

GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

Uploaddatum: 20.03.2026

Uploadzeit: 17:32

Dies ist ein von FlexNow automatisch beim Upload generiertes Deckblatt. Es dient dazu, die Arbeit automatisiert der Prüfungsakte zuordnen zu können.

**This is a machine generated frontpage added by FlexNow.
Its purpose is to link your upload to your examination file.**

Matrikelnummer: 23725617



Bachelorarbeit im Zwei-Fächer-Bachelor Profil Lehramt



Abbildung 1: Ackerbegleitflora

Ackerbeikräuter im Laufe der Zeit – Untersuchung des Vorkommens anhand von Herbarbelegen

Field weeds over time – investigation of occurrence based on herbarium
specimens

geschrieben von Marleen Schuster

angefertigt am Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften
an der Fakultät für Biologie und Psychologie der Georg-August-Universität Göttingen

Abgabe im Wintersemester 2025/26

Erstprüferin: Frau Dr. Natascha Wagner
Zweitprüfer: Herr Dr. Salvatore Tomasello
Tag der Abgabe: 20.03.2026

Abstract

Diese Arbeit untersucht das Vorkommen archäophytischer Ackerbegleitkräuter von 1801 bis 2025 in Deutschland unter Einbezug des Vergleichsstandortes Tschechien. Vor dem Hintergrund des Artenrückgangs durch Veränderungen in der Landwirtschaft ist es das Ziel der Arbeit, zeitliche Trends im Vorkommen von verschiedenen Arten der Ackerbegleitkräuter sowie Unterschiede zwischen beiden Standorten zu analysieren.

Dafür werden Herbarbelege als Datengrundlage genutzt. Untersucht werden 15 ausgewählte Arten auf Grundlage von 3 149 Herbarbelegen aus dem Göttinger Herbarium (GOET) und der globalen Biodiversitätsinformationsplattform Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Zur Analyse zeitlicher Trends wurden die Daten in 25-Jahres-Intervalle unterteilt und die Arten zusätzlich drei übergeordnete Gefährdungsgruppen basierend auf der Roten Liste eingeteilt. Zum Vergleich der Standorte wurde zudem ein generalisiertes lineares Modell (GLM) berechnet.

Die Ergebnisse zeigen, dass gefährdete und stark gefährdete Arten in Deutschland seit etwa 1950 einen deutlichen Rückgang aufweisen, während die Anzahl der Herbarbelege ungefährdeter Arten in den letzten 75 Jahren zunimmt. Im Vergleich zu Tschechien fällt der Rückgang gefährdeter und stark gefährdeter Arten in Deutschland insbesondere in den letzten 25 Jahren stärker aus. Die relativen Anteile der drei Gefährdungsgruppen zeigen in beiden Ländern insgesamt ähnliche Trends.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse den langfristigen Rückgang archäophytischer Ackerbegleitkräuter anhand von Herbarbelegen und unterstreichen somit auch die Bedeutung von Herbarien für die Analyse historischer Biodiversitätsveränderungen.

The present study investigates the occurrence of archaeophytic field weeds from 1801 to 2025 in Germany. The Czech Republic was selected as a comparative location. In the context of species decline driven by changes in agricultural practices, the aim of this study is to analyse longitudinal trends in the occurrence of different field weed species, as well as differences between the two study locations.

The herbarium records thus serve as the fundamental data source. A total of 15 selected species were examined based on 3,149 herbarium records from the Göttingen Herbarium (GOET) and the global biodiversity information platform Global Biodiversity Information Facility (GBIF). In order to analyse longitudinal trends, the data were grouped into 25-year intervals, and the species were additionally classified into three overarching threat categories based on the Red List. To facilitate a comparison between the study locations, a generalized linear model (GLM) was applied.

The results indicate that threatened and highly threatened species in Germany have exhibited a marked decline since approximately 1950, whereas the number of herbarium records for non-threatened species has increased over the past 75 years. In comparison to the Czech Republic, Germany has experienced a more pronounced decline in threatened and highly threatened species, particularly over the last 25 years. The relative proportions of the three threat categories demonstrate analogous trends in both countries.

In conclusion, the results indicate a long-term decline of archaeophytic field weeds based on herbarium records, thus further highlighting the importance of herbaria for analysing historical changes in biodiversity.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Material und methodisches Vorgehen	5
2.1 Auswahl der Arten	5
2.2 Datenerfassung aus Herbarbelegen	6
2.4 Auswertung	7
2.4.1 Vergleich der Anzahl der Belege pro Art und pro Zeitintervall	7
2.4.2 Zeitliche Analyse der Herbarbeleganzahlen aller Arten und Einteilung in Gefährdungsgruppen	8
2.4.3 Zeitliche Trends und Vergleich zwischen den Standorten	9
3. Ergebnisse	11
3.1 Häufigkeit der Herbarbelege in den Zeitintervallen von 1801-2025 in Deutschland im Göttinger Herbarium	11
3.2 Häufigkeit der Herbarbelege in den Zeitintervallen von 1801-2025 in Deutschland basierend auf GBIF	13
3.3 Häufigkeit der Herbarbelege im GOET und GBIF über den Zeitraum 1801-2025 in Deutschland	15
3.4 Häufigkeit der Herbarbelege im GOET und GBIF über den Zeitraum 1801-2025 in Tschechien	21
3.5 Vergleich der Standorte	27
4. Diskussion	34
4.1 Allgemeine Trends der Häufigkeit der Herbarbeleganzahlen im Zeitraum 1801-2025	34
4.2 Unterschiede in den Häufigkeiten der Herbarbelege in den drei untersuchten Gefährdungskategorien	35
4.3 Trends der Herbarbeleganzahlen in Deutschland von 1801 bis 2025	36
4.4 Vergleich der Ergebnisse der Standorte Deutschland und Tschechien	37
4.4.1 Vergleich der Standorte Deutschland und Tschechien in Bezug auf die Datenlage	37
4.4.2 Vergleich der Trends der Herbarbeleganzahlen von Deutschland und Tschechien	39
4.5 Limitationen	41
4.5.1 Einordnung der Ergebnisse aus dem GOET	41
4.5.2 Repräsentation der Artauswahl für die archäophytischen Ackerbegleitkräuter	41
4.5.3 Grenzen des GLM bei den Daten	42

5. Schlussfolgerung und Ausblick	43
6. Verzeichnisse.....	44
6.1 Literaturverzeichnis	44
6.2 Bildquellen.....	48
6.3 Datenquellen aus GBIF	48
6.4 Abbildungsverzeichnis.....	51
6.5 Tabellenverzeichnis.....	52
7. Anhang.....	53
7.1 Exemplarische Herbarbelege	53
7.2 Gesamttabelle der Daten	55
7.3 Säulendiagramme der Herbarbeleganzahlen pro Zeitintervall.....	63
7.3.1 Häufigkeit der Belege je Art mit den Daten des GOETs.....	63
7.3.2 Häufigkeit der Belege je Art zu den Daten aus GBIF in Deutschland.....	65
7.3.3 Häufigkeit der Belege je Art zu den Daten aus GBIF in Tschechien	67
7.4 R-Skripte	69
7.4.1 R-Skript zu den Boxplots	69
7.4.2 R-Skript zu den gestapelten Säulendiagrammen	70
7.4.3 R-Skript für die Plots mit den relativen Anteilen.....	72
7.4.4 R-Skript zum GLM	74
7.5 Nachweise.....	76

1. Einleitung

Der Ackerbau in Europa begann vor ca. 7 000 Jahren und damit einhergehend kamen Ackerwildkräuter als Ackerbegleitflora nach Europa (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 2024). Auf den gesamten Ackerflächen Deutschlands, die heute ungefähr 30 % der Gesamtfläche Deutschlands einnehmen, kommen ca. 350 verschiedene Pflanzenarten vor (Meyer et al., 2013). Arten, die vor 1492 beabsichtigt oder unbeabsichtigt eingeführt wurden, werden als *Archäophyten* bezeichnet (Isermann et al., 2024). Viele dieser Archäophyten haben sich im Laufe der Zeit in Deutschland etabliert. Heute machen sie einen Anteil von ca. 6 % der Farn- und Blütenpflanzen in Deutschland aus (Isermann et al., 2024). Aufgrund nicht hinreichender Daten werden die Archäophyten im Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands zu den heimischen Sippen gezählt (Bettinger et al. 2013). Dies zeigt, wie etabliert Archäophyten in der heutigen europäischen Flora sind. So tragen sie zur Biodiversität der Pflanzen bei und bieten zudem Bestäubern eine Nahrungsgrundlage. Zu den bienenfreundlichen Archäophyten zählen unter anderem *Papaver rhoeas* L. als auch Arten der Gattung *Stachys* (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft [BMEL], 2025a). Doch in den letzten Jahrzehnten ist ein grundsätzlicher Rückgang der Biodiversität zu verzeichnen und 60 % der 97 Lebensraumtypen in Deutschland haben einen unzureichenden oder schlechten Zustand (Wirth et al., 2024). Besonders angespannt ist die Lage in den Lebensraumtypen im Grünland, auf ehemals artenreichen Äckern, in Mooren, Moorwäldern, Sümpfen und Quellen (Wirth et al., 2024). Gründe dafür finden sich unter anderem in der landwirtschaftlichen Nutzung (Reidsma et al., 2006).

Durch den technischen Fortschritt in der Landwirtschaft, besonders die Verwendung von Traktoren und Mähdreschern, kann heute eine viel größere Fläche von einem einzigen Betrieb landwirtschaftlich genutzt werden als noch vor 60 Jahren (Schwenner, 2019). Dadurch ist die durchschnittliche Fläche pro Hof deutlich gestiegen, während parallel die Anzahl an Höfen gesunken ist (Schwenner, 2019). Neben der daraus resultierenden größeren Fläche pro Hof hat sich auch die Feldgröße erhöht, da mehrere kleine Flächen zu großen homogenen Feldern zusammengefasst wurden (Schwenner, 2019). Der Anteil der Ränder im Vergleich zur Fläche wird bei größeren Feldern kleiner. Das hat Auswirkungen für die Ackerbegleitflora, da diese vermehrt an den Ackerrändern vorkommt (Metcalf et al., 2019).

Eine weitere Veränderung in der Landwirtschaft ist der Einsatz von mineralischen Düngern und Pflanzenschutzmitteln, zu denen unter anderem auch Pestizide gehören. Diese werden in der konventionellen Landwirtschaft genutzt, um einen möglichst großen Ertrag zu erzielen. Der Mineraldünger wird für die maximale Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen verwendet, während die Pflanzenschutzmittel unerwünschte Ackerbeikräuter sowie Bakterien, Pilze und tierische Schadorganismen bekämpfen sollen (Frische et al., 2016).

Nachdem Justus von Liebig im Jahr 1840 seine Mineralstofftheorie veröffentlichte, entwickelte sich ein wissenschaftliches Verständnis für die Bedeutung mineralischer Nährstoffe in der Nährstoffversorgung der Pflanzen (von Liebig, 1840; Smil et al., 2004). Dies legte die Grundlage für die spätere Entwicklung mineralischer Dünger. Durch das Haber-Bosch-Verfahren wurde es möglich, Ammoniak industriell herzustellen, das als Ausgangsstoff für mineralische Stickstoffdünger dient und damit pflanzenverfügbaren Stickstoff bereitstellt (Galloway et al., 2008). So wurde die Energie- und Nahrungsmittelproduktion deutlich gesteigert (Galloway et al., 2008). Doch der anthropogene Stickstoffeintrag hat parallel auch viele negative Folgen wie die Eutrophierung von Gewässern, einen Biodiversitätsverlust in terrestrischen Ökosystemen, die Versauerung von Böden, eine Nitratbelastung von Grund- und Trinkwasser sowie Klimaeffekte durch N_2O -Emissionen (Galloway et al., 2008).

Neben den mineralischen Düngern sind auch die Pflanzenschutzmittel essenziell für die Sicherung des Ertrags und der Qualität von Kulturpflanzen, was insbesondere zukünftig im Zuge globaler Herausforderungen, wie dem Klimawandel und dem Wachstum der Weltbevölkerung, an Bedeutung gewinnt (Gutsche, 2012). Das weltweit am häufigsten verwendete Pestizid ist Glyphosat (Duke, 2017). Auch in Deutschland ist der Wirkstoff Glyphosat in Herbiziden seit 1974 zugelassen (Rea, 2023). Glyphosat ist ein nicht-selektives Herbizid und gelangt über die Meristeme in die Pflanzen und lässt diese absterben (Duke, 2017). El Jaouhari et al. (2023) konnten zeigen, dass es durch den Einsatz vom Herbizid Glyphosat und der damit einhergehenden Reduzierung der Ackerbegleitkräuter zu einem Biodiversitätsverlust in mehreren tropischen Ebenen kommt.

Seit 1966 gibt es eine Rote Liste von der International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), die seit einiger Zeit jährlich aktualisiert wird (Bundesumweltministerium, o. J.). Deutschlandweit gibt es seit 1996 vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) ebenfalls eine Rote Liste gefährdeter Tier-, Pflanzen- und Pilzarten, welche von dem Rote-Liste-Zentrum koordiniert wird (Bundesumweltministerium, o. J.). Mit Hilfe des Rote-Liste-Zentrums für Farn- und Blütenpflanzen (Tracheophyta) lässt sich auch für Archäophyten in Deutschland der Gefährdungsstatus von Arten feststellen.

Durch die Veränderungen und die damit einhergehende Intensivierung der Landwirtschaft ist das Vorkommen der Ackerbegleitflora seit 1950 im Rückgang (Meyer et al., 2014). Laut Isermann et al. (2024) fallen 114 der 233 Archäophyten in eine der Gefährdungskategorien der aktuellen Roten Liste. Generell sind 62 % der archäophytischen Gefäßpflanzen in ihren Beständen zurückgehend (Isermann et al., 2024). Spezifisch für Polen zeigten Zajac et al. (2009), dass 74 der untersuchten 165 Archäophyten-Arten bedroht oder bereits ausgestorben sind. Das entspricht ca. 45 % der Archäophyten-Arten. Damit handelt es sich um einen deutlich höheren Anteil als bei heimischen Pflanzen, bei denen rund 21 % als bedroht oder

ausgestorben gelten (Zarzycki & Szeląg, 2006). Zając et al. (2009) griffen für die Bewertung der Bedrohung der Arten auf die Rote Liste der Gefäßpflanzen Polens zurück.

Obwohl wissenschaftliche Untersuchungen einen Rückgang der Ackerbegleitflora belegen (Meyer et al., 2014), gibt es bisher kein Monitoring, das die Diversität der gesamten Segetalflora, wie Ackerbegleitflora auch bezeichnet wird, auf Ackerflächen in Deutschland in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung untersucht (Ulber et al., 2025). Im letzten Jahr wurde deshalb von Ulber et al. (2025) ein „Konzept für ein Monitoring des Zustands und der Entwicklung der Segetalflora“ veröffentlicht. Dabei wird vorgeschlagen, die Artenzusammensetzung der Segetalflora in Deutschland jährlich durch Stichproben zu erfassen. Das Ziel soll sein, Indikatoren zu entwickeln, die die Entwicklungen der Segetalflora unter dem Einfluss der landwirtschaftlichen Veränderungen abbilden (Ulber et al., 2025).

Um den Einfluss der Landwirtschaft auf den Artrückgang der Ackerbegleitflora in Deutschland zu untersuchen, ist es sinnvoll, eine weitere Region zu untersuchen, die klimatisch und edaphisch mit Deutschland vergleichbar, aber in der landwirtschaftlichen Nutzung unterschiedlich ist. Durch den Vergleich beider Regionen können die Effekte der Landwirtschaft auf die Begleitflora besser aufgeschlüsselt werden. Als Vergleichsstandort eignet sich die Tschechische Republik, da sie wie Deutschland in der gemäßigten Klimazone liegt und ähnliche Arten in beiden Ländern vorkommen. Außerdem gibt es für Tschechien eine ausreichende Datengrundlage, somit sind die Voraussetzungen für einen Vergleich gegeben. Die Unterschiede in der Agrarwirtschaft beider Länder liegen zum einen darin, dass die durchschnittliche Betriebsgröße der tschechischen Landwirtschaftsbetriebe mit 120,8 Hektar die größte Europas ist, während die durchschnittliche Betriebsgröße in Deutschland 63,1 Hektar beträgt (BMEL, 2023). Neben der Fläche pro Betrieb ist auch die Fläche pro Acker in Tschechien mit durchschnittlich 18,4 Hektar im Ackerland deutlich größer als in Deutschland mit 2,6 Hektar pro Feld (Jänicke et al., 2024; Kuntzman & Brom, 2025). Zum anderen betrug der Anteil von ökologischer Anbaufläche im Jahr 2023 in Tschechien 16 % der landwirtschaftlichen Fläche und ist damit um 4,9 % größer als in Deutschland im gleichen Jahr (Statistisches Bundesamt, 2026). Ein weiterer Unterschied ist die Nutzung von mineralischen Düngern. Während Deutschland den zweitgrößten Rückgang in Tonnen in der EU verzeichnet, liegt Tschechien auf dem zweiten Platz in der größten Steigerung mit 97 600 Tonnen mehr von 2006 bis 2016 (Heinrich-Böll-Stiftung et al., 2019). Deutschland hat in 2023 mit 70 kg Stickstoff pro Hektar weniger Stickstoff pro landwirtschaftliche Fläche gedüngt als Tschechien mit 92,6 kg Stickstoff pro Hektar (FAO, 2025).

Um die Veränderungen der Ackerbegleitflora über einen längeren Zeitraum zu erfassen, ist es notwendig, nicht nur die gegenwärtige und zukünftige Flora zu erfassen, sondern auch die

vergangene Entwicklung zu untersuchen. Dafür können wissenschaftliche Sammlungen getrockneter Pflanzenbelege (Herbarien) genutzt werden. So haben Büttner et al. (2024) mithilfe eines 150 Jahre alten Herbariums des Schweizer Kantons Schaffhausen untersucht, wie sich die Flora in dem Kanton über die Zeit von 1847 bis heute veränderte. In ihrer Schlussfolgerung heißt es: „Mittels Herbarien, die einen klaren zeitlichen und räumlichen Bezug haben, lassen sich floristische Veränderungen, insbesondere Rückgänge, klar aufzeigen. Dies gilt auch für lange Zeiträume, für die sonst nur wenige floristische Informationen vorliegen.“ (Büttner et al., 2024). Um die Entwicklung ausgewählter Arten der Ackerbegleitflora in Deutschland zu analysieren, sollen deshalb im Forschungsvorhaben Herbarbelege als Datengrundlage genutzt werden.

Die ersten Herbarien entstanden bereits im 16. Jahrhundert und seitdem ist die Zahl an Herbarien bis heute auf 4 035 aktive Herbarien weltweit gestiegen (Hurka & Neuffer, 2011; Thiers 2026). In den Herbarien gibt es insgesamt über 406 Millionen Belege (Thiers, 2026). Damit handeln sie sich laut Hurka und Neuffner (2011) um die größten Archive und Dokumentationszentren der globalen Diversität. Auch Willis et al. (2017) beschreiben Herbarien als Forschungsgrundlage für Fragen zur Pflanzenbiologie, Ökologie von Gemeinschaften, Ökosystemen und zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Rhythmus der Natur. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Pflanzen nicht immer systematisch gesammelt wurden, sondern oft in bestimmten Regionen zu bestimmten Zeiten (Willis et al., 2017). Zudem sind nicht immer der Standort und das Datum angegeben, wodurch nicht alle Herbarbelege für Arbeiten herangezogen werden können. Dies ist bei der Auswertung der Daten zu beachten.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Veränderungen in der Ackerbegleitflora über die letzten ca. 200 Jahre zu untersuchen. Dafür sollen im Einzelnen zwei Forschungsfragen beantwortet werden.

Forschungsfrage 1: *„Wie hat sich das Vorkommen archäophytischer Ackerbeikräuter im Laufe der letzten 225 Jahre in Deutschland verändert?“* Das Vorkommen von 15 ausgewählten Ackerbeikräuterarten in Deutschland wird anhand von Herbarbelegen über einen Zeitraum von 1801 bis 2025 untersucht und Trends für die Anzahlen von Herbarbelegen werden in den historischen Kontext eingebettet.

Forschungsfrage 2: *„Inwiefern lassen sich Unterschiede zwischen Deutschland und Tschechien hinsichtlich des Vorkommens von archäophytischen Ackerbeikräutern über die Zeit feststellen?“* Durch den Vergleich der beiden Standorte lassen sich mögliche Unterschiede in den Artenbeständen identifizieren. Anschließend wird geprüft, inwiefern diese Unterschiede auf veränderte oder unterschiedliche Formen der Landnutzung zurückzuführen sind.

2. Material und methodisches Vorgehen

2.1 Auswahl der Arten

Um in der Arbeit archäophytische Ackerbegleitkräuter untersuchen zu können, musste zunächst eine Auswahl von Segetalkräutern getroffen werden. Um die möglichen Trends im Vorkommen vergleichen zu können, sollten die Arten an ähnlichen Standorten mit vergleichbaren landwirtschaftlichen Bedingungen wachsen. Bei der Auswahl der Arten wurden der Gefährdungsstatus und die Häufigkeit sowie die Historie als Kriterien berücksichtigt.

In Bezug auf den Gefährdungsstatus sollten möglichst verschiedene Status repräsentiert werden, um mögliche Unterschiede feststellen zu können. Nach dem Rote-Liste-Zentrum gibt es zehn Kategorien, in die Arten je nach Vorkommen eingeordnet sind (Ludwig et al., 2009). Die in der Arbeit untersuchten Arten gehören den Kategorien 0: *Ausgestorben oder verschollen*, 1: *Vom Aussterben bedroht*, 2: *Stark gefährdet*, 3: *Gefährdet*, V: *Vorwarnliste* und *: *Ungefährdet an* (Ludwig et al., 2009).

Insgesamt wurden 15 Arten ausgewählt (s. Tab. 1). Die ungefährdeten Arten *Myosotis arvensis* (L.) Hill. und *Papaver rhoeas* L. wurden vor allem deshalb ausgewählt, um als Vergleich zu den gefährdeten Arten zu dienen. Zudem konnten hier mögliche allgemeine Trends der Häufigkeiten von Herbarbelegen herausgefunden werden.

Es gibt vielfältige Gründe für einen gefährdeten Status von Ackerbeikräutern und einige Arten haben eine besondere Historie. Die Kornrade (*Agrostemma githago* L.) wurde beispielsweise aufgrund ihrer giftigen Samen bekämpft, damit diese nicht in das Erntegut gelangen und galt als lästiges Getreideunkraut (Müller et al., 2021). Durch Saatgutreinigungen und Herbizidspritzungen kam es zu einem starken Rückgang der Bestände, weshalb *Agrostemma githago* L. heute als stark gefährdet (Kategorie 2) gilt (Metzing et al., 2018).

Für die Auswahl wurden publizierte Artlisten verwendet, die den genannten Kriterien entsprechen. Dazu zählen die Veröffentlichungen von Isermann et al. (2024) und Zając et al. (2009). Bei der Liste von Isermann et al. (2024) wurde zunächst der Gefährdungsstatus in Deutschland der einzelnen Arten recherchiert, um eine Breite an Gefährdungskategorien abzudecken.

Tabelle 1: Für diese Arbeit ausgewählte Arten mit Familie und Gefährdungsstatus in Deutschland nach Ludwig et al. (2009)

Art	Familie	Gefährdungsstatus
<i>Agrostemma githago</i> L.	Charyophyllaceae	Stark gefährdet (2)
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	Primulaceae	Gefährdet (3)
<i>Atriplex rosea</i> L.	Chenopodiaceae	Gefährdet (3)
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	Apiaceae	Stark gefährdet (2)
<i>Chenopodium vulvaria</i> L.	Chenopodiaceae	Stark gefährdet (2)
<i>Consolida regalis</i> Gray	Ranunculaceae	Gefährdet (3)

<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	Convolvulaceae	Ausgestorben oder verschollen (0)
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i> (L.) Dumort.	Scrophulariaceae	Gefährdet (3)
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	Brassicaceae	Gefährdet (3)
<i>Linaria arvensis</i> (L.) Desf.	Scrophulariaceae	Vom Aussterben bedroht (1)
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Boraginaceae	Ungefährdet (*)
<i>Nigella arvensis</i> L.	Ranunculaceae	Vom Aussterben bedroht (1)
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae	Ungefährdet (*)
<i>Sherardia arvensis</i> L.	Rubiaceae	Vorwarnliste (V)
<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	Lamiaceae	Gefährdet (3)

2.2 Datenerfassung aus Herbarbelegen

Um Herbarien als Datenquelle verfügbar zu machen, wurden viele Bestände bereits digitalisiert und in Datenbanken gesammelt. Dazu zählt auch die globale Biodiversitätsinformationsplattform (GBIF), bei der es sich um ein internationales Netzwerk und eine Dateninfrastruktur handelt, die von Regierungen weltweit finanziert wird (Global Biodiversity Information Facility, 2026). Im GBIF werden digitalisierte Herbarbelege aus der ganzen Welt hochgeladen und so für alle zugänglich gemacht. Auch deutsche Herbarien wie das Herbarium Berlinense aus Berlin haben viele Belege digitalisiert und bei GBIF über 400 000 Vorkommen hochgeladen (Museum für Naturkunde Berlin, 2026). Zusätzlich zu den Belegen und Metadaten aus GBIF wurden Belege aus dem Herbarium Göttingen (GOET) gesichtet und für die untersuchten Arten ausgewertet. Das Göttinger Herbarium hat erste Bestände bereits digitalisiert wie z.B. das Farnherbarium. Allerdings handelt es sich dabei nur um einen Bruchteil der 800 000 Exemplare. Die Daten zu den ausgewählten Arten mussten zunächst erfasst werden.

Nach der Auswahl der zu untersuchenden Arten wurden die dazugehörigen Belege im Göttinger Herbarium herausgesucht. Dabei mussten die Synonyme der Arten berücksichtigt werden, denn das GOET ist nach dem System von Adolf Engler sortiert. So findet man bspw. *Lepidium coronopus* (L.) Al-Shehbaz unter dem Namen *Coronopus squamatus* (Forssk.) Asch.. Anschließend wurden die Metadaten der einzelnen Belege in eine Tabelle übertragen. Dabei wurde das Sammeldatum, der Fundort, das Land und ggf. die sammelnde Person notiert. Ein Großteil der Belege hatte handschriftliche Etiketten und war daher teilweise schwer oder gar nicht zu entziffern. Des Weiteren waren die Angaben auf den Etiketten häufig lückenhaft und ohne Angabe des Jahres oder der Herkunft folglich nicht für die Arbeit geeignet. Abbildung 2 zeigt exemplarisch ein schwer lesbares Etikett und ein Etikett mit fehlenden Angaben aus dem GOET.

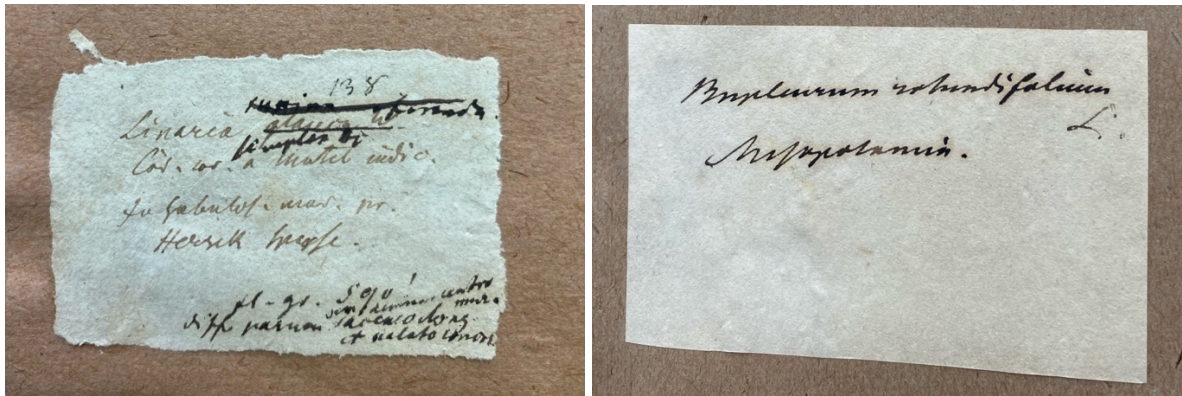


Abbildung 2: Herbaretiketten mit schwer lesbaren (links) oder fehlenden Angaben (rechts)

Als eine weitere Herausforderung stellten sich die Veränderungen der Ländergrenzen innerhalb Europas dar. Einige Orte, die zum Sammelzeitpunkt zu Deutschland gehörten, liegen heute in anderen Ländern. Beispiele hierfür sind Kaliningrad (ehemals Königsberg) in Russland oder Recz (deutsch: Reetz) in Polen. Belege von dort wurden ebenfalls nicht in den Analysen berücksichtigt. Nach dem Erstellen der Tabelle mit den Metadaten zu allen Belegen, wurden die Belege digitalisiert.

Für die Digitalisierung der Belege gibt es im Göttinger Herbarium eine Light-Box, in welche die Herbarbelege gelegt und fotografiert werden. Zuvor wurde auf jeden Beleg ein individueller Barcode geklebt und unter der entsprechenden Nummer wurde das Bild abgespeichert (Anhang 7.1). Zu den digitalisierten Herbarbelegen wurde parallel eine Tabelle mit den bereits notierten Metadaten digital geführt.

Für eine Untersuchung des Vorkommens der Arten wurden Tabellen der Metadaten für die Herbarbelege aus dem GOET nach den zu gewünschten Ländern Deutschland und Tschechien gefiltert und nur Belege, die alle notwendigen Daten enthielten, wurden für die weitere Auswertung berücksichtigt.

Die Daten aus GBIF wurden mit Hilfe von Filtern nach der Art, dem Land (Deutschland oder Tschechien) und der Aufzeichnungsgrundlage (*Herbarbeleg (preserved specimen)*) auf die relevanten Daten reduziert und für alle untersuchten Arten in Form von Tabellen, die alle Metadaten enthalten, heruntergeladen (s. Verzeichnis 6.3 Datenquellen aus GBIF).

2.4 Auswertung

2.4.1 Vergleich der Anzahl der Belege pro Art und pro Zeitintervall

Im ersten Schritt der Datenanalyse wurde die Anzahl der Herbarbelege pro Zeitintervall untersucht. Der älteste Beleg, der von den ausgewählten Arten dokumentiert ist, ist aus dem Jahr 1772. Insgesamt gibt es drei Belege, die vor 1800 gesammelt wurden und alle stammen aus dem Göttinger Herbarium. Ab dem Jahr 1800 gibt es vermehrt Belege – sowohl im GOET als auch bei GBIF. Es war demnach sinnvoll das erste Zeitintervall erst nach dem Jahr 1800 zu wählen, da drei Belege aus dem GOET wenig Aussagekraft über das Vorkommen der

Ackerbegleitkräuter haben. Nach 1800 bis 2025 wurden die gesichteten Belege in 25-Jahre-Intervalle eingeteilt, also 1801-1825, 1826-1850, ..., 2001-2025. So wurden in Microsoft Excel Tabellen mit dem Zeitintervall und der dazugehörigen absoluten Häufigkeit an Herbarbelegen für jede Art erstellt. Daraus wurden Säulendiagramme erstellt, deren x-Achse die Zeitintervalle und die y-Achse die Häufigkeit abbilden. Das wurde für jede Art jeweils mit den Daten aus dem Herbarium GOET für Deutschland und jeweils für die Daten aus GBIF für Deutschland und für Tschechien durchgeführt.

2.4.2 Zeitliche Analyse der Herbarbeleganzahlen aller Arten und Einteilung in Gefährdungsgruppen

Zudem wurden Boxplots erstellt, die die Daten mehrerer Arten zusammenfassen. Zunächst wurde hierfür je eine Gesamttabelle für Deutschland und für Tschechien erstellt, die die Daten aus GBIF und GOET enthalten und alle Arten umfassen. Daraus wurde mit R je ein Boxplot mit allen Arten erstellt. Dafür wurde die Version R 4.5.2 (R Core Team, 2025) mit dem Package *ggplot2* (Wickham, 2016) verwendet.

Zudem wurden die Arten nach ihren Gefährdungskategorien in drei Gruppen eingeteilt, zu denen je ein weiterer Boxplot mit Jitter erstellt wurde.

Hierbei wurden ausgestorbene oder verschollene (0), vom Aussterben bedrohte (1) und stark gefährdete Arten (2) zusammengefasst und im Folgenden als „*stark gefährdete Arten*“ bezeichnet. Die zweite Gruppe sind die „*gefährdeten Arten*“. Sie umfassen die gefährdeten Arten (3) und die Art *Sherardia arvensis* von der Vorwarnliste. Die letzte Gruppe bilden die ungefährdeten Arten (*), die als Referenz dienen. Welche Arten konkret in den einzelnen Gruppen enthalten sind, ist Tabelle 1 entnehmbar.

So entstanden für die beiden Vergleichsstandorte je vier Boxplots, die die Daten der jeweiligen Arten beinhalten (R-Skript im Anhang 7.4.1). Die Box wird durch das erste und dritte Quantil aufgespannt und enthält den Median, der die 50 %-Mitte der Verteilung anzeigt. Werte, die außerhalb der Box liegen, werden durch die Antennen und Ausreißer dargestellt (Walther, 2022). Zudem werden die einzelnen Wertepaare als Punkte abgebildet und durch leichte horizontale Verschiebungen, den Jitter, bleiben alle Punkte sichtbar, auch wenn zwei Arten im gleichen Zeitintervall die gleiche Anzahl an Herbarbelegen hatten und sich sonst überdecken würden. Das wurde mit dem Befehl *geom.jitter* aus dem Paket *ggplot2* (Wickham, 2016) durchgeführt (Walther, 2022).

Des Weiteren wurden gestapelte Säulendiagramme in R erstellt, die ebenfalls nach dem Gefährdungsstatus differenzieren. Dabei wurde, wie auch schon bei den Säulendiagramm der einzelnen Arten, der gleiche Farbcode verwendet. Die Gruppe der stark gefährdeten Arten wurde rot eingefärbt, die Gruppe mit den gefährdeten Arten orange und die ungefährdeten

Arten grün. Für die gestapelten Säulendiagramme wurde erneut das Paket *ggplot2* (Wickham, 2016) verwendet (R-Skript im Anhang 7.4.2).

Da die Beleganzahlen zwischen den Zeitintervallen stark variieren, wurden zusätzlich Diagramme mit den relativen Häufigkeiten der Gefährdungsgruppen erstellt. Dafür wurde für jedes Intervall die Anzahl der Belege einer Gefährdungsgruppe durch die Gesamtanzahl der Belege in diesem Zeitintervall dividiert. Anschließend wurde es für beide Standorte mit allen Gefährdungsgruppen geplottet.

2.4.3 Zeitliche Trends und Vergleich zwischen den Standorten

Zum anschaulichen Vergleich der beiden Standorte wurde ein weiteres gestapeltes Säulendiagramm mit gruppierten Säulen mit *ggplot2* (Wickham, 2016) erstellt. Hierbei wurden die Belege aller Arten pro Zeitintervall für Deutschland und Tschechien jeweils aufsummiert und dann nebeneinander in einem Säulendiagramm dargestellt. Die Säulen für Deutschland und Tschechien unterscheiden sich dabei farblich (Deutschland: blau, Tschechien: lila), damit auf den ersten Blick erkennbar ist, welche Säule zu welchem Standort gehört.

Des Weiteren wurden für den Standortvergleich auch die relativen Anteile der Gefährdungsgruppen in einem Diagramm geplottet. Für eine bessere Übersicht wurde für jede Gefährdungsgruppe ein separater Plot mit beiden Standorten erstellt (R-Skript im Anhang 7.4.3).

Um mögliche Trends im Laufe der Zeit zu untersuchen, wurden mit R unter Nutzung von RStudio mit dem Paket *MASS* von Venables & Ripley (2002) Generalized Linear Models (GLM) verwendet. Für die drei Kategorien der Gefährdung („stark gefährdet“, „gefährdet“ und „ungefährdet“) wurde je ein GLM gerechnet: Die Anzahl der Herbarbelege war dabei die abhängige Variable und der Standort (Deutschland vs. Tschechien) und die 25-Jahres-Intervalle (von 1801 bis 2025) sowie die Interaktion zwischen Standort und Zeitintervall die Einflussvariablen. Vor der Modellierung wurden zunächst die Bedingungen geprüft. Eine Modellannahme ist es, dass die Beobachtungen unabhängig voneinander sind (Salinas Ruíz et al., 2023). Das war hier gegeben, da jeder Herbarbeleg als eigenständige Beobachtung betrachtet wurde. Da es sich bei den Daten um Zähldaten handelt, wurde zunächst das Poisson-Modell geprüft (Salinas Ruíz et al., 2023). Da die Varianz aber deutlich über dem Mittelwert lag, es also eine Überdispersion gab, wurde dann das Negativ-Binomial-Modell verwendet (Salinas Ruíz et al., 2023). Als Link-Funktion wurde die Log-Link-Funktion verwendet, welche Standard bei Zähldaten ist (Salinas Ruíz et al., 2023).

Um jeweils die benachbarten Zeitintervalle auf signifikante Unterschiede zu untersuchen, wurde der Befehl *contr.sdif* für Successive Differences Contrast Coding verwendet (Venables & Ripley, 2002). Mit der Default-Einstellung würde immer mit dem ersten Zeitintervall verglichen werden (Treatment Contrasts), was bei der Trendanalyse im Laufe der Zeit weniger

informativ ist. Mit `contr.sdif` wird nun das Zeitintervall jeweils mit dem vorherigen verglichen. Das erstellte R-Skript ist im Anhang (s. Anhang 7.4.4) beigefügt.

Um die Ergebnisse der GLM-Analyse leichter zu interpretieren, wurde die von R ausgegebene Tabelle modifiziert (s. Abb. 21-23). In der ersten Spalte finden sich nach wie vor die Estimates, also die geschätzten Koeffizienten aus den Daten (β). Auch die zweite Spalte mit dem Standardfehler blieb unverändert. Die dritte Spalte enthält den exponierten Koeffizienten und wurde nachträglich hinzugefügt. Bei den exponierten Koeffizienten handelt es sich dann um die Multiplikationsfaktoren für die erwartete Anzahl an Herbarbelegen, wenn X um eine Einheit steigt; also wenn man ein Zeitintervall weiter geht (James et al., 2021). Wenn $\exp(\beta)$ größer als eins ist, nimmt die Anzahl an Herbarbelegen im Vergleich zum vorherigen Zeitintervall zu und wenn $\exp(\beta)$ kleiner als eins ist ab. In der letzten Spalte der modifizierten Tabelle findet sich der p-Wert, der Aufschluss über die Signifikanz gibt. Es wurden die gängigen Signifikanzniveaus verwendet. Ein Ergebnis ist signifikant, wenn $p < 0,05$ ist und es ist stark signifikant, wenn $p < 0,01$ (Bortz & Döring, 2006).

3. Ergebnisse

Von den insgesamt 1 089 Herbarbelegen aus dem GOET wurden 488 Belege für die Datenanalyse verwendet, da die übrigen keine oder lückenhafte Angaben zum Jahr und Fundort hatten. Auch bei den Daten von GBIF gibt es Einträge ohne Jahresangabe, welche bei der Auswertung der Häufigkeiten pro Zeitintervall nicht berücksichtigt werden konnten. Es wurden 2 661 Einträge aus GBIF für die Analysen verwendet. Insgesamt wurden somit 3 149 Belege in die Analysen einbezogen. Die Verteilungen der Beleganzahlen der verschiedenen Arten ist Tabelle 2 zu entnehmen. Die Belege wurden mit Hilfe der Programme Microsoft Excel und R ausgewertet.

Tabelle 2: Anzahlen der Belege für alle Untersuchten Arten aus GOET und GBIF für beide Standorte

Art	Anzahl der Belege im GOET	Anzahl der Belege in GBIF	Gesamtanzahl Deutschland	Gesamtanzahl Tschechien
<i>Agrostemma githago</i>	18	136	154	57
<i>Anagallis foemina</i>	25	45	70	35
<i>Atriplex rosea</i>	34	70	104	14
<i>Bupleurum rotundifolium</i>	23	132	155	86
<i>Chenopodium vulvaria</i>	19	87	106	126
<i>Consolida regalis</i>	27	117	144	196
<i>Cuscuta epilinum</i>	19	27	46	0
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	51	28	79	76
<i>Lepidium coronopus</i>	13	131	144	81
<i>Linaria arvensis</i>	33	53	86	39
<i>Myosotis arvensis</i>	31	283	314	107
<i>Nigella arvensis</i>	33	75	108	26
<i>Papaver rhoeas</i>	27	158	185	45
<i>Sherardia arvensis</i>	49	132	181	181
<i>Stachys arvensis</i>	75	124	199	5

Die Daten zu den Herbarbelegen stammen, wie bereits beschrieben, aus zwei unterschiedlichen Quellen, die zunächst separat betrachtet werden.

3.1 Häufigkeit der Herbarbelege in den Zeitintervallen von 1801-2025 in Deutschland im Göttinger Herbarium

Die Häufigkeiten von Herbarbelegen aus dem GOET zeigen, dass es von *Bupleurum rotundifolium*, *Consolida regalis*, *Cuscuta epilinum*, *Linaria arvensis* und *Nigella arvensis* ab

1900 jeweils weniger als 5 Belege und in den letzten 25 Jahren keine Belege im Göttinger Herbarium gibt. Diese Arten haben unterschiedliche Gefährdungsstatus, die von ausgestorben oder verschollen bis ungefährdet reichen (s. Tab. 1).

In dem Zeitintervall „2001-2025“ gab es insgesamt nur einen Beleg von *Sherardia arvensis* aus dem Jahr 2004 im GOET. Bei keiner der anderen Arten gab es einen Beleg nach dem Jahr 2000.

Zudem gibt es bei einigen Arten zu unterschiedlichen Zeitpunkten einzelne Peaks. Bei *Papaver rhoeas* liegt dieser im Zeitintervall „1876-1900“ mit 14 Belegen (s. Abb. 3).

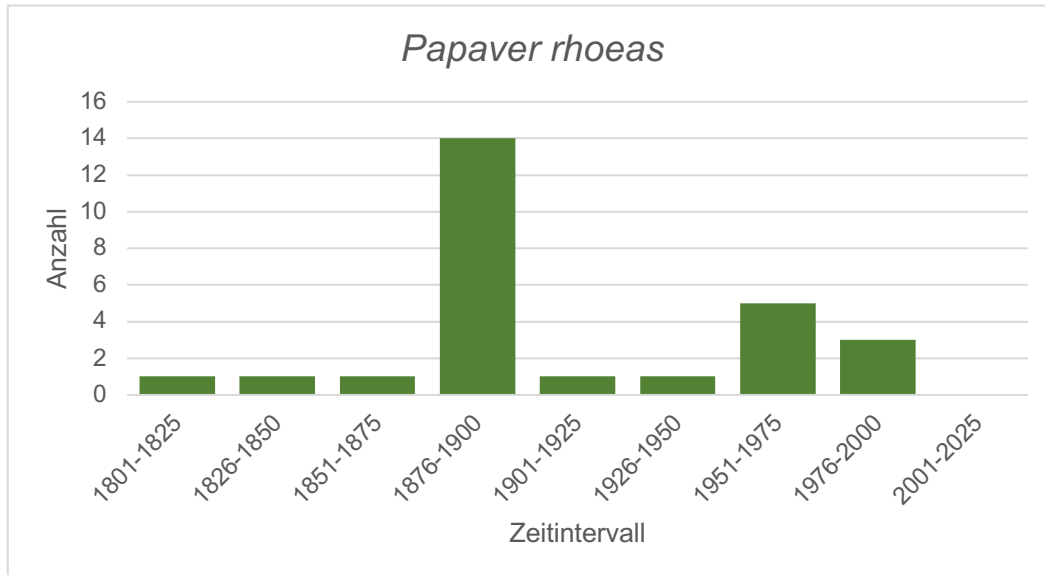


Abbildung 3: Anzahl der Herbarbelege von *Papaver rhoeas* im GOET in neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025

Bei *Atriplex rosea* sieht man zunächst einen Anstieg der Belegzahlen im 19. Jahrhundert (s. Abb. 5). Von 1901 bis 1975 gibt es in Summe 4 Belege von *Atriplex rosea* L. im GOET. Im Zeitintervall „1976-2000“ gibt es dann einen Peak mit 14 Belegen. Im letzten Intervall gibt es keine Belege mehr im Göttinger Herbarium von *Atriplex rosea*.

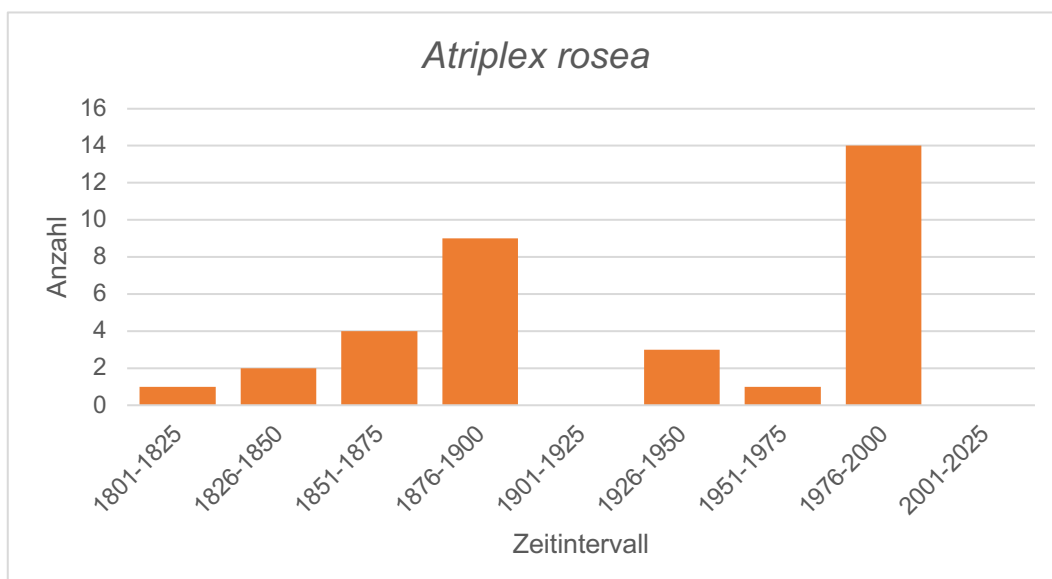


Abbildung 4: Anzahl der Herbarbelege von *Atriplex rosea* im GOET in neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025

Linaria arvensis hat die höchste Anzahl an Herbarbelegen im Zeitintervall „1851-1875“. Danach nehmen die Belegzahlen ab, bis es ab 1901 in keinem Zeitintervall mehr als einen Beleg gibt.

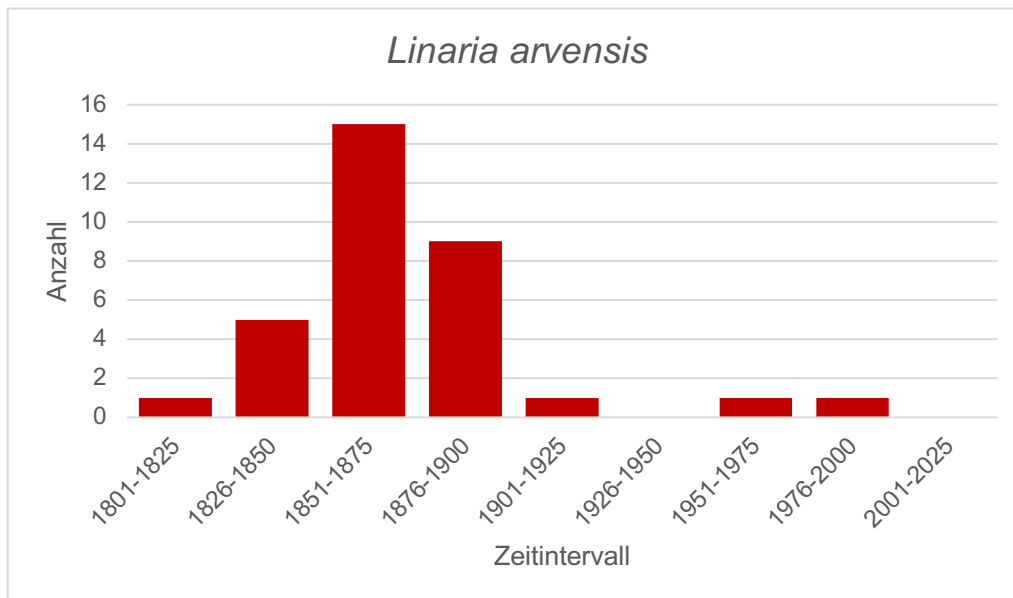


Abbildung 5: Anzahl der Herbarbelege von *Linaria arvensis* im GOET in neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025

Die Diagramme zu den Daten aus dem GOET für die übrigen Arten finden sich im Anhang (7.3.1).

3.2 Häufigkeit der Herbarbelege in den Zeitintervallen von 1801-2025 in Deutschland basierend auf GBIF

Die zweite Datenquelle stellt die Online-Datenbank GBIF dar. Die Daten der beiden ungefährdeten Arten *Myosotis arvensis* und *Papaver rhoeas* zeigen über die Zeit einen Anstieg der Belege pro Zeitintervall (s. Abb. 6).

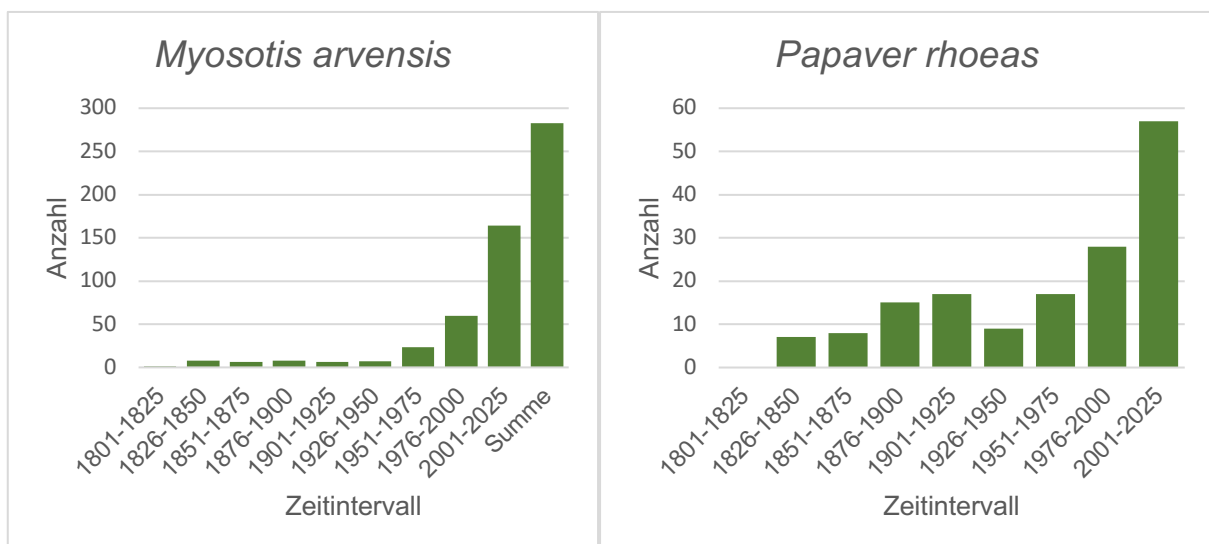


Abbildung 6: Anzahl der Herbarbelege der ungefährdeten Arten in Deutschland in GBIF in neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025

Eine weitere Beobachtung, die sich bei mehreren Arten zeigt, ist eine geringe Anzahl von Belegen vor allem in dem Zeitintervall 1926-1950. Zu den Arten, die einen Einbruch in den Belegzahlen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts haben, zählen *Atriplex rosea*, *Bupleurum rotundifolium*, *Cuscuta epilinum*, *Kickxia elatine* subsp. *elatine*, *Lepidium coronopus* (s. Abb. 7), *Linaria arvensis* und *Nigella arvensis* (s. Anhang 7.3.2).

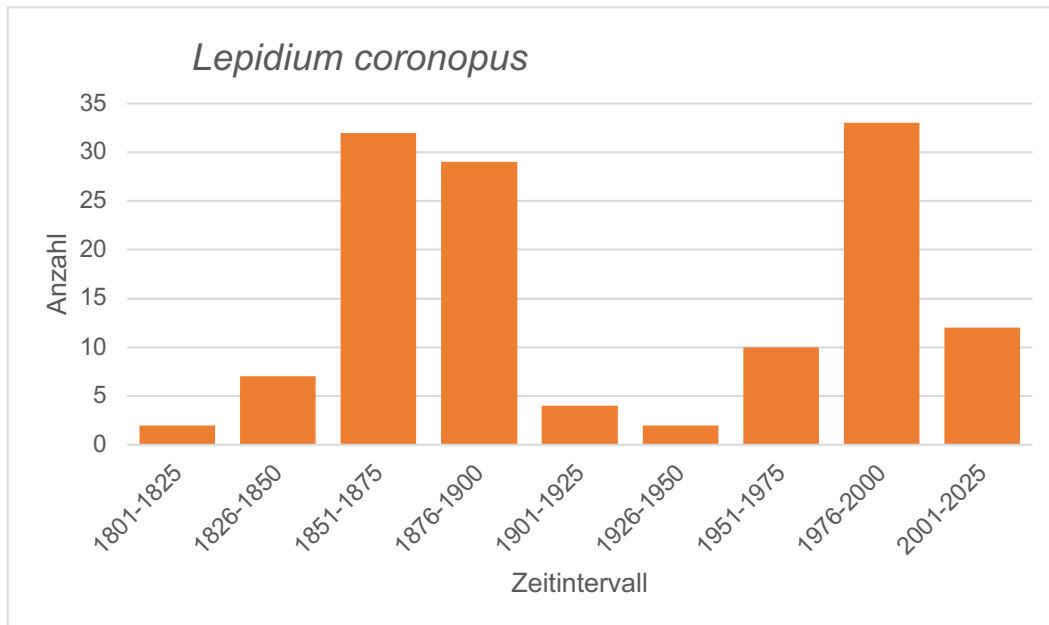


Abbildung 7: Anzahl der Herbarbelege von *Lepidium coronopus* in GBIF für Deutschland in neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025

Die weiteren Säulendiagramme zu den Daten aus GBIF finden sich im Anhang (7.3.2).

3.3 Häufigkeit der Herbarbelege im GOET und GBIF über den Zeitraum 1801-2025 in Deutschland

Um das Vorkommen der ausgewählten archäophytischen Ackerbegleitkräuter in Deutschland von 1801 bis 2025 zu untersuchen, werden die Daten aus dem GOET und GBIF für Deutschland im Folgenden zusammengefasst dargestellt. Wenn man die Arten zudem nicht mehr isoliert betrachtet, sondern in einem Diagramm zusammenfasst, erkennt man in dem Boxplot-Diagramm (s. Abb. 8), dass es sich nicht um einen linearen Trend in den Herbarbeleganzahlen handelt. Die Anzahl an Belegen nimmt im allgemeinen Trend zu, dennoch ist der Median der Beleganzahlen in dem Zeitintervall „1876-1900“ am höchsten. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts gibt es dann eine rückläufige Entwicklung und in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts steigt die Anzahl an Belegen in Deutschland wieder. Besonders fällt zudem der Ausreißer nach oben im letzten Zeitintervall auf. Dieser lässt sich auf *Myosotis arvensis* zurückführen, denn für diese Art gab es in der Zeit von 2001 bis 2025 164 Einträge in GBIF und dem GOET, während der Median aller betrachteten Arten bei ca. 12 Belegen liegt.

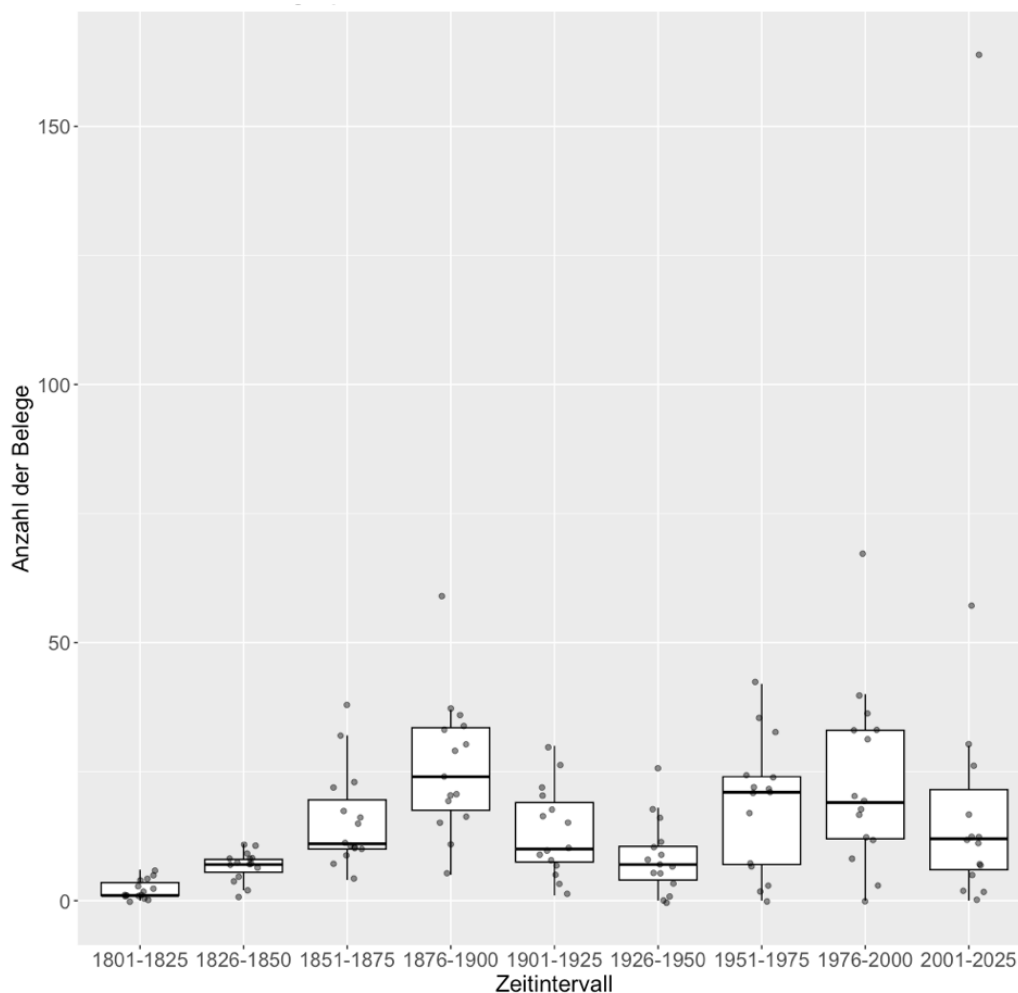


Abbildung 8: Boxplot der Gesamtanzahl der Belege pro Zeitintervall für alle Arten (n=15) in Deutschland

Für die ausgestorbenen, vom Aussterben bedrohten und stark gefährdeten Arten erkennt man in dem Diagramm zunächst einen Anstieg der Belegzahlen bis 1900, wo das Maximum erreicht wird (s. Abb. 9). Dann sinkt die Häufigkeit der Belege von den stark gefährdeten Arten bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts. Nach einem erneuten Anstieg in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts liegt der Median für die Anzahl der Herbarbelege im Intervall „2001-2025“ unter fünf Belegen.

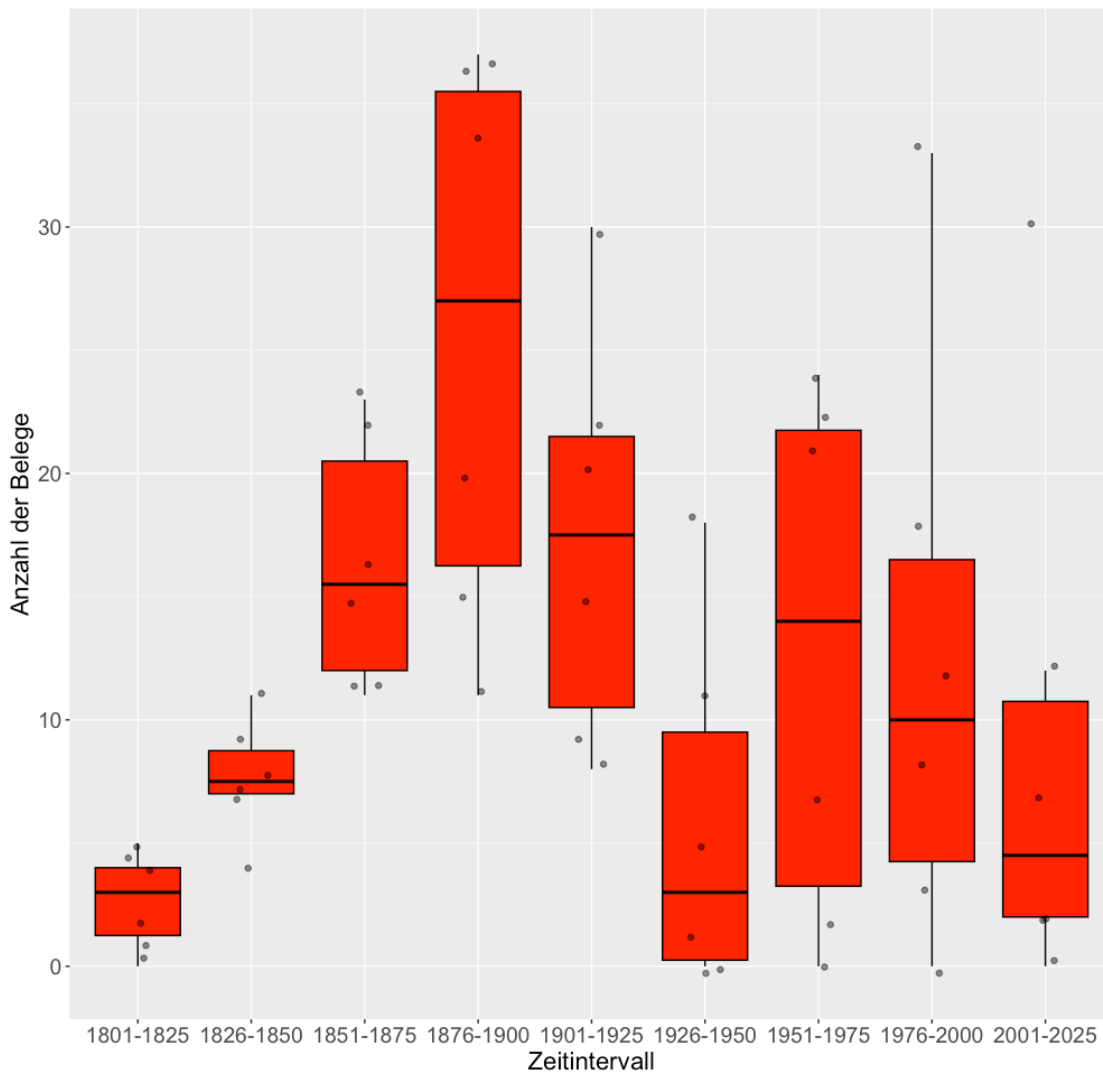


Abbildung 9: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für stark gefährdete Arten (n=6) in Deutschland

Für die Gruppe der gefährdeten Arten sieht man in der Zeit von 1800 bis 2025 zwei Hochpunkte von der Häufigkeit der Herbarbelege (s. Abb. 10). Der erste Anstieg geht über das 19. Jahrhundert und erreicht das Maximum im Intervall „1876-1900“ mit einem Median von über 20 Belegen. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts liegen die Mediane mit zehn Belegen oder weniger deutlich unter dem des Intervalls davor. In der zweiten Hälfte ist die Anzahl der Belege pro Zeitintervall wieder auf knapp 20 pro 25-Jahr-Intervall angestiegen. Das dritte Quantil ist im Intervall „1976-2000“ am höchsten. Danach fällt die Häufigkeit der Herbarbelege wieder ab.

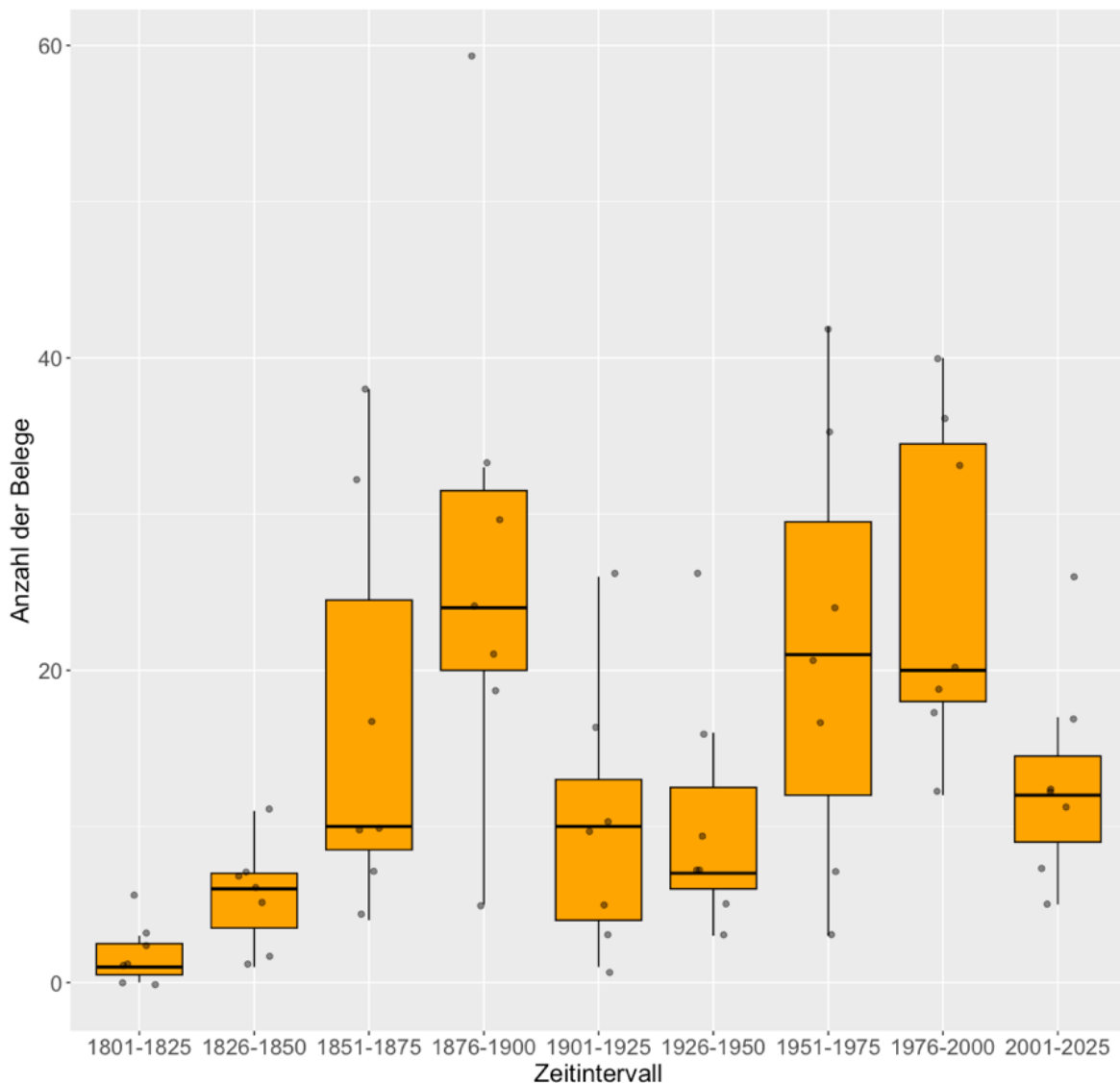


Abbildung 10: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für gefährdete Arten (n=7) für Deutschland

Die ungefährdeten Arten *Myosotis arvensis* und *Papaver rhoeas* haben im Allgemeinen einen stark steigenden Trend der Herbarbelege im Laufe der Zeit (s. Abb. 11). Aber auch hier ist bereits ein Hochpunkt im Zeitintervall „1876-1900“ mit einem Median von knapp 25 Belegen zu verzeichnen. Nach dem Jahr 2000 liegt der Median bei über 100 Belegen pro 25 Jahre deutlich über denen aller anderen Zeitintervalle.

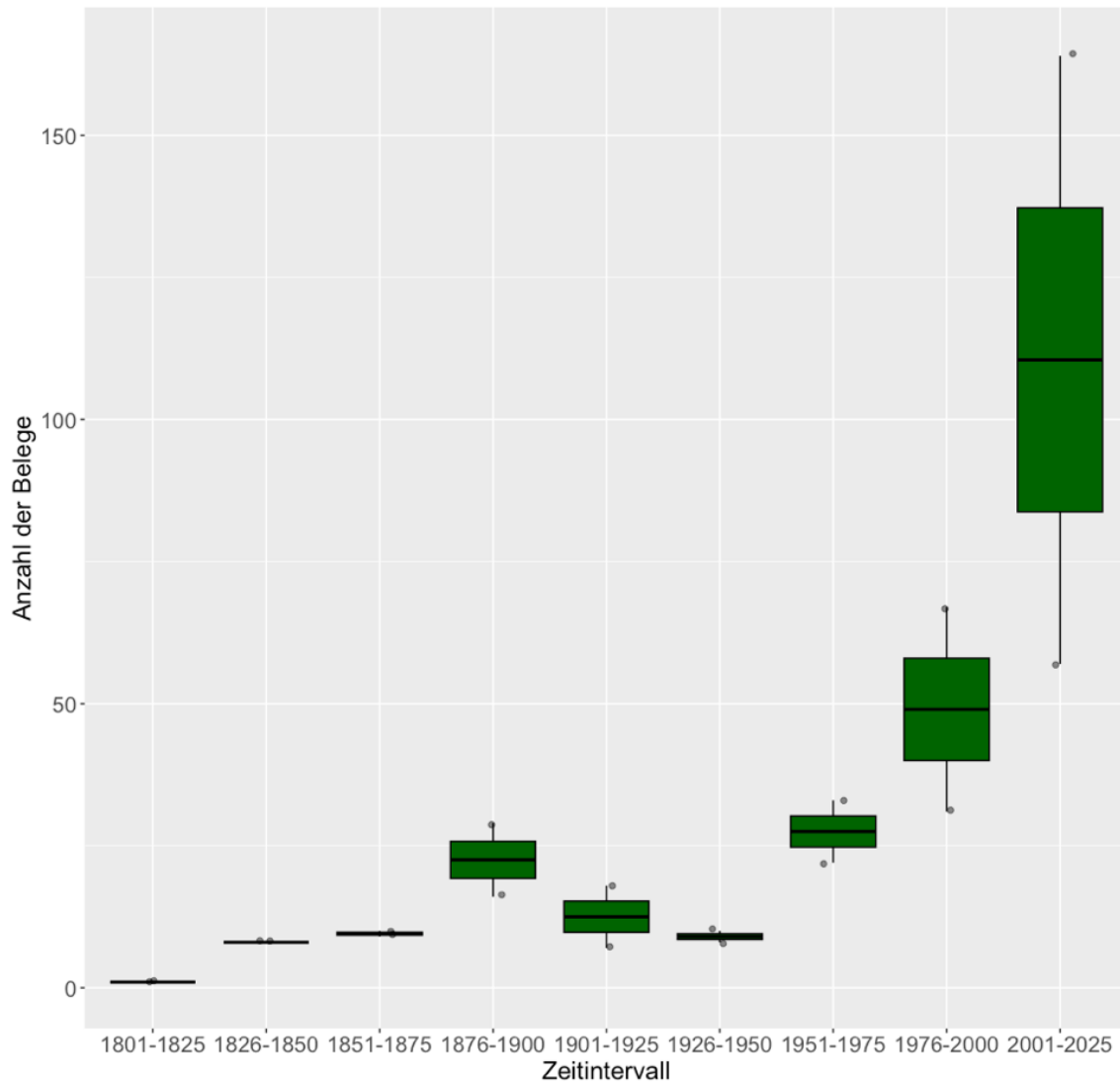


Abbildung 11: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für ungefährdete Arten ($n=2$) für Deutschland

Wenn man alle Belege aus Deutschland pro Zeitintervall aufsummiert, sieht man in Abbildung 12 für jedes Intervall die Anzahl der Belege und die Anteile der drei Gefährdungsgruppen. Im ersten Zeitintervall gibt es mit 31 Belegen die wenigsten. Dann steigt die Anzahl der Belege mit der Zeit auf ein Maximum von 389 im Zeitintervall „1876-1900“. Danach fällt die Häufigkeit bis zu Mitte des 20. Jahrhunderts. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts steigt die Anzahl an Gesamtbelegen an und parallel dazu nimmt auch der Anteil der ungefährdeten Arten zu. Im letzten Zeitintervall „2001-2025“ gibt es 364 Belege und davon waren mit 221 knapp zwei Drittel Herbarbelege von den Arten *Myosotis arvensis* und *Papaver rhoeas*.

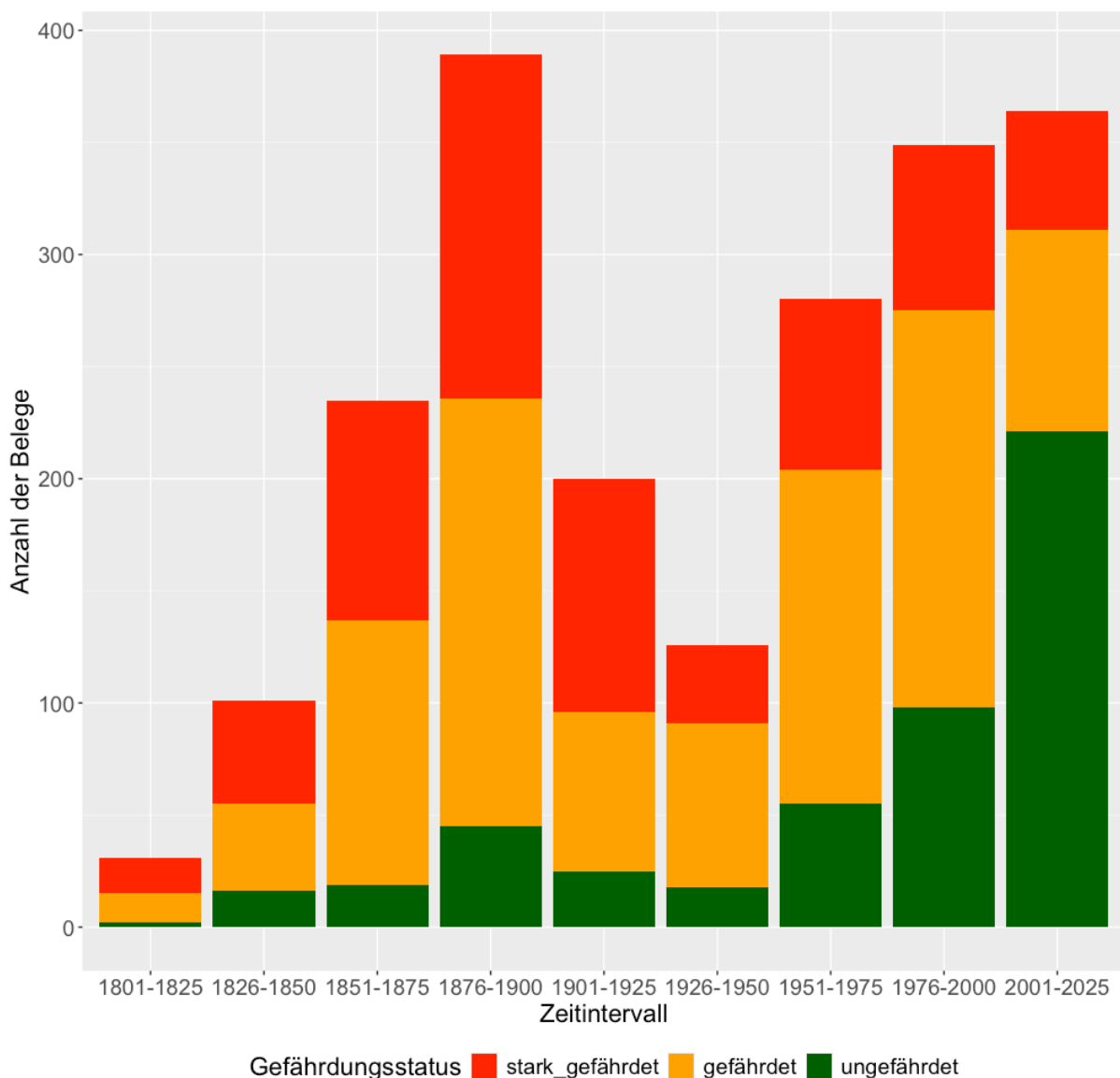


Abbildung 12: Summe der Belege pro Zeitintervall mit Unterscheidung der Gefährdungskategorien für Deutschland von 1801 bis 2025

Wenn man die relativen Anteile der drei Gefährdungsgruppen im Laufe der Zeit betrachtet (s. Abb. 13), sieht man einen fallenden Trend des Anteils der stark gefährdeten Arten. Im ersten Zeitintervall hat die Gruppe der sechs stark gefährdeten Arten mit mehr als der Hälfte aller Belege in diesem Zeitintervall den größten Anteil. Über die Zeit nehmen die Anteile ab und im Zeitintervall „2001-2025“ sind ca. 15 % der Belege von den stark gefährdeten Arten. Die ungefährdeten Arten haben stark steigende relative Anteile. Im letzten Zeitintervall sind mehr als 60 % der Belege von den beiden ungefährdeten Arten. Die relativen Anteile der Gruppe der gefährdeten Arten bewegen sich zwischen 25 % und knapp 60 %. Die sieben Arten haben in fünf Zeitintervallen den größten relativen Anteil der Herbarbelege.

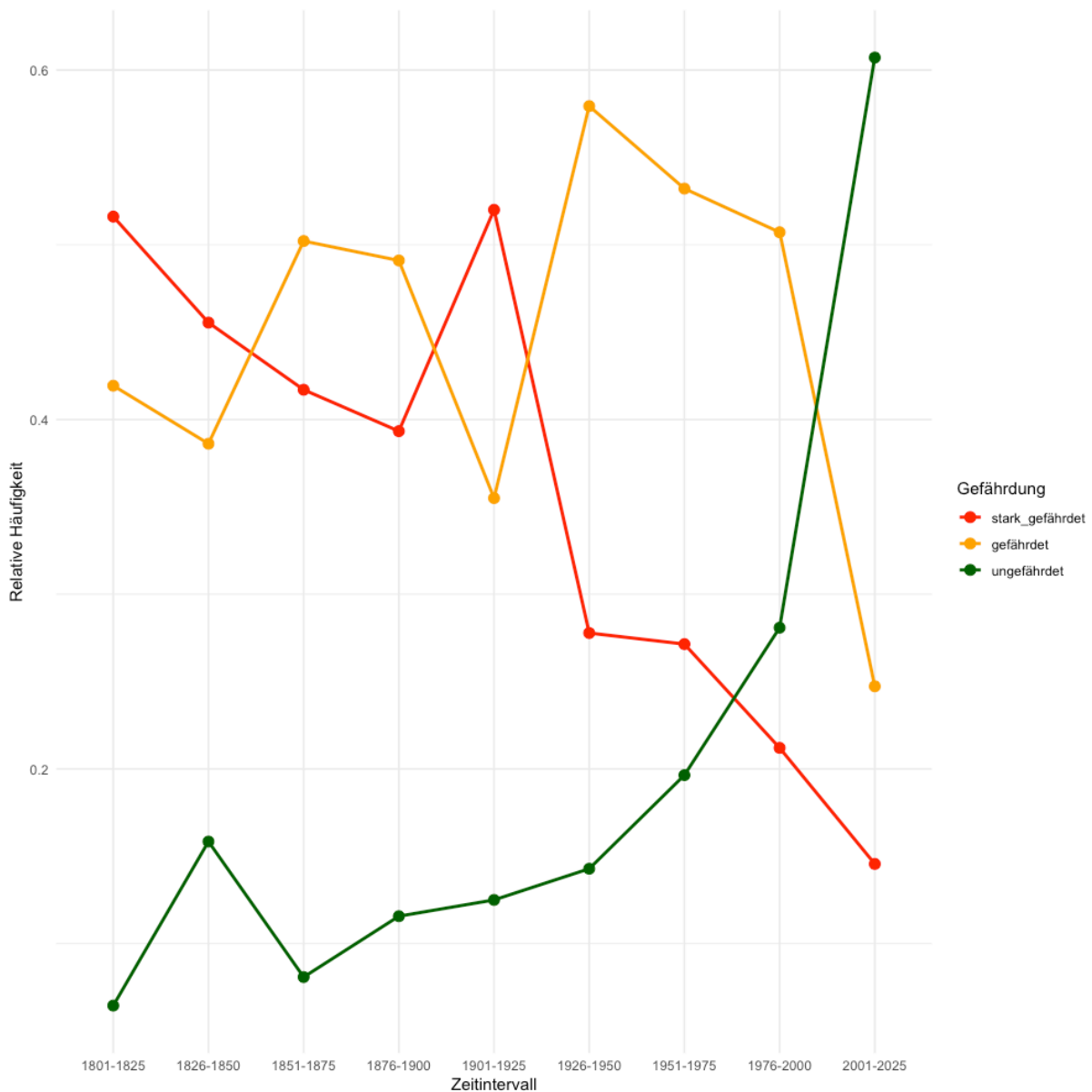


Abbildung 13: Relative Häufigkeiten der Gefährdungsgruppen pro Zeitintervall in Deutschland von 1801 bis 2025

3.4 Häufigkeit der Herbarbelege im GOET und GBIF über den Zeitraum 1801-2025 in Tschechien

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wird Tschechien als Vergleichsstandort untersucht. Die Analysen für die einzelnen Arten mit den Daten aus GBIF finden sich im Anhang (7.3.3). Hier werden die Daten von GBIF und mit den elf Belegen aus dem GOET zusammen betrachtet und analysiert.

In Tschechien zeigt das Boxplot-Diagramm für alle Arten einen positiven Trend (s. Abb. 14). Von 1801 bis 1925 nimmt der Median der Anzahl der Herbarbelege mit jedem Zeitabschnitt zu. Im 20. Jahrhundert ist dann ein leicht rückläufiger Trend zu erkennen. In dem Intervall von „1976-2000“ ist gleichzeitig die höchste Anzahl an Belegen von einer Art zu vermerken. Der Ausreißer gehört zur Art *Consolida regalis* und nimmt einen Wert von 84 Belegen an. Zum nächsten Zeitintervall nehmen die Anzahlen der Belege im Allgemeinen zu, sodass der Median des Zeitintervalls „2001-2025“ über denen aller anderen Intervalle liegt. Zugleich ist die Streuung der Daten hier am größten.

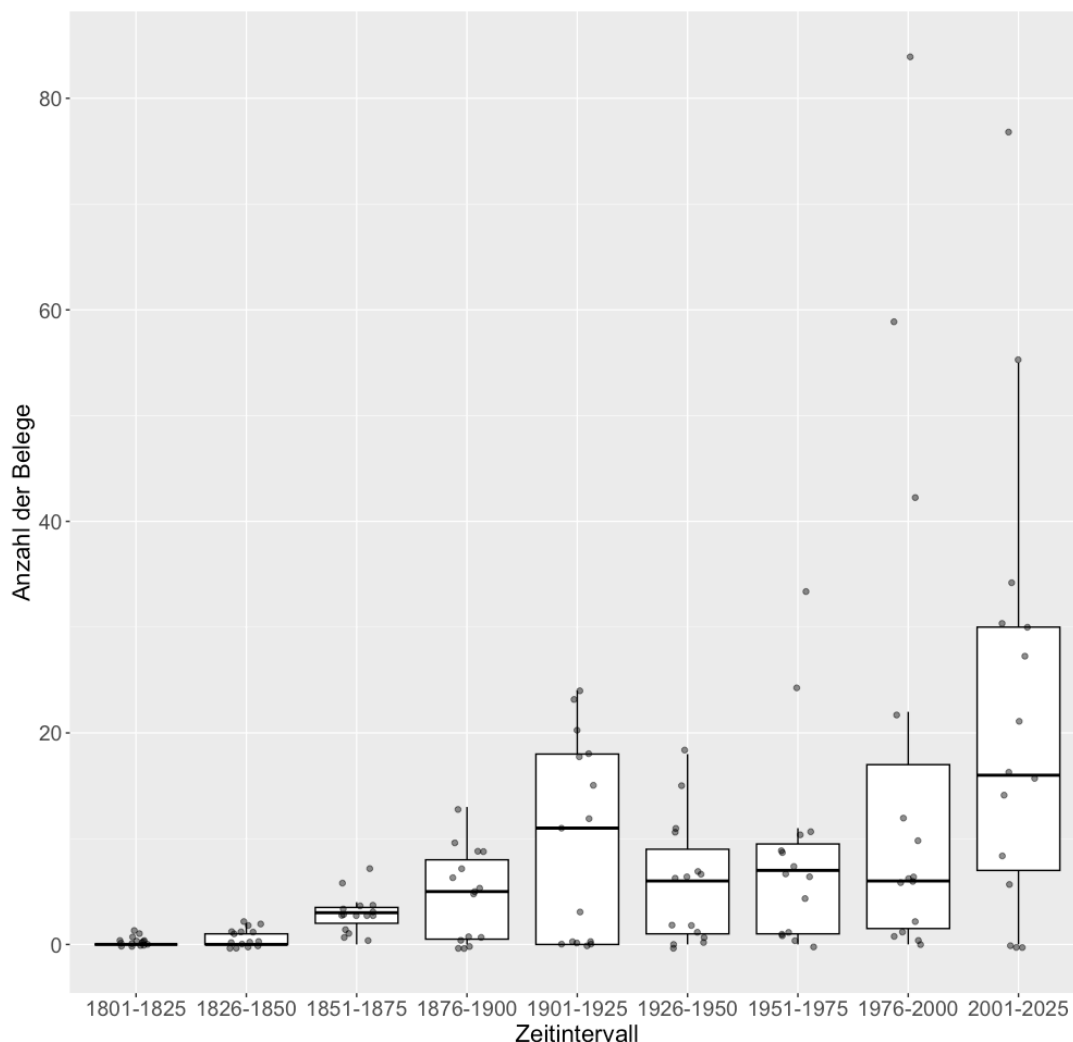


Abbildung 14: Boxplot aller Belege pro Zeitintervall für alle Arten (n=15) in Tschechien

Für die Gruppe der stark gefährdeten Arten kann ebenfalls ein Anstieg der Häufigkeiten von Herbarbelegen bis zum Zeitintervall „1901-1925“ festgestellt werden (s. Abb. 15). Der Median ist in diesem Zeitintervall mit knapp 15 Belegen am höchsten. Zudem ist die Streuung hier vergleichsweise groß. Im Rest des 20. Jahrhunderts liegen die Mediane im Mittel über denen des 19. Jahrhunderts, sind aber gleichzeitig kleiner als im Intervall „1901-1925“. Im letzten Zeitabschnitt („2001-2025“) ist die Anzahl an Herbabelegen wieder gestiegen und der Median liegt bei über zehn Belegen. Die Streuung der Daten ist hier mit am größten und die obere Antenne ragt bis zu 30 Belegen in diesem Zeitintervall.

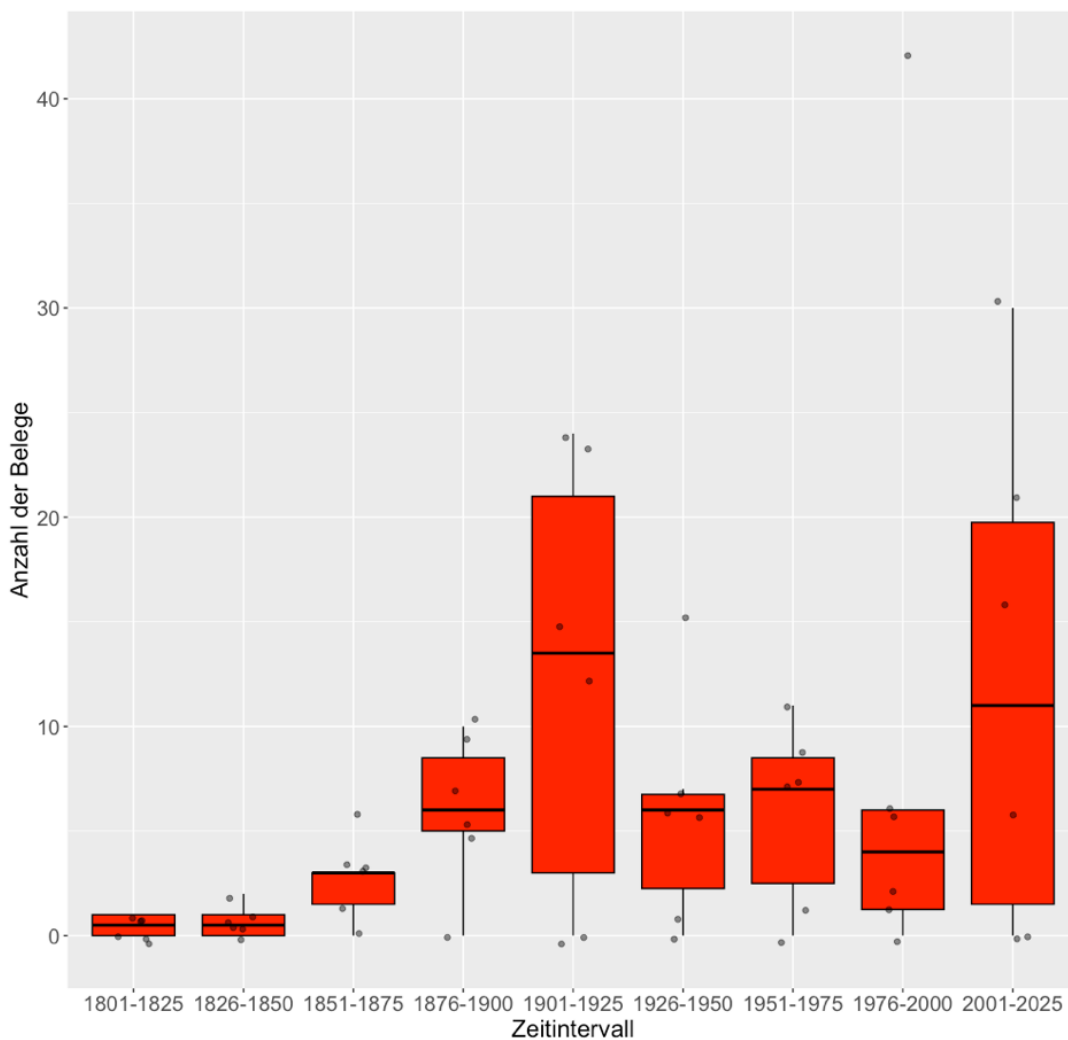


Abbildung 15: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für die stark gefährdeten Arten ($n=6$) in Tschechien

Im Boxplot für die Gruppe der gefährdeten Arten sieht man im ersten Zeitintervall „1801-1825“ keine Box, da es für die gefährdeten Arten in Tschechien in diesem Zeitraum keine Belege gab (s. Abb. 16). Auch hier ist ein Anstieg bis zum Jahr 1925 zu erkennen. Der Median liegt zum bei über zehn Belegen und ist somit größer als in den Zeitintervallen zuvor. In den drei darauffolgenden Zeitintervallen liegt der Median der Anzahl von Herbarbelegen wieder unter zehn Belegen pro Zeitintervall. Die Streuung im Zeitintervall „1976-2000“ ist deutlich größer als die in den anderen Zeitabschnitten und auch der größte Ausreißer nach oben liegt in diesem Intervall. Im letzten Abschnitt „2001-2025“ liegt der Median bei über 25 Belegen und ist somit der größte für die gefährdeten Arten in Tschechien.

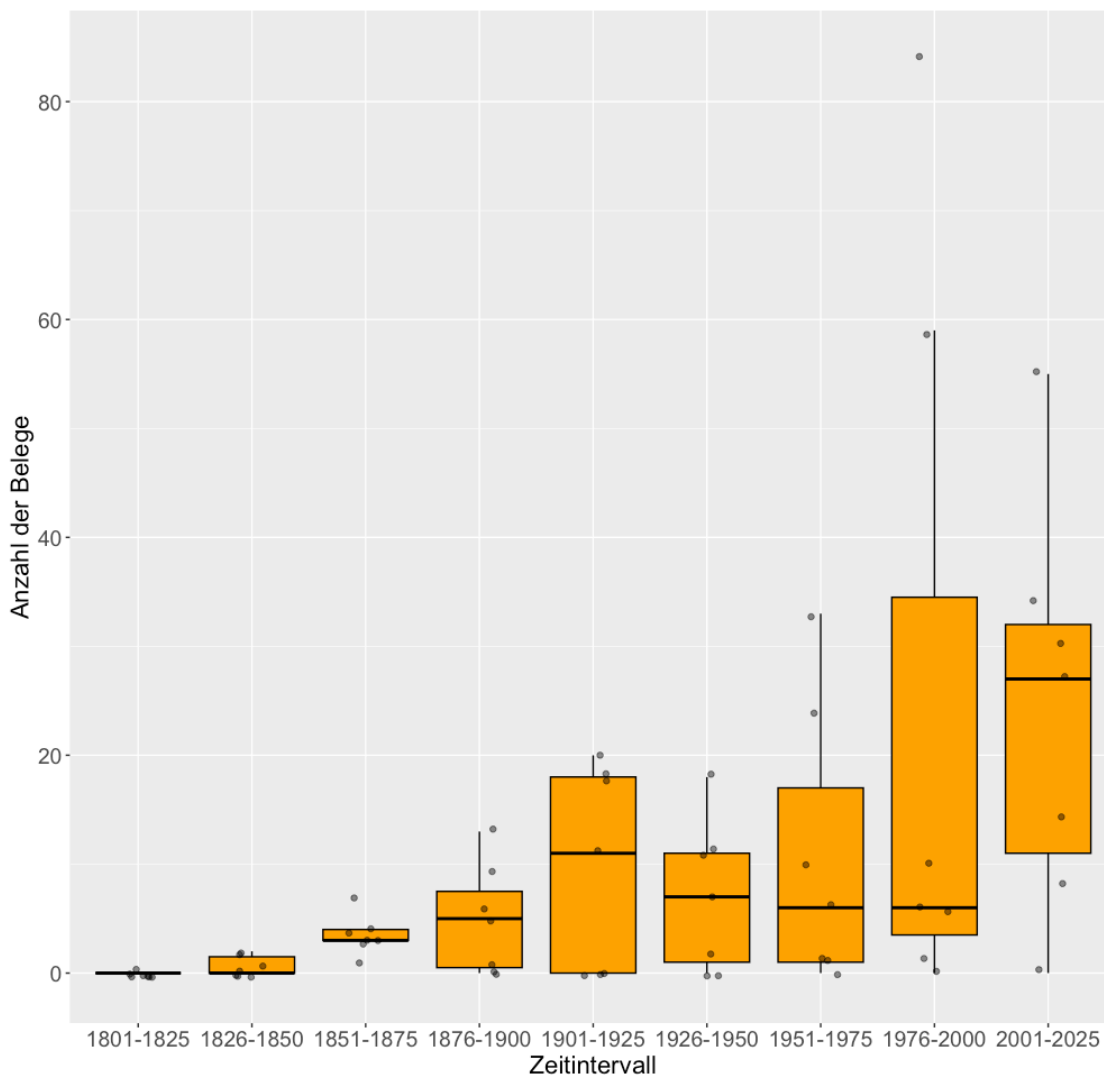


Abbildung 16: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für gefährdete Arten (n=7) in Tschechien

Auch bei den ungefährdeten Arten in Tschechien ist Anzahl an Herbarbelegen im Mittel mit über 45 Belegen im letzten Zeitintervall am größten (s. Abb. 17). Bis 1950 gibt es in allen Zeitintervallen von *Papaver rhoeas* und *Myosotis arvensis* in Tschechien weniger als fünf Belege. Dann steigt die Häufigkeit der Belege mit der Zeit und mit ihr auch die Streuung der Daten. Im Intervall „1976-2000“ gibt es im Mittel etwas über 15 Belege von den ungefährdeten Arten. Der höchste Einzelwert wird im letzten Zeitintervall von *Myosotis arvensis* mit 77 Belegen erreicht.

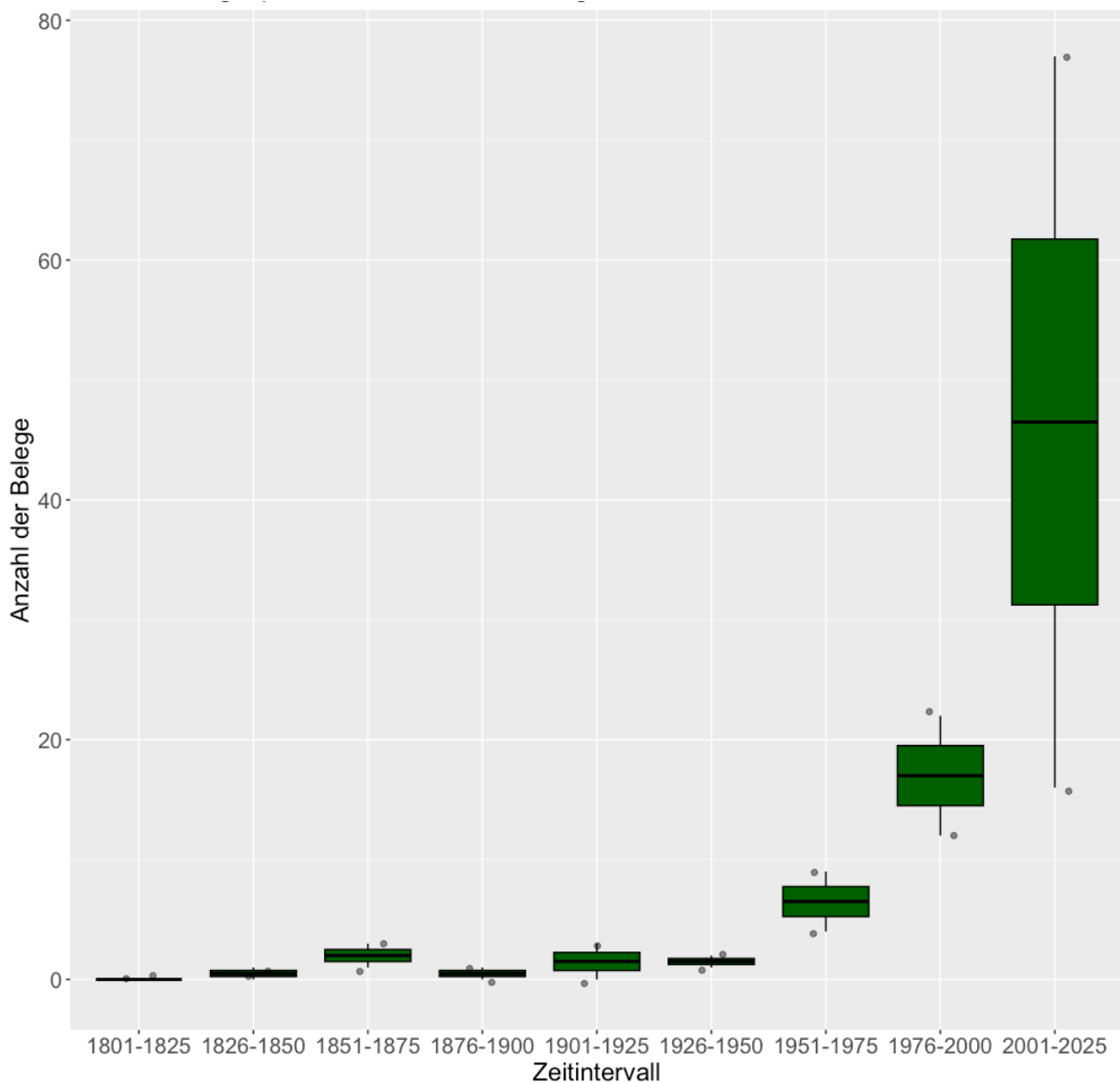


Abbildung 17: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für ungefährdete Arten ($n=2$) in Tschechien

Die Summe der Beleganzahlen für Tschechien zeigt im zeitlichen Verlauf einen steigenden Trend (s. Abb. 18). Vor dem Maximum im letzten Zeitintervall, gibt es im Zeitraum von 1901 bis 1925 bereits ein lokales Maximum. Bis dahin steigt die Anzahl an Belegen kontinuierlich und erreicht dann 144 Belege im 5. Intervall. Im darauffolgenden Zeitabschnitt liegt die Summe der Belege unter 100. Danach steigt die Anzahl der Belege wieder kontinuierlich.

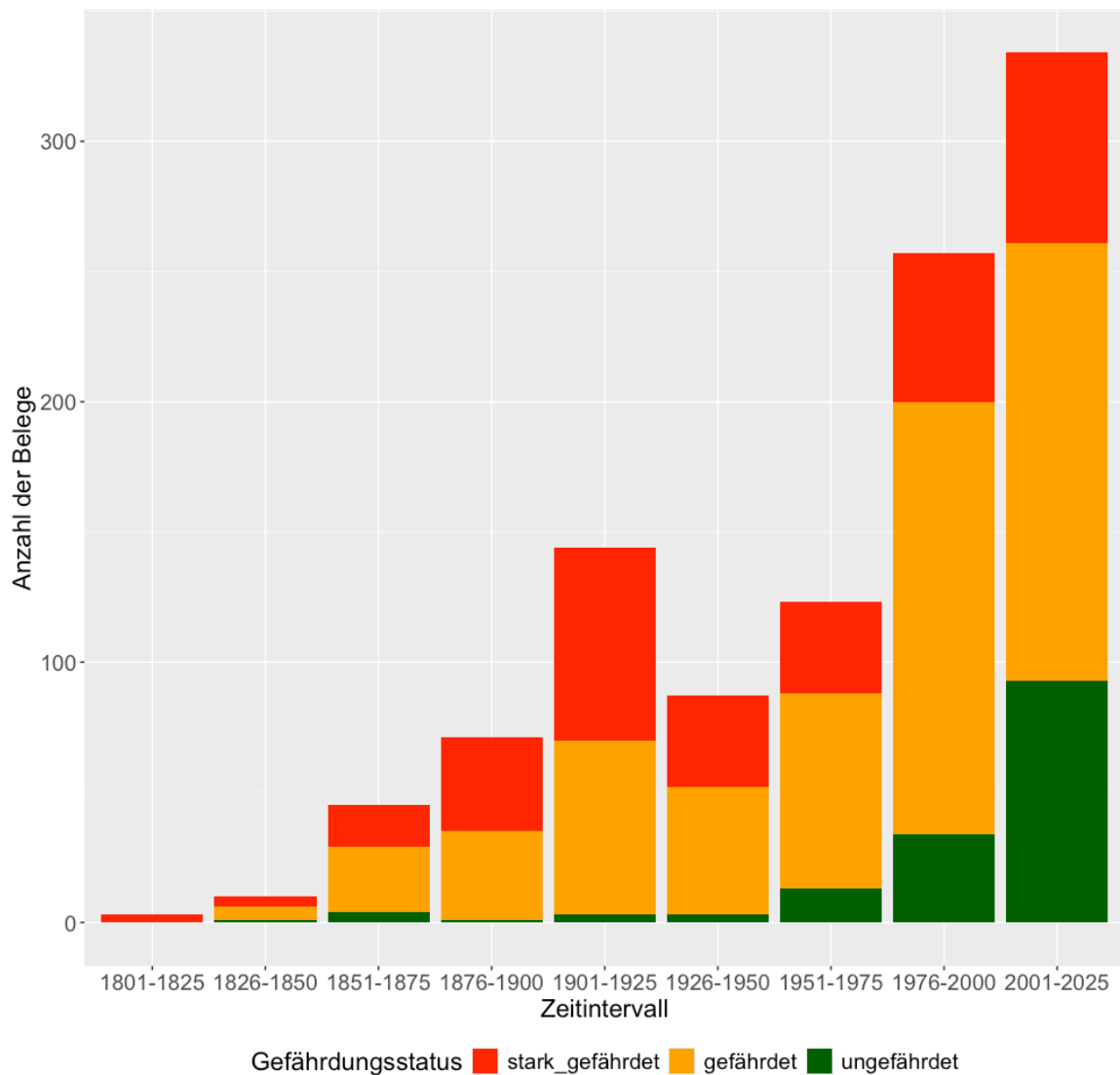


Abbildung 18: Summe der Belege pro Zeitintervall mit Unterscheidung der Gefährdungskategorien für Tschechien von 1801 bis 2025

In Bezug auf den Gefährdungsstatus ist der Anteil der ungefährdeten Arten in allen Intervallen, außer im letzten, am geringsten (s. Abb. 19). Im ersten Zeitintervall gibt es ausschließlich Belege der Gruppe der stark gefährdeten Arten, somit ist der relative Anteil hier 100 %. Auch in den Abschnitten „1876-1900“ und „1901-1925“ nehmen die stark gefährdeten Arten den größten Anteil ein. In allen anderen Zeitintervallen ist der Anteil der sieben gefährdeten Arten der größte. Ab 1826 liegt der Anteil dieser Gruppe konstant über 40 %.

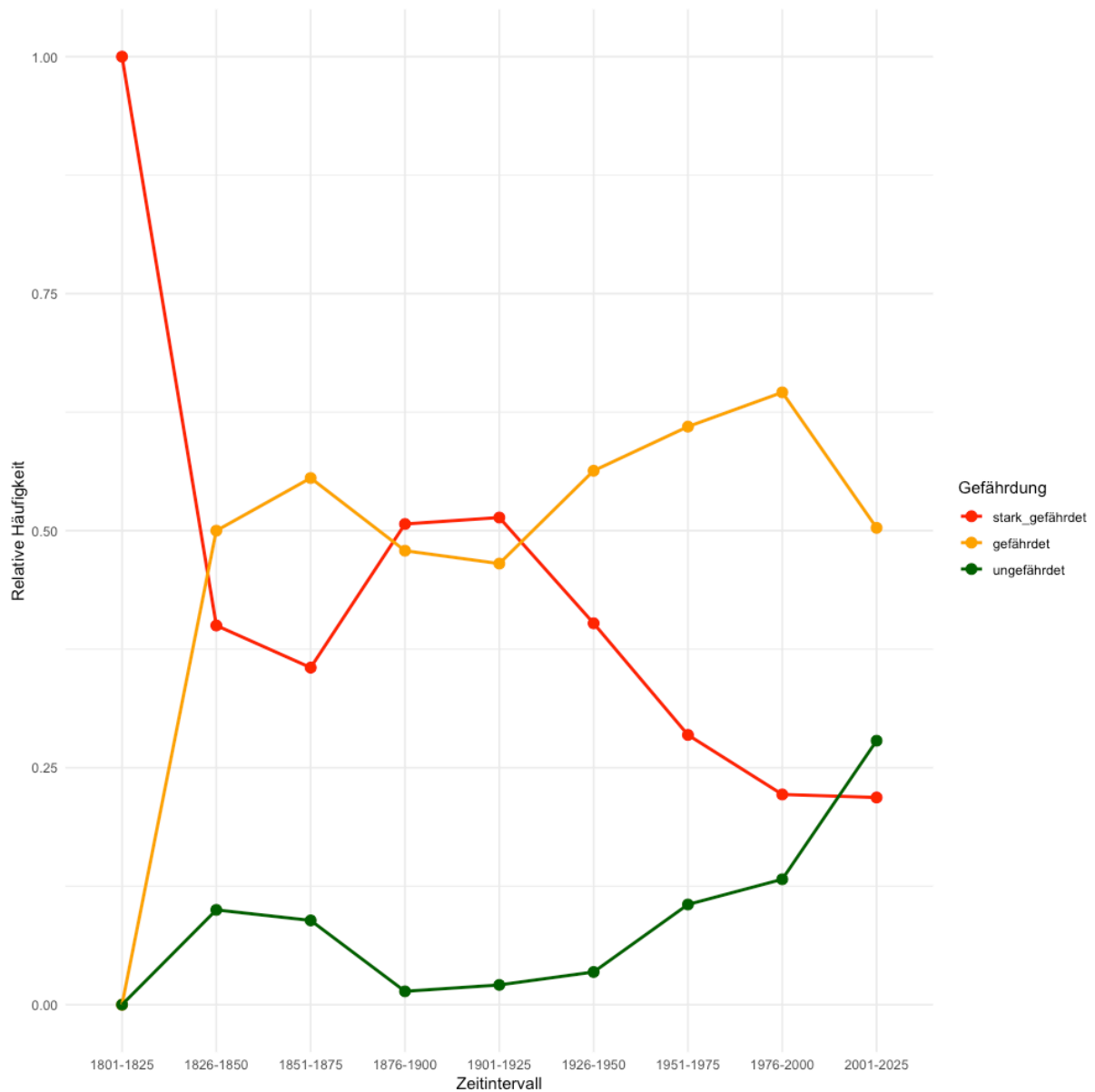


Abbildung 19: Relative Häufigkeiten der Gefährdungskategorien pro Zeitintervall in Tschechien von 1801 bis 2025

3.5 Vergleich der Standorte

Wenn man die Belegzahlen der beiden Standorte Deutschland und Tschechien vergleicht, sieht man, dass es in jedem Zeitintervall insgesamt mehr Belege in Deutschland als in Tschechien gibt (s. Abb. 20). Am größten ist die Differenz der Beleganzahl im Zeitintervall „1876-1900“. Hier hat Deutschland in Summe 389 Belege, während es in Tschechien im selben Intervall 71 Belege gibt. Ab Mitte des 20. Jahrhunderts werden die Unterschiede in der Summe der Gesamtbelege geringer. Im Intervall „2001-2025“ beträgt die Differenz 30 Belege.

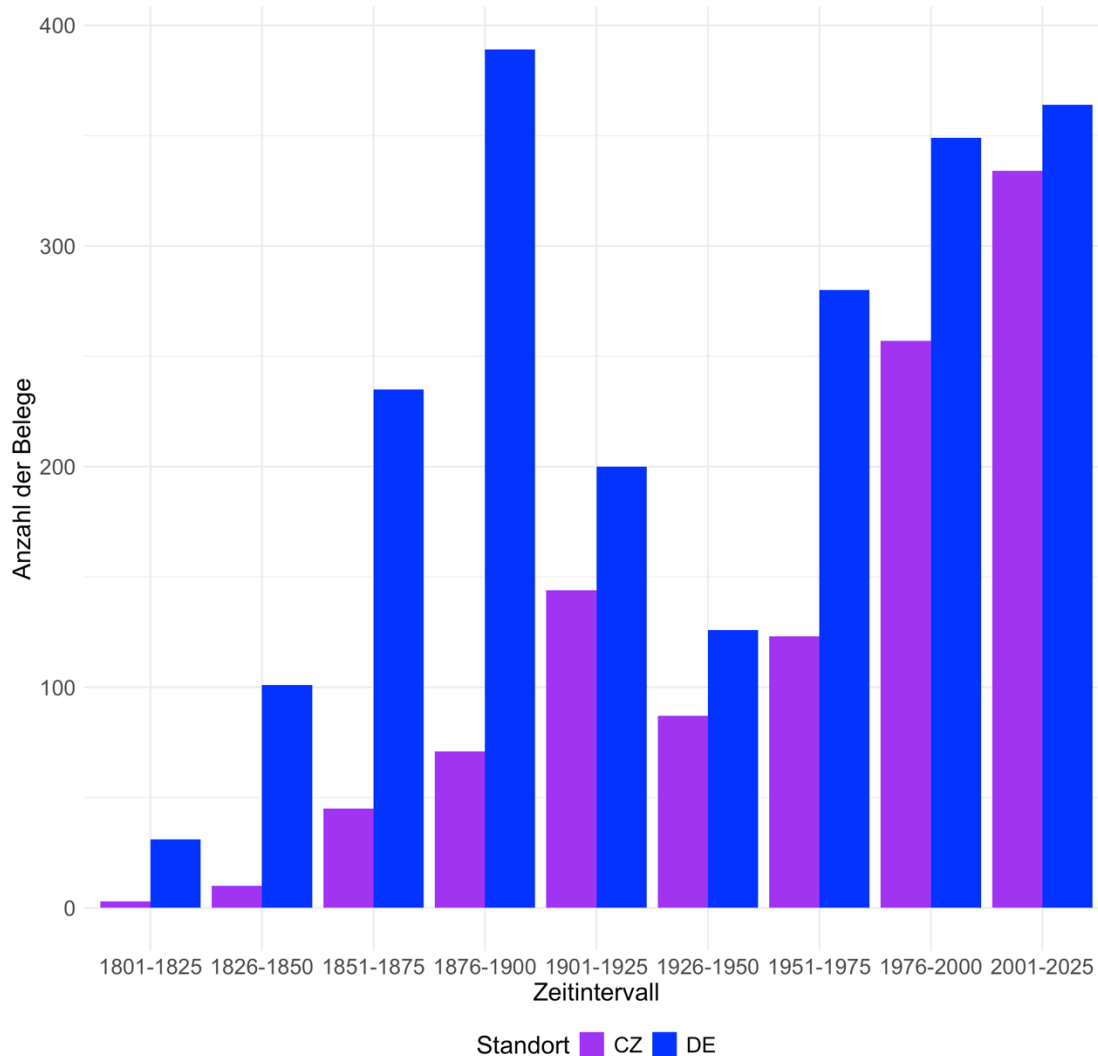


Abbildung 20: Vergleich der Gesamtbelege von Deutschland und Tschechien in den neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025

In den Abbildungen 21, 22 und 23 werden die relativen Häufigkeiten der Gefährdungsgruppen von den beiden Standorten Deutschland und Tschechien verglichen. Dabei werden für jede Gefährdungsgruppe die relativen Anteile an der Gesamtmenge der Herbarbelege des jeweiligen Standortes pro Zeitintervall geplottet. Vergleicht man die relativen Anteile der stark gefährdeten Arten in Deutschland und Tschechien, so sieht man einen sehr ähnlichen fallenden

Trend (s. Abb. 21). Die größte Differenz liegt im ersten Zeitintervall, in dem der Anteil der stark gefährdeten Arten in Tschechien bei 100 % liegt und in Deutschland bei etwas über 50 %.

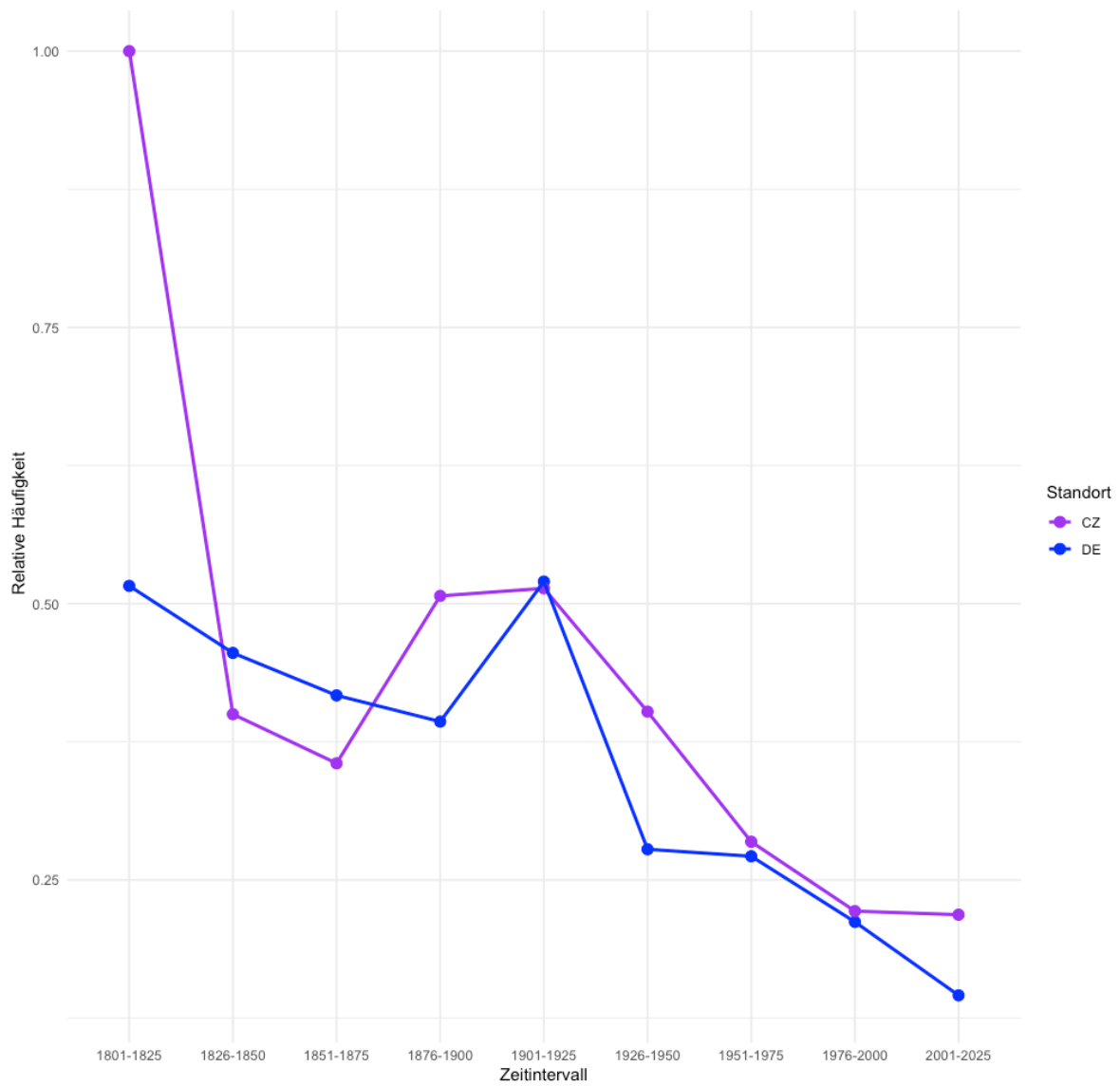


Abbildung 21: Vergleich der relativen Anteile der stark gefährdeten Arten ($n=6$) pro Zeitintervall von Deutschland und Tschechien von 1801 bis 2025

Bei der Gruppe der gefährdeten Arten sieht man ebenfalls einen vergleichbaren Trend in den relativen Anteilen (s. Abb. 22). Auch hier ist die Differenz im ersten Intervall mit über 40 % am größten. Danach liegt der relative Anteil der gefährdeten Arten in Tschechien etwas über dem in Deutschland. Im Zeitintervall „2001-2025“ ist der Anteil in Tschechien (ca. 50 %) ungefähr doppelt so groß wie in Deutschland (ca. 25 %) von den gefährdeten Arten.

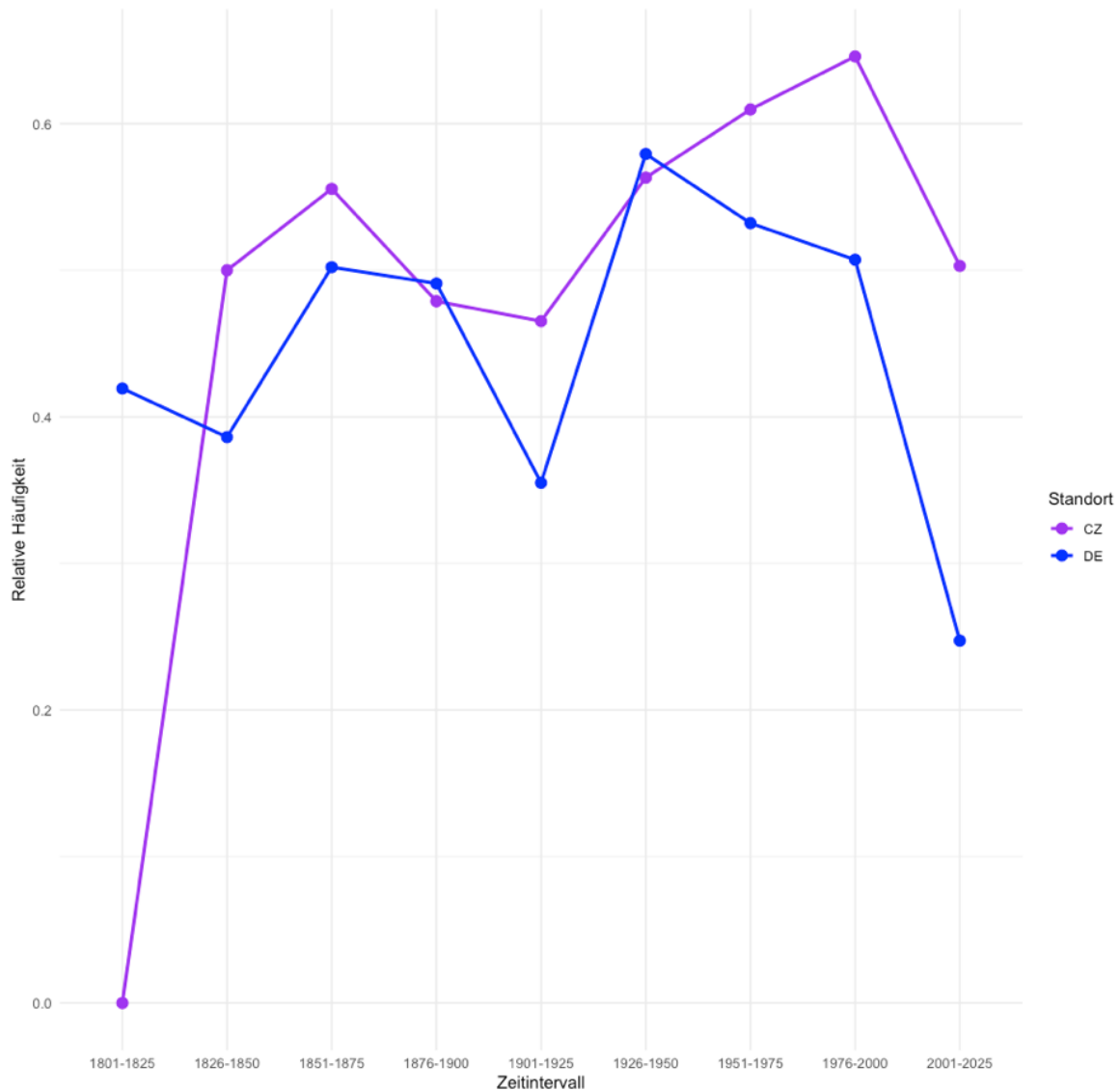


Abbildung 22: Vergleich der relativen Anteile der gefährdeten Arten ($n=7$) pro Zeitintervall von Deutschland und Tschechien von 1801 bis 2025

Entsprechend zu den anderen Gefährdungsgruppen verlaufen auch die Anteile der ungefährdeten Arten in Deutschland und Tschechien ähnlich (s. Abb. 23). Der Anteil der ungefährdeten Gruppe in Deutschland liegt fast immer über dem aus Tschechien. Im letzten Intervall ist die Differenz mit über 30 % am größten.

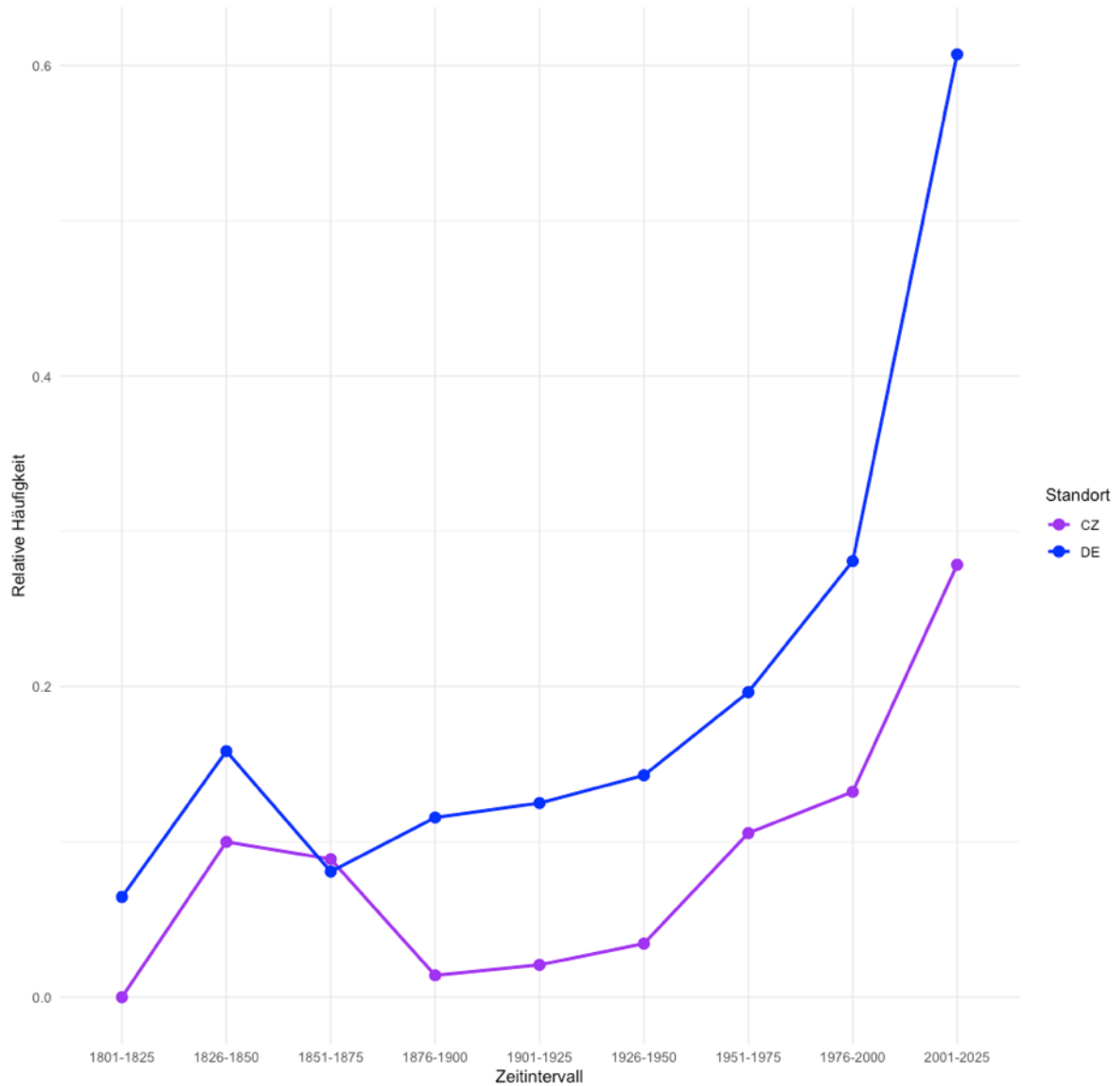


Abbildung 23: Vergleich der relativen Anteile der ungefährdeten Arten ($n=2$) pro Zeitintervall von Deutschland und Tschechien von 1801 bis 2025

In den Tabellen 3, 4 und 5 sind die Ergebnisse für die GLM-Analyse mit einer Rundung bis zur dritten Nachkommastelle angegeben. Die Zeitintervalle sind dabei chronologisch nummeriert. Die Angabe „Zeitintervall2-1“ meint dabei, dass hier die Anzahl der Belege des zweiten Zeitintervalls mit der Anzahl der Beleg des ersten Intervalls vergleichend untersucht wird und das kontrolliert für den Standort. Wenn die Interaktionseffekte von Standort und Zeitintervall untersucht werden wird dies beispielsweise durch „StandortDE:Zeitintervall2-1“ in der ersten Spalte gekennzeichnet.

Bei den stark gefährdeten Arten gibt es einen stark signifikanten Unterschied in der Anzahl der Herbarbelege zwischen den beiden Standorten ($p < 0,001$; s. Tab.3). Der Multiplikationsfaktor für den Standort Deutschland ist ca. 2,55. Das bedeutet, dass die erwartete Anzahl an Herbarbelegen in Deutschland etwa 2,55-mal so hoch ist wie in Tschechien. Zwischen den Zeitintervallen gibt es keine weiteren signifikanten Veränderungen. Außerdem zeigen sich keine signifikanten Interaktionseffekte zwischen der Einflussvariable Standort und der Einflussvariable Zeitintervall auf die Anzahl der Herbarbelege für stark gefährdete Arten.

Tabelle 3: Ergebnisse der GLM für die stark gefährdeten Arten ($n = 6$), Spalten signifikanter Einflussvariablen fett markiert

	Koeffizient (β)	Std. Fehler	exp(β)	p-Wert
(Intercept)	1,385	0,155	3,995	0,000
StandortDE	0,937	0,203	2,552	0,000
Zeitintervall2-1	0,288	0,92	1,334	0,754
Zeitintervall3-2	1,386	0,758	3,999	0,068
Zeitintervall4-3	0,811	0,594	2,250	0,172
Zeitintervall5-4	0,721	0,551	2,056	0,191
Zeitintervall6-5	-0,749	0,552	0,473	0,175
Zeitintervall7-6	0,000	0,566	1,000	1,000
Zeitintervall8-7	0,488	0,556	1,629	0,380
Zeitintervall9-8	0,247	0,542	1,280	0,648
StandortDE:Zeitintervall2-1	0,768	1,092	2,155	0,482
StandortDE:Zeitintervall3-2	-0,630	0,933	0,533	0,499
StandortDE:Zeitintervall4-3	-0,365	0,795	0,694	0,646
StandortDE:Zeitintervall5-4	-1,107	0,764	0,331	0,147
StandortDE:Zeitintervall6-5	-0,340	0,778	0,712	0,662
StandortDE:Zeitintervall7-6	0,775	0,790	2,171	0,326
StandortDE:Zeitintervall8-7	-0,514	0,774	0,598	0,506
StandortDE:Zeitintervall9-8	-0,581	0,768	0,559	0,449

Für die Gruppe der gefährdeten Arten hat der Standort keinen signifikanten Einfluss im Referenzintervall (s. Tab 4). Der geschätzte Fehler ist sowohl beim Vergleich von Tschechien und

Deutschland als auch beim Unterschied von Zeitintervall 1 und 2 sehr hoch. Der Unterschied der Zeitintervalle 2 („1851-1875“) und 3 („1876-1900“) ist signifikant ($p < 0,05$). Die erwartete Anzahl an Herbarbelegen ist im dritten Zeitintervall etwa fünfmal so groß wie im zweiten Zeitintervall ($\exp(\beta) = 4,998$).

Bei den gefährdeten Arten zeigt sich zudem ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen der Einflussvariable Standort und dem Zeitintervall 5 („1901-1925“) im Vergleich zu Zeitintervall 4 („1876-1900“) ($p < 0,05$). Laut dem Modell beträgt der Multiplikationsfaktor $\exp(\beta) = 0,189$, was bedeutet, dass der Unterschied zwischen Deutschland und Tschechien in diesem Intervall deutlich kleiner ist als im vorherigen Intervall, da der Wert für Beleganzahlen in Deutschland sinkt, während er in Tschechien steigt ($\exp(\beta) = 1,970$ für Zeitintervall 5-4).

Tabelle 4: Ergebnisse der GLM für die gefährdeten Arten ($n = 7$), Spalten signifikanter Einflussvariablen fett markiert

	Koeffizient (β)	Std. Fehler	$\exp(\beta)$	p-Wert
(Intercept)	-0,318	240,114	0,728	0,999
StandortDE	2,760	240,114	15,800	0,991
Zeitintervall2-1	17,966	2161,024	$6,35 \cdot 10^7$	0,993
Zeitintervall3-2	1,609	0,670	4,998	0,016
Zeitintervall4-3	0,307	0,528	1,359	0,560
Zeitintervall5-4	0,678	0,504	1,970	0,178
Zeitintervall6-5	-0,313	0,495	0,731	0,527
Zeitintervall7-6	0,426	0,493	1,531	0,388
Zeitintervall8-7	0,794	0,478	2,212	0,097
Zeitintervall9-8	0,012	0,470	1,012	0,980
StandortDE:Zeitintervall2-1	-16,868	2161,024	0,000	0,994
StandortDE:Zeitintervall3-2	-0,502	0,832	0,605	0,546
StandortDE:Zeitintervall4-3	0,174	0,708	1,190	0,806
StandortDE:Zeitintervall5-4	-1,668	0,695	0,189	0,016
StandortDE:Zeitintervall6-5	0,341	0,694	1,406	0,624
StandortDE:Zeitintervall7-6	0,288	0,688	1,334	0,676
StandortDE:Zeitintervall8-7	-0,622	0,671	0,537	0,354
StandortDE:Zeitintervall9-8	-0,688	0,669	0,503	0,303

Für die ungefährdeten Arten *Myosotis arvensis* und *Papaver rhoeas* ist der geschätzte Fehler für den Standort und beim Vergleich der ersten beiden Intervalle wie schon bei den gefährdeten Arten sehr groß (s. Tab. 5). In den letzten drei Zeitintervallen sind die Unterschiede zwischen den Intervallen jeweils signifikant ($p < 0,05$). Die Multiplikationsfaktoren sind jeweils positiv. Also nimmt die Anzahl an Herbarbelegen kontrolliert für den Standort in den letzten drei Intervallen immer im Vergleich zum vorherigen Zeitintervall zu. Bei den ungefährdeten Arten

zeigen sich keine signifikanten Interaktionseffekte zwischen den Einflussvariablen Standort und Zeitintervall.

Table 5: Ergebnisse der GLM für die ungefährdeten Arten ($n = 2$), Spalten signifikanter Einflussvariablen fett markiert

	Koeffizient (β)	Std. Fehler	exp(β)	p-Wert
(Intercept)	-1,071	449,212	0,343	0,998
StandortDE	3,747	449,212	42,394	0,993
Zeitintervall2-1	17,609	4042,906	4,44 * 10 ⁷	0,997
Zeitintervall3-2	1,386	1,170	3,999	0,236
Zeitintervall4-3	-1,386	1,170	0,250	0,236
Zeitintervall5-4	1,099	1,205	3,001	0,362
Zeitintervall6-5	0,000	0,886	1,000	1,000
Zeitintervall7-6	1,466	0,727	4,332	0,044
Zeitintervall8-7	0,961	0,474	2,614	0,042
Zeitintervall9-8	1,006	0,398	2,735	0,011
StandortDE:Zeitintervall2-1	-15,530	4042,906	0,000	0,997
StandortDE:Zeitintervall3-2	-1,214	1,265	0,297	0,337
StandortDE:Zeitintervall4-3	2,249	1,249	9,478	0,072
StandortDE:Zeitintervall5-4	-1,686	1,277	0,185	0,187
StandortDE:Zeitintervall6-5	-0,329	0,999	0,720	0,742
StandortDE:Zeitintervall7-6	-0,349	0,849	0,705	0,681
StandortDE:Zeitintervall8-7	-0,384	0,609	0,681	0,529
StandortDE:Zeitintervall9-8	-0,193	0,539	0,824	0,720

4. Diskussion

4.1 Allgemeine Trends der Häufigkeit der Herbarbeleganzahlen im Zeitraum 1801-2025

Um die Forschungsfragen nach dem Vorkommen der ausgewählten Ackerbegleitkräuter beantworten zu können, muss zunächst geprüft werden, inwieweit die Anzahlen der Herbarbelege das tatsächliche Vorkommen widerspiegeln. Dafür werden die allgemeinen Trends über alle Arten hinweg betrachtet – sowohl über alle untersuchten Arten als auch über alle in den Herbarien dokumentierten Arten. So sollen Verzerrungen durch das Sammelverhalten bei der Interpretation der Ergebnisse in Bezug auf das tatsächliche Vorkommen berücksichtigt werden.

Für beide Standorte – Deutschland und Tschechien – sieht man eine Steigerung der Herbarbeleganzahlen von 1801 bis 1900 (s. Abb. 20). Eine mögliche Begründung für den Anstieg der Zahlen ist, dass im Laufe der Zeit generell mehr Belege gesammelt und digitalisiert werden. Wenn man sich die Daten bei GBIF für alle Pflanzenarten in Deutschland und Tschechien anschaut, sieht man ebenfalls einen steigenden Trend in der Anzahl der digitalisierten Herbarbelege pro Jahr im selben Zeitraum (GBIF, 2026a; s. Abb. 24). Danach sinkt die Anzahl der untersuchten Belege bis 1950 (s. Abb. 20). Der erste Weltkrieg wurde von 1914 bis 1918 geführt und liegt somit in dem Zeitintervall „1901-1925“. Im darauffolgenden Zeitabschnitt „1926-1950“ fand dann der zweite Weltkrieg (1939-1945) statt. Auch in den Daten von GBIF sieht man Einbrüche in den Anzahlen Herbarbelegen während der Zeit des ersten und zweiten Weltkrieges (Flannery, 2020). Neben den verringerten Sammelaktivitäten der Botaniker*innen kam es in den Weltkriegen zu viel Zerstörung, die auch Auswirkungen auf die Herbarien hatten (Flannery, 2020). So wurden beispielsweise große Teile der Sammlungen des Herbariums Berlin-Dahlem, aus welchem Belege in GBIF digitalisiert wurden, im Jahr 1944 während des zweiten Weltkrieges durch Bomben zerstört (Flannery, 2020).



Abbildung 24: Herbarbelege pro Zeit von allen Pflanzenarten in GBIF für Deutschland und Tschechien summiert (GBIF, 2026a)

In den letzten 100 Jahren (seit 1926) ist die Anzahl der Belege für die untersuchten Arten sowohl in Deutschland als auch in Tschechien erneut angestiegen (s. Abb. 20). Bis zum Jahr 1999 deckt sich diese Beobachtung mit der aus den Daten von GBIF (Maximum $n = 13\,666$; s. Abb. 24). In den letzten Jahren ist die Anzahl der Belege aller Arten in GBIF wieder

gesunken. Das lässt sich unter anderem darauf zurückführen, dass die aktuellen Belege noch nicht zur Datenbank hinzugefügt wurden. Forbes et al. (2025) kamen zu dem Ergebnis, dass der Höhepunkt der gesammelten Pflanzen weltweit bereits einige Jahre davor – in der Zeit von 1980 bis 1984 – liegt.

4.2 Unterschiede in den Häufigkeiten der Herbarbelege in den drei untersuchten Gefährdungskategorien

Um die erste Forschungsfrage nach dem Vorkommen der archäophytischen Ackerbegleitkräuter in Deutschland zu beantworten, wurden die ausgewählten Arten in drei Gefährdungskategorien eingeteilt, für deren Herbarbeleganzahlen unterschiedliche Entwicklungen festgestellt werden konnten.

Die Analysen zeigen, dass es von den ungefährdeten Arten deutlich mehr Belege im Intervall „2001-2025“ gab als von den gefährdeten und stark gefährdeten Arten. Das lässt sich auch aus den relativen Anteilen ableiten (s. Abb. 13). Die Gruppe der stark gefährdeten Arten nimmt im Zeitintervall „2001-2025“ mit ca. 15 % den geringsten Anteil ein. Der relative Anteil der gefährdeten Arten in Deutschland liegt mit ca. 25 % zwar über dem der stark gefährdeten Arten, aber ebenfalls deutlich unter dem der ungefährdeten. Die ungefährdeten Arten haben demnach einen relativen Anteil der Herbarbelege von 60 %. Dabei muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass die Gruppe der sechs stark gefährdeten Arten und die gefährdete Gruppe mit sieben Arten 13 der 15 untersuchten Arten ausmachen. Wenn sich die Ergebnisse übertragen lassen, gibt es heute also deutlich mehr Herbarbelege von ungefährdeten Arten als von den (stark) gefährdeten. Das lässt sich vor allem durch die unterschiedlichen Anzahlen im Vorkommen der Arten aus den unterschiedlichen Gefährdungskategorien erklären. Arten, die als gefährdet gelten, kommen seltener vor als solche, die ungefährdet sind (Ludwig et al., 2009). Die Ergebnisse bestätigen, dass es insgesamt weniger Herbarbelege von einer stark gefährdeten Art gibt als von ungefährdeten Arten.

Wenn man nun die Gruppe der gefährdeten und die der stark gefährdeten Arten in Deutschland vergleicht, so sieht man, dass es grundsätzlich einen vergleichbaren Trend mit dem Maximum der Belegzahlen im Intervall „1876-1900“ gibt (s. Abb. 9 & 10). Dennoch fällt auf, dass die Beleganzahlen der stark gefährdeten Arten in den letzten vier Zeitintervallen deutlich unter denen der gefährdeten Arten liegen, obwohl die Werte davor in einem ähnlichen Bereich lagen. Die Beobachtung ergibt sich auch aus den relativen Anteilen (s. Abb. 13). Auch hier kann die Einteilung der Gruppen selbst als Begründung herangezogen werden. Arten, die eine stärkere Gefährdung aufweisen, kommen auch im Datensatz seltener vor und somit gibt es der Annahme nach auch weniger Belege.

4.3 Trends der Herbarbeleganzahlen in Deutschland von 1801 bis 2025

Der steigende Trend der Beleganzahlen von 1801 bis 1900 lässt sich durch das Sammelverhalten der Botaniker*innen erklären. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden Gesellschaften zum Austausch von Herbarbelegen gegründet (Le Bras et al., 2017). Durch die Kolonialisierung in den 1850er Jahren wurden die Sammlungen in den europäischen Herbarien zusätzlich erweitert (Le Bras et al., 2017).

In Deutschland ist die Summe der Herbarbelege der untersuchten Arten im Zeitintervall „1876-1900“ am größten (s. Abb. 12). Der darauffolgende Rückgang der Belegzahlen in den Zeitintervallen „1901-1925“ und „1926-1950“ kann unter anderem wie bereits beschrieben durch die Weltkriege erklärt werden. Das erklärt aber nicht, warum die Daten der ausgewählten Arten nicht, wie der allgemeine Trend vermuten lässt, ihr Maximum in den letzten Zeitintervallen erreichen. Hierfür müssen die Artauswahl und die Gefährdungskategorien herangezogen werden. Denn wie schon beschrieben, sind die Trends je nach Gefährdungsgruppe unterschiedlich und sowohl die gefährdeten Arten als auch die stark gefährdeten Arten haben ihr Maximum im Zeitintervall „1876-1900“. Lediglich die ungefährdeten Arten zeigen ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts einen starken Anstieg. Die Vermutung, dass das Vorkommen und somit die Belegzahlen der (stark) gefährdeten Arten ab 1900 abnimmt, liegt also nahe. Das passt zu der beobachteten Entwicklung von van Goethem & van Zanden (2021), dass der Rückgang der Biodiversität sich ab 1900 beschleunigt hat. Unter Berücksichtigung des allgemein verringerten Sammelverhaltens in den Zeitintervallen „1901-1925“ und „1926-1950“ sind die dort beobachteten Rückgänge jedoch nur eingeschränkt interpretierbar. Ab etwa 1950 deutet der weitere Rückgang der Belegzahlen dagegen deutlich stärker auf ein tatsächliches Absinken des Vorkommens der untersuchten gefährdeten und stark gefährdeten Arten hin. Einen Rückgang in der Pflanzenvielfalt ab den 1960er Jahren konnten auch Eichenberg et al. (2020) für Deutschland nachweisen. 70 % der untersuchten Pflanzenarten zeigten ab den 1960er Jahren einen landesweiten Rückgang, wobei Archäophyten am stärksten betroffen waren (Eichenberg et al., 2020).

In den Niederlanden wurden neben dem Populationswachstum, dem Ausbau der Infrastruktur und Umweltverschmutzung auch die Intensivierung der Landwirtschaft als Faktoren für den Artrückgang ab 1900 identifiziert (van Goethem & van Zanden, 2021). Auch Meyer et al. (2014) beobachten Diversitätsverluste in der Ackerbegleitflora und führten diese auf die Intensivierung der Landwirtschaft zurück. Das spricht dafür, dass der in dieser Arbeit beobachtete Rückgang der ausgewählten Ackerbegleitkräuter auf ähnliche Ursachen zurückzuführen sind.

Von 1950 an stieg der weltweite Verbrauch von Stickstoffdünger stark an. Die Menge am weltweit genutzten Stickstoff nahm von 1950 mit 3,36 Mio. Tonnen bis 2023 auf 111,59 Mio. Tonnen zu (Smil et al., 2004; FAO, 2025). Der Anstieg in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts

ist eng mit der sogenannten „Green Revolution“ verknüpft, in deren Verlauf neue, kurzstängelige und ertragreiche Weizen- und Reissorten weltweit verbreitet wurden (Smil et al., 2004). Zur Intensivierung der Landwirtschaft gehört auch der erhöhte Einsatz von Pestiziden und seit 1974 auch der Einsatz des Herbizids Glyphosat (Duke, 2017). Bei den Boxplots (s. Abb. 9 & 10) für die gefährdete und die stark gefährdete Gruppe fällt auf, dass beide nach 1975 im Mittel eine fallende Beleganzahl aufweisen. Es lässt sich also ein Zusammenhang zwischen dem Rückgang der Ackerbegleitkräuter und dem Einsatz von Glyphosat vermuten. Auch Duke et al. (2017) beschreibt die tödliche Wirkung von Glyphosat auf Pflanzen.

Die erste Forschungsfrage lässt sich zusammenfassend wie folgt beantworten: Das Vorkommen der archäophytischen Ackerbegleitkräuter hat sich je nach Gefährdungskategorie unterschiedlich entwickelt. Unter Berücksichtigung der Sampling-biases ist für die für die gefährdeten Arten ein Rückgang im Vorkommen womöglich ab 1900 und verstärkt ab 1950 zu beobachten. Für die Gruppe der stark gefährdeten Arten fällt dieser Rückgang noch stärker aus. Die ungefährdeten zeigen einen steigenden Trend in den Herbarbeleganzahlen. Aufgrund des vermehrten Sammelverhaltens kann daraus aber nicht geschlossen werden, dass es heute mehr Exemplare von *Myositis arvensis* und *Papaver rhoeas* gibt im Vergleich zu früheren Zeitintervallen.

4.4 Vergleich der Ergebnisse der Standorte Deutschland und Tschechien

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wurden die gleichen Analysen auch für den Vergleichsstandort Tschechien durchgeführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse in Beziehung gesetzt, um mögliche Unterschiede zwischen den Standorten herauszustellen. Zunächst werden auch hier die allgemeinen Beleganzahlen verglichen, um mögliche Verzerrungen in der Deutung zu berücksichtigen.

4.4.1 Vergleich der Standorte Deutschland und Tschechien in Bezug auf die Datenlage

In Abbildung 26 wird deutlich, dass es in Deutschland mehr Herbarbelege gibt als in Tschechien. Das lässt sich auch bei GBIF beobachten, wenn man die Belege aller Pflanzenarten einbezieht. Die Datenanzahlen aus Tschechien (GBIF, 2026b; s. Abb. 25) liegen unter denen aus Deutschland (GBIF, 2026c; s. Abb. 26).

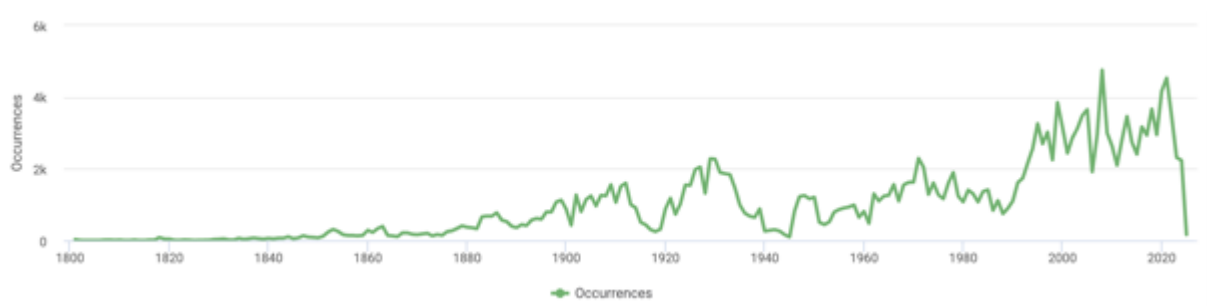


Abbildung 25: Summe aller Herbarbelege der GBIF-Daten für Tschechien 1801-2025 (GBIF, 2026b)



Abbildung 26: Summe aller Herbarbelege GBIF-Daten für Deutschland 1801-2025 (GBIF, 2026c)

Es gibt im Allgemeinen also mehr Herbarbelege in Deutschland als in Tschechien (GBIF, 2026b; GBIF, 2026c). Das hat sich auch in den Ergebnissen des Standortvergleich für die in dieser Arbeit betrachteten Arten gezeigt (s. Abb. 20). Hier liegt die Summe der Belege in Deutschland in jedem Zeitintervall über der aus Tschechien. Nach der Agrarstrukturanalyse 2013 hat Deutschland eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 16,7 Millionen Hektar, während Tschechien eine Fläche von 3,5 Millionen Hektar bewirtschaftet (Heinrich-Böll-Stiftung et al., 2019). Somit ist die landwirtschaftlich genutzte Fläche in Deutschland mehr als viermal so groß wie in Tschechien. Das könnte die höheren Belegzahlen bei den ausgewählten Arten der Ackerbegleitkräuter begründen, da der Lebensraum der Ackerbegleitkräuter in Deutschland größer ist als in Tschechien.

Auch die Fläche pro Acker hat einen Einfluss auf das Vorkommen der Ackerbegleitflora, die vermehrt am Rand der Felder vorkommt (Metcalf et al., 2019). Die Fläche pro Acker ist in Tschechien mit 18,4 Hektar deutlich größer als in Deutschland (2,6 ha), wodurch das Vorkommen der Ackerbeikräuter in Deutschland mehr begünstigt ist als in Tschechien (Jänicke et al., 2024; Kuntzman & Brom, 2025). Das hängt mit der Geschichte der Tschechischen Republik zusammen, denn von 1948 bis 1960 war sie teil der Tschechoslowakischen Republik, die ein Satellitenstaat der sozialistischen Sowjetunion war. Mit der politischen Veränderung wurde auch die Landwirtschaft umstrukturiert und aus kleinräumigen Mosaikflächen wurde eine große homogene Agrarlandschaft (Lipsky, 1995).

Auch die Anzahl der Herbarien kann einen Einfluss auf die Anzahl der Belege haben. Es ist anzunehmen, dass die Anzahl der Herbarbelege pro Land mit der Anzahl der Herbarien zusammenhängt. Daher ist auch der Vergleich von Herbarien in Deutschland und Tschechien interessant. In den Jahresberichten Index Herbarium werden die Anzahlen der Herbarien und Exemplare pro Land dokumentiert. Im Jahr 2025 gab es in Tschechien 49 Herbarien mit insgesamt 8,6 Mio. Belegen. In Deutschland sind es 75 Herbarien mit 22,7 Mio. Belegen (Thiers, 2026). Somit findet man auch hier eine mögliche Ursache für die größere Anzahl der Belege in Deutschland. Daru et al. (2018) haben festgestellt, dass die Sammelaktivität stark von der Größe und Zugänglichkeit einer Fläche abhängt. So wird bspw. in der Nähe von Straßen, Städten und Herbarien mehr gesammelt als weiter von der Infrastruktur entfernt

(Daru et al., 2018). Sie haben diese räumliche Verzerrung des Vorkommens von Herbarbelegen als *spatial bias* bezeichnet (Daru et al., 2018).

Die Daten aus dem GOET verstärken bei der Datenauswahl die Differenz zusätzlich, da von den 488 nur elf Belege einen Fundort in Tschechien hatten.

Dass es insgesamt mehr Daten aus Deutschland gibt, lässt sich also durch verschiedene Faktoren erklären.

4.4.2 Vergleich der Trends der Herbarbeleganzahlen von Deutschland und Tschechien

Der Vergleich der Ergebnisse der Gruppe der stark gefährdeten Arten zwischen den beiden Standorten Deutschland und Tschechien zeigt, dass der Standort ein signifikanter Einflussfaktor auf die Anzahl der Herbarbelege ist (s. Tab. 3). Beim Vergleich der Häufigkeiten der stark gefährdeten Arten (s. Abb. 9 & 15), erkennt man einen deutlich stärkeren Rückgang der Beleganzahlen in Deutschland als in Tschechien. Während in Deutschland im Zeitintervall „2001-2025“ im Mittel weniger als fünf Belege vorliegen, sind es in Tschechien über zehn. Dass der Rückgang von Arten je nach Region variiert, sieht man auch daran, dass Arten je nach Region einen unterschiedlichen Gefährdungsstatus haben. Das ist auch bei den ausgewählten Arten und Standorten zu beobachten. So gilt die in Deutschland gefährdete Art *Consolida regalis* in Tschechien als ungefährdet (Metzing et al., 2018; Grulich, 2017) oder andersherum ist *Atriplex rosea* in Deutschland eine gefährdete Art und in Tschechien eine kritisch gefährdete Art mit rückläufigem Trend (Metzing et al., 2018; Grulich, 2017).

Wenn man Unterschiede in der Landwirtschaft in den letzten 25 Jahren betrachtet, fällt auf, dass der Anteil der ökologischen Landwirtschaft in Tschechien mit 16 % über dem deutschen Anteil von 11,1 % liegt (Statistisches Bundesamt, 2026). Die ökologische Landwirtschaft wirkt sich positiv auf die Artenvielfalt und auf die Ackerbegleitflora aus (BMEL, 2025b). Daher kann man vermuten, dass unter anderem der höhere Anteil an ökologischer Landwirtschaft für ein größeres Vorkommen der Ackerbegleitkräuter verantwortlich ist und es somit auch mehr Belege von den stark gefährdeten Arten in den letzten 25 Jahren in Tschechien gab als in Deutschland. Das ist auch in den untersuchten Daten zu erkennen. Es gibt in Tschechien von den stark gefährdeten Arten im letzten Zeitintervall 20 Belege mehr als in Deutschland (s. Anhang 7.2). Das ist in Übereinstimmung mit einer Studie von Reidsma et al. (2006), die die Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung als zentralen Faktor für die Biodiversitätsverluste in Europa identifiziert haben. In Agrarlandschaften mit intensiver Landwirtschaft sind stärkere Biodiversitätsverluste zu verzeichnen als in Gebieten mit extensiver Landwirtschaft (Reidsma et al., 2006). Gründe hierfür sind unter anderem die größeren Mengen an Pestiziden (Reidsma et al., 2006).

Bei der Gruppe der gefährdeten Arten ist ebenfalls die Tendenz zu erkennen, dass es in Deutschland weniger Belege im letzten Zeitabschnitt gibt als zur selben Zeit in Tschechien.

Außerdem sieht man hier im GLM einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Einflussvariable Standort und dem Unterschied der Zeitintervalle „1876-1900“ und „1901-1925“ (s. Tab. 4). Wenn man zusätzlich zur GLM auch die beiden Boxplots für die gefährdeten Arten heranzieht (s. Abb. 12 & 17), dann ist zu erkennen, dass die Belegzahlen für Deutschland von „1876-1900“ zu „1901-1925“ abnehmen, während die Anzahlen in Tschechien steigen. Da Deutschland zuvor im Allgemeinen mehr Belege hat, wird der Unterschied in den Herbarbeleganzahlen der beiden Standorte hier somit geringer. Beide Länder zeigen, wie bereits beschrieben, zur Zeit des ersten Weltkrieges ein geringeres Sammelverhalten. Ein möglicher Grund, warum Tschechien dennoch mehr Herbarbelege der gefährdeten Arten aufweist als im Zeitintervall „1876-1900“, kann die Gründung der Tschechoslowakei 1918 sein. In dieser Zeit wurde das tschechoslowakische Herbarium des Nationalmuseums in Prag weiter ausgebaut (National Museum Prague, o. J.) und es entstanden neue Sammlungen, wie beispielsweise das Herbarium der Masaryk-Universität im Jahr 1921 (Masaryk University, Department of Botany and Zoology, o. J.). Daher kann vermutet werden, dass die beobachtete Annäherung der Belegzahlen zwischen Deutschland und Tschechien zumindest teilweise auf eine verstärkte botanische Sammelaktivität in der neu gegründeten Tschechoslowakei zurückzuführen ist.

Bei der Gruppe der ungefährdeten Arten ist wie auch bei den allgemeinen Belegzahlen in Tschechien und Deutschland ein Anstieg zu beobachten. Auch das GLM zeigt signifikante Steigerungen der Belegzahlen in den letzten drei Zeitintervallen (s. Tab. 5). Das passt zu dem allgemein steigenden Trend der Anzahl von Herbarbelegen in Deutschland und Tschechien (s. Abb. 24). Im letzten Intervall fällt beim Vergleich der Standorte auf, dass der relative Anteil der ungefährdeten Arten in Deutschland deutlich über dem der ungefährdeten Arten in Tschechien liegt. Das passt auch zu den Ergebnissen, dass es in Tschechien im Intervall „2001-2025“ mehr Belege der gefährdeten und stark gefährdeten Arten gibt. Daraus resultiert der geringere relative Anteil der ungefährdeten Arten.

Die zweite Forschungsfrage: *„Inwiefern lassen sich Unterschiede zwischen Deutschland und Tschechien hinsichtlich des Vorkommens von archäophytischen Ackerbeikräutern über die Zeit feststellen?“* lässt sich also je nach Gefährdungsgruppe unterschiedlich beantworten. Bei den ausgewählten gefährdeten und stark gefährdeten Arten ist ein Unterschied im Vorkommen vor allem in den letzten 25 Jahren zwischen Deutschland und Tschechien zu erkennen. Während in Deutschland das Vorkommen und somit auch die Beleganzahlen zurückgehen, nehmen die Beleganzahlen der gefährdeten und stark gefährdeten Arten in Tschechien zu. In Bezug auf die ungefährdeten Arten lassen sich keine klaren Unterschiede zwischen Deutschland und Tschechien feststellen. Lediglich die allgemeine Beobachtung, dass es in Deutschland mehr Herbarbelege und vermutlich auch ein größeres Vorkommen an Ackerbeikräutern gibt, kann auch bei den ausgewählten Arten bestätigt werden.

4.5 Limitationen

4.5.1 Einordnung der Ergebnisse aus dem GOET

Um das Vorkommen der ausgewählten Ackerbegleitkräuter zu untersuchen, wurden unter anderem Herbarbelege aus dem GOET als Datengrundlage verwendet. Hierbei muss allerdings beachtet werden, dass die Anzahlen der Belege nicht zwangsläufig die tatsächlichen Anzahlen im Vorkommen widerspiegeln. Besonders einzelne Peaks wie bei *Papaver rhoeas* in einzelnen Zeitintervallen lassen eher darauf schließen, dass die Arten zu bestimmten Zeiten im Forschungsinteresse der Wissenschaftler*innen waren. Daru et al. (2017) beschreiben dieses Phänomen, was sich auch in Australien, New England (USA) und Südafrika beobachten ließ, als *collector bias*.

Auch die Beobachtung, dass es im GOET im Zeitintervall „2001-2025“ insgesamt nur einen Beleg gibt, zeigt, dass die Beleganzahlen im GOET nicht das tatsächliche Vorkommen widerspiegeln. Sonst würde man vor allem von den heute ungefährdeten Arten mehr Belege erwarten, doch sowohl *Papaver rhoeas* als auch *Myosotis arvensis* weisen keine Belege im GOET in den letzten 25 Jahren auf. Wenn zusätzlich die gesamten Daten der Herbarbelege aus GBIF für Deutschland herangezogen werden (s. Abb. 25), so sieht man, dass der Trend im GOET nicht repräsentativ für die Anzahlen an Herbarbelegen in Deutschland ist.

Dennoch liegen im GOET viele Daten, die bei der Beantwortung von wissenschaftlichen Fragen herangezogen werden können. Unter der Berücksichtigung der Verzerrungen und in Kombination mit anderen Daten stellen die Herbarbelege aus dem GOET eine interessante Datenquelle dar.

4.5.2 Repräsentation der Artauswahl für die archäophytischen Ackerbegleitkräuter

Die 15 untersuchten Arten (s. Tab. 1) wurden nach in Kapitel 2.1 beschriebenen Kriterien ausgewählt. Da hier möglichst verschiedene Gefährdungsstatus abgedeckt werden sollten, gibt es nur zwei ungefährdete Arten. Durch die Einteilung in die Gefährdungsgruppen entstanden so keine gleich großen Gruppen. Die ungefährdeten Arten machten nur einen Anteil von ca. 13 % aus, während die gefährdeten mit 7 Arten fast die Hälfte der Arten repräsentieren. Die stark gefährdete Gruppe hat einen Artanteil von 40 %. Das muss bei der Auswertung berücksichtigt werden, denn auch bei den relativen Anteilen der Beleganzahlen nach Gefährdungsgruppe, wurde diese Verzerrung nicht normalisiert. Bei einer Auswahl von je zwei Arten pro Gefährdungskategorie hätte es vor allem in den ersten Zeitintervallen häufig keine Belege einer Gefährdungsgruppe in einem Intervall gegeben. Dadurch hätte es dementsprechend relative Häufigkeiten von 0 % oder 100 % gegeben. Aufgrund der kleinen Stichprobe und der geringen Beleganzahlen wären diese Ergebnisse nicht sinnvoll interpretierbar oder übertragbar gewesen. Da die Ackerbegleitflora stark vom Biodiversitätsverlust betroffen ist und ca. die

Hälfte der Archäophyten auf der Roten Liste stehen (Isermann et al., 2024), wurde ein Fokus auf die gefährdeten Arten gelegt und nur zwei ungefährdete Arten untersucht.

Bei weiterer Forschung in diesem Gebiet könnte bei der Auswahl und Einteilung der Gefährdungsgruppen stärker auf die verschiedenen Gefährdungskategorien je nach Standort geachtet werden. Die Ergebnisse der einzelnen Arten und auch die der Gefährdungsgruppen wären dann noch besser vergleichbar.

4.5.3 Grenzen des GLM bei den Daten

Sowohl bei der Gruppe der gefährdeten Arten als auch bei der Gruppe der ungefährdeten Arten wurden sehr hohe Standardfehler geschätzt. Das liegt vermutlich an den sehr geringen Belegzahlen in den ersten Zeitintervallen, denn der Standardfehler eines Schätzers hängt direkt von der Stichprobengröße ab und nimmt mit wachsendem Stichprobenumfang ab (James et al., 2021). Dadurch sind die Ergebnisse für die entsprechenden Koeffizienten statistisch nicht zuverlässig interpretierbar. Außerdem sollte beachtet werden, dass es in der Gruppe der ungefährdeten Arten nur zwei Arten gibt, auf deren Grundlage die Ergebnisse entstanden sind. Unter anderem aufgrund der begrenzten Anzahl der ausgewählten Arten sind die Ergebnisse nicht geeignet, um sie auf andere ungefährdete Arten zu übertragen.

5. Schlussfolgerung und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass das Vorkommen gefährdeter und stark gefährdeter Arten in Deutschland in den letzten 75 Jahren deutlich zurückging. Im Vergleich zu Tschechien liegen für Deutschland mehr Herbarbelege vor, was sowohl auf ein größeres Vorkommen der Arten als auch auf eine intensivere Sammelaktivität zurückzuführen sein kann. Die relativen Anteile der drei betrachteten Gefährdungsgruppen zeigen über die Zeit hinweg für beide Standorte ähnliche Verläufe. Allerdings ist in Tschechien in den letzten 25 Jahren ein weniger deutlicher Rückgang gefährdeter und stark gefährdeter Arten zu beobachten. Diese Unterschiede können unter anderem auf die unterschiedliche landwirtschaftliche Nutzung der beiden Vergleichsstandorte zurückgeführt werden. So könnte beispielsweise ein höherer Anteil ökologischer Landwirtschaft in Tschechien dazu beitragen, dass einige Arten dort häufiger vorkommen, während sie in Deutschland stärker rückläufig sind.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass Herbarbelege einem Sampling-Bias unterliegen und daher nicht unmittelbar als Maß für das tatsächliche Artenvorkommen interpretiert werden können. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen ermöglichen sie jedoch die Analyse langfristiger Trends im Vorkommen von Arten.

Die vorliegende Arbeit liefert wertvolle Einblicke in das Vorkommen von Ackerbegleitkräutern in Deutschland und Tschechien. Zukünftige Untersuchungen könnten auf weitere Ökosysteme und Arten ausgeweitet werden. Abschließend lässt sich festhalten, dass Herbarbelege eine wertvolle Grundlage für die Analyse langfristiger Biodiversitätsveränderungen darstellen.

6. Verzeichnisse

6.1 Literaturverzeichnis

- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). (2024). *Ackerwildpflanzen – erkennen und beurteilen*. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (5. Auflage).
- Bettinger, A., Buttler, K. P., Caspari, S., Klotz, J., May, R., Metzinger, D., Netzwerk Phytodiversität Deutschlands, Deutschland, & Gesellschaft zur Erforschung der Flora Deutschlands (Hrsg.). (2013). *Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands: Mit 3.000 Einzelkarten*. BfN Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag. ISBN: 978-3-7843-5319-7
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler; mit 87 Tabellen* (4., überarb. Aufl., [Nachdr.]). Springer-Medizin-Verl. ISBN 3-540-33305-3
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2023). *Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2023*. <https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/daten/1200000-2023.pdf>
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2025a). *Bienenfreundliche Pflanzen – Das Lexikon für Balkon, Garten und andere Pflanzenorte*. Abgerufen am 6. März 2026, von https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/BienenfreundlichePflanzen.pdf?__blob=publicationFile&v=33
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2025b). *Ökologische Land- und Lebensmittelwirtschaft in Deutschland* (Stand: Januar 2025). https://www.bmlch.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Oekolandbau-Deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=20
- Bundesumweltministerium. (o. J.). *Rote Listen*. Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Abgerufen am 6. März 2026, von <https://www.bundesumweltministerium.de/WS3754>
- Büttner, M., Weibel, U., Jutzi, M., Bergamini, A., & Holderegger, R. (2024). Ein altes Herbarium als Informationsgrundlage für den regionalen Artenrückgang, *Natur und Landschaft*, 99(2), 49–58. <https://doi.org/10.19217/NUL20240201>
- Daru, B. H., Park, D. S., Primack, R. B., Willis, C. G., Barrington, D. S., Whitfield, T. J. S., Seidler, T. G., Sweeney, P. W., Foster, D. R., Ellison, A. M., & Davis, C. C. (2018). Widespread sampling biases in herbaria revealed from large-scale digitization. *New Phytologist*, 217(2), 939–955. <https://doi.org/10.1111/nph.14855>
- Duke, S. O. (2017). The history and current status of glyphosate. *Pest Management Science*, 74(5), 1027–1034. <https://doi.org/10.1002/ps.4652>
- Eichenberg, D., Bowler, D. E., Bonn, A., Bruelheide, H., Grescho, V., Harter, D., Jandt, U., May, R., Winter, M., & Jansen, F. (2021). Widespread decline in Central European plant diversity across six decades. *Global Change Biology*, 27(5), 1097–1110. <https://doi.org/10.1111/gcb.15447>

- El Jaouhari, M., Damour, G., Tixier, P., & Coulis, M. (2023). Glyphosate reduces the biodiversity of soil macrofauna and benefits exotic over native species in a tropical agroecosystem. *Basic and Applied Ecology*, 73, 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2023.10.001>
- FAO. (2025). *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2025*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd4313en>
- Flannery, M. (2020, Juni 29). War and Herbaria: World War II and After. *Herbarium World*. Abgerufen am 17. März 2026, von <https://herbariumworld.wordpress.com/2020/06/29/war-and-herbaria-world-war-ii-and-after/>
- Forbes, O., Young, A. G., & Thrall, P. H. (2025). Global sampling decline erodes science potential of natural history collections. *Nature Communications*, 16(1), 9255. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-64303-3>
- Frische, T., Egerer, S., Matezki, S., Pickl, C. & Wogram, J. (2016). *5-Punkte-Programm für einen nachhaltigen Pflanzenschutz* (Position). Umweltbundesamt.
- Galloway, J. N., Townsend, A. R., Erisman, J. W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J. R., Martinelli, L. A., Seitzinger, S. P., & Sutton, M. A. (2008). Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions. *Science*, 320(5878), 889–892. <https://doi.org/10.1126/science.1136674>
- Global Biodiversity Information Facility. (2026). *What is GBIF?* Abgerufen 6. März 2026, von <https://www.gbif.org/what-is-gbif>
- Grulich, V. (2017). Červený seznam cévnatých rostlin ČR [The Red List of vascular plants of the Czech Republic]. *Příroda*, 35, 75–132.
- Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, & Le Monde diplomatique (Hrsg.). (2019). *Agrar-Atlas: Daten und Fakten zur EU-Landwirtschaft* (2. Auflage). Heinrich-Böll-Stiftung. https://www.boell.de/sites/default/files/agraratlas2019_web.pdf
- Hurka, H., & Neuffer, B. (2011). Geschichte und Bedeutung von Herbarien. *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen*, 37, 141–160.
- Isermann, M., Rabitsch, W., & Nehring, S. (2024). *In Deutschland wild lebende Archäobiota und deren Status im Naturschutz* (710. Aufl.). Bundesamt für Naturschutz. <https://doi.org/10.19217/skr710>
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An introduction to statistical learning* (2nd ed.). Springer.
- Jänicke, C., Wesemeyer, M., Chiarella, C., Lakes, T., Levers, C., Meyfroidt, P., Müller, D., Pratzler, M., & Rufin, P. (2024). Can we estimate farm size from field size? An empirical investigation of the field size to farm size relationship. *Agricultural Systems*, 220, 104088. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104088>

- Kuntzman, J., & Brom, J. (2025). From Fields to Microclimate: Assessing the Influence of Agricultural Landscape Structure on Vegetation Cover and Local Climate in Central Europe. *Remote Sensing*, 17(1), 6. <https://doi.org/10.3390/rs17010006>
- Le Bras, G., Pignal, M., Jeanson, M. L., Muller, S., Aupic, C., Carré, B., Flament, G., Gaudeul, M., Gonçalves, C., Invernón, V. R., Jabbour, F., Lerat, E., Lowry, P. P., Offroy, B., Pimparé, E. P., Poncy, O., Rouhan, G., & Haevermans, T. (2017). The French Muséum national d'histoire naturelle vascular plant herbarium collection dataset. *Scientific Data*, 4(1), 170016. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.16>
- Lipsky, Z. (1995). The changing face of the Czech rural landscape. *Landscape and Urban Planning*, 31(1–3), 39–45. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(94\)01034-6](https://doi.org/10.1016/0169-2046(94)01034-6)
- Ludwig, G., Haupt, H., Gruttke, H., & Binot-Hafke, M. (2009). Methodik der Gefährdungsanalyse für Rote Listen. *Bundesamt für Naturschutz. Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 70(1).
- Masaryk University, Department of Botany and Zoology. (o. J.). *Herbarium*. Abgerufen am 20. März 2026, von <https://botzool.sci.muni.cz/herbarium>
- Metcalf, H., Hassall, K. L., Boinot, S., & Storkey, J. (2019). The contribution of spatial mass effects to plant diversity in arable fields. *Journal of Applied Ecology*, 56(7), 1560–1574. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13414>
- Metzing, D., Garve, E., Matzke-Hajek, G., Adler, J., Bleeker, W., Breunig, T., Caspari, S., Dunkel, F. G., Fritsch, R., Gottschlich, G., Gregor, T., Hand, R., Hauck, M., Korsch, H., Meierott, L., Meyer, N., Renker, C., Romahn, K., Schulz, D., Täuber, T., Uhlemann, I., Welk, E., Van de Weyer, K., Wörz, A., Zahlheimer, W., Zehm, A., & Zimmermann, F. (2018). Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Tracheophyta) Deutschlands. In D. Metzing, N. Hofbauer, G. Ludwig, & G. Matzke-Hajek (Hrsg.), *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands* (Bd. 7, S. 13–358). Landwirtschaftsverlag.
- Meyer, S., Hilbig, W., Steffen, K., Schuch, S., & Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). (2013). *Ackerwildkrautschutz - eine Bibliographie: Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben (FKZ 3512 86 0300)*. Bundesamt für Naturschutz.
- Meyer, S., Wesche, K., Krause, B., Brütting, C., Hensen, I., & Leuschner, C. (2014). Diversitätsverluste und floristischer Wandel im Ackerland seit 1950. *Natur und Landwirtschaft*, 89(9), 392–398. <https://doi.org/10.17433/9.2014.50153293.392-398>
- Müller, F., Ritz, C. M., Welk, E., & Wesche, K. (Hrsg.). (2021). *Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61011-4>
- Museum für Naturkunde Berlin. (2026). *Herbarium Berolinense occurrence data published via GBIF*. Global Biodiversity Information Facility. Abgerufen am 17. März 2026, von <https://www.gbif.org/publisher/57254bd0-8256-11d8-b7ed-b8a03c50a862>
- National Museum Prague. (o. J.). *Botanical collection and herbarium*. Abgerufen am 20. März 2026, von <https://www.nm.cz/en/collections/botanical-collection-and-herbarium>

- R Core Team (2025). *R: A Language and Environment For Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Rea, P. A. (2023, September 29). *Wie Glyphosat die Welt eroberte*. Spektrum der Wissenschaft. Abgerufen am 17. März 2026, von <https://www.spektrum.de/news/landwirtschaft-wie-glyphosat-die-welt-eroberte/2178219>
- Reidsma, P., Tekelenburg, T., Van Den Berg, M., & Alkemade, R. (2006). Impacts of land-use change on biodiversity: An assessment of agricultural biodiversity in the European Union. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114(1), 86–102. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.026>
- Salinas Ruíz, J., Montesinos López, O. A., Hernández Ramírez, G., & Crossa Hiriart, J. (2023). *Generalized Linear Mixed Models with Applications in Agriculture and Biology*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-32800-8>
- Schwenner, L. (2019, März 27). So hat sich die deutsche Landwirtschaft entwickelt. *quarks.de*. Abgerufen am 17. März 2026, von <https://www.quarks.de/umwelt/landwirtschaft/so-hat-sich-die-deutsche-landwirtschaft-entwickelt/>
- Smil, V., Haber, F., & Bosch, C. (2004). *Enriching the earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the transformation of world food production* (Paperback ed). MIT.
- Statistisches Bundesamt. (2026). *Ökologische Themen – Land-, Forstwirtschaft und Fischerei: Ökologischer Landbau*. Abgerufen am 15. März 2026, von <https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Land-Forstwirtschaft-Fischerei/Oeko.html>
- Thiers, B. M. (2026). *The world's herbaria 2025: A summary report based on data from Index Herbariorum* (Issue 8.0). New York Botanical Garden. https://sweetgum.nybg.org/science/wp-content/uploads/2026/01/The_Worlds_Herbaria_2025.pdf
- Ulber, L., Redwitz, C. von, Gottwald, F., Wehke, S., & Meyer, S. (2025). Konzept für ein Monitoring des Zustands und der Entwicklung der Segetalflora in Deutschland. *Natur und Landschaft*, 100(1), 9–15. <https://doi.org/10.19217/NUL2025-01-02>
- van Goethem, T., & van Zanden, J. L. (2021). Biodiversity trends in a historical perspective. In J. L. van Zanden, A. Rijpma, M. Malinowski, & M. Mira d'Ercole (Eds.), *How was life? Volume II: New perspectives on well-being and global inequality since 1820* (pp. 216–240). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/2c94883d-en>
- Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition, Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0
- von Liebig, J. (1840). *Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie*. Vieweg. <https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10707847>
- Walther, B. (2022). *Statistik mit R Schnelleinstieg: R einfach lernen in 14 Tagen* (1. Auflage).
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag.

- Willis, C. G., Ellwood, E. R., Primack, R. B., Davis, C. C., Pearson, K. D., Gallinat, A. S., Yost, J. M., Nelson, G., Mazer, S. J., Rossington, N. L., Sparks, T. H., & Soltis, P. S. (2017). Old Plants, New Tricks: Phenological Research Using Herbarium Specimens. *Trends in Ecology & Evolution*, 32(7), 531–546. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.03.015>
- Wirth, C., Bruelheide, H., Farwig, N., & Maylin Marx, J. (2024). *Faktencheck Artenvielfalt* (J. Settele, Hrsg.). oekom Verlag. <https://doi.org/10.14512/9783987263361>
- Zajac, M., Zajac, A., & Tokarska-Guzik, B. (2009). Extinct and endangered archaeophytes and the dynamics of their diversity in Poland. *Biodiversity: Research and Conservation*, 13(2009), 17–24. <https://doi.org/10.2478/v10119-009-0004-4>
- Zarzycki, K., & Szelaq, Z. (2006). Red list of vascular plants in Poland. In Z. Mirek, K. Zarzycki, W. Wojewoda, & Z. Szelaq (Eds.), *Red list of plants and fungi in Poland* (pp. 9–20). W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences.

6.2 Bildquellen

Bildquelle 1: Abb. 1, abgerufen am 20. März 2026 von

https://globalmagazin.com/wp-content/uploads/2020/06/Blumenwiese_poppy-3441348_1920_Capri23auto_Pixabay-CC_PublicDomain.jpg

Bildquelle 2: Abb.24, abgerufen am 20. März 2026 von

https://www.gbif.org/occurrence/charts?basis_of_record=PRESERVED_SPECIMEN&country=DE&country=CZ&taxon_key=6&year=1801,2025&occurrence_status=present

Bildquelle 3: Abb. 25, abgerufen am 20. März 2026 von

https://www.gbif.org/occurrence/charts?basis_of_record=PRESERVED_SPECIMEN&country=CZ&taxon_key=6&year=1801,2025&occurrence_status=present

Bildquelle 4: Abb. 26, abgerufen am 20. März 2026 von

https://www.gbif.org/occurrence/charts?basis_of_record=PRESERVED_SPECIMEN&country=DE&taxon_key=6&year=1801,2025&occurrence_status=present

6.3 Datenquellen aus GBIF

Agrostemma githago (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.dworm6s>

Agrostemma githago (Tschechien):

GBIF.org (22 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.ntasmg>

Anagallis foemina (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.6xbggt>

Anagallis foemina (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.sq4vaw>

Atriplex rosea (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.av84xp>

Atriplex rosea (Tschechien):

GBIF.org (22 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.hhc7ex>

Bupleurum rotundifolium (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.wtbh4y>

Bupleurum rotundifolium (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.483nh7>

Chenopodium vulvaria (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.crmwmk>

Chenopodium vulvaria (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.9usy8h>

Consolida regalis (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.7ge7h5>

Consolida regalis (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.c4zm98>

Cuscuta epilinum (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.prh9zb>

Cuscuta epilinum (Tschechien):

Keine Einträge

Kickxia elatine subsp. *elatine* (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.qcseg6>

Kickxia elatine subsp. *elatine* (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.3u8jk5>

Lepidium coronopus (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.ujqyqn>

Lepidium coronopus (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.yhnqy6>

Linaria arvensis (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.vfkmzk>

Linaria arvensis (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.ptjgeg>

Myosotis arvensis (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.c697b3>

Myosotis arvensis (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.uvnde5>

Nigella arvensis (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.ybmf5>

Nigella arvensis (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.3ycvyw>

Papaver rhoeas (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.hpe556>

Papaver rhoeas (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.xwpm2q>

Sherardia arvensis (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.y33zzc>

Sherardia arvensis (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.j9y9s2>

Stachys arvensis (Deutschland):

GBIF.org (05 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.hm4g5y>

Stachys arvensis (Tschechien):

GBIF.org (23 January 2026) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.62b3nu>

Alle Herbareinträge von 1801 bis 2025 in Deutschland und Tschechien:

GBIF.org (11 March 2026a) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.fdp7p>

Alle Herbareinträge von 1801 bis 2025 in Tschechien:

GBIF.org (11 March 2026b) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.7mnmqc>

Alle Herbareinträge von 1801 bis 2025 in Deutschland:

GBIF.org (11 March 2026c) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.z5pvsu>

6.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ackerbegleitflora	1
Abbildung 2: Herbaretketten mit schwer lesbaren (links) oder fehlenden Angaben (rechts)	7
Abbildung 3: Anzahl der Herbarbelege von <i>Papaver rhoeas</i> im GOET in neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025.....	12
Abbildung 4: Anzahl der Herbarbelege von <i>Atriplex rosea</i> im GOET in neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025.....	12
Abbildung 5: Anzahl der Herbarbelege von <i>Linaria arvensis</i> im GOET in neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025.....	13
Abbildung 6: Anzahl der Herbarbelege der ungefährdeten Arten in Deutschland in GBIF in neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025	13
Abbildung 7: Anzahl der Herbarbelege von <i>Lepidium coronopus</i> in GBIF für Deutschland in neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025	14
Abbildung 8: Boxplot der Gesamtanzahl der Belege pro Zeitintervall für alle Arten (n=15) in Deutschland	15
Abbildung 9: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für stark gefährdete Arten (n=6) in Deutschland.....	16
Abbildung 10: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für gefährdete Arten (n=7) für Deutschland	17
Abbildung 11: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für ungefährdete Arten (n=2) für Deutschland.....	18
Abbildung 12: Summe der Belege pro Zeitintervall mit Unterscheidung der Gefährdungskategorien für Deutschland von 1801 bis 2025.....	19
Abbildung 13: Relative Häufigkeiten der Gefährdungsgruppen pro Zeitintervall in Deutschland von 1801 bis 2025.....	20
Abbildung 14: Boxplot aller Belege pro Zeitintervall für alle Arten (n=15) in Tschechien	21
Abbildung 15: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für die stark gefährdeten Arten (n=6) in Tschechien.....	22
Abbildung 16: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für gefährdete Arten (n=7) in Tschechien	23
Abbildung 17: Boxplot der Belege pro Zeitintervall für ungefährdete Arten (n=2) in Tschechien	24
Abbildung 18: Summe der Belege pro Zeitintervall mit Unterscheidung der Gefährdungskategorien für Tschechien von 1801 bis 2025	25
Abbildung 19: Relative Häufigkeiten der Gefährdungskategorien pro Zeitintervall in Tschechien von 1801 bis 2025	26

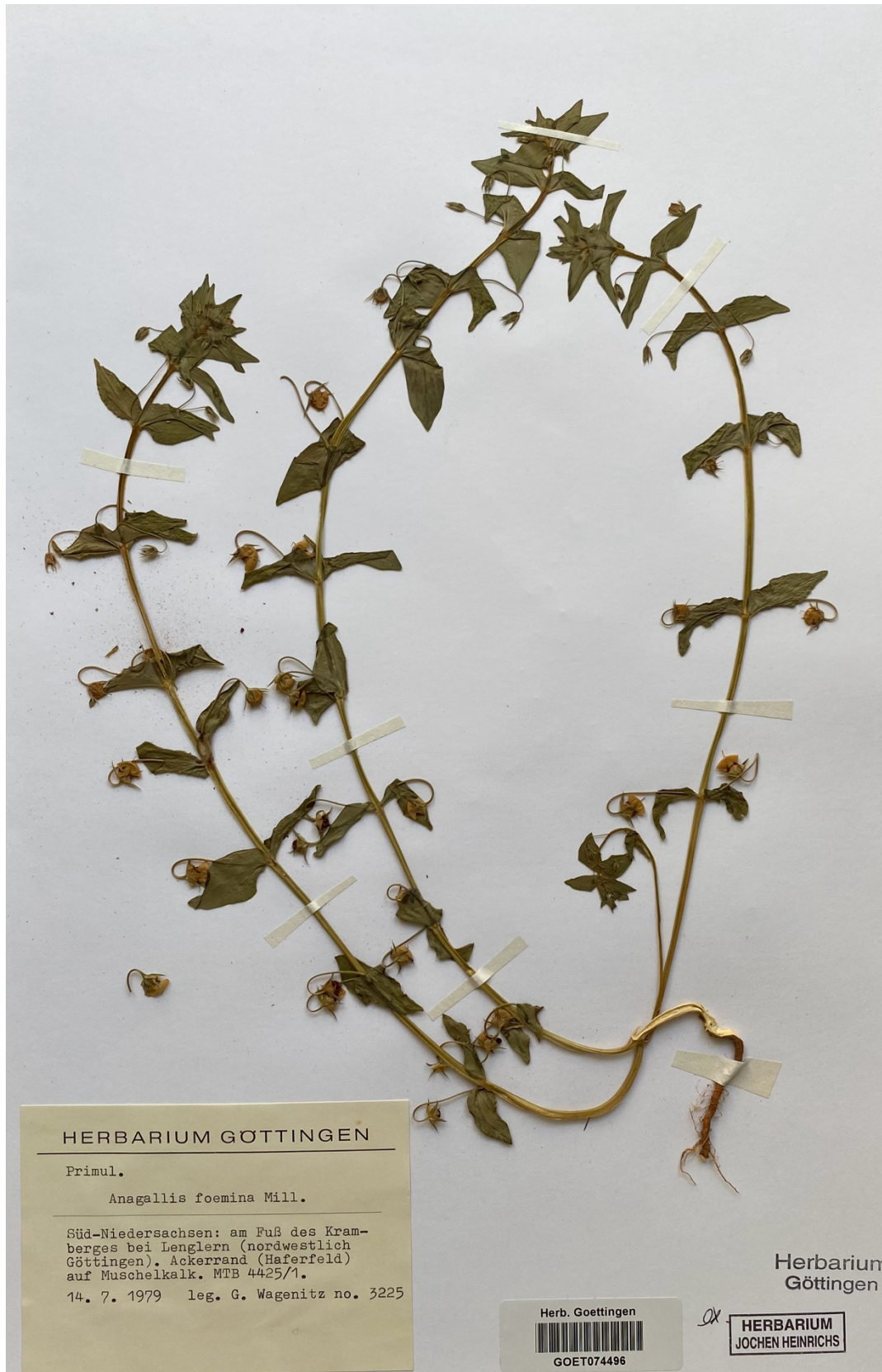
Abbildung 20: Vergleich der Gesamtbelege von Deutschland und Tschechien in den neun Zeitintervallen von 1801 bis 2025	27
Abbildung 21: Vergleich der relativen Anteile der stark gefährdeten Arten (n=6) pro Zeitintervall von Deutschland und Tschechien von 1801 bis 2025.....	28
Abbildung 22: Vergleich der relativen Anteile der gefährdeten Arten (n=7) pro Zeitintervall von Deutschland und Tschechien von 1801 bis 2025	29
Abbildung 23: Vergleich der relativen Anteile der ungefährdeten Arten (n=2) pro Zeitintervall von Deutschland und Tschechien von 1801 bis 2025	30
Abbildung 24: Herbarbelege pro Zeit von allen Pflanzenarten in GBIF für Deutschland und Tschechien summiert (GBIF, 2026a).....	34
Abbildung 25: Summe aller Herbarbelege der GBIF-Daten für Tschechien 1801-2025 (GBIF, 2026b).....	37
Abbildung 26: Summe aller Herbarbelege GBIF-Daten für Deutschland 1801-2025 (GBIF, 2026c).....	38

6.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Für diese Arbeit ausgewählte Arten mit Familie und Gefährdungsstatus in Deutschland nach Ludwig et al. (2009)	5
Tabelle 2: Anzahlen der Belege für alle Untersuchten Arten aus GOET und GBIF für beide Standorte	11
Tabelle 3: Ergebnisse der GLM für die stark gefährdeten Arten (n = 6), Spalten signifikanter Einflussvariablen fett markiert.....	31
Tabelle 4: Ergebnisse der GLM für die gefährdeten Arten (n = 7), Spalten signifikanter Einflussvariablen fett markiert.....	32
Tabelle 5: Ergebnisse der GLM für die ungefährdeten Arten (n = 2), Spalten signifikanter Einflussvariablen fett markiert.....	33

7. Anhang

7.1 Exemplarische Herbarbelege





Caryoph.
920. *Agrostemma Githago* L.
Acker südl. der Zwölfgehren b.
Göttingen (wahrsch. Löss, viel
Alchemilla arvensis) Roggenfeld.
1. III. 51

HERBARIUM GÖTTINGEN
Agrostemma Githago L. **Herb. Wagenitz**
acc. IV. 1970
Acker südl. der Zwölfgehren bei Göttingen
(wahrsch. Löss, viel *Alchemilla arvensis*)
Roggenfeld.
1.7.1951 leg. G. Wagenitz

Herb. Goettingen
GOET074475

Herb. Goettingen

7.2 Gesamttabelle der Daten

Art	Zeitintervall	Häufigkeit	Gefährdung	Standort
<i>Agrostemma githago</i> L.	1801-1825	2	stark_gefährdet	DE
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1801-1825	0	gefährdet	DE
<i>Atriplex rosea</i> L.	1801-1825	1	gefährdet	DE
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1801-1825	5	stark_gefährdet	DE
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1801-1825	0	stark_gefährdet	DE
<i>Consolida regalis</i> Gray	1801-1825	0	gefährdet	DE
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1801-1825	1	stark_gefährdet	DE
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1801-1825	6	gefährdet	DE
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1801-1825	2	gefährdet	DE
<i>Linaria arvensis</i> L.	1801-1825	4	stark_gefährdet	DE
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1801-1825	1	ungefährdet	DE
<i>Nigella arvensis</i> L.	1801-1825	4	stark_gefährdet	DE
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1801-1825	1	ungefährdet	DE
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1801-1825	1	gefährdet	DE
<i>Stachys arvensis</i> L.	1801-1825	3	gefährdet	DE
<i>Agrostemma githago</i> L.	1826-1850	4	stark_gefährdet	DE
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1826-1850	2	gefährdet	DE
<i>Atriplex rosea</i> L.	1826-1850	5	gefährdet	DE
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1826-1850	7	stark_gefährdet	DE
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1826-1850	8	stark_gefährdet	DE
<i>Consolida regalis</i> Gray	1826-1850	1	gefährdet	DE
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1826-1850	11	stark_gefährdet	DE
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1826-1850	11	gefährdet	DE
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1826-1850	7	gefährdet	DE
<i>Linaria arvensis</i> L.	1826-1850	7	stark_gefährdet	DE
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1826-1850	8	ungefährdet	DE
<i>Nigella arvensis</i> L.	1826-1850	9	stark_gefährdet	DE
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1826-1850	8	ungefährdet	DE
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1826-1850	6	gefährdet	DE
<i>Stachys arvensis</i> L.	1826-1850	7	gefährdet	DE
<i>Agrostemma githago</i> L.	1851-1875	11	stark_gefährdet	DE

<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1851-1875	4	gefährdet	DE
<i>Atriplex rosea</i> L.	1851-1875	10	gefährdet	DE
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1851-1875	22	stark_gefährdet	DE
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1851-1875	11	stark_gefährdet	DE
<i>Consolida regalis</i> Gray	1851-1875	7	gefährdet	DE
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1851-1875	15	stark_gefährdet	DE
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1851-1875	10	gefährdet	DE
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1851-1875	32	gefährdet	DE
<i>Linaria arvensis</i> L.	1851-1875	23	stark_gefährdet	DE
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1851-1875	10	ungefährdet	DE
<i>Nigella arvensis</i> L.	1851-1875	16	stark_gefährdet	DE
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1851-1875	9	ungefährdet	DE
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1851-1875	17	gefährdet	DE
<i>Stachys arvensis</i> L.	1851-1875	38	gefährdet	DE
<i>Agrostemma githago</i> L.	1876-1900	20	stark_gefährdet	DE
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1876-1900	5	gefährdet	DE
<i>Atriplex rosea</i> L.	1876-1900	21	gefährdet	DE
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1876-1900	34	stark_gefährdet	DE
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1876-1900	15	stark_gefährdet	DE
<i>Consolida regalis</i> Gray	1876-1900	19	gefährdet	DE
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1876-1900	11	stark_gefährdet	DE
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1876-1900	24	gefährdet	DE
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1876-1900	30	gefährdet	DE
<i>Linaria arvensis</i> L.	1876-1900	36	stark_gefährdet	DE
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1876-1900	16	ungefährdet	DE
<i>Nigella arvensis</i> L.	1876-1900	37	stark_gefährdet	DE
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1876-1900	29	ungefährdet	DE
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1876-1900	33	gefährdet	DE
<i>Stachys arvensis</i> L.	1876-1900	59	gefährdet	DE
<i>Agrostemma githago</i> L.	1901-1925	22	stark_gefährdet	DE
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1901-1925	3	gefährdet	DE
<i>Atriplex rosea</i> L.	1901-1925	10	gefährdet	DE
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1901-1925	30	stark_gefährdet	DE
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1901-1925	15	stark_gefährdet	DE

<i>Consolida regalis</i> Gray	1901-1925	16	gefährdet	DE
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1901-1925	8	stark_gefährdet	DE
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1901-1925	1	gefährdet	DE
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1901-1925	5	gefährdet	DE
<i>Linaria arvensis</i> L.	1901-1925	9	stark_gefährdet	DE
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1901-1925	7	ungefährdet	DE
<i>Nigella arvensis</i> L.	1901-1925	20	stark_gefährdet	DE
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1901-1925	18	ungefährdet	DE
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1901-1925	10	gefährdet	DE
<i>Stachys arvensis</i> L.	1901-1925	26	gefährdet	DE
<i>Agrostemma githago</i> L.	1926-1950	11	stark_gefährdet	DE
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1926-1950	7	gefährdet	DE
<i>Atriplex rosea</i> L.	1926-1950	5	gefährdet	DE
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1926-1950	5	stark_gefährdet	DE
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1926-1950	18	stark_gefährdet	DE
<i>Consolida regalis</i> Gray	1926-1950	9	gefährdet	DE
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1926-1950	0	stark_gefährdet	DE
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1926-1950	7	gefährdet	DE
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1926-1950	3	gefährdet	DE
<i>Linaria arvensis</i> L.	1926-1950	0	stark_gefährdet	DE
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1926-1950	8	ungefährdet	DE
<i>Nigella arvensis</i> L.	1926-1950	1	stark_gefährdet	DE
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1926-1950	10	ungefährdet	DE
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1926-1950	26	gefährdet	DE
<i>Stachys arvensis</i> L.	1926-1950	16	gefährdet	DE
<i>Agrostemma githago</i> L.	1951-1975	21	stark_gefährdet	DE
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1951-1975	21	gefährdet	DE
<i>Atriplex rosea</i> L.	1951-1975	7	gefährdet	DE
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1951-1975	22	stark_gefährdet	DE
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1951-1975	24	stark_gefährdet	DE
<i>Consolida regalis</i> Gray	1951-1975	35	gefährdet	DE
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1951-1975	0	stark_gefährdet	DE
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1951-1975	3	gefährdet	DE

<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1951-1975	17	gefährdet	DE
<i>Linaria arvensis</i> L.	1951-1975	2	stark_gefährdet	DE
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1951-1975	33	ungefährdet	DE
<i>Nigella arvensis</i> L.	1951-1975	7	stark_gefährdet	DE
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1951-1975	22	ungefährdet	DE
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1951-1975	42	gefährdet	DE
<i>Stachys arvensis</i> L.	1951-1975	24	gefährdet	DE
<i>Agrostemma githago</i> L.	1976-2000	33	stark_gefährdet	DE
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1976-2000	17	gefährdet	DE
<i>Atriplex rosea</i> L.	1976-2000	33	gefährdet	DE
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1976-2000	18	stark_gefährdet	DE
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1976-2000	8	stark_gefährdet	DE
<i>Consolida regalis</i> Gray	1976-2000	40	gefährdet	DE
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1976-2000	0	stark_gefährdet	DE
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1976-2000	12	gefährdet	DE
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1976-2000	36	gefährdet	DE
<i>Linaria arvensis</i> L.	1976-2000	3	stark_gefährdet	DE
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1976-2000	67	ungefährdet	DE
<i>Nigella arvensis</i> L.	1976-2000	12	stark_gefährdet	DE
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1976-2000	31	ungefährdet	DE
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1976-2000	20	gefährdet	DE
<i>Stachys arvensis</i> L.	1976-2000	19	gefährdet	DE
<i>Agrostemma githago</i> L.	2001-2025	30	stark_gefährdet	DE
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	2001-2025	11	gefährdet	DE
<i>Atriplex rosea</i> L.	2001-2025	12	gefährdet	DE
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	2001-2025	12	stark_gefährdet	DE
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	2001-2025	7	stark_gefährdet	DE
<i>Consolida regalis</i> Gray	2001-2025	17	gefährdet	DE
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	2001-2025	0	stark_gefährdet	DE
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	2001-2025	5	gefährdet	DE
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	2001-2025	12	gefährdet	DE
<i>Linaria arvensis</i> L.	2001-2025	2	stark_gefährdet	DE
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	2001-2025	164	ungefährdet	DE

<i>Nigella arvensis</i> L.	2001-2025	2	stark_gefährdet	DE
<i>Papaver rhoeas</i> L.	2001-2025	57	ungefährdet	DE
<i>Sherardia arvensis</i> L.	2001-2025	26	gefährdet	DE
<i>Stachys arvensis</i> L.	2001-2025	7	gefährdet	DE
<i>Agrostemma githago</i> L.	1801-1825	1	stark_gefährdet	CZ
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1801-1825	0	gefährdet	CZ
<i>Atriplex rosea</i> L.	1801-1825	0	gefährdet	CZ
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1801-1825	1	stark_gefährdet	CZ
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1801-1825	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Consolida regalis</i> Gray	1801-1825	0	gefährdet	CZ
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1801-1825	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1801-1825	0	gefährdet	CZ
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1801-1825	0	gefährdet	CZ
<i>Linaria arvensis</i> L.	1801-1825	1	stark_gefährdet	CZ
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1801-1825	0	ungefährdet	CZ
<i>Nigella arvensis</i> L.	1801-1825	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1801-1825	0	ungefährdet	CZ
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1801-1825	0	gefährdet	CZ
<i>Stachys arvensis</i> L.	1801-1825	0	gefährdet	CZ
<i>Agrostemma githago</i> L.	1826-1850	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1826-1850	0	gefährdet	CZ
<i>Atriplex rosea</i> L.	1826-1850	1	gefährdet	CZ
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1826-1850	1	stark_gefährdet	CZ
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1826-1850	1	stark_gefährdet	CZ
<i>Consolida regalis</i> Gray	1826-1850	0	gefährdet	CZ
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1826-1850	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1826-1850	0	gefährdet	CZ
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1826-1850	2	gefährdet	CZ
<i>Linaria arvensis</i> L.	1826-1850	2	stark_gefährdet	CZ
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1826-1850	1	ungefährdet	CZ
<i>Nigella arvensis</i> L.	1826-1850	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1826-1850	0	ungefährdet	CZ
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1826-1850	2	gefährdet	CZ
<i>Stachys arvensis</i> L.	1826-1850	0	gefährdet	CZ

<i>Agrostemma githago</i> L.	1851-1875	6	stark_gefährdet	CZ
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1851-1875	1	gefährdet	CZ
<i>Atriplex rosea</i> L.	1851-1875	3	gefährdet	CZ
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1851-1875	3	stark_gefährdet	CZ
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1851-1875	3	stark_gefährdet	CZ
<i>Consolida regalis</i> Gray	1851-1875	4	gefährdet	CZ
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1851-1875	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1851-1875	3	gefährdet	CZ
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1851-1875	7	gefährdet	CZ
<i>Linaria arvensis</i> L.	1851-1875	3	stark_gefährdet	CZ
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1851-1875	1	ungefährdet	CZ
<i>Nigella arvensis</i> L.	1851-1875	1	stark_gefährdet	CZ
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1851-1875	3	ungefährdet	CZ
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1851-1875	4	gefährdet	CZ
<i>Stachys arvensis</i> L.	1851-1875	3	gefährdet	CZ
<i>Agrostemma githago</i> L.	1876-1900	5	stark_gefährdet	CZ
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1876-1900	0	gefährdet	CZ
<i>Atriplex rosea</i> L.	1876-1900	1	gefährdet	CZ
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1876-1900	9	stark_gefährdet	CZ
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1876-1900	10	stark_gefährdet	CZ
<i>Consolida regalis</i> Gray	1876-1900	5	gefährdet	CZ
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1876-1900	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1876-1900	9	gefährdet	CZ
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1876-1900	13	gefährdet	CZ
<i>Linaria arvensis</i> L.	1876-1900	7	stark_gefährdet	CZ
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1876-1900	1	ungefährdet	CZ
<i>Nigella arvensis</i> L.	1876-1900	5	stark_gefährdet	CZ
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1876-1900	0	ungefährdet	CZ
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1876-1900	6	gefährdet	CZ
<i>Stachys arvensis</i> L.	1876-1900	0	gefährdet	CZ
<i>Agrostemma githago</i> L.	1901-1925	15	stark_gefährdet	CZ
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1901-1925	0	gefährdet	CZ
<i>Atriplex rosea</i> L.	1901-1925	0	gefährdet	CZ
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1901-1925	23	stark_gefährdet	CZ

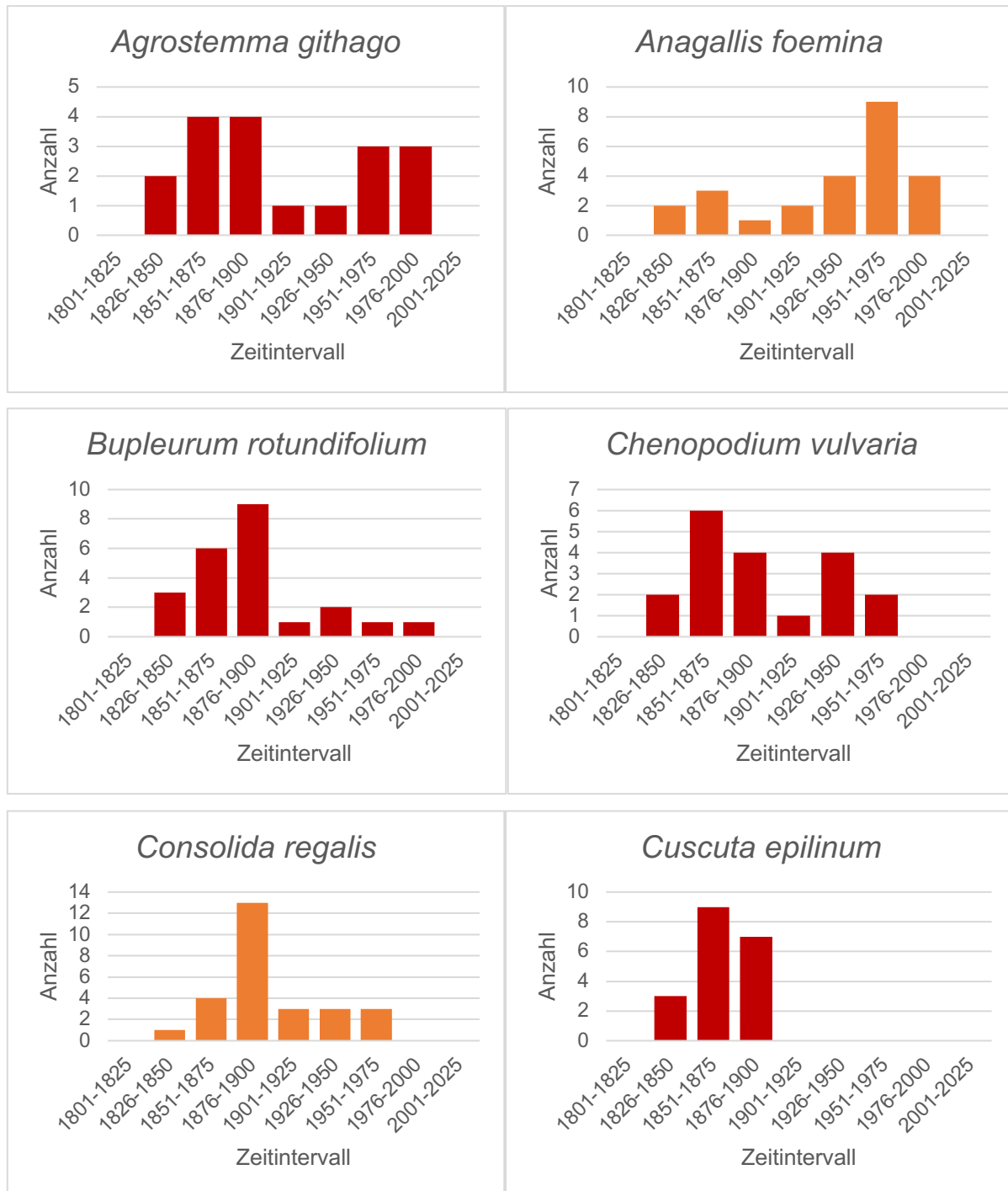
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1901-1925	24	stark_gefährdet	CZ
<i>Consolida regalis</i> Gray	1901-1925	18	gefährdet	CZ
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1901-1925	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1901-1925	11	gefährdet	CZ
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1901-1925	18	gefährdet	CZ
<i>Linaria arvensis</i> L.	1901-1925	12	stark_gefährdet	CZ
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1901-1925	0	ungefährdet	CZ
<i>Nigella arvensis</i> L.	1901-1925	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1901-1925	3	ungefährdet	CZ
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1901-1925	20	gefährdet	CZ
<i>Stachys arvensis</i> L.	1901-1925	0	gefährdet	CZ
<i>Agrostemma githago</i> L.	1926-1950	6	stark_gefährdet	CZ
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1926-1950	0	gefährdet	CZ
<i>Atriplex rosea</i> L.	1926-1950	0	gefährdet	CZ
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1926-1950	15	stark_gefährdet	CZ
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1926-1950	7	stark_gefährdet	CZ
<i>Consolida regalis</i> Gray	1926-1950	18	gefährdet	CZ
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1926-1950	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1926-1950	7	gefährdet	CZ
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1926-1950	11	gefährdet	CZ
<i>Linaria arvensis</i> L.	1926-1950	6	stark_gefährdet	CZ
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1926-1950	1	ungefährdet	CZ
<i>Nigella arvensis</i> L.	1926-1950	1	stark_gefährdet	CZ
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1926-1950	2	ungefährdet	CZ
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1926-1950	11	gefährdet	CZ
<i>Stachys arvensis</i> L.	1926-1950	2	gefährdet	CZ
<i>Agrostemma githago</i> L.	1951-1975	11	stark_gefährdet	CZ
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1951-1975	1	gefährdet	CZ
<i>Atriplex rosea</i> L.	1951-1975	1	gefährdet	CZ
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1951-1975	7	stark_gefährdet	CZ
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1951-1975	9	stark_gefährdet	CZ
<i>Consolida regalis</i> Gray	1951-1975	33	gefährdet	CZ
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1951-1975	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1951-1975	6	gefährdet	CZ

<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1951-1975	10	gefährdet	CZ
<i>Linaria arvensis</i> L.	1951-1975	7	stark_gefährdet	CZ
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1951-1975	4	ungefährdet	CZ
<i>Nigella arvensis</i> L.	1951-1975	1	stark_gefährdet	CZ
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1951-1975	9	ungefährdet	CZ
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1951-1975	24	gefährdet	CZ
<i>Stachys arvensis</i> L.	1951-1975	0	gefährdet	CZ
<i>Agrostemma githago</i> L.	1976-2000	6	stark_gefährdet	CZ
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	1976-2000	6	gefährdet	CZ
<i>Atriplex rosea</i> L.	1976-2000	1	gefährdet	CZ
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1976-2000	6	stark_gefährdet	CZ
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	1976-2000	42	stark_gefährdet	CZ
<i>Consolida regalis</i> Gray	1976-2000	84	gefährdet	CZ
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1976-2000	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	1976-2000	10	gefährdet	CZ
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	1976-2000	6	gefährdet	CZ
<i>Linaria arvensis</i> L.	1976-2000	1	stark_gefährdet	CZ
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	1976-2000	22	ungefährdet	CZ
<i>Nigella arvensis</i> L.	1976-2000	2	stark_gefährdet	CZ
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1976-2000	12	ungefährdet	CZ
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1976-2000	59	gefährdet	CZ
<i>Stachys arvensis</i> L.	1976-2000	0	gefährdet	CZ
<i>Agrostemma githago</i> L.	2001-2025	6	stark_gefährdet	CZ
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	2001-2025	27	gefährdet	CZ
<i>Atriplex rosea</i> L.	2001-2025	8	gefährdet	CZ
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	2001-2025	21	stark_gefährdet	CZ
<i>Chenopodia vulvaria</i> L.	2001-2025	30	stark_gefährdet	CZ
<i>Consolida regalis</i> Gray	2001-2025	34	gefährdet	CZ
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	2001-2025	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Kickxia elatine</i> subsp. <i>elatine</i>	2001-2025	30	gefährdet	CZ
<i>Lepidium coronopus</i> (L.) Al-Shehbaz	2001-2025	14	gefährdet	CZ
<i>Linaria arvensis</i> L.	2001-2025	0	stark_gefährdet	CZ
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	2001-2025	77	ungefährdet	CZ

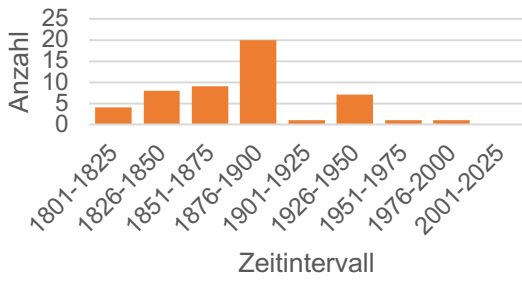
<i>Nigella arvensis</i> L.	2001-2025	16	stark_gefährdet	CZ
<i>Papaver rhoeas</i> L.	2001-2025	16	ungefährdet	CZ
<i>Sherardia arvensis</i> L.	2001-2025	55	gefährdet	CZ
<i>Stachys arvensis</i> L.	2001-2025	0	gefährdet	CZ

7.3 Säulendiagramme der Herbarbeleganzahlen pro Zeitintervall

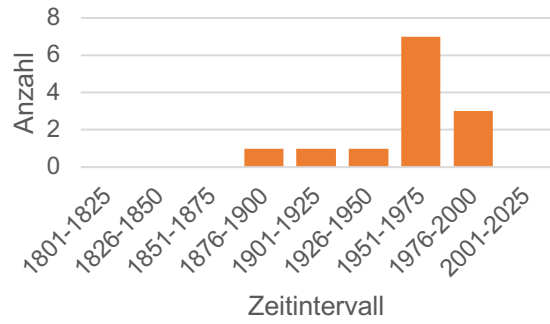
7.3.1 Häufigkeit der Belege je Art mit den Daten des GOETS



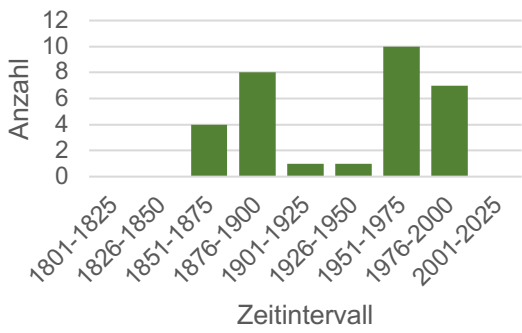
Kickxia elatine subsp. *elatine*



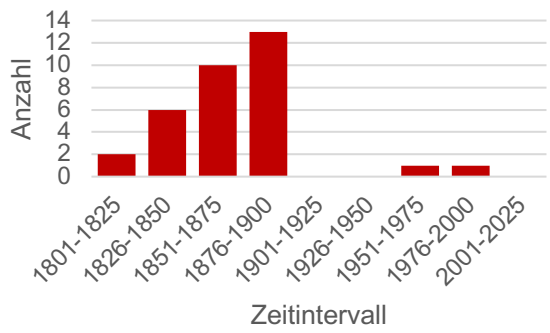
Lepidium coronopus



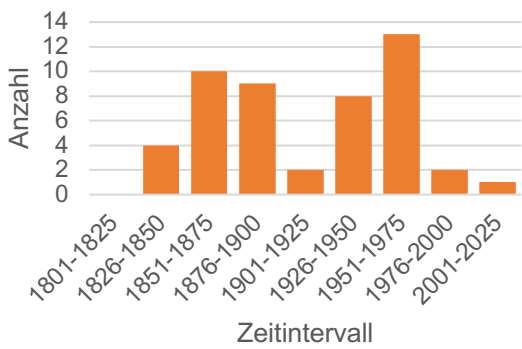
Myosotis arvensis



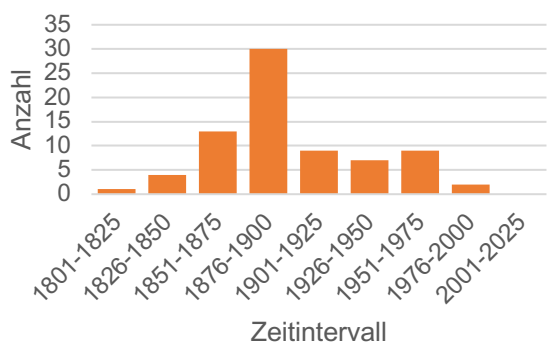
Nigella arvensis



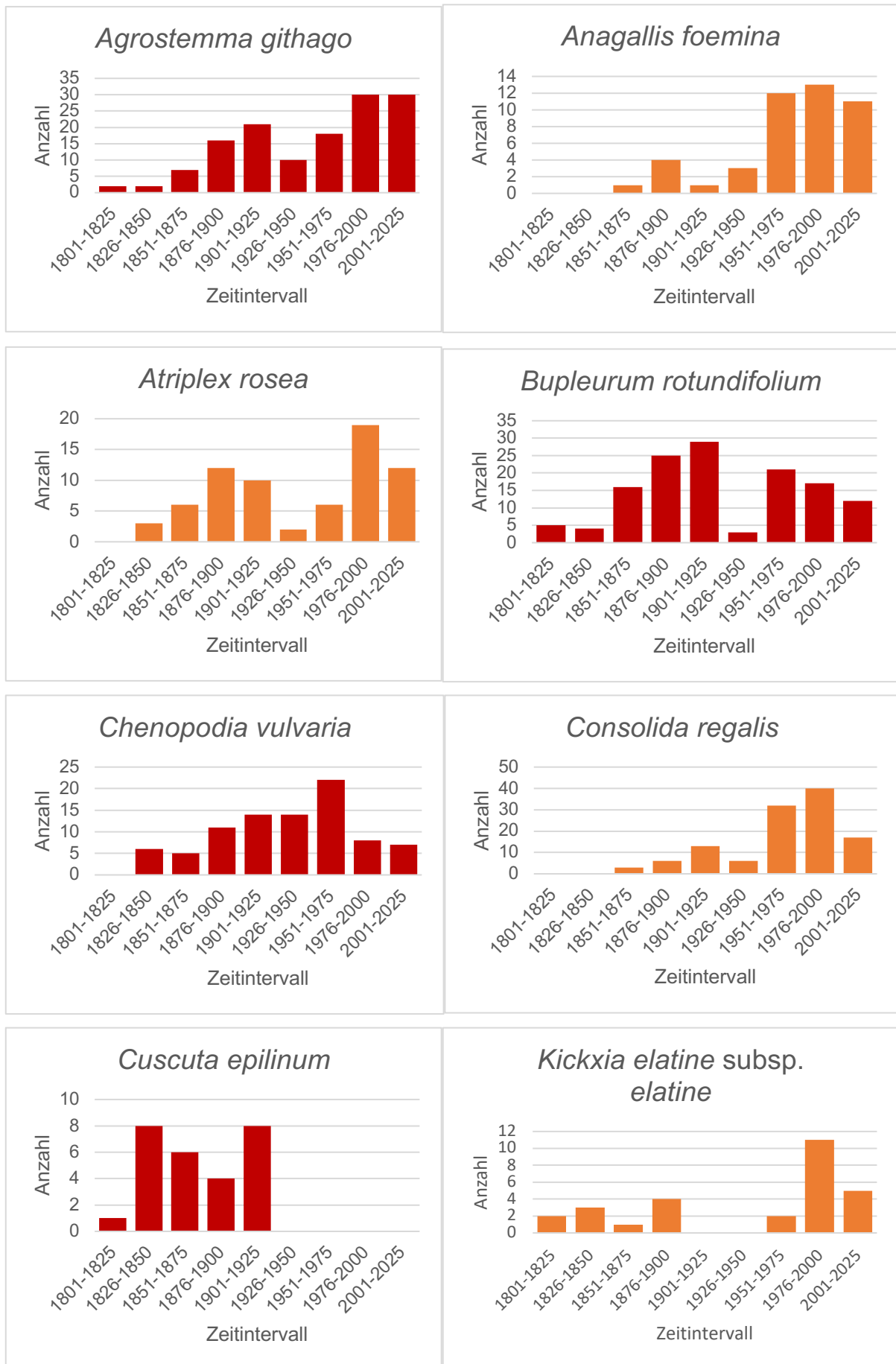
Sherardia arvensis

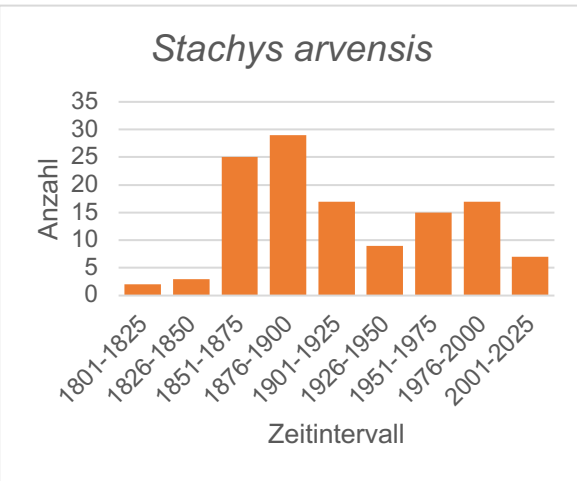
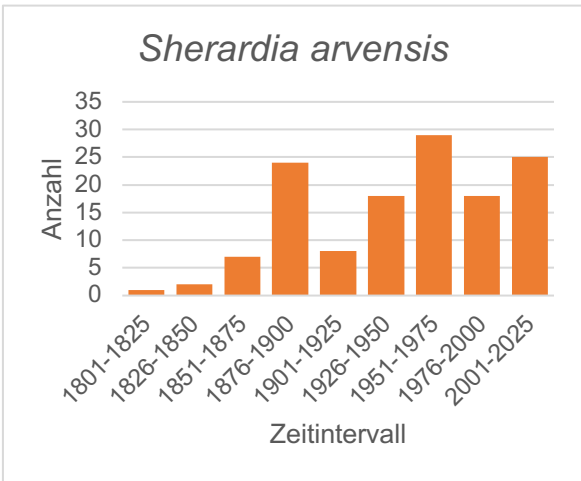
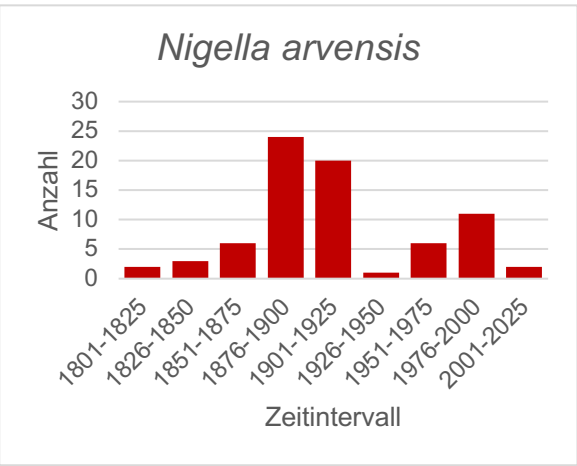
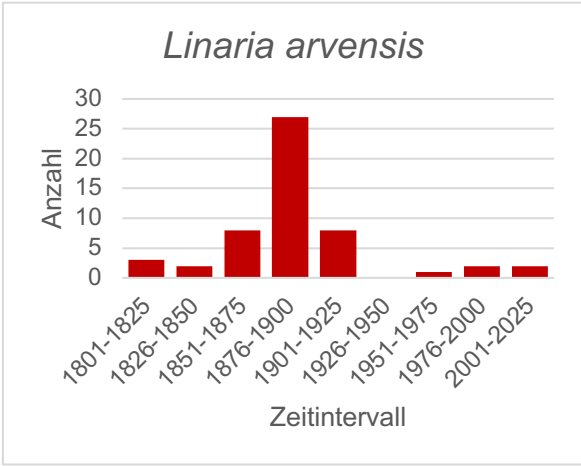


Stachys arvensis

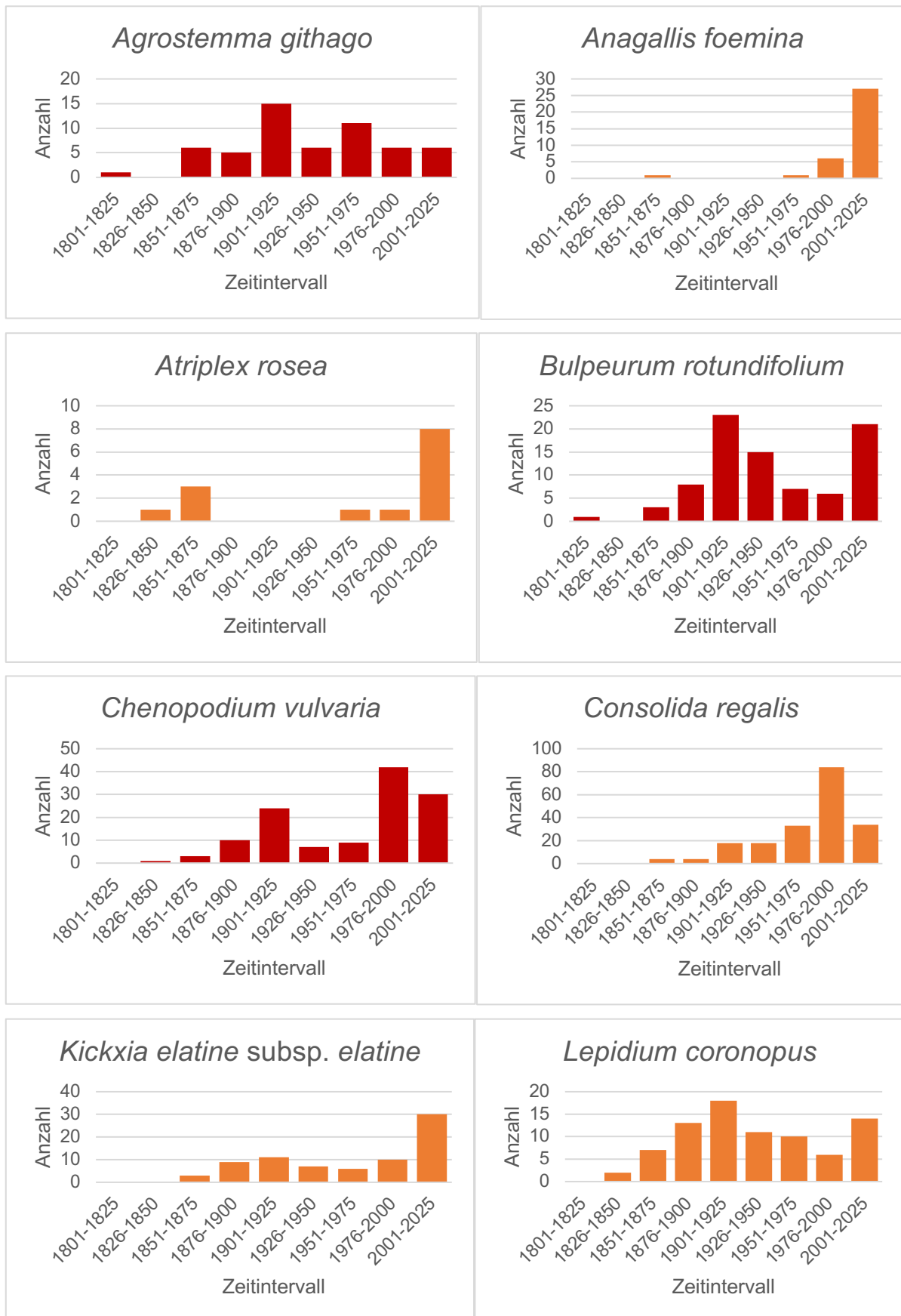


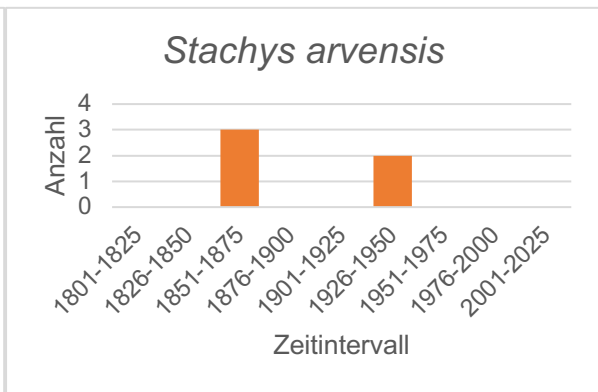
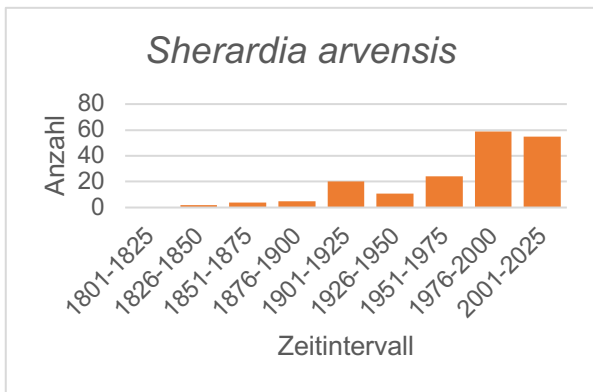
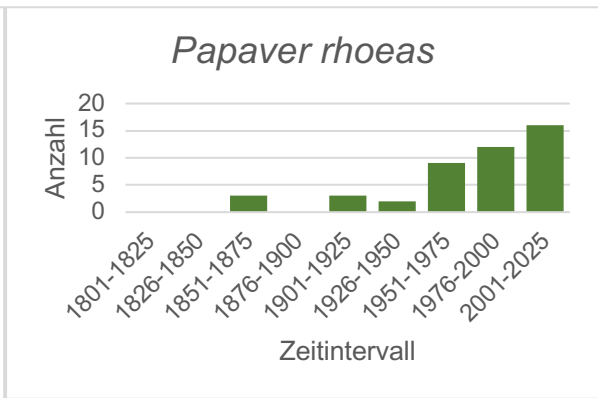
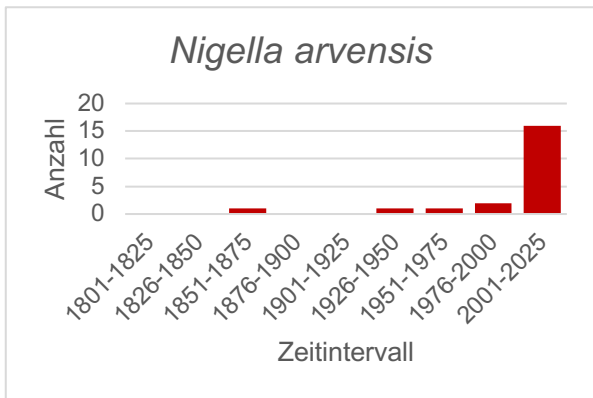
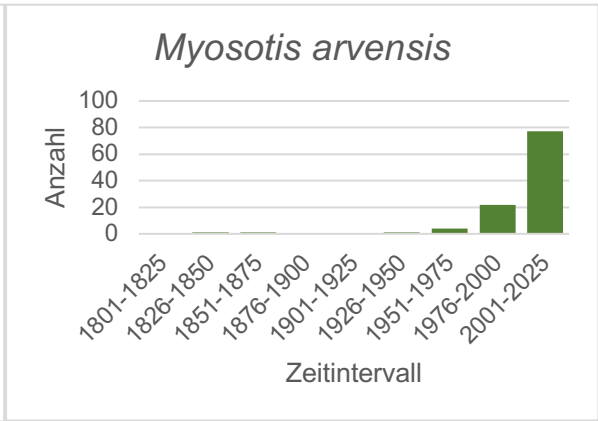
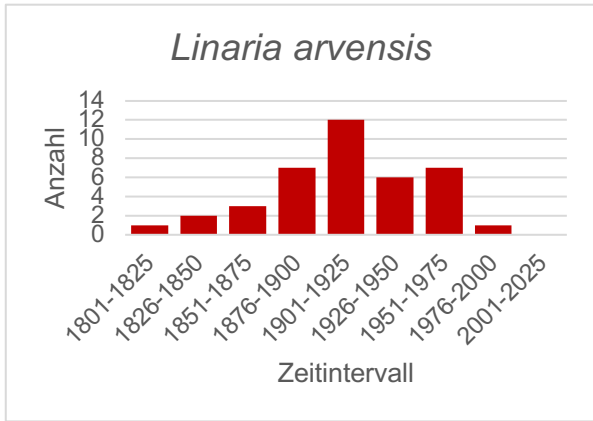
7.3.2 Häufigkeit der Belege je Art zu den Daten aus GBIF in Deutschland





7.3.3 Häufigkeit der Belege je Art zu den Daten aus GBIF in Tschechien





7.4 R-Skripte

7.4.1 R-Skript zu den Boxplots

```
setwd("~/Documents/Bachelorarbeit/R")
library(ggplot2)
datade <- read.csv("Tabelle_Analysen_DE.csv", sep=";")
datacz <- read.csv("Tabelle_Analysen_CZ.csv", sep=";")
datade <- datade [-(nrow(datade)-14):nrow(datade),]
library(dplyr)

data_sg <- datade %>%
  filter(Gefährdung %in% c(0, 1, 2))
data_g <- datade %>%
  filter(Gefährdung %in% c(3,4))
data_ug <- datade %>%
  filter(Gefährdung %in% c(5))

tiff("Abb_Boxplot_stark_gefährdet_DE.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(data_sg, aes(Zeitintervall, Häufigkeit)) +
  geom_boxplot(outlier.shape = NA, color="black", fill="red") +
  geom_jitter(width = 0.15, alpha = 0.5)+
  labs(y="Anzahl der Belege")+
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14))
dev.off()

tiff("Abb_Boxplot_gefährdet_DE.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(data_g, aes(Zeitintervall, Häufigkeit)) +
  geom_boxplot(outlier.shape = NA, color="black", fill="orange") +
  geom_jitter(width = 0.15, alpha = 0.5)+
  labs(y="Anzahl der Belege")+
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14))
dev.off()

tiff("Abb_Boxplot_ungefährdet_DE.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(data_ug, aes(Zeitintervall, Häufigkeit)) +
  geom_boxplot(outlier.shape = NA, color="black", fill="darkgreen") +
  geom_jitter(width = 0.15, alpha = 0.5)+
  labs(y="Anzahl der Belege")+
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14))
dev.off()

tiff("Abb_Boxplot_alle_DE.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(datade, aes(Zeitintervall, Häufigkeit)) +
  geom_boxplot(outlier.shape = NA, color="black") +
  geom_jitter(width = 0.15, alpha = 0.5)+
  labs(y="Anzahl der Belege")+
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14))
dev.off()

library(dplyr)
data_sg_cz <- datacz %>%
  filter(Gefährdung %in% c(0, 1, 2))
```

```

data_g_cz <- datacz %>%
  filter(Gefährdung %in% c(3,4))
data_ug_cz <- datacz %>%
  filter(Gefährdung %in% c(5))

tiff("Abb_Boxplot_stark_gefährdet_CZ.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(data_sg_cz, aes(Zeitintervall, Häufigkeit)) +
  geom_boxplot(outlier.shape = NA, color="black", fill="red") +
  geom_jitter(width = 0.15, alpha = 0.5)+
  labs(y="Anzahl der Belege")+
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14))
dev.off()

tiff("Abb_Boxplot_gefährdet_CZ.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(data_g_cz, aes(Zeitintervall, Häufigkeit)) +
  geom_boxplot(outlier.shape = NA, color="black", fill="orange") +
  geom_jitter(width = 0.15, alpha = 0.5)+
  labs(y="Anzahl der Belege")+
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14))
dev.off()

tiff("Abb_Boxplot_ungefährdet_CZ.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(data_ug_cz, aes(Zeitintervall, Häufigkeit)) +
  geom_boxplot(outlier.shape = NA, color="black", fill="darkgreen") +
  geom_jitter(width = 0.15, alpha = 0.5)+
  labs(y="Anzahl der Belege")+
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14))
dev.off()

tiff("Abb_Boxplot_alle_CZ.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(datacz, aes(Zeitintervall, Häufigkeit)) +
  geom_boxplot(outlier.shape = NA, color="black") +
  geom_jitter(width = 0.15, alpha = 0.5)+
  labs(y="Anzahl der Belege")+
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14))
dev.off()

write.csv(dataall, "Tabelle.csv", row.names = FALSE)

```

7.4.2 R-Skript zu den gestapelten Säulendiagrammen

```

library(ggplot2)
setwd("~/Documents/Bachelorarbeit/R")
datade <- read.csv("Tabelle_Analysen_DE.csv", sep=";")
datade <- datade [-(nrow(datade)-14):nrow(datade),]
datacz <- read.csv("Tabelle_Analysen_CZ.csv", sep=";")
library(dplyr)

datade$Gefährdung <- recode(datade$Gefährdung,
                           "0"="stark_gefährdet", "1"="stark_gefährdet",
                           "2"="stark_gefährdet", "3"="gefährdet",
                           "4"="gefährdet", "5"="ungefährdet")

```

```

datade$Gefährdung <- factor(dataacz$Gefährdung,
                            levels = c("stark_gefährdet",
                                         "gefährdet", "ungefährdet"))
tiff("Abb_gestapeltes_Säulendiagramm_DE.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(data= datade, aes (x=Zeitintervall, y=Häufigkeit , fill=Gefährdung))+
  geom_col()+
  scale_fill_manual(values = c("red","orange", "darkgreen"),
                    labels= c ("stark_gefährdet","gefährdet", "ungefährdet"))+
  labs(y="Anzahl der Belege", fill= "Gefährdungsstatus")+
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14),
        legend.title = element_text(size = 16),
        legend.text = element_text(size = 14),
        legend.position = "bottom")
dev.off()

dataacz$Gefährdung <- recode(dataacz$Gefährdung,
                             "0"="stark_gefährdet", "1"="stark_gefährdet",
                             "2"="stark_gefährdet", "3"="gefährdet",
                             "4"="gefährdet", "5"="ungefährdet")
dataacz$Gefährdung <- factor(dataacz$Gefährdung,
                             levels = c("stark_gefährdet", "gefährdet",
                                         "ungefährdet"))
tiff("Abb_gestapeltes_Säulendiagramm_CZ.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(data= dataacz, aes (x=Zeitintervall, y=Häufigkeit , fill=Gefährdung))+
  geom_col()+
  scale_fill_manual(values = c("red","orange", "darkgreen"),
                    labels= c ("stark_gefährdet","gefährdet", "ungefährdet"))+
  labs(y="Anzahl der Belege", fill= "Gefährdungsstatus")+
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14),
        legend.title = element_text(size = 16),
        legend.text = element_text(size = 14),
        legend.position = "bottom")
dev.off()

datade$Standort <- "DE"
dataacz$Standort <- "CZ"
dataall <- rbind(datade,dataacz)

data_sum <- dataall %>%
  group_by(Standort, Zeitintervall) %>%
  summarise(Häufigkeit = sum(Häufigkeit), .groups = "drop")

tiff("Abb_Vergleich_der_Gesamtbelege.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res =100)
ggplot(data_sum,
       aes(x = Zeitintervall,
           y = Häufigkeit,
           fill = Standort)) +
  geom_col(position = "dodge") +
  scale_fill_manual(values = c("DE" = "blue",
                              "CZ" = "purple")) +
  labs(y = "Anzahl der Belege",
       x = "Zeitintervall",
       fill = "Standort") +
  theme_minimal() +
  theme(axis.title = element_text(size = 16),
        axis.text = element_text(size = 14),

```

```

    legend.title = element_text(size = 16),
    legend.text = element_text(size = 14),
    legend.position = "bottom")
dev.off()

```

7.4.3 R-Skript für die Plots mit den relativen Anteilen

```

#Daten hochladen und Pakete installieren
setwd("~/Documents/Bachelorarbeit/R")
datade <- read.csv("Tabelle_Analysen_DE.csv", sep=";")
datacz <- read.csv("Tabelle_Analysen_CZ.csv", sep=";")
datade <- datade [-(nrow(datade)-14):nrow(datade),]
library(dplyr)

library(ggplot2)

#Gefährdung umbenennen
datade <- datade %>%
  mutate(Gefährdung = case_when(
    Gefährdung %in% c(0,1,2) ~ "stark_gefährdet",
    Gefährdung %in% c(3,4) ~ "gefährdet",
    Gefährdung == 5 ~ "ungefährdet"
  ))
datacz <- datacz %>%
  mutate(Gefährdung = case_when(
    Gefährdung %in% c(0,1,2) ~ "stark_gefährdet",
    Gefährdung %in% c(3,4) ~ "gefährdet",
    Gefährdung == 5 ~ "ungefährdet"
  ))

#Relative Werte berechnen
relde <- datade %>%
  group_by(Zeitintervall, Gefährdung) %>%
  summarise(n = sum(Häufigkeit), .groups = "drop") %>%
  group_by(Zeitintervall) %>%
  mutate(rel_haeufigkeit = n / sum(n))

relde$Gefährdung <- factor(relde$Gefährdung,
  levels = c("stark_gefährdet",
             "gefährdet", "ungefährdet"))

relcz <- datacz %>%
  group_by(Zeitintervall, Gefährdung) %>%
  summarise(n = sum(Häufigkeit), .groups = "drop") %>%
  group_by(Zeitintervall) %>%
  mutate(rel_haeufigkeit = n / sum(n))

relcz$Gefährdung <- factor(relcz$Gefährdung,
  levels = c("stark_gefährdet",
             "gefährdet", "ungefährdet"))

#Abbildungen erstellen
tiff("Abb_rel_Werte_DE.tiff", width = 10,
  height = 10, units = "in", res = 100)
ggplot(relde, aes(x = Zeitintervall, y = rel_haeufigkeit,
  color = Gefährdung, group = Gefährdung)) +
  geom_point(size = 3) +
  geom_line(linewidth = 1) +
  scale_color_manual(values = c(
    "stark_gefährdet" = "red",
    "gefährdet" = "orange",

```

```

    "ungefährdet" = "darkgreen"
  )) +
  labs(
    x = "Zeitintervall",
    y = "Relative Häufigkeit",
    color = "Gefährdung"
  ) +
  theme_minimal()
dev.off()

tiff("Abb_rel_Werte_CZ.tiff", width = 10, height = 10,
     units = "in", res = 100)
ggplot(relcz, aes(x = Zeitintervall, y = rel_haeufigkeit,
                 color = Gefährdung, group = Gefährdung)) +
  geom_point(size = 3) +
  geom_line(linewidth = 1) +
  scale_color_manual(values = c(
    "stark_gefährdet" = "red",
    "gefährdet" = "orange",
    "ungefährdet" = "darkgreen"
  )) +
  labs(
    x = "Zeitintervall",
    y = "Relative Häufigkeit",
    color = "Gefährdung"
  ) +
  theme_minimal()
dev.off()

relde$Standort <- "DE"
relcz$Standort <- "CZ"
relall <- rbind(relde,relcz)

tiff("Abb_rel_Werte_stark_gefährdete_Arten_Vergleich.tiff",
     width = 10, height = 10, units = "in", res = 100)
ggplot(relall[relall$Gefährdung == "stark_gefährdet", ],
     aes(x = Zeitintervall, y = rel_haeufigkeit,
         color = Standort, group = Standort)) +
  geom_point(size = 3) +
  geom_line(linewidth = 1) +
  scale_color_manual(values = c(
    "CZ" = "purple", "DE" = "blue")) +
  labs(
    x = "Zeitintervall",
    y = "Relative Häufigkeit",
    color = "Standort"
  ) +
  theme_minimal()
dev.off()

tiff("Abb_rel_Werte_gefährdete_Arten_Vergleich.tiff",
     width = 10, height = 10, units = "in", res = 100)
ggplot(relall[relall$Gefährdung == "gefährdet", ],
     aes(x = Zeitintervall, y = rel_haeufigkeit,
         color = Standort, group = Standort)) +
  geom_point(size = 3) +
  geom_line(linewidth = 1) +
  scale_color_manual(values = c(
    "CZ" = "purple", "DE" = "blue")) +
  labs(
    x = "Zeitintervall",

```

```

    y = "Relative Häufigkeit",
    color = "Standort"
  ) +
  theme_minimal()
dev.off()

tiff("Abb_rel_Werte_ungefährdete_Arten_Vergleich.tiff",
     width = 10, height = 10, units = "in", res = 100)
ggplot(relall[relall$Gefährdung == "ungefährdet", ],
       aes(x = Zeitintervall, y = rel_haeufigkeit,
           color = Standort, group = Standort)) +
  geom_point(size = 3) +
  geom_line(linewidth = 1) +
  scale_color_manual(values = c(
    "CZ" = "purple", "DE" = "blue")) +
  labs(
    x = "Zeitintervall",
    y = "Relative Häufigkeit",
    color = "Standort"
  ) +
  theme_minimal()
dev.off()

```

7.4.4 R-Skript zum GLM

```

#Daten hochladen und Pakete installieren
setwd("~/Documents/Bachelorarbeit/R")
datade <- read.csv("Tabelle_Analysen_DE.csv", sep=";")
datacz <- read.csv("Tabelle_Analysen_CZ.csv", sep=";")
datade <- datade [-(nrow(datade)-14):nrow(datade),]
datade$Standort <- "DE"
datacz$Standort <- "CZ"
dataall <- rbind(datade,datacz)
dataall$Art <- as.factor(dataall$Art)
dataall$Zeitintervall <- as.factor(dataall$Zeitintervall)
dataall$Gefährdung <- as.factor(dataall$Gefährdung)
dataall$Standort <- as.factor(dataall$Standort)

install.packages("dplyr")

library(dplyr)

dataall$Gefährdung <- recode(dataall$Gefährdung,
                             "0"="stark_gefährdet", "1"="stark_gefährdet",
                             "2"="stark_gefährdet", "3"="gefährdet",
                             "4"="gefährdet", "5"="ungefährdet")

install.packages("glmmTMB")

library("glmmTMB")
Modell <- glmmTMB(Häufigkeit~Standort*Zeitintervall*Gefährdung+(1|Art),
                 ziformula = ~1,
                 data=dataall, family = nbinom2)

install.packages("MASS")

library(MASS)

#GLM für stark gefährdete Arten
data_sg <- dataall[dataall$Gefährdung == "stark_gefährdet",]
Modell_sg <- glm.nb(Häufigkeit~Standort*Zeitintervall,data=data_sg)

```

```

summary(Modell_sg)
#Speichern der gerundeten Tabelle
round(summary(Modell_sg)$coefficients,3)
tab <- as.data.frame(summary(Modell_sg)$coefficients)
tab_round <- round(tab, 3)
write.table(tab_round,
            "glm_sg.csv",
            sep = ";",
            dec = ",",
            row.names = TRUE)

#GLM für gefährdete Arten
data_g <- dataall[dataall$Gefährdung == "gefährdet",]
Modell_g <- glm.nb(Häufigkeit~Standort*Zeitintervall,data=data_g)
summary(Modell_g)
#Speichern der gerundeten Tabelle
round(summary(Modell_g)$coefficients,3)
tabg <- as.data.frame(summary(Modell_g)$coefficients)
tabg_round <- round(tabg, 3)
write.table(tabg_round,
            "glm_g.csv",
            sep = ";",
            dec = ",",
            row.names = TRUE)

#GLM für ungefährdete Arten
data_ug <- dataall[dataall$Gefährdung == "ungefährdet",]
Modell_ug <- glm.nb(Häufigkeit~Standort*Zeitintervall,data=data_ug)
summary(Modell_ug)
#Speichern der gerundeten Tabelle
round(summary(Modell_ug)$coefficients,3)
tabug <- as.data.frame(summary(Modell_ug)$coefficients)
tabug_round <- round(tabug, 3)
write.table(tabug_round,
            "glm_ug.csv",
            sep = ";",
            dec = ",",
            row.names = TRUE)

```

7.5 Nachweise

Nachweis über die Prüfungsanmeldung in FlexNow

Name: Frau Marleen Schuster
Matrikel-Nr.: 23725617

Semester: WS25/26
Studiengang: Biologie (2-Fächer-Bachelor)
Modul: Bachelorarbeit
Prüfung: Bachelorarbeit (Erstgutachter)

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken entnommene Stellen habe ich unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Die Richtlinien zur Sicherung der guten wissenschaftlichen Praxis an der Universität Göttingen wurden von mir beachtet.

Eine gegebenenfalls eingereichte digitale Version stimmt mit der schriftlichen Fassung überein.

Mir ist bewusst, dass bei Verstoß gegen diese Grundsätze die Prüfung mit nicht bestanden bewertet wird.

Göttingen, den 20.03.2026

M. Schuster

Marleen Schuster

Nachweis über die Prüfungsanmeldung in FlexNow

Name: Frau Marleen Schuster
Matrikel-Nr.: 23725617

Semester: WS25/26
Studiengang: Biologie (2-Fächer-Bachelor)
Modul: Bachelorarbeit
Prüfung: Bachelorarbeit (Zweitgutachter)

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken entnommene Stellen habe ich unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Die Richtlinien zur Sicherung der guten wissenschaftlichen Praxis an der Universität Göttingen wurden von mir beachtet.

Eine gegebenenfalls eingereichte digitale Version stimmt mit der schriftlichen Fassung überein.

Mir ist bewusst, dass bei Verstoß gegen diese Grundsätze die Prüfung mit nicht bestanden bewertet wird.

Göttingen, den 20.03.2026

M. Schuster
Marleen Schuster

Erklärung zur Nutzung von ChatGPT und vergleichbaren Werkzeugen im Rahmen von Prüfungen In der hier vorliegenden Arbeit habe ich ChatGPT oder eine andere KI wie folgt genutzt:

gar nicht

bei der Ideenfindung

bei der Erstellung der Gliederung

zum Erstellen einzelner Passagen, insgesamt im Umfang von ...% am gesamten Text

zur Entwicklung von Software-Quelltexten

zur Optimierung oder Umstrukturierung von Software-Quelltexten

zum Korrekturlesen oder Optimieren

Weiteres, nämlich: zum Übersetzen des Abstracts

Ich versichere, alle Nutzungen vollständig angegeben zu haben. Fehlende oder fehlerhafte Angaben werden als Täuschungsversuch gewertet.