

## ClimAllergy: Deutsche Kurzfassung

Es gibt zahlreiche Hinweise darauf, dass der Klimawandel die Pollensaison verlängert und die Menge an Pollen sowie ihre Allergenität nachhaltig beeinflusst. Gleichzeitig fördert der Klimawandel die Einwanderung und Ausbreitung wärmeliebender Pflanzen mit starkem allergenen Potenzial. Die Kenntnisse über die Ausbreitungsdynamik solcher Pflanzenarten und ihre potenziellen Auswirkungen auf die Gesundheit der österreichischen Bevölkerung sind jedoch zurzeit begrenzt.

In dem Projekt ClimAllergy haben wir die allergenen Pflanzen Dreispaltiges Traubenkraut (*Ambrosia trifida*), Einjähriger Beifuß (*Artemisia annua*) und Rispenkraut (*Iva xanthiifolia*) als Modellpflanzen verwendet. Alle drei Arten sind Neophyten, d. h., sie sind nicht heimisch in Österreich. Das Dreispaltige Traubenkraut und das Rispenkraut stammen ursprünglich aus Nordamerika und der Einjährige Beifuß aus Asien. Diese wärmeliebenden Arten haben ihre Vorkommen und ihr Areal insbesondere in den Nachbarländern (z. B. Ungarn, Italien) in den letzten Jahren deutlich vergrößert. Daher ist zu erwarten, dass sich diese Arten – verstärkt durch den Klimawandel – auch in Österreich ausbreiten werden mit potenziellen gesundheitlichen Folgen für die Bevölkerung. Das Ziel des Projekts war es, die aktuelle Verbreitung der drei Modellpflanzen in Österreich und seinen Nachbarländern zu dokumentieren, ihr zukünftiges Areal zu prognostizieren sowie effektive und kostengünstige Maßnahmen zur Eindämmung und Kontrolle zu erarbeiten.

In den Arbeitspaketen 1 und 2 haben wir alle Verbreitungsdaten der drei Modellpflanzen in Österreich und den Nachbarländern (Deutschland, Tschechien, Slowakei, Norditalien, Kroatien [Mittel- und Ostkroatien], Slowenien, Schweiz, Serbien [Vojvodina], Ungarn) von ihrem Erstauftreten bis zum Jahr 2011 gesammelt (Quellenbasis: floristische Datenbanken, nationale Kartierungsprojekte und Herbarien, floristische Literatur und länderübergreifende Expertenbefragung). Die räumliche Auflösung der Funddaten folgt dem Quadrantenraster der floristischen Kartierung (5 x 3 geografische Minuten, ca. 33 km<sup>2</sup>). Basierend darauf haben wir die aktuelle Verbreitung dieser drei Arten kartografisch dokumentiert und ihre räumlich-zeitliche Ausbreitungsdynamik in Mittel- und Osteuropa analysiert. Insgesamt konnten wir für das Dreispaltige Traubenkraut 324 (Österreich: 8), den Einjährigen Beifuß 1804 (41) und für das Rispenkraut 1603 (44) Funde zusammentragen. Alle drei Arten sind zum ersten Mal im 19. Jahrhundert in Mittel- und Osteuropa aufgetreten. Die Arten blieben selten, erst ab Mitte des 20. Jahrhunderts sind Neufunde des Einjährigen Beifußes und des Rispenkrauts deutlich angestiegen, was bis heute anhält. Das Dreispaltige Traubenkraut breitete sich deutlich langsamer aus. In Österreich sind die Arten bis heute jedoch nur selten zu beobachten. Sie besiedeln vorwiegend ruderale Standorte (u. a. Müllplätze, Ödland), Straßenränder, Eisenbahnwege und landwirtschaftliche Flächen. Das Dreispaltige Traubenkraut und das Rispenkraut gelten als bedeutende landwirtschaftliche Unkräuter.

Des Weiteren haben wir eine Literaturrecherche zu den Auswirkungen aller drei Pflanzen auf die Gesundheit und die Landwirtschaft durchgeführt als Basis für das Arbeitspaket 4.

Im Arbeitspaket 3 haben wir für die drei Arten mit Hilfe einer Habitatmodellierung ihre geeigneten Habitate (auf Basis des Quadrantenrasters der floristischen Kartierung) unter aktuellen klimatischen Bedingungen in Mittel- und Osteuropa sowie eine Prognose ihres zukünftigen Ausbreitungsverhaltens unter Klimawandelszenarien abgebildet. Für die Habitatmodellierung wurden vier verschiedene Regressionstechniken ausgewählt und kombiniert ausgewertet (ensemble forecast): Generalized Linear Models (GLM), Generalized Additive Models (GAM), Boosted Regression Trees (GBM) und Multiple Adaptive Agression Splines (MARS). Dabei wurde ein umfassendes Set an Klimavariablen (WorldClim; <http://www.worldclim.org/bioclim>) und Umweltvariablen verwendet (topografische Daten, Infrastrukturinformationen, Landbedeckungsdaten, Fließgewässernetz). Der gewählte Prognosezeitraum war 2020 und 2050. Für die Vorhersagen wurden fünf globale Zirkulationsmodelle (CGCM2, EchAM5, HadCM3, HadCM3, HadGEM1) und drei Emissionsszenarien (moderate [B2] und stärkere [A1, A2] prognostizierte Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur) herangezogen. Die Ergebnisse der Habitatmodellierung liegen als Habitateignungskarten vor, wobei die Habitateignung für jeden Quadrant und jede Art in „ungeeignet“ und „geeignet“ eingeteilt wurde.

Die Ergebnisse zeigen, dass die gegenwärtigen Invasions-Hotspots für alle drei Arten in Norditalien und in Gebieten mit einem kontinentalen und wärmeren Klima liegen. In Österreich sind unter gegenwärtigen Klimabedingungen 7,85 %, 10,53 % bzw. 12,75 % der Fläche (östliches Donautiefland, Wiener Becken) für das Dreispaltige Traubenkraut, den Einjährigen Beifuß und das Rispenkraut geeignet. Das Ausmaß der Zunahme der besiedelbaren Fläche ist mit der Intensität des vorhergesagten Klimawandels und dem Zeithorizont eng korreliert. Die geeignete Fläche erhöht sich für den Einjährigen Beifuß und für das Rispenkraut um nahezu das Dreifache bis 2050, während das Invasionsrisiko des Dreispaltigen Traubenkrauts je nach gewähltem Szenario eher gleichbleibt oder gar abnimmt. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass alle drei Arten zurzeit keine Gefahr für die Gesundheit (und Landwirtschaft) darstellen, da sie nur selten in Österreich auftreten. Allerdings zeigt die Habitatmodellierung ein großes bisher nicht realisiertes Invasionspotenzial für alle Arten unter gegenwärtigen Klimabedingungen. Hinzu kommt, dass insbesondere der Einjährige Beifuß und das Rispenkraut vom Klimawandel stark profitieren werden. Daher ist eine Strategie zur Eindämmung und Kontrolle der Arten notwendig. Dabei ist wichtig, die Kosten für die Gesundheit und Landwirtschaft abzuschätzen, weil sie in Relation gesehen werden müssen zu den Kosten, die eine Eindämmung der Pflanze verursacht.

Im Arbeitspaket 4 wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse für Österreich durchgeführt unter dem Gesichtspunkt, ob Ressourcen (Kosten) für ein vorsorgliches Management gegen die weitere Ausbreitung der drei Arten verwendet werden sollen und ob die Kosten geringer als die Nutzeffekte (für das Gesundheitswesen und die Landwirtschaft) dieser Maßnahmen sind. Die Pollenbelastung für die Bevölkerung in einem Quadranten wurde für zwei Klimawandelszenarien („konservativ“ [CGCM2 B2] vs. „worst case“ [HadCM3 A1]), zwei Ausbreitungsmodelle („realistisch“ mit einer radialen Ausbreitung um

bestehende Populationen und zufallsbedingte Besiedlung von Quadranten durch eine Fernausbreitung vs. „maximal“ d. h., alle geeigneten Habitate werden besiedelt) und zwei Maßnahmenszenarien („keine Bekämpfung“: ungehinderte Ausbreitung, Pollenbelastung durch lokale Populationen und Pollenzuflug aus den Nachbarländern; „vollständige Bekämpfung“: Ausrottung auftretender Populationen in Österreich, Pollenzuflug nur aus den Nachbarländern) simuliert. Diese acht Ausbreitungsmodelle lieferten Daten für die Pollenbelastung und den Befall der Quadranten im Dreijahresintervall für den Zeitraum bis 2050. Für die Berechnung der Pollenbelastung wurde ein einfacher isotroper Gaußscher Kern verwendet mit der höchsten Belastung im Kern selbst und einer Abnahme zur äußeren Grenze. In einem weiteren Schritt wurde die betroffene Bevölkerung in jedem Quadranten berechnet, indem diese mit Bevölkerungsdaten verschnitten wurde. Dabei wurde auch die zukünftige Bevölkerungsentwicklung berücksichtigt.

Daraufhin wurden die Kosten für ein Managementprogramm (Aktionsplan: Koordination, Training des Personals, Präventionssystem u. a., GIS-Datenbank zur Dokumentation der Verbreitung, Kosten für die direkte Bekämpfung der Arten in jedem Quadranten) und die Nutzeffekte für das Gesundheitswesen (vermiedene Kosten pro Patient) und die Landwirtschaft (vermiedene Ertragsverluste pro ha) abgeschätzt. Die durchschnittlichen Behandlungskosten für einen Patienten haben wir auf 700 € („konservatives“ Szenario) bzw. 1.683 € („worst case“ Szenario) geschätzt. Um die Mehrkosten für die Behandlung von Allergien verursacht durch unsere Modellpflanzen abzuschätzen, haben wir angenommen, dass diese Arten die Pollensaison um zwei Monate verlängern (die Pflanzen blühen im Spätsommer und bis in den Herbst). Anders ausgedrückt besteht der Nutzeffekt darin, dass die Pollensaison in ihrem derzeitigen Ausmaß bleibt. Die damit verbundenen Mehrkosten belaufen sich daher auf 2/12 der durchschnittlichen Behandlungskosten eines Patienten. Für die Landwirtschaft wurde entsprechend ein „konservatives“ (1 % Ertragsverlust) und ein „worst case“ Szenario (5 %) gewählt, um die Auswirkungen auf ausgesuchte landwirtschaftliche Kulturen (Mais, Sojabohne, Sonnenblume) zu simulieren. Die Nutzeffekte für die Landwirtschaft wurden auf Basis der gefährdeten Anbaufläche in jedem Quadranten (Input von den Ausbreitungsmodellen, Daten zur Anbaufläche) und den Erzeugerpreisen und Erträgen berechnet.

Die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse zeigen, dass (1) für alle Szenarien Nutzeffekte generiert werden. Sogar für das „konservativste“ Szenario (d. h. unter der Annahme eines moderaten Klimawandels, geringen Behandlungskosten und Ertragsverlusten in der Landwirtschaft) liegen die Nutzeffekte bei 96,4 Mio. € (0 % Diskontsatz) bzw. 34,5 Mio. € (5 %). Beim „worst case“ und dem am wenigsten wahrscheinlichen Szenario liegen die Nutzeffekte entsprechend deutlich höher 2.747,7 € Mio. (0 % Diskontsatz) bzw. 884,4 Mio. € (5 %). Darüber hinaus (2) beruht der überwiegende Teil dieser Nutzeffekte auf der Vermeidung allergiebedingter Erkrankungen und (3) bei einer Einzelbetrachtung der drei Arten würde die Bekämpfung des Einjährigen Beifußes die größten Nutzeffekte erbringen. Des Weiteren (4) deuten die Ergebnisse darauf hin, dass eine zeitnahe Bekämpfung des Einjährigen Beifußes und des Rispenkrauts zu positiven Nutzeffekten führt.

Bei der Interpretation der Ergebnisse sind einige Limitierungen zu berücksichtigen. Zuverlässige Daten zur Auswirkung der drei Arten auf die Gesundheit waren nur unzureichend vorhanden, daher mussten wir auf Daten naher verwandter Arten derselben Pflanzenfamilie (*Ambrosia artemisiifolia*, *Artemisia vulgaris*) zurückgreifen. Die Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Kulturen stellen nur eine grobe Schätzung dar und beruhen nicht auf experimentellen Untersuchungen. Die Modellierung der Pollenbelastung wurde relativ vereinfacht durchgeführt. Schlussendlich beruhen die Kosten für die polleninduzierten Krankheiten auf sehr spezifischen Annahmen. Besonders schwierig erwies es sich, die resultierenden Mehrkosten zusätzlich zu den bestehenden Kosten zu quantifizieren, weshalb wir einen konservativen Kostensatz veranschlagt haben.

Das Projekt vermittelt einen Eindruck der Kostendimension des Problems der allergenen Pflanzen und es unterstreicht, dass durch proaktive, zeitnahe und konzertierte Maßnahmen gegen solche Pflanzen zukünftig anfallende Kosten deutlich begrenzt werden können. Darüber hinaus zeigt das Projekt, dass Kosten-Nutzen-Analysen ein geeignetes Instrument sind, um Auswirkungen und ökonomische Kosten von aufkommenden invasiven Pflanzenarten zu erfassen.