

EIGNUNG VON BAUMARTEN UNTER DEM EINFLUSS DES KLIMAWANDELS



Die Wälder der Erde sollen nach den Beschlüssen der Weltklimakonferenz von Paris 2015 durch die Bindung von Kohlendioxid einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion des globalen Klimawandels leisten. Gleichzeitig sind Wälder als langlebige Ökosysteme selbst besonders vom Klimawandel betroffen. Neben der Klimaschutzfunktion können die vielfältigen gesellschaftlichen Ansprüche und erwarteten Leistungen nur dann nachhaltig erfüllt werden, wenn sich die Wälder an den Klimawandel anpassen können. Dazu müssen die Baumarten sowohl unter den heutigen als auch künftigen klimatischen Bedingungen geeignet sein. Doch welche Potenziale haben unsere Baumarten in Rheinland-Pfalz? Wissenschaftliche Untersuchungsergebnisse geben Hinweise darauf und bilden eine wertvolle Entscheidungsgrundlage für die waldbauliche Planung und Umsetzung.

Klimawandel - Herausforderung für die Forstwirtschaft

Die Anpassung der Wälder an den Klimawandel ist eine der wichtigsten Herausforderungen für die Forstwirtschaft in Rheinland-Pfalz in den nächsten Jahrzehnten. Infolge des Klimawandels können sich die Wachstumsbedingungen teilweise gravierend ändern. Waldbauliche Strategien zielen grundsätzlich darauf ab, die Resistenz und Resilienz der Wälder zu verbessern. Resistenz bedeutet dabei die Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen, Resilienz beschreibt die Fähigkeiten und Kapazitäten, lebenswichtige Funktionen im Falle einer Störung aufrechtzuerhalten bzw. unmittelbar wiederherzustellen. Im Mittelpunkt der Anpassung an den Klimawandel steht die Frage der künftigen Baumarteneignung.

Das Waldklima in Rheinland-Pfalz ändert sich

Bevor wir uns näher mit der Baumarteneignung befassen, sollen die bis heute in Rheinland-Pfalz bereits wahrnehmbaren Klimaveränderungen und die infolge des globalen Klimawandels möglichen Veränderungen des Waldklimas bis Ende des 21. Jahrhunderts betrachtet werden. Die mittlere Jahrestemperatur hat in Rheinland-Pfalz seit 1881 um 1,5 °C auf heute ca. 9,7 °C zugenom-

men. Der Wert liegt damit über dem Anstieg für Deutschland und deutlich über dem globalen Temperaturanstieg. Von den letzten 26 Jahren waren in Rheinland-Pfalz 23 Jahre wärmer als das langjährige Mittel für den Zeitraum 1971 bis 2000. Die forstliche Vegetationszeit hat sich verlängert und beginnt je nach Region heute um bis zu 14 Tage früher, vergleichen wir die Gegenwart (1991-2014) mit der jüngeren Vergangenheit (1961-1990). Die Winter sind tendenziell milder und feuchter geworden, der Niederschlag in der Vegetationszeit von Mai bis September zeigt dagegen seit 1881 bis heute keinen klaren Trend.

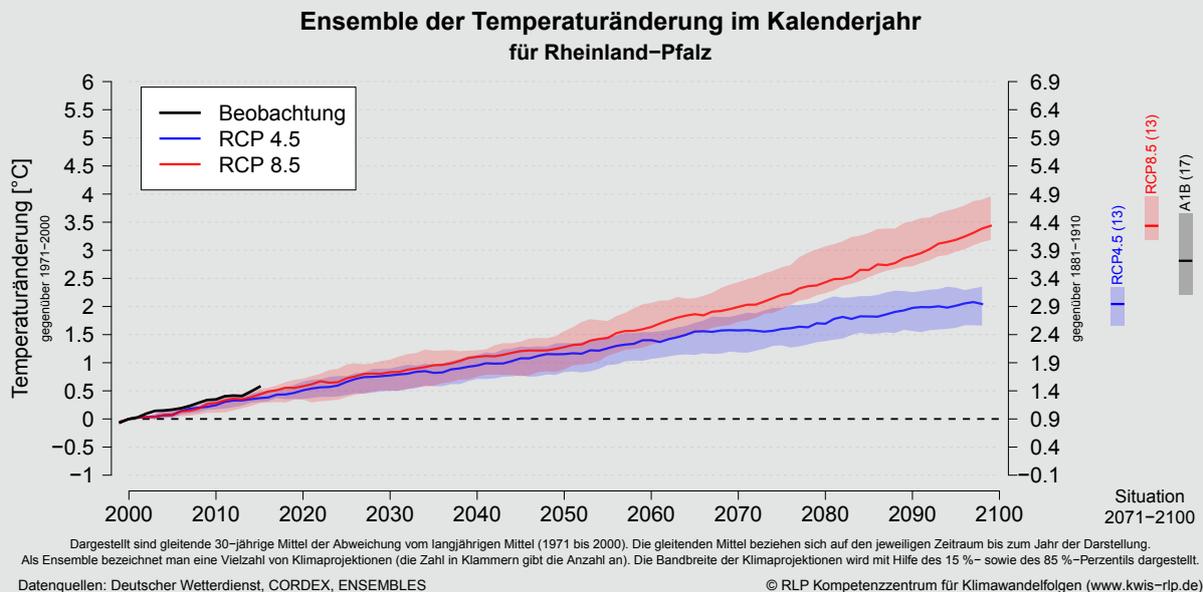
Für die Zukunft deuten die für Rheinland-Pfalz bis 2050 bzw. bis 2100 reichenden regionalen Klimaprojektionen darauf hin, dass sich in der forstlichen Vegetationszeit von Mai bis September zunehmend warm-trockene Bedingungen einstellen werden. Für die Jahresmitteltemperatur

¹ Das Emissionsszenario A1B beschreibt eine künftige Welt mit sehr raschem wirtschaftlichem Wachstum und mit einer bis Mitte des 21. Jahrhunderts zu- und danach abnehmenden Weltbevölkerung. Neue und effizientere Technologien werden zügig eingeführt. Das Szenario geht von einer ausgeglichenen Verteilung sämtlicher Energieträger aus.

Der Speierling ist an trocken-warme Standorte angepasst und dennoch relativ frosthart. Er könnte im Klimawandel an Bedeutung gewinnen. Das Foto zeigt die Besteigung eines Speierlings zur Pflöpfreisergewinnung. Mit den Abkömmlingen vieler ausgewählter Bäume werden Speierling-Samenplantagen eingerichtet, um genetisch diverses Saatgut dieser bislang noch seltenen Baumart bereitstellen zu können.

Foto P. Lemmen

Ensemble der Temperaturänderung im Kalenderjahr in Rheinland-Pfalz. Die durchschnittliche Jahrestemperatur kann bis 2100 um im Mittel 2,8 °C ansteigen. Die Bandbreite der unterschiedlichen Klimamodelle liegt unter Annahme des Emissionsszenarios A1B zwischen 2 und 4 °C.



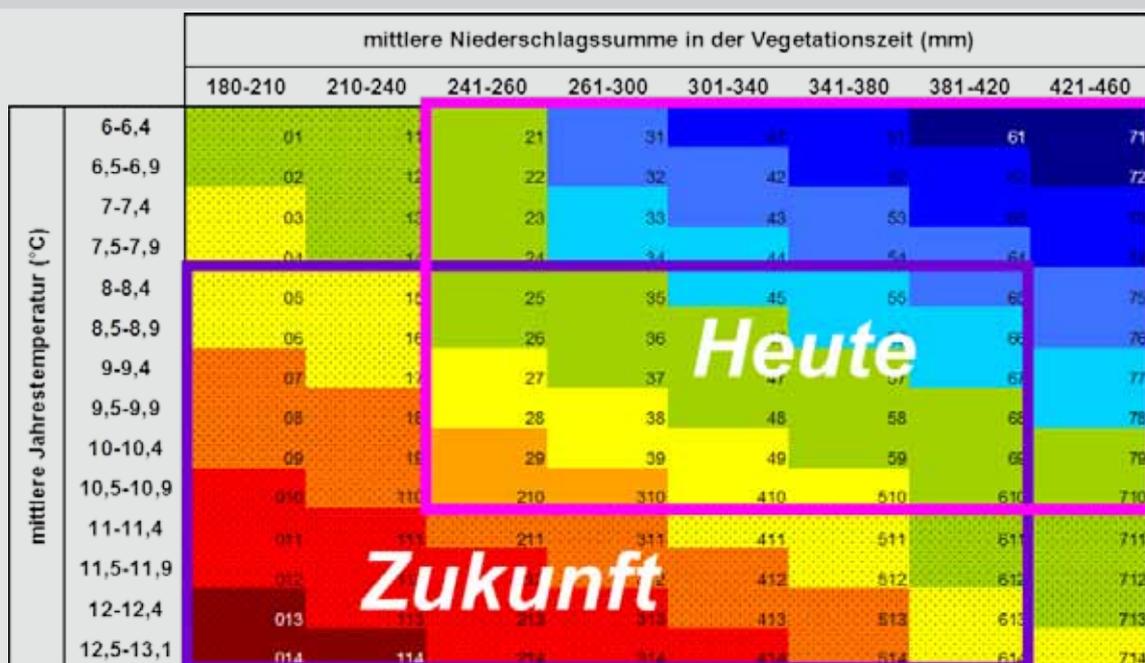
kann unter der Annahme des Emissionsszenarios A1B¹ ein Anstieg von im Mittel 2,8 °C gegenüber dem Referenzzeitraum 1971-2000 angegeben werden, wobei die verschiedenen Klimamodelle eine Bandbreite von 2 bis 4 °C anzeigen. Beim Niederschlag ist der Richtungstrend für Rheinland-Pfalz weniger eindeutig. Die meisten der 17 Klimamodelle signalisieren abnehmende Niederschläge in der Vegetationszeit von bis zu 25 %, bei einer mittleren Abnahme von -10 %. Heute bereits warm-trockene Flusstäler und umgebende Landschaftsräume würden danach noch wärmer und trockener werden. In den betroffenen Regionen kann die Wasserversorgung der Waldbäume infolge von Trockenperioden zunehmend angespannt sein und im Extremfall zu Trockenstress führen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Verdunstung bei höheren Temperaturen zunimmt und die Niederschläge verstärkt als Starkregen auftreten können, so dass auch unter

diesem Aspekt insgesamt weniger Wasser für die Waldbäume verfügbar sein kann. Außerdem muss sich die Waldbewirtschaftung darauf einstellen, dass extreme Ereignisse wie Sturm, Hagel, Starkregen sowie Dürre- und Trockenperioden häufiger und intensiver werden. Auch die Klimavariabilität, sowohl innerhalb eines Jahres als auch von Jahr zu Jahr, wird sehr wahrscheinlich zunehmen.

Eignung der Hauptbaumarten

Die künftige Eignung der in Rheinland-Pfalz vorkommenden Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte, Kiefer und Douglasie wurde über den Einfluss des heutigen und des möglichen künftigen Waldklimas auf das Wachstum als Vitalitätsweiser abgebildet. Als Indikator für die Wasserversorgung und das Baumwachstum wurde der

Das Waldklima in Rheinland-Pfalz, gebildet aus Kombinationen der mittleren Jahrestemperatur und der mittleren Niederschläge in der Vegetationszeit, verändert sich bis Ende 2100 zunehmend in Richtung warm-trockener Bedingungen. Das zeigt die Verschiebung von heute dominierenden blau-grünen zu künftig vermehrt vorkommenden orange-roten Farbtönen. Bezogen auf den Niederschlag in der Vegetationszeit und die Jahresmitteltemperatur werden die Wälder in Rheinland-Pfalz künftig mit neuen, bisher unbekanntem Klimabedingungen konfrontiert sein, während kühl-feuchte Kombinationen verschwinden werden.



Niederschlag in der forstlichen Vegetationszeit herangezogen, für die Wärmeversorgung wurde die Jahresmitteltemperatur verwendet. Bei der Eignungsbewertung wurde angenommen, dass eine Baumart innerhalb einer Waldklimaklasse um so besser geeignet ist, je größer ihr Flächenanteil und das Wachstumspotenzial im Vergleich zu den anderen vier Hauptbaumarten sind. Die von „nicht geeignet“ bis „sehr gut geeignet“ klassifizierten Wohlfühlbereiche wurden unter Einbindung von Experten auf die neuen, bisher nicht bekannten Waldklimaverhältnisse extrapoliert und anschließend auf die Waldfläche in Rheinland-Pfalz übertragen. Ein Beispiel soll dies veranschaulichen: Die heute auf der Waldfläche nicht vorkommende warm-trockene Klimakombination 12,5 bis 13,1 °C Jahresmitteltemperatur und 180 bis 210 mm Niederschlag in der Vegetationszeit kann bis zum Jahr 2100 in bestimmten geografischen Lagen erstmalig auftreten. Als

Folge würde sich das Wachstumspotenzial in diesen Lagen bei allen fünf Hauptbaumarten verschlechtern. In der Kartendarstellung würden sich einige gegenwärtig noch „bedingt geeignete“ (orange gefärbt) Räume nach „nicht geeignet“ (rot gefärbt) verschieben.

Von baumartenspezifischen Chancen in den höheren Mittelgebirgslagen abgesehen, ist bei allen fünf Hauptbaumarten eine regionalspezifische, aber durchgehend abnehmende Eignung auf der Waldfläche von Rheinland-Pfalz erkennbar. In den tiefer gelegenen Lagen und Flusstälern sowie im Oberrheingraben besteht das Risiko, dass alle fünf Hauptbaumarten künftig nur noch „bedingt“ bzw. sogar „nicht geeignet“ sein werden. Diese Einschätzung ist wesentlich auf dem Wachstumspotenzial der Baumarten und daraus resultierenden forstwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten

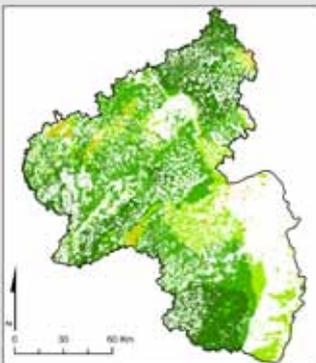
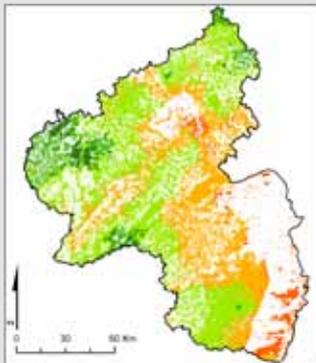
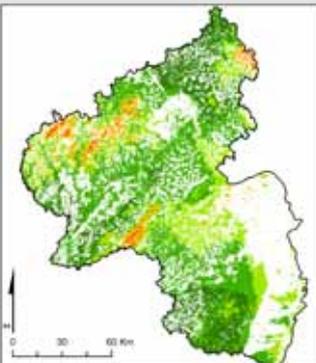
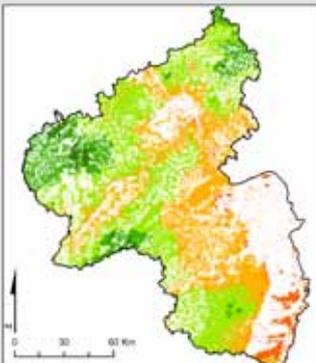
begründet. Dagegen ist nicht zu befürchten, dass die Arten in den Risikogebieten nicht mehr wachsen können bzw. nicht lebensfähig sind. Wald als Landnutzungsform ist daher auch in solchen extremen Lagen nicht in Frage gestellt.

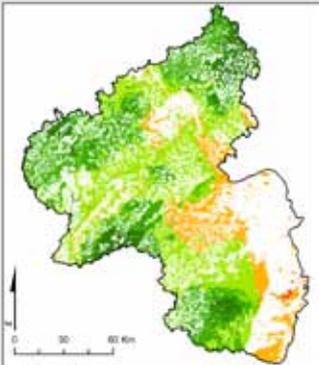
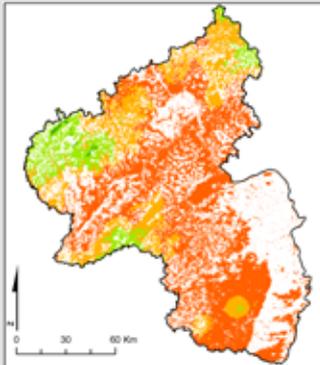
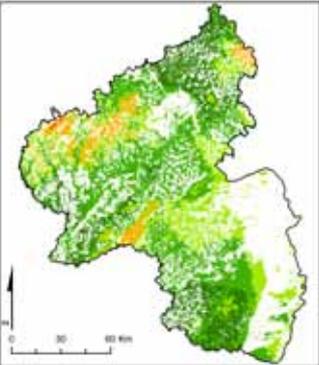
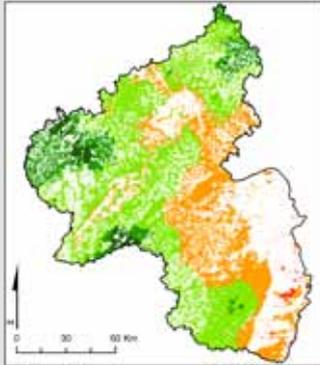
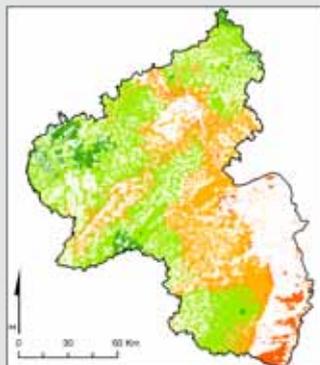
Zusammenfassend lassen sich für die einzelnen Baumarten einige wichtige Aussagen herausstellen.

Buche

Als wesentliche Baumart des naturnahen Waldbaus in Mitteleuropa befindet sich die Buche in Rheinland-Pfalz in ihrem ökologischen Optimum. Nach den Untersuchungen wird die Buche auch künftig auf einem Großteil der Waldfläche gute klimatische Bedingungen vorfinden. In den Höhenlagen können sich Vitalität und Wachstum der Baumart infolge von mehr Wärme bis zum Ende des Jahrhunderts sogar verbessern. Nur in den tiefer gelegenen Bereichen des Landes kann

Baumarteneignung für die fünf Hauptbaumarten in Rheinland-Pfalz. Kartenspalte links: Baumarteneignung in der Gegenwart für den Referenzzeitraum 1971-2000. Kartenspalte rechts: Baumarteneignung für die ferne Zukunft (2071-2100) unter Annahme des Emissionsszenarios A1B. Die Buche wird im Gegensatz zur Fichte auch künftig (bis 2100) auf der überwiegenden Waldfläche geeignete Bedingungen vorfinden. Ähnlich wie bei Eiche, Kiefer und Douglasie kann es in den tiefer gelegenen Regionen und Flusstälern aber zu Einschränkungen kommen. Bei der Fichte werden nur die höheren Mittelgebirgslagen von Eifel, Hunsrück und Westerwald bis Ende 2100 noch geeignet sein.

	Hauptbaumart	Eignung 1971-2000	Eignung 2071-2100
Buche		 Eignungsschätzung für die Rotbuche für den Referenzzeitraum (1971-2000)	 Eignungsschätzung für die Rotbuche für die ferne Zukunft (2071-2100) nach A1B-trocken
Eiche		 Eignungsschätzung für die Traubeneiche für den Referenzzeitraum (1971-2000)	 Eignungsschätzung für die Traubeneiche für die ferne Zukunft (2071-2100) nach A1B-trocken

Hauptbaumart		Eignung 1971-2000	Eignung 2071-2100
Fichte		 <p>Eignungsschätzung für die Gemeine Fichte für den Referenzzeitraum (1971-2000)</p>	 <p>Eignungsschätzung für die Gemeine Fichte für die ferne Zukunft (2071-2100) nach A1B-trocken</p>
Kiefer		 <p>Eignungsschätzung für die Waldkiefer für den Referenzzeitraum (1971-2000)</p>	 <p>Eignungsschätzung für die Waldkiefer für die ferne Zukunft (2071-2100) nach A1B-trocken</p>
Douglasie		 <p>Eignungsschätzung für die Douglasie für den Referenzzeitraum (1971-2000)</p>	 <p>Eignungsschätzung für die Douglasie für die ferne Zukunft (2071-2100) nach A1B-trocken</p>
		 Sehr gut geeignet  Gut geeignet  Geeignet	 Bedingt geeignet  Nicht geeignet

es zu Einschränkungen kommen. Ob die Buche in diesen Lagen künftig eine ökologische Schwelle erreicht und sich ihrer Warm-Trocken-Grenze nähert, hängt maßgeblich vom Wasserspeichervermögen der Böden ab. Allgemein dürfte es nur bei längeren und häufigen Trockenperioden zu Einbußen kommen. Dafür spricht, dass die Buche selbst in trocken-warmen Gebieten eine erstaunlich hohe Trockenstresstoleranz ohne erkennbare Vitalitätsminderung zeigt.

Eiche

Als Baumart der natürlichen Vegetation prägt die Traubeneiche in Rheinland-Pfalz große Landschaftsräume. Sie ist nach dem gegenwärtigen Wissensstand auch zukünftig eine geeignete Baumart. Ihr Potenzial ist großflächig vergleichbar mit jenem der Buche. In den tieferen Lagen kann die Traubeneiche dank ihrer relativen Trockenheitsresistenz und der für andere Baumarten ungünstiger werdenden Situation sogar an Bedeutung gewinnen. Ihre Trockenheitsresistenz bezieht sie aus ihrer Fähigkeit, Trockenstress physiologisch wirkungsvoll abzuwehren. Auch wenn bereits dies die Eichen in Rheinland-Pfalz ausreichend fit für die Zukunft macht, wurden darüber hinaus physiologisch speziell an trockene Verhältnisse angepasste „Trockeneichen“ nachgewiesen. Mehr noch als bei anderen Baumarten stellt sich bei der Eiche die Frage, wie sich Krankheiten und Schädlinge künftig entwickeln werden. So wurde in dem Projekt „Anpassungsvermögen und Wirt-Parasit-Beziehungen der Eiche im Klimawandel“ (APEK) gezeigt, dass sich beispielsweise Schwammspinnerlarven besonders gut auf sogenannten „Trockeneichen“ entwickeln. Dieser Effekt verstärkt sich noch bei höherer Kohlendioxidkonzentration, wie sie je nach Emissionsszenario in Zukunft auftreten kann. Das im Rahmen des Waldklimafonds vom Bund geförderte Projekt wird derzeit an der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft durchgeführt.

Fichte

Die Fichte wird nicht nur in Rheinland-Pfalz die am stärksten vom Klimawandel betroffene Baumart sein. Die empfindlich auf Sommer-

trockenheit bzw. Dürre reagierende Baumart wird am Ende des Jahrhunderts nur noch in den Höhenlagen „klimagerechte“ Bedingungen mit ausreichenden Sommerniederschlägen und nicht zu hohen Temperaturen vorfinden. Bei der insgesamt negativen Perspektive sei aber betont, dass die identifizierten regionalen Risikoräume den Anbau und die Förderung der Fichte nicht gänzlich ausschließen müssen. Auf Standorten mit ausreichendem Wasserspeichervermögen und passendem Mikroklima kann die Fichte auch Trockenjahre ohne gravierende Schäden überstehen. Eine frühzeitige konsequente Durchforstung, wie sie für alle Nadelbaumarten zu empfehlen ist, fördert vitale und stabile Fichten auch außerhalb oder am Rande ihres Optimums. Eine nachträgliche Stabilisierung in höherem Alter lässt sich dagegen in der Regel nicht mehr erzielen.

Kiefer

Im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten ist die Kiefer mit am besten geeignet. Obwohl ihre Eignung in den tieferen Lagen im Laufe des Jahrhunderts abnehmen kann, werden sich die Rahmenbedingungen in den Höhenlagen mit hoher Wahrscheinlichkeit verbessern. Die Anpassungsfähigkeit der Kiefer, ihre Vitalität auch auf warm-trockenen Standorten und die relative Trockenheitsresistenz sind weitere Eigenschaften, die eine zunehmende Bedeutung der Baumart erwarten lassen. Offen muss bleiben, wie sich Krankheiten und Schädlinge entwickeln werden.

Douglasie

Die Douglasie schneidet, trotz ihrer allgemein abnehmenden Eignung, deutlich besser ab als die Fichte. Dank hoher Wassernutzungseffizienz, tiefer Durchwurzelung auf geeigneten Standorten und guter Anpassung bzw. Unempfindlichkeit einzelner Herkünfte gegenüber hohen Sommer-temperaturen und Trockenheit, bei bis heute geringem Krankheits- und Schadensrisiko, kann die Douglasie aus heutiger Sicht zu den klimastabilen Baumarten gerechnet werden. Unter den leistungsfähigen bzw. wirtschaftlich bedeutsamen Nadelbaumarten dürfte sie die größte Toleranz gegenüber Wärme und Trockenheit besitzen.

Bei der notwendigen Versorgung der Säge- und Holzwirtschaft auch mit Nadelholz kann die wirtschaftliche Bedeutung der Baumart im Zuge des Klimawandels sogar deutlich zunehmen, der Flächenanteil kann entsprechend anwachsen.

Eignungskarten sind regionale Risikoeinschätzungen

Die Eignungskarten liefern für die regionale Ebene neue Erkenntnisse zu möglichen Wirkungen des Klimawandels auf die Baumarteneignung. Auch die Anwendung anderer methodischer Ansätze und Eingangsparameter führte zu ähnlichen Ergebnissen, was die Belastbarkeit der Ergebnisse untermauert. Einschränkend ist jedoch anzumerken, dass bei den angewandten Methoden nicht alle relevanten Einflussfaktoren berücksichtigt werden konnten. Die Folgen extremer Wetterereignisse sind in den Modellen ebenso wenig abgebildet wie die mögliche Entwicklung von Krankheiten und Schädlingen. Durch den Klimawandel beeinflusste Veränderungen in der Wechselwirkung von Waldbäumen, Krankheiten und Schädlingen sind gegenwärtig kaum abschätzbar. In der Konsequenz können sich die dargestellten Entwicklungspotenziale deutlich verschieben (s. Kapitel Krankheiten und Schädlinge).

Eignungskarten können daher für den einzelnen Waldort lediglich eine Orientierungshilfe bieten. Für weitergehende Aussagen müssen die lokalen kleinklimatischen Standortverhältnisse, das verfügbare Expertenwissen und die örtlichen Erfahrungen einbezogen werden. Eine unverzichtbare Planungs- und Entscheidungsgrundlage dafür sind möglichst fein aufgelöste, derzeit in Rheinland-Pfalz nicht flächendeckend verfügbare Standortinformationen. Diese müssen dynamisch an künftige Klimabedingungen angepasst werden können.

Die Weißtanne besitzt auf gut durchwurzelbaren Standorten dank ihrer Toleranz gegenüber Trockenheit und gegenüber Engpässen in der Wasserversorgung gute Zukunftspotenziale.

Foto: U. Matthes

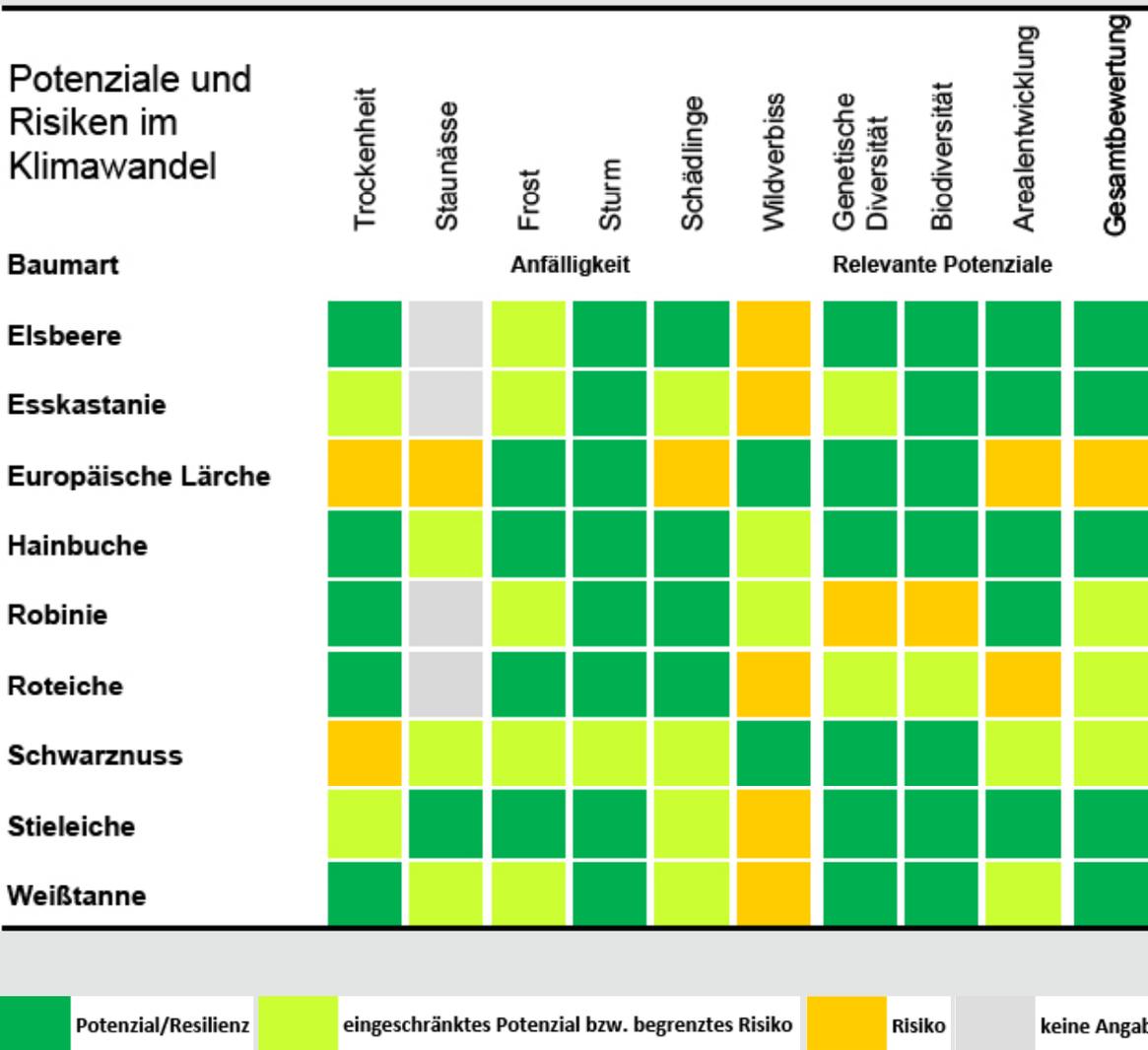
Eignung von Nebenbaumarten

Unter den sich verändernden klimatischen Rahmenbedingungen wird für eine nachhaltige Waldentwicklung ein ausreichendes Spektrum von Baumarten mit möglichst hoher Anpassungsfähigkeit benötigt. Nachdem alle fünf Hauptbaumarten den Eignungskarten zufolge in den Flusstälern bzw. tiefer gelegenen Regionen von Rheinland-Pfalz künftig nur noch bedingt oder nicht geeignet sein können, lag die Frage nahe, inwieweit in Rheinland-Pfalz vorkommende „Nebenbaumarten“ sich gegenüber Klimaveränderungen tolerant zeigen bzw. anpassungsfähig sind. Wie der Name bereits andeutet, haben Nebenbaumarten einen geringen Flächenanteil und sind aktuell von eher untergeordneter wirtschaftlicher Bedeutung.

Auf der Grundlage einer umfassenden Literaturstudie wurden 9 Nebenbaumarten auf klimabedingte Risiken und Chancen geprüft. Neben den spezifischen Lebensraumsansprüchen und der Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit, Stau-nässe, Frost, Sturm sowie gegenüber Krankheiten



Zukunftspotenziale von neun ausgewählten Nebenbaumarten; Prüfung über eine Literaturstudie anhand von unterschiedlich gewichteten klimawandel- und ökosystemrelevanten Kriterien.



und Schädlingen wurden auch die genetische Diversität und Anpassungsfähigkeit, mögliche Effekte auf die Biodiversität sowie das natürliche Areal der Baumart bewertet. Das Gesamtfazit spiegelt die unterschiedliche Gewichtung der einzelnen Faktoren wider. Mit der Gesamteinschätzung „Potenzial“ (siehe Abbildung „Zukunftspotenziale“) erzielten die an Wärme und Trockenheit gut angepassten Baumarten Elsbeere, Esskastanie und Hainbuche die beste Bewertung. Auch die Stieleiche und die Weißtanne fallen in diese Klasse, da beide Baumarten gegenüber Witterungsextremen wenig

anfällig sind und auch bei weiteren relevanten Eigenschaften wie Wirkungen auf die Biodiversität günstig abschnitten. Insbesondere der Weißtanne können auf gut durchwurzelbaren Standorten aufgrund ihrer Toleranz gegenüber Trockenheit und Engpässen in der Wasserversorgung Zukunftspotenziale attestiert werden. Ein eingeschränktes Potenzial wurde der Robinie, der Roteiche und der Schwarznuss zugewiesen, da bei diesen Arten bei relevanten Faktoren wie Trockenheit, genetische Vielfalt und Arealentwicklung je nach Baumart ein Risiko besteht. Insgesamt mit „Risiko“ bewertet wurde die Europäische Lärche. Die in höheren

Lagen der warm- bis kühlgemäßigten Klimazone natürlich vorkommende Baumart könnte in Rheinland-Pfalz mit steigenden Temperaturen zunehmend an ihre Warm-Trocken-Grenze gelangen. Natürlich ankommende Lärche kann jedoch auch weiterhin als Mischbaumart übernommen werden.

Eignung von Pionierbaumarten

Die Zukunftspotenziale speziell von in Rheinland-Pfalz bedeutsamen Pionierbaumarten wurden bereits im Rahmen des Landesprojekts Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz eingeschätzt. Dabei wurden ähnliche Kriterien wie bei der Bewertung der Nebenbaumarten zugrunde gelegt. Infolge des Klimawandels können extreme Wetterereignisse wie Sturm und Hagel zunehmen, wodurch in der Folge vermehrt Lücken und Kahlflächen im Waldgefüge entstehen können. Für die rasche Wiederbewaldung werden Baumarten benötigt, die an starke Störungen angepasst sind. Pionierbaumarten besitzen Eigenschaften, die auch im Klimawandel grundsätzlich günstig erscheinen. Sie fruktifizieren häufig, verbreiten ihre Samen effektiv, stellen geringe Standortansprüche und verfügen generell über ein hohes Anpassungsvermögen an unterschiedliche, variable Umweltverhältnisse.

In der Gesamtbewertung der insgesamt 14 geprüften Pionierbaumarten wurde den Arten Vogelbeere, Aspe, Sandbirke und Französischer Ahorn sowie der Pioniercharakter aufweisenden Schwarzkiefer eine künftig „zunehmende“ Bedeutung attestiert. Die Salweide und der Speierling erhielten die Potenzialstufe „tendenziell zunehmend“, da beide Arten bei einzelnen Faktoren nur eingeschränkt geeignet sind. Unter den Baumarten, die sich an künftige Klimabedingungen gut anpassen können, befindet sich auch die aufgrund ihres invasiven Verhaltens aus naturschutzfachlicher Sicht problematische Spätblühende Traubenkirsche.



Der bislang selten vorkommende Speierling erzielte aufgrund der Anpassung an trocken-warme Standorte und der relativen Frosthärte eine zukünftig „tendenziell zunehmende Eignung“. Einschränkungen gibt es bei der genetischen Anpassungsfähigkeit und der Ausbreitungsfähigkeit über Samen. Foto: U. Matthes

Neben- und Pionierbaumarten streuen das Risiko

Zur Förderung von angepassten Mischwäldern mit einer vielfältigen Baumartenzusammensetzung kann die verstärkte Beteiligung geeigneter Nebenbaumarten ein weiterer Baustein zur strategischen Risikostreuung sein. Auch wenn der fortschreitende Klimawandel mit neuen, heute nicht erkennbaren Risiken verbunden sein wird, weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die meisten der untersuchten Neben- bzw. Pionierbaumarten sowohl unter den heutigen als auch den möglichen künftigen Klimaverhältnissen Zukunftspotenziale besitzen. Kleinstandörtlich können sie dort das Risiko streuen und Alternativen bieten, wo die Hauptbaumarten künftig Einbußen haben

werden. Zudem sind viele Arten ökologisch günstig und auch wirtschaftlich vielversprechend. Insofern können sie künftig – unter Berücksichtigung der spezifischen Standortansprüche, der Wildverbissituation und der Kosten für die Einbringung – durchaus an Bedeutung und Flächenanteil gewinnen.

Krankheiten und Schädlinge

Das Waldschutzrisiko zu begrenzen, ist eine der wichtigsten Herausforderungen bei der Eindämmung der Klimawandelfolgen. Neben abiotischen Ereignissen wie Sturm, Trockenheit und Starkregen werden vor allem biotische Einflussfaktoren wie Krankheiten und Schädlinge mit hoher Wahrscheinlichkeit künftig einen wesentlich stärkeren Einfluss auf die Walddynamik nehmen. Allein der auf der überwiegenden Waldfläche bei allen Hauptbaumarten temperatur- und niederschlagsbedingt erkennbare Eignungsverlust kann die Vulnerabilität gegenüber Krankheiten und Schadereignissen erhöhen. Zudem sind viele heimische Organismen bereits heute weiter verbreitet und haben ein höheres Schadpotenzial als in der Vergangenheit. Vor allem gilt es, die seit langem bekannten Borkenkäferarten sowie wärmeliebende und blattfressende Insekten verstärkt zu beobachten. Hohe Temperaturen und Wassermangel schwächen insbesondere die eine gute Wasserversorgung benötigende Fichte und prädisponieren sie für Borkenkäferbefall. Zudem fördern ansteigende Temperaturen das Vermehrungspotenzial der Käfer. Dabei ist aber oft entscheidend, dass die Aufarbeitung von bruttauglichem Holz etwa nach Windwurf und die rechtzeitige Entnahme befallener Bäume konsequent erfolgt. Darüber hinaus sind neue Schädlinge und Krankheiten wie z. B. der Esskastanienrindenkrebs auf dem Vormarsch. Weitere Schädlinge wie der Kiefernholznermatode könnten aus Südwesteuropa eingeschleppt werden und bei ansteigenden Temperaturen gewaltiges Schadpotenzial entfalten.

Als Beispiel für eine plötzlich und völlig unerwartet auftretende Krankheit sei das Eschentriebsterben angeführt, das durch einen aus Ostasien eingewanderten Schlauchpilz ausgelöst wird. Noch vor wenigen Jahren als zukunftsfähige und multifunktionale Mischbaumart empfohlen, kann heute aufgrund der weitverbreiteten Krankheitsdisposition allenfalls noch die einzelbaumweise Beimischung der Esche akzeptiert werden. Insofern müssen in Zeiten des Klimawandels die in der Fachliteratur dokumentierten und vielfach als feststehend angenommenen Risikoprofile der Baumarten stets neu überdacht und gegebenenfalls aktualisiert werden.

Brauchen wir in Rheinland-Pfalz neue Baumarten?

In einigen Bundesländern werden gegenwärtig neue fremdländische Baumarten auf ihre Eignung als zukunftsfähige Waldbäume getestet. Leitmotiv war die Annahme, dass der Klimawandel schneller ablaufen wird als evolutive Anpassungsprozesse folgen können. Daher könnten sowohl heimische als auch in unseren Wäldern eingebürgerte fremdländische Baumarten bei der Anpassung an den Klimawandel langfristig überfordert sein. In der Konsequenz würden Waldökosystemleistungen und vielfältige gesellschaftliche Ansprüche an den Wald nicht mehr ausreichend erfüllt. Ein vollständiger Überblick über die Aktivitäten in Deutschland ist hier nicht möglich. Exemplarisch sollen zwei größere Vorhaben herausgegriffen werden.

In Bayern werden in dem Projekt „**Versuchsanbauten mit wärme- und trockenheitstoleranten Baumarten vor dem Hintergrund des Klimawandels**“ (KLIP18) die fremdländischen Baumarten Orientbuche, Silberlinde, Hemlocktanne, Türkische Tanne, Rumelische Kiefer und Libanonzeder untersucht. Die Vorauswahl orientierte sich an forstwirtschaftlich interessanten Baumarten, die ihre Toleranz gegenüber Trockenheit bereits erfolgreich bewiesen haben und in Regionen beheimatet sind, deren Klima vergleichbar

mit dem für Bayern in der Zukunft projizierten Klima ist (sogenannte analoge Klimaregionen).

Im Rüsselsheimer Wald testet das Biodiversität und Klima Forschungszentrum (BIK-F) mit Partnern im Projekt „**Wald der Zukunft**“ die aus dem Mittelmeergebiet stammenden Arten Steineiche, Flaumeiche und Ungarische Eiche auf ihre Anbaueignung als zukünftige mitteleuropäische Waldbäume im Vergleich zu heimischen Eichenarten. Ergänzend dazu wird im „**South Hesse Oak Project (SHOP)**“ in einem Klimakammerversuch die physiologische Trocken- und Frosttoleranz der genannten südeuropäischen Arten und der heimischen Stieleiche bei unterschiedlicher Wasserversorgung untersucht.

Landesforsten Rheinland-Pfalz führt derzeit keine eigenen Versuche zu neuen Baumarten durch. In Kooperation mit anderen Ländern ist das Land aber an Herkunftsversuchen mit bewährten standortheimischen sowie eingebürgerten fremdländischen Baumarten beteiligt. Aus heutiger Sicht wird in Rheinland-Pfalz nicht der Bedarf gesehen, neue fremdländische Baumarten, wie Eichenarten aus dem mediterranen Raum, einzuführen. Vielmehr wird angenommen, dass das Spektrum der in Rheinland-Pfalz vorkommenden, sowohl standortheimischen als auch erfolgreich eingebürgerten fremdländischen, Baumarten ausreichende Optionen für die Anpassung an den Kli-

mawandel bietet. Diese Einschätzung impliziert, dass auf geeignete genetische Herkünfte gesetzt wird und das genetische und physiologische Anpassungsvermögen der vorkommenden Baumarten ausgenutzt wird. Unabhängig davon könnten neue Baumarten erst dann für einen forstlichen Anbau empfohlen werden, wenn sie sich in langjährigen Versuchsanbauten (mindestens über eine Produktionszeit) u. a. hinsichtlich Wachstum, Vitalität, Stabilität und Betriebsrisiko bewährt haben.

Anpassungsstrategie für den Wald in Rheinland-Pfalz

Der klimagerechte Waldbau der Zukunft steht vor großen Herausforderungen. Die Baumartenwahl ist eine Entscheidung, die weit in die Zukunft wirkt und auf der Grundlage des heute verfügbaren Wissens getroffen werden muss. Strategisch müssen zum einen die unterschiedlichen Entwicklungspotenziale und Resilienzeigenschaften der Baumarten in die waldbauliche Planung und Umsetzung integriert werden, zum anderen muss mit Risiken, Wissenslücken und damit verbundenen Unsicherheiten umgegangen werden. Das bedeutet auch, vorhandene Strategien und Baumartenempfehlungen fortlaufend zu überprüfen und anzupassen.

Für die Anpassung der Wälder in Rheinland-Pfalz an den Klimawandel können gegenwärtig allgemein folgende Strategien und Maßnahmen empfohlen werden:

- Risikostreuung durch eine Vielfalt an Baumarten sowie Verjüngungs- und Managementformen auch auf Landschaftsebene
- Waldumbau von anfälligen, instabilen Nadelbaumreinbeständen in stabile Laub-Nadel-Mischwälder
- Verjüngung von Baumarten, die sowohl gegenwärtig angepasst sind als auch zukünftig bei weiter fortschreitendem Klimawandel ausreichend anpassungsfähig sind
- Anreicherung und Ergänzung von Verjüngungen mit passenden wärmeliebenden Baumarten und trockenheitstoleranten Herkünften
- Berücksichtigung unterschiedlicher, bewährter Herkünfte der heimischen und eingebürgerten fremdländischen Baumarten
- Stabilisierung von Einzelbäumen durch frühzeitige Durchforstung

Aus heutiger Sicht bedarf es regionaler waldbaulicher Strategien, die das Risiko senken bzw. verteilen. Es werden Maßnahmen und Handlungsoptionen benötigt, die eine aktive Anpassung unterstützen und die Resilienz erhöhen. No-regret-Maßnahmen, d.h. Maßnahmen ohne Reue, erweisen sich dabei vielfach auch als geeignet für die Anpassung an den Klimawandel. So erhöht die seit vielen Jahren verfolgte naturnahe und multifunktionale Waldbewirtschaftung die Vielfalt an Arten, Lebensräumen und Strukturen, und kann daher maßgeblich zur Streuung des Risikos beitragen. Denn hohe Vielfalt bedeutet oft höhere Stabilität und fast immer höhere Elastizität.

Monitoring- und Forschungsbedarf

Bei der Anpassung der Wälder an den Klimawandel besteht nach wie vor ein hoher Informations- und Forschungsbedarf. Zunächst erscheint es sinnvoll, die bereits vorliegenden Klimaeignungskarten für die Hauptbaumarten daraufhin zu überprüfen, inwieweit sie auch bei Anwendung der aktuell verfügbaren neuen regionalen Klimaprojektionen (auf Basis des aktuellen 5. Sachstandsberichts des Weltklimarates IPCC) gültig sind. Dabei ist einzuschätzen, auf welchem Niveau sich die regionalen Risikoeinschätzungen in die Bandbreite der neuen Emissionsszenarien einordnen. Der Korridor an möglichen regionalen Klimaveränderungen wird hierbei durch ein Ensemble aus verschiedenen regionalen Klimamodellen und globalen Emissionsszenarien abgebildet.

Weitere Informationen:

www.kwis-rlp.de>>Handlungsfelder>>Wald und Forstwirtschaft>>Hauptbaumarten
<http://www.kwis-rlp.de/index.php?id=9675>

www.kwis-rlp.de>>Handlungsfelder>>Wald und Forstwirtschaft>>Nebenbaumarten
<http://www.kwis-rlp.de/index.php?id=10677>

Als weiterer wichtiger Forschungskomplex sind neben den genetischen und phänotypischen Anpassungspotenzialen der standortheimischen und eingebürgerten Baumarten das Konkurrenzverhalten und die Wachstumsreaktionen unter sich verändernden Standortverhältnissen und höheren atmosphärischen CO₂-Gehalten von Interesse. Eine unverzichtbare Grundlage dafür bildet ein flächendeckendes, dynamisches Standortinformationssystem.

Eine der wichtigsten Forschungs- und Monitoringfragen zielt schließlich auf die Wechselwirkung von Waldbäumen und Krankheiten bzw. Schadorganismen unter künftigen Klimabedingungen. Expertenwissen und gezielter Forschung im Bereich Waldschutz kommt deshalb eine hohe Priorität zu.



Deutliche vorzeitige Blattverfärbung (Herbstverfärbung) an Buchen aufgrund sehr trockener und warmer Witterung im August 2016. Bild in der Nähe von Idar-Oberstein

Foto: F. Schmidt