kann waldbaulich beschleunigt und unterstützt werden.



# Fs – Fichtenwald-Standorte subalpin

in der mäßig kalten Nadelwaldzone

Die *Waldgruppe Fs – Fichtenwald-Standorte subalpin* tritt in der mäßig kalten Nadelwaldzone der Steiermark auf. Aktuell ist die Fichte in dieser Waldgruppe die am weitesten verbreitete Baumart. Darüber hinaus tritt Fichte auch in Kombination mit Lärche und Zirbe auf. Das mäßig kalte Hochlagenklima und die Kürze der Vegetationszeit schließen aktuell Buche und Tanne weitgehend aus. Charakteristisch für diese Waldgruppe ist das Vorkommen der Lichtbaumart Lärche bei initialer Bestandsentwicklung und der Halbschattbaumart Fichte in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien. Darüber hinaus sind Latsche, Grün-Erle und verschiedene

Weidenarten anzuführen, welche immer wieder beigemischt auftreten können.

Im Zuge des Klimawandels kommt es zu einer Flächenabnahme der *Waldgruppe Fs* in allen Gebirgsgruppen der Steiermark, weil oberhalb der heutigen Standorte der *Waldgruppe Fs* vielfach mehr keine Standortbedingungen für Wald gegeben sind.



## FT – Fichten-Tannenwald-Standorte

in der sehr kühlen Nadelwaldzone und in der kühlen Mischwaldzone

Die Standortseinheiten der *Waldgruppe FT – Fichten-Tannenwald-Standorte* kommen mehrheitlich in den kühlen Gebirgslagen der Steiermark vor, welche der sehr kühlen Nadelwaldzone entsprechen. In den silikatischen Gebirgsgruppen der Obersteiermark, wo ein kühleres Klima vorherrscht, tritt die *Waldgruppe FT* auch in der kühlen Mischwaldzone auf. Grund dafür sind die kühleren Klimaverhältnisse und basenarme Grundgesteine, welche in der Höhenzone aktuell keine bestandsbildenden Buchenvorkommen zulassen. Die Fichten-Tannenwald-Standorte werden daher über diese beiden Waldvegetationszonen (sehr kühler Nadel-

wald, kühler Mischwald) zusammenfassend dargestellt.

Im Zuge des Klimawandels kommt es bei einer Zunahme der mittleren Jahrestemperatur und einem annähernden Gleichbleiben der mittleren Jahresniederschlagssumme zu einer Verschiebung der Örtlichkeit der Standortseinheiten der *Waldgruppe FT* in höhere Lagen der Gebirge in der Steiermark. Die Buche zeigt die angesprochene Temperaturveränderung an, weil sie in der Klimazukunft auf heutigen Standorten der *Waldgruppe FT* an Bedeutung gewinnen wird.



# BFT – Buchen- Fichten-Tannenwald-Standorte

in der kühlen Mischwaldzone

Die Waldtypen der *Waldgruppe BFT – Buchen-Fichten-Tannenwald-Standorte* kommen in der Steiermark in den kühlen Gebirgslagen vor, welche der *kühlen Mischwaldzone* entsprechen. Die *Waldgruppe BFT* zeigt in der Steiermark flächenmäßig eine eher geringe Verbreitung.

Im Zuge des Klimawandels kommt es zu einer Verschiebung der Lokalität der Standortseinheiten der *Waldgruppe BFT* in höhere Lagen der Gebirge in der Steiermark. Die Buche kann aufgrund der Temperaturzunahme in der Klimazukunft in der *Waldgruppe BFT* an Bedeutung gewinnen. Die

*Waldgruppe BFT* wird somit im mäßigen Klimawandelszenario RCP 4.5 auf weiten Flächen in die *Fichten-Tannen-Buchenwald-Gruppe (FTB – mäßig kühle Mischwaldzone)* übergehen. In allen Waldbeständen mit einer hohen Vielfalt an Baumarten auf den heutigen Standorten der *Waldgruppe BFT* wird sich im Zuge der wärmeren Temperaturen die Buche besser behaupten können.



## FTB – Fichten-Tannen-Buchenwald-Standorte

in der mäßig kühlen Mischwaldzone

Die Standortseinheiten der *Waldgruppe FTB – Fichten-Tannen-Buchenwald-Standorte* kommen in der Steiermark in den mittleren Gebirgslagen vor, welche mit der mäßig kühlen Mischwaldzone übereinstimmen. Die *Waldgruppe FTB* ist in der Steiermark flächenmäßig weit verbreitet und nimmt aktuell rund 20 Prozent der steirischen Waldfläche ein. Die Baumartenvielfalt ist in der *Waldgruppe FTB* relativ groß. Es kommen vor allem Buche, Tanne, Fichte und Lärche vor, zusätzlich sind Berg-Ahorn, Esche, Berg-Ulme, Rot-Kiefer, Schwarz-Kiefer, Zirbe, Eibe, Birke, Mehlbeere, Zitter-Pap-

pel, Sal-Weide, Vogelbeere und Stechpalme hervorzuheben.

Im Zuge des Klimawandels kommt es zu einer deutlichen Abnahme bzw. langfristig einem möglichen Verschwinden dieser Waldgruppe aus ihrer aktuellen Höhenverbreitung. Die Buche und die Eiche zeigen die angesprochene Temperaturveränderung an, weil sie in der Klimazukunft an Bedeutung gewinnen (Buche) beziehungsweise Standorttauglichkeit erreichen können (Eichen-Arten).



# BU – Buchenwald-Standorte

in der mäßig milden Mischwaldzone

Die Standortseinheiten der *Waldgruppe BU – Buchenwald-Standorte* kommen in der Steiermark in den temperierten Gebirgs- und Hügellagen auf rund 21 Prozent der steirischen Waldfläche vor, welche der mäßig milden Mischwaldzone entsprechen. Die Baumartenvielfalt ist in der Waldgruppe BU groß. Es finden vor allem Buche, Tanne, Fichte und Lärche geeignete Standortbedingungen vor. Des Weiteren sind Berg-Ahorn, Spitz-Ahorn, Esche, Trauben-Eiche, Stiel-Eiche, Edelkastanie, Walnuss, Berg-Ulme, Vogel-Kirsche, Rot-Kiefer, Schwarz-Kiefer, Eibe, Birke, Mehlbeere, Zitter-Pappel, Sal-Weide, Elsbeere, Vogelbeere, Stechpalme, Hopfenbuche und Manna-Esche als geeig-

net hervorzuheben. In dieser Waldvegetationszone sind auch diverse Gastbaumarten wie Douglasie und Rot-Eiche möglich.

Im Zuge des Klimawandels kommt es zu einer Verschiebung der Lokalität der Standortseinheiten der *Waldgruppe BU* in höhere Lagen der Hügellandschaften und Gebirge in der Steiermark. Der Prozess der Einwanderung der Stiel-Eiche und Trauben-Eiche beziehungsweise deren gesteigerte Bedeutung auf den heutigen Standorten der Waldgruppe BU kann nur waldbaulich beschleunigt und unterstützt werden.





## EB – Eichen-Buchenwald-Standorte

in der milden Laubwaldzone

Die Standortseinheiten der *Waldgruppe EB – Eichen-Buchenwald-Standorte* kommen in der Steiermark in den temperierten Gebirgs- und Hügellagen vor, welche der *milden Laubwaldzone* entsprechen. Die Baumartenvielfalt ist in der *Waldgruppe EB* der *milden Laubwaldzone* groß. Es finden hier vor allem Buche, Trauben-Eiche, Stiel-Eiche, Hainbuche, Tanne und Lärche gute Standortbedingungen vor. Darüber hinaus sind Berg-Ahorn, Spitz-Ahorn, Feld-Ahorn, Esche, Berg-Ulme, Vogel-Kirsche, Edelkastanie, Walnuss, Fichte, Rot-Kiefer, Schwarz-Kiefer, Eibe, Birke, Mehlbeere, Elsbeere, Vogelbeere, Speierling, Zitter-Pappel, Sal-Weide, Hopfenbuche, Manna-Esche und Stechpalme als

weitere mögliche Baumarten zu erwähnen. Im Zuge des Klimawandels kommt es zu einer Verschiebung der Lokalität der Standortseinheiten der *Waldgruppe EB* in höhere Lagen der Hügellandschaften und Gebirge in der Steiermark. Die gesteigerte Bedeutung der Eichen auf den heutigen Standorten der *Waldgruppe EB* kann dabei oft nur waldbaulich unterstützt werden. Das liegt an der hohen Konkurrenzkraft der Buche – auch wenn die Stiel-Eiche und Trauben-Eiche in der Zukunft eine immer bessere Standorttauglichkeit aufweisen, müssen sie durch waldbauliche Maßnahmen gefördert werden, um sich bestandsbildend zu etablieren.



# EH – Eichen- Hainbuchenwald-Standorte

in der sehr milden Laubwaldzone und der milden Laubwaldzone

Die Standortseinheiten der *Waldgruppe EH – Eichen-Hainbuchenwald-Standorte* kommen auf etwa 11 Prozent der Waldfläche in der Steiermark in temperierten Hügellagen und auch im Grazer Becken vor, die der sehr milden Laubwaldzone, teilweise auch der milden Laubwaldzone entsprechen.

Es kommen vor allem Buche, Traubeneiche, Stiel-Eiche und Hainbuche sowie Edelkastanie, Zerr-Eiche, Berg-Ahorn, Spitz-Ahorn, Feld-Ahorn, Esche, Berg-Ulme, Feld-Ulme, Flatter-Ulme, Walnuss, Vogel-Kirsche, Sommer-Linde, Winter-Linde, Schwarz-Erle, Tanne, Lärche, Fichte, Rot-Kiefer, Schwarz-Kiefer, Eibe, Birke, Mehlbeere, Elsbeere, Spei-

erling, Zitter-Pappel, Sal-Weide, Vogelbeere, Hopfenbuche, Manna-Esche und Stechpalme vor. Auch die Verwendung von diversen Gastbaumarten wie Douglasie, Rot-Eiche und Libanon-Zeder ist möglich.

Im Zuge des Klimawandels kommt es mit der Temperaturzunahme zu einer Verschiebung der Lokalität der Standortseinheiten der *Waldgruppe EH* in höhere Lagen der Hügellandschaften und Gebirge in der Steiermark. Neue Eichenarten wie etwa die Zerr-Eiche, Flaum-Eiche oder die Balkan-Eiche (*Quercus frainetto*, besser bekannt als Ungarische Eiche) werden Standorttauglichkeit erlangen.



## EHb – Balkan-Eichen-Hainbuchenwald-Standorte

in der mäßig warmen Laubwaldzone

Die Standortseinheiten der *Waldgruppe EHb – Balkan-Eichen-Hainbuchenwald-Standorte* kommen in den wärmsten Zonen des unteren Murtales (plus Seitentäler) vor und entsprechen der mäßig warmen *Laubwaldzone*. Sie ist aktuell auch die einzige *Waldgruppe* in der mäßig warmen *Laubwaldzone*. In der Klimazukunft kann sich die *Waldgruppe EHb* von der sehr warmen *Laubwaldzone* bis in die *mäßig warme Laubwaldzone* erstrecken. Neben der aktuell vorkommenden Buche, Trauben-Eiche, Stiel-Eiche und Hainbuche gibt es Edelkastanie, Zerr-Eiche, Berg-Ahorn, Spitz-Ahorn, Feld-Ahorn, Esche, Berg-Ulme, Feld-Ulme, Flatter-Ulme,

Walnuss, Vogel-Kirsche, Sommer-Linde, Winter-Linde, Schwarz-Erle, Tanne, Lärche, Fichte, Rot-Kiefer, Schwarz-Kiefer, Eibe, Birke, Mehlbeere, Elsbeere, Speierling, Zitter-Pappel, Sal-Weide und Vogelbeere.

Im Zuge des Klimawandels kommt es zu einer Verschiebung der Lokalität der Standortseinheiten der *Waldgruppe EHb* in höhere Lagen der Hügellandschaften. Die vorhandenen Eichenarten werden in der Klimazukunft noch an Bedeutung gewinnen, die Flaum-Eiche, die Zerr-Eiche oder die Balkan-Eiche (*Quercus frainetto*, besser bekannt als Ungarische Eiche) können ihre Standorttauglichkeit verbessern.



FTK – Fichten-Tannen-Kiefernwald-Standorte  
FTA – Fichten-Tannen-Ahornwald-Standorte  
FKB – Fichten-Kiefern-Buchenwald-Standorte

## FTK, FTA, FKB

in der mäßig milden bis mäßig kühlen Mischwaldzone

Die Standortseinheiten der *Waldgruppen* FTK, FTA und FKB kommen in der Steiermark in den Gebirgslagen vor, welche der *mäßig milden und mäßig kühlen Mischwaldzone* entsprechen. Alle drei Waldgruppen weisen spezielle standörtliche Eigenschaften auf, welche das Vorkommen der Standorte der *Waldgruppe BU* in der mäßig milden Mischwaldzone und der *Waldgruppe FTB* in der mäßig kühlen Mischwaldzone erschweren.

Im Zuge des Klimawandels kommt es mit der Zunahme der mittleren Jahrestemperatur und einem annähernden Gleichbleiben der mittleren Jahresniederschlagssumme (laut den unterstellten Klimawandelszenarien) zu einer Verschiebung der Lokalität

der Standortseinheiten der *Waldgruppen* FTK, FTA und FKB in höhere Gebirgslagen in der Steiermark. Aufgrund der standörtlichen Spezifika der drei Waldgruppen sind die Veränderungen im Klimawandel durchaus differenziert zu betrachten (siehe „Dynamische Waldtypisierung – Band 2“).



EIK – Eichen-Kiefernwald-Standorte  
 Elm – Eichenwald-Standorte (sub)mediterrän (Flaum-Eiche)  
 Els – Eichenwald-Standorte subkontinental (Zerr-Eiche)

## EIK, Elm, Els

in der mäßig warmen bis milden Laubwaldzone

Die drei *Waldgruppen EIK, Elm und Els* kommen aktuell in der *mäßig warmen bis milden Laubwaldzone* der Steiermark vor. In der Klimazukunft können sie auch die *milde bis sehr warme Laubwaldzone* (welche im aktuellen Klima noch nicht ausgebildet ist) umfassen.

Aufgrund der extremeren Standortverhältnisse kann die Hainbuche generell nicht gedeihen (zu sauer für EIK oder zu trocken für Elm und Els). Diese Verhältnisse bedingen auch, dass die Standortseinheiten der dominanten *Waldgruppen EB, EH und Ehb* in den drei Waldvegetationszonen oft nicht ausgebildet werden. Im Zuge des Klimawandels kommt es bei einer Zunahme der mittlere-

ren Jahrestemperatur zu einer Veränderung der Ausdehnung beziehungsweise Verschiebung der Lokalität der Standortseinheiten der *Waldgruppen EIK, Elm und Els* in höhere Lagen des Hügellandes und der Gebirge in der Steiermark. Aufgrund der standörtlichen Spezifika dieser drei Waldgruppen sind die Veränderungen im Klimawandel differenziert zu betrachten (siehe „Band 2 – Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel“).



LI – Lindenmischwald-Standorte  
KI – Kiefernwald-Standorte  
Fm – Fichtenwald-Standorte montan

## LI, KI, Fm

in der sehr milden Laubwaldzone bis sehr kühlen Nadelwaldzone

Die Standortseinheiten der *Waldgruppen LI, KI und Fm* kommen in der Steiermark unter den verschiedensten Standortbedingungen vor. Gemeinsam ist ihnen nur die geringe Flächenausdehnung. Alle Waldgruppen weisen spezifische standörtliche Charakteristika für Klimazone, Wasserhaushaltsstufe und Basenklasse auf: Lindenmischwald-Standorte sind oft carbonatisch und skelettreich, montane Fichtenwald-Standorte und Kiefernwald-Standorte sind besonders trocken.

Im Zuge des Klimawandels kommt es bei einer Zunahme der mittleren Jahrestemperatur und einer annähernd gleichbleibenden mittleren Jahresniederschlags-

summe (laut den unterstellten Klimawandel-szenarien) zu einer Verschiebung der Lokalität der Standortseinheiten der *Waldgruppen LI, KI und Fm* in höhere Lagen der Hügellandschaften und Gebirge der Steiermark, bzw. zu einer Ausbreitung der Standorte (*KI*). Aufgrund der standörtlichen Spezifika der einzelnen Waldgruppen sind die Veränderungen im Klimawandel differenziert zu betrachten (siehe „Band 2 – Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel“).



MH – Manna-Eschen-Hopfenbuchenwald-Standorte  
Ews – Eichensteppenwald-Standorte

## MH, Ews – zukünftige Wald-Standorte in der sehr warmen Laubwaldzone bis zur Mischwaldzone

Diese beiden Waldgruppen haben **im heutigen Klima keine nennenswerten Vorkommen**, treten laut Klimaszenarien in Zukunft (2050 bis 2100) allerdings in verschiedenen Waldvegetationszonen der Steiermark auf. Sie sind daher als mögliche zukünftige Waldstandortseinheiten klassifiziert und deren Beschreibung hat auch spekulativen Charakter.

Die von hoher Wärmeeinstrahlung geprägte Standortseinheit der *Waldgruppe MH* kommt in der Steiermark aktuell nur mit einer extrem geringen Flächenausdehnung in der Weizklamm vor, welche ausschließlich durch Felderhebungen nachgewie-

sen wurde, jedoch nicht modelliert werden konnte.

Die sehr trockene *Waldgruppe Ews* ist heute nirgendwo in der Steiermark ausgebildet und erscheint ausschließlich in der Klimazukunft (siehe „Band 2 – Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel“).

# Übersicht der Sonderwaldstandorte in der Steiermark

| Kürzel | Langbezeichnung (Kurzbezeichnung)                                  | Modellierstatus | Verbreitung      |
|--------|--|-----------------|------------------|
| P      | Stark Pseudovergleyte Standorte (Stauwasser)                       | M               | <b>9.653 ha</b>  |
| U      | Ultrabasite, Serpentin-Standorte (Serpentine)                      | M               | <b>2.492 ha</b>  |
| A      | Auwald-Standorte, im Nahbereich größerer Flüsse (Auen)             | M               | <b>9.323 ha</b>  |
| W      | Wasserbeeinflusste Standorte: mehr als 10° Hangneigung (Wasserzug) | M               | <b>5.195 ha</b>  |
| N      | Nassstandorte: weniger als 10° Hangneigung (Vernässung)            | M               | <b>8.186 ha</b>  |
| O      | Organische Standorte und Moore (Moore)                             | M               | <b>2.899 ha</b>  |
| L      | Lawinar- und Schneelagenstandorte (Schneelagen)                    | M               | <b>16.887 ha</b> |
| K      | Krummholz-Standorte (Krummholz)                                    | M               | <b>27.439 ha</b> |
| B      | Blockwaldstandorte: von Gesteinsblöcken geprägt (Block)            | N               | ---              |
| R      | Rutschungsstandorte (Rutschung)                                    | N               | ---              |
| S      | Schuttstandorte: durch Steinschlag oder Schutt (Schutt)            | N               | ---              |

M: wurde flächig explizit modelliert

N: war nicht flächig explizit modellierbar



Es gibt derzeit zwei GIS-gestützte Zugänge für die digitale Nutzung der Informationen aus der Dynamischen Waldtypisierung, die in der Folge kurz skizziert werden. Es wurde dabei bewusst auf bestehende und bekannte EDV-Strukturen und WEB-Applikationen aufgebaut.

1.

# Digitaler Atlas [www.bit.ly/dynWald](http://www.bit.ly/dynWald)

Kartenportal, Land- und Forstwirtschaft, Dynamische Waldtypisierung; das Werkzeug „Waldbauberater“ löst die Abfrage für den Standort aus und das Formular zum Digitalen Durchstich wird ausgegeben.



# 2. www.waldbauberater.at

**Waldort wählen**

**Basisinformation Waldtypisierung Steiermark**

Waldbau in Österreich auf ökologischer Grundlage  
**Eine Orientierungshilfe für die Praxis**  
Ziel dieser Orientierungshilfe ist es, Positionen für Ihren waldbaulichen Standort (Standortwahl) zu ermitteln.  
**Ausgehend vom Standort**  
Wie ist Ihre aktuelle Standortwahl und was ist dafür zu tun?  
**Ausgehend vom vorhandenen Waldbestand**  
Welche waldbaulichen Schritte sind in diesem Waldbestand zu tun und wie?  
**Altklassik - Dynamische Waldtypisierung in der Steiermark online**  
FORSITE bietet die aktuellen wissenschaftlich abgeleiteten Daten zum Wald in der Steiermark.  
FORSITE können bei der Standortwahl im Waldbestand helfen Sie in der Karte auf Ihren Standort zu den Ergebnissen abzurufen.  
**Bezeichnung**  
Räumliche Lage, Gelände, Böden und Klima bestimmen die Natur vorgegebenen Waldstandortwahl.  
Sie finden Ihre Ausrichtung in den jeweiligen Standort. Diese ökologischen Standortkriterien sind die waldbaulichen Empfehlungen. Um sich auch und endlich in der Fülle der Möglichkeiten zurückzufinden, werden, ausgehend von der räumlichen Lage des Standortes, möglichst die wichtigsten Waldbaumaßnahmen für die bestehenden Waldtypen abgeleitet.  
Die räumliche Lage kann einfach durch Klicken auf die Steiermarkkarte (Rechts) werden. Damit werden nur mehr die räumlichen Informationen angezeigt. Es gibt kein Diagramm für jede waldbauliche Empfehlung. Die waldbauliche Empfehlung ist individuell (Standort) und dem BWS für die Bewirtschaftung eines Waldes.  
Die Bezeichnung des Standortes, die Einweisung seiner Reaktion auf unterschiedliche Maßnahmen und die Vorstellung der zukünftigen Entwicklung sind die am besten ermittelten waldbaulichen Empfehlungen.  
Diese Anwendung soll diese Möglichkeiten unterstützen.  
Basis der Anwendung ist das Waldbauhandbuch der Steiermärkischen Bundesforst AG und darauf aufbauend die Beratungsurteile Waldbau in Österreich auf ökologischer Grundlage der Landesforschungsanstalt für Wald- und Forstwirtschaft.

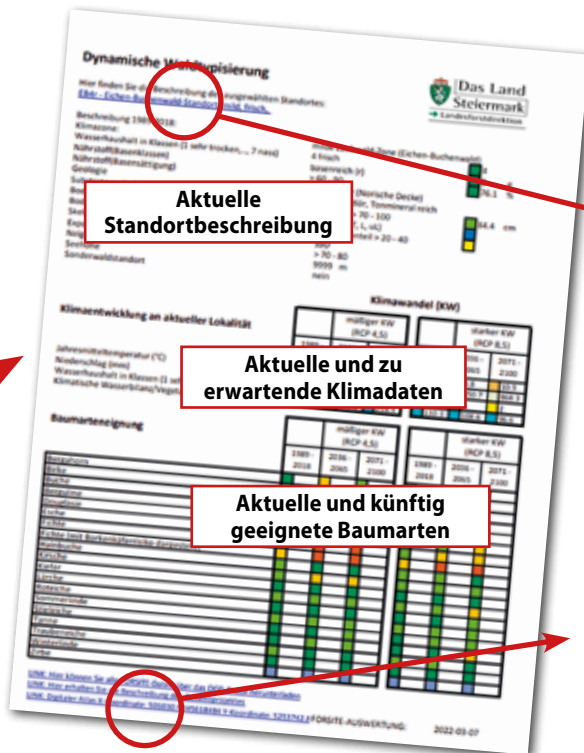
**Steiermark FORSITE - Waldtypisierung (Seite wird erstellt)**

**Dynamische Waldtypisierung Steiermark**

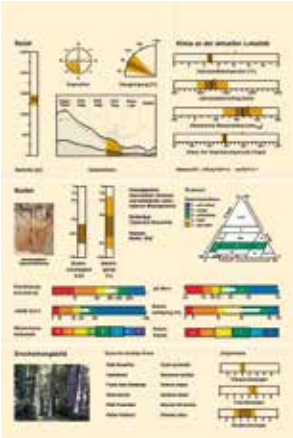
Standort  
Longitude: 15° 36' 52"  
Latitude: 47° 10' 21"  
in EPSG:4326 (WGS1984) Koordinatensystem  
Seehöhe: 421.75m  
Höhennähe:  
Geologie:  
Wuchs:  
Methode:  
Ausgehend vom Standort  
Eigenschaften:  
Ausgehend vom vorhandenen Waldbestand  
für bestehende Bestände  
Suchen Standort/vegetation

# Der „Digitale Durchstich“

Der „Digitale Durchstich“ ermöglicht die Abfrage der wichtigsten Standortdaten für den aktuellen Standort (30 m x 30 m Rasterzelle). Damit kann die Richtigkeit der Auscheidung des Waldtyps über Informationen zu Klima-, Wasser- und Bodeneigenschaften rasch überprüft werden. Gleichzeitig sind die wichtigsten Standortparameter für eine fachliche Beurteilung und eine Übersicht über die aktuelle und zukünftige Eignung von bis zu 18 Baumarten aufgelistet.



**PDF der Waldstandortseinheit**



**Download der Originaldaten über das OGD-Portal**

**[www.waldtypisierung.steiermark.at](http://www.waldtypisierung.steiermark.at)**

**STARTET den Digitalen Atlas**



# Charakterisierung der Waldstandortseinheiten

Im Rahmen der Standortklassifikation ist als Basiseinheit des Standortsystems ein Waldtyp definiert, der sich jeweils aus einer Klimazone, Wasserhaushaltsstufe und Basenklasse auf der entsprechenden Achse des Standortsystems abbilden lässt.

Diese 116 Standortseinheiten werden jeweils auf einer Doppelseite dargestellt. Dabei sind die relevanten Informationen zum Relief, zu den Bodeneigenschaften und zu ausgewählten klimatischen Faktoren unter aktuellen und zukünftigen Bedingungen an der jeweiligen Lokalität beschrieben. Informationen hinsichtlich charakteristischer Zeigerpflanzen, zur Produktivität ausgewählter Baumarten und den limitierenden Faktoren des Standorts runden die Beschreibung ab. Für die Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Standortseinheit bei unterschiedlichen Klimawandel-szenarien (RCP 4.5 und RCP 8.5) werden mögliche Übergänge zu anderen Standortseinheiten in Tabellen dargestellt. Darüber hinaus ist die durchschnittliche Eignung von ausgewählten Baumarten für den Zeitraum 1989 bis 2018, 2036 bis 2065 und 2071 bis 2100 für die unterschiedlichen Klimawandel-szenarien angeführt. Die folgende Erläuterung soll eine Hilfestellung bei der Interpretation der Grafiken bieten.

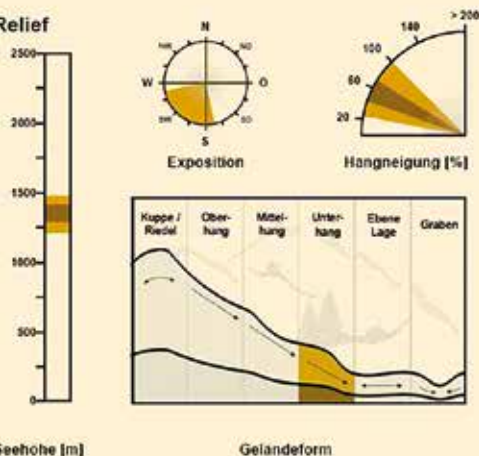
Grundsätzlich dienen die verwendeten Farben der Grafiken und Tabellen den Leserinnen und Lesern zur Orientierung. Die Farbgebung der einzelnen Kategorien oder Klassen wurde mit den Legenden in den zugehörigen digitalen Karten abgestimmt, damit die Inhalte gut verglichen werden können. Die Haupt- oder Kernbereiche eines dargestellten Faktors umfassen in der Regel 50 Prozent aller Werte um den Mittelwert herum, also das 25. bis 75. Perzentil (P25 bis P75), und sind durch dunkle Färbung oder breitere Balken gekennzeichnet. Die Nebenbereiche umfassen das 5. bis 95. Perzentil (P5 bis P95), was 90 Prozent des Wertebereichs entspricht. Diese werden durch hellere Färbung bzw. schmalere Striche dargestellt. Dort, wo es aufgrund der Datenbasis sinnvoll ist, wird das arithmetische Mittel als Linie angezeigt.

# Buchen-Fichten-Tannenwald-Standort

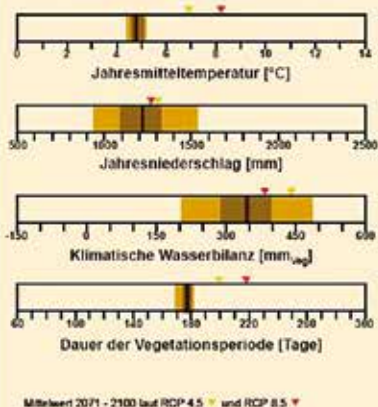
kühl | frisch/sehr frisch | basenreich/basenhaltig  
Kühle Mischwaldzone

Häufigkeit 1,58 %

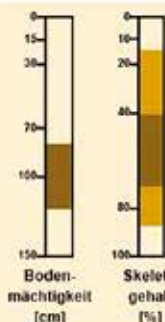
## Relief



## Klima an der aktuellen Lokalität



## Boden



Grundgestein: intermediäre Gesteine und silikatische carbonatarme Mischgesteine

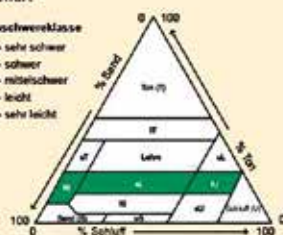
Bodentyp: (Typische) Braunerde

Humus: Moder, Mull

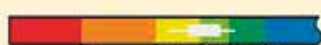
## Bodenart

### Bodenschwerkategorie

- 5 - sehr schwer
- 4 - schwer
- 3 - mittelschwer
- 2 - leicht
- 1 - sehr leicht



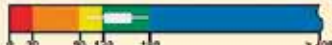
Durchlässigkeit [mm/d]



pH-Wert



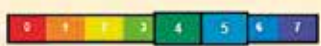
nWSK [l/m³]



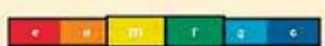
Basensättigung [%]



Wasserhaushaltsstufe



Basenklasse



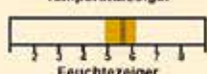
## Erscheinungsbild



## Typische häufige Arten

- Wald-Sauerkeie
- Heidelbeere
- Fuchs-Hain-Greiskraut
- Weiß-Germer
- Wald-Frauentam
- Weiße Pestwurz
- Oxalis acetosella
- Vaccinium myrtillus
- Senecio ovatus
- Veratrum album
- Athyrium filix-femina
- Petasites albus

## Zeigerwerte



## Einordnung der Standorte

|           |               |              |              |                  |
|-----------|---------------|--------------|--------------|------------------|
|           | mäßig trocken | mäßig feucht | trocken      | sehr feucht      |
| Klimazone | kalte         | F60m         | BFT3m        | BFT45m           |
|           | mäßig kalte   | FK02m        | FT08m        | FT045m<br>FT045m |
|           | mäßig milde   | FK02m        | BUR<br>BU20m | BUR<br>BU40m     |
|           | warme         | EW12m        | EBR<br>EB3m  | EBR<br>EB45m     |

Wasserhaushaltsstufe

|             |                |                  |                     |                 |
|-------------|----------------|------------------|---------------------|-----------------|
| Basisklasse | C              | BFT40g<br>BFT50g | Nährstoffversorgung | Sonderstandorte |
|             | B              | BFT40g<br>BFT50g |                     |                 |
|             | A              | BFT45m           |                     |                 |
|             | Y              | BFT45m           |                     |                 |
|             | D              | FT5ue<br>FTAue   |                     |                 |
| E           | FT5ue<br>FTAue |                  |                     |                 |

Krummbaum  
GRE156gmm\_K  
 Schmelzgebiet  
BFT30g\_L  
 Pflanzung  
FT0047gmm\_M  
 Pflanzung  
M100gmm\_M

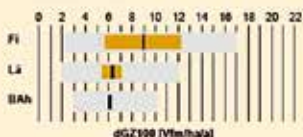
## Künftige Standortsbedingungen

|           |               |              |              |                  |
|-----------|---------------|--------------|--------------|------------------|
|           | mäßig trocken | mäßig feucht | trocken      | sehr feucht      |
| Klimazone | kalte         | F60m         | BFT3m        | BFT45m           |
|           | mäßig kalte   | FK02m        | FT08m        | FT045m<br>FT045m |
|           | mäßig milde   | FK02m        | BUR<br>BU20m | BUR<br>BU40m     |
|           | warme         | EW12m        | EBR<br>EB3m  | EBR<br>EB45m     |

Wasserhaushaltsstufe

|           |               |              |              |                  |
|-----------|---------------|--------------|--------------|------------------|
|           | mäßig trocken | mäßig feucht | trocken      | sehr feucht      |
| Klimazone | kalte         | F60m         | BFT3m        | BFT45m           |
|           | mäßig kalte   | FK02m        | FT08m        | FT045m<br>FT045m |
|           | mäßig milde   | FK02m        | BUR<br>BU20m | BUR<br>BU40m     |
|           | warme         | EW12m        | EBR<br>EB3m  | EBR<br>EB45m     |

## Produktivität



OH 55 (m); FI 50 (s0); Lue 20 (s2); BAH 27 (s0)

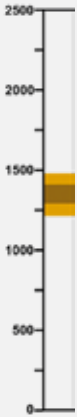
## Limitierende Faktoren des Standortes



## Baumarteneignung

| Ausgewählte wichtige Baumarten |             |         |             |         |
|--------------------------------|-------------|---------|-------------|---------|
| 1989 - 2018                    | 2036 - 2065 |         | 2071 - 2100 |         |
|                                | RCP 4.5     | RCP 6.5 | RCP 4.5     | RCP 6.5 |
| Fichte                         | 3.5         | 6.9     | 7.7         | 7.4     |
| Tanne                          | 3.5         | 3.5     | 4.4         | 7.4     |
| Lärche                         | 3.5         | 3.5     | 3.5         | 3.5     |
| Buche                          | 6.4         | 7.6     | 7.5         | 7.5     |
| Berg-Ahorn                     | 7.3         | 7.5     | 7.9         | 7.6     |
| Berg-Ulme                      | 6.3         | 6.4     | 7.0         | 7.7     |
| Rot-Kiefer                     | 6.4         | 7.9     | 7.5         | 7.5     |
| Zirbe                          | 3.5         | 3.5     | 3.5         | 4.4     |
| Hänge-Birke                    | 7.7         | 7.7     | 6.5         | 6.5     |
| Douglasie                      | 7.6         | 6.5     | 6.5         | 6.5     |

| Weitere geeignete Baumarten          |  |  |
|--------------------------------------|--|--|
| 1989 - 2018                          | 2071 - 2100  |  |
|                                      | RCP 4.5  | RCP 6.5  |
| Vogelbeere, Zitter-Pappel, Sal-Weide | Trauben-Eiche, Stiel-Eiche, Esche, Rot-Eiche, Spitz-Ahorn, Schwarz-Kiefer, Edelkastanie, Walnuss, Eibe, Zitter-Pappel, Sal-Weide, Mehl-beere, Vogelbeere, Stechpalme, Hopfenbuche, Manna-Esche | Trauben-Eiche, Stiel-Eiche, Esche, Rot-Eiche, Spitz-Ahorn, Schwarz-Kiefer, Edelkastanie, Walnuss, Eibe, Zitter-Pappel, Sal-Weide, Mehl-beere, Vogelbeere, Stechpalme, Hopfenbuche, Manna-Esche |



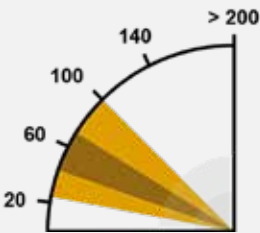
## Seehöhe [m]

Das Balkendiagramm zeigt den Seehöhenbereich in Meter über Meeresspiegel, in dem die Waldstandortseinheit (in diesem Fall BFT45rm) aktuell / historisch mehrheitlich vorkommt. Der Hauptbereich ist durch einen schmalen Balken dunkelbraun gefärbt, der Nebenbereich ist durch einen breiteren Balken hellbraun gekennzeichnet.



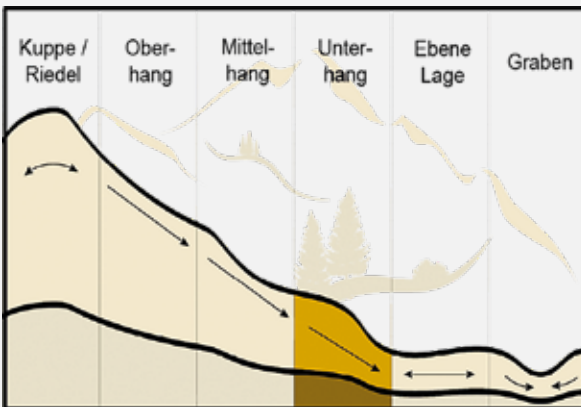
## Exposition

Die Grafik zeigt die am häufigsten auftretenden Expositionen in denen die Waldstandortseinheit vorkommt. Die 16 Klassen orientieren sich an den Himmelsrichtungen.



## Hangneigung [%]

Die Grafik zeigt die am häufigsten auftretenden Neigungsverhältnisse in denen die Waldstandortseinheit vorkommt. Die Darstellung der Neigung in Prozent zeigt damit die zu erwartende Steilheit im Gelände an.



## Geländeform

Die Grafik zeigt das jeweils häufigste Vorkommen der Meso-Geländeformen der Waldstandortseinheit. Diese Geländeform ist farblich hervorgehoben und kann als typisch betrachtet werden. Pfeile symbolisieren Eintrags- und Austragslagen bzw. ausgeglichene Lagen für den Nährstoff- und Wasserhaushalt.



Bei den meteorologischen Faktoren werden Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag, Dauer der Vegetationsperiode sowie die klimatische Wasserbilanz angeführt. Der Mittelwert für das aktuell/historische Klima ist als dunkelbraune Linie dargestellt, der Kernbereich mittelbraun (50 Prozent der Werte), der Nebenbereich hellbraun (90 Prozent der Werte). Für die Zeitscheibe 2085 (Klimaperiode 2071 bis 2100) finden sich die Mittelwerte als rote und gelbe Dreiecke (an der oberen Randlinie) im Vergleich zum aktuellen Mittelwert. Daraus kann ein möglicher Trend für die beiden ausgewählten Klimaänderungs-

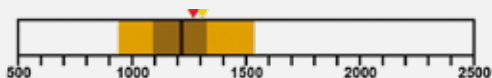
szenarien im RCP 4.5 (gelbes Dreieck) und RCP 8.5 (rotes Dreieck) am Ende des Jahrhunderts abgeleitet werden.

Dabei ist zu beachten, dass das künftige Klima für die beiden Szenarien für die Lokalität der aktuellen Waldstandortseinheit berechnet wird. Die zukünftigen Werte definieren daher die an dieser Lokalität zu erwartenden Klimabedingungen, und können mit den Bedingungen für eine andere Waldstandortseinheit verglichen werden, die sich in der geografischen Verbreitung (= Lokalität) dorthin verschieben könnten.



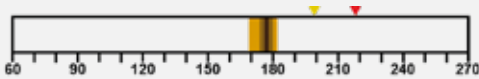
### Jahresmitteltemperatur [°C]

Die Grafik zeigt die Jahresmitteltemperatur in °C für die Waldstandortseinheit mit Schwankungsbereich für das aktuell/historische Klima (Balkendiagramm für Klimaperiode 1989 bis 2018) und den möglichen Trend für die beiden ausgewählten Klimaänderungsszenarien im RCP 4.5 (gelbes Dreieck) und RCP 8.5 (rotes Dreieck) am Ende des Jahrhunderts. Die Ergebnisse resultieren aus der landesweiten Modellierung der Daten zur Jahresmitteltemperatur durch Verschneidung mit den modellierten Vorkommen (Flächen) der Waldstandortseinheit.



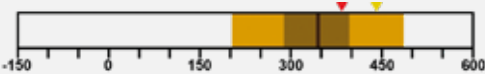
### Jahresniederschlag [mm/Jahr]

Die Grafik zeigt den mittleren Jahresniederschlag in mm pro Jahr für die Waldstandortseinheit mit dem Schwankungsbereich für das aktuell/historische Klima (Klimaperiode 1989 bis 2018) mittels Balkendiagramm. Die Ergebnisse resultieren aus der landesweiten Modellierung der Niederschlagsdaten durch Verschneidung mit den modellierten Vorkommen (Flächen) der Waldstandortseinheit.



## Dauer der Vegetationsperiode [Tage]

Die Grafik zeigt die mittlere Vegetationsperiodenlänge in Tagen für die Waldstandortseinheit mit dem Schwankungsbereich für das aktuell/historische Klima (Klimaperiode 1989-2018) mittels Balkendiagramm. Die Ergebnisse resultieren aus der landesweiten Modellierung der Dauer zwischen Beginn und Ende der Wachstumsphase für die Vegetation durch Verschneidung mit den modellierten Vorkommen (Flächen) der Waldstandortseinheit. Die Vegetationsperiode ist dabei definiert als die Dauer in Tagen des längsten durchgehenden Abschnitts an Tagen mit einer Mitteltemperatur von jeweils mindestens 5° C.



## Klimatische Wasserbilanz [mm]

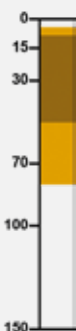
Die Grafik zeigt die klimatische Wasserbilanz über die Vegetationsperiode in Tagen für die Waldstandortseinheit mit dem Schwankungsbereich für das aktuell / historische Klima (Klimaperiode 1989-2018) mittels Balkendiagramm. Die Ergebnisse resultieren aus der landesweiten Modellierung der klimatische Wasserbilanz durch Verschneidung mit den modellierten Vorkommen (Flächen) der Waldstandortseinheit. Die klimatische Wasserbilanz ist dabei definiert als die Differenz aus der mittleren Niederschlagssumme und der Summe der potenziellen Verdunstung, summiert über die Länge der Vegetationsperiode. Sie ist damit eine Maßzahl für die Wasserverfügbarkeit, bei Werten um oder gar unter 0 muss man von zumindest zeitweise limitierter Wasserverfügbarkeit und damit Trockenstress ausgehen.



pseudovergleyte  
Typische Braunerde

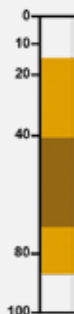
### Bodenprofil

Das Foto eines typischen Bodenprofils soll – soweit vorhanden – mit einer erläuternden Bildunterschrift einen Eindruck des am häufigsten vorkommenden Bodentyps geben.



### Bodenmächtigkeit [cm]

Das Balkendiagramm der Bodenmächtigkeit zeigt auf einer metrischen Skala in cm den Kernbereich (dunkel, 50 % aller Werte) und den Nebenbereichs (hell, 90 % aller Werte) für die durchschnittlich zu erwartende Gründigkeit der Waldstandortseinheit (max. mögliche Tiefe bei 150 cm); Die Gründigkeit ist dabei definiert als die Auflage von durchwurzelbaren Bodens über dem Substrat bzw. Grundgestein.

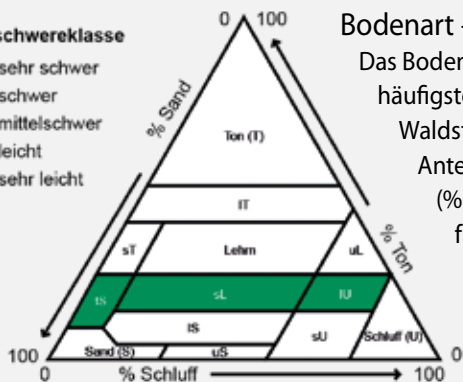


### Skelettgehalt [%]

Das Balkendiagramm zum Skelettgehalt zeigt mit einer Skala in % den Kernbereich (dunkel, 50 % aller Werte) und den Nebenbereichs (hell, 90 % aller Werte) für den durchschnittlich zu erwartenden Skelettgehalt im Grobboden der Waldstandortseinheit. Der Skelettgehalt ist dabei ein Mittelwert aus den verschiedenen Tiefenhorizonten in Abhängigkeit der Horizontmächtigkeit bis zu einer Tiefe von max. 100 cm Tiefe.

### Bodenschwereklasse

- 5 - sehr schwer
- 4 - schwer
- 3 - mittelschwer
- 2 - leicht
- 1 - sehr leicht



### Bodenart – Bodenschwereklasse

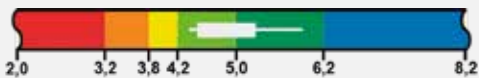
Das Bodenarten Dreieck zeigt die häufigste Bodenschwereklasse für diese Waldstandortseinheit an. Die Klasse mit dem Anteil der ihr zugeordneten Bodenarten (% Sand, % Schluff, % Ton) wird dabei farblich markiert. Die Grafik orientiert sich am Waldbodenfächer.

## Bodentyp

Der Text charakterisiert typische/häufige zu erwartende Bodentypen für die Waldstandortseinheit (z.B. Kalkbraunlehm, Rendzina, Braunerde)

## Humus

Der Text charakterisiert typische/häufige Humusformen für die Waldstandortseinheit (z.B. Mull, Moder, Rohhumus)



## pH-Wert

Die Grafik zeigt den im Mittel zu erwartenden pH-Wert für die Waldstandortseinheit und gibt damit ein Maß für den Säure- oder Basencharakter einer wässrigen Lösung an (entspricht dem negativen dekadischen Logarithmus der  $H^+$ -Ionenkonzentration im Bodenwasser). Je höher diese Konzentration, desto niedriger ist daher der pH-Wert. Er beeinflusst unter anderem die Nährstoffverfügbarkeit im Boden.

Die Grafik zeigt einerseits die unterschiedlich gefärbten Klassen, der breite weiße Balken stellt das Hauptvorkommen (50 % aller Werte), der schmale weiße Strich das Nebenvorkommen (90 % aller Werte) dar.



## Basensättigung

Die Grafik zeigt den im Mittel zu erwartenden Basensättigungsgrad für die Waldstandortseinheit an (entspricht dem prozentuellen Anteil basischer Kationen ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$  und  $\text{Na}^{+}$ ) an der Kationenaustauschkapazität). Sie steigt mit zunehmendem pH-Wert des Bodens und ist ein wichtiger Kennwert zur Beurteilung der Trophie von Böden und für die Bodenklassifikation. Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K) sind wichtige Bodennährstoffe, daher lässt eine Angabe über die Basensättigung einen Rückschluss auf die Bodenfruchtbarkeit zu. In Mineralböden sind Basensättigungen von über 80 % optimal. Eine Basensättigung von 80 % bedeutet z.B., dass 80 % des Kationenbelages der mineralischen und ggf. vorhandenen organischen Austauscher des Bodens aus den genannten Ionen besteht, während 20 % der Kapazität mit  $\text{H}^{+}$  und  $\text{Al}^{3+}$ -Ionen belegt sind. Die tatsächliche Verfügbarkeit der vorhandenen (austauschbaren) Kationen für die Pflanzenernährung ist abhängig von der Bodenfeuchte.

Die Grafik zeigt einerseits die unterschiedlich gefärbten Klassen, der breite weiße Balken stellt das Hauptvorkommen (50 % aller Werte), der schmale weiße Strich das Nebenvorkommen (90 % aller Werte) dar.



## Basenklasse

Die Grafik zeigt die Einordnung der Basenklasse der Waldstandortseinheit in die 6 Klassen des Standortsystems. Als eine der drei Achsen im Standortsystem bezeichnet die Basenklasse (BAK) den hinteren alphabetischen Wert im Standortcode. Im Beispiel BFT45rm werden zwei Stufen umfasst, die auch namensgebend sind: basenreich - basenhaltig

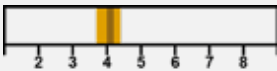
## BAK Bezeichnung

- c carbonatisch
- cg carbonatisch-basengesättigt
- g basengesättigt
- gr basengesättigt-basenreich
- grm basengesättigt-basenhaltig
- r basenreich
- rm basenreich-basenhaltig
- rmu basenreich-basenunterversorgt
- m mäßig basenhaltig
- mue basenhaltig-basenarm
- u basenunterversorgt
- ue basenarm
- e extrem basenarm

## Zeigerpflanzen

Die Liste gibt die häufigen und charakteristischen Zeigerarten an, welche helfen können die Waldstandortseinheit zu charakterisieren. Dabei werden die Pflanzen mit ihrem Trivial- und Fachnamen (deutsche und wissenschaftliche Bezeichnungen) genannt.

|                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| Wald-Sauerklee        | <i>Oxalis acetosella</i>     |
| Heidelbeere           | <i>Vaccinium myrtillus</i>   |
| Fuchs-Hain-Greiskraut | <i>Senecio ovatus</i>        |
| Weiß-Germer           | <i>Veratrum album</i>        |
| Wald-Frauenfarn       | <i>Athyrium filix-femina</i> |
| Weißer Pestwurz       | <i>Petasites albus</i>       |



## Zeigerwerte

Balkendiagramme zeigen die aus der krautigen Vegetation ermittelten Zeigerwerte nach Ellenberg für die erhobenen Vegetationsaufnahmen an. Gezeigt werden die Mittelwerte für Temperatur-, Feuchte- und Reaktionszahlen, wenn Vegetationsaufnahmen für die Waldstandortseinheit vorhanden sind. Liegen keine oder nicht ausreichend Ergebnisse vor, wird der Schriftzug „keine Daten erhoben“ angezeigt.

Dieser Bereich hilft bei der Abgrenzung der Waldstandortseinheit zu benachbarten Standorten.

Tabelle aktuelle Bedingungen

|            | mäßig trocken | mäßig frisch | frisch           | sehr frisch      |
|------------|---------------|--------------|------------------|------------------|
| kuhl       | Fm2rm         | BFT3rm       | BFT45rm          | BFT45rm          |
| mäßig kühl | FKB2rm        | FTB3rm       | FTB45r<br>FTB45m | FTB45r<br>FTB45m |
| mäßig mild | FKB2rm        | BU3r<br>BU3m | BU4r<br>BU45m    | BU5r<br>BU45m    |
| mild       | Els12rm       | EB3r<br>EB3m | EB4r<br>EB45m    | EB5r<br>EB45m    |

Diese Tabelle zeigt die Einordnung der Waldstandortseinheit in das Standortssystem bezüglich der beiden Achsen Wasserhaushaltsstufe (WHHS-waagrecht) und Klimazone (KLZ-senkrecht). Die farblich hervorgehobenen Bereiche charakterisieren die Einheit, die benachbarten Waldstandortseinheiten sind entsprechend angeführt. Das Beispiel BFT45rm reicht über zwei Stufen (frisch bis sehr frisch), deshalb sind beide Felder besetzt. Wird die WHHS trockener (3 = mäßig frisch) ist in der gleichen Klimazone der BFT3rm zu erwarten. Die WHHS 6 (feucht) ist in diesem Fall nicht mehr abgebildet.

Wo keine Waldstandortseinheiten als Nachbarn vorhanden sind, werden sie nicht angeführt. Tendenziell ist der Ausschnitt der Diagramme darauf ausgerichtet, wohin sich die Lokaltäten der Standorte im Klimawandel entwickeln könnten (siehe zukünftige Standorte).

## Künftige Standortsbedingungen

Tabelle der künftigen Waldstandortseinheit für zwei Klimaszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5

| RCP 4.5    | mäßig trocken | mäßig frisch               | frisch                         | sehr frisch                    |
|------------|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| kühl       | Fm2m          | BFT3m                      | BFT45m                         | BFT45m                         |
| mäßig kühl | FKB2m         | FTB3m                      | <b>FTB45r</b><br><b>FTB45m</b> | <b>FTB45r</b><br><b>FTB45m</b> |
| mäßig mild | FKB2m         | <b>BU3r</b><br><b>BU3m</b> | <b>BU4r</b><br><b>BU45m</b>    | <b>BU5r</b><br><b>BU45m</b>    |
| mild       | Eis12m        | EB3r<br>EB3m               | EB4r<br>EB45m                  | EB5r<br>EB45m                  |

Die Tabelle zeigt die mögliche Einordnung des heutigen Waldortes der betrachteten Waldstandortseinheit in das Standortssystem bezüglich der beiden Achsen Wasserhaushaltsstufe (WHHS) und Klimazone (KLZ) für das Klimaszenario RCP 4.5 oder RCP 8.5 in 80 Jahren. Wo sich bei den aktuellen Bedingungen die Waldstandortseinheit BFT45m ausbildet, werden durch den Klimawandel in Zukunft Bedingungen vorherrschen, welche eine andere Waldstandortseinheit ergibt.

In Abhängigkeit vom Klima ändert sich die Waldvegetationszone von der kühlen zur mäßig kühlen Mischwaldzone und damit auch von dem Buchen-Fichten-Tannenwald-Standort in der kühlen Zone zu einem Fichten-Tannen-Buchenwald-Standort (FTB) in der mäßig kühlen bzw. einem Buchenwald-Standort in der mäßig milden Zone. Die farblich hervorgehobenen Bereiche charakterisieren die Einheiten, welche am häufigsten zu erwarten sind. Die Häufigkeit dieser am Ende des Jahrhunderts zu erwartenden Waldstandortseinheiten kann aus der Tabelle abgelesen werden – einmal für RCP 4.5 (oben) und einmal für RCP 8.5 (rechts).



Dunkelblau gefärbte Einheiten treten in Zukunft zu wenigstens 25 % auf Flächen der heutigen geografischen Verbreitung auf. Hellblaue Zellen markieren den Bereich des Auftretens zwischen 10-24,9 %, schwarz beschriftete Felder zeigen Waldstandortseinheiten, welche zwischen 1-9,9 % vorkommen. Bei Auftretenswahrscheinlichkeiten unter 1 % ist das Feld grau beschriftet. In der Tabelle kann daher die potenzielle Veränderung der aktuellen Standortbedingungen auf seinem jetzigen Verbreitungsareal erkannt werden. Findet sich die Waldstandortseinheit BFT45m auch in der Zukunft, dann können heute Lokalitäten auch in der Klimazukunft ähnliche Bedingungen aufweisen. Im Beispiel verschiebt sich die Einheit in mildere, schlechter wasserversorgte Gebiete. Dabei ergibt sich durch die starke Erwärmung im RCP 8.5 sogar ein Schwerpunkt in den Waldvegetationszonen der mäßig milden Zone.

| <b>RCP 8.5</b> | mäßig trocken | mäßig frisch               | frisch                      | sehr frisch                 |
|----------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| kühl           | Fm2m          | BFT3m                      | BFT45m                      | BFT45m                      |
| mäßig kühl     | FKB2m         | FTB3m                      | FTB45r<br>FTB45m            | FTB45r<br>FTB45m            |
| mäßig mild     | FKB2m         | <b>BU3r</b><br><b>BU3m</b> | <b>BU4r</b><br><b>BU45m</b> | <b>BU5r</b><br><b>BU45m</b> |
| mild           | Eis12m        | <b>EB3r</b><br><b>EB3m</b> | <b>EB4r</b><br><b>EB45m</b> | <b>EB5r</b><br><b>EB45m</b> |

## Einordnung der Standorte

|   |                  |   |
|---|------------------|---|
| c | BFT4cg<br>BFT5cg | ● |
| g | BFT4cg<br>BFT5cg | ● |
| r | BFT45rm          | ● |
| m | BFT45rm          | ● |
| u | FT5ue<br>FT4ue   | ● |
| e | FT5ue<br>FT4ue   | ● |

### Benachbarte Basenklassen

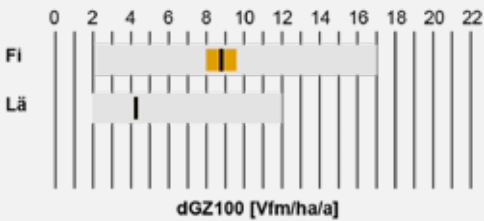
Die Grafik zeigt die Lage die Waldstandortseinheit und die Nachbarn entlang der Basen-Achse. Rechts ist zusätzlich eine qualitative Einordnung für das Pflanzenwachstum zu erkennen. Dies ist am günstigsten im mittleren Bereich (grün), die Nährstoffversorgung der Pflanzen wird hin zu den carbonatischen und basenarmen Enden der Skala nach oben und unten zu in der Regel schlechter (rot).

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| <i>Krummholz</i>   | GRE456grm_K  |
| <i>Schneelagen</i> | BFT5cgr_L    |
| <i>Wasserzug</i>   | FT/GE97grm_W |
| <i>Rutschhang</i>  | UA56grm_R    |

### Benachbarte Sonderwaldstandorte

Die wichtigsten Sonderwaldstandorte, die in Verbindung mit der Waldstandortseinheit zu erwarten sind, werden in der Grafik gelistet. Die Einschätzung, ob der jeweilige Waldort auf einen Hauptwaldstandort oder Sonderwaldstandort fällt, kann mit dem Schlüssel nachvollzogen werden. Dieser bietet die Möglichkeit, den Standort nach eindeutigen Kriterien zu klassifizieren. Die hier angeführten möglichen Sonderwaldstandorte können eine Hilfe bei der Beurteilung sein.

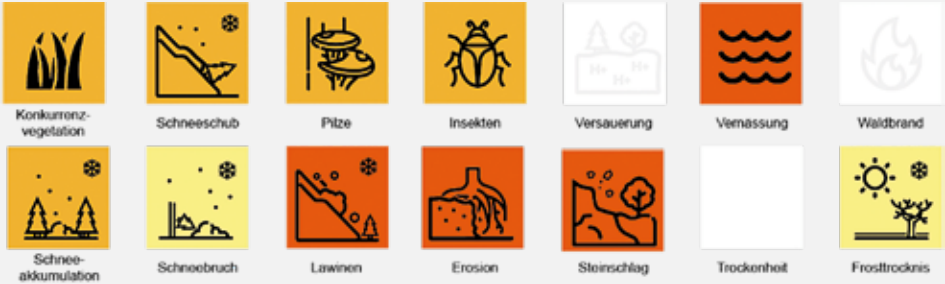
## dGZ100 [Vfm/ha/a] und Oberhöhe [m]



**OH<sub>100</sub> [m]:** Fi 31 (±1); Læe 21 (±0)

Die Grafik zeigt den durchschnittlichen Gesamtwuchs und die Oberhöhe im Bestandesalter von 100 Jahren für 1-3 Baumarten. Die Produktivität wurde auf Basis der Erhebungsdaten bestimmt. Dabei wurden an den erhobenen Baumarten der durchschnittliche Gesamtwuchs und die Oberhöhe im Bestandesalter von 100 Jahren ermittelt. Der Hintergrund kennzeichnet den Rahmen der Ertragstafelwerte für die jeweilige Baumart. Der Mittelwert des dGZ100 ist durch einen dunklen Strich markiert, die Schwankung um den Mittelwert durch einen farbigen Balken.

# Limitierende Faktoren



Die Bedeutung der limitierenden Faktoren ist für die Waldstandortseinheit in drei Intensitätsstufen gegliedert: rot bedeutet eine hohe Einschränkung/Gefahr, orange eine mittlere Einschränkung/Gefahr und gelb eine geringe Einschränkung/Gefahr. Wenn der Faktor keine Relevanz hat, ist die Grafik ausgegraut.

## Konkurrenzvegetation



Übermäßig dicht entwickelte Kraut- oder Strauchvegetation kann die Entwicklung der Naturverjüngung beeinträchtigen und folglich das Wachstum der Jungpflanzen bremsen oder sogar verhindern. Es kann zur sogenannten „Verdämmung“ der Naturverjüngung kommen.

## Schneeakkumulation



In Bestandeslücken (Schneelöchern) kommt es zur Anhäufung von großen Schneemengen, die im Frühjahr nur langsam abschmelzen und so die Verjüngung beeinträchtigen bzw. Schneeschimmel begünstigen können.

## Schneeschub



Das Schneekriechen auf Steilhängen kann Jungpflanzen entwurzeln, umknicken oder säbelwüchsige Baumindividuen bedingen.

## Schneebruch



Die Ablagerung von großen Nassschneemengen auf dem Kronendach kann zum Abbrechen von Wipfeln oder Stämmen insbesondere im Stangenholzstadium führen.

## Pilze



Pilze schädigen Bäume im Besonderen, es können sowohl alte als auch junge Individuen davon betroffen sein. Im Falle des Eschentriebsterbens oder des Kiefertriebsterbens sind alle Altersklassen von der Pilzkrankung betroffen. Die in den Hochlagen auftretenden Pilze wie Fichtennadelrost oder Schneeschimmel schädigen vorwiegend junge Baumindividuen von Fichte oder Zirbe, wengleich der Nadelrost auch ältere Baumindividuen beeinträchtigen kann.

## Lawinen



In Lawinenbahnen (Lawinarstandorte) werden in der Regel alle Bäume durch die zu Tal fahrenden Schneemassen umgedrückt, geknickt oder ausgerissen. Einige Baumarten wie etwa Lärche weisen aber eine so hohe Elastizität in ihrer Jugendphase auf, dass sie diesen Prozess zum Teil überleben können. Daher sind Lawinarstandorte oftmals von Lärchen in ihrer Jugendphase bestockt. Solche Bäume erreichen Wuchshöhen von höchstens 3-5 m. Ältere Lärchen können Lawinenabgänge hingegen nicht überleben.

## Insekten



Insbesondere die Borkenkäfer Brutzyklen von Buchdrucker und Kupferstecher sind sehr gut untersucht. Für die Risikoanalyse werden diese sogar flächig für Fichte modelliert. Aber auch andere Schädlinge werden qualitativ in ihrer Bedeutung eingeschätzt.

## Erosion



Unter Bodenerosion werden die Ablösung und der Transport von Bodenteilchen entlang der Bodenoberfläche verstanden. Je nach Transportmedium wird zwischen Wasser und Winderosion unterschieden. Sonderformen sind Schneeschurf, Massenversatz und Umlagerungen durch menschliche Bearbeitung. Die Folgen sind verminderte Gründigkeit und eine verringerte Wasser- und Nährstoffkapazität. Die Produktivität eines Standorts wird dadurch beeinträchtigt. Im Extremfall kann es zu völligem Bodenverlust und einem Abrutschen des Bodens kommen (Muren, Hangrutschungen).

## Versauerung



Die Versauerung bezeichnet ein Absinken des pH-Wertes in Auflage und/oder Mineralboden. Sie ist mit dem Verlust von Nährstoffen, im humiden Klima meist durch Auswaschung, verbunden. Im mitteleuropäischen Raum ist dies ein langanhaltender natürlicher Vorgang, der durch Stoffeintrag, vor allem aber durch intensive Bewirtschaftung (z.B. Vollbaumernte, früher auch Streurechen und Schneiteln) wesentlich beschleunigt werden kann.

## Steinschlag



Herabrollende Steinblöcke oder große Steine können Stammschäden hervorrufen. In weiterer Folge können biotische Schädlinge leicht ins Holz eindringen. Daraus resultiert oft Stammfäulnis.

## Vernässung



Vernässung beschreibt ein Überangebot an pflanzenverfügbarem Wasser, und damit einen Mangel an Sauerstoff im Boden. Dies betrifft vor allem Standorte mit den Wasserhaushaltsstufen „nass“ und „feucht“.

## Trockenheit



Über einen längeren Zeitraum wirksame Trockenheit kann bedingen, dass Pflanzen nicht ausreichend mit Wasser versorgt werden, jene erleiden folglich Schäden durch Trockenstress. Standörtliche Faktoren (Neigung, Exposition) können die Trockenheit begünstigen.

## Waldbrand



Durch die meteorologischen Bedingungen (Trockenperioden und Hitze), die Vegetation (insbesondere harzreiche Biomasse) und mögliche Zündquellen (Blitze, Lagerfeuer, Zigarettenstummel, Brandstiftung) wird das Auftreten von Waldbränden begünstigt. Standörtliche Faktoren (Neigung, Exposition, Seehöhe), welche die Feuchtigkeit der brennbaren Biomasse beeinflussen, können Brände zusätzlich begünstigen.

## Frostrocknis



Bei gefrorenem Boden und hoher Sonneneinstrahlung mit erhöhter Lufttemperatur beginnt die Assimilation der Nadeln des Nadelbaumes, ohne dass eine Wasserzufuhr aus dem Boden möglich ist. Daher kommt es zu Trockenstress.

### Ausgewählte wichtige Baumarten

| Ausgewählte wichtige Baumarten |             |         |             |         |
|--------------------------------|-------------|---------|-------------|---------|
| 1989 - 2018                    | 2036 - 2065 |         | 2071 - 2100 |         |
|                                | RCP 4.5     | RCP 8.5 | RCP 4.5     | RCP 8.5 |
| Fichte                         | 8.2         | 8.2     | 8.2         | 8.1     |
| Tanne                          | 8.1         | 8.1     | 8.1         | 7.9     |
| Lärche                         | 8.0         | 8.3     | 8.2         | 8.3     |
| Buche                          | 6.1         | 7.9     | 8.0         | 8.1     |
| Berg-Ahorn                     | 6.8         | 6.9     | 6.9         | 6.8     |
| Berg-Ulme                      | 5.5         | 7.2     | 7.4         | 7.3     |
| Rot-Kiefer                     | 7.2         | 8.1     | 8.3         | 8.4     |
| Zirbe                          | 8.1         | 8.1     | 8.1         | 8.0     |
| Hänge-Birke                    | 7.2         | 7.8     | 7.8         | 7.7     |
| Douglasie                      | 8.3         | 8.4     | 8.4         | 8.5     |
|                                |             |         |             |         |

Die Tabelle gibt die Eignung von ausgewählten wichtigen Baumarten für diese Waldstandortseinheit an. Dabei werden die häufig auf diesen Standorten stockenden Baumarten angeführt. Die Eignungszahl steht in einem eingefärbten Kreis in den Kategorien:

- ungeeignet ● 0.1-1.9
- mäßig geeignet ● 2.0-4.9
- gut geeignet ● 5.0-7.9
- sehr gut geeignet ● 8.0-10.0

Die Baumarteneignung wird für die aktuell /historische (Klimaperiode 1989-2018), sowie für die künftigen Zeitscheiben 2050 (Klimaperiode 2036-2065) und 2085 (Klimaperiode 2071-2100) jeweils für die beiden Klimaszenarien RCP 4.5 mittel und RCP 8.5 mittel angegeben.

Das modellierte Baumarten-Set besteht aus 18 modellierten Arten, für die es auch flächendeckende Eignungskarten gibt.

Die Einstufung als „ausgewählte wichtige Baumart“ bezieht sich einerseits auf die aufgrund der aktuellen Standortbedingungen zu erwartenden bestandesbildenden Baumarten, die auch in der Bezeichnung der Waldstandortseinheit vorkommen.

Andererseits werden auch Baumarten angeführt, welche in den Aufnahmen häufig vorgekommen sind, sowie Baumarten welche künftig eine größere Bedeutung haben können aufgrund der besseren Eignungswerte.

## Weitere geeignete Baumarten

| Weitere geeignete Baumarten                                     |   |   |
|---|---|---|
| 1989 - 2018   | 2071 - 2100   |   |
|   | RCP 4.5   | RCP 8.5   |
| <b>Vogelbeere,</b><br><b>Zitter-Pappel,</b><br><b>Sal-Weide</b> | Berg-Ahorn,<br>Trauben-Eiche,<br>Stiel-Eiche, Esche,<br>Rot-Kiefer, <b>Rot-Eiche,</b> Spitz-Ahorn,<br>Schwarz-Kiefer,<br>Edelkastanie,<br>Walnuss, Eibe,<br><b>Zitter-Pappel,</b><br><b>Sal-Weide,</b> Mehl-beere, <b>Vogelbeere,</b><br>Stechpalme,<br>Hopfenbuche,<br>Manna-Esche | Berg-Ahorn,<br>Trauben-Eiche,<br>Stiel-Eiche, Esche,<br>Rot-Kiefer, <b>Rot-Eiche,</b> Spitz-Ahorn,<br>Schwarz-Kiefer,<br>Edelkastanie,<br>Walnuss, Eibe,<br><b>Zitter-Pappel,</b><br><b>Sal-Weide,</b> Mehl-beere, <b>Vogelbeere,</b><br>Stechpalme,<br>Hopfenbuche,<br>Manna-Esche |

Die Tabelle „weitere geeignete Baumarten“ stellt dar:

1. eine Auswahl der modellierten Baumarten, die nicht als wichtig ausgewählt wurden aber deren Eignung zumindest über 5 liegt
2. eine Liste der „ausgewählten wichtigen Baumarten“ der künftig auf dieser Lokalität zu erwartenden Waldstandortseinheit
3. auf Basis von ExpertInnenwissen ergänzte Baumarten von waldbaulicher Bedeutung

Die Darstellung zeigt weiters, ob eine Baumart heute und künftig in beiden Klimaszenarien vorkommt. In diesem Fall ist sie fett gedruckt z.B. **Vogelbeere, Zitter-Pappel, Sal-Weide**. Handelt es sich um eine fremdländische Baumart, so ist diese **blau gefärbt** z.B. Rot-Eiche. Kommt eine Gastbaumart in allen Szenarien und aktuell vor, so wird sie **blau und fett** abgebildet.



Im Rahmen der dynamischen Waldtypisierung in der Steiermark wurden über 400 Karten produziert, wovon die wichtigsten im GIS bereitgestellt sind. Sie geben allen WaldbesitzerInnen detaillierte Auskünfte über den eigenen Wald. Zu jeder Eigenschaft, die in der Charakterisierung der Waldstandorte dargestellt wurde existiert ein GIS Layer, der diese auf der Waldfläche der Steiermark darstellt:



- Boden
- Geologie
- Klimazonen
- Klimadaten
- Nährstoff
- Standort
- Topographie
- Wasser
- Baumarteneignung – für 18 Baumarten

Wo es sich um dynamische Eigenschaften handelt, werden diese in 5 Varianten gezeigt:

- 1989–2018 aktuell/historisches Klima
- 2036–2065 mäßiger Klimawandel (RCP 4.5)
- 2071–2100 mäßiger Klimawandel (RCP 4.5)
- 2036–2065 starker Klimawandel (RCP 8.5)
- 2071–2100 starker Klimawandel (RCP 8.5)

Abrufbar sind die Karten einerseits über den digitalen Atlas des Landes:

**[bit.ly/dynWald](https://bit.ly/dynWald)** oder

**<https://gis.stmk.gv.at/wgportal/atlasmobile/map/>**

**Forstwirtschaft%20-%20Landwirtschaft/dynWaldtypisierung**

Andererseits können sie zur weiteren Verarbeitung auch kostenlos heruntergeladen werden:

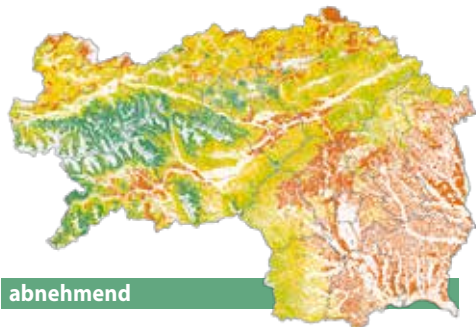
**[bit.ly/dynKarten](https://bit.ly/dynKarten)** oder

**<https://data.steiermark.at/cms/beitrag/12864279/97428847/>**

Baumarteneignung von Fichte ohne Berücksichtigung des Borkenkäferisikos, Stiel-Eiche und Tanne in der Steiermark für unterschiedliche Zeitscheiben und Klimaszenarien.

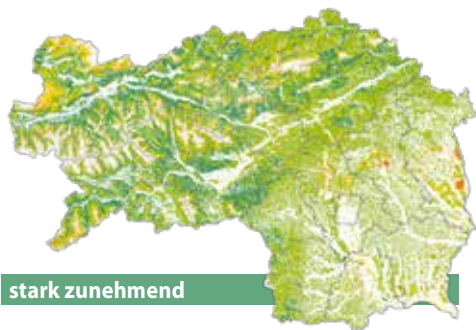
1989 bis 2018

2071 bis 2100 (RCP 8.5)



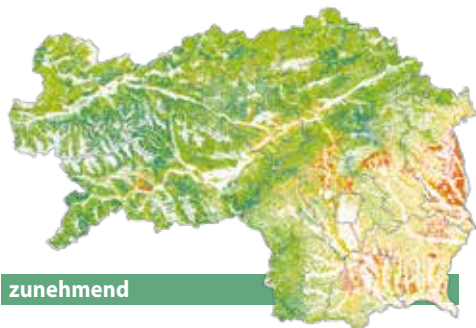
Fichten-Eignung

abnehmend



Stiel-Eichen-Eignung

stark zunehmend



Tannen-Eignung

zunehmend

- sehr gut geeignet
- gut geeignet
- mäßig geeignet
- nicht geeignet

Zum besseren Verständnis werden Fachbegriffe kurz erklärt:

### Basensättigung [%] – Basenklasse

Unter Basensättigung wird der prozentuelle Anteil basischer Kationen (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> und Na<sup>+</sup>) an der Kationenaustauschkapazität verstanden. Sie steigt mit zunehmendem pH-Wert des Bodens und ist ein wichtiger Kennwert zur Beurteilung der Trophie von Böden und für die Bodenklassifikation.

Die Basenklassen geben Auskunft über die Basensättigung in Prozent:

- carbonatisch (c) und basengesättigt (g): > 90 % Basensättigung
- basenreich (r): 60 – 90 % Basensättigung
- mäßig basenhaltig (m): 35 – 60 % Basensättigung
- basenunterversorgt (u): 8 – 35 % Basensättigung
- extrem basenarm (e): < 8 % Basensättigung

Darüber hinaus werden noch folgende Mischformen unterschieden: carbonatisch-basengesättigt (cg), basenreich-basenhaltig (rm), basengesättigt-basenhaltig (grm), basenarm (ue). Die charakteristische Abfolge von Basenklassen über Horizonte oder Schichten im Bodenprofil wird als Basenverlaufstyp bezeichnet.

### Baumarteneignung

Jede Baumart hat gewisse Ansprüche an die Wärme-, Wasser- und Nährstoffversorgung, um auf einer *Waldstandortseinheit* gedeihen zu können. Die Eignung einer Baumart für eine bestimmte Kombination der einzelnen Standortfaktoren wird durch die physiologischen Ansprüche der Baumart, das Ausmaß der am jeweiligen Standort gegebenen Versorgung und der Berücksichtigung von möglichen Risikofaktoren (u.a. Trockenstress, Borkenkäferbefall) an diesem Standort charakterisiert. Die Eignung wird ausgedrückt durch einen Zahlenwert zwischen 0,1 und 10, wobei „10“ die höchste Eignung bezeichnet. Grundsätzlich wird ab einem Wert von „5“ von einer guten und ab dem Wert von „8“ von einer sehr guten Eignung gesprochen. Eignungswerte zwischen 2 und 4,9 werden als „mäßig“, Eignungswerte unter 2,0 werden als „nicht geeignet“ bezeichnet.

### Hauptwaldstandort

Gruppierte Hauptwaldstandortseinheiten mit ähnlichen Standorteigenschaften. *Waldtypen*, die in der Ausprägung ihrer standörtlichen Eigenschaften ähnlich sind, benachbarte Positionen im Ökogramm einnehmen und nicht weiter unterscheidbar sind, werden zu *Waldstandortseinheiten* zusammengefasst.

## Klimawandel

Der Klimawandel ist vor allem auf den erhöhten Ausstoß von Treibhausgasen durch menschliches Handeln zurückzuführen. Im Zuge der resultierenden, globalen Erwärmung kommt es in Österreich zu einer erhöhten mittleren Jahrestemperatur, zu längeren Hitzeperioden, sowie zu einer saisonal und räumlich veränderten Verteilung des Jahresniederschlags. Dabei können häufigere, starke, lokal begrenzte Niederschlagsereignisse (Starkregen, Hagel) auch schwere Schäden (direkt mechanisch, aber auch indirekt durch Überflutungen, Muren, etc.) verursachen. Regionale Trockenperioden schwächen die Widerstandskraft der Vegetation gegenüber Schaderregern und erhöhen die Waldbrandgefährdung. Die erhöhte Temperatur führt zu einem Verlust des Permafrostes in Hochlagen, was wiederum die Gefahr für Steinschlag und sogar Bergstürze erhöht. Die möglichen zukünftigen Veränderungen werden durch Szenarien beschrieben, welche unterschiedliche Treibhausgaskonzentrationen und Strahlungsantriebe unterstellen. Im Rahmen der dynamischen Waldtypisierung wurde von zwei *repräsentativen Konzentrationspfaden* (Representative Concentration Pathways, RCPs) ausgegangen, dem RCP 4.5 und dem RCP 8.5. Die RCPs geben dabei an, wie sich die Treibhausgas- und Aerosolkonzentrationen entwickeln müssen, um ein bestimmtes Klima zu erreichen.

## Klimazone

Die Kombination von mehreren klimatischen Parametern ermöglicht die Zuordnung einer Klimazone. Thermische Klimaindikatoren (Mittlere Jahrestemperatur, Mitteltemperatur der Vegetationszeit und des wärmsten Monats, Mittel und Minimum des kältesten Monats, mittlere tägliche Temperaturamplitude) sowie hygri-sche Klimaindikatoren (Jahres-Niederschlag und jener der Vegetationszeit, Sommer-Niederschlagsverhältnisse) bestimmen dabei die Ausprägung einer Klimazone (synonym wird dafür auch Waldvegetationszone verwendet). In der Steiermark wurden insgesamt elf Klimazonen definiert: Von der sehr kalten *Nadelwald-Zone bis zur mäßig warmen Laubwald-Zone*.

## RCP – Representative Concentration Pathway

Die verwendeten Szenarien (RCP 4.5 und 8.5) gehen von einer unterschiedlichen Erhöhung des Strahlungsantriebes auf der Erde in der Zukunft aus, der unter anderem von der Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre beeinflusst wird. RCP stellt dabei die Abkürzung für representative concentration pathway“ („Repräsentativer Konzentrationspfad“) dar, wobei sich letzteres auf die zeitliche Entwicklung des Strahlungsantriebes bezieht. Im Rahmen der dynamischen Waldtypisierung wurde von zwei repräsentativen Konzentrationspfaden (RCP 4.5 und RCP 8.5) ausgegangen, um

die zukünftige Entwicklung der Klimabedingungen für die Steiermark abzuschätzen. 8.5 steht für 8,5 Watt Strahlungsantrieb pro  $m^2$ , der bis 2100 eine gleichbleibende Handlungsweise der Menschheit unterstellt. 4,5 Watt pro  $m^2$  würde einer progressiven Klimapolitik entsprechen, die eine deutliche Reduktion und Kompensation der weltweiten Treibhausgasemissionen voraussetzen würde. Obwohl in den RCPs bewusst davon abgesehen wird, konkrete sozioökonomische Entwicklungen als realistisch zu unterstellen, wurde zur Modellerstellung ein exemplarischer Entwicklungspfad angenommen:

### RCP 8.5

- Der Strahlungsantrieb im Jahr 2100 beträgt 8,5 W/ $m^2$  im Vergleich zu 1850
- Im Vergleich zur vorliegenden Fachliteratur hohe Emissionen
- Keine politischen Anstrengungen, um die Emissionen zu reduzieren, es werden kaum Klimaschutzmaßnahmen ergriffen, kaum Anstrengungen in der Klimapolitik
- Die Treibhausgasemissionen nehmen noch zu, 2100 dreifache CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu heute, Anstieg von fast 10 GtC/Jahr in der Gegenwart auf fast 30 GtC/Jahr am Ende des Jahrhunderts
- 2100 Weltbevölkerung von 12 Mrd. Menschen

### RCP 4.5

- Der Strahlungsantrieb im Jahr 2100 beträgt 4,5 W/ $m^2$  im Vergleich zu 1850
- Im Vergleich zur vorliegenden Fachliteratur mittlere Emissionen
- Starke Aufforstungsprogramme und strikte Klimapolitik
- Leichte Zunahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2040, dann Abnahme
- Pro-Kopf-Emissionen fallen von ca. 5 t/Jahr bis 2080 auf 2,5 t/Jahr
- Ca. halbe CO<sub>2</sub>-Konzentration 2100 (530 ppm) zu Klimamodell RCP 8.5
- Anstieg der Weltbevölkerung bis 2100 nur auf ca. 9 Mrd.

### Sonderwaldtyp, Sonderwaldstandort, Sonderstandort

Sonderwaldstandorte sind *Waldtypen* mit speziellen Standorteinflüssen. Diese Einflüsse umfassen eine verstärkte Wasserversorgung (z.B. auf Hoch-, Niedermooren oder in Auen), oder aber auch besondere Steilheit mit ausgeprägter Schneelage oder Schneeschub, sowie nicht mehr waldfähige Standorte in Hochlagen (Krummholz). Weitere, mögliche Charakteristika sind ausgesprochen geringe Bodenaufgabe bzw. große Menge von Steinblöcken oder instabilem Schutt, sowie allgemein erhöhte Erosionsgefährdung.

## Waldgruppe

Waldstandortseinheiten die sich durch das Vorkommen bestimmter, typischer Baumarten charakterisieren lassen und die ein vergleichbares Spektrum an waldbaulichen Maßnahmen ermöglichen werden zu *Waldgruppen* zusammengefasst. Bei der inhaltlichen Beschreibung der Waldgruppen wurden diese hinsichtlich der Charakteristika der vorkommenden Waldstandortseinheiten, deren Veränderung im Klimawandel, der limitierenden Faktoren und Risiken sowie der waldbaulichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel inhaltlich ausformuliert. Waldgruppen werden durch die gemeinsame Betrachtung mehrerer Waldstandortseinheiten gebildet, die sich hauptsächlich in ihrer jeweiligen Nährstoff- und Wasserversorgung voneinander unterscheiden.

*Beispiel: Waldgruppe BU (Buchenwald-Standorte in der mäßig milden Mischwaldzone).*

## Waldtyp, Waldstandortseinheit

Eine abgrenzbare Einheit, die hinsichtlich ihrer Kombination aus Wasser-, Wärme- und Nährstoffversorgung ähnliche Eigenschaften aufweist. Waldtypen, die in der Ausprägung ihrer standörtlichen Eigenschaften ähnlich sind, benachbarte Positionen im Ökogramm einnehmen und nicht weiter unterscheidbar sind, werden zu Waldstandortseinheiten zusammengefasst. Diese Waldstandortseinheiten bilden die Basis des Modells und sind hinsichtlich der drei Eigenschaften Wärmehaushalt, Wasser- und Nährstoffversorgung eindeutig definiert:

- Z13ue – Zirbenwald-Standort, sehr kalt, mäßig frisch, basenarm
- EH34r – Eichen-Hainbuchenwald-Standort, sehr mild-mild, mäßig frisch-frisch, basenreich

Diese Waldstandortseinheiten werden zu Waldgruppen zusammengefasst.

## Wasserhaushaltsstufe

Kennwert für die Wasserverfügbarkeit am Standort. Die Wasserhaushaltsstufe wird abgeleitet aus Geländewasserhaushalt, Grundwasser-/Stauwassereinfluss, sowie der Differenz zwischen Niederschlag und dem potenziell in der Vegetationsperiode durch die Vegetation verbrauchten Wasser. Im Rahmen der Waldtypisierung wird dabei unterschieden nach: *sehr trocken, trocken, mäßig trocken, mäßig frisch, frisch, sehr frisch, feucht, nass.*

## Weiterführende Informationen

Im Jahr 2023 wird ein Buch mit allen notwendigen Informationen zur Dynamischen Waldtypisierung Steiermark veröffentlicht. Darin werden im Band I methodische Grundlagen erklärt, Grundlagendaten zu Geologie, Klimatische Charakterisierung und Vegetationszonen beschrieben, Waldtypen dargestellt und erläutert, als auch ein Bestimmungsschlüssel zur Standortdiagnose im Gelände bereitgestellt. Baumartenporträts für 18 wichtige Baumarten der Steiermark bilden den Abschluss zu Band I.

Im Band II erfolgt die Beschreibung der Waldgruppen und eine Auflistung von waldbaulichen Empfehlungen für die Bewirtschaftung klimafitter Wälder bzw. für eine Überführung standortwidriger Bestände hin zu klimafitten Wäldern.

Ein Vorabdruck ist derzeit bereits digital unter **[www.waldtypisierung.steiermark.at](http://www.waldtypisierung.steiermark.at)** vorhanden. Auch sind auf dieser Homepage zusätzliche umfassende Informationen zu diesem Thema verfügbar.

## Beratungsstellen

An wen wende ich mich?

- Forstfachreferate der Bezirkshauptmannschaften –  
Bezirksforstinspektionen
- Forstreferate in den Bezirkskammern der Landeskommission für Land- und Forstwirtschaft Steiermark
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung –  
ABT10-Landesforstdirektion, Ragtnitzstr. 193, 8047 Graz,  
[landesforstdirektion@stmk.gv.at](mailto:landesforstdirektion@stmk.gv.at)

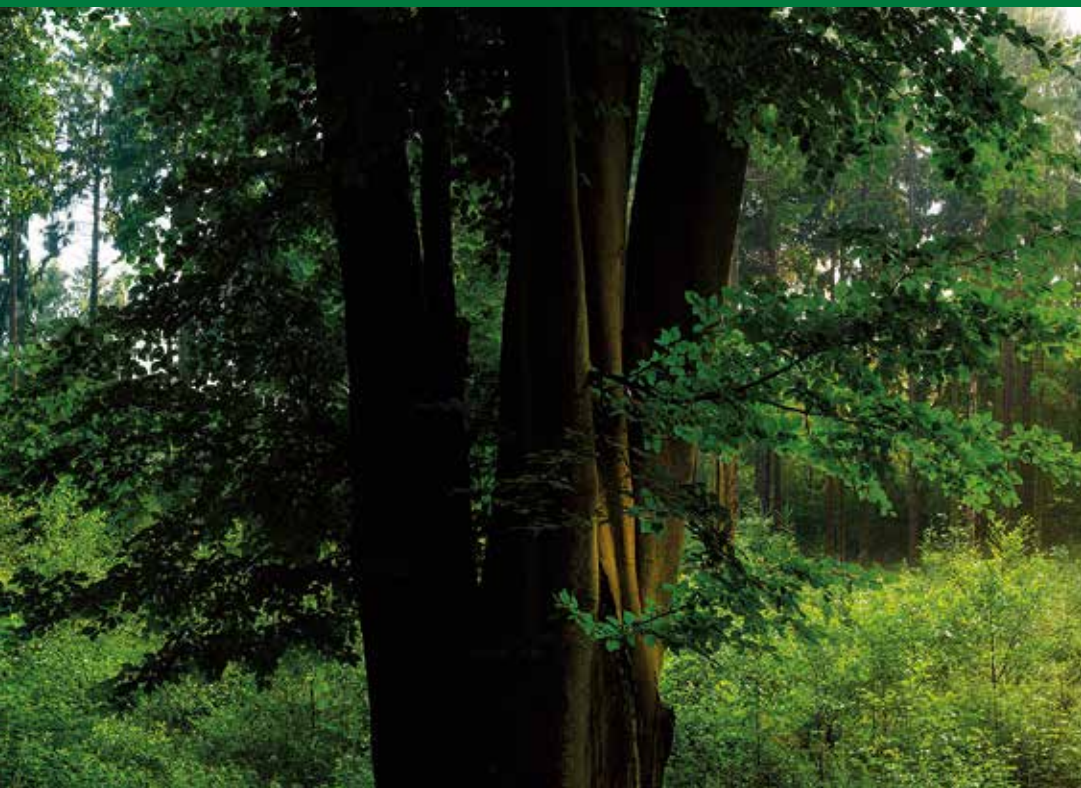
## Impressum

**Herausgeber:** Landwirtschaftskammer Steiermark, Hammerlinggasse 3, 8010 Graz, Tel. 0316/8050-0  
in Zusammenarbeit mit dem Land Steiermark, Abteilung 10-Landesforstdirektion

**Chefredaktion:** Mag.<sup>a</sup> Rosemarie Wilhelm, [rosemarie.wilhelm@lk-stmk.at](mailto:rosemarie.wilhelm@lk-stmk.at)

**Redaktion:** DI Heinz Lick, Tel.: 0316/877-4534, [heinz.lick@stmk.gv.at](mailto:heinz.lick@stmk.gv.at)

**Bildnachweise:** Heinz Lick (9), Erwin Lick (1), Roland Köck (1), Oliver Wolf (1),  
Landesforstdirektion Steiermark (4), Landesforstdirektion Südtirol (2)



Mit Unterstützung von Bund, Land und Europäischer Union

 Bundesministerium  
Land- und Forstwirtschaft,  
Regionen und Wasserwirtschaft

  
**LE 14-20**  
Entwicklung für den Ländlichen Raum

 Das Land  
Steiermark  
→ Land- und Forstwirtschaft

Europäischer  
Landwirtschaftsfonds für  
die Entwicklung des  
ländlichen Raums:  
Hier investiert Europa in  
die ländlichen Gebiete.

