

Unterstützung einer angepassten Waldbewirtschaftung im Klimawandel durch die Dynamische Waldtypisierung

Harald Vacik

Fachtagung Wald im Wandel
30 Jahre Umstrukturierung der Schwarzföhrenwälder
21.05.2026, Schlanders, Südtirol



Autonome Provinz Bozen
Provincia autonoma di Bolzano
Provincia autonoma de Bulsan
SÜDTIROL · ALTO ADIGE

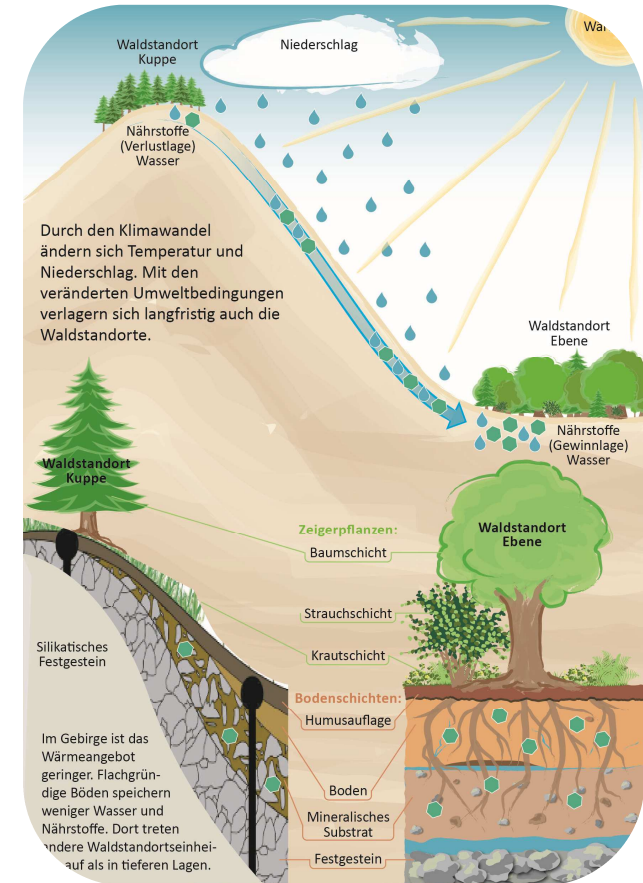
provinz.bz.it/wald

WALD ATEM

EINE INITIATIVE DES LANDESFORSTDIENSTES

Übersicht

- Klimawandel und Waldbewirtschaftung
- Dynamische Waldtypisierung
- Waldstandorte und Baumarteneignung
- Waldbauliche Anpassungsmaßnahmen
- Schlußfolgerungen



Wechselwirkungen zwischen Risiken des Klimawandels, Verschlechterung der Ökosysteme und Anpassungsfähigkeit von Gesellschaft

„Mehr als 1,5 Grad Erwärmung wird unumkehrbare Folgen haben“

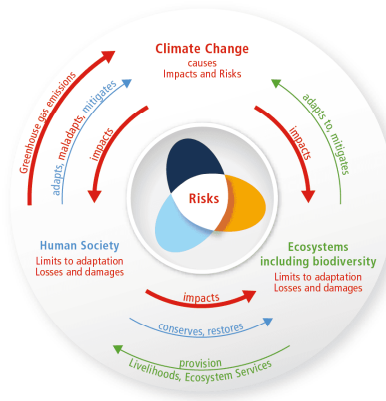
Die Welt sehe sich in den nächsten zwei Jahrzehnten mit unvermeidlichen, vielfach Klimagefahren konfrontiert, wenn die globale Erwärmung 1,5 Grad überschreite. Vorübergehende Überschreitung dieses Erwärmungsniveaus werde zu zusätzlich schwerwiegenden Auswirkungen führen, von denen einige unumkehrbar sein könnten. Entstandene unabschätzbare Risiken für die Gesellschaft, auch für die Infrastruktur in niedrig gelegene Küstensiedlungen.

Zunehmende Hitzewellen, Dürren und Überschwemmungen würden bereits Toleranzschwelle von Pflanzen und Tieren überschreiten und zu einem Massensterben von Arten wie Bäumen und Korallen führen. Wetterextreme träten immer häufiger und verursachten kaskadenartige Auswirkungen, die immer schwerer zu bewältigen wären. Millionen von Menschen vor allem in Afrika, Asien, Mittel- und Südamerika würden dann einer akuten Nahrungsmittel- und Wasserversorgungslücke ausgesetzt sein.

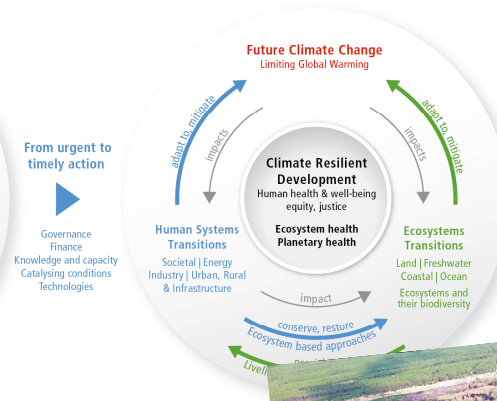
IPCC Sixth Assessment Report Impacts, Adaptation and Vulnerability

From climate risk to climate resilient development: climate, ecosystems (including biodiversity) and human society as coupled systems

(a) Main interactions and trends



(b) Options to reduce climate risks and establish resilience



The risk propeller shows that risk emerges from the overlap of:

- Climate hazard(s)
 - Vulnerability
 - Exposure
- ...of human systems, ecosystems and their biodiversity



IPCC-BERICHT
Zeitfenster für Klimarettung schließt sich

Der am Montag präsentierte Bericht des UNO-Weltklimarats (IPCC) ist ein eindringlicher Weckruf: Mit jeder weiteren Verzögerung bei Maßnahmen für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel werde sich „das Fenster der Gelegenheit schließen, eine lebenswerte und nachhaltige Zukunft für alle zu sichern“. Die Erderwärmung und Extremwetter drohen Millionen in die Armut zu stürzen.

28. Februar 2022, 13:51 Uhr (Update: 28. Februar 2022, 15:04 Uhr)

Schon jetzt sei knapp die Hälfte der Menschheit durch den Klimawandel „hochgradig gefährdet“. „Die angeführten wissenschaftlichen Belege sind eindeutig: Der Klimawandel ist eine Bedrohung für das Wohlergehen des Menschen und die Gesundheit des Planeten“, heißt es in einer Zusammenfassung, 3,3 bis 3,6 Milliarden (vier Knapp acht Milliarden Menschen weltweit) seien bereits „sehr anfällig“ für die Folgen des Klimawandels. Dieses Risiko werde durch sozial-ökonomische Ungleichheit sowie die nicht nachhaltige Nutzung von Land und Meeren weiter erhöht.

Thema

Aktuell in ORFat

KLIMAWANDEL
Waldschäden nehmen rasant zu

VON SVEA JUNGE · AKTUALISIERT AM 05.08.2021 · 10:29

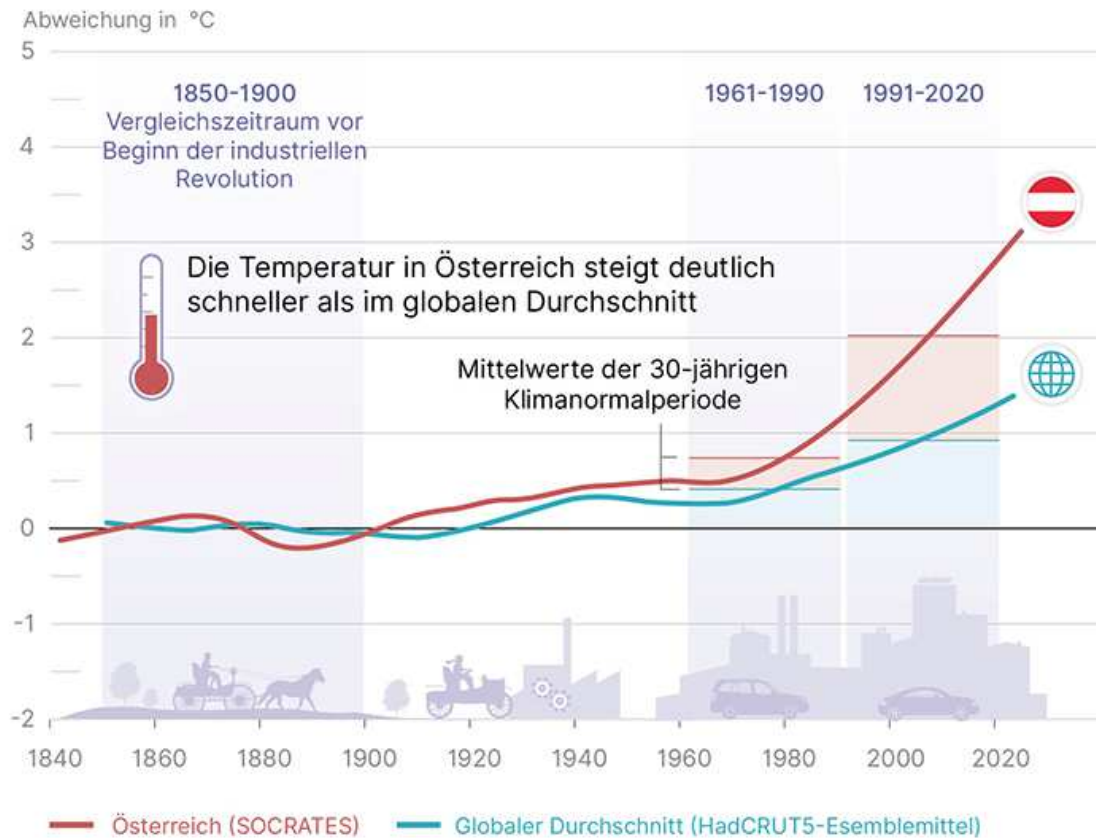
Frankfurter Allgemeine
ZEITUNG ● FAZ.NET

Der Wald leidet. Hitze, Stürme und der Borkenkäfer haben die Schadholzmenge in den letzten Jahren vervielfacht. Für die Waldbesitzer bedeutet das hohe Verluste. Vom jüngsten Anstieg der Holzpreise profitieren sie nicht.



Ausgangslage und Dringlichkeit (I)

Die Temperatur ist in Österreich um 3,1°C gestiegen – deutlich stärker als global

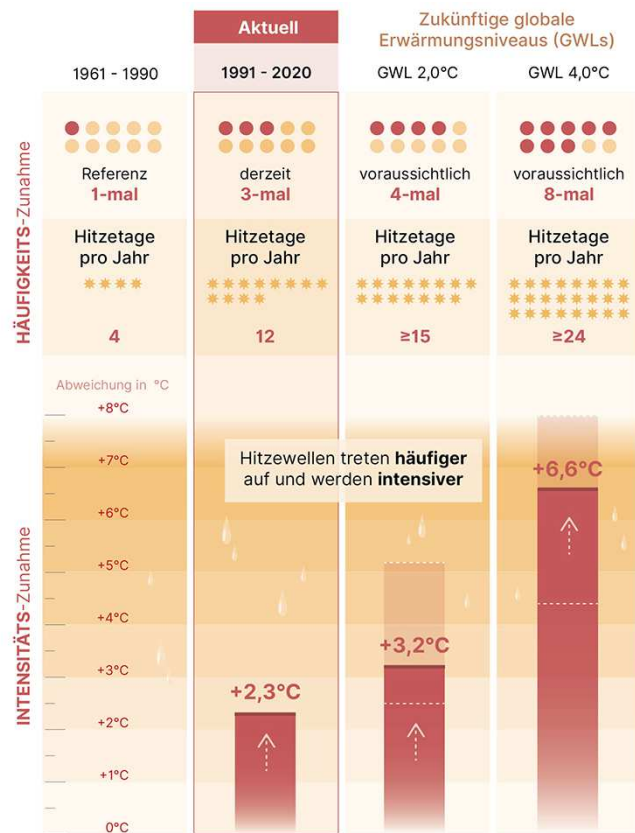


Historische Lufttemperatur
basierend auf Abbildung SPM.2
Daten von Geosphere Austria
Visualisierung von APA on Demand

AAR2 - Zweiter Österreichischer
Sachstandsbericht zum Klimawandel 2025

Ausgangslage und Dringlichkeit (II)

Hitzewellen, Dürre und Starkregen werden weiter zunehmen

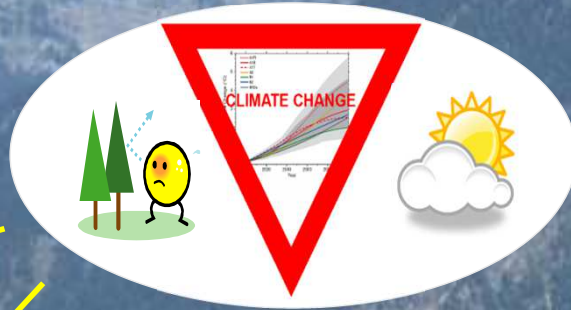


- Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Extremereignissen (u.a. Mortalität durch Trockenheit, Sturm, Waldbrand, Borkenkäfer,...) nimmt zu
- Bereits heute starke Betroffenheit von Auswirkungen der Erderhitzung in Österreich - Kosten/Schäden: 2 Milliarden Euro pro Jahr
- Ohne zusätzliche Maßnahmen Anstieg auf bis zu 10,8 Milliarden Euro pro Jahr bis zum Jahr 2050

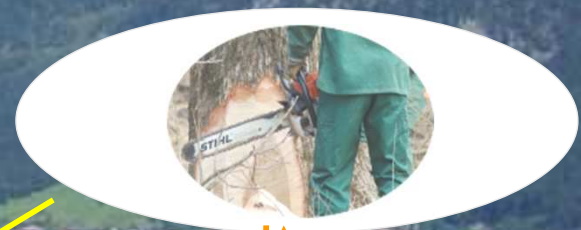
Zunahme Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen
 basierend auf Abbildung SPM.3
 Daten von Geosphere Austria
 Visualisierung von APA on Demand

AAR2 - Zweiter Österreichischer
 Sachstandsbericht zum Klimawandel 2025

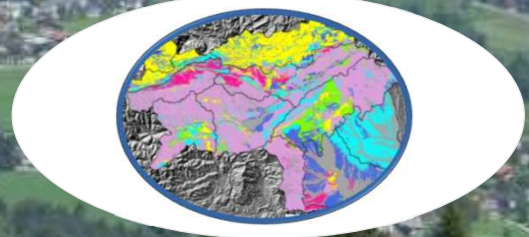
Klimawandel



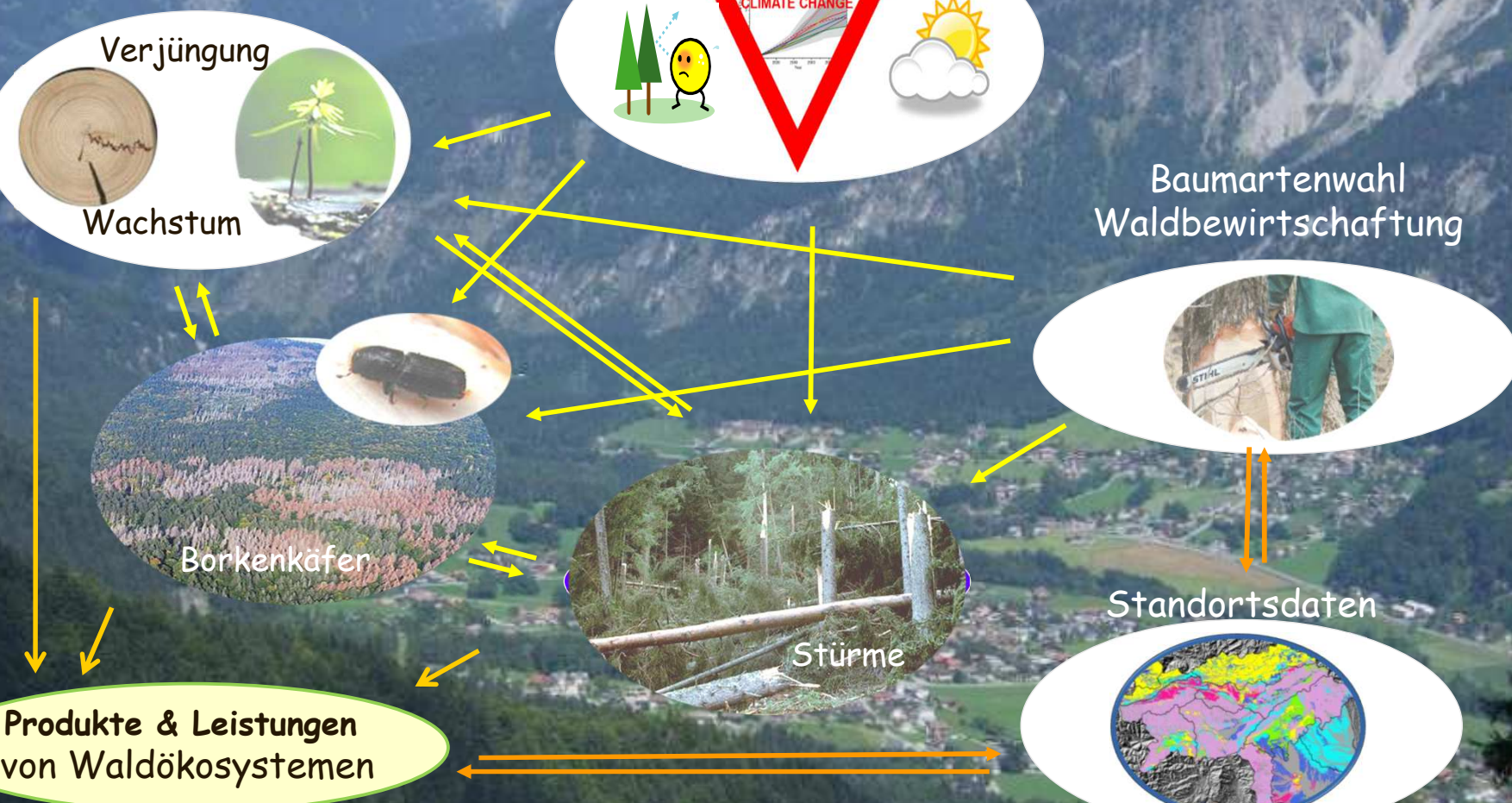
Baumartenwahl
Waldbewirtschaftung



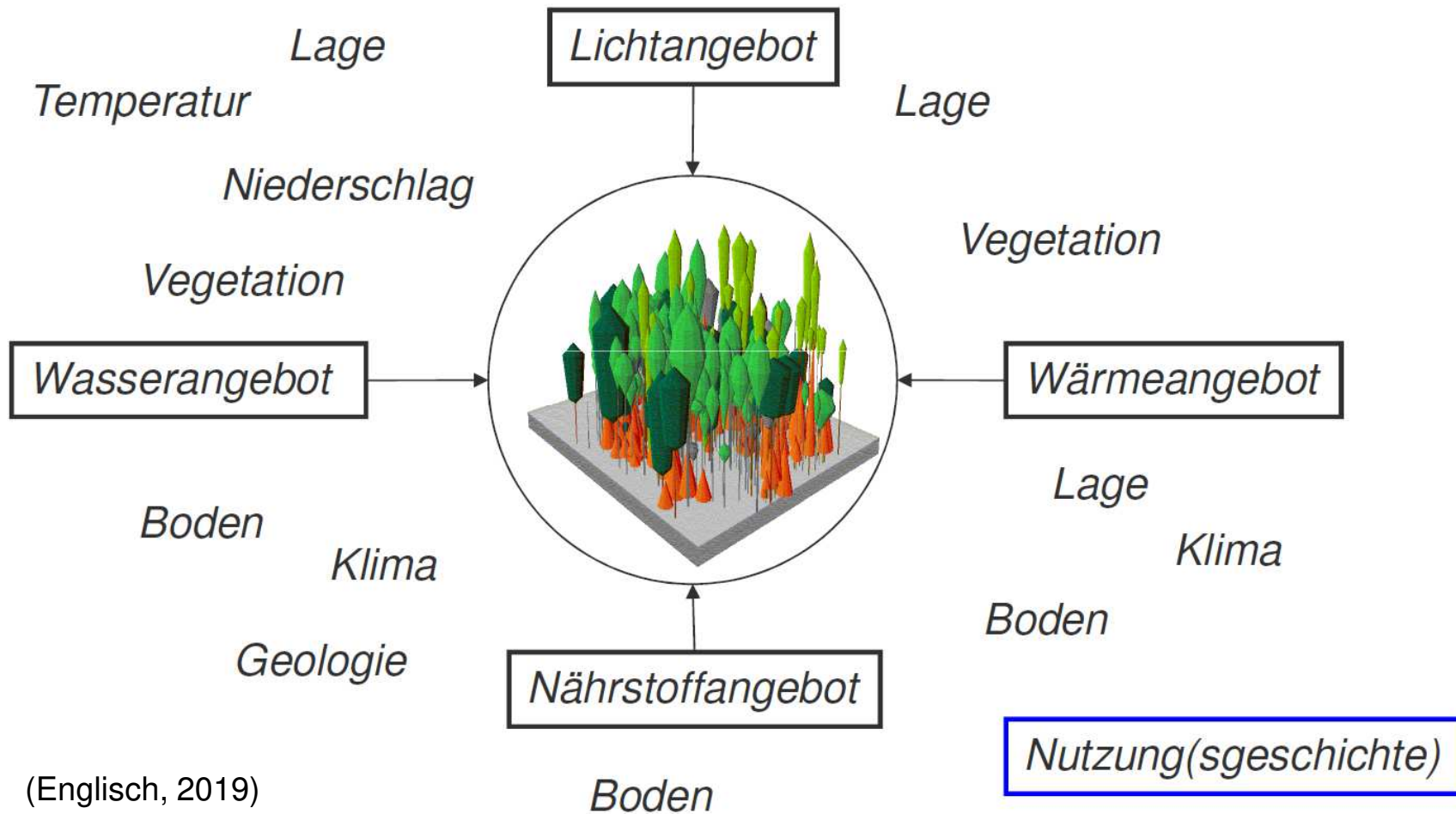
Standortsdaten



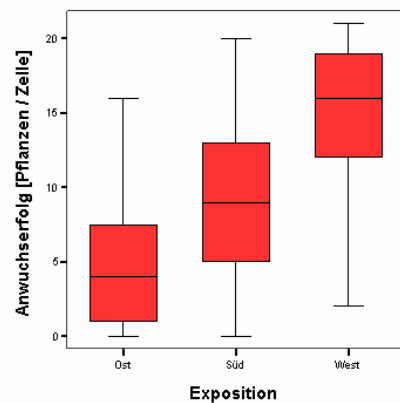
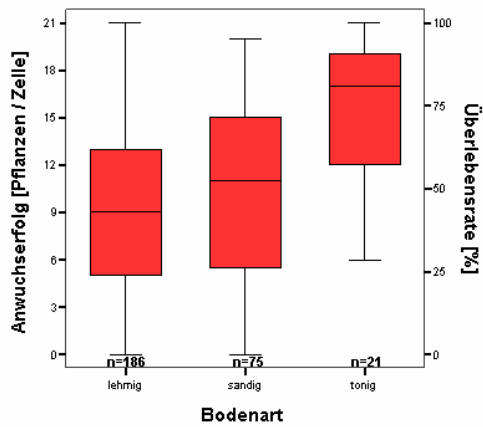
Produkte & Leistungen
von Waldökosystemen



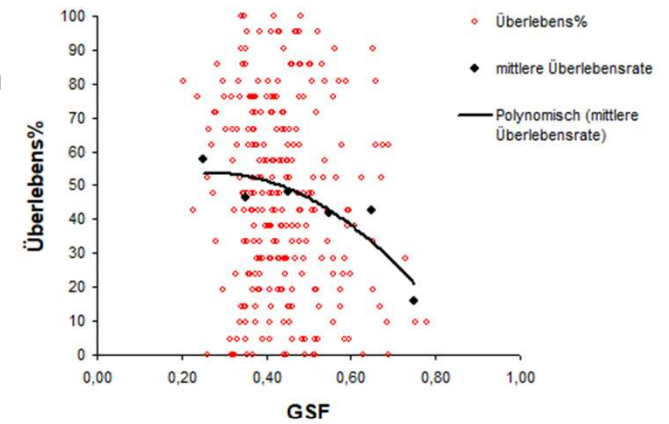
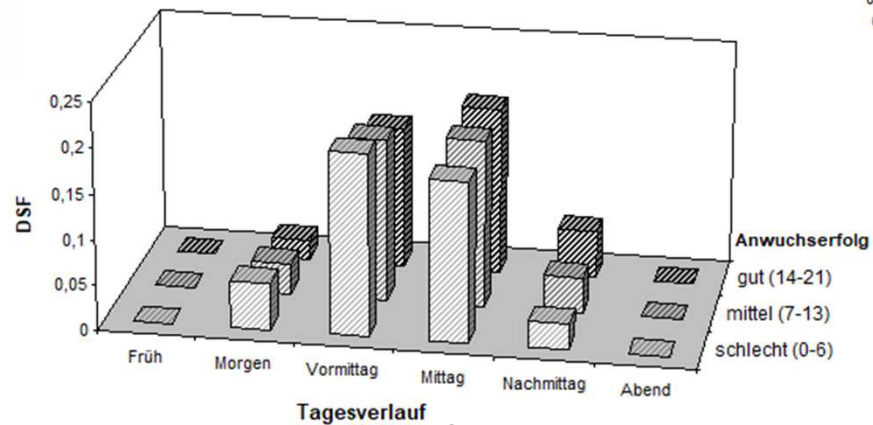
Waldstandort wird geprägt von...



Auch der Anwuchserfolg von Flaumeichen ist standortsabhängig...

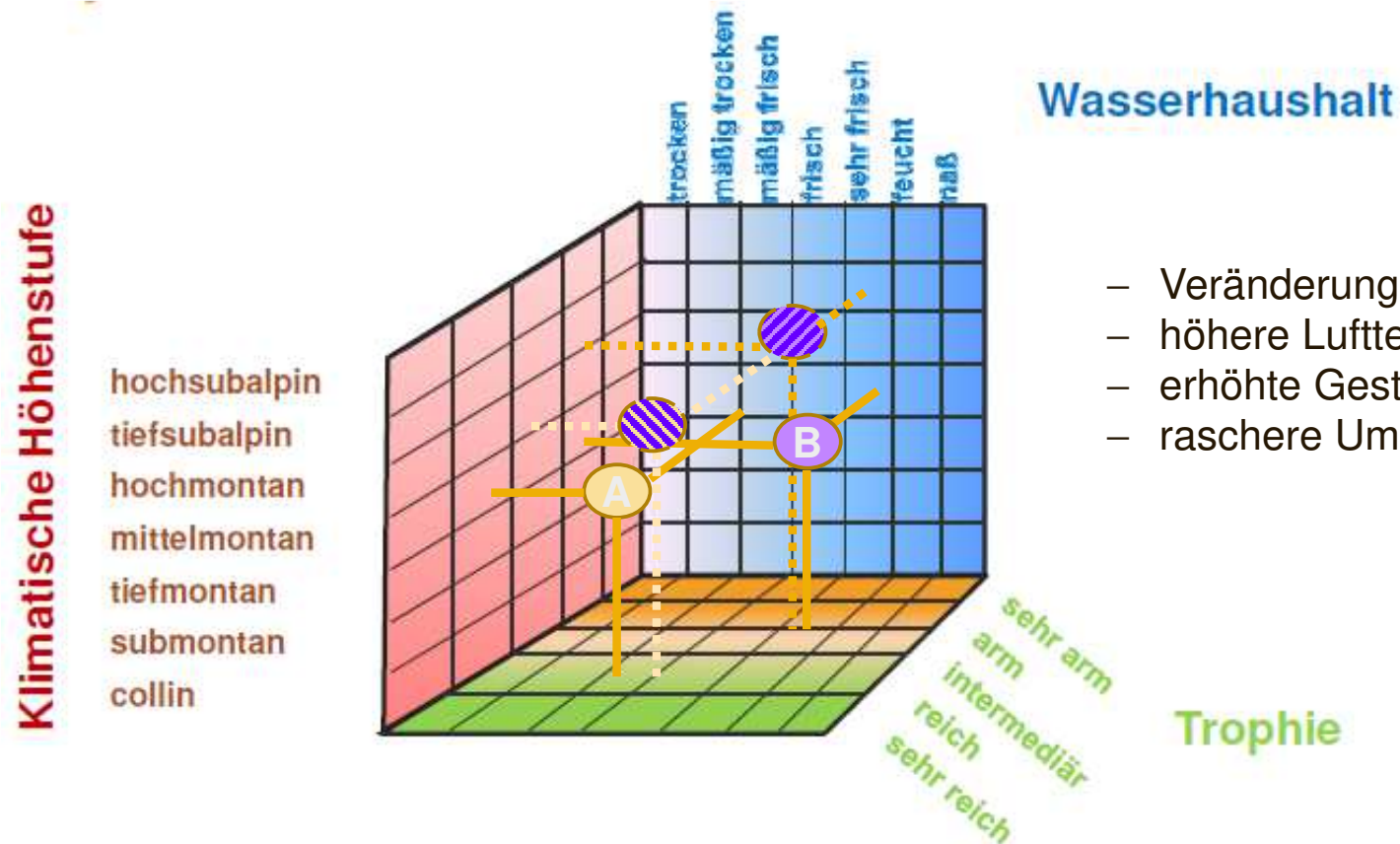


- Untersuchungen zwei Jahre nach der Biozellenbegründung (1999)
- zunehmendes Strahlungsangebot senkt den Anwuchserfolg
- Abschattung der morgendlichen Sonneneinstrahlung ist günstig
- westexponierte Zellen hatten deutlich bessere Anwuchsraten



Oberlechner & Vacik, (2003) Regeneration and growth success of downy oak (*Quercus pubescens*) in secondary Austrian black pine forests (*Pinus nigra*) in Vinschgau, Southtyrol. Allgemeine Forst und Jagdzeitung. 174(12):219-26.

Waldstandorte verändern sich... entlang ökologischer Achsen von Standortfaktoren



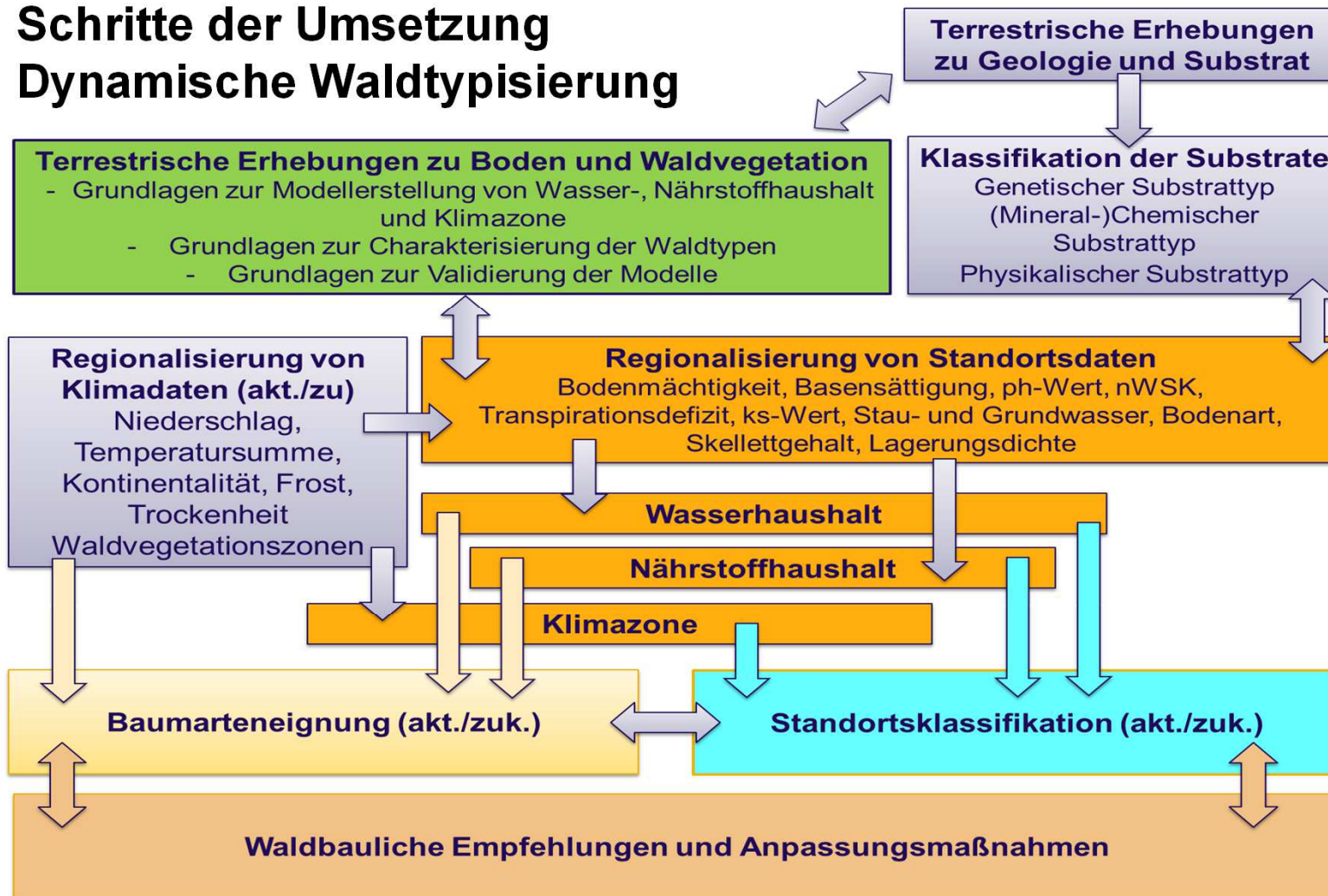
- Veränderung Niederschlagsniveau
- höhere Lufttemperatur
- erhöhte Gesteinsverwitterung
- raschere Umsetzung organischer Substanz

(verändert nach Englisch, 2019)

Dynamische Waldtypisierung in Österreich

- statisches System aus Standorteinheiten (einheitliche Eigenschaften bei Wärme-, Wasser- und Nährstoffhaushalt) – ähnlich zur Waldtypisierung in Südtirol - wurde erweitert
- **dynamisches System** von temporären Standort-Zuständen entlang 3 ökologischer Achsen:
 - **Klimazone** (modellierte klimatische Höhenstufe) – heute / Zukunft
 - **Wasserhaushalt** (modellierte Gesamtwasserhaushaltsstufe) – heute / Zukunft
 - **Nährstoffhaushalt** (modellierte Nährstoff-/Basenhaushaltsstufe) - +/- statisch
- Standort-Eigenschaften (Klimazone, Wasser-, Nährstoffhaushalt) werden zu Einheiten (**Waldstandortseinheiten**) kombiniert und Empfehlungen für Baumarten-Eignung, Waldbehandlung abgeleitet
- Steiermark abgeschlossen (1 mio ha Wald), Niederösterreich, Oberösterreich und Burgenland in Bearbeitung (1,4 mio ha Wald)

Schritte der Umsetzung Dynamische Waldtypisierung

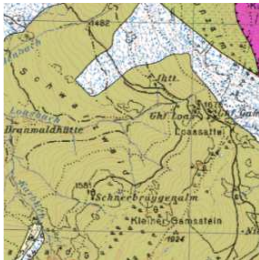


Substratklassifikation

Fazies
Lithologie
Petrographie
Kornverteilung

GUTACHTLICH

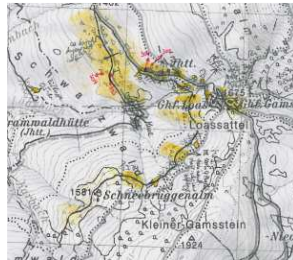
Geol. Karte



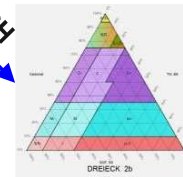
Laserscan



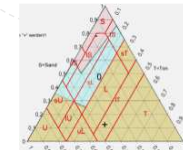
Feldaufnahme



Probennahme ev. +
Laboranalytik

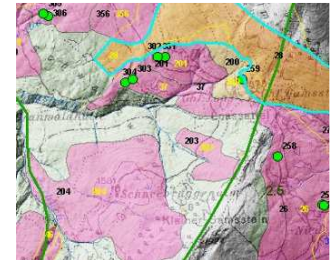


Klassifikation



ANALYTISCH

Substratkarte



Polygone
+
Substratgruppen

Physikalische + mineralchemische Analyse

KG

Siebanalyse

PET

Petrographie-
Analyse

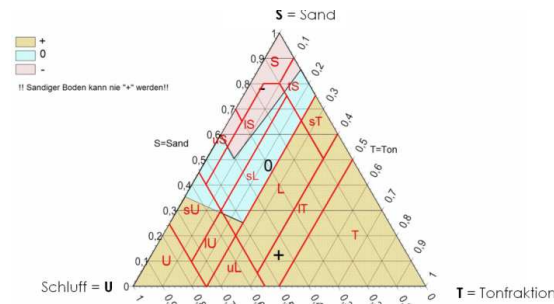
RDA

Röntgen-
diffraktometr.
Analyse

Klassifikationsschema für Substrate

- Genetischer Substrattyp** nach geologischer Fazies entspricht Geneseprozess des Substrats (GenTyp)
- (Mineral-)Chemischer Substrattyp** nach mineralogischer Zusammensetzung (SGesPM) in 5-Komponenten (Kalzit+Dolomit+Saure Silikate+Basische Silikate+Tonminerale)
- Physikalischer Substrattyp** nach Korngrößenverteilung (Matrix)

Code	Genetischer Substrattyp (Klosterhuber)	Code	Genetischer Substrattyp
Fe	Festgestein	bl	Blockwerk
Fs	Sedimentäres Festgestein	Er	Eisendolomite, Staukörper
Fm	Magmatisches / Metamorphes Festgestein	Mz	Vermischungszonen Hangschutt mit Moräne
Ha	Hangschutt	Ru	Lockersedimentfrütschung, Solifluktionen
Vs	Venwittungsschutt, Zersatz	Mo	Moränen
HK	Hangschuttkegel, Sturzhalde	MI	Lokalmoräne
OS	Organische Substrate, Vermässungen	MT	Ferromoräne
Ta	Fluviatile Sedimente (Talbtlagerungen)	MB	Blockmoränen
Ts	Tertärsensedimente	La	Äolische Sedimente (LÖS, Flugelim)
Sw	Schwammkegel (historisch)	LS	Limtische Sedimente (Gesäblagerungen)
Mu	Murkegel (rezent)	AS	Künstliche Aufschüttung

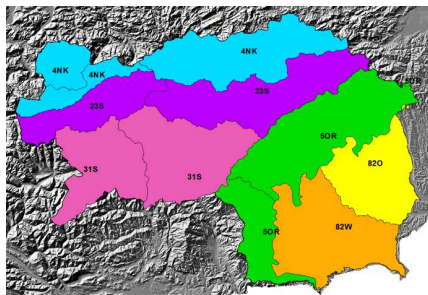


SGes	Mineral-Chemische Substrattypen
S-	Saure quarzreiche Silikatgesteine
S	Saure Silikatgesteine
S+	Saure Gesteine tonreich
I-	Intermediäre Silikatgesteine
I	Intermediäre Silikatgesteine
I+	Tongesteine Intermediär
D-	Basisch-Intermed. Silikatgesteine rückstandsarm
B	Basenreiche Silikatgesteine
B+	Basenreiche Silikatgesteine tonreich
M-	Silikatisch-Carbonatarme Mischgesteine rückstandsarm
M	Carbonat-Silikat-Mischgesteine
M+	Carbonat-Silikat-Mischgesteine tonreich
C-	Silikatisch-Carbonatreiche Gesteine rückstandsarm
C	Silikatisch-Carbonatreiche Gesteine
C+	Silikatisch-Carbonatreiche Gesteine tonreich
K-	Kalkgesteine rückstandsarm
K	Kalkgesteine
K+	Kalkgesteine tonreich
D-	Dolomit, Kalk, Dolomit rückstandsarm
D	Dolomitmgesteine
D+	Dolomitmgesteine tonreich

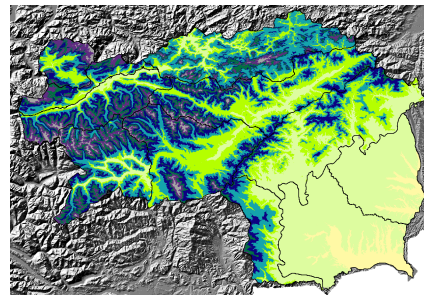
(Wilhelmy, 2018)

Terrestrik - Standortserkundung Vorstratifizierung

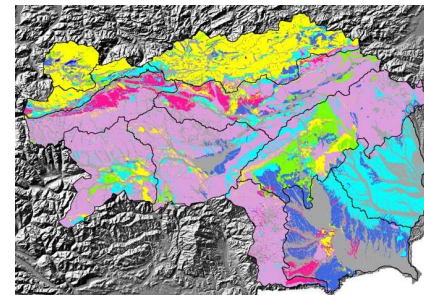
Stratum = Kombination aus Wuchszone, Höhenstufe, Substrat, Hanglage, Waldkategorie



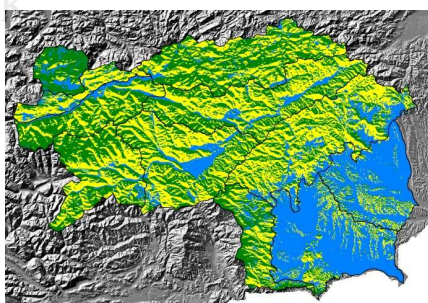
6 Wuchszonen



7 Höhenstufen

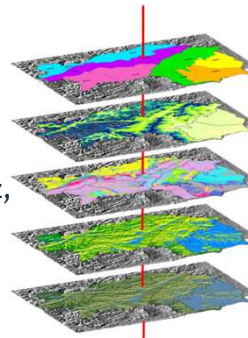


8 Substratgruppen



3 Hanglagen (Sonn-, Schatt-, Flachlage)

+ 3 Waldkategorien
(Hochwald, Krummholz,
Verbuschung)



Analyse der Bodenproben und Bohrkerne für OÖ, NÖ und Burgenland



Chemie, Labor BFW Wien, n=1804
Abschluss Analyse: April/Mai 2023

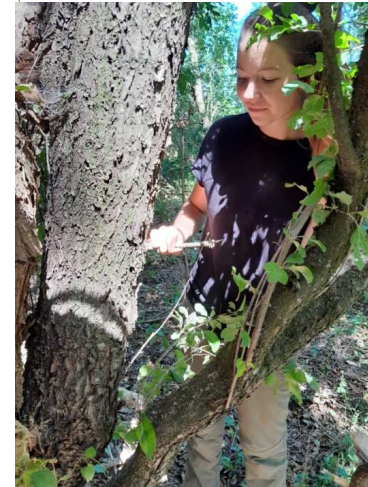
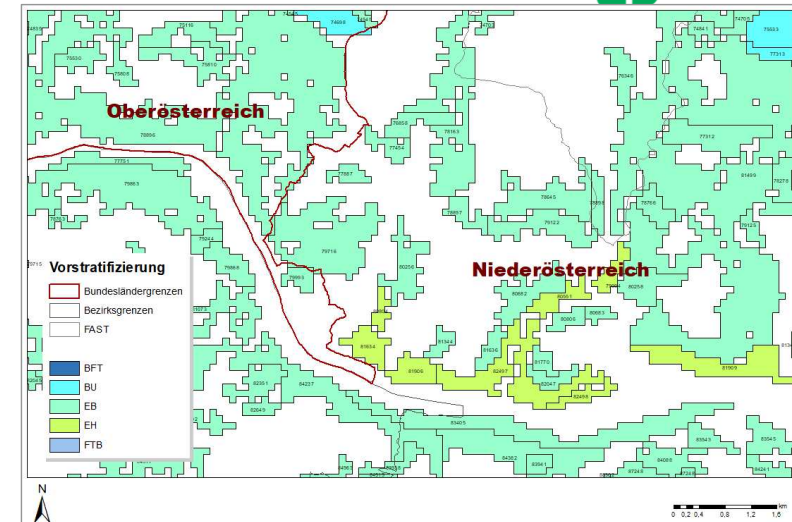
Physik, Labor BFW Ibk., n=1580

Substrat, Labor Uni Graz, n=1176
Substrat Deckschichten
Handstücke – Uni Graz

> 3000 Baum-Bohrkerne
Labor BOKU Tulln

Standorts- und Bestandesaufnahmen

- Aus Vorstratifizierung wurden repräsentativ verteilte Flächen für Stichproben ausgewählt
- Innerhalb der Auswahlflächen wurden innerhalb Suchradius von 100 m Aufnahmen durchgeführt
- Lage-, Standortdaten, Bodenprofilbeschreibung, Vegetationsaufnahme, Bestandeserhebung, Jahrringbohrung an den OS der Hauptbaumarten
- an Vollerhebungspunkten wurden Bodenproben genommen und eine chemisch-physikalische Analyse durchgeführt
- Erhebung durch Teams mit jeweils 2-3 Personen (Bodenkundler, Vegetationskundler, Hilfskraft)

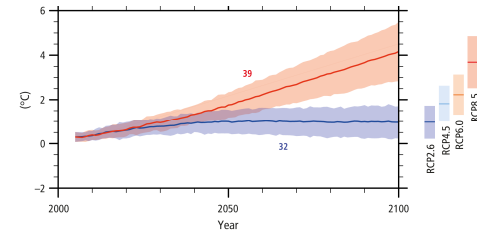


Profilgruben bei Vollerhebung



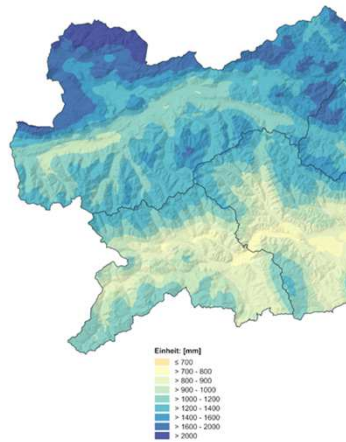
Regionalisierung - Klimadaten

Meteorologische Zeitreihen, Klimaindikatoren für Szenarien



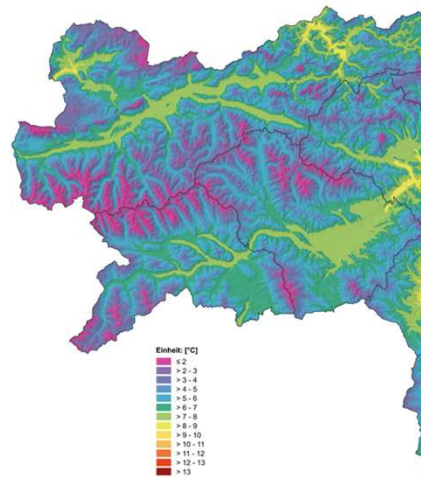
Jahresniederschlag

Zeitraum: 1989 - 2018



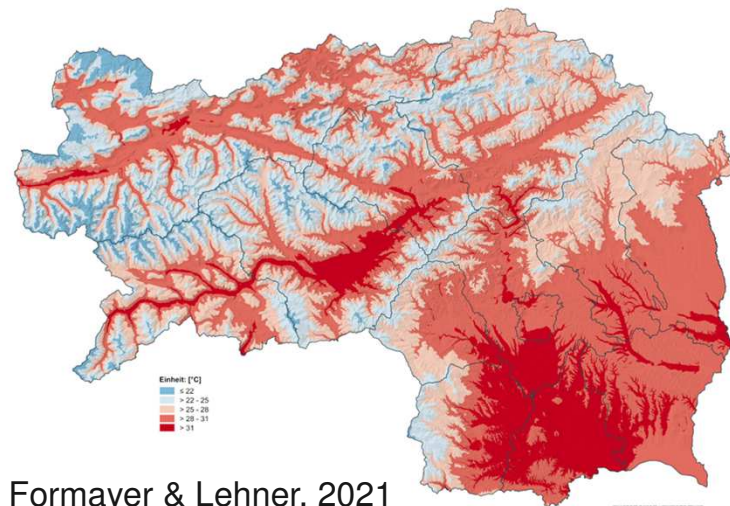
Jahresmitteltemperatur

Zeitraum: 1989 - 2018



Jährliche Temperaturamplitude

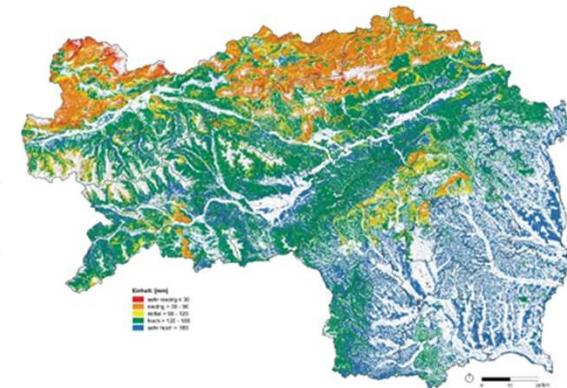
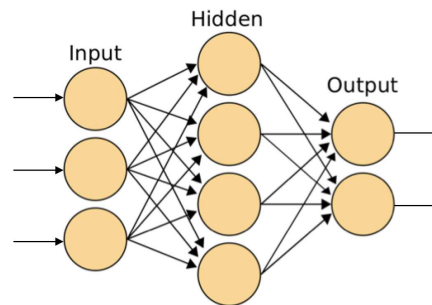
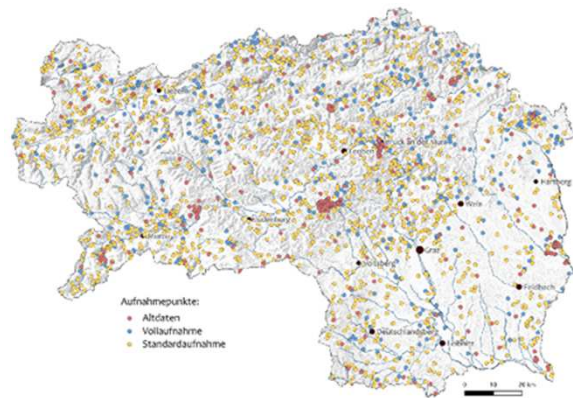
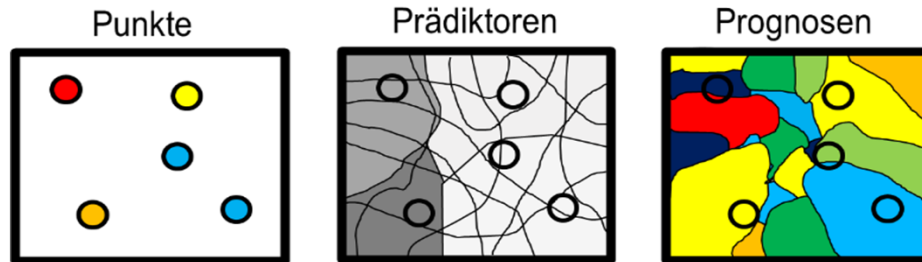
Zeitraum: 1989 - 2018



Formayer & Lehner, 2021

**Klimatische Charakterisierung
der Steiermark, OÖ, NÖ, BGLD**

Regionalisierung der Standortdaten - Neuronale Netze vom Punkt in die Fläche mit unterschiedlichen Prädiktoren

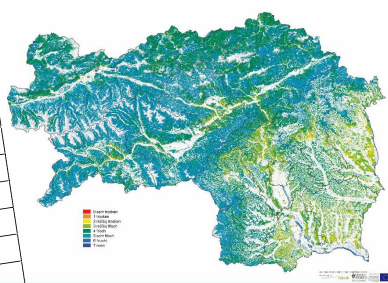
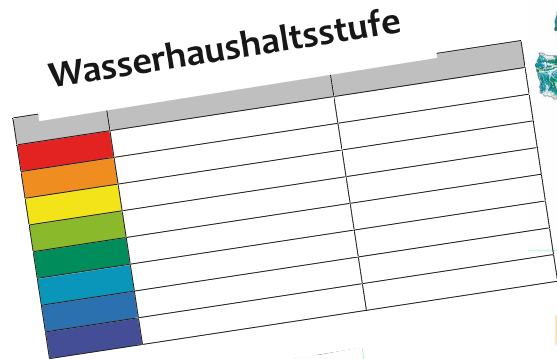


Klebinder, 2020

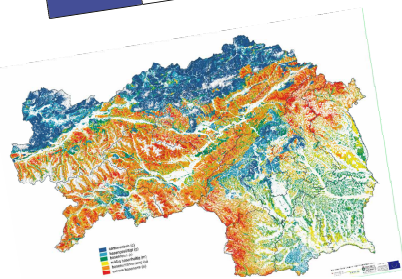
➔ Regionalisierung von Punktdaten in FORSITE I und FORSITE II

Synökologie - Standortmodell mit 3 Achsen

Waldstandortseinheiten definiert mit Wasserhaushaltsstufe, Basenklasse und Klimazone



EB23m Eichen-Buchenwald-Standort, mild, mäßig trocken-mäßig frisch, mäßig-basenhaltig



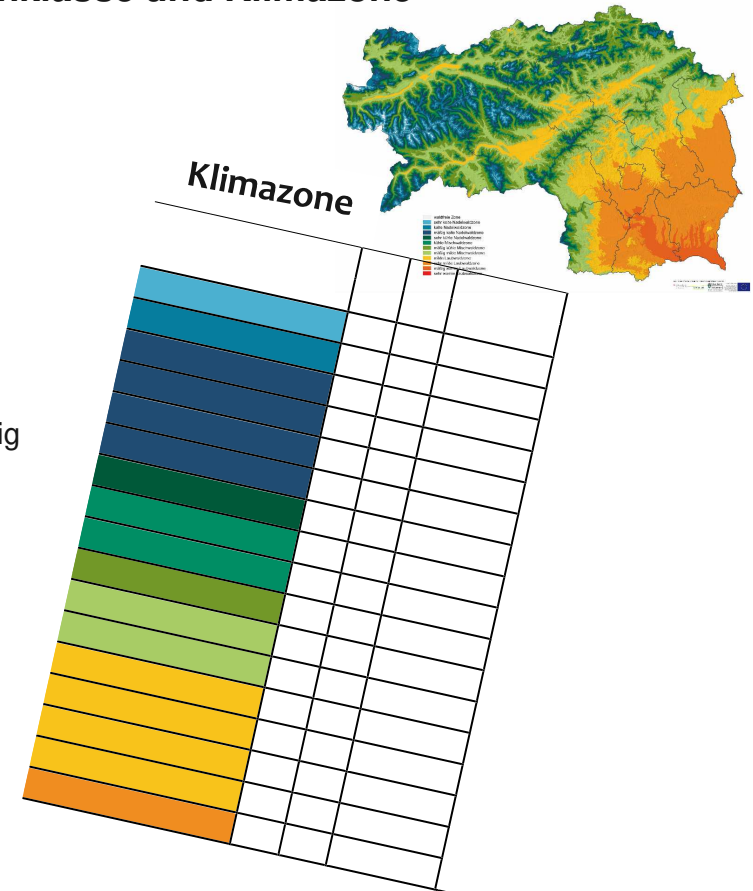
Basenklasse

BU4r Buchenwald-Standort, mäßig mild, frisch, basenreich

FTB45c Fichten-Tannen-Buchenwald-Standort, mäßig kühl, frisch-sehr frisch, carbonatisch

BAS	Basenklasse	BSP [%]
e	extrem basenarm	< 8
u	basen_unterversorgt	8-35
m	mäßig basenhaltig	35-60
r	basenreich	60-90
g	basengesättigt	> 90 (ausgeglichene Basenversorgung)
c	carbonatisch	> 90 (einseitige Basenversorgung)

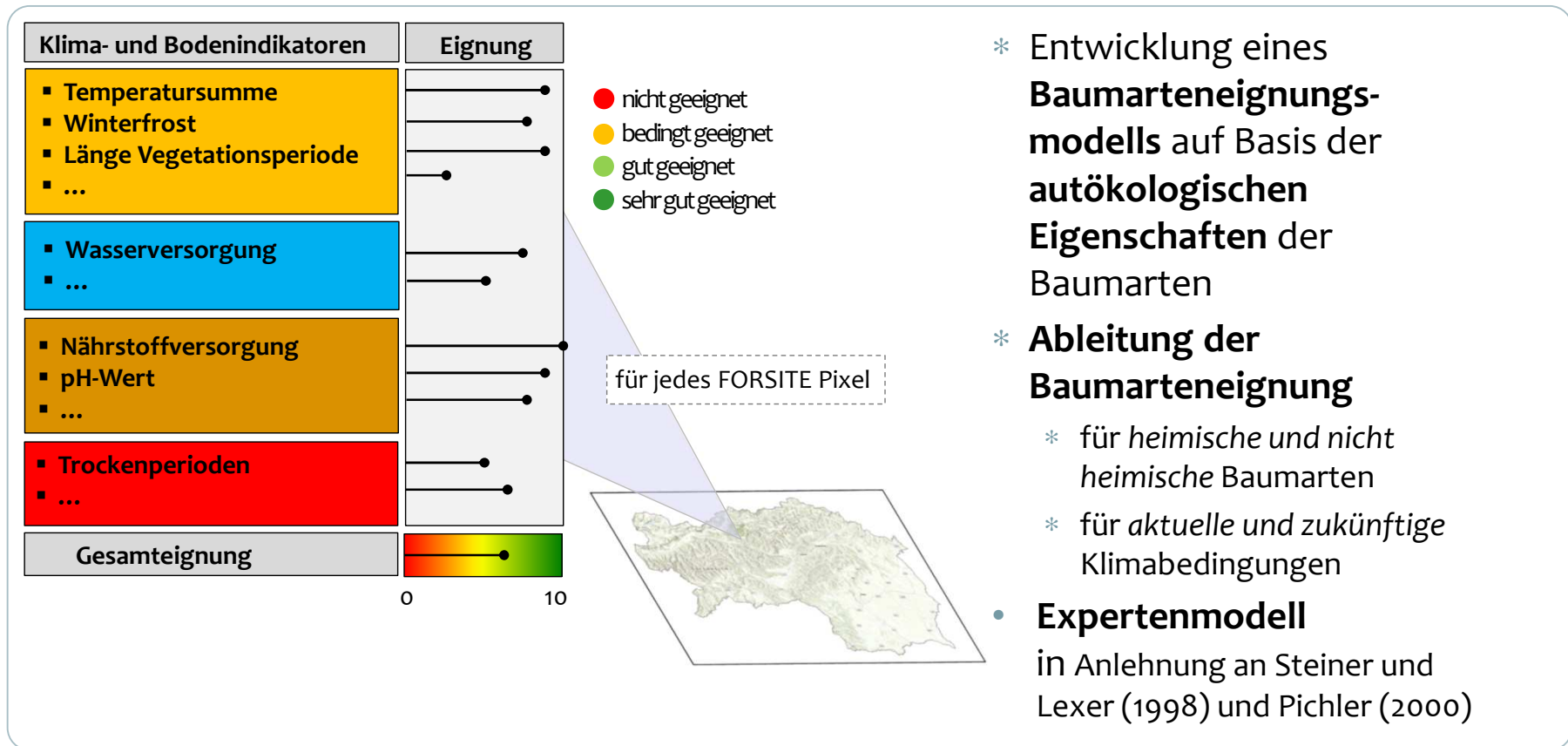
Klimazone



116 Einheiten wurden für Steiermark als **Normalwaldstandorte** definiert

Autoökologie zur Baumarteneignung in FORSITE

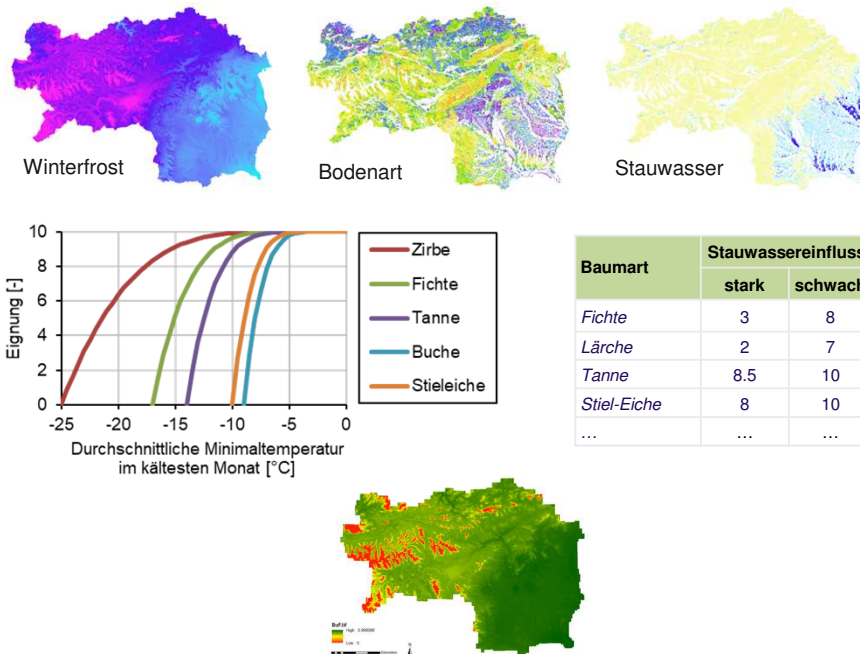
Eigenschaften der Baumarten hinsichtlich Klima, Boden und Risiken definiert



- * Entwicklung eines **Baumarteneignungsmodells** auf Basis der **autökologischen Eigenschaften** der Baumarten
- * **Ableitung der Baumarteneignung**
 - * für *heimische und nicht heimische* Baumarten
 - * für *aktuelle und zukünftige* Klimabedingungen
- **Expertenmodell**
in Anlehnung an Steiner und Lexer (1998) und Pichler (2000)

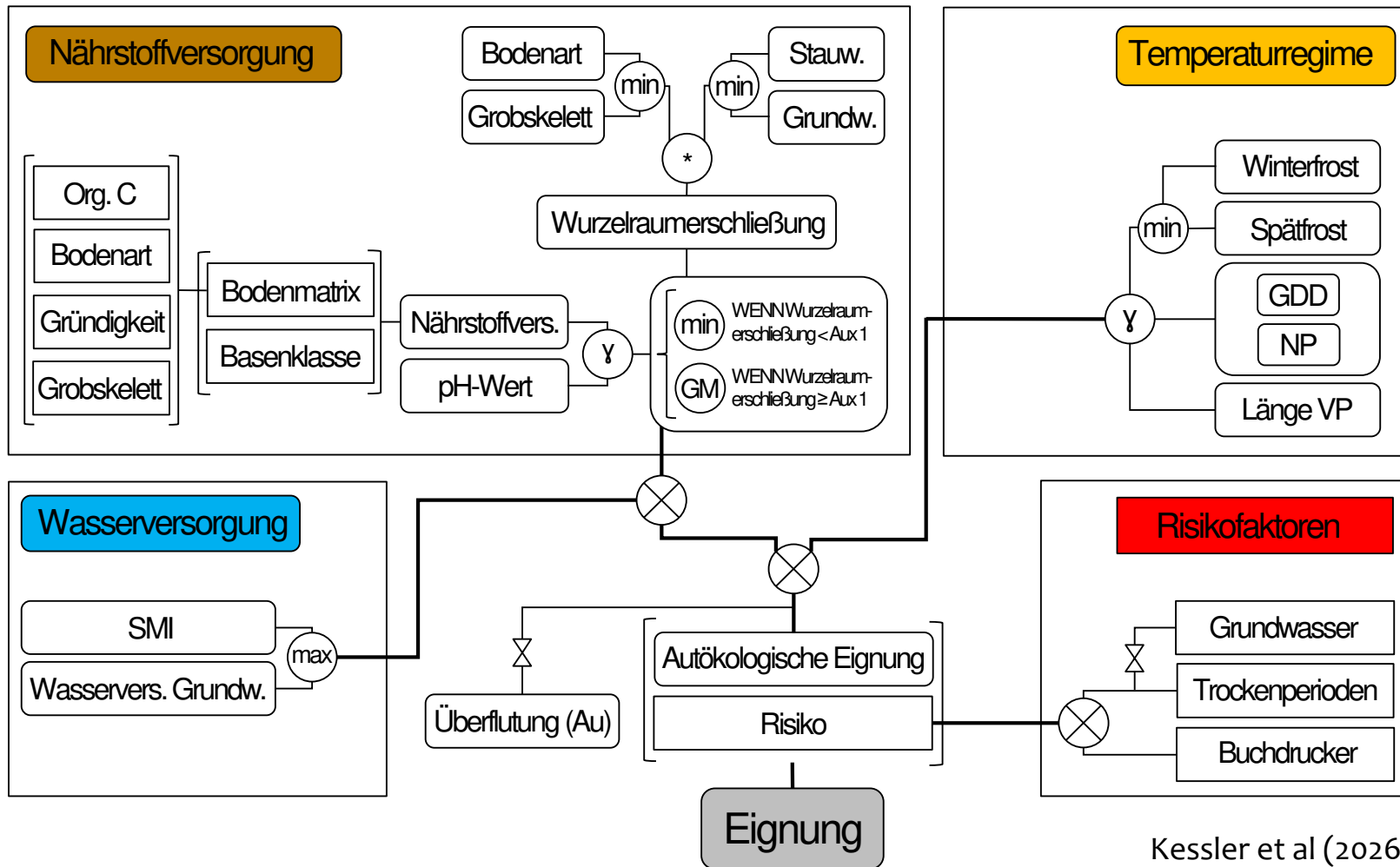
Baumarteneignung - Modellkonzept (I)

- * **Monokausale Baumarteneignung** in Bezug auf einzelne Boden- und Klimavariablen auf einer Skala zwischen 0 und 10 (Literatur, empirische Daten, Expertenwissen)
- * **Verknüpfung** monokausaler Baumarteneignungswerte mittels mathematischer **Operatoren**, welche ökologische Phänomene (Limitierung, Interaktion, Kompensation) repräsentieren
- * **Risikofaktoren:** (Anzahl Trockenjahre/Dekade, Gefahr Buchdrucker Fi)

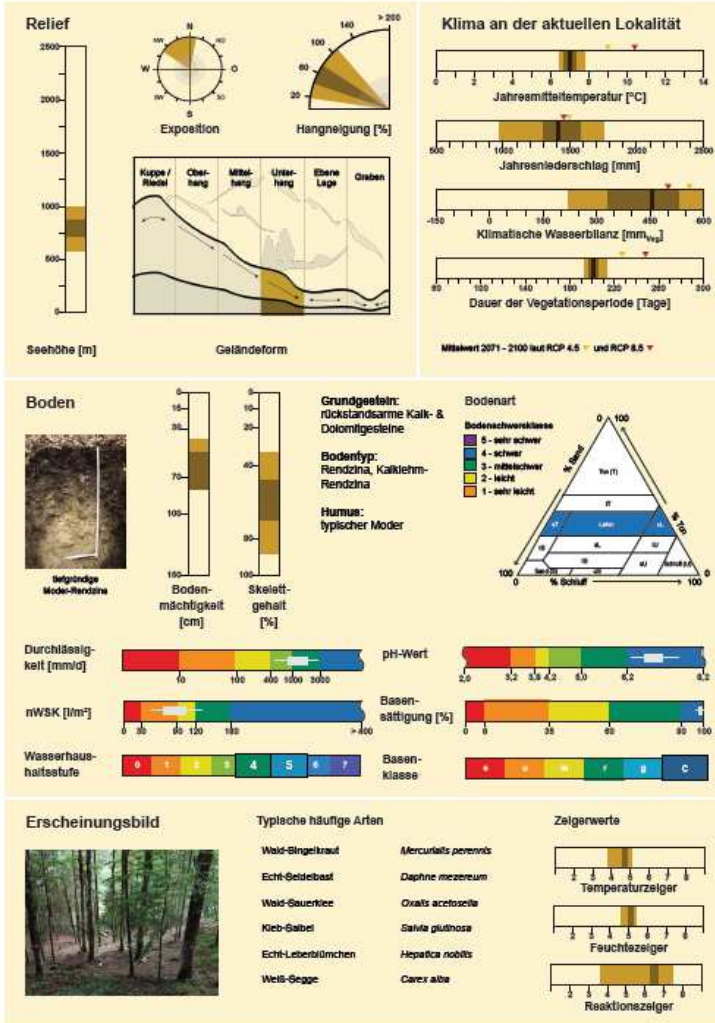


Kessler et al (2026)

Baumarteneignung - Modellkonzept (II)



Kessler et al (2026)



„Klimatische Charakterisierung“
Topographische und klimatische Aspekte
– Klimaänderungsszenarien farblich abgehoben

„Nährstoff- und Wasserhaushalt“
Angaben zu Geologie, Boden, Nährstoffen, Basen-
Sättigung und Gesamtwasserhaushalt, Zeigerwerte

„Erscheinungsbild“
Angaben zu Vegetation und Bild (wenn verfügbar)

„Standortssystem“

Einordnung des Standorts aufgrund der dynamischen Komponenten Klimazone und Wasserhaushalt für aktuelle (2020) und zukünftige (2085) Bedingungen – 2 Klimaänderungsszenarien (RCP 4.5, RCP 8.5)

Darstellung möglicher benachbarten Standorte hinsichtlich Basenklasse und Sonderwaldstandorte

„Produktivität“

Darstellung ausgewählter Baumarten hinsichtlich DGZ und Oberhöhe (Ertragstafelwerte)

„Limitierende Faktoren“

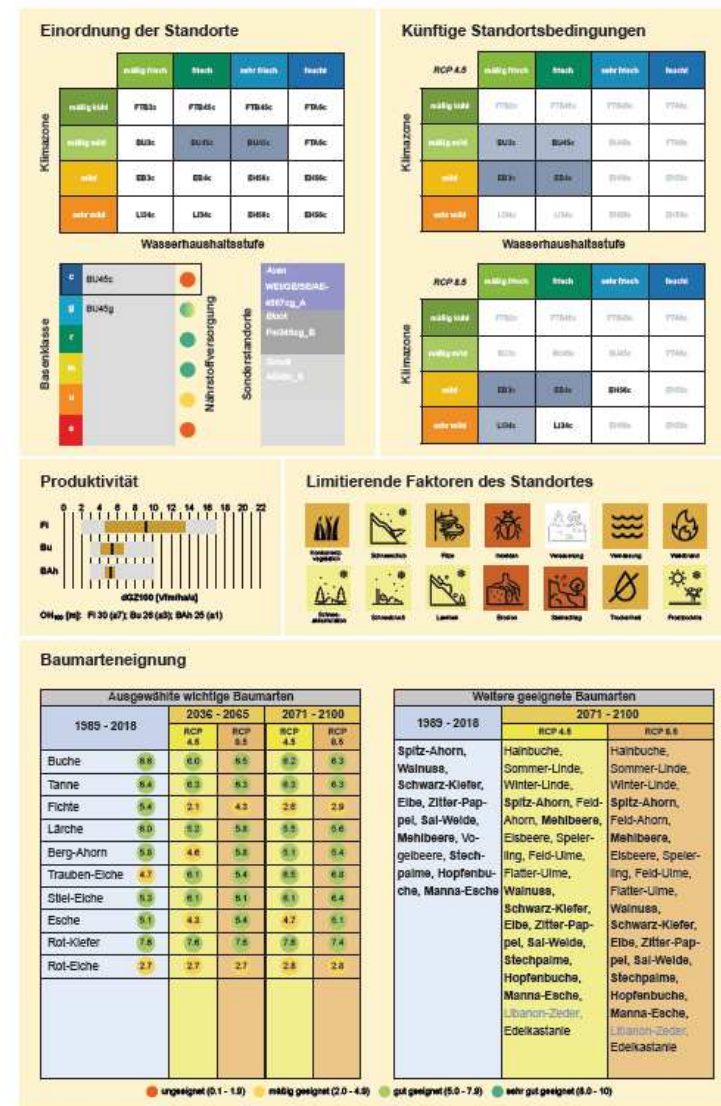
Bedeutenden limitierenden Standortsfaktoren

„Baumarteneignung“

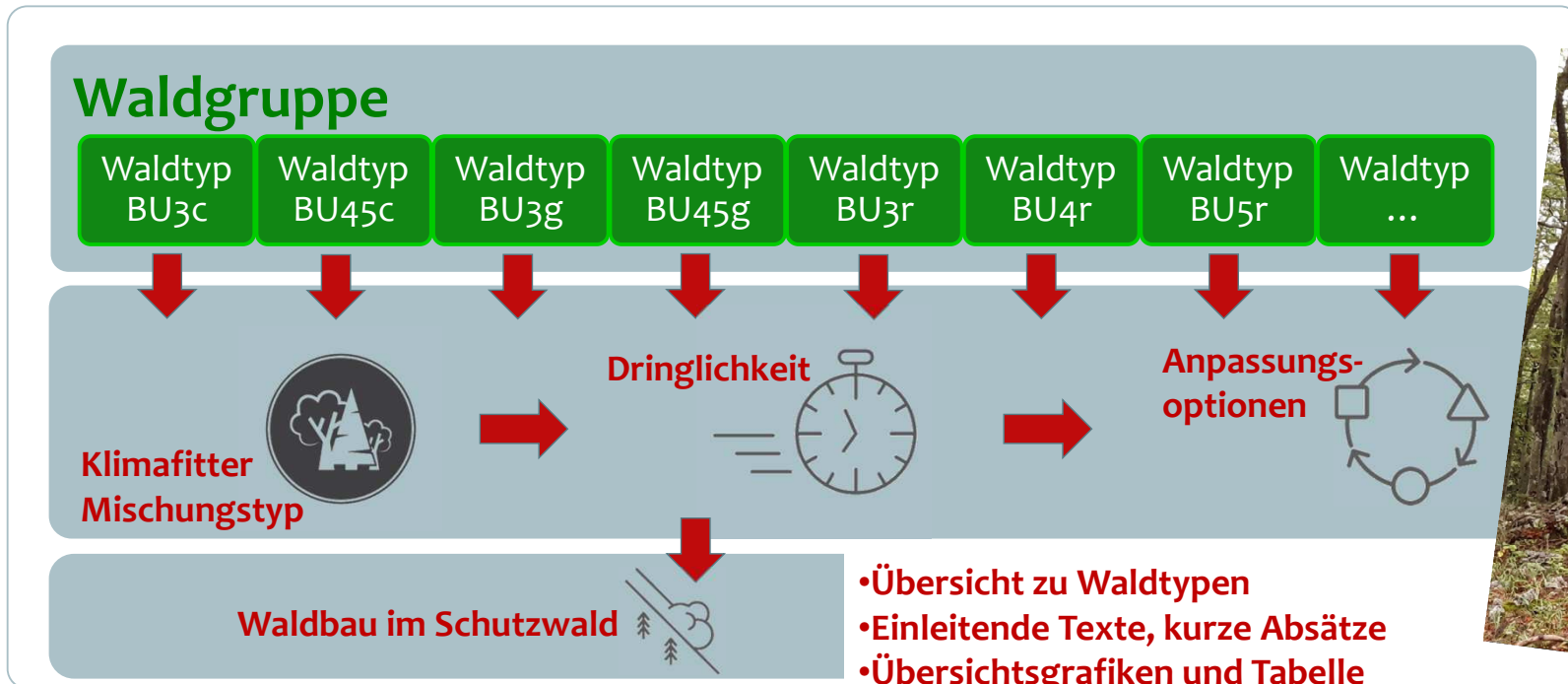
Darstellung der Baumarteneignung für ausgewählte wichtige und weitere geeignete Baumarten, Angaben der Eignungsziffer für ausgewählte Baumarten,

- 3 Zeitscheiben (heute, nahe und ferne Zukunft)
- 2 Klimaänderungsszenarien (RCP 4.5, RCP 8.5)

schwarz fett kommen in allen Szenarien vor
 blaue Baumarten bezeichnen nicht heimische Baumarten



Ausarbeitung von Anpassungsmaßnahmen



- Übersicht zu Waldtypen
- Einleitende Texte, kurze Absätze
- Übersichtsgrafiken und Tabelle
- Beispiele für Dringlichkeit und Anpassungsoptionen

Grundprinzipien von Anpassungsmaßnahmen

- **Resistenz / Widerstandsfähigkeit**
 - Vermögen, Störungseinflüssen standzuhalten (Sturm, Schnee, Trockenheit, Insekten, Feuer, Überflutung, ...)
- **Resilienz**
 - Vermögen, nach Störungseinfluss Flächen wieder zu übersichern & Ökosystemleistungen zu erbringen; (Kronenausbau, vegetative & generative Verjüngung)
- **Anpassungsfähigkeit**
 - (selbstständige) Vermögen, durch Naturverjüngung die Baumartenzusammensetzung & Genpool an sich verändernde Umweltbedingungen anzupassen)



Waldbauliche Empfehlungen (i)

Standorte heute

- Verbreitung
- Relief
- Wärme- und Wasserversorgung
- Nährstoffe

Standorte im Klimawandel

- Wärme- und Wasserversorgung
- Verbreitung

Limitierende Faktoren und Risiken

7. Buchenwald-Standorte in der mäßig milden Mischwaldzone

Tabelle 7.1: Übersicht zu den Standorteinheiten der Waldgruppe der Buchenwald-Standorte (BU) in der mäßig milden Mischwaldzone.

Standorts-einheit	Basenklasse	Substrat	Wasserhaushalt	Verbreitung
BU3c	carbonatisch	feinerdearme Karbonatgesteine	mäßig frisch	5.939 ha / 2,7
BU45c	carbonatisch	feinerdearme Karbonatgesteine	frisch bis sehr frisch	31.253 ha / 14,2
BU3g	basengesättigt	feinerdereiche Karbonatgesteine	mäßig frisch	6.642 ha / 3,0
BU45g	basengesättigt	feinerdereiche Karbonatgesteine	frisch bis sehr frisch	24.881 ha / 11,3
BU3r	basenreich	basenreiche Silikatgesteine	mäßig frisch	3.580 ha / 1,6
BU4r	basenreich	basenreiche Silikatgesteine	frisch	15.743 ha / 7,1
BU5r	basenreich	basenreiche Silikatgesteine	sehr frisch	11.000
BU3m	mäßig basenhaltig	basische Silikatgesteine	mäßig frisch	2.400
BU45m	mäßig basenhaltig	basische Silikatgesteine	frisch bis sehr frisch	37.490

	trocken	mäßig trocken	mäßig frisch	frisch	sehr frisch	feucht
carbonatisch			BU3c	BU45c		
basengesättigt			BU3g	BU45g		
basenreich			BU3r	BU4r	BU5r	
mäßig basenhaltig			BU3m	BU45m		
basen- untersorgt extrem basenarm			BU3u	BU		

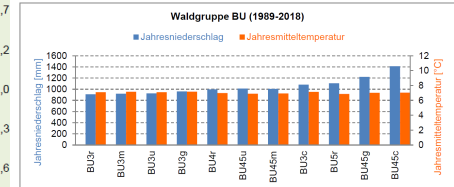


Abbildung 7.2: Vergleich von Jahresniederschlag und Jahresmitteltemperatur der Standorteinheiten in der Waldgruppe BU für den Zeitraum 1989-2018 in der Steiermark.

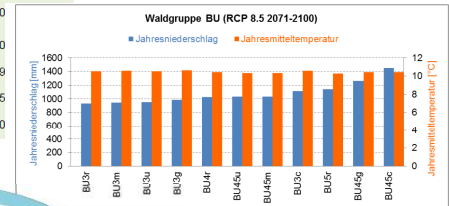
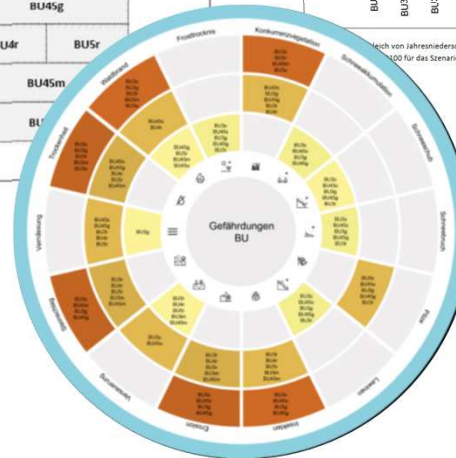


Abbildung 7.3: Vergleich von Jahresniederschlag und Jahresmitteltemperatur der Standorteinheiten in der Waldgruppe BU für das Szenario RCP-8.5 für die Steiermark.



Waldbauliche Empfehlungen (ii)

Anpassungsmaßnahmen

- Erhöhung der Resistenz
- Erhöhung der Resilienz
- Erhöhung der Anpassungsfähigkeit
- Klimafitte Mischungstypen
- Dringlichkeit der Maßnahmen
- Beispiele für Anpassungsoptionen

Tabelle 7.3: Klimafitte Mischungstypen für die heutige Waldgruppe BU unter Berücksichtigung der aktuellen und zukünftigen Baumarteneignung sowie unterschiedliche zukünftige Waldgruppen.

Lokalität und Spezifikation	künftige Standortsbedingungen im Jahr 2085	Klimafitter Mischungstyp*
alle BU Standorte (aktuell)	BU, EB	Bu - Lā - RKI
	BU, EB, EH	Bu - Ta Bu - Dgl
Kalte Talschaften der Steiermark		
Unterhangstandorte		
Südexponierte Taleinhänge		
Wärmebegünstigte Lagen		

BU – Anpassungsoptionen für Fichtenreinbestände

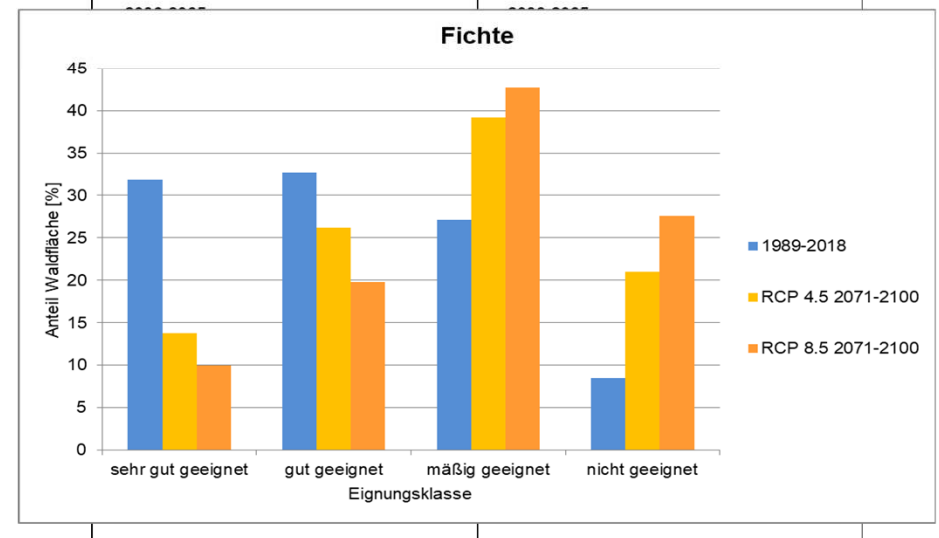
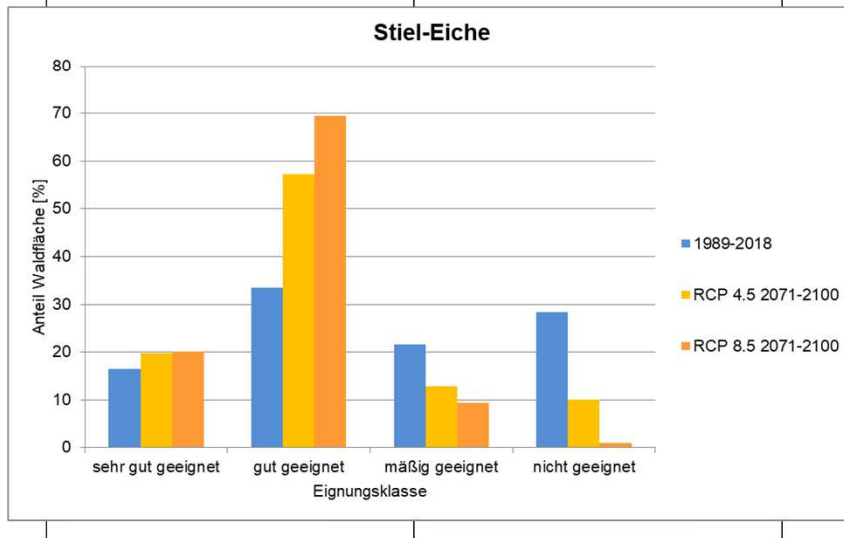
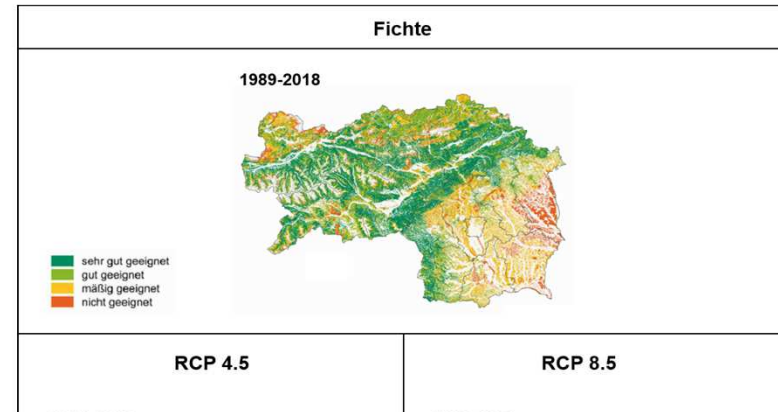
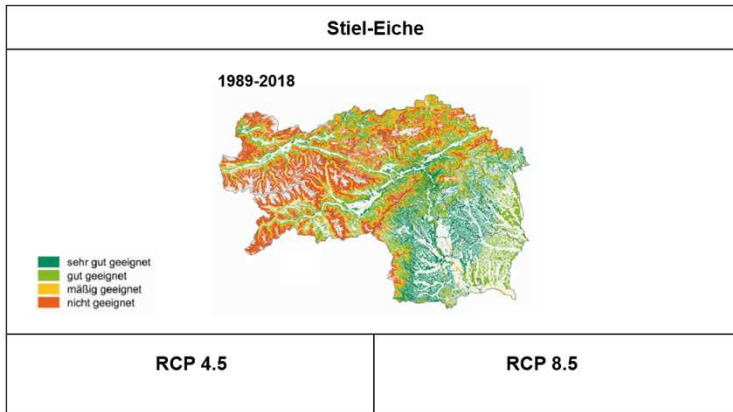
Überführung in FI-Ta-Bu-Bestände durch Lochhiebe	Überführung in FI-Ta-Bu-Bestände durch Saumschläge
Stabile Fichten-Individuen werden in Reinbeständen belassen, Tanne und Buche werden auf Lochhiebsflächen gepflanzt. Ziel: Fichte 40 %, Tanne 30 %, Buche 30 %; U = 80-120 Jahre	Keine Eingriffe in bestehende Fichten-Bestände, Etablierung von Fichte, Tanne und Buche auf den Saumschlagflächen mittels Pflanzung. Ziel: Fichte 50 %, Tanne 30 %, Buche 20 %; U = 80-120 Jahre
Jungwuchs Ergänzung von Ta und Bu in vorhandenen oder zu schaffenden Lücken, Entnahme von wenig vitalen Fichten aus Naturverjüngung oder ehemalsiger Pflanzung. Mischungsregulierung zugunsten von Ta und Bu.	Jungwuchs Pflanzung von Ta, Bu und FI entsprechend des Bestockungszieles auf den Saumschlagflächen unter Einhaltung der Schlagruhe. Am Innensaum von schattentoleranteren Baumarten (Ta) Mischungsregulierung gemäß des Bestockungszieles.
Dickung Mischungsregulierung auf der Dichtungsfäche zugunsten einzelner vorhandener Mischbaumarten und vitaler FI. Ergänzungspflanzung von Ta und Bu entsprechend den Zielvorgaben nach Entfernung von wenig vitalen Jung-FI in vorhandenen Lücken.	Dickung Mischungsregulierung auf der Dichtungsfäche zugunsten einzelner vorhandener Mischbaumarten und vitaler FI. Ergänzungspflanzung von Ta und Bu entsprechend den Zielvorgaben nach Entfernung von wenig vitalen Jung-FI in vorhandenen Lücken.
Stangenholz Entfernung von kranken oder instabilen FI und Stabilitätsförderung: Auswahl von besonders stabilen Individuen und Entnahme von besonders schranken FI.	Stangenholz Entfernung von kranken oder instabilen FI und Stabilitätsförderung: Auswahl von besonders stabilen Individuen und Entnahme von besonders schranken FI.
Baumholz Lochhiebe in hiebsreifen Baumhölzern anlegen: In hiebsreifen Baumhölzern wird FI mittels Lochhiebes genutzt, auf den entstandenen Freiflächen erfolgt Integration von FI-Naturverjüngung und die Pflanzung von Ta und Bu gemäß des Bestockungszieles.	Baumholz Nutzung von hiebsreifem Fichten-Baumholz durch Saumschläge mit 2-3 Baumrängen entgegen der Hauptwindrichtung. Etablierung von Ta und Bu am Innensaum und FI am Aussensaum. Vorrang von Ta am gleichaltrigen Beständen eventuell Gliederungshiebe anlegen.
Dauerwald-Konzept Entwicklung eines Dauerwaldes mit langfristigem Zeithorizont. Die ursprünglich einschichtigen FI-Reinbestände können sukzessive in ein Dauerwald-System mit FI, Ta und Bu überführt werden. Die Bestände müssen dabei ausreichend vitale Individuen (lange Krone, geringe H/D-Werte) in unterschiedlichen BHD-Klassen aufweisen. Durch Einzelstammentnahmen können Individuen in der Ober- und Unterschicht gefördert werden. Die Etablierung der schattentoleranteren Ta und Bu in der Naturverjüngung erlaubt eine vertikale Strukturierung der Bestände. Zeitraum > 100 Jahre.	

Tab. 7.10: Beispielhafte Herleitung der Dringlichkeit für die Überführung von Waldbeständen in der Waldgruppe BU.

Aktueller Mischungstyp	Anteil am aktuellen Bestand	Baumarteneignung 2085 laut Waldtypenbeschreibung	Bestandes-eignung	Dringlichkeit für Überführung 1 = sehr hoch = 0-3,9 2 = hoch = 4-7,9 3 = gering = 8-10	Empfohlener Zeitrahmen 1 = 20-40 Jahre 2 = 40-60 Jahre
Fichte	60%	3	60% * 3	2	1 oder 2, abhängig von Struktur und Einzelbaumstabilität
Tanne	5%	5	+ 5% * 5		
Buche	35%	7	+ 35% * 7		
= 4,5					

Karten der Baumarteneignung

Veränderung der Eignungsklassen



Baumartenportraits

Nadelbaumarten		Kürzel
Fichte	<i>Picea abies</i>	Fi
Lärche	<i>Larix decidua</i>	Lä
Rot-Kiefer	<i>Pinus sylvestris</i>	RKi
Tanne	<i>Abies alba</i>	Ta
Zirbe	<i>Pinus cembra</i>	Zi
Laubbaumarten		
Berg-Ahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>	BAh
Berg-Ulme	<i>Ulmus glabra</i>	BUI
Buche	<i>Fagus sylvatica</i>	Bu
Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>	Es
Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>	Hbu
Hänge-Birke	<i>Betula pendula</i>	HBi
Sommer-Linde	<i>Tilia platyphyllos</i>	SLi
Winter-Linde	<i>Tilia cordata</i>	WLi
Stiel-Eiche	<i>Quercus robur</i>	StEi
Trauben-Eiche	<i>Quercus petraea</i>	TrEi
Vogel-Kirsche	<i>Prunus avium</i>	VKi
Gastbaumarten		
Douglasie	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Dou
Rot-Eiche	<i>Quercus rubra</i>	REi

Die Tanne

Abies alba

Die Tanne ist eine klassische Schattbaumart. Sie tritt aktuell sehr häufig in der Waldgruppe FIK und seltener in den Waldgruppen BU, EB, FTB, BFT, W, U, N und FT auf.

Aktuelle und zukünftige Eignung

Aktuell (Zeitraum 1989-2018) weist die Tanne auf 96 % der steirischen Waldfläche eine gute bis sehr gute Eignung auf (siehe Abbildungen A- Karte und B-Diagramm).

Die Stiel-Eiche

Quercus robur

Die Stiel-Eiche kann als Halblicht- bis Lichtbaumart charakterisiert werden. Sie tritt aktuell sehr häufig in den Waldgruppen EH und P auf und ist seltener auch in den Waldgruppe A und EB zu finden.

Aktuelle und zukünftige Eignung

Aktuell (Zeitraum 1989-2018) weist die Stiel-Eiche auf 51 % der steirischen Waldfläche eine gute bis sehr gute Eignung auf (siehe Abbildungen A- Karte und B-Diagramm).

In der Klimazukunft wird die Stiel-Eiche 2071-2100 auf deutlich größerer Fläche geeignet sein als in der Klimaperiode 1989-2018. So wird sich die Waldfläche mit guter bis sehr guter Eignung auf 77 % (RCP 4.5) bzw. 89 % (RCP 8.5) vergrößern.

Temperaturregime

Die Stiel-Eiche weist hohe Wärmeansprüche auf. Sie toleriert Winterfrost in moderatem Ausmaß und weist eine sehr geringe Toleranz gegenüber Spätfrost auf. Die Hitzetoleranz der Stiel-Eiche ist hoch.

Wasserversorgung

Die Stiel-Eiche stellt geringe Ansprüche an die Wasserversorgung und ihre Toleranz von Trockenperioden ist hoch.

Nährstoffversorgung und Bodenverhältnisse

Die Nährstoffansprüche der Stiel-Eiche sind moderat. Optimal sind pH-Werte im stark sauren bis schwach sauren Bereich. Auf sehr stark sauren Böden ist die Stiel-Eiche noch gut geeignet.

Auf Böden mit sehr hohem Skeletgehalt weist die Stiel-Eiche ein gutes Durchwurzelungsvermögen auf. Auf sehr schweren Böden ist das Durchwurzelungsvermögen der Stiel-Eiche sehr gut.

Die Toleranz der Stiel-Eiche gegenüber Stau- und Grundwassereinfluss ist sehr hoch.

Auf Austandorten ist die Stiel-Eiche aufgrund ihrer moderaten Überflutungstoleranz nur mäßig geeignet.

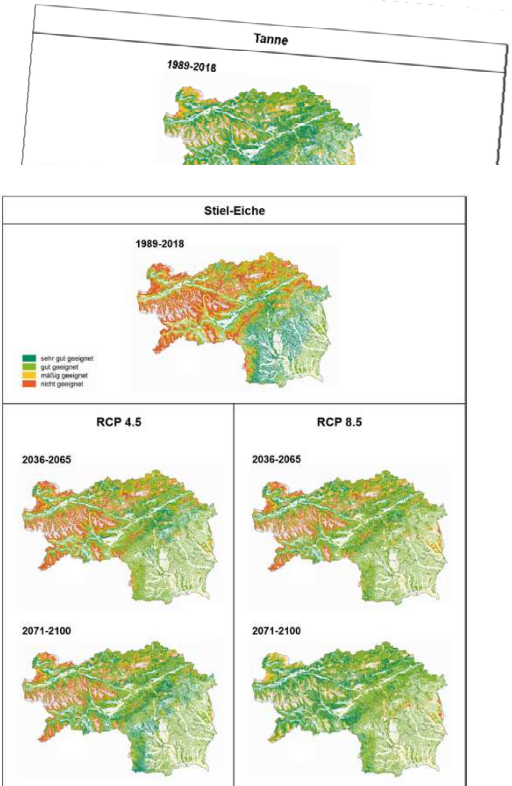


Abb. A: Eignung der Stiel-Eiche in der Steiermark für unterschiedliche Zeitscheiben und Klimaszenarien.

Implementierung in WebGIS

Durchstich

Liefert x Anzahl von Werten

sollen in Doppelseiten aufscheinen

zB Jahresmitteltemperatur jmt
zB als blaues Dreieck Bsp *

Jahresmitteltemperatur [°C]

- Jahresniederschlag
- Länge der Vegetationszeit
- ...

Bitte wählen Sie eine Position auf der Karte aus

Ausgehend vom Standort
Was ist hier ein „optimaler Wald“ und was ist dafür zu tun?

Ausgehend vom vorhandenen Waldbestand
Welche nächsten Schritte sind in diesem Waldbestand zu tun und wohin kann er sich nachhaltig entwickeln?

Aktuelles - Dynamische Waldtypisierung in der Steiermark online

FORSITE bietet die aktuellsten wissenschaftlich abgesicherten Daten zum Wald in der Steiermark [Information zur dynamischen Waldtypisierung](#)
FORSITE hilft Ihnen bei der Baumartenwahl im Klimawandel
Klicken Sie in der Karte auf ihren Waldort um die Ergebnisse abzurufen

Beschreibung
Räumliche Lage, Geologie, Boden und Klima bilden die von der Natur vorgegebenen Wuchsbedingungen für Bäume und Wälder.
Sie finden ihre Ausprägung im jeweiligen Standort. Diese ökologischen Standortseinheiten sind Basis für die waldbaulichen Empfehlungen. Um sich rasch und einfach in der Fülle der Möglichkeiten zurechtzufinden, werden, ausgehend von der räumlichen Lage des Waldes,

Schlussfolgerungen

- Herausforderungen liegen in der Veränderung von einem statischen zu einem dynamischen Ansatz mit Unsicherheiten
- Unterschiedliche methodische Zugänge ermöglichen eine breitere Wissensbasis, erfordern auch gegenseitiges Verständnis
- Großer personeller, logistischer und finanzieller Aufwand für Datenerhebungen, Laboranalysen und Datenverarbeitung
- Umsetzung erfordert gute zeitliche Abstimmung und Koordination, Zusammenarbeit mit Behörden und WaldeigentümerInnen wichtig
- Vielzahl an weiteren wissenschaftlichen Fragestellungen können zusätzlich bearbeitet werden durch die breite Datenbasis

Schlussfolgerungen

- Auswahl von klimafitten Mischungstypen ist in Hinblick auf die Vielzahl an zu erbringenden Ökosystemleistungen komplex
- Neue Begrifflichkeiten und Herangehensweisen erfordern großen Schulungsaufwand bei BeraterInnen und BehördenvertreterInnen
- Die Unterstützung der KleinwaldbesitzerInnen ist aufwendiger, weil die Optionen vielfältiger sind
- Ergebnisse müssen zielgruppengerecht aufbereitet werden, um nicht zu überfordern
- Anpassungsmaßnahmen können jedenfalls Schadensanfälligkeit reduzieren und Resilienz erhöhen (u.a. gegenüber zukünftiger Gefahren - Waldbrand)

Danke an alle Partner im Projekt FORSITE I + II

- **Universität für Bodenkultur Wien**

- Institut für Waldbau
- Institut für Waldökologie
- Institut für Meteorologie
- Institut für Holztechnologie und Nachwachsende Rohstoffe



+ zahlreiche externe Partner und Dienstleister



- **Bundeforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft**

- Institut für Waldökologie und Boden
- Institut für Naturgefahren



- **Karl- Franzens-Universität Graz**

- **mjp Ziviltechniker GmbH (MJP)**

- **WLM Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung Klosterhuber & Partner OG**

- **ALPECON Wilhelmy e.U., Technisches Büro für Geowissenschaften**

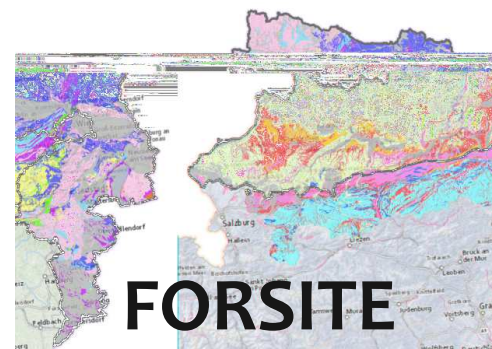
- **Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)**

- **Geologische Bundesanstalt (GBA)**



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Ökosystemmanagement,
Klima und Biodiversität
Institut für Waldbau

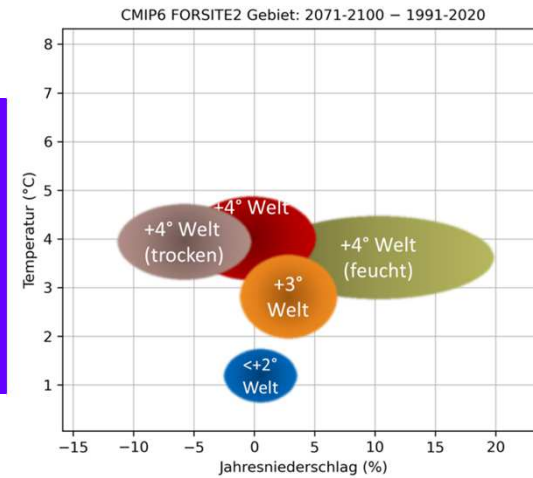
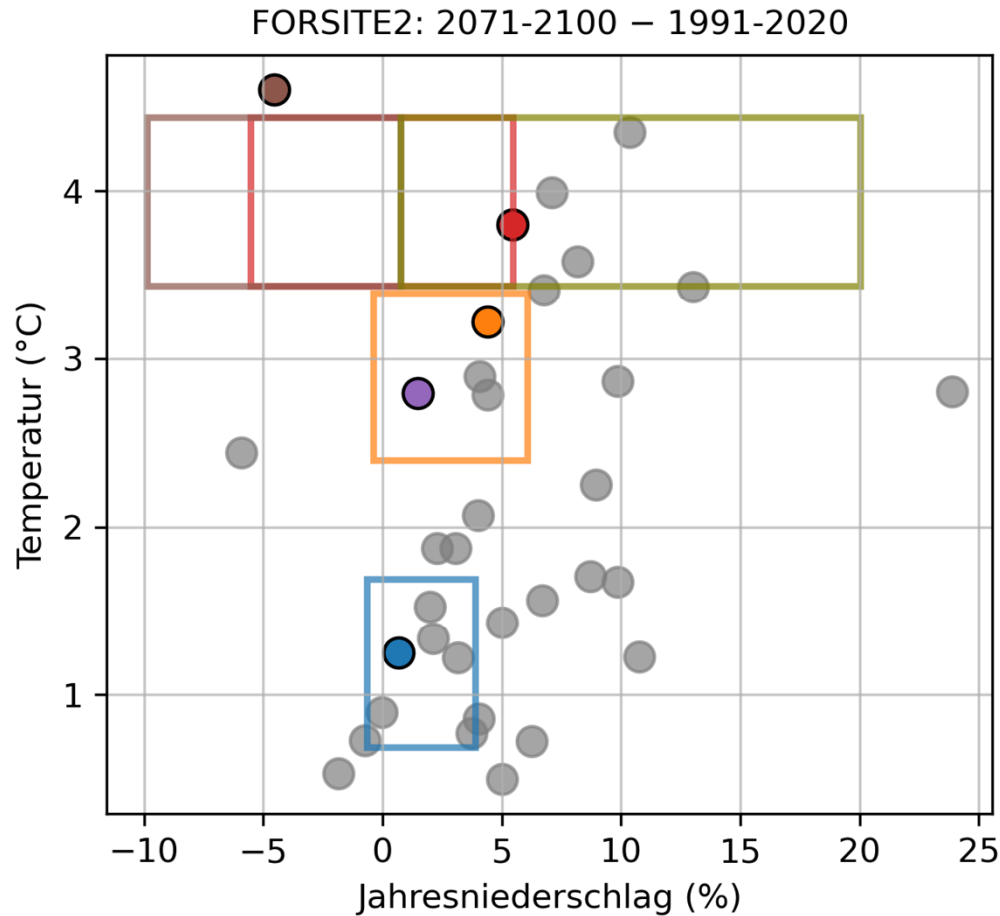
Peter Jordan Str. 82, A-1190 Wien
Tel.: +43 1 47654-91312
E-mail: harald.vacik@boku.ac.at
Web: waldbau.boku.ac.at/



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !

CMIP5 Regionalmodelle (FORSITE 2 Projektgebiet)

Emp...



- Global <+2°C
- Global +3°C
- Global +3°C (sommertrocken)
- Global +4°C
- Global >+4°C (trocken)