



Interreg

Austria-Hungary

European Union – European Regional Development Fund



REIN-Forest

Programm INTERREG V-A Österreich-Ungarn

ATHU150 – REIN-Forest

„Biodiversity conservation of the native forest in the border region and fostering their ability against the impacts of climate change“

Gemeinsame Dokumentation zur Modellierung der Ausbringung des Vermehrungsgutes (Artenverteilungsmodelle)

Mai-Juni 2021

Erstellt von:

Heino KONRAD (BFW)

Norbert MÓRICZ (SOE ERTI)

László NAGY (SOE ERTI)

Erik SZAMOSVÁRI (BFW)

Marcela VAN LOO (BFW)

Das Projekt REIN-Forest (Nr. ATHU150) wird im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG V-A Österreich-Ungarn durch die Förderung der Europäischen Fonds für regionale Entwicklung umgesetzt.

Inhalt

Höhepunkte.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Hintergrund	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Zielsetzung.....	2
Daten und Methoden	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
SUSTREE-Artenverteilungsmodelle	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Daten zur Waldbedeckung und lokale Anwendung der Modelle	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Ergebnisse	5
Rotbuche	5
Traubeneiche.....	8
Quellen	Hiba! A könyvjelző nem létezik. 2
Anhang	Hiba! A könyvjelző nem létezik. 3

Höhepunkte

Die lokale Anwendung und Interpretation der bestehenden Artenverteilungsmodelle führte zu detaillierten Informationen über die zukünftige Verbreitung, Eintrittswahrscheinlichkeit und Vulnerabilität von Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und Traubeneiche (*Quercus petraea*) im Zielgebiet. Die Ergebnisse dieser Analyse lieferten Input für die Entwicklung der regionalen Saatgutübertragungsstrategie, die Auswahl der Demonstrationsstandorte und die Herkunft des voradaptierten Vermehrungsgutes.

Hintergrund

Die durchschnittliche Oberflächentemperatur der Erde ist seit dem späten 19. Jahrhundert um etwa 1,18 °C angestiegen. Der größte Teil der Erwärmung fand in den letzten 40 Jahren statt, wobei die letzten sieben Jahre die wärmsten waren. Die Waldökosysteme sind von den veränderten Klimabedingungen stark betroffen. Umfangreiche Kalamitäten und Waldschäden wurden in Mitteleuropa im Zusammenhang mit dem Temperaturanstieg, der Häufigkeit und Schwere von Dürren und allgemein mit dem Rückgang der Wasserverfügbarkeit beobachtet. Die Geschwindigkeit des Klimawandels ist etwa um eine Größenordnung schneller als die Geschwindigkeit, die unsere Baumarten im Laufe ihrer Evolution erfahren haben.

Der Klimawandel stört die Verbindung zwischen dem Klima und der lokalen Anpassung der Waldbaumpopulationen. Daher sind adaptive waldbauliche Praktiken erforderlich, um die Ökosystemleistungen der Wälder zu erhalten. Zu den Anpassungsmaßnahmen gehört unter anderem die Anpflanzung alternativer Baumherkünfte oder -arten, die vermeintlich besser an das erwartete zukünftige Klima angepasst sind. Dazu gehört die Verwendung von Forstsamen und Sämlingen aus den warmen Regionen der natürlichen Verbreitungsgebiete der Baumarten, um die Widerstandsfähigkeit der Wälder im Klimawandel zu erhöhen.

Im Rahmen des Interreg-Mitteleuropa-Projekts SUSTREE wurden europaweite Artenverteilungsmodelle für 7 wichtige Baumarten entwickelt, um deren Vulnerabilität unter den derzeitigen und erwarteten Klimabedingungen zu bewerten. Zusätzlich wurden Saatguttransfermodelle entwickelt, um die optimalen Saatgutquellen zu identifizieren, die an die erwarteten Veränderungen vorangepasst sind. Die Artenverteilungsmodelle und Saatguttransfermodelle wurden in das Entscheidungshilfe-Tool SusSelect für Forst- und Naturschutzmanager integriert.

REIN-Forests zielt darauf ab, die Widerstandsfähigkeit und Stabilität des Waldbestands in der österreichisch-ungarischen Grenzregion zu fördern, indem eine lokale Strategie für den Transfer von Vermehrungsgut für Rotbuche und Traubeneiche entwickelt und Demonstrationsflächen eingerichtet werden, um die Vorteile der unterstützten Migration („assisted migration“) zu bewerten, zu überwachen und zu validieren. Um eine solide technische Plattform für die Entwicklung von Empfehlungen für den Saatguttransfer zu schaffen, wurden die SUSTREE-Artenverteilungskarten herunterskaliert und für das Interreg AT-HU-Programmgebiet angewendet.

Zielsetzung

Das Hauptziel der Aktivität ist es, einen modellbasierten Informationshintergrund über den gegenwärtigen Zustand und die Zukunftsperspektiven der europäischen Buchen- und Traubeneichenwälder im gesamten AT-HU-Programmgebiet (Abb. 1) zu schaffen, wobei bestehende Ansätze, Kenntnisse und kontinentale Modelle, die im Rahmen des SUSTREE-Projekts (CHAKRABORTY ET AL. 2021) entwickelt wurden, genutzt und angewendet werden. Die regionalen Artenverteilungsmodelle (SDMs) werden Input für zukünftige REIN-Forest Aktivitäten, die Entwicklung einer

regionalen Saatgut-Transferstrategie und die Auswahl der Demonstrationsflächen liefern.



Abbildung 1. Das Interreg AT-HU Programmgebiet

Daten und Methoden

SUSTREE-Artenverteilungsmodelle

Vorkommensdaten

Die Daten zum Vorkommen der Arten wurden von MAURI ET AL. (2017) entnommen, die einen der umfassendsten, harmonisierten Datensätze zum Vorkommen europäischer Baumarten darstellen. Um die Standorte für das Vorkommen und die Abwesenheit auszugleichen, wurden Pseudo-Vorkommen nach SENAY ET AL. (2013). Auf diese Weise wurden Abwesenheitsstandorte identifiziert, die sich sowohl geografisch als auch klimatisch von den beobachteten Präsenzstandorten unterscheiden.

Klimadaten

Die SUSTREE-Modelle basieren auf der EURO-CORDEX-Datenbank (www.eurocordex.net), die gerasterten Daten mit einer Auflösung von 10 km für tägliche mittlere, minimale und maximale oberflächennahe Lufttemperatur und Niederschlag enthält. Die Auflösung der Daten wurde auf 1 km verfeinert und 83 Klimavariablen wurden für den Basiszeitraum 1961-1990 und für die zukünftigen Zeiträume 2041-2060, 2061-2080, 2081-2111 extrahiert (CHAKRABORTY ET AL. 2020a). Für die Modellierung des zukünftigen Klimas wurden zwei repräsentative Konzentrationspfade, RCP 4.5 und RCP 8.5, betrachtet. Das "moderate" RCP 4.5-Szenario geht von einer atmosphärischen CO₂-Konzentration von 650 ppm und einem Anstieg der globalen Jahrestemperatur um 1,0-2,6°C bis 2100 aus, während das "pessimistische" RCP 8.5 von 1.350 ppm CO₂ und einem Anstieg der Jahrestemperatur um 2,6-4,8°C bis 2100 ausgeht (VAN VUUREN ET AL. 2011). Sieben potenzielle Prädiktorvariablen, die den größten Teil der Variation im beobachteten Vorkommen jeder Art erklären, wurden mit einem rekursiven Feature-Elimination-Ansatz (recursive feature elimination approach (RFE)) ausgewählt, der im Random-Forest-Algorithmus (Random forest algorithm) (BREIMAN 2001) implementiert wurde.

Modellierung und Auswertung

BIOMOD2 (THUILLER ET AL. 2016) wurde als Plattform für die Modellierung der potenziellen Artenverteilung ausgewählt. Dieses R-Package bietet eine Rechenplattform für die Multi-Methoden-Modellierung, die die Präsenzwahrscheinlichkeitsausgaben für jeden der Modellierungsansätze sowie eine Vielzahl von Ensemble-Projektionen generiert. Die Modellalgorithmen umfassen GLM (Generalized Linear Models), GAM (Generalized Additive Models), GBM (Generalized Boosted regression Models), CTA (Classification Tree Analysis), ANN (Artificial Neural Networks), SRE (Surface Range Envelop oder BIOCLIM), FDA (Flexible Discriminant Analysis), MARS (Multivariate Adaptive Regression Spline), RF (Random Forest for classification and regression) und MAXENT. Tsuruoka. Vorhersagewahrscheinlichkeiten aus den einzelnen Modellen des BIOMOD2 wurden in einem Konsensmodell zusammengefasst, das die mittlere Wahrscheinlichkeit über die ausgewählten Modelle mit True-Skill-Statistiken (TSS > 0,7) kombinierte. Die geschätzten Ensemble-Modellvorhersagen wurden als Geotiff-Raster dargestellt (Abb.2 und 3). Die Modellevaluation erfolgte durch Aufteilung des Vorkommensdatensatzes in 75 % für das Modelltraining und 25 % für den Modelltest. Außerdem kann in BIOMOD2 die Anzahl der Läufe für jede Kombination von Trainings- und Testdaten festgelegt werden. Daher wurden 10 unabhängige Läufe mit jeweils einem zufällig ausgewählten Satz von Trainings- und Testdaten implementiert.

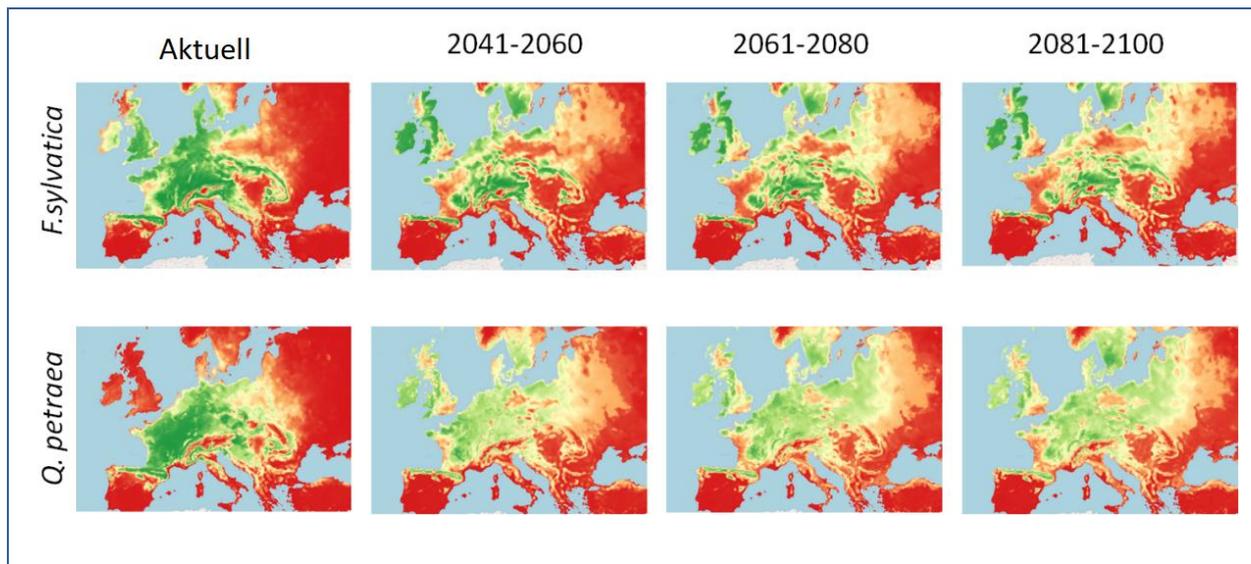


Abbildung 2. SUSTREE-Artenverbreitungskarten für Rotbuche und Traubeneiche, RCP 4.5
 (Chakraborty et al. 2021, rot: geringe, grün: hohe Eintrittswahrscheinlichkeit)

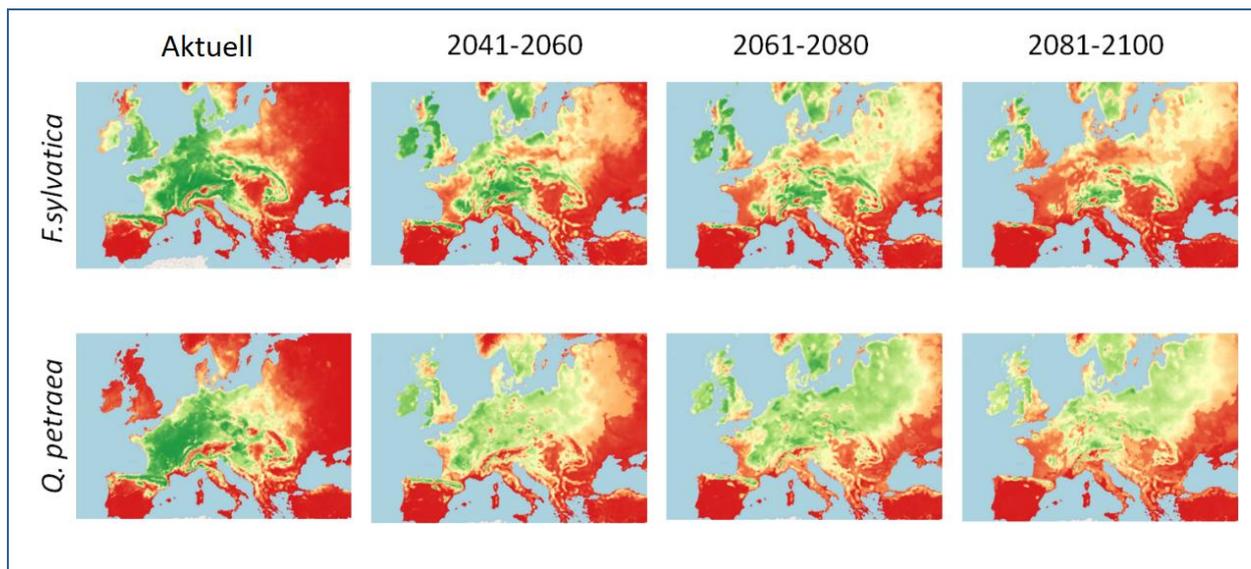


Abbildung 3. SUSTREE-Artenverbreitungskarten für Rotbuche und Traubeneiche, RCP 8.5
 (Chakraborty et al. 2021, rot: geringe, grün: hohe Eintrittswahrscheinlichkeit)

Daten zur Waldbedeckung und lokale Anwendung der Modelle

Die aktuelle Waldbedeckungskarte für Europa (COPERNICUS LMS 2018) wurde vom Copernicus Land Monitoring Service bezogen, der öffentliche geografische Informationen über die Landbedeckung und ihre Veränderungen, die Landnutzung, den Vegetationszustand, den Wasserkreislauf und die Variablen zur Energie der Erdoberfläche

für terrestrische Umwelthanwendungen bereitstellt. Die Karte der Waldbedeckungsdichte wurde mit Hilfe der Flächenformdatei des Interreg AT-HU Programms beschnitten. Um kleinere Baumgruppen, Anpflanzungen, Waldstreifen usw. auszuschließen, wurden Pixel mit einer Dichte von mehr als 50 % ausgewählt und die Auflösung wurde an das 1 km-Raster der SUSTREE-SDMs angepasst. Die gesamte Waldfläche und die tatsächliche Waldbedeckung (%) wurden für jedes einzelne SDM-Pixel berechnet. Pixel mit mehr als 75 % Waldbedeckung wurden in das Waldgitter aufgenommen und als geschlossene Waldbestände für die lokale Anwendung der SDMs betrachtet.

Jede Karte der Eintrittswahrscheinlichkeit für Rotbuche und Traubeneiche wurde mit dem regionalen Waldraster maskiert und in tiff-Raster exportiert. Die Verteilung der Waldflächen nach Wahrscheinlichkeitsklassen (in 10%-Intervallen) wurde für die beiden Arten für beide Klimaszenarien und drei Zeitrahmen (2041-2060, 2061-2080, 2081-2011) berechnet.

Vulnerabilitätskarten wurden unter Verwendung der Ereigniskarten des RCP 8.5-Szenarios entwickelt. Die Waldpixel wurden auf der Grundlage der relativen Abnahme der projizierten Eintrittswahrscheinlichkeit zwischen dem heutigen Zustand und dem Zeitraum 2081-2100 in Vulnerabilitätsklassen eingeteilt (Tabelle 1).

	Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit
nicht gefährdet	unter 15%
mäßig gefährdet	15-50%
stark gefährdet	über 50%

Tabelle 1. Vulnerabilitätsklassen

Ergebnisse

Die SDMs prognostizieren erhebliche Verschiebungen in der Artenzusammensetzung der natürlichen Wälder. Beide Modellarten werden bis zum Ende des Jahrhunderts Lebensraum- oder zumindest demografische Verluste in ihrem gesamten Vorkommen im Großteil des Modellgebiets erleiden.

Rotbuche

Es wird prognostiziert, dass die Buche ihre Dominanz in den Tiefland- oder Kolline-Vorkommen entlang der südwestlichen Grenze Ungarns verlieren wird, obwohl diese Bestände derzeit zu den produktivsten Buchenwäldern gehören (Abb. 5). Ein weniger ausgeprägter Rückgang wird in der subalpinen Region in der Nähe von Kőszeg und Sopron erwartet, wo die Art noch über einige, wenn auch begrenzte, vertikale Puffer und stabile extrazonale Lebensräume verfügt, wo der Temperaturanstieg durch Bodeneigenschaften und überschüssige Wasserverfügbarkeit abgepuffert wird. Die Lebensraumeignung der

Buche wird höchstwahrscheinlich auch im österreichischen Projektgebiet gemäß den beiden Klimawandelszenarien abnehmen. Die Rotbuche wird im Laufe der Zeit durch limitierende Faktoren wie hohe Sommertemperaturen, Trockenheit und Feuchteverfügbarkeit während der Wachstumsperiode weniger konkurrenzfähig werden (Tab. 2, Abb. 4), was vor allem für die tieferen Lagen des Burgenlandes, die Südsteiermark und die Gebiete um Wien prognostiziert wird (Abb. 5). In den Ostalpen, ihrem Vorland und in höheren Lagen, wo noch kühlere Temperaturen und mehr Niederschlag erwartet werden, wird ein etwas milderes Ausmaß des Rückgangs im Vergleich zu tieferen Lagen vorhergesagt.

Eintrittswahrscheinlichkeit (%)	1961-1990	2041-2060		2061-2080		2081-2100	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
0-10	0,9	9,6	1,7	1,7	0,2	1,5	1,1
10-20	1,2	12,9	8,0	14,6	4,5	13,8	26,6
20-30	3,8	10,2	7,7	2,0	12,2	8,2	11,4
30-40	2,8	17,6	16,7	8,5	9,5	13,3	13,2
40-50	5,5	7,9	18,0	19,8	25,2	15,6	11,4
50-60	9,6	4,4	6,7	14,6	11,0	9,2	7,0
60-70	12,3	2,9	4,4	4,9	4,6	4,4	5,4
70-80	13,0	3,3	5,3	5,1	5,2	5,3	6,2
80-90	12,0	4,8	23,8	17,2	23,1	23,5	15,9
90-100	38,8	26,5	7,7	11,6	4,5	5,3	1,9

Tabelle 2. Prognostizierte Änderungen der Eintrittswahrscheinlichkeit der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in der österreichisch-ungarischen Grenzregion.

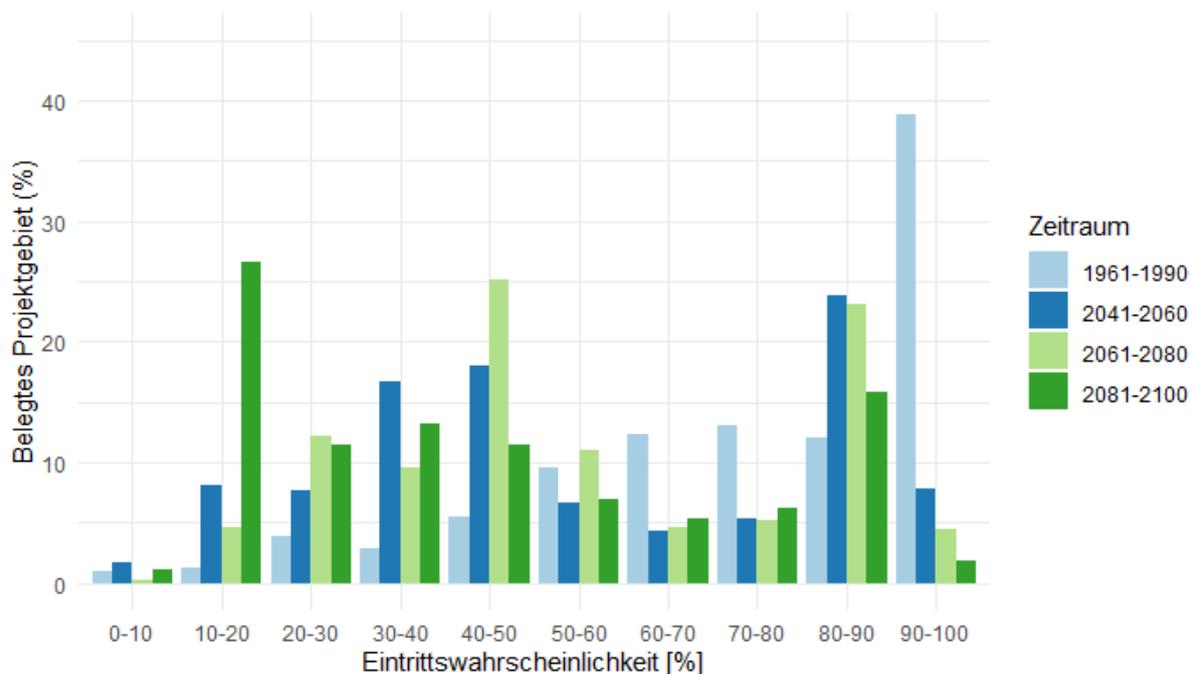


Abbildung 4. Projizierte Änderungen der Eintrittswahrscheinlichkeit der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in der österreichisch-ungarischen Grenzregion, RCP8.5

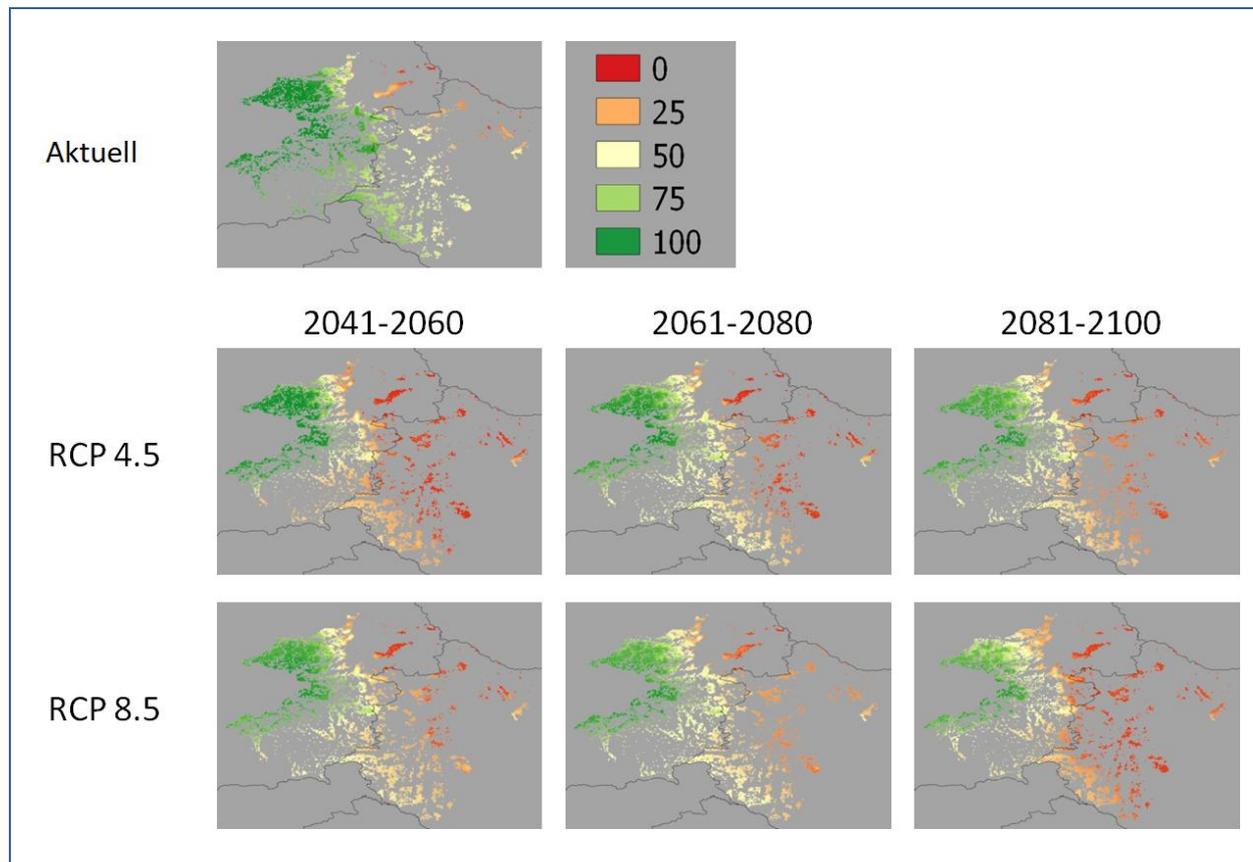


Abbildung 5. Projizierte Änderungen der Eintrittswahrscheinlichkeit (in % in Verbindung mit verschiedenen Farben) der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in der österreichisch-ungarischen Grenzregion

Nach der Bewertung der Vulnerabilität ist die überwiegende Mehrheit der Buchenvorkommen in niedrigen Lagen nur kurzfristig (2041-2060) als mäßig gefährdet und bis zum Ende des Jahrhunderts als stark gefährdet einzustufen (Abb. 6). Typischerweise zeigt das Vulnerabilitätsmodell eine hohe - und kontinuierlich zunehmende - Exposition gegenüber ungünstigen Klimaregimen auf der ungarischen Seite des Programmgebiets, im Burgenland und in der Südsteiermark. In den höheren Lagen der Ostalpen wird die Buche jedoch höchstwahrscheinlich ihre Dominanz in den Waldbeständen behalten oder zumindest geringe Verluste erleiden.

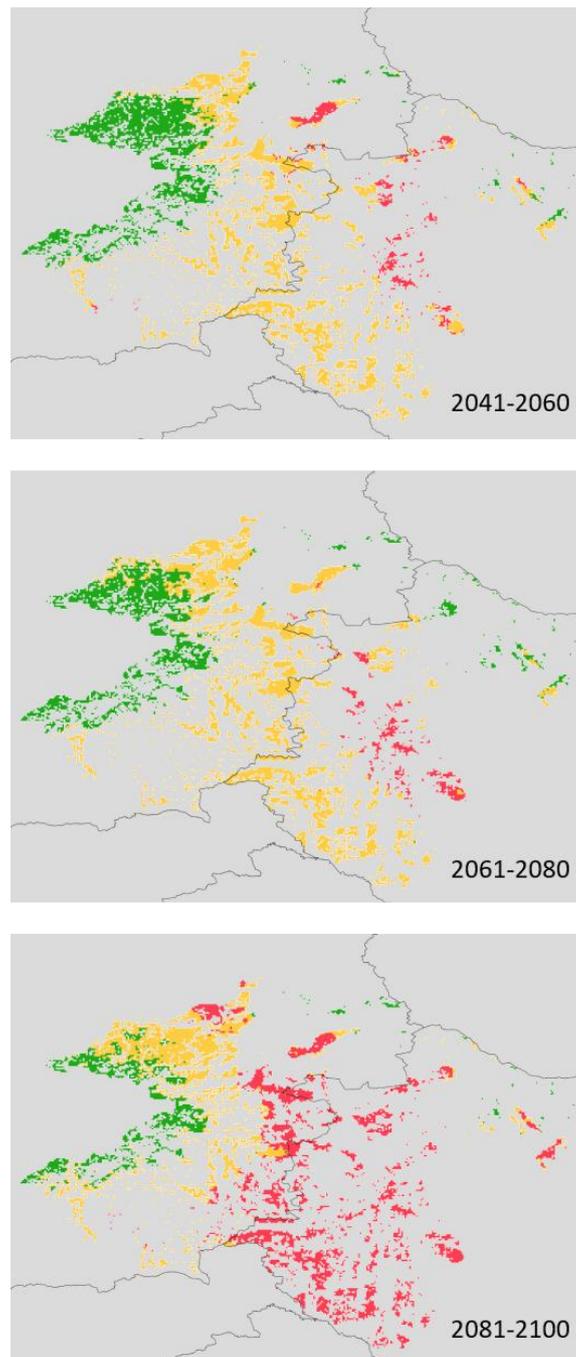


Abbildung 6. Vulnerabilität der Rotbuchenbestände (*Fagus sylvatica*) in der österreichisch-ungarischen Grenzregion (grün: nicht gefährdet, gelb: mäßig, rot: stark gefährdet)

Traubeneiche

In der Nähe der xerischen (unteren) Grenzen der Traubeneichen-Vorkommen wird das Vorkommen dieser Art abnehmen und sie wird höchstwahrscheinlich verschwinden oder als Mischart nur noch in thermophilen Formationen vorkommen. Der modellierte Rückgang der Eintrittswahrscheinlichkeit deutet auf eine deutliche Veränderung der Zusammensetzung im Kerngebiet hin, in dem die Eiche derzeit offensichtlich dominant ist (Tab. 3, Abb. 7). Die Art wird sich in Richtung der eigentlichen Buchenzone bewegen und buchendominierte Wälder

dort verdrängen, wo der vertikale Puffer vorhanden ist. Im österreichischen Projektgebiet könnte die Traubeneiche ihr Verbreitungsgebiet in die Hügel und Hänge der Ostalpen verlagern, als Folge des ungeeigneten Klimas, der Trockenheit und des wahrscheinlich sinkenden Grundwasserspiegels in niedrigen bis mittleren Lagen (Abb. 8).

Eintrittswahrscheinlichkeit (%)	1961-1990	2041-2060		2061-2080		2081-2100	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
0-10	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
10-20	0,3	8,4	1,8	2,0	2,7	7,3	8,3
20-30	1,1	7,4	1,6	2,8	2,7	7,2	12,5
30-40	3,0	4,9	4,4	6,0	7,1	3,1	18,3
40-50	5,3	18,4	9,5	8,6	16,3	11,4	22,0
50-60	9,2	28,7	32,7	33,9	28,3	31,0	11,6
60-70	8,8	25,7	42,8	44,0	23,3	26,1	14,2
70-80	7,9	6,0	5,8	2,8	19,1	13,2	12,4
80-90	29,2	0,3	1,3	0,0	0,5	0,6	0,7
90-100	34,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 3. Prognostizierte Änderungen der Eintrittswahrscheinlichkeit der Traubeneiche (*Quercus petraea*) in der österreichisch-ungarischen Grenzregion

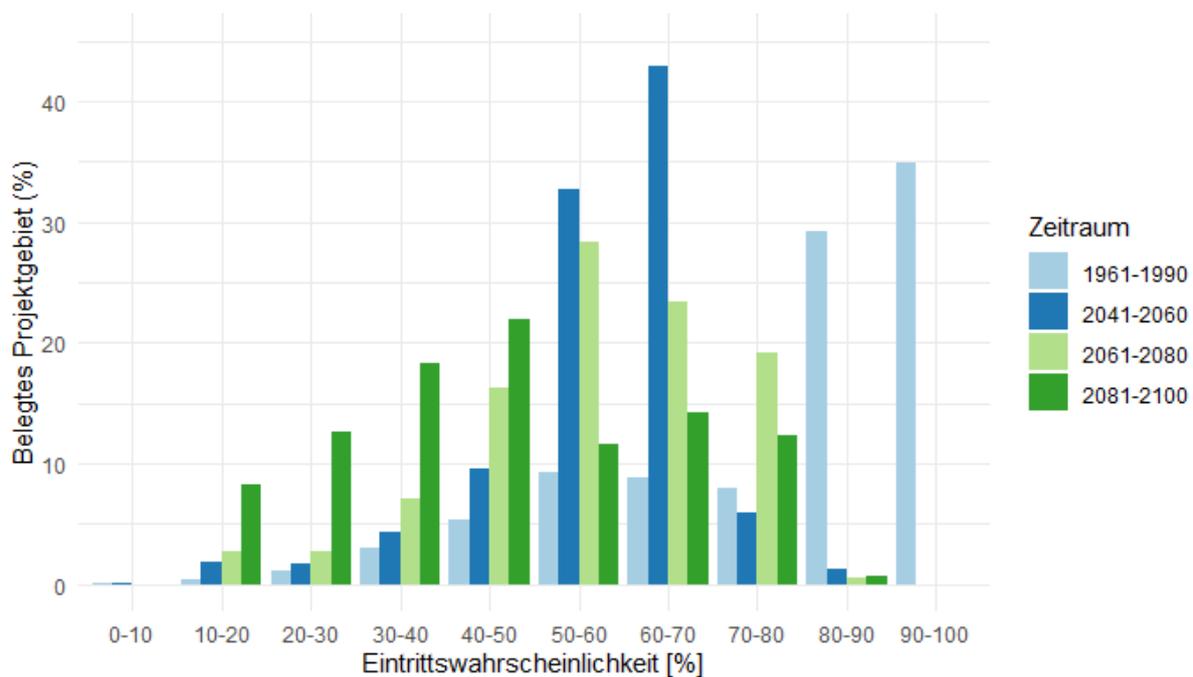


Abbildung 7. Projizierte Änderungen der Eintrittswahrscheinlichkeit der Traubeneiche (*Quercus petraea*) in der österreichisch-ungarischen Grenzregion, RCP8.

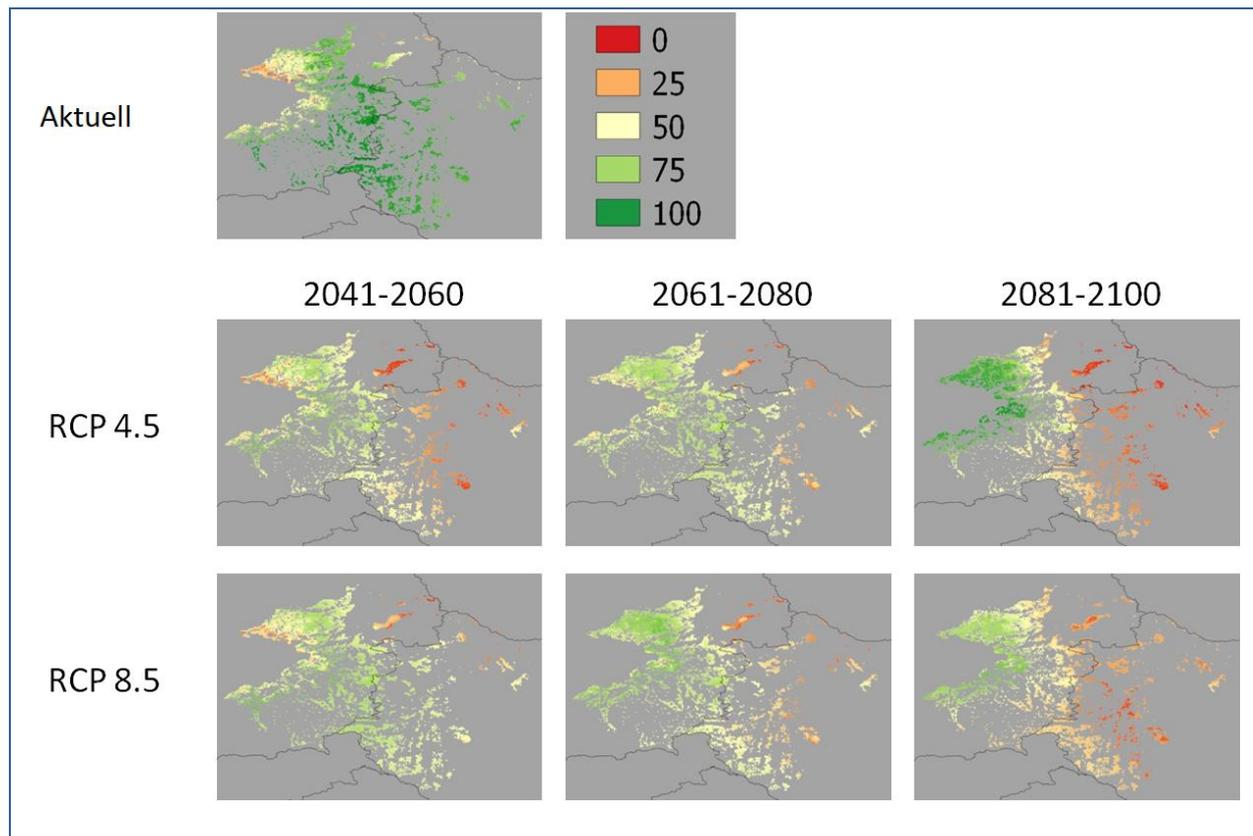


Abbildung 8. Projizierte Änderungen der Eintrittswahrscheinlichkeit (in % in Verbindung mit verschiedenen Farben) der Traubeneiche (Quercus petraea) in der österreichisch-ungarischen Grenzregion

Die Bewertung der Vulnerabilität für die Traubeneiche zeigt eine generell hohe Vulnerabilität in Tiefland- und kollinen Eichenbeständen sowie die Möglichkeit einer Verbreitungserweiterung in den subalpinen und alpinen Lagen Österreichs, wo die Traubeneiche in der Lage sein könnte, aus lokalen Habitatverlusten der Buche Kapital zu schlagen (Abb. 9).

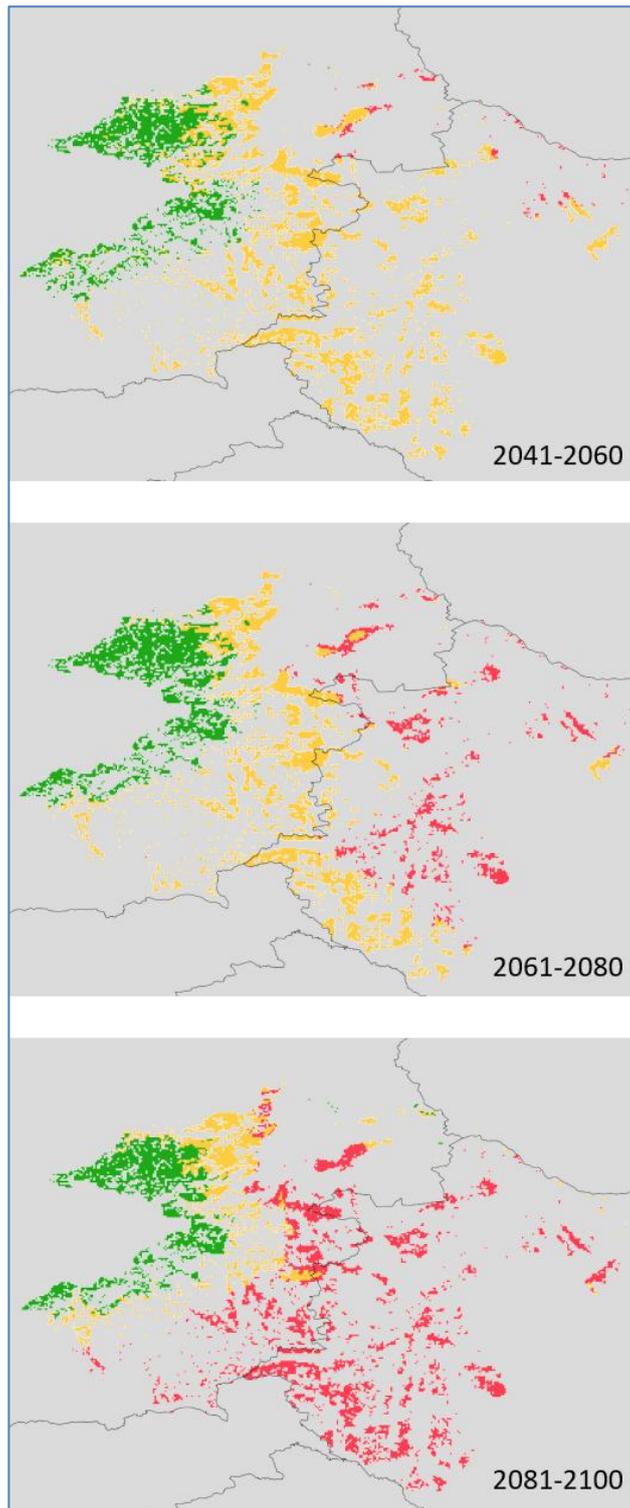


Abbildung 9. Vulnerabilität der Rotbuchenbestände (*Fagus sylvatica*) in der österreichisch-ungarischen Grenzregion (grün: nicht gefährdet, gelb: mäßig, rot: stark gefährdet)

Quellen

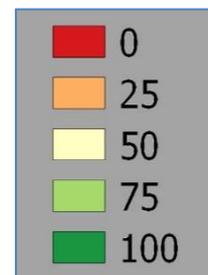
- BREIMAN L. (2001) RANDOM FORESTS. MACH LEARN 45:5–32. DOI: 10.1023/A:1010933404324
- CHAKRABORTY D., DOBOR L., ZOLLES A., HLÁSNY T., SCHÜLER S. (2020): High-resolution gridded climate data for Europe based on bias-corrected EURO-CORDEX: the ECLIPS-2.0 dataset. Geoscience Data Journal, DOI: 10.1002/gdj3.110
- CHAKRABORTY D., MÓRICZ N., RASZTOVITS E., DOBOR L., SCHÜLER S. (2021): Provisioning forest and conservation science with high-resolution maps of potential distribution of major European tree species under climate change. Annals of Forest Science 78, 26
<https://doi.org/10.1007/s13595-021-01029-4>
- COPERNICUS LMS: <https://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/forests/tree-cover-density/status-maps/tree-cover-density-2018>, accessed on 04.02. 2021.
- MAURI A, STRONA G, SAN-MIGUEL-AYANZ J (2017): EU-Forest, a high-resolution tree occurrence dataset for Europe. Sci Data 4:1–8. DOI: 10.1038/sdata.2016.123
- SENAV SD., WORNER SP., IKEDA T. (2013): Novel Three-Step Pseudo-Absence Selection Technique for Improved Species Distribution Modelling. PLoS ONE 8(8): e71218. DOI: 10.1371/journal.pone.0071218
- THUILLER W, ALBERT C, ARAÚJO MB, ET AL (2008): Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges. Perspect Plant Ecol Evol Syst 9:137–152. DOI: 10.1016/j.ppees.2007.09.004
- VAN VUUREN DP, EDMONDS J, KAINUMA M, ET AL (2011): The representative concentration pathways: An overview. Clim Change 109:5–31. DOI: 10.1007/s10584-011-0148-z

Anhänge

Anhang I

Eintrittswahrscheinlichkeitskarten für Rotbuche und Traubeneiche für die österreichisch-ungarische Grenzregion für die Zeiträume 1961-1990 (betrachtet als Ist-Zustand), 2041-2060, 2061-2080 und 2081-2100 basierend auf den Szenarien RCP4.5 und RCP 8.5.

Die folgenden Karten haben die gleiche Farbkodierung basierend auf dem Wahrscheinlichkeitsprozentsatz.



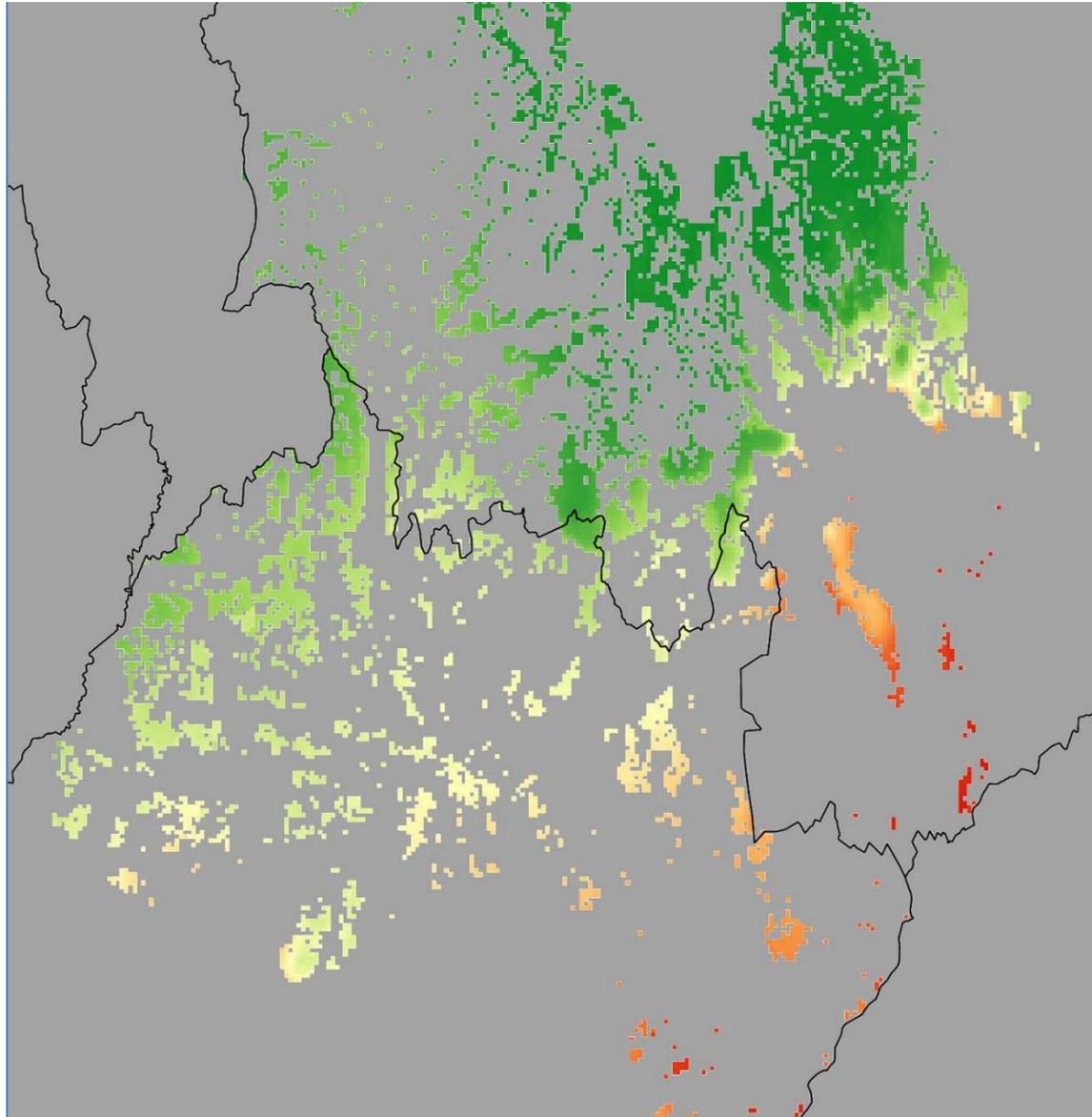


Abbildung AI.1. Eintrittswahrscheinlichkeit der Rotbuche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 1961-1990 (betrachtet als aktueller Zustand).

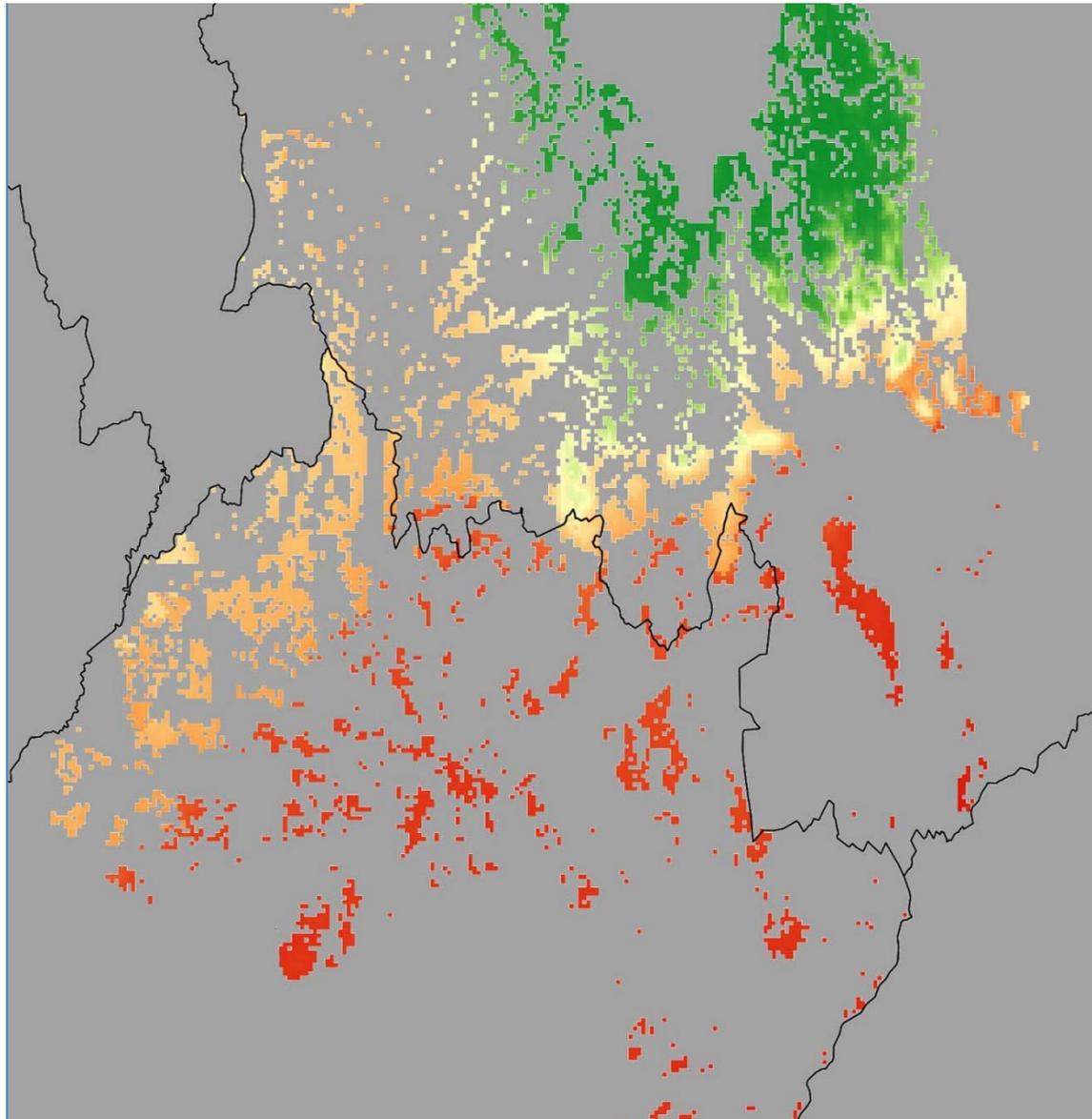


Abbildung A1.2. Eintrittswahrscheinlichkeit der Rotbuche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2041-2060, basierend auf RCP4.5.

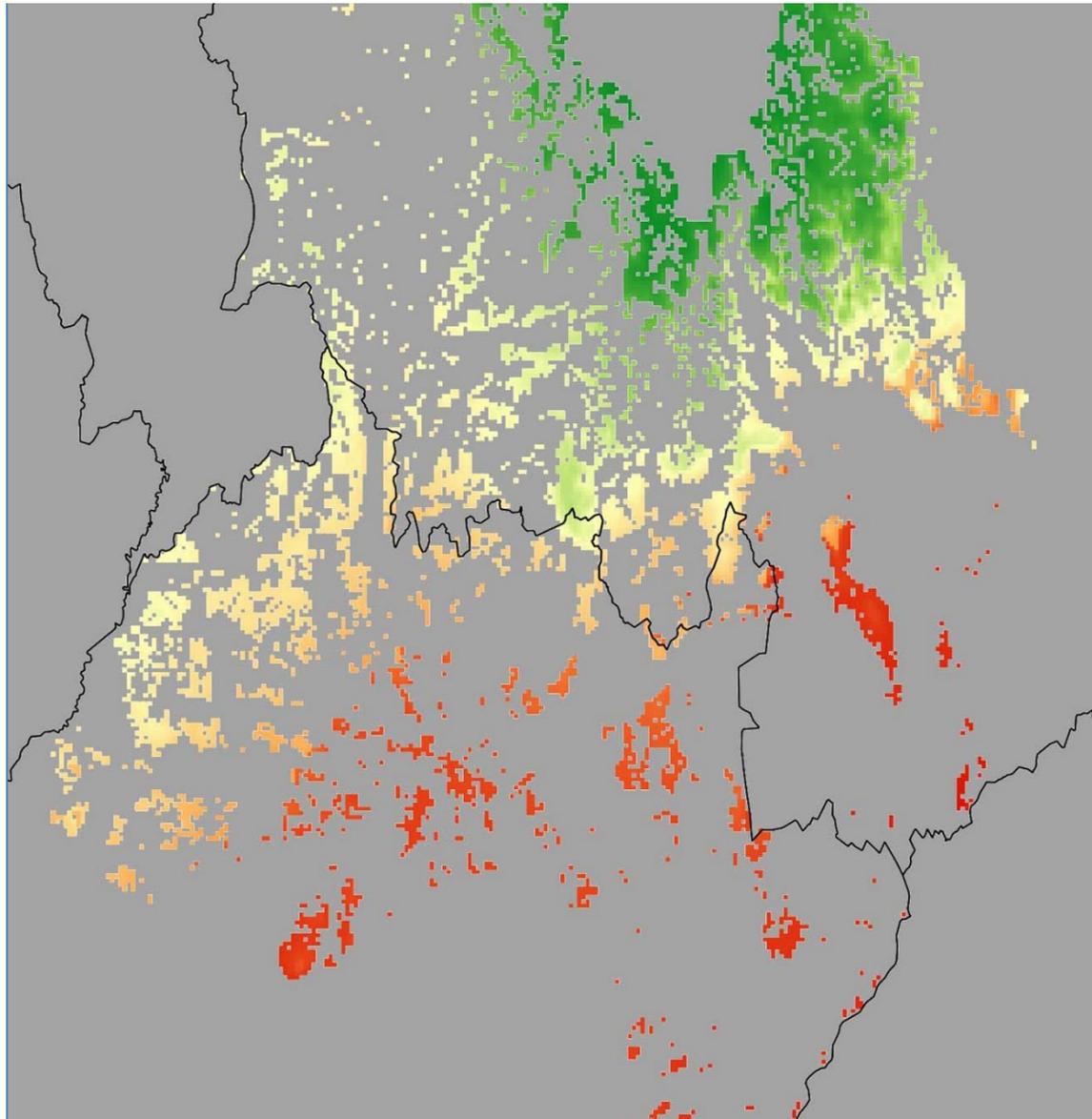


Abbildung A1.3. Eintrittswahrscheinlichkeit der Rotbuche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2061-2080, basierend auf RCP4.5.

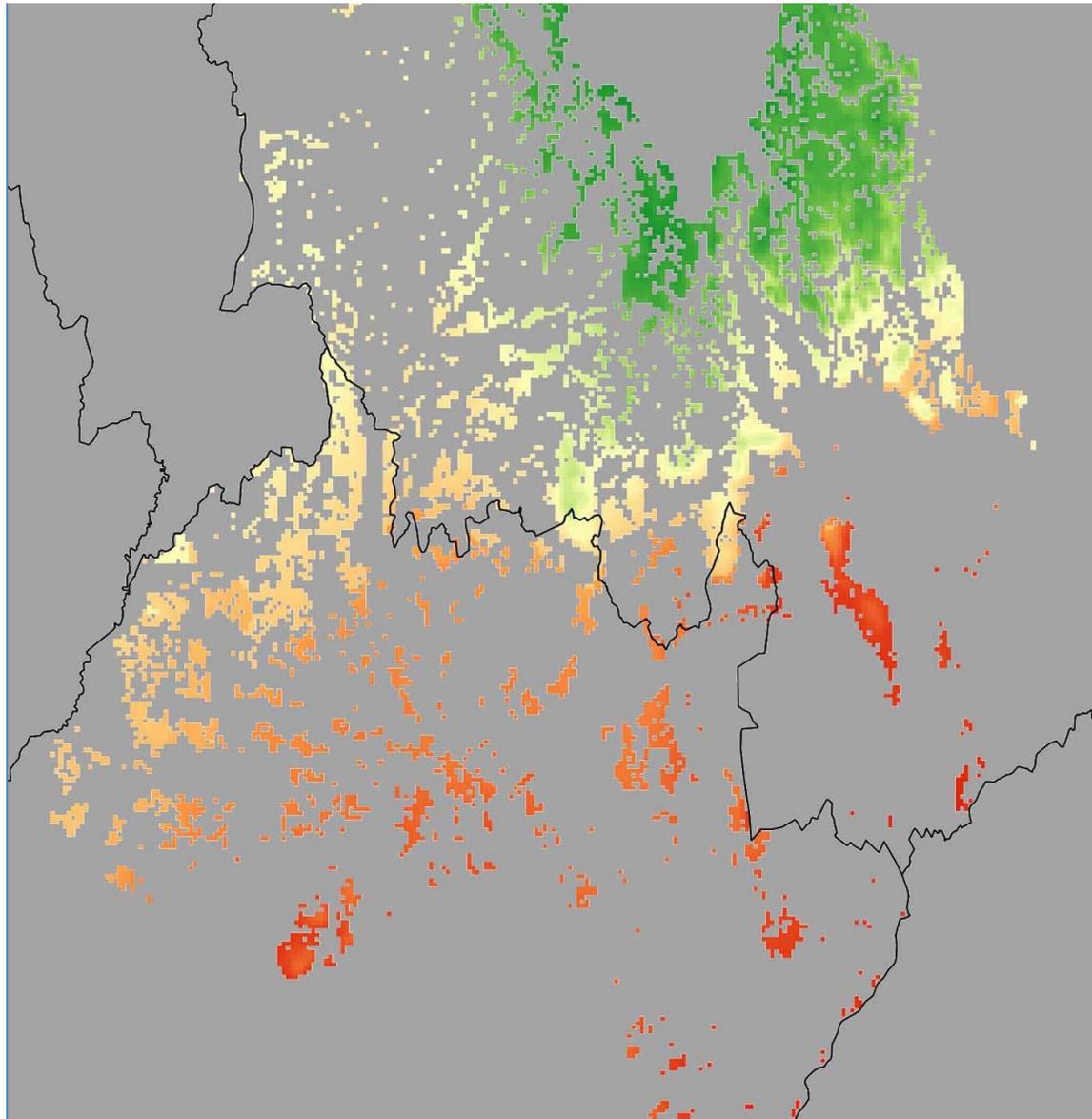


Abbildung A1.4. Eintrittswahrscheinlichkeit der Rotbuche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2081-2100, basierend auf RCP4.5.

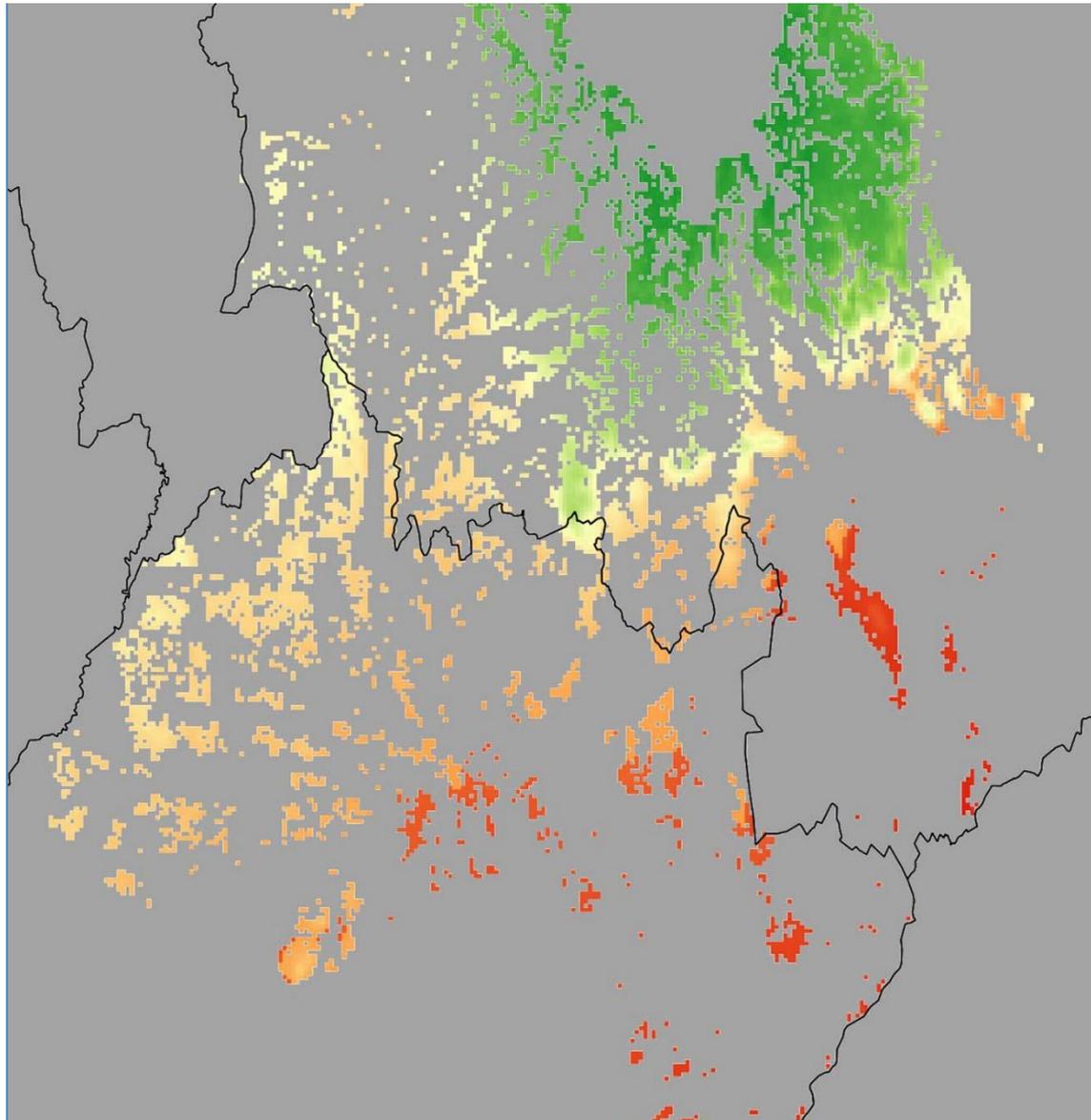


Abbildung A1.5. Eintrittswahrscheinlichkeit der Rotbuche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2041-2060, basierend auf RCP8.5.

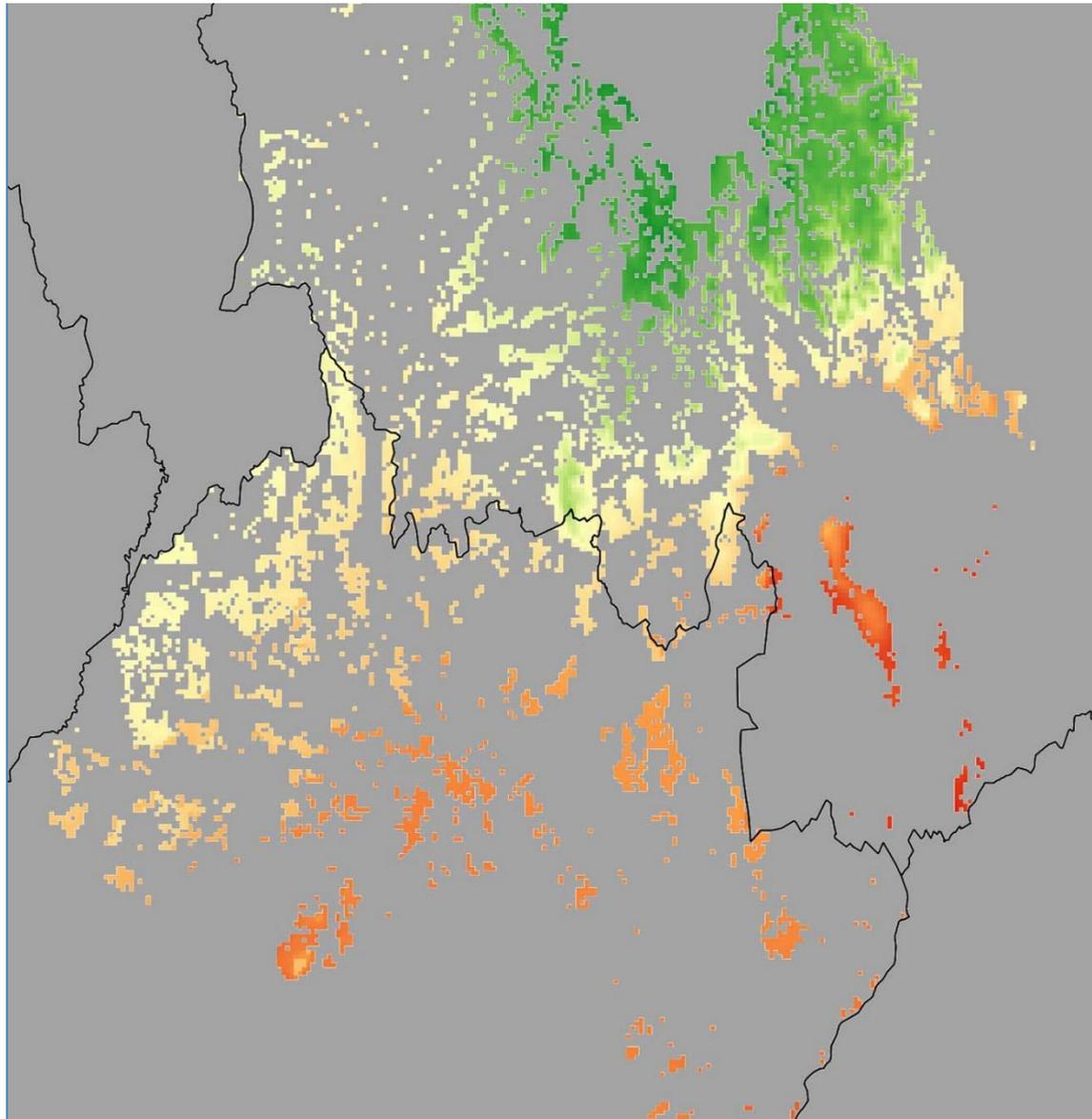


Abbildung A1.6. Eintrittswahrscheinlichkeit der Rotbuche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2061-2080, basierend auf RCP8.5.

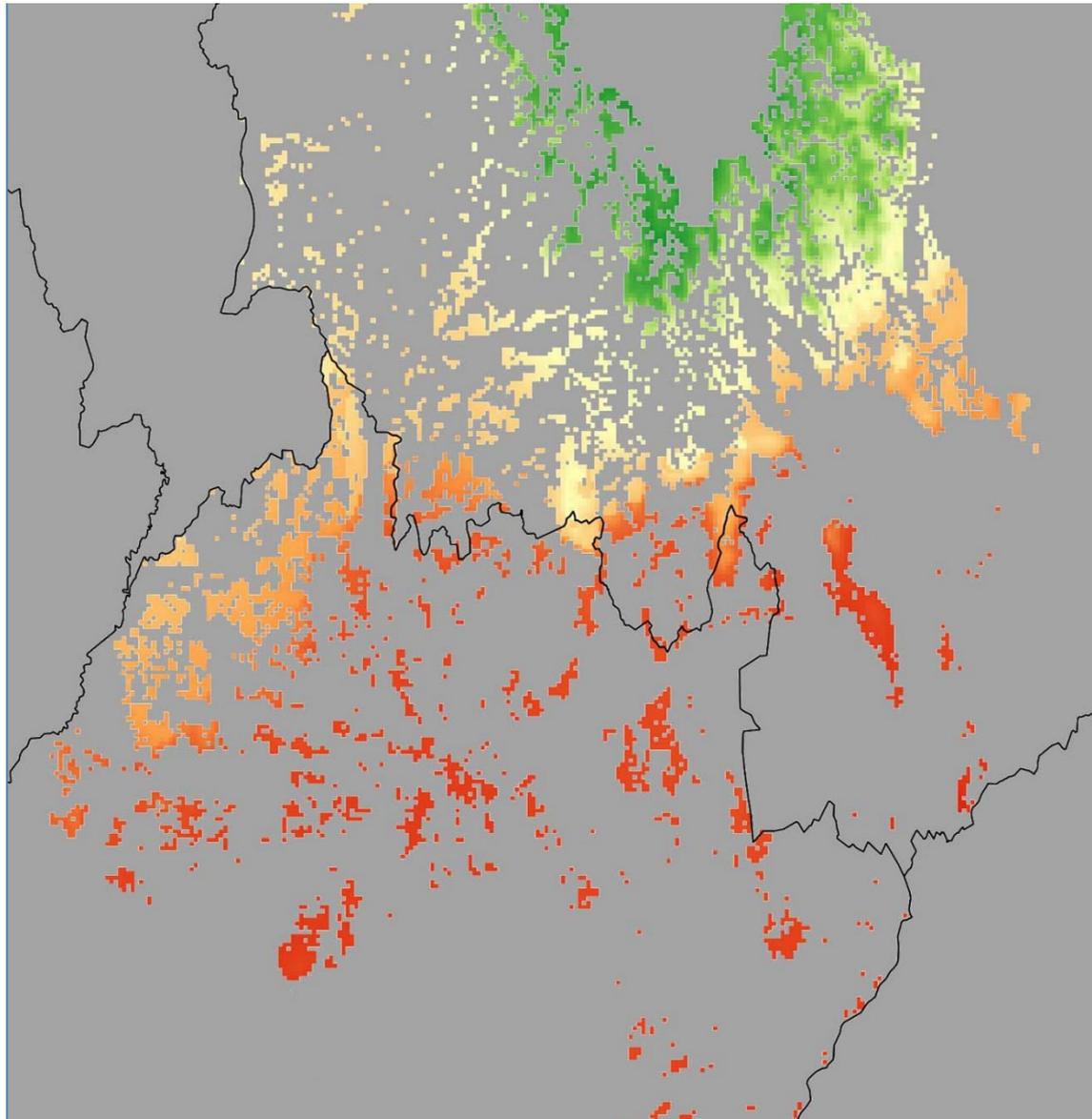


Abbildung A1.7. Eintrittswahrscheinlichkeit der Rotbuche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2081-2100, basierend auf RCP8.5.

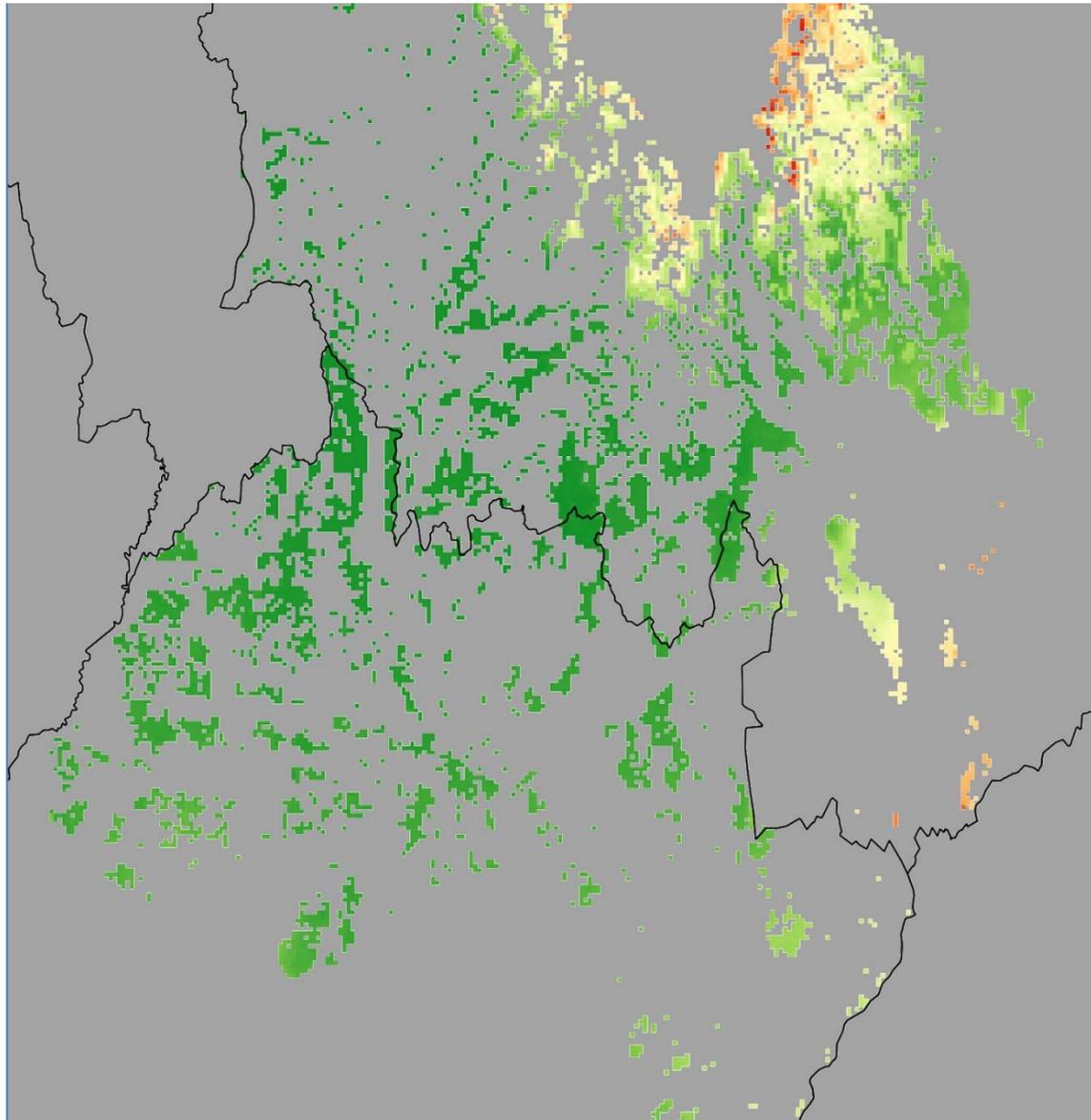


Abbildung A1.8. Eintrittswahrscheinlichkeit der Traubeneiche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 1961-1990 (als aktueller Zustand betrachtet).

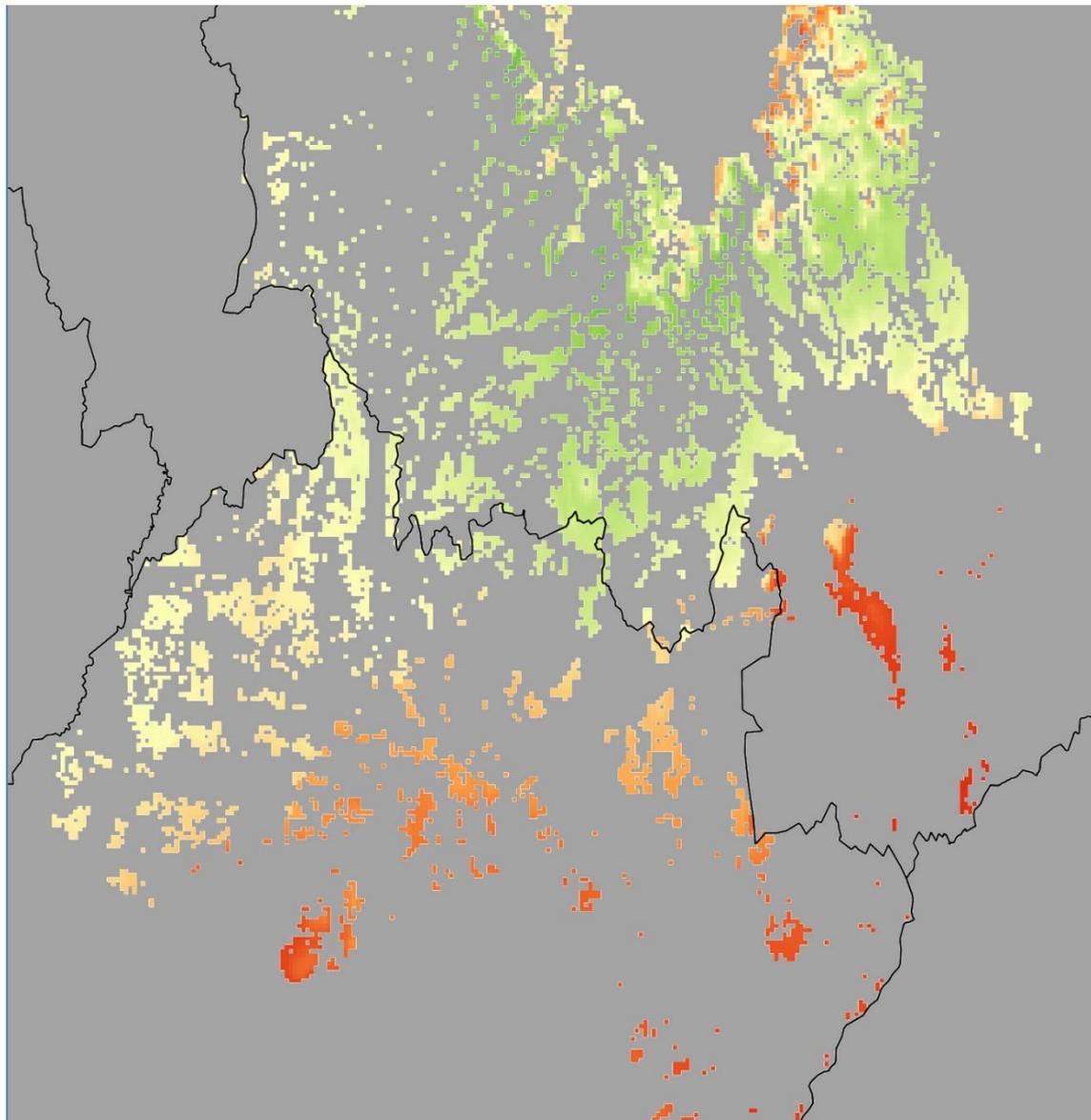


Abbildung A1.9. Eintrittswahrscheinlichkeit der Traubeneiche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2041-2060, basierend auf RCP4.5.

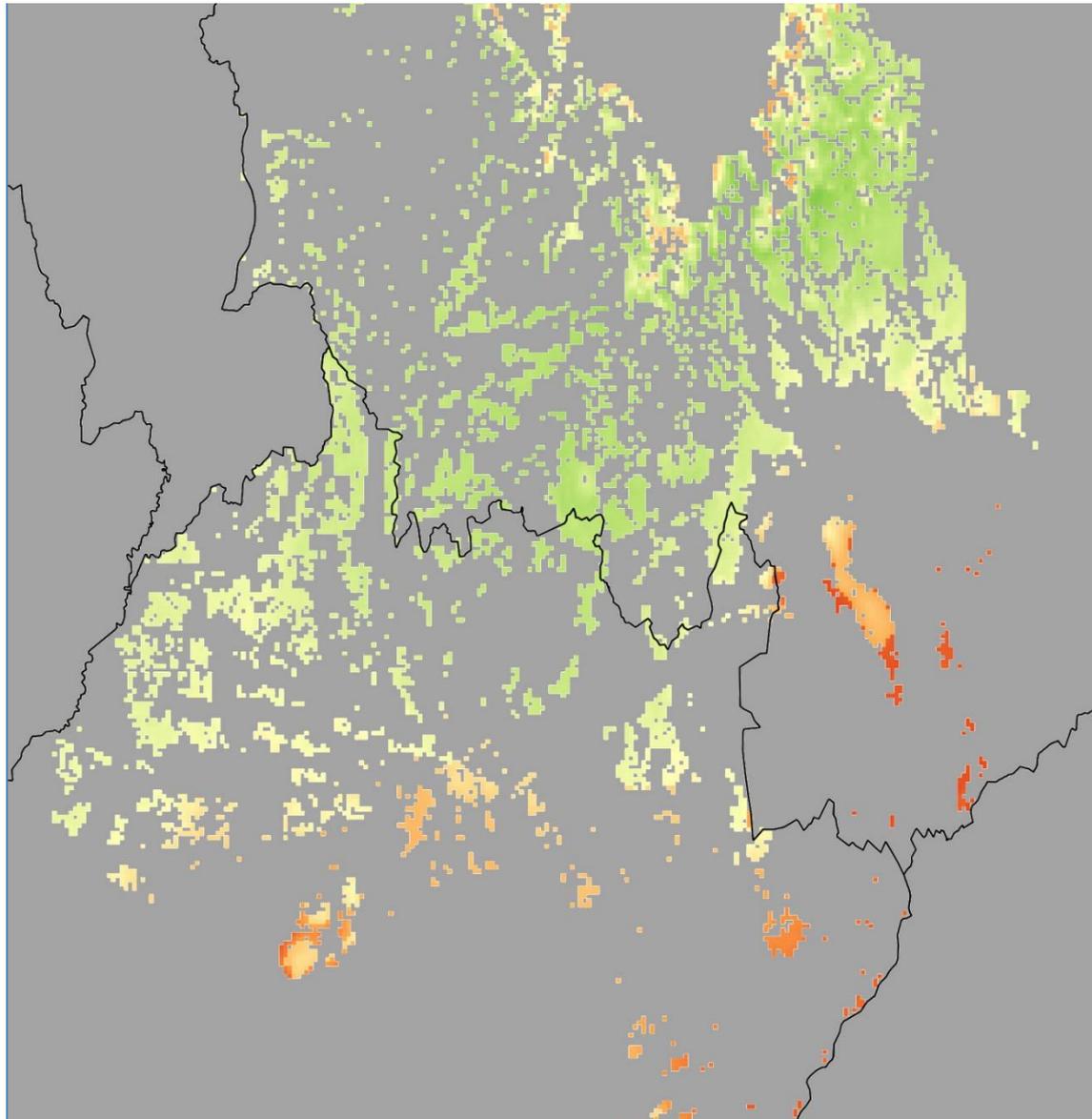


Abbildung AI.10. Eintrittswahrscheinlichkeit der Traubeneiche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2061-2080, basierend auf RCP4.5.

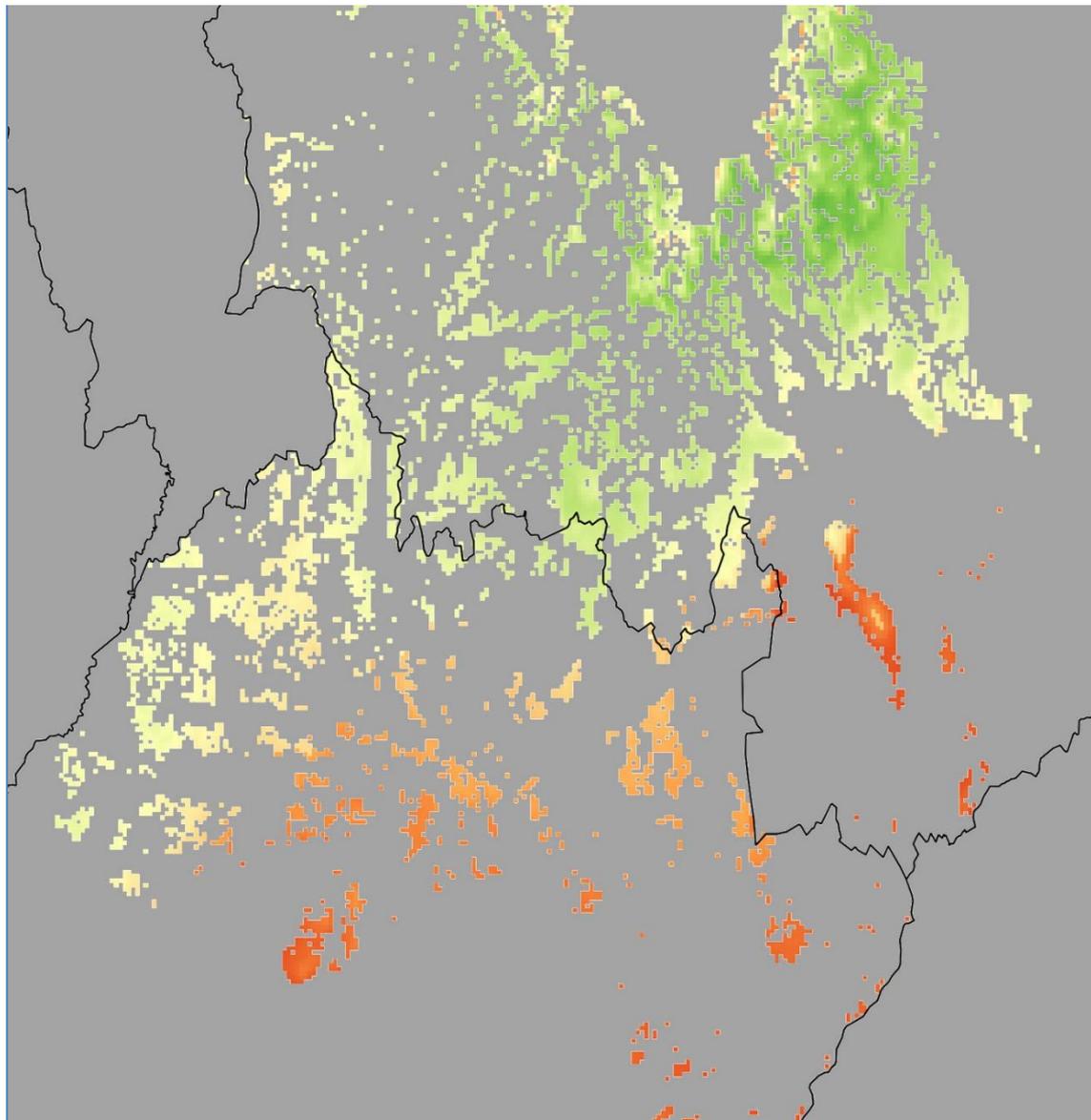


Abbildung AI.11. Eintrittswahrscheinlichkeit der Traubeneiche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2081-2100, basierend auf RCP4.5.

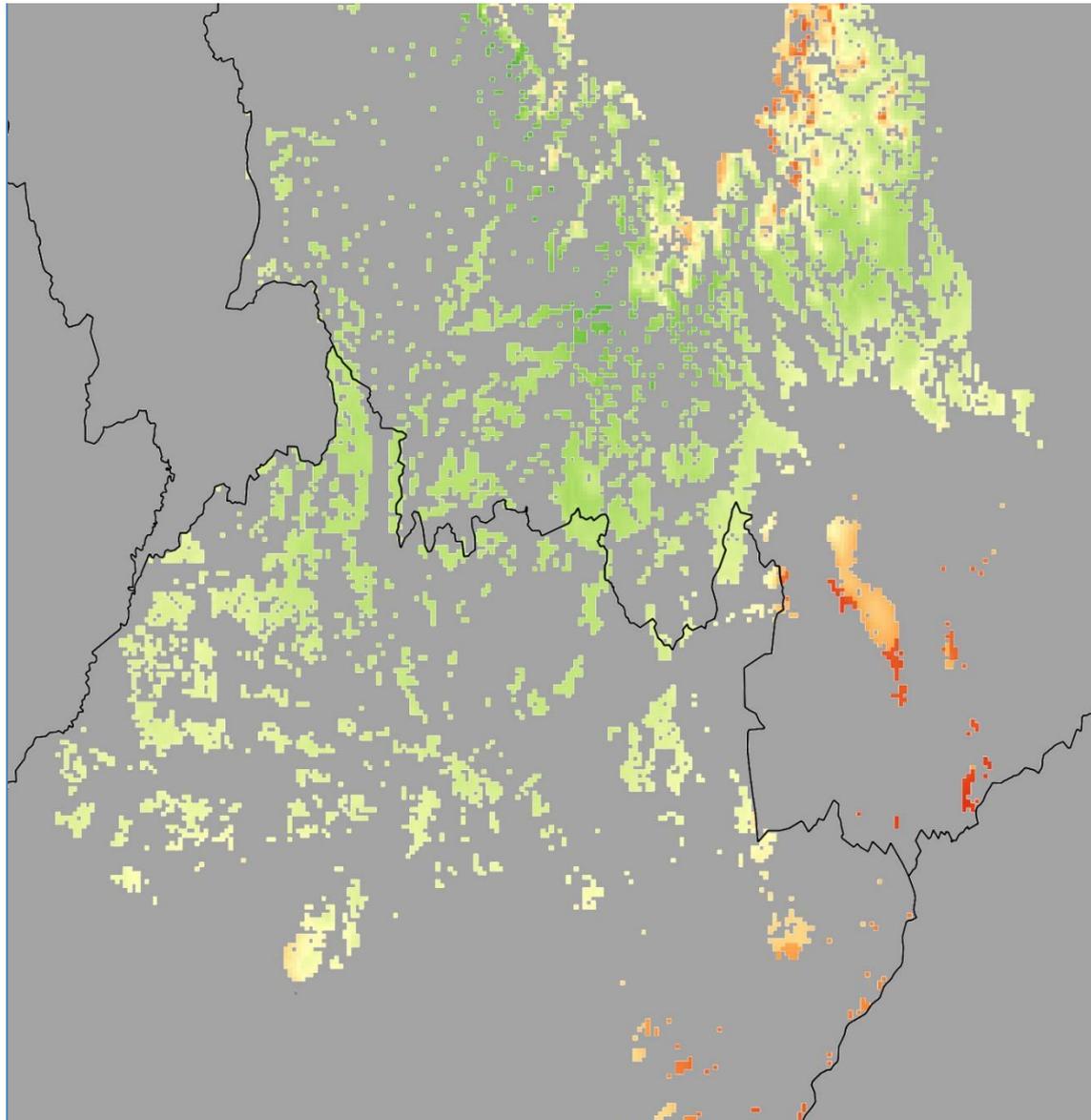


Abbildung AI.12. Eintrittswahrscheinlichkeit der Traubeneiche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2041-2060, basierend auf RCP8.5.

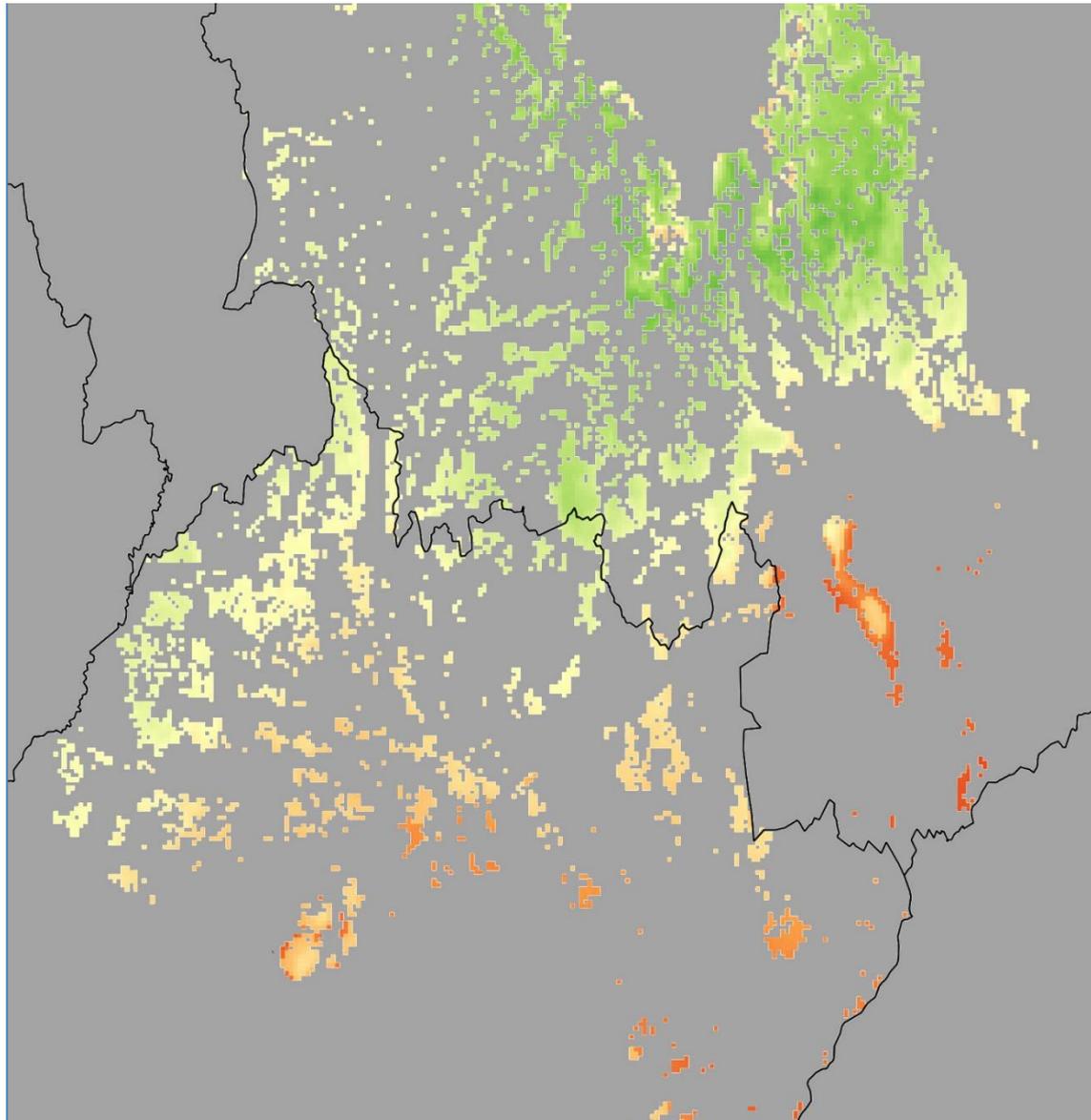


Abbildung AI.13. Eintrittswahrscheinlichkeit der Traubeneiche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2061-2080, basierend auf RCP8.5.

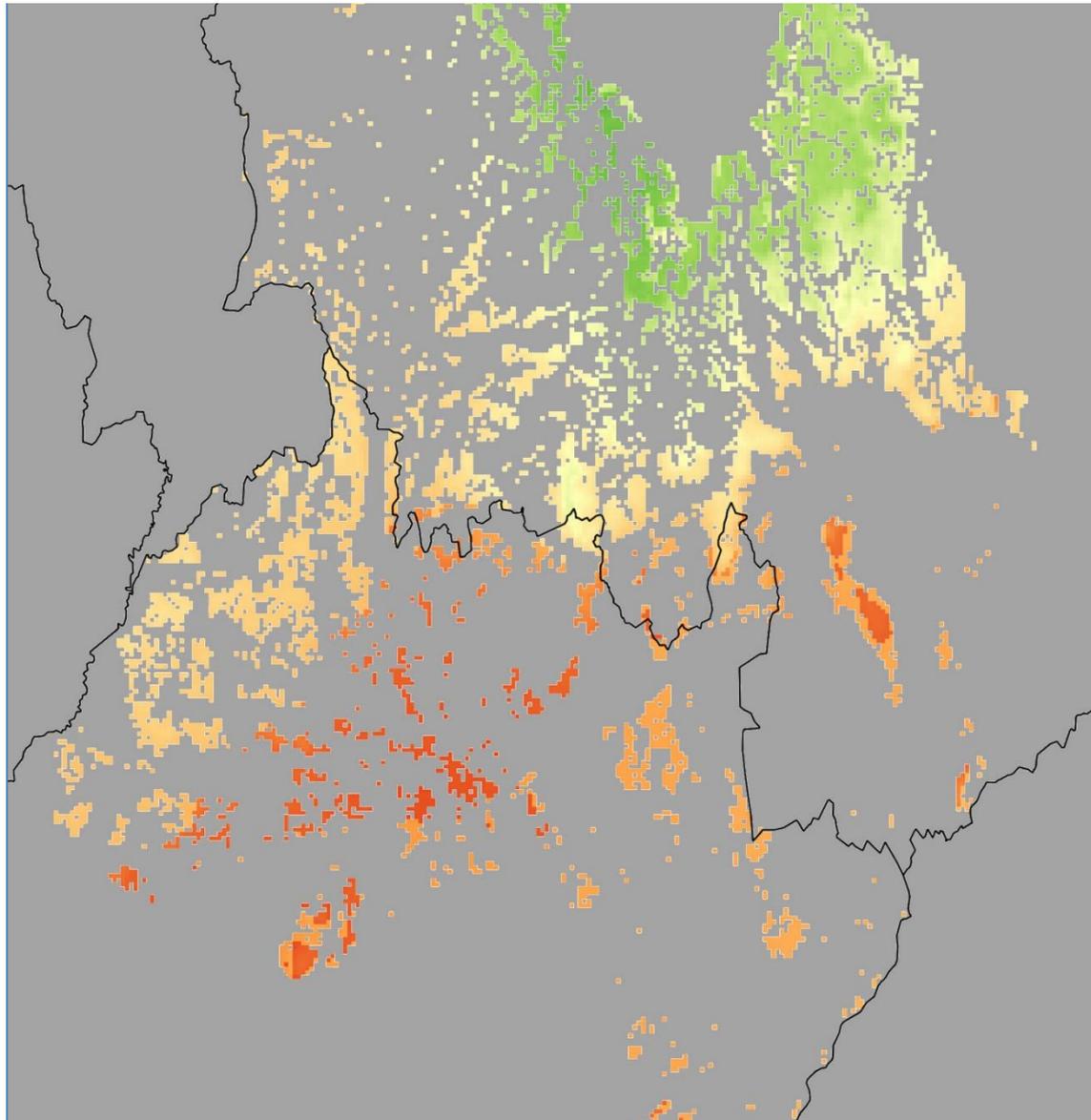


Abbildung AI.14. Eintrittswahrscheinlichkeit der Traubeneiche in der österreichisch-ungarischen Grenzregion im Zeitraum 2081-2100, basierend auf RCP8.5.

Anhang II

Vulnerabilitätskarten für Rotbuche und Traubeneiche für die österreichisch-ungarische Grenzregion für die Zeiträume 2041-2060, 2061-2080 und 2081-2100 basierend auf dem RCP 8.5 Szenario.

Die folgenden Karten wurden aus den Verbreitungskarten der Arten abgeleitet, um die projizierte Abnahme der Eintrittswahrscheinlichkeit einer bestimmten Art im Laufe der Zeit darzustellen. Die Farbcodes sind einheitlich und zeigen nicht gefährdete, mäßig gefährdete und stark gefährdete Bestände in grün, gelb bzw. rot.

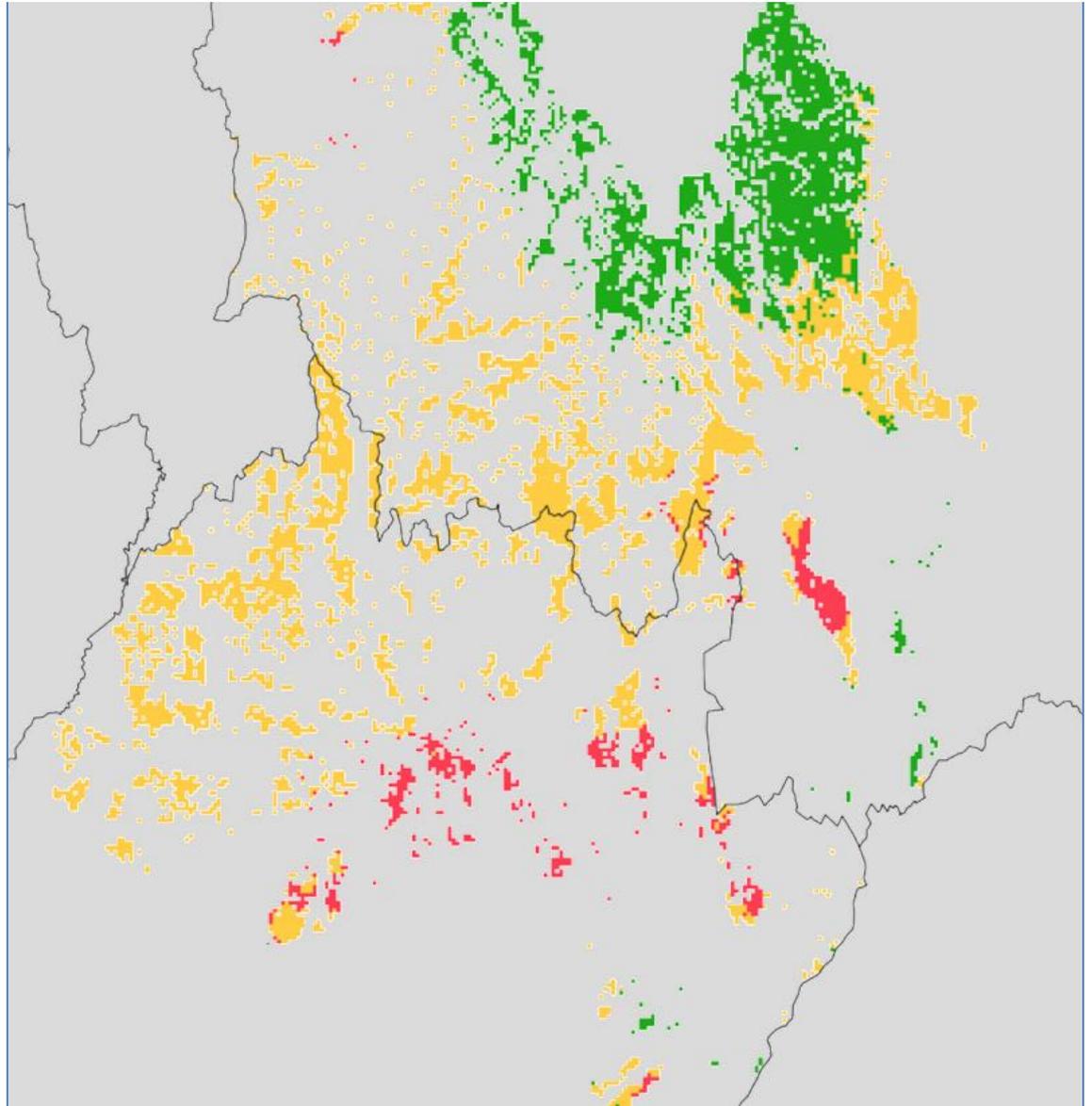


Abbildung AII.1. Vulnerabilität der Rotbuchenbestände in der österreichisch-ungarischen Grenzregion für den Zeitraum 2041-2060, basierend auf RCP 8.5.

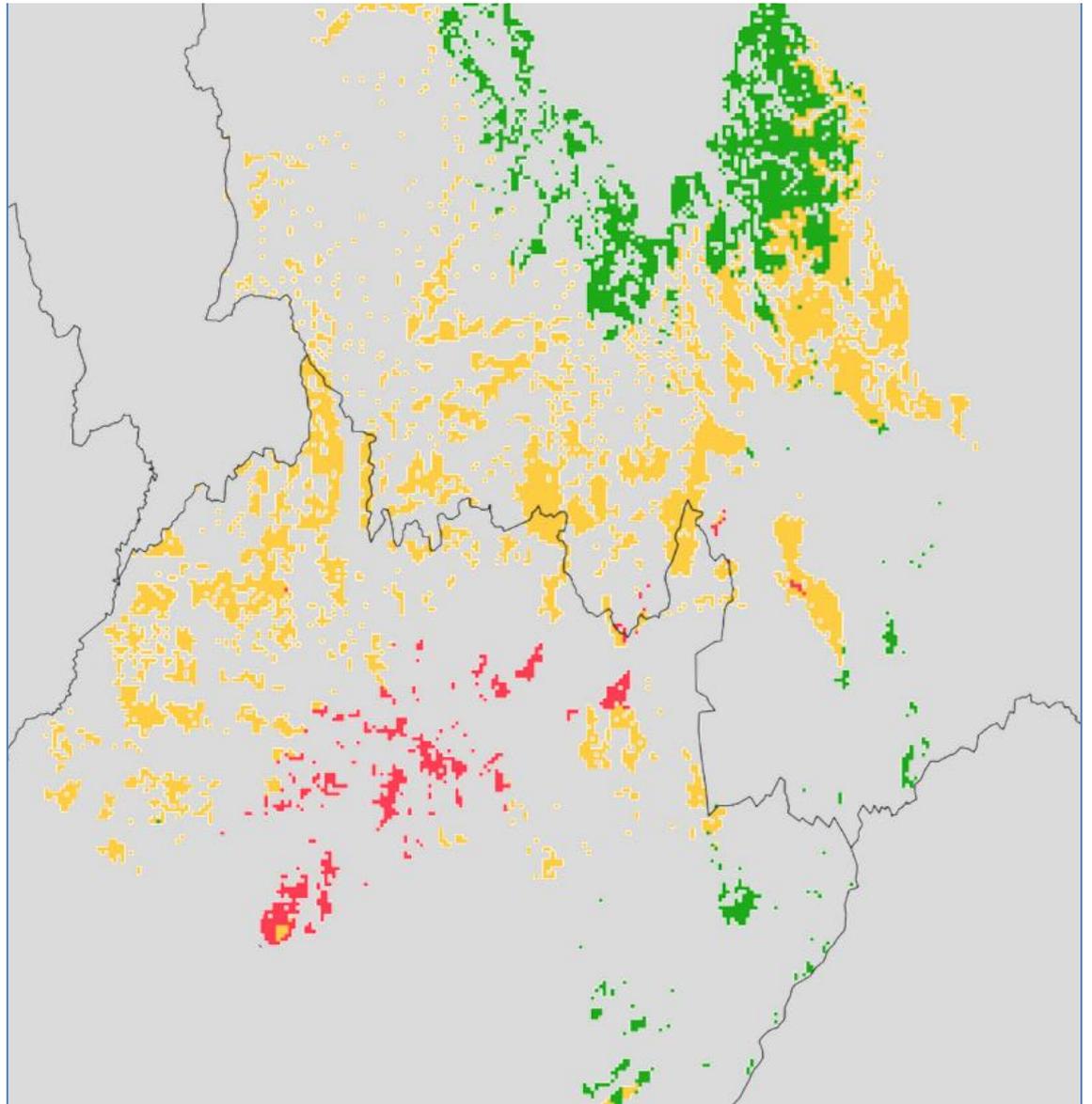


Abbildung AII.2. Vulnerabilität der Rotbuchenbestände in der österreichisch-ungarischen Grenzregion für den Zeitraum 2061-2080, basierend auf RCP 8.5.

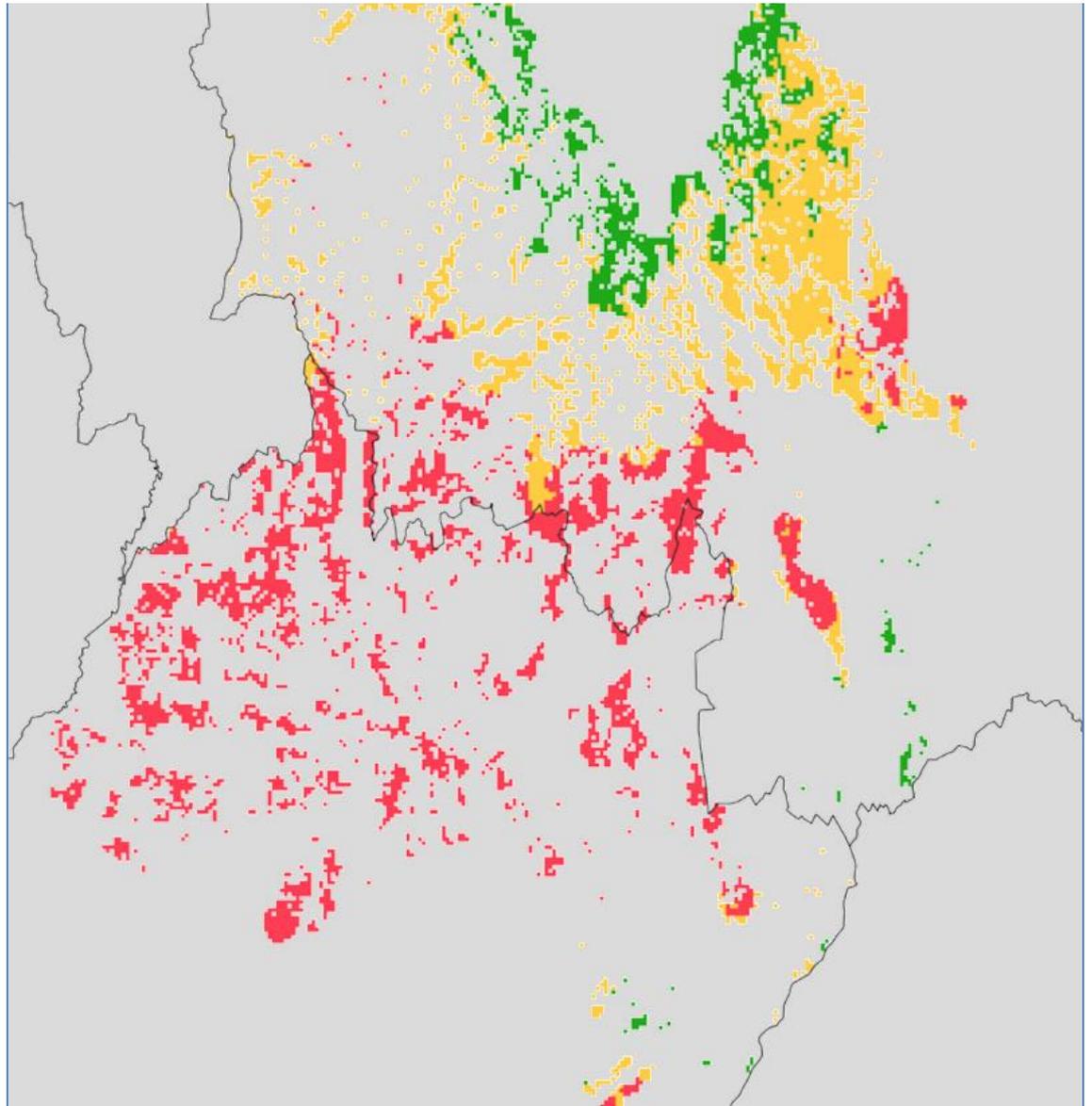


Abbildung AII.3. Vulnerabilität der Rotbuchenbestände in der österreichisch-ungarischen Grenzregion für den Zeitraum 2081-2100, basierend auf RCP 8.5.

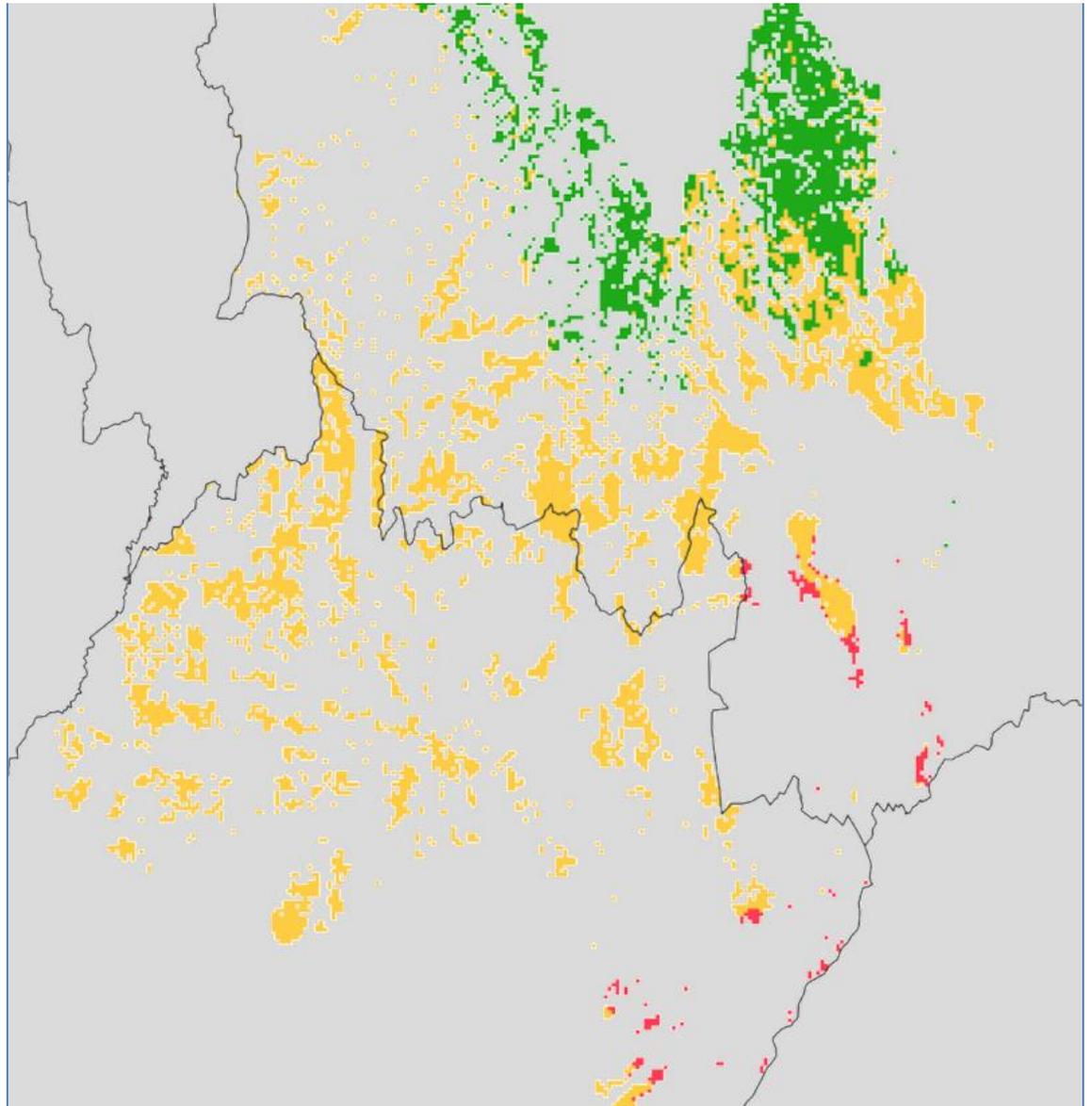


Abbildung All.4. Vulnerabilität der Traubeneichenbestände in der österreichisch-ungarischen Grenzregion für den Zeitraum 2041-2060, basierend auf RCP 8.5.

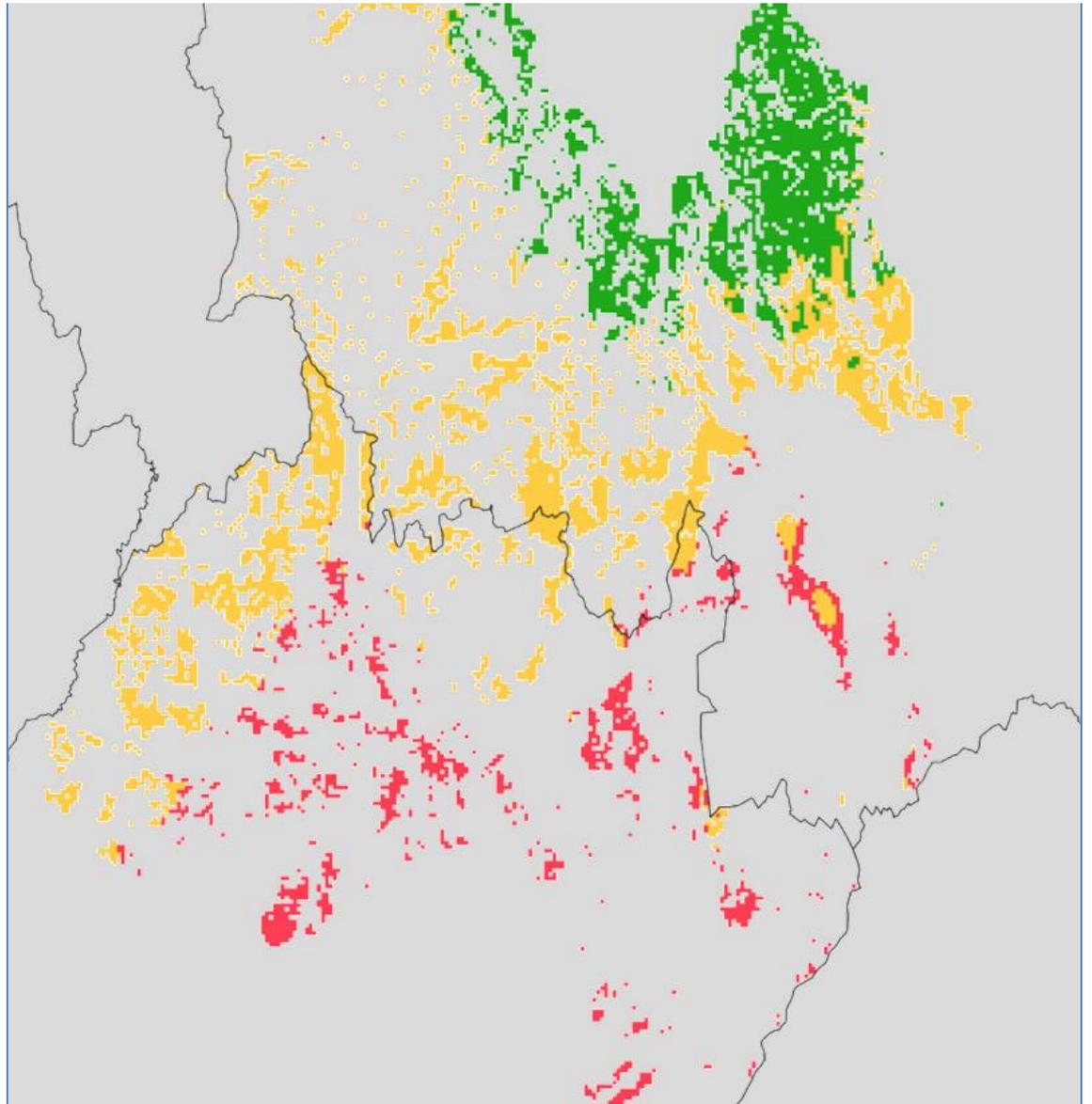


Abbildung AII.5. Vulnerabilität der Traubeneichenbestände in der österreichisch-ungarischen Grenzregion für den Zeitraum 2061-2080, basierend auf RCP 8.5.

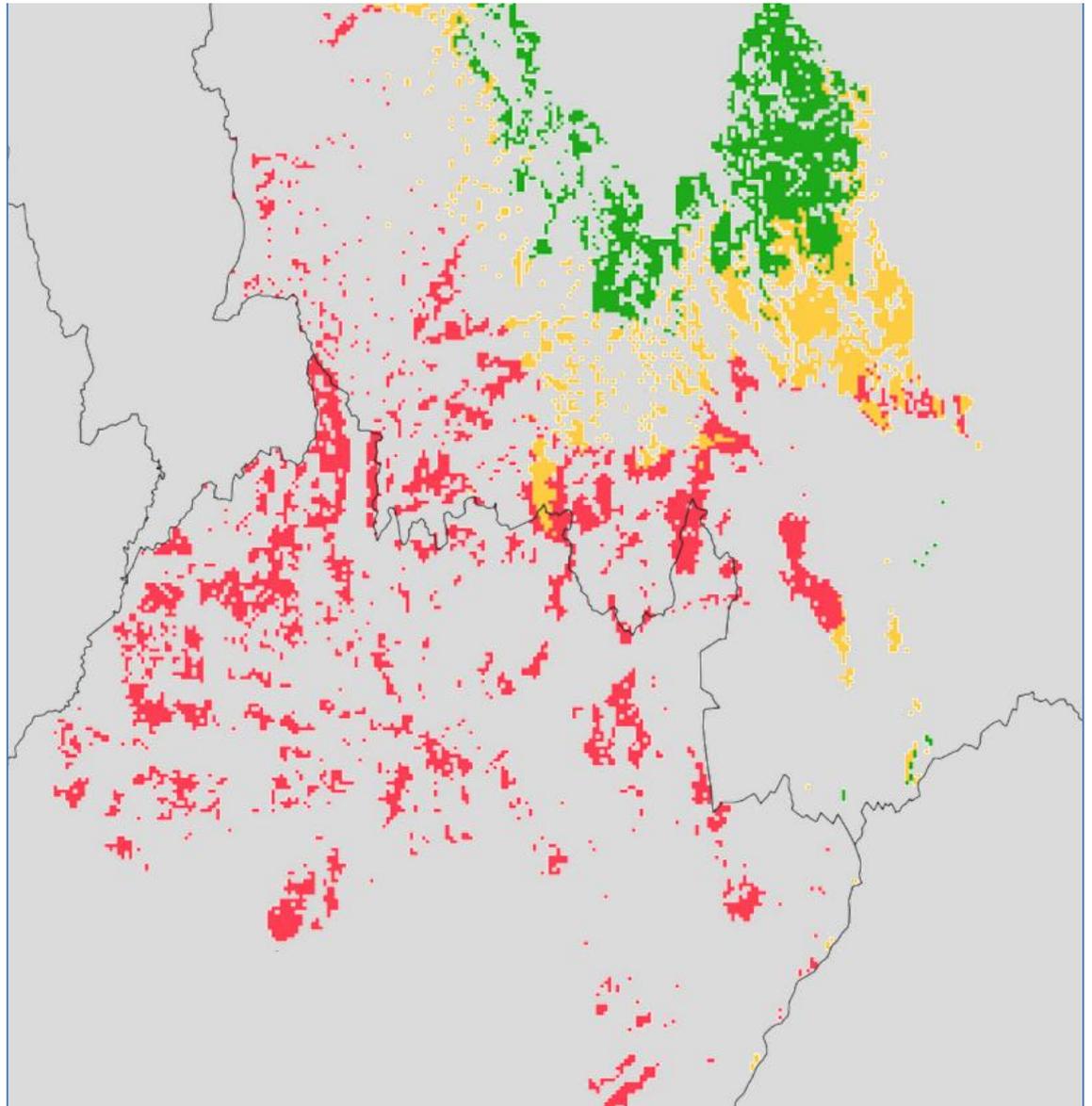


Abbildung All.6. Vulnerabilität der Traubeneichenbestände in der österreichisch-ungarischen Grenzregion für den Zeitraum 2081-2100, basierend auf RCP 8.5.