



Ergänzende Baumarten im Klimawandel

Prüfung ergänzender Baumarten
zur Anpassung des Waldes in
Rheinland-Pfalz an den
Klimawandel

Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen, FAWF

Kriterien zur möglichen Einbringung

wichtigstes Kriterium: überlegene Trockenheits- und Hitzetoleranz

Kriterien für die Eignung

- Arealgeografie & Standortökologie
- Koevolution
- Integrierbarkeit
- Früh-, Spät- & Winterfrostopfndlichkeit
- Biotische Risiken



Schwerpunkt auf Arten aus Südeuropa bis Kleinasien



Output der Prüfung

- (1) Klimatische Eignungsbewertung
- (2) Steckbriefe auf Basis einer literaturbasierten Recherche
- (3) Empfehlungen für den klimaangepassten Standortwald

Ausgewählte eurasiatische Arten

Laubbäume		Nadelbäume	
<i>Acer monspessulanum</i>	Französischer Ahorn	<i>Abies borisii-regis</i>	Bulgarische Tanne
<i>Acer opalus</i>	Schneeballblättriger Ahorn	<i>Abies bornmülleriana</i>	Türkische Tanne
<i>Castanea sativa</i>	Esskastanie	<i>Abies cephalonica</i>	Griechische Tanne
<i>Celtis australis</i>	Zürgelbaum	<i>Cedrus atlantica</i>	Atlas-Zeder
<i>Corylus colurna</i>	Baumhasel	<i>Cedrus libani</i>	Libanon-Zeder
<i>Fraxinus ornus</i>	Blumenesche	<i>Pinus nigra ssp laricio</i>	Korsische Schwarzkiefer
<i>Juglans regia</i>	Walnuss	<i>Abies cilicica</i>	Kilikische Tanne
<i>Quercus cerris</i>	Zerreiche	<i>Abies nebrodensis</i>	Sizilianische Tanne
<i>Quercus pubescens</i>	Flaumeiche	<i>Abies pinsapo</i>	Spanische Tanne
<i>Tilia tomentosa</i>	Silberlinde	<i>Cupressus sempervirens</i>	Mittelmeer-Zypresse
<i>Liquidambar orientalis</i>	Orientalischer Amberbaum	<i>Juniperus drupacea</i>	Syrischer Wacholder
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Hopfenbuche		
<i>Platanus orientalis</i>	Orientalische Platane		
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	Kaukasische Flügelnuss		
<i>Quercus ilex</i>	Steineiche		
<i>Zelkova carpinifolia</i>	Kaukasische Zerkove		

fettgedruckt: Steckbriefe und klimatische Eignungsbewertung liegen vor

Baumarten-Steckbriefe

Entscheidungsgrundlage & Praxishilfe



Rheinland-Pfalz

Einführung

Aktuelle Verbreitung

Karte, Beschreibung, klimatische Deckung mit RLP

Standortansprüche

Allg. Standortbeschreibung, Wasserhaushalt, Bodenansprüche, Licht- und Wärmeansprüche, Waldgesellschaften

Abiotische und biotische Risiken

Dürre- und Hitzetoleranz, Frostempfindlichkeit, Sturmanfälligkeit, Schädlinge, Empfindlichkeit gegenüber Willeinfluss

Waldwirtschaftliche Hinweise

Verjüngung, Stockausschlagfähigkeit, Genetische Ressourcen, Saatgutverfügbarkeit

Leistung

Wachstum, Holzigenschaften, Verwendung, ökonomische Bedeutung, Ökosystemleistungen

Naturschutz und Biodiversität

Potenzial für Invasivität, Hybridisierung, Artenvielfalt

Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.)



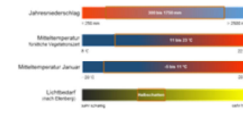
Kurzbeschreibung

Die Edelkastanie ist ein mittelgroßer sommergrüner Laubbaum. Sie erreicht Höhen bis 30/35 m, Stammdurchmesser in Brusthöhe (BHD) von bis zu 2 m und kann 500 bis 600 Jahre alt werden. Im Pfälzerwald finden sich vereinzelt Bäume, die zwischen 150 und 200 Jahre alt sind. Neben wertvollem Holz erbringt die Edelkastanie viele Ökosystemleistungen, u.a. als Trachbaum für Bienen, mit reichhaltigem Fruchtantrag (Kastanien) und als die Landschaft prägendes Element mit hoher touristischer Anziehungskraft. Aufgrund ihres Verbreitungsschwerpunkts in Südeuropa und relativ langer Erfahrungen in unseren Breiten, könnte die Edelkastanie unter den Bedingungen des Klimawandels eine zunehmende Bedeutung als Mischbaumart in unseren Waldökosystemen erlangen.



Foto: Riva

Standortansprüche



Auswahlkriterien:
nasse Standorte und hoher Kalk im Oberboden; Starksaure, sehr nährstoffarme Böden; Niederschlagsdefizite in der Vegetationszeit; Lichtmangel im Alter

Natürlich vergesellschaftete Mischbaumarten

- Quercus petraea,
- Quercus cerris,
- Quercus pubescens,
- Betula pendula,
- Corylus betulus,
- Fraxinus excelsior,
- Abies alba,
- Prunus avium
- Fagus orientalis
- Alnus glutinosa
- Ulmus minor
- Acer cappadocicum
- Zelkova carpinifolia
- Tilia rubra
- Taxus baccata

Folie 4




Die 13 Bioklimaparameter

- Mitteltemperatur forstliche Vegetationszeit
- Mitteltemperatur im Kalenderjahr
- Mitteltemperatur im wärmsten Monat
- Mitteltemperatur im kältesten Monat
- Wachstumsgradtage / Degree Days
- Niederschlag im Kalenderjahr
- Niederschlag forstliche Vegetationszeit
- Niederschlag im Winter
- Vegetation dryness index
- Jahresgang Monatsmitteltemperaturen
- Gang Monatsmitteltemperatur Vegetationszeit
- Niederschlags-Saisonalität
- Temperatur-Saisonalität

Steckbrief - Kurzfassung

Mannaesche (*Fraxinus ornus* L.)


Natürliches Verbreitungsgebiet



Die natürlichen Vorkommen konzentrieren sich auf ein Gebiet von Italien bis Frankreich und von Steiermark bis Sizilien. Ehemalige Bestände sind auch in der Türkei, in Syrien und im Libanon sowie in Ostspanien zu finden.

Klimatische Eignung für Rheinland-Pfalz

1980-2015



2070-2099
Starker Klimawandel





Abb. 2: Klimatische Eignung der Mannaesche in der Gegenwart und der Zukunft bei starkem Klimawandel (RCP8.5).

Steckbriefe Ergänzende Baumarten, Stand: April 2020
 FKW / RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen
 Autoren: Dr. A. Dieker, F. Feller, H.-J. Ehrhart, Dr. U. Matthes



Besondere Merkmale




Foto: Weidlich

- Pionierbaumart, anspruchslos, schnelles Jugendwachstum
- trockenheits- und hitzetolerant, sehr kälteresistent
- hohes Stockholz- und Ozonabsorptionsvermögen, Erosionsschutz
- intensiv duftende Blüten, Insektenweide
- gilt o. T. als resistent gegenüber dem Eichenrindentrieb (Hymenocypus pseudoobliquus / Chalcia fraxinea), Risiken durch Späthrost, Gallmilbe (*Aceria fraxinivora*), Stammkrebs-Pitz (*Diplodia* spp.), Schälen durch Hirsche
- gutes Stockausschlagvermögen, häufig mehrstämmig

Natürlich vergesellschaftete Mischbaumarten

Die Art kommt in vielen Waldgesellschaften vor: *Quercus pubescens*, *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*, *Quercus coccifera*, *Quercus ilex*, *Castanea sativa*, *Corylus* spp., *Ostrya virginica*, *Acer* spp., *Cedrus libani*, *Pinus nigra*, *Abies* spp.

Standortansprüche

Jahresniederschlag	200 bis 2000 mm
Mitteltemperatur trockene Vegetationszeit	11 bis 24 °C
Mitteltemperatur Januar	-4 bis 13 °C
Lichtbedarf (nach Böhmer)	hell bis sehr hell

Saatgutverfügbarkeit und Herkunftsempfehlung

Die Mannaesche unterliegt nicht dem Forstvermehrungsgesetz.

Weiterführende Informationen

<https://forstnet.wald.rlp.de> (Wissensspeicher – Biologische Produktion – Steuerung der Waldentwicklung - Standort und Baumartenwahl)

Steckbrief - Langfassung

Türkische Tanne (Abies bornmuelleriana Mattf.)

Kurzbeschreibung

Wuchserdiger Nadelbaum aus einem relativ kleinen, geringen Areal im Nordwesten der Türkei. Die Art kommt im Gebirgen, sowohl unter temperierten als auch alpinen Bedingungen, hauptsächlich im westlichen Teil des nordwestlichen Wäldes vor. Geographisch und morphologisch liegt die Art zwischen *A. nordmanniana* und *A. cephalonica*. In T. wird sie als Unterart der Nordmanntanne (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana* Code & Code) klassifiziert. Wegen klimatischer Verschiedenheiten zwischen dem östlichen nördlichen und dem eher kontinentalen südlichen Teil des Areals ist eine rezente Differenzierung denkbar. Die Art ist äußerst trocken- und hitzedeckelnd. Frost wird bis -23 °C ertragen. Maximalhöhen sind von 40-45 m bzw. bis 61 m beschrieben bei Brusthöhendurchmessern bis 100 cm. Das Maximalalter wurde auf 420 Jahre bestimmt.




Foto: Anselmi Engler

Standortansprüche

Jahresniederschlag	1000-1500 mm
Mitteltemperatur	10-15 °C
Mitteltemperatur im Januar	5-10 °C
Lichtbedarf	Halbschatten

Ausbreitung:
Nah- und Mittelmeer

Natürlich vergesellschaftete Nadelbaumarten

- Fagus orientalis*
- Pinus sylvestris*
- Pinus nigra*
- Alex (Traubeneiche)
- Quercus ilex*
- Quercus agrifolia*
- Pinus brutia*
- Pinus peuceolia*
- Pinus brutia*
- Rhododendron ponticum*

(1) Natürliche Verbreitung und Eignungsbewertung für Rheinland-Pfalz

Verbreitung der Türkischen Tanne

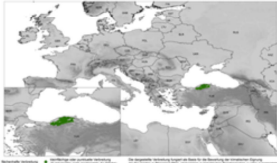


Abbildung 1: Natürliches Verbreitungsgebiet der Türkischen Tanne.

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Art befindet sich ausschließlich im Nordwesten der Türkei in Höhenlagen des westlichen Pontus-Gebirges zwischen 800 und 2000 m (28-35 ° N, L., von der Schwarzmeerküste ca. 200 km landeinwärts).

Klimatische Charakterisierung der natürlichen Verbreitung

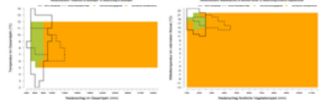



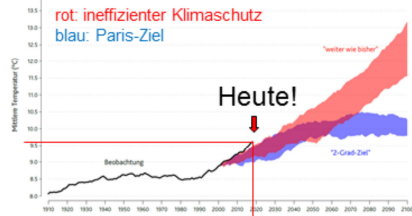
Abbildung 2: Klimadiagramme zur klimatischen Charakterisierung des natürlichen Verbreitungsgebietes. Neben dieser Auswahl wurden 14 weitere Klimadiagramme zur Eignungsbewertung herangezogen. Ausführliche Informationen unter <https://www.lf.rlp.de/de/dienstleistungen/-/angebote/projekte/-/view/steckbrief-standort-und-baumartenwahl>

Steckbriefe Engländer Baumbarten, Stand April 2020
 FAFF / RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelgefahren
 Autoren: Dr. A. Deber, F. Kaiser, H.-P. Ehrhart, Dr. U. Matthes



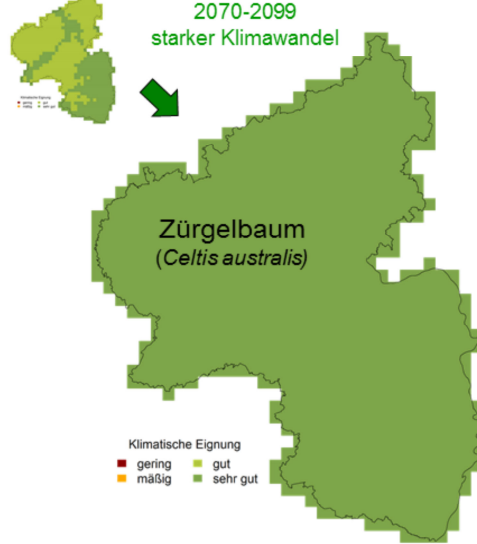
Eignungsbewertung für das zukünftige Klima

Temperaturentwicklung in Rheinland-Pfalz bis 2100



Heute

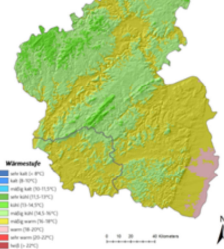
2070-2099
starker Klimawandel



Wärmestufen im Saarland und in Rheinland-Pfalz

abgeleitet aus der Durchschnittstemperatur in der kältesten Regenerationsnacht im September

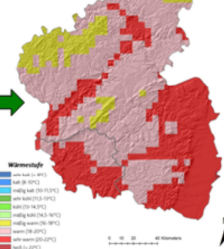
1989-2018
Messdaten



Wärmestufen im Saarland und in Rheinland-Pfalz

abgeleitet aus der Durchschnittstemperatur in der kältesten Regenerationsnacht im September

2071-2100
RCP 8.5 P80



Klimatische Eignung
gering gut
mäßig sehr gut

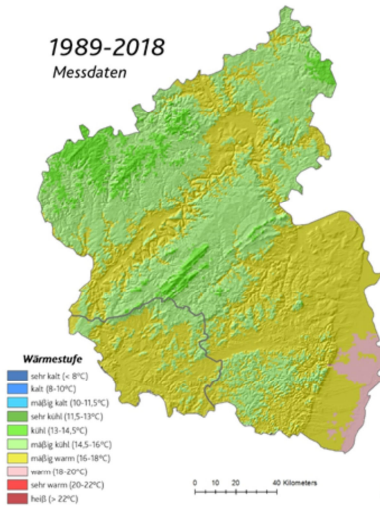
Folie 9

Wärmestufenverschiebung in Rheinland-Pfalz

Wärmestufen im Saarland und in Rheinland-Pfalz

abgeleitet aus der Durchschnittstemperatur in der forstlichen Vegetationszeit Mai bis September

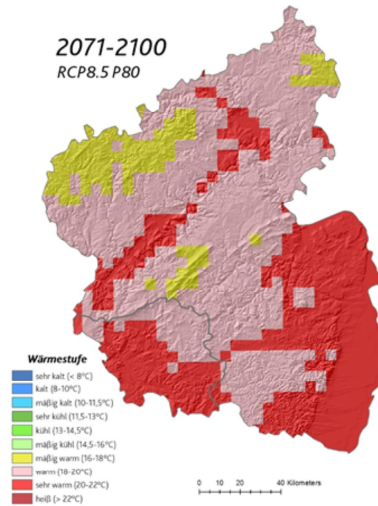
1989-2018
Messdaten



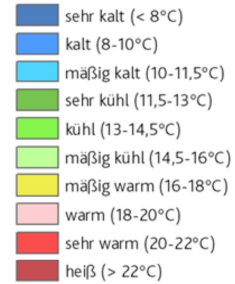
Wärmestufen im Saarland und in Rheinland-Pfalz

abgeleitet aus der Durchschnittstemperatur in der forstlichen Vegetationszeit Mai bis September

2071-2100
RCP8.5 P80



Wärmestufe

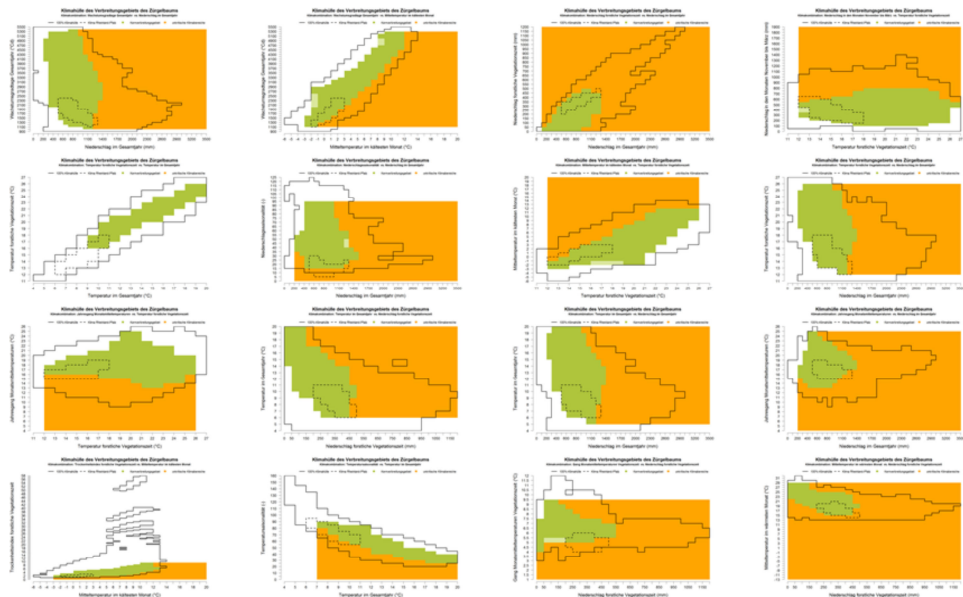


Folie 10

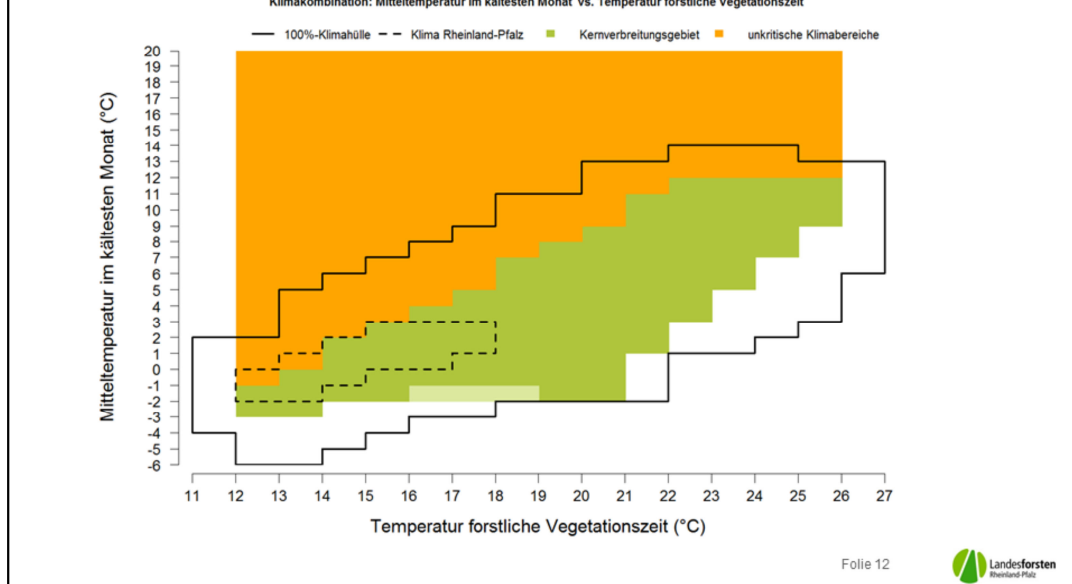
Unter der Annahme eines starken Klimawandels (RCP8.5 ohne weiteren zielorientierten Klimaschutz) würde sich die Temperatur in der forstlichen Vegetationszeit zu überwiegend „warmen“ bis „sehr warmen“ Bedingungen verschieben.

16 Klimahüllen je Baumart

Beispiel *Celtis australis*

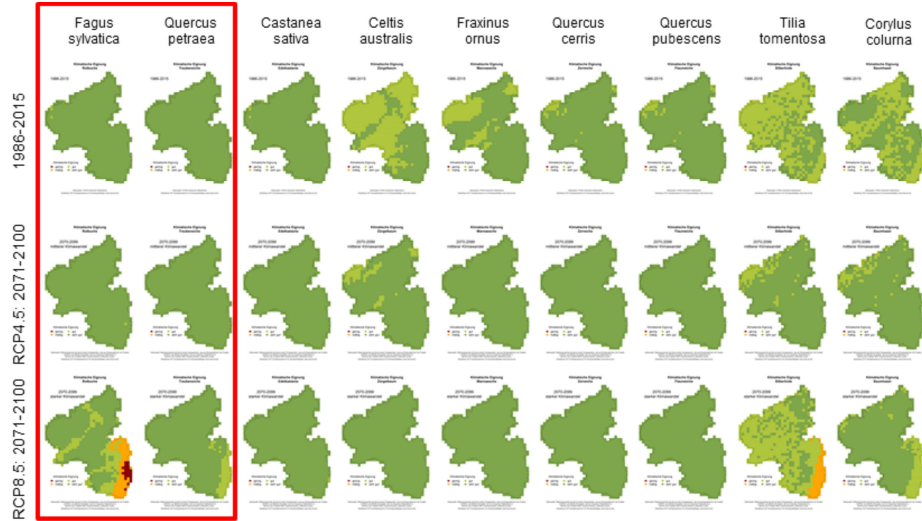


Beispiel einer Klimahülle

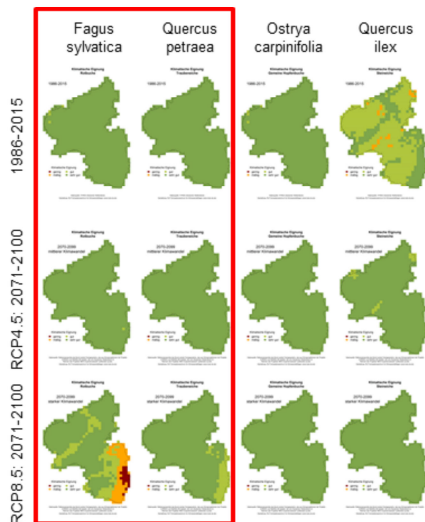


An einer Klimakombination für den Zürgelbaum wird die Bioklimahülle näher erläutert: Kombiniert wurden „Temperatur in der forstlichen Vegetationszeit“ und „Mitteltemperatur im kältesten Monat“. Die 100%-Hülle umfasst das entsprechende Klima aus den beiden Parametern im gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet. Das Kernverbreitungsgebiet umfasst häufige Klimakombinationen, das orangefarbene solche, die ebenfalls noch vergleichsweise häufig vorkommen und geeignete Bedingungen anzeigen. Die gestrichelte Linie umfasst das Klima in Rheinland-Pfalz. Weiße Felder deuten auf Randvorkommen hin bzw. Klimabedingungen, in denen das natürliche Vorkommen unsicher ist. Diese Kombinationen werden für die Gesamthülle eliminiert bis zu einer Flächensumme von 5% des gesamten Flächenanteils der Baumart – daher 95%-Hüllen.

Klimatische Eignung Laubbäume



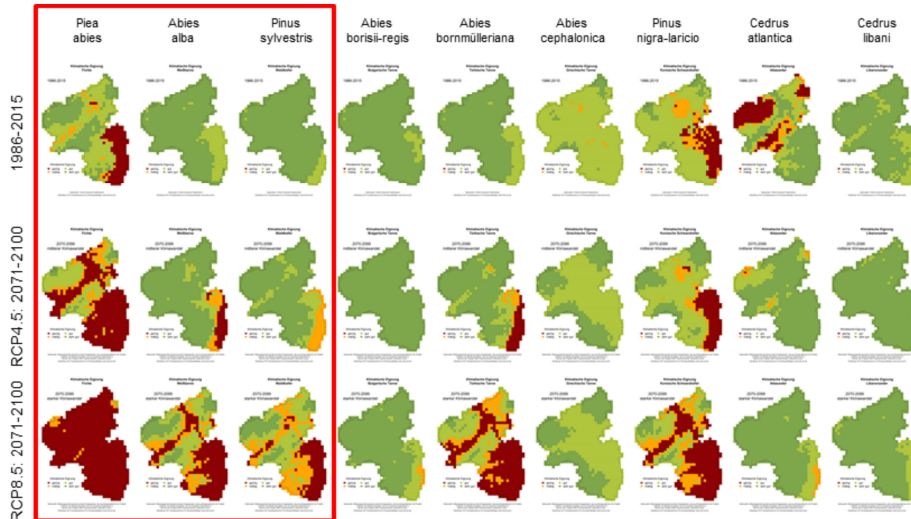
Klimatische Eignung Laubbäume Ergänzungsliste



weitere Arten zur Ergänzung
(derzeit fehlender Datensatz zum
natürlichen Verbreitungsgebiet)

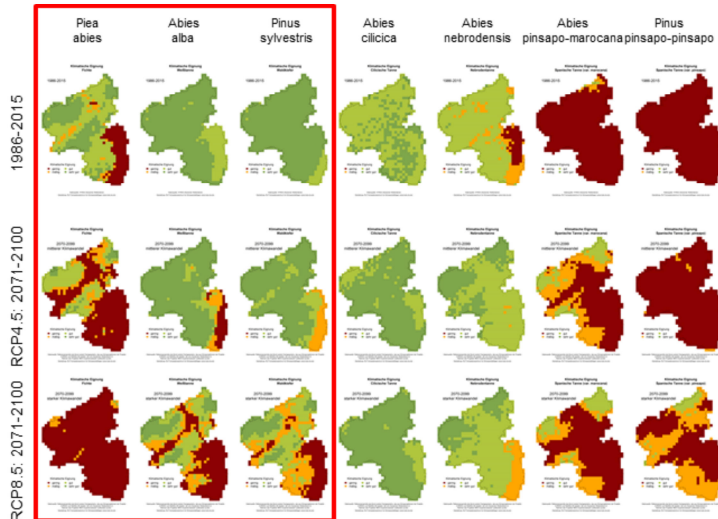
Liquidambar orientalis
Platanus orientalis
Pterocarya fraxinifolia
Zelkova carpinifolia

Klimatische Eignung Nadelbäume



Bitte beachten: Zum Vergleich sind auch Bioklimahüllen für die Fichte, die Weißtanne und die Kiefer erzeugt worden. Insbesondere bei der Weißtanne, die als Baumart mit durchaus guten Zukunftsperspektiven gilt, werden die Grenzen des Bioklimahüllen-Ansatzes deutlich. Die Weißtanne schneidet danach in der fernen Zukunft unter Annahme des Extremszenarios RCP8.5 vergleichsweise schlecht ab. Das liegt auch wesentlich daran, dass das natürliche Verbreitungsgebiet die Klimabedingungen der Art unter natürlicher Konkurrenz zeigt, und nicht die physiologischen Potenziale der Art. Die Tanne kann dank ihres tiefen Wurzelsystems auch ein gewisses Maß an Wärme und Trockenheit ertragen und hat – auch mit Blick auf die bisherigen Erfahrungen in Rheinland-Pfalz – deutlich günstigere Perspektiven als es die Klimaeignungskarte zum Ausdruck bringt.

Klimatische Eignung Nadelbäume Ergänzungsliste



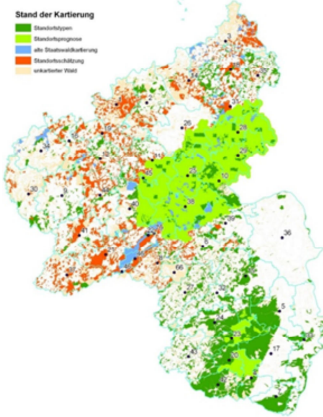
Weitere Arten
zur Ergänzung
(derzeit fehlender Datensatz
zum natürlichen
Verbreitungsgebiet)

- *Cupressus sempervirens*
- *Juniperus drupacea*

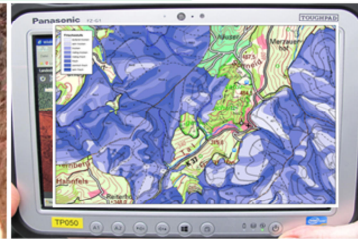
Bitte beachten: Zum Vergleich sind auch Bioklimahüllen für die Fichte, die Weißtanne und die Kiefer erzeugt worden. Insbesondere bei der Weißtanne, die als Baumart mit durchaus guten Zukunftsperspektiven gilt, werden die Grenzen des Bioklimahüllen-Ansatzes deutlich. Die Weißtanne schneidet danach in der fernen Zukunft unter Annahme des Extremszenarios RCP8.5 vergleichsweise schlecht ab. Das liegt auch wesentlich daran, dass das natürliche Verbreitungsgebiet die Klimabedingungen der Art unter natürlicher Konkurrenz zeigt, und nicht die physiologischen Potenziale der Art. Die Tanne kann dank ihres tiefen Wurzelsystems auch ein gewisses Maß an Wärme und Trockenheit ertragen und hat – auch mit Blick auf die bisherigen Erfahrungen in Rheinland-Pfalz – deutlich günstigere Perspektiven als es die Klimaeignungskarte zum Ausdruck bringt.

Entscheidungshilfe Standortwald Integration ergänzender Baumarten

Standortskartierung Rheinland-Pfalz
Stand 2017



Braunerde auf
Buntsandstein
im Pflanzwald



Musterbeispiel

Frischestufe	mäßig trocken
Wärmestufe Vegetationszeit	mäßig warm (16 bis 18° C)
Standortwald terrestrisch, basenarm	Heidelbeer- Traubeneichen-Buchenwald
Hauptbaumart	Buche, Traubeneiche
weitere Baumarten	Eibe
Pioniere	Birke, Kiefer, Vogelbeere, ...
Alternative Baumarten	Edelkastanie



Projektbearbeitung

Auftrag : Georg Wilhelm (Abt. 5 MUEEF)

Leitung, Koordination und fachliche Begleitung:
Hans-Peter Ehrhart (FAWF)
Dr. Ulrich Matthes
(FAWF/Kompetenzzentrum Klimawandelfolgen)

Bearbeitung: Dr. Astrid Kleber
(Literaturrecherche und Steckbriefe)
Philipp Reiter (Klimakarten)
(beide FAWF/Kompetenzzentrum Klimawandelfolgen)

Anhang

Weiterführende Folien zur Methodik

Bioklima-Parameter

Abkürzung	Bezeichnung	Erläuterung
tavg_fvZ	Mitteltemperatur forstl. Vegetationszeit	langjährige Mitteltemperatur der fvZ (MJJAS)
tavg_kalJahr	Mitteltemperatur im Kalenderjahr	langjährige Jahresmitteltemperatur
tavg_warmest	Mitteltemperatur im wärmsten Monat	langjähriges Monatsmittel des wärmsten Monats
tavg_coldest	Mitteltemperatur im kältesten Monat	Mittel der Tagesmittelwerte im Monat Januar
DD5	Wachstumsgradtage / Degree Days	Summe der monatlichen growing degree days (GDD) über 5° C in der fvZ (= kumulative Wärme).
prec_kalJahr	Niederschlag im Kalenderjahr	langjährige Jahresniederschlagssumme
prec_fvZ	Niederschlag forstliche Vegetationszeit	langjährige Niederschlagssumme fvZ (März bis September)
prec_NDJFM	Niederschlag im Winter	langjährige Niederschlagssumme in den Wintermonaten (November bis März)
VDI	Vegetation dryness index	Wurzel aus dem Quotient von DD5 und prec_fvZ
tavg_range	Jahresgang Monatsmitteltemperaturen	Spanne langjähriger Monatsmitteltemperaturen kältester-wärmster Monat
tavg_vzrange	Gang Monatsmitteltemp. Vegetationszeit	Spanne langjähriger Monatsmitteltemperaturen kältester-wärmster Monat in der fvZ
prec_seasonality	Niederschlags-Saisonalität	Variationskoeffizient = Quotient aus Standardabweichung und mittlerem Monatsniederschlag
tavg_seasonality	Temperatur-Saisonalität	Variationskoeffizient = Quotient aus Standardabweichung und mittlerer Monatstemperatur

Folie 20

Bioklima-Parameter: Häufig genutzte klimatische Parameter, die einen Einfluss auf das Überleben von Baumarten haben und somit für das Vorkommen der Arten in einer Region relevant sein können.

Klimakombinationen

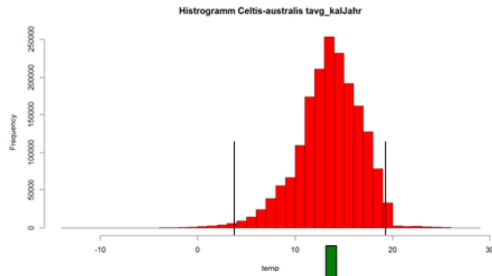
16 verschiedene Klimakombinationen werden betrachtet

Beispiel: Mitteltemperatur wärmster Monat Vegetationszeit und
Niederschlag Vegetationszeit

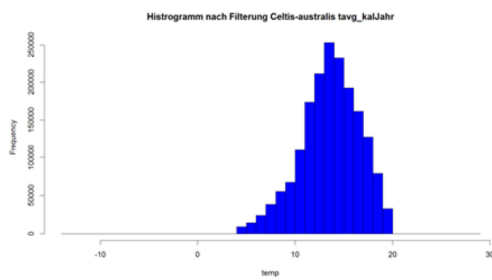
	DD5- kalJahr	prec- NDJFM	prec- prec-fVZ	prec- kalJahr	prec- seasonal	tavg- coldest	tavg- tavg-fVZ	tavg- kalJahr	tavg- range	tavg- seasonal	tavg- vzrange	tavg- warmest	vdi
DD5-kalJahr				1		2							
prec-NDJFM							5						
prec-fVZ				3				9			13	14	
prec-kalJahr	1		3		4		7	16	10				
prec-seasonality				4									
tavg-coldest		2					6						15
tavg-fVZ		5		7		6		8	11				
tavg-kalJahr			9	16			8			12			
tavg-range				10			11						
tavg-seasonality								12					
tavg-vzrange			13										
tavg-warmest			14										
vdi						15							

Zahlen in der Tabelle: Die Klimakombinationen sind von 1 bis 16 durchnummeriert

Klimadaten im Verbreitungsgebiet Optimierung der Datensätze (1)

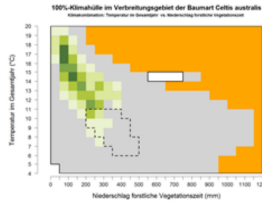


selten vorkommende Werte
deuten auf Randvorkommen der
Art bzw. auf unsichere Daten

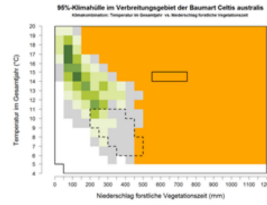


Ausschluss der Werte mit
geringster Frequenz
pro Klima-Parameter

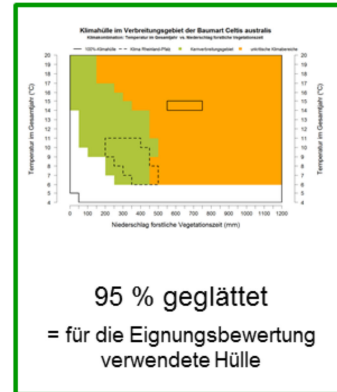
Klimadaten im Verbreitungsgebiet Optimierung der Datensätze (2)



100 %



95 %



Orange

Auffüllung der Werte, in der Annahme, dass höherer Niederschlag in der Vegetationszeit das Verbreitungsgebiet nicht limitiert

[schwarz-gestrichelter Bereich: Klimahülle der Landesfläche RLP]

Übertragung der Klimahüllen auf die Fläche

