

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Die pannonische Pflanzenwelt – Konzeption eines
Workshops im Botanischen Garten der Universität Wien
zur Vermittlung fachspezifischer und
naturschutzrelevanter Themen und als Beitrag zur
Umwelt- und Interessenbildung“

verfasst von / submitted by

Dipl.-Biol. Dr. Philine Werner, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2023 / Vienna, 2023

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Betreut von / Supervisor:

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

UA 199 502 507 02

Masterstudium Lehramt Sek (AB)
Unterrichtsfach Biologie und Umweltbildung
Unterrichtsfach Englisch

oa. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn

Mag. Dr. David Bröderbauer

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber:innen der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei Ao. Prof. Dr. Michael Kiehn dafür bedanken, dass er mich auf dieses interessante Thema aufmerksam gemacht hat und mir die Möglichkeit gegeben hat, im Rahmen des Kooperationsprojektes „makingAchange“ das didaktische Konzept für einen Workshop zu entwickeln. Vielen Dank auch dafür, dass ich meine Masterarbeit während der Karenz ohne Probleme und Zeitdruck unterbrechen konnte! Außerdem möchte ich mich bei Mag. Dr. David Bröderbauer für die Übernahme der Co-Betreuung meiner Arbeit bedanken. Beide Betreuer hatten immer ein offenes Ohr für meine zahlreichen Fragen und haben mich während der Arbeit kompetent und geduldig unterstützt und konstruktive Anregungen bei Fragen und Problemen aller Art gegeben.

Mein Dank geht auch an Alena Binder. Als verantwortliche Gärtnerin für die Pannonische Gruppe im Botanischen Garten der Universität Wien hat sie sich die Zeit genommen, mich mit den Gegebenheiten vor Ort vertraut zu machen und mir bei Fragen zu den Trockenpflanzen aus der Gruppe und bei der Auswahl der Pflanzen für den Workshop stets geholfen. Ebenso möchte ich der Gartenführerin der Grünen Schule des Botanischen Gartens, Jasmin Rehrmbacher, für ihr Feedback zum Workshop nach der ersten Durchführung danken.

Darüber hinaus möchte ich mich bei den für die „makingAchange Klimawochen“ verantwortlichen Kooperationspartner:innen Mag.^a Karin Oberauer, Bakk.techn. Dipl. Ing.ⁱⁿ Barbara König, BEd, Assoc. Prof. Dr. Herbert Formayer sowie den beiden Studienkolleginnen Verena Aichberger, MEd und Natalie Lang, BEd für die Anregungen bei der Planung des Konzepts und für das konstruktive Feedback bei der Pilotierung des Workshops im Botanischen Garten bedanken.

Mein unendlicher Dank gilt meinen Eltern Geli und Roloff Werner, die mich in meiner Entscheidung für den zweiten Bildungsweg bestärkt und während des gesamten Studiums unterstützt haben. Ohne euch wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen! Ebenso gilt mein Dank meiner Schwester Anneke sowie meinen Freund:innen, die mich während meines Studiums begleitet, immer an mich geglaubt und mich in meinem Vorhaben bestärkt haben. Besonders bedanken möchte ich mich bei Mag.^a Barbara Leitner und Beate Schatte-Pape für die Korrekturen der Endfassung der Arbeit.

Zuletzt möchte ich mich bei meinem Partner Markus Schäfer für seine bedingungslose Unterstützung, Geduld und Ermutigung bedanken, sowie bei meinen beiden Töchtern Liv und Lilith, die mich täglich inspiriert und motiviert haben, diese Arbeit fertigzustellen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	6
2. Fragestellung der Masterarbeit	8
3. Rahmenbedingungen für den Workshop	8
3.1. Das Kooperationsprojekt „makingAchange“	9
3.2. Die „makingAchange“ Klimawochen	10
3.3. Die Grüne Schule des Botanischen Gartens	12
3.4. Konsequenzen für den Workshop.....	13
4. Theoretische Grundlagen	14
4.1. Die pannonische Pflanzenwelt.....	14
4.1.1. Kurze Begriffserklärung von „Pannonikum“ bzw. „pannonisch“	14
4.1.2. Die Pannonische Florenprovinz.....	15
4.1.3. Pannonische Trockenvegetationen in Österreich	17
4.1.4. Anpassungsmechanismen von pannonisch verbreiteten Arten an ihren Lebensraum	22
4.1.5. Pannonische Trockenrasen als wichtiger Lebensraum im Osten Österreichs.....	27
4.1.6. Gefährdung und Schutz von Trockenrasen	30
4.1.7. Die Pannonische Schaugruppe im Botanischen Garten	36
4.2. Umweltbildung	38
4.2.1. Bildung für nachhaltige Entwicklung	40
4.2.2. Forschend-entdeckendes Lernen	42
4.3. Interessentheorie	45
4.3.1. Theorie der Interessenentwicklung	45
4.3.2. Interesse an biologischen Themen und Unterrichtsmethoden im Fach Biologie.....	48
4.3.3. Plant Blindness.....	51
4.3.4. Aspekte der Interessenförderung im (Biologie-)Unterricht	53
4.3.5. Der Botanische Garten als außerschulischer Lernort	57
5. Didaktisches Konzept des Workshops	59
5.1. Definition der Lernziele.....	59
5.2. Hypothesen zur Interessen- und Umweltbildung und mögliche Schüler:innenvorstellungen..	60
5.3. Gegebenheiten im Botanischen Garten der Universität Wien.....	62
5.4. Aspekte der Methodenauswahl.....	63
5.5. Lehrplanbezug	69
5.6. Pilotierung und Überarbeitung des Workshops.....	70
5.7. Ablauf des Workshops.....	70
5.7.1. Begrüßung.....	74

5.7.2.	<i>Einstieg</i>	75
5.7.3.	<i>Thematische Einleitung</i>	77
5.7.4.	<i>Praktische Phase 1</i>	83
5.7.5.	<i>Praktische Phase 2</i>	85
5.7.6.	<i>Präsentationen und Gruppendiskussion</i>	85
5.7.7.	<i>Abschlussdiskussion</i>	86
5.7.4.	<i>Verabschiedung</i>	89
5.8.	Kritische Reflexion der didaktischen Strukturierung des Workshops.....	89
6.	Möglichkeiten zur empirischen Evaluierung des entwickelten Workshops	92
6.1.	Design einer möglichen Interventionsstudie.....	93
6.2.	Methoden zur Datenerhebung.....	94
6.3.	Entwicklung eines Fragebogens.....	98
7.	Conclusio und Ausblick	106
8.	Zusammenfassung	109
9.	Abstract	110
10.	Literaturverzeichnis	111
11.	Abbildungsverzeichnis	125
12.	Tabellenverzeichnis	127
13.	Abkürzungsverzeichnis	128
14.	Anhang	129
14.1.	Kartenmaterial für den Workshop.....	129
14.2.	Liste der möglichen Pflanzenarten für die praktischen Phasen des Workshops.....	132
14.3.	Alternatives Arbeitsblatt.....	133
14.4.	Steckbriefe für den Workshop.....	135
14.5.	Erwartungshorizont zu den möglichen Ergebnissen der Praxisphasen des Workshops.....	163
14.6.	Power-Point-Folien für den Workshop.....	166
14.7.	Erwartungshorizont zu den möglichen Ergebnissen beim Quiz.....	171
14.8.	Pflanzenschilder für den Workshop.....	173

1. Einleitung

Der Botanische Garten der Universität Wien ist großteils öffentlich zugänglich und bietet mit seiner rund acht Hektar großen Fläche und seinen vielfältigen Pflanzensammlungen mitten in der Metropole Wien einen idealen Ort der Erholung für seine jährlich über 150.000 Besucher:innen (Kiehn & Knickmann, 2019). Unter der seit 2006 bestehenden Gartenleitung von Prof. Michael Kiehn standen in den letzten Jahren vor allem auch „Aktivitäten des Gartens in den Bereichen Arten- und Naturschutz sowie öffentliche Information und Bewusstseinsbildung“ im Vordergrund (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 80). Als Universitätsgarten übernimmt er seit 2011 als „Core Facility“ auch eine wichtige Funktion in der Forschung und Lehre der Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Wien. Neben der Erforschung verschiedener naturwissenschaftlicher und didaktischer Fragestellungen sowie der Sammlung und dem Schutz von Pflanzenarten ist daher die „Vermittlung der wissenschaftlichen Erkenntnisse an ein breites Publikum“ eine wichtige Aufgabe des Gartens (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 4). Kaum ein anderer Ort bietet Forscher:innen, Studierenden und anderen Besucher:innen die Möglichkeit, vielfältige Naturphänomene im Zusammenhang mit Pflanzen sowie Tieren und Ökosystemen unmittelbar zu erleben und spielt für die Interessenentwicklung eine so wichtige Rolle. Nicht zuletzt aus diesem Grund beteiligt sich der Botanische Universitätsgarten an zahlreichen Kooperationsprojekten.

Eines dieser Kooperationsprojekte ist „makingAchange“ (mAc), in dessen Rahmen der Botanische Garten der Universität Wien damit beauftragt wurde, für die „mAc-Klimawochen“ drei Workshops zu den Themen „Biodiversität“, „Phänologie“ und „Pannonische Pflanzenwelt“ zu entwickeln. Neben der authentischen Vermittlung von Fachwissen und interessanten Phänomenen im Zusammenhang mit den drei Themen soll ein Schwerpunkt der geplanten Workshops auf der Bewusstseinsbildung für die Folgen des Klimawandels und dem Umgang damit liegen. Neben der Durchführung mit Schulklassen der Oberstufe, die am Kooperationsprojekt und den Klimawochen teilnehmen, ist auch ein weiterführendes Angebot der Workshops im Rahmen der Grünen Schule des Botanischen Gartens geplant.

Aufgrund der Lage des Botanischen Gartens der Universität Wien liegt ein Schwerpunkt auf der Präsentation der verschiedenen heimischen Trockenrasentypen und gefährdeten Pflanzenarten im Nordosten Österreichs, so dass die sogenannte Pannonische Schaugruppe einen großen Teil des südlichen Gartens einnimmt (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 4). In diesem Teil des Gartens wird die Flora Österreichs möglichst naturnah nachgebildet. In der Vergangenheit hat sich jedoch gezeigt, dass gerade dieser Gartenbereich von Besucher:innen eher als ungepflegte „Gstätt“ wahrgenommen wird und vor allem Schüler:innen wenig

Interesse an der dargestellten pannonischen Pflanzenwelt zeigen (s. Pfannhauser, 2010). Der geplante Workshop bietet in diesem Zusammenhang eine gute Möglichkeit, einen wichtigen Beitrag zur Interessenbildung bei den Teilnehmer:innen zu leisten.

Das übergeordnete Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist es daher, ein didaktisches Konzept für einen Workshop zur pannonischen Flora zu entwerfen, der im Rahmen der mAc-Klimawochen und der Grünen Schule im Botanischen Garten durchgeführt werden kann. Durch den Workshop sollen gezielt fachwissenschaftliche Inhalte zur pannonischen Vegetation vermittelt werden, sowie das Interesse der Schüler:innen an dieser wichtigen heimischen Flora und das Umweltbewusstsein im Zusammenhang mit dem pannonischen Trockenlebensraum und den Auswirkungen von Klimawandel und menschlichen Eingriffen gestärkt werden.

Bei der Konzeption des Workshops wurde wie folgt vorgegangen: Nach der Formulierung der Fragestellung des Masterarbeitsprojektes wurden zunächst die Rahmenbedingungen des Workshops in Verbindung mit den Anforderungen des Kooperationsprojektes und der Grünen Schule sowie den Gegebenheiten des Botanischen Gartens festgelegt. Zur Klärung wichtiger fachwissenschaftlicher Inhalte, geeigneter didaktischer Methoden und des thematischen Schwerpunkts des Workshops sowie zur Identifizierung relevanter Faktoren der Umwelt- und Interessenbildung wurden anschließend die theoretischen Grundlagen durch eine intensive Literaturrecherche erarbeitet. Auf Basis der Rahmenbedingungen und des Curriculums für die Zielgruppe wurden zudem die Lernziele des Workshops definiert. Für die hypothesengeleitete Konzeption des Workshops wurden außerdem Vorannahmen zur Interessenentwicklung und Umweltbildung formuliert sowie mögliche Schüler:innenvorstellungen zum Thema ausgearbeitet, welche bei der Planung berücksichtigt wurden. Das Design der didaktischen Materialien und ein detaillierter Ablaufplan für den Workshop wurden in enger Abstimmung mit den Kooperationspartnern der mAc-Klimawochen entwickelt, bevor der Ablauf des Workshops erprobt und überarbeitet und das Konzept abschließend noch einmal kritisch hinterfragt wurde.

Ursprünglich war ein zweistufiger Entwicklungsprozess des Workshops geplant. Nach der theoretischen Konzeptentwicklung im Frühjahr 2021 sollte der Workshop in den Sommermonaten im Rahmen der Klimawochen durchgeführt und mittels einer empirischen Studie evaluiert und anschließend weiterentwickelt werden. Aufgrund der COVID-19 Pandemie und den damit verbundenen Einschränkungen wurden die Klimawochen und damit auch die Workshops im Botanischen Garten für das Jahr 2021 abgesagt (Climate Change Centre Austria [CCCA], 2022, S. 35). Die ursprünglich geplante Durchführung einer Evaluationsstudie während der praktischen Erprobung des Workshops war daher nicht möglich. Der Fokus dieser

Arbeit liegt daher auf der theorie- und hypothesengeleiteten didaktischen Konzeption des Workshops. Um mögliche Folgeprojekte zur Evaluation und Weiterentwicklung des hier konzipierten Workshops, z.B. im Rahmen weiterer Abschlussarbeiten, vorzubereiten, werden in einem weiteren Teil dieser Masterarbeit mögliche Forschungsansätze diskutiert und ein geeignetes Messinstrument entwickelt. Die Durchführung einer solchen Studie ist jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit, die im letzten Kapitel mit einem Fazit und einem Ausblick endet.

2. Fragestellung der Masterarbeit

Aus den Zielsetzungen dieses Masterarbeitsprojektes ergeben sich folgende zentrale Forschungsfragen, die im Rahmen dieser Arbeit beantwortet werden sollen:

- 1) Welche didaktischen Möglichkeiten liefert die Pannonische Gruppe im Botanischen Garten der Universität Wien, um einerseits fachwissenschaftliche Inhalte zur pannonischen Pflanzenwelt und dem Trockenlebensraum und andererseits das Umweltbewusstsein der Schüler:innen für diesen wichtigen Lebensraum und Gefährdungsfaktoren auch im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu vermitteln?
- 2) Wie kann durch den Workshop das Interesse der Schüler:innen an der pannonischen Flora sowie ihr Bewusstsein und ihre Akzeptanz im Zusammenhang mit Naturschutzmaßnahmen gesteigert werden?

Im letzten Teil der Arbeit soll zusätzlich ein Schwerpunkt auf die Beantwortung der folgenden Frage gelegt werden:

- 3) Wie könnte ein Forschungsansatz zur Evaluierung des entwickelten Workshops aussehen und welche Messinstrumente können zur empirischen Erhebung eines Einflusses des Workshops auf das Interesse der Schüler:innen an der pannonischen Pflanzenwelt und auf ihr Umweltbewusstsein eingesetzt werden?

3. Rahmenbedingungen für den Workshop

Im folgenden Kapitel wird das Kooperationsprojekt „makingAchange“ mit den geplanten Klimawochen sowie die Grüne Schule des Botanischen Gartens der Universität Wien näher vorgestellt und damit der Rahmen für den Workshop zur pannonischen Pflanzenwelt abgesteckt.

3.1. Das Kooperationsprojekt „makingAchange“

Das mAc-Projekt ist ein Kooperationsprojekt zum Thema „Klimawandel und Nachhaltigkeit“, an dem verschiedene österreichische Forschungs- und Bildungsinstitutionen wie das Climate Change Centre Austria (CCCA), das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF), die Universität Wien, die Universität Innsbruck, der Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel u.a., sowie Schulen der Sekundarstufe beteiligt sind (*Was ist „makingAchange“*, o. J.). Ziel des Kooperationsprojektes ist es, Forschung und Schule langfristig zu verbinden und durch die Auseinandersetzung mit den Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz zur Bildung für nachhaltige Entwicklung beizutragen. Im Rahmen von „makingAchange“ vermitteln Expert:innen wichtige Forschungsergebnisse in Bezug auf den Klimawandel, wobei sich die an dem Bildungsprogramm teilnehmenden Schüler:innen selbstständig mit verschiedenen Aufgaben und Projekten rund um die Themen Klimaschutz und Nachhaltigkeit auseinandersetzen und Lösungen zu Fragestellungen finden (*Was ist „makingAchange“*, o. J.). Durch die intensive eigenständige Auseinandersetzung sollen die Themen bei den Schüler:innen nicht nur in der schulischen Umgebung, sondern auch im Alltag als Selbstverständlichkeit integriert und die Bereitschaft zum nachhaltigen Umgang mit der Umwelt gefördert werden. Im Rahmen des mAc-Projekts sollen auch zukunftsweisende „Methoden zur Etablierung von Forschungs-Bildungs-Kooperationen zu den Themen Klimawandel und Nachhaltigkeit in Österreich“ entwickelt und erprobt werden (*Was ist „makingAchange“*, o. J.).

Zu den mAc-Bildungsformaten zählen der fächerübergreifende Projektunterricht, phänologische Betrachtungen und die sogenannten Klimawochen, die im nächsten Abschnitt erläutert werden. Motivierte Schüler:innen können sich zudem zu „Klima-Peers“ ausbilden lassen, welche neben den Expert:innen die Teilnehmer:innen des Bildungsprogramms bei Fragen zum Thema Klimaschutz und Nachhaltigkeit unterstützen und begleiten. Ebenso werden an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), der Universität für angewandte Kunst Wien, der Universität Innsbruck, der Technischen Universität Graz und der Universität Graz Studierende zu sogenannten „Klima-Buddies“ ausgebildet, die wie die Klima-Peers „das erlernte Wissen und die erlernten Fähigkeiten im Sinne des Peer-to-Peer Learning an ihr Umfeld weitergeben“ und zwischen den Teilnehmer:innen, Lehrpersonen und Expert:innen vermitteln (CCCA, 2022, S. 9).

Basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen wurden zu Beginn des mAc-Kooperationsprojektes didaktische Leitlinien für den Projektunterricht in den drei Formaten formuliert. Ziel ist es, die Lernenden dazu zu befähigen, sich kritisch mit wichtigen komplexen

Themen wie dem Klimawandel auseinanderzusetzen und möglichst Schüler:innen-zentrierte Lernumgebungen zu schaffen, in denen die Lernenden selbstständig und gemeinsam handeln und Probleme lösen müssen (CCCA, 2022, S. 29). Daher wurden bei der Planung des fächerübergreifenden Projektunterrichts, der phänologischen Beobachtungen und der Klimawochen die folgenden pädagogischen Ansätze berücksichtigt:

- die moderat konstruktivistische Sichtweise des Lernens (Wissen wird in einem aktiven, selbstgesteuerten Prozess konstruiert, indem bereits bestehende Vorstellungen modifiziert werden)
- fächerübergreifender und fächerverbindender Unterricht
- Transdisziplinarität (diskursiver Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen Expert:innen aus unterschiedlichen Disziplinen und den Lernenden)
- forschend-entdeckendes Lernen in authentischen Settings (CCCA, 2022, S. 29).

Insgesamt sollen die Teilnehmer:innen des Projektunterrichts möglichst selbstständig lernen und ihr Wissen konstruieren.

Das mAc-Projekt befindet sich mittlerweile im dritten Jahr der Umsetzung. Die COVID-19 Pandemie und die Eindämmungsmaßnahmen haben das Kooperationsprojekt in den letzten Jahren jedoch vor einige Schwierigkeiten gestellt. So mussten z.B. im Jahr 2021 viele Teilprojekte abgesagt werden oder waren nur eingeschränkt möglich, da es z.B. schulexternen Personen wie den Expert:innen und Klima-Buddies kaum möglich war, an den Schulen mit den Schüler:innen zu arbeiten oder viele Veranstaltungen nur digital stattfinden konnten (vgl. CCCA, 2022). Durch viele kreative Ideen und Anpassungen der Formate konnte das Kooperationsprojekt in den letzten Jahren dennoch erfolgreich durchgeführt und wertvolle Erfahrungen gesammelt werden.

3.2. Die „makingAchange“ Klimawochen

Beim mAc-Format „Klimawochen“ wird es den Teilnehmer:innen ermöglicht, sich in authentischen Settings in der Natur mit dem Thema Klimawandel und seinen Folgen auseinanderzusetzen (*makingAchange: Klimawochen*, o. J.). Begleitet von Expert:innen sollen hierbei durch forschend-entdeckendes Lernen verschiedene Aspekte des Themas sichtbar und erfahrbar gemacht und systemische Zusammenhänge verstanden werden. Durch ein besseres Verständnis der Thematik sollen die Lernenden dazu ermutigt werden eine „nachhaltige Entwicklung auch durch ihr Handeln zu unterstützen“ (*makingAchange: Klimawochen*, o. J., S. 1). Die Zielgruppe umfasst alle Schulstufen der Sekundarstufe I und II in ganz Österreich,

wobei die Inhalte und Methoden entsprechend der jeweiligen Altersstufe ausgewählt und an die Wünsche der Schulen angepasst werden.

Das Angebot umfasst derzeit drei Klimawochen mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten. Zwei Klimawochen widmen sich dem Klimawandel im Hochgebirge und dem Klimawandel im urbanen Raum. Die für diese Masterarbeit relevante Klimawoche hat den thematischen Schwerpunkt „Wassernutzung und Hitzebelastung in den Trockenregionen Ostösterreichs“ mit Fachinhalten rund um das Ökosystem Neusiedler See, Biodiversität und Klimawandel, (Boden-)Wasserhaushalt und Klimawandel, Mensch-Umwelt-Interaktionen sowie Anpassungsstrategien (*makingAchange: Klimawochen*, o. J., S. 2). Durch die Kooperationspartner Botanischer Garten der Universität Wien und Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel werden diese Klimawochen in der Region Neusiedler See und Wien durchgeführt. Bei der Teilnahme können die Schulen individuell aus insgesamt sieben Workshop-Modulen wählen. Neben vier Workshop-Modulen, die im Nationalpark Neusiedler See durchgeführt werden, wurde der Botanische Garten der Universität mit der Entwicklung von drei Workshops zu den Themen „Biodiversität“, „Phänologie“ und „Pannonische Pflanzenwelt“ beauftragt (CCCA, 2022, S. 74). Ziel war es, diese bereits während der Klimawochen „Wassernutzung und Hitzebelastung in den Trockenregionen Ostösterreichs“ bis Ende Juni 2021 im Botanischen Garten durchzuführen. In diesem Rahmen wurde ich vom Botanischen Garten damit beauftragt, einen Workshop zum Thema „Pannonische Pflanzenwelt“ zu konzipieren, der Gegenstand dieser Masterarbeit ist.

Da der Workshop in enger Abstimmung mit den Kooperationspartnern entwickelt werden sollte, fand am 28.04.2021 über die Online-Plattform Zoom (Zoom Video Communications, 2023) eine Besprechung mit den für die Klimawochen und phänologischen Betrachtungen verantwortlichen Kooperationspartner:innen Mag.^a Karin Oberauer (Universität Innsbruck), Bakk.techn. Dipl. Ing.ⁱⁿ Barbara König, BEd (BOKU), Assoc. Prof. Dr. Herbert Formayer (BOKU) und Mag. Dr. David Bröderbauer (Botanischer Garten der Universität Wien) statt. An diesem Treffen nahmen auch die beiden Studentinnen Verena Aichberger, MEd und Natalie Lang, BEd (Universität Wien) teil, die mit der Konzeption der Workshop-Module zu den Themen „Biodiversität“ und „Phänologie“ beauftragt waren. Bei dieser Besprechung wurden erste Ideen zur thematischen Schwerpunktsetzung und didaktische Überlegungen diskutiert sowie weitere wichtige Rahmenbedingungen und Anforderungen geklärt. So ergab sich, dass die Workshops im Botanischen Garten als Tagesexkursion für die Teilnehmer:innen der Klimawochen während ihres mehrtägigen Aufenthaltes am Neusiedler See geplant und auch im Rahmen dieser erprobt werden sollten. Im Rahmen dieser Tagesexkursion ist für jede

Schulklasse die Teilnahme an zwei der drei angebotenen Workshop-Module (Biodiversität, Phänologie, Pannonische Pflanzenwelt) vorgesehen, wobei die Schulklassen die Themen frei wählen können. Die Dauer der Workshops wurde auf 2,5 bis 3 Stunden festgelegt. Aufgrund der Tatsache, dass sich im Jahr 2021 ausschließlich Oberstufenklassen (ca. 10 Klassen aus 5 Schulen) für die Klimawochen „Wassernutzung und Hitzebelastung in den Trockenregionen Ostösterreichs“ angemeldet haben, sollten die Workshop-Module für die Sekundarstufe II als Zielgruppe konzipiert werden. Diese Zielgruppe soll dann später auch für das Angebot des Workshops im Rahmen des Vermittlungsprogramms der Grünen Schule übernommen werden, mit der Option, die Inhalte und Methoden des Workshops noch zusätzlich für Schüler:innen der Unterstufe zu adaptieren. Es wurde auch besprochen, dass die Workshops von Gartenführer:innen der Grünen Schule durchgeführt werden sollen, wobei die Schulklassen im Rahmen der mAc-Klimawochen von studentischen Klima-Buddies begleitet werden, die die Schüler:innen und die Gartenführer:innen als Expert:innen unterstützen sollen.

Die für das Frühjahr 2021 geplanten Klimawochen am Neusiedler See und in Wien wurden aufgrund der Pandemie zunächst verschoben, dann abgesagt und erst in den folgenden Schuljahren wieder angeboten.

3.3. Die Grüne Schule des Botanischen Gartens

Die Grüne Schule des Botanischen Gartens der Universität Wien wurde vor mehr als 30 Jahren gegründet, um den Bedarf an Universitätskursen zur Ausbildung von Biolog:innen und Biologielehrer:innen sowie an einem Umweltbildungsprogramm im Garten zu decken (Kiehn, 2022, S. 22). Seitdem bietet die Grüne Schule ein vielfältiges Programm an Führungen und Workshops zu botanischen Themen an. Dieses Programm bietet Kindergartengruppen, Schulklassen und privaten Gruppen die Möglichkeit, vielfältige Einblicke in die beeindruckende Pflanzenwelt aus aller Welt sowie in Aspekte des Naturschutzes und der wissenschaftlichen Praxis zu erhalten, den Garten zu erkunden und so „Botanik und Wissenschaft begreifbar“ zu machen (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 81). Durch die zentrale Lage des Botanischen Gartens mitten in Wien ist die Grüne Schule für viele Menschen gut erreichbar und ermöglicht dennoch naturnahe Erfahrungen durch die großzügigen Freiflächen.

Das erst vor wenigen Jahren eröffnete moderne „Botanicum“ ist ein winterfester Pavillon der Grünen Schule, der auf dem ehemaligen Gelände des Botanischen Museums in der Nähe des Haupteingangs des Botanischen Gartens errichtet wurde (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 82). Dieses Gebäude verfügt über einen Vorbereitungsraum und einen Kursraum, in dem

mikroskopiert, experimentiert und geforscht werden kann. Das Botanicum ermöglicht die ganzjährige, witterungsunabhängig Durchführung der angebotenen Workshops und es wird darüber hinaus für weitere Kurse, Vorträge, Ausstellungen und Veranstaltungen genutzt.

Die Workshops der Grünen Schule dauern in der Regel zwei Stunden, die Führungen eine Stunde, und das Programm bietet je nach Jahreszeit verschiedene Themen für unterschiedliche Altersgruppen an (s. <https://grueneschule.univie.ac.at/programm/>). Die allgemeine Gartenführung umfasst einen Rundgang durch den Garten mit Schwerpunkt auf den Highlights sowie der Geschichte und den Aufgaben des Botanischen Gartens. Themenführungen hingegen beschäftigen sich mit speziellen botanischen Themen und Phänomenen. In den angebotenen Workshops wird die Erkundung des Gartens mit praktischer Arbeit kombiniert. Durchgeführt werden die Workshops und Führungen von geübten Gartenführer:innen, welche die Themen spannend und jeweils dem Wissensstand und den Interessen der Gruppe entsprechend vermitteln (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 81). Die Grüne Schule und der Botanische Garten sind ein wichtiger Bestandteil der praktischen Arbeiten vieler universitärer Lehrveranstaltungen und Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Projekte zum Lernen und Lehren im Botanischen Garten, wodurch das Programm und die Präsentation in den Schaugruppen kontinuierlich evaluiert und weiterentwickelt werden (Kiehn, 2022, S. 22). Für ihr Bildungsprogramm erhielt die Grüne Schule 2018 sogar die Auszeichnung „Best of Austria“ vom Lebensministerium (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft) (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 80).

Um sich bestmöglich auf die Führungen und Workshops vorbereiten zu können, steht den Guides der Grünen Schule eine interne Webseite zur Verfügung, auf der Informationsmaterial zu den angebotenen Führungen und Workshops zu finden ist. Für die Workshops enthält dieses Material in der Regel eine Kurzbeschreibung, theoretische Grundlagen, wichtige Informationen zur Zielgruppe, Lernziele, mögliche Schüler:innenvorstellungen, eine Beschreibung des Ablaufs sowie eine Liste der benötigten Materialien.

3.4. Konsequenzen für den Workshop

Basierend auf den oben genannten didaktischen Leitlinien und Zielen der „makingAchange“ Klimawochen sowie den Rahmenbedingungen für die Workshops im Botanischen Garten wurden die Rahmenbedingungen für den in dieser Arbeit vorgestellten Workshop zum Thema „Pannonische Pflanzenwelt“ festgelegt.

Diese können in folgenden Punkten zusammengefasst werden:

- **Zielgruppe:** Oberstufenschüler:innen (zwischen 14-19 Jahren)
- **Dauer:** 2,5-3 Stunden
- **Ort:** Botanischer Garten der Universität Wien
- **Thematischer Schwerpunkt:** Pannonische Pflanzenwelt, Wassernutzung und Hitzebelastung in den Trockenregionen Ostösterreichs, Bezug zum Thema „Klimawandel“
- **Methodischer Schwerpunkt:** forschend-entdeckendes Lernen

Aufgrund des thematischen Schwerpunktes der Klimawochen auf Wassernutzung und Hitzebelastung in Ostösterreich erschien es sinnvoll, den Fokus des Workshops auf die Anpassungsstrategien pannonischer Pflanzenarten zu legen und in diesem Zusammenhang wichtige Faktoren, die für die Pflanzen in der pannonischen Region eine Rolle spielen, zu behandeln.

4. Theoretische Grundlagen

Einerseits soll in diesem Kapitel geklärt werden, welche Fachinformationen zur pannonischen Flora für die Beantwortung der ersten Forschungsfrage bzw. für die Gestaltung des Workshops besonders relevant sind und vermittelt werden sollen. Andererseits soll beleuchtet werden, wie das Interesse der Teilnehmer:innen an den Workshopthemen sowie ihr Bewusstsein und ihre Akzeptanz im Zusammenhang mit Naturschutzmaßnahmen gesteigert werden kann, um die zweite Forschungsfrage zu beantworten.

4.1. Die pannonische Pflanzenwelt

4.1.1. Kurze Begriffserklärung von „Pannonikum“ bzw. „pannonisch“

Der Begriff „Pannonikum“ und die Bezeichnung „pannonisch“ haben ihren Ursprung in der Benennung nach der antiken römischen Provinz „Pannonien“, die sich über weite Teile der ungarischen Tiefebene erstreckte, und verweisen somit auf die geographische Lage (Kusel, 2013, S. 15). Unter dem Begriff „Pannonikum“ wird daher meist die pannonische Region in Ungarn und Ostösterreich verstanden. Genauere Definitionen können für verschiedene Wissenschaftsbereiche differenziert werden. Während sich beispielsweise die Klimatologie auf die klimatischen Verhältnisse im pannonischen Raum bezieht, die im folgenden Kapitel näher beschrieben werden, wird in der Botanik bzw. Pflanzengeographie unter dem Begriff „Pannonikum“ eine Florenprovinz verstanden (Kusel, 2013, S. 15). Diese wird ebenfalls im folgenden Kapitel charakterisiert.

4.1.2. Die Pannonische Florenprovinz

Generell werden verschiedene Florenregionen und Florenprovinzen unterschieden, indem „Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Flora eines Gebietes“ verglichen werden, was darauf beruht, dass „das Verbreitungsgebiet einer Art ... Ausdruck ihrer physiologischen und ökologischen Eigenschaften sowie ihrer historischen Entwicklung“ ist (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 63-64). Als pannonische Pflanzenarten werden daher jene Arten bezeichnet, die im Pannonikum endemisch sind oder hier ihren Verbreitungsschwerpunkt haben. Die Pannonische Florenprovinz umfasst die Große Ungarische Tiefebene und angrenzende Tief- und Hügellandgebiete in Ungarn, Serbien, Rumänien, der Slowakei, Tschechien und Österreich ein (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 64).

Das Klima in dieser Region ist trocken-warm (xerotherm) mit einer geringen Jahresniederschlags-menge (ca. 600-800 mm), großen Temperaturunterschieden zwischen heißen Sommern und kalten Wintern sowie langen Trockenperioden (Kusel, 2013, S. 15). Zudem wird dieses pannonische Klima stark von Ostwinden beeinflusst, die die Trockenheit verstärken und im Winter Kälte mit sich bringen. Dieses gemäßigt kontinentale Klima bildet einen Übergang zwischen dem eher feuchten Waldklima Mitteleuropas und dem kontinental geprägten Klima der echten Steppen weiter östlich (Willner, 2013, S. 151).

Diese sommertrockenen und winterkalten Bedingungen sind für viele mitteleuropäische Pflanzenarten ungünstig, weshalb die pannonische Flora durch viele an diese klimatischen Bedingungen angepasste Arten gekennzeichnet ist (Kusel, 2013, S.15). Im Vergleich zu den „echten“ (primären) Steppen, den ausgedehnten Graslandschaften Eurasiens, wo das trockene Klima ungünstige Wachstumsbedingungen für Bäume und größere Sträucher bietet, gibt es im pannonischen Raum keine klimabedingte waldfreie Vegetation (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 59-61). Die Ausbildung von Trockenrasen wird durch (semi-)aride Klimabedingungen begünstigt, meist in Gebieten mit weniger als 550 mm Jahresniederschlag (Ellenberg & Leuschner, 2010, S. 883). Das Vorkommen der für die Pannonische Florenprovinz typischen Trockenrasen ist daher nicht klimatisch bedingt, sondern auf flachgründigen, nährstoffarmen Böden (edaphisch) oder anthropogen durch die Rodung der natürlich vorkommenden trocken-warmen Eichenmischwälder entstanden (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 35-36; Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 60-61).

Allgemein werden Trockenrasen als „ungedüngte Rasengesellschaften auf trockenen Standorten“ definiert (Hübl, 1986, S. 10). Das pannonische Tiefland wurde schon früh vom Menschen besiedelt und genutzt, wobei die ursprünglich bewaldeten Trockenstandorte nach der Rodung vor allem extensiv als Weiden genutzt oder in Äcker umgewandelt wurden. Dadurch

entwickelten sich auf diesen waldfähigen Trockenstandorten „als anthropogene Ersatzgesellschaften Trockenrasen und Trockenwiesen, eben die (Sekundär-)Steppen“, die „ihre naturnahe Vegetation nicht komplett verloren“ haben (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 61). Die substratbedingten Trockenrasen werden auch als „Substratsteppen“ bezeichnet und kommen in der pannonischen Region nur sehr lokal und kleinflächig auf flachgründigen Felsböden, auf stark wasserdurchlässigen Schotter-, Sand- und Lössböden sowie auf wasserbindenden Salzböden vor (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 60; Willner, 2013, S. 151). Abhängig vom jeweiligen Substrat, den lokalen klimatischen Bedingungen und der Intensität der anthropogenen Nutzung lassen sich die pannonischen Trockenrasen in zahlreiche unterschiedliche Typen unterteilen, die im folgenden Kapitel hinsichtlich ihres Vorkommens in Österreich näher beschrieben werden.

Die vielfältigen Pflanzengesellschaften dieser Trockenrasen setzen sich aus vielen an die Trockenheit angepassten Arten zusammen, die schon vor der Ankunft des Menschen in diesem Gebiet heimisch waren. Darüber hinaus sind viele Arten aus den weiter östlich angrenzenden, klimatisch bedingten (echten) Steppen (sog. Pontische Florenprovinz) oder aus den südlich gelegenen, klimatisch sehr ähnlichen submediterranen Gebieten, die den Übergangsbereich zwischen den mitteleuropäischen und mediterranen Regionen sowie die mediterranen Gebirgsregionen umfassen, eingewandert (Kusel, 2013, S 15). Die Artenzusammensetzung der Pflanzengesellschaften der verschiedenen Trockenvegetationstypen in Österreich kann lokal stark variieren, da sie von den lokalen klimatischen Bedingungen und der biogeographischen Lage der Standorte abhängt (vgl. Essl et al., 2004).

Neben den Trockenrasen gehört auch die so genannte „Waldsteppe“ zu den charakteristischen Pflanzengesellschaften der Pannonischen Tiefebene. Sie zeichnet sich durch eine mosaikartige Mischvegetation am Waldsaum aus bodenbedingten oder anthropogen entstandenen Trockenrasen und kleinen Waldflächen oder einzelnen Baumgruppen aus Flaumeichenbuschwald aus (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 60). Vereinzelt kommen auch geschlossene Eichenwälder vor. Untersuchungen konnten jedoch zeigen, dass die pannonische Landschaft bereits seit der letzten Eiszeit und vor dem Einfluss des Menschen von einem „Mosaik aus Wäldern und offenen Bereichen“ geprägt war, das „vor allem durch den Einfluss der Großsäuger (Wildpferd, Wildesel, Auerochse) erhalten“ wurde (Willner, 2013, S. 151). Seit der Besiedlung durch den Menschen haben vor allem domestizierte Weidetiere eine entscheidende Rolle bei der Entstehung und Erhaltung der pannonischen Trockenrasen und Offenlandschaften gespielt.

4.1.3. Pannonische Trockenvegetationen in Österreich

Eine Erhebung der österreichischen Trockenrasenbestände und ihrer Gefährdung ergab, dass die Gesamtfläche aller bekannten und als schutzwürdig eingestuften Trockenrasen in Österreich ca. 1.600 Hektar beträgt und damit nur ca. 0,018% der Gesamtfläche Österreichs einnimmt (Paar et al., 1994, S. 4). In Österreich wurden insgesamt 141 Trockenrasen erfasst, die aufgrund ihrer Größe und Artenzusammensetzung als national und international bedeutsam und daher als schützenswert eingestuft wurden. Anzumerken ist, dass diese Bestandsaufnahme der Trockenrasen in Österreich aufgrund der zahlreichen Gefährdungsfaktoren (s. Kapitel 4.1.6.) bereits veraltet sein kann. Eine aktuellere Kartierung liegt jedoch nicht vor.

Die Westgrenze des Pannonikums verläuft durch Ostösterreich, wobei aufgrund der breiten Übergangszone zu den noch pannonisch beeinflussten ostalpinen Gebieten keine klare Abgrenzung möglich ist (vgl. Willner, 2013, S. 151). In Österreich werden das Weinviertel, Teile der Wachau, das Marchfeld, das Wiener Becken, der Alpenostrand, Teile Wiens, das Nordburgenland sowie tiefer gelegene Gebiete des Mittelburgenlandes zur pannonischen Region gezählt (Fischer et al., 2005, S. 126). Das Pannonikum stellt die zweitgrößte Großlandschaft Österreichs dar, die durch einen ausgeprägten Klimagradienten gekennzeichnet ist (Willner, 2013). Während am Ostrand der pannonischen Region entlang der Alpen die mittlere Jahresniederschlagsmenge bei 800 mm liegt, ist der nördliche Teil (Weinviertel) mit einem Wert von 500 mm deutlich trockener. Auch die mittlere Jahrestemperatur schwankt regional um etwa 8-10 °C, wobei die höchsten Werte am Neusiedler See im Burgenland gemessen werden. Die pannonische Region Österreichs zeichnet sich auch durch eine Vielfalt an geologischen Substraten aus, die zusammen mit den klimatischen Bedingungen das Vorkommen der verschiedenen Trockenrasentypen erklären. Die Karte in Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Verteilung der verschiedenen Substrate und der entsprechenden edaphisch bedingten Trockenvegetation in der pannonischen Region Ostösterreichs („Sekundärsteppen“ sind in der Karte nicht berücksichtigt).

Generell kann bei den Substraten zwischen flachgründigen Hartsubstraten und tiefgründigen Weichsubstraten unterschieden werden. Auf Hartsubstraten (Kalk-, Silikat- oder Dolomitgesteine) sind meist nur geringmächtige (flachgründige) Bodenauflagen vorhanden, die sehr wasserdurchlässig und daher trocken sind und nur Pflanzenarten mit kurzen Wurzeln einen Lebensraum bieten (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 67-68). Auf den Weichsubstraten (Löss- und Sandstandorte) hingegen können aufgrund der mächtigen Bodenauflagen tiefwurzelnende Pflanzenarten wachsen, die mit ihren oft tiefreichenden Wurzeln das Grundwasser in tieferen Bodenschichten erreichen können. Generell sind flachgründige Böden

meist nährstoffarm, während tiefgründige Böden eine bessere Wasserversorgung aufweisen und nährstoffreicher sind (Fischer et al., 2005, S. 128). Im Folgenden werden die wichtigsten Vegetationstypen der pannonischen Trockenrasen Ostösterreichs mit ihren Standorten charakterisiert.

Auf trockenen, flachgründigen Standorten über Hartgestein, die sich durch eine geringmächtige, wasserdurchlässige Humusauflage auszeichnen, kommen **Felstrockenrasen** kleinflächig, meist mosaikartig an ansonsten bewaldeten Hängen vor (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 67). Je nach Hartsustrat werden zwei Typen unterschieden. **Karbonat-Felstrockenrasen** kommen zerstreut auf Kalk- und Dolomitgestein vor und haben in Österreich einen Verbreitungsschwerpunkt im Pannonikum entlang der Thermenlinie am Alpenostrand, im Leithagebirge, in den Hundsheimer Bergen und in der Weinviertler Kalkklippenzone (Essl et al., 2004, S. 85). Auf sauer reagierenden Gesteinen (Gneise, Granite, Schiefer, Phyllite), wie sie in Ostösterreich nur sehr selten und zerstreut im Übergang von der Böhmisches Masse zum Weinviertel (entlang der Flusstäler von Donau, Krems, Kamp und Thaya) vorkommen, kann man **Silikat-Felstrockenrasen** finden (Essl et al., 2004, S. 86-87). Beide ursprünglich waldfreien Trockenrasentypen sind oft eng mit trockenen Waldsäumen, Wäldern und Gebüschern verzahnt, kommen vor allem an südwest- bis ostseitigen, sonnenexponierten Steilhängen vor und sind durch eine lückige Krautschicht zwischen herausragenden Felsen gekennzeichnet. Ihre natürliche Verbreitung wurde vor allem durch Beweidung sekundär erweitert und offengehalten. Aufgrund der geringen Pufferkapazität der dünnen Bodenauflage dominieren in den Felstrockenrasen trockenheitsangepasste Pflanzenarten (vgl. Essl et al., 2004; Schratt-Ehrendorfer, 2008).

In der Umgebung von Retz, Pulkau und Eggenburg am Westrand des niederösterreichischen Weinviertels sowie in den östlichen Hainburger Bergen kommen vereinzelt geschlossene **Silikattrockenrasen** auf sauer reagierenden Böden vor (Pokorny & Strudl, 1986c, S. 48; Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 73). Diese Vorkommen finden sich kleinflächig auf Standorten mit kleinen Felsgruppen, die aufgrund ihrer flachgründigen Böden für eine landwirtschaftliche Nutzung ungeeignet sind und inselartig in der Kulturlandschaft vorkommen (Pokorny & Strudl, 1986b, S. 53). Besonders charakteristisch für diese Trockenrasen ist das Vorkommen seltener Pflanzenarten, die nicht auf kalkhaltigen (basischen) Böden vorkommen. Dazu zählt z.B. die stark gefährdete Sand-Schwertlilie (*Iris humilis* subsp. *arenaria*), die sehr lokal auf der Fehhaube bei Eggenburg vorkommt (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 73).

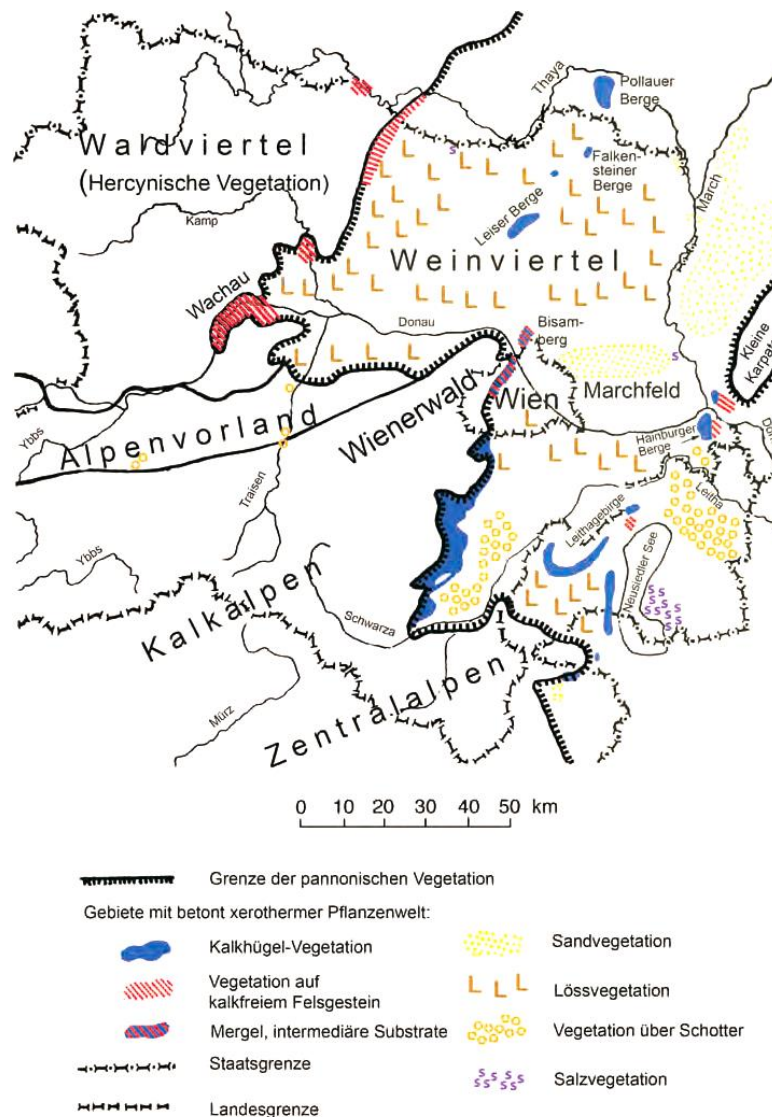


Abbildung 1. Vorkommen verschiedener Substrate und die entsprechenden Typen der pannonischen Trockenrasenvegetation im Osten Österreichs (Quelle: Wiesbauer, 2008, S. 63; verändert von Niklfeld, 1964)

Sandtrockenrasen kommen auf offenen, trockenen, sandigen Böden vor und sind primär klimatisch-edaphisch entstanden. Früher wurden diese Sandtrockenrasen sekundär durch Beweidung stark ausgedehnt und die lückige Vegetationsdecke offengehalten – heute kommen sie in der pannonischen Region Österreichs nur noch sehr zerstreut und selten vor (Essl et al., 2004, S. 89-89). Sandige Böden sind meist locker, beweglich und grobkörnig, daher gut durchlüftet und für Pflanzen gut durchwurzelbar (Fischer et al., 2005, S. 128). Feuchtigkeit wird schnell aufgenommen, aber nicht sehr lange gespeichert, so dass Sandböden meist schnell austrocknen. Es können zwei Typen unterschieden werden: Karbonat-Sandtrockenrasen kommen auf kalkreichen Sanden nur lokal auf der Prater- und Gänserndorfer Terrasse, im Seewinkel und im östlichen Weinviertel vor und beherbergen sehr seltene, spezialisierte und konkurrenzschwache Pflanzenarten (Essl et al., 2004, S. 88). Silikat-Sandtrockenrasen

hingegen kommen auf nährstoffarmen, meist bodensauren, kalkfreien Sanden vor. Sie kommen in Österreich ausschließlich im pannonisch geprägten Marchfeld und im Thayatal vor und zeichnen sich durch eine lückige, krautige Vegetationsdecke und konkurrenzschwache, säureanzeigende Pflanzenarten aus (Essl et al., 2004, S. 89). Nach Schratt-Ehrendorfer (2008) sind die Dünen- und Flugsandgebiete im östlichen Niederösterreich „erst während der letzten Eiszeit und Nacheiszeit, als aus den Flüssen, insbesondere der Donau, Feinsedimentablagerungen ausgeweht wurden“ durch Ablagerung der Sedimente entstanden und wurden „im Laufe der nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung durch Bewuchs stabilisiert“ (S. 70).

Der größte zusammenhängende **Schottertrockenrasen** Österreichs befindet sich im Wiener Neustädter Steinfeld im südlichen Wiener Becken, das durch die Ablagerung von grobem Kalk- und Dolomitschotter aus voralpinen Flüssen entstanden ist (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 71-72). Weitere Standorte finden sich vor allem in den Donauauen in den sogenannten Heißländern, die durch die Regulierung des Donaulaufes und die großflächige Austrocknung des ehemaligen Flussverlaufes entstanden sind. In diesen Trockenrasen auf flachgründigen, wasserdurchlässigen Schotterflächen in meist ebener Lage dominieren vor allem horstbildende Gräser (Essl et al., 2004, S. 90-91).

Löss trockenrasen haben eine meist geschlossene, hochwüchsige, wiesenartige Vegetationsschicht und kommen im pannonischen Teil Österreichs auf tiefgründigen Lössböden an Steilhängen, Hochrainen und Hohlwegböschungen mit einem Verbreitungsschwerpunkt im Weinviertel vor (Essl et al., 2004; Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 67, 70). Lössböden sind fruchtbar und wurden daher bis auf wenige kleine Reste großflächig in Ackerland umgewandelt. Heute finden sich Löss trockenrasen neben dem Weinviertel noch in Teilen des Wiener Beckens und an den Hängen des Leithagebirges und des Mödlinger Eichkogels (Kusel, 2013, S. 15-16).

Eine Besonderheit im Pannonikum stellen die **Salztrockenrasen** (Halophytenfluren) dar. Sie kommen auf mäßig bis stark salzhaltigen Sandböden im Seewinkel am Neusiedler See im wärmsten Teil des pannonisch geprägten Osten Österreichs vor (Essl et al., 2004, S. 97). Sehr kleinflächige Reste finden sich auch in Niederösterreich an der March und im Weinviertel. Die Salzböden entstehen, wenn bei starker Trockenheit Grundwasser, das gelöste Salze aus dem tiefer liegenden salzhaltigen Gestein enthält, durch Verdunstung in die oberen Bodenschichten aufsteigt und sich dort Salz anreichert (Fischer & Fally, 2006, S. 12). In Abhängigkeit von der Feuchtigkeit im Boden und der Tiefe des salzführenden Bodenhorizontes variiert die Salzkonzentration im Boden jahreszeitlich und lokal stark, was wiederum zusammen mit der Art der vorkommenden Salze einen entscheidenden Einfluss auf die kleinräumig sehr variable

Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften hat (Willner & Fischer, 2015). Salztrockenrasen sind in der Regel eher artenarm und zeichnen sich durch das Vorkommen vieler gut an die Bedingungen (hohe Salzkonzentrationen) angepasster Salzpflanzen (Halophyten) aus. Es ist wahrscheinlich, dass die primäre Verbreitung von Salztrockenrasen in Ostösterreich in der Vergangenheit sekundär durch Beweidung ausgeweitet wurde (Essl et al., 2004, S. 97).

Ein weiterer wichtiger Trockenrasentyp ist die pannonische **Rasensteppe**. Dieser edaphisch-klimatisch bedingte Trockenrasentyp kommt auf trocken-warmen Standorten über nährstoffarmen, feinerdereichen und im Vergleich zu Felstrockenrasen tiefgründigeren Böden (vor allem über Löss) vor (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 69; Willner, 2013, S. 157). Rasensteppen weisen eine meist geschlossene Vegetationsdecke aus überwiegend schmalblättrigen, horstbildenden Gräsern (z.B. der Gattungen *Festuca* und *Stipa*) sowie zahlreichen Annuellen (einjährigen Pflanzen) und kleinen Sukkulenten auf. Charakteristisch sind kontinental-submediterrane Pflanzenarten der Gesellschaft *Festucion valesiaca* (Willner, 2013, S. 157). Dieser Trockenrasentyp wird aufgrund der namensgebenden Charakterart auch als Walliser Schwingel (*Festuca valesiaca* s. str.) Trockenrasen bezeichnet. Im österreichischen Pannonikum kommt dieser Trockenrasentyp mit einem Schwerpunkt im Weinviertel vor, wo er jedoch durch Umwandlung in Ackerland weitgehend verschwunden ist (Willner, 2013, S. 157). Weitere verstreute Vorkommen finden sich in den Hainburger Bergen, an der Thermenlinie, am Rand des Leithagebirges, am Eichkogel bei Mödling und in der Wachau (Kusel, 2013, S. 35; Willner, 2013, S. 157-158).

Im Übergangsbereich zwischen trockenen Wäldern oder Gebüsch und offenen Trockenrasenflächen kommt ein schmaler Streifen **Waldsteppe** (trocken-warmer Waldsaum) vor. Dieser Bereich ist windgeschützt und bietet den Pflanzen bei relativ feuchten Bedingungen viel Licht, so dass sich hier eine komplexe Pflanzengesellschaft entwickelt hat, die sich von den Gesellschaften der dunkel-feuchten Wälder und der trockenen, sonnenexponierten Trockenrasen unterscheidet (Kusel, 2013, S. 40). Charakteristisch ist ein Saum aus höherwüchsigen, wärmeliebenden, und mäßig lichtbedürftigen Stauden (ausdauernde krautige Pflanzen) und einem Anteil an Trockengebüsch oder -wald, wobei die Artenzusammensetzung in Abhängigkeit von den lokalen Klimabedingungen stark variieren kann (Essl et al., 2004, S. 114-115). Abgesehen von einigen Primärvorkommen an trockenen Waldrändern sind die Bestände meist sekundär durch Beweidung entstanden und kleinflächig z.B. am Ostrand der Thermenregion, am Eichkogel in Mödling, an der Hohen Wand und bei Bad Fischau zu finden (Essl et al., 2004, S. 113-115; Fischer, 2004, S. 32).

Zu den wichtigen Sekundärsteppen zählen auch die **Wiesensteppen**, die auch als pannonische Halbtrockenrasen bezeichnet werden. Sie sind klein- und großflächig auf tiefgründigeren, weniger schnell austrocknenden Böden in der gesamten pannonischen Region verbreitet (Fischer, 2004, S. 30). Sie sind durch extensive Mahd oder Beweidung auf ansonsten waldfähigen Flächen entstanden, die sich ohne diese regelmäßigen menschlichen Eingriffe langsam wieder zu Wald entwickeln würden (Kusel, 2013, S. 37). Generell zeichnet sich die Wiesensteppe durch einen Reichtum an mitteleuropäischen Arten aus, die weniger an extreme Trockenheit angepasst sind. Süßgräser wie die Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*) und die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*) dominieren die Pflanzengesellschaften und charakteristische pannonische Florenelemente fehlen häufig. Nach Willner und Fischer (2015) zählen die pannonischen Halbtrockenrasen zu den artenreichsten Lebensräumen Europas, wobei die gemähten Bestände artenreicher sind, da durch die Beweidung einige Arten selektiver vom Weidevieh gefressen werden und andere entsprechend stärker wachsen können.

4.1.4. Anpassungsmechanismen von pannonisch verbreiteten Arten an ihren Lebensraum

Abiotische Umweltfaktoren wie Licht, Temperatur und Wasserversorgung haben einen großen Einfluss auf die Gestalt und Struktur von Pflanzen (Bresinsky et al., 2008, S. 482). Wie bereits erwähnt wurde, ist die pannonische Region durch ein trocken-warmes Klima und magere, oft flachgründige Standortbedingungen gekennzeichnet. Viele der hier vorkommenden Pflanzenarten verfügen über spezielle Schutzmechanismen als Anpassung an die vorherrschende, teilweise extreme Trockenheit. Da die Möglichkeit der Wasseraufnahme auf Trockenstandorten stark eingeschränkt ist, spielen hier vor allem Pflanzenmerkmale, die die Abgabe von Wasser an die Umgebung (Transpiration) reduzieren, eine entscheidende Rolle (Nick & Kadereit, 2021, S. 197). Im Allgemeinen werden Pflanzen, die Anpassungen an trockene Standortbedingungen aufweisen, als „Xerophyten“ (griech. *xerós*, trocken) und trockenheitsbedingte morphologische Merkmale als „Xeromorphosen“ bezeichnet (vgl. Kadereit et al., 2021, S. 120, 444). Weiters stehen Anpassungen an die hohe Sonneneinstrahlung und die teilweise extremen Temperaturen in pannonischen Lebensräumen im Vordergrund (Albert, 2008, S. 87). Im folgenden Kapitel sollen wichtige Eigenschaften pannonischer Pflanzenarten vorgestellt werden, die ihnen das Überleben an ihrem Standort ermöglichen.

Eine der häufigsten morphologischen Anpassungen pannonischer Pflanzenarten ist die Ausbildung kleiner, schmaler oder zerteilter Blätter, über deren Oberfläche möglichst wenig

Wasser verdunsten kann (Pokorny & Strudl, 1986a, S. 12). Weitere Schutzmechanismen gegen den Wasserverlust durch Verdunstung sind eine dickere Ausbildung der Blattaußenwand und der Cuticula sowie das Vorhandensein von Wachsüberzügen. Bei vielen Trockenpflanzen sind die Spaltöffnungen, über die die Pflanzen den Gasaustausch mit der Außenwelt regulieren, tief in die Blattaußenwand versenkt. Dadurch „bleibt die aus den Spaltöffnungen austretende Feuchtigkeit in diesen Gruben etwas länger bestehen“ und die Verdunstung über die Blätter wird „gebremst“ (Albert, 2008, S. 90). Die wachsartigen (wasserabweisenden) Ausscheidungen der Cuticula, die bei einigen Pflanzen der pannonischen Trockenrasen zu finden sind, reduzieren die Verdunstung, indem sie die Blattbereiche mit Spaltöffnungen zusätzlich verschließen und oft kleine Platten und Höcker bilden. Diese wirken als „Windbrecher“ und halten die aus den Spaltöffnungen austretende Feuchtigkeit länger zurück (Albert, 2008, S. 90). Außerdem reflektieren solche Wachsschichten einen Teil des Sonnenlichts, „sodass sich die Blätter weniger stark aufheizen und dadurch auch weniger transpirieren“ und absorbieren die schädliche UV-Strahlung, ehe sie tiefer in die Blätter eindringen und dort Schaden anrichten kann (Albert, 2008, S. 90).

Als Anpassung an die trockenen Standortbedingungen weisen viele pannonische Trockenpflanzen auch eine dichte Behaarung auf, die ihnen oft ein silbergraues Aussehen verleiht (Pokorny & Strudl, 1986a, S. 12). Besonders auffällig ist die Behaarung der Blätter, die als Ausstülpungen der Epidermis entweder nur auf der Blattunterseite oder meist auf der Ober- und Unterseite der Blätter beobachtet werden können (Albert, 2008, S. 93). In Abbildung 2 ist die Behaarung der Laubblätter und des Stängels des Österreichischen Zwerggeißklee (*Chamaecytisus austriacus*) unter dem Binokular vergrößert dargestellt. Die Härchen auf der Blattoberseite schützen die Pflanzen vor UV-Strahlung und Hitze, indem sie das Sonnenlicht ähnlich wie eine Wachsschicht reflektieren. Albert (2008) fasst die positiven Eigenschaften der Behaarung der Blattunterseite auf den Wasserhaushalt der Pflanzen wie folgt zusammen:

Noch viel effizienter als die oben erwähnten, um ein Vielfaches kleineren Wachspapillen setzen die Haare den vorbeistreichenden trockenen Winden einen Widerstand entgegen. Dadurch breitet sich zwischen den Haaren eine windberuhigte, relativ feuchte „Grenzschicht“ über der Epidermis bzw. den Spalten aus, die dafür sorgt, dass der Diffusionsgradient zwischen dem Blattinneren und der umgebenden Luft weniger steil verläuft, dass also die nach außen gerichtete Diffusion des Wasserdampfs gebremst wird. Je nach Dichte und Länge der Haare ist der „Grenzschichtwiderstand“ gegenüber der Wasserdampf-Diffusion aus dem Blattinneren mehr oder weniger stark erhöht. (S. 93-94)



Abbildung 2. Detail-Aufnahme vom Österreichischen Zwerggeißklee (*Chamaecytisus austriacus*) unter dem Binokular (Foto: Philine Werner)

Weitere Merkmale, die als Anpassung der Pflanzen an ihre trockenen Standorte interpretiert werden können, sind fleischige Speicherblätter und das Vorhandensein von Festigungsgeweben in den Blättern. Speicherblätter findet man z.B. bei den heimischen Mauerpfefferarten, die zur Familie der Dickblattgewächse (*Crassulaceae*) gehören. Sie besitzen in ihrem Blattgewebe großvolumige Zellen, in denen Wasser gespeichert wird (Albert, 2008, S. 94). Die Wasserreserven in den sukkulenten Blättern ermöglichen es diesen Pflanzen, auch längere Trockenperioden zu überstehen. Die Ausbildung von Festigungsgeweben und -elementen im Blattinneren, die als „Sklerenchyme“ bezeichnet werden, dienen der mechanischen Festigung der Blätter, so dass bei Trockenheit „ein Erschlaffen mit gleichzeitigem Struktur- und Funktionsverlust verhindert wird“ (Albert, 2008, S. 91).

Neben den skleromorphen Strukturen weisen zwei Gräser auch spezielle Blatttypen als Anpassung an Trockenheit auf. Der Walliser Schwingel (*Festuca valesiaca*) hat Faltblätter und das Haar-Federgras (*Stipa capillata*) Rollblätter und bei beiden Blatttypen befinden sich die Spaltöffnungen nur auf der Blattoberseite (Albert, 2008, S. 92). Wenn beide Pflanzen gut mit Wasser versorgt sind und das Blattgewebe gut gefüllt ist, dann sind die Faltblätter weit ausgebreitet bzw. die Rollblätter kaum eingerollt. Albert (2008) beschreibt den Überlebensmechanismus bei Trockenheit wie folgt: „Bei beginnender Austrocknung schrumpfen gewisse Zellpartien stärker, sodass sich die Blätter bei fortschreitendem Wasserverlust völlig einfallen bzw. einrollen. Innerhalb der Falte bzw. Röhre bildet sich dann ein Raum mit feuchterem, v.a. windberuhigtem Mikroklima, das die Blätter vor weiterer

Austrocknung schützt“ (S. 92). Außerdem wird die Blattoberfläche und damit die Verdunstungsfläche durch das Einrollen bzw. Einfalten verringert.

Auffallend bei den Pflanzen trockener Standorte ist auch der häufig auftretende Zwergwuchs (Nanismus) (s. Bresinsky et al., 2008, S. 482). Typische Pflanzen der pannonischen Trockenrasen sind niedrigwüchsige Horstgräser, bodennahe Halb- und Zwergsträucher sowie Polster und Rosetten bildende Pflanzen (vgl. Schrott-Ehrendorfer, 2008). Dies kann im Zusammenhang mit der Beobachtung gesehen werden, dass der Boden unter solchen Pflanzen länger feucht bleibt, da die Beschattung die Austrocknung des Oberbodens verlangsamt (Ellenberg & Leuschner, 2010, S. 889). Als wichtigen Überlebensmechanismus sieht Albert (2008) auch die teils “außerordentlich tief reichende und räumlich weit ausgedehnte Wurzelsysteme” vieler Trockenpflanzen, bei denen die Biomasse der Wurzeln “ein Vielfaches der oberirdischen Sprossachse betragen” kann (S. 93). Mit Hilfe dieser Wurzeln können die Pflanzen bei Trockenheit auch Wasser in tieferen Bodenschichten erreichen. Zur Veranschaulichung der zum Teil imposanten Wurzelsysteme ist in Abbildung 3 das Vegetationsprofil eines Trockenrasens im pannonischen Gebiet dargestellt.

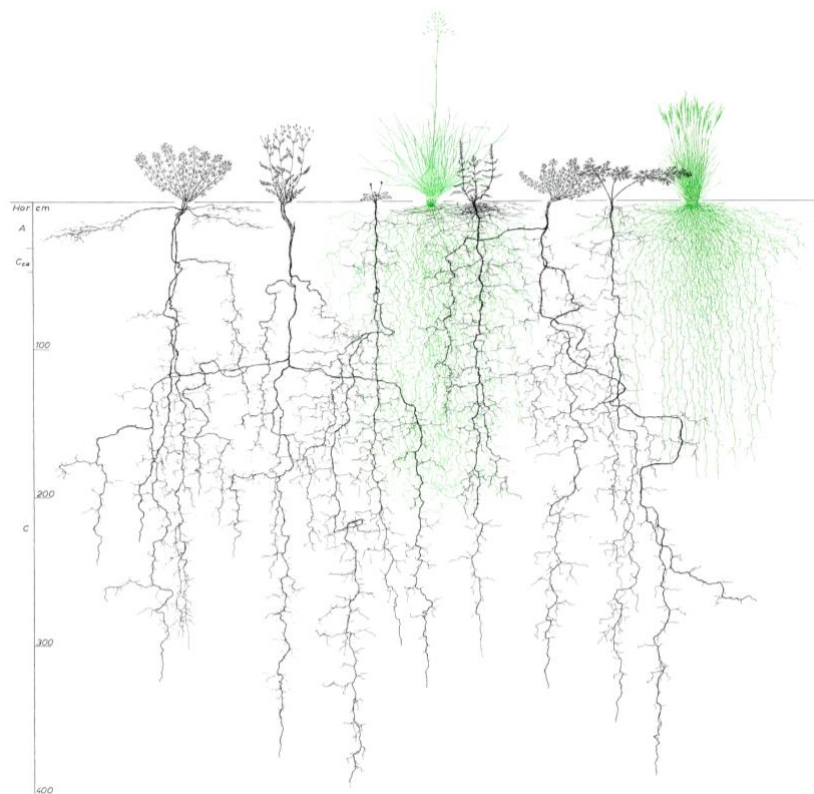


Abbildung 3. Vegetationsprofil eines pannonischen Trockenrasens (Quelle: Kutschera et al., 1997, S. 260). Abgebildet sind die folgenden Pflanzen von links nach rechts: Rauhhaar-Zwerggeißklee (*Chamaecytisus hirsutus*), Skabiosen-Flockenblume (*Centaurea scabiosa*), Löß-Löwenzahn (*Taraxacum serotinum*), Goldbart (*Chrysopogon gryllus*), Hain-Salbei (*Salvia nemorosa*), Österreichischer Zwerggeißklee (*Chamaecytisus austriacus*), Donardistel (*Eryngium campestre*), Haar-Federgras (*Stipa capillata*)

Bei einigen Pflanzen der pannonischen Trockenrasen können neben morphologischen auch zeitliche Anpassungen beobachtet werden. So durchlaufen manche Pflanzen als Anpassung an die trockenen Standortbedingungen im Sommer ihre vegetative bzw. generative Phase in Perioden, in denen die Böden besser durchfeuchtet sind (Wiesbauer, 2013, S. 308). In den trockenen Sommermonaten kommt es zu einer Ruhephase, in der die oberirdischen Pflanzenteile absterben und die Pflanzen durch ihre unterirdischen wasserspeichernden Knollen, Zwiebeln oder Rhizome überdauern (Pokorny & Strudl, 1986a, S. 12). Ein Beispiel dafür sind Frühjahrsgeophyten wie der Pannonische Milchstern (*Ornithogalum pannonicum*), die ihre generative Phase im feuchten Frühjahr abschließen und die Sommertrockenheit als Zwiebel im Boden überdauern (Wiesbauer, 2013, S. 308). Daneben gibt es zahlreiche einjährige Pflanzen (Annuelle), die ihre gesamte Entwicklung bereits im Frühjahr durchlaufen. Sie blühen, tragen Früchte und verwelken vor der Sommertrockenheit und nur ihre Samen überdauern den Sommer (Pokorny & Strudl, 1986a, S. 12).

Viele Trockenpflanzen weisen auch auf physiologischer Ebene verschiedene Anpassungen auf. Albert (2008) beschreibt hier spezielle Anpassungen auf der Ebene der Photosynthese, z.B. bei den sogenannten „fakultativen CAM“- (Crassulacean Acid Metabolism) und „C4“-Pflanzen, die als Anpassung an trockene Standortbedingungen „effizientere und Wasser sparendere Wege der CO₂-Fixierung entwickelt“ haben (S. 97). So öffnen die sukkulenten CAM-Pflanzen ihre Spaltöffnungen zur Aufnahme von Kohlendioxid (CO₂) nur nachts, während sie tagsüber meist geschlossen bleiben, wodurch die Verdunstung stark reduziert wird (Albert, 2008, S. 97). Osmotische Anpassungen umfassen die Anreicherung von wasserlöslichen Stoffen (anorganische Ionen, Zucker, etc.) in den Pflanzenzellen, um Wasser in den Zellen zu halten. Einige Pflanzenarten besitzen in ihren Zellen osmotisch aktive Substanzen, die als „Stress-Schutzstoffe“ die Zellstrukturen bei Trockenheit schützen und die Pflanzen somit toleranter gegenüber Trockenstress machen (Albert, 2008, S. 95-97). Solche Substanzen finden sich auch in Pflanzen auf den salzhaltigen Böden von Salztrockenrasen, wie z.B. im Seewinkel am Neusiedler See. Hier schützen sie „die Zellen von ‚Halophyten‘ (Salzpflanzen) vor einer ‚osmotischen Austrocknung‘ aufgrund starker Salzanreicherung in den Zellen“ (Albert, 2008, S. 97).

Als Anpassung an die im Pannonikum häufig auftretenden trockenen Winde kann auch die Spezialisierung mancher Pflanzen auf die Windverbreitung ihrer Diasporen angesehen werden. Ein für pannonische Trockenrasen charakteristisches Beispiel sind die sogenannten Steppenroller. Bei diesen meist kugelförmigen Pflanzen kann „das gesamte oberirdische Sprosssystem ... zur Ausbreitungseinheit werden“, indem sie bei Fruchtreife an der

Pflanzenbasis abbrechen und mit dem Wind über den Boden geweht werden, wobei ihre Diasporen aus den Früchten fallen und so verbreitet werden (Kadereit et al., 2021, S. 239). Zu den Steppenrollern zählt unter anderem der Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*), der auch „Steppenhexe“, „Laufdistel“ oder „Windlafer“ genannt wird und auf den pannonischen Trockenrasen relativ häufig vorkommt (Naturschutzbund Burgenland, 2023).

4.1.5. Pannonische Trockenrasen als wichtiger Lebensraum im Osten Österreichs

Die pannonische Pflanzenwelt zeichnet sich durch eine große Artenvielfalt aus, die ihren Ursprung in der Vielfalt der Substrate in der pannonischen Region hat, auf denen sich Trockenrasen entwickeln können (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 66). So zählt das Pannonikum zu den floristischen Biodiversitätshotspots Österreichs, die sich durch eine besonders hohe Artenzahl auszeichnen (Schratt-Ehrendorfer et al., 2022, S. 22). Aufgrund der extremen Standortbedingungen stellen die pannonischen Trockenrasen einzigartige Lebensräume für viele, an die vorherrschende Trockenheit gut angepasste und mittlerweile sonst selten gewordene Pflanzenarten dar (Pokorny & Strudl, 1986a, S. 12). Darüber hinaus gibt es im Pannonikum einige endemische Arten, d.h. „Arten, die nur in einem bestimmten Gebiet vorkommen“ (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 64-65). Dazu zählen z.B. einige sehr lokal verbreitete Substratspezialisten wie die Späte Feder-Nelke (*Dianthus serotinus*), die nur auf den Sandtrockenrasen des Marchfeldes vorkommt, oder die Hainburger Feder-Nelke (*Dianthus lumnitzeri*), deren Verbreitung auf die Fels- und Rasensteppen auf den Kalkböden der Hainburger Berge beschränkt ist. Weiters stellen die pannonischen Trockenrasen in der heutigen Kulturlandschaft wichtige Refugien für zahlreiche Tierarten dar. Die Bedeutung dieses Lebensraumtyps für viele heimische, wärmeliebende Tierarten soll in diesem Teil der Arbeit im Vordergrund stehen.

Für die typische mitteleuropäische Fauna sind die Standortbedingungen der Trockenrasen zu extrem, so dass viele Arten hier meist nur zeitweise und zufällig anzutreffen sind (Gepp, 1986, S. 15). In den trockenen, stark besonnten Lebensräumen des Pannonikums sind dagegen oft besonders wärmeliebende Tierarten verbreitet, z.B. viele mediterrane und pannonische Arten, die im übrigen Österreich nicht vorkommen (Gepp, 1986, S. 15; Wiesbauer, 2008, S. 8). Aufgrund der außergewöhnlichen Blütenvielfalt ist es nicht verwunderlich, dass die pannonischen Trockenrasen von zahlreichen Insektenarten bewohnt werden. Ein Arteninventar konnte zeigen, dass dieser Lebensraumtyp für viele der in Österreich vorkommenden Insektenarten von besonderer Bedeutung ist und vor allem Käfer, Tag- und Nachtfalter, Raupenfliegen, Wanzen und Bienen viele Trockenrasenbewohner aufweisen (Gepp, 1986, S.

16). Auffällig ist auch, dass besonders viele seltene Insektenarten auf diesen Lebensraum angewiesen sind. Bereits vor mehr als 35 Jahren wurden 85% der in Österreich heimischen Insektenarten als „Rote-Liste-Arten“ und „mehr oder weniger gefährdet“ eingestuft (Gepp, 1986, S. 16). Die Insektengruppe mit den anteilmäßig meisten Trockenrasenbewohnern sind die Käfer. Viele Käferarten sind gut an trockene und warme Lebensraumbedingungen angepasst und daher typische Bewohner von pannonischen Trockenrasen (Waitzbauer, 2008, S. 159). Vor allem für die in Österreich seltene Arten, die oft in Ostösterreich ihre nördliche oder westliche Verbreitungsgrenze haben, stellen die heimischen Trockenrasenstandorte wichtige Refugien dar (Waitzbauer, 2008, S. 160).

Auch die Wildbienen weisen hierzulande „die größte Artenvielfalt in den Trockenrasengebieten der östlichen Landesteile“ auf, was mit der großen Vielfalt an Blütenpflanzen der Trockenrasen zusammenhängt (Zettel & Wiesbauer, 2008, S. 167). Allein im Naturschutzgebiet „Hundsheimer Berg“ konnten 312 Wildbienenarten nachgewiesen werden, die zum Teil hochspezialisiert sind und nur eine oder wenige Pflanzenarten als Nahrungsquelle oder Nistplatz nutzen, wie z.B. die Leinbiene (*Osmia (Hoplitis) mocsaryi*) und die Lauch-Seidenbiene (*Colletes graeffei*) (Wiesbauer, 2013, S. 308-309). Ein ähnlicher Artenreichtum konnte am Hundsheimer Berg bei den Tagfaltern festgestellt werden, wo mit 1350 Schmetterlingsarten mehr als ein Drittel aller heimischen Arten vertreten sind (Wiesbauer, 2013, S. 309). Typische Trockenrasenbewohner sind zudem zahlreiche Heuschreckenarten, die aufgrund ihrer Vorliebe für Wärme und Trockenheit hier ideale Lebensraumbedingungen vorfinden. Bezogen auf ihren Lebensraumtyp „stellen mit ca. 30 % der heimischen Arten die Bewohner von Steppen- und Trockenrasen die größte Gruppe“ unter den Heuschrecken dar, wobei „eben diese Arten zu den gefährdetsten zählen“ (Berg & Denner, 2008a, S. 129). So ist das Vorkommen mancher Arten in Österreich auf verschwindend kleine Flächen beschränkt, z.B. bei der Heideschrecke (*Gampsocleis glabra*), und es besteht die Gefahr, dass diese Vorkommen ohne Schutz des Lebensraumes endgültig verloren gehen. Eine weitere Insektengruppe mit vielen auf Trockenrasen spezialisierten Arten sind die Zikaden. Diese kommen in den pannonischen Trocken- und Halbtrockenrasen in teilweise hohen Dichten vor und ein Großteil der Arten gilt aufgrund der Lebensraumzerstörung als stark gefährdet (Holzinger & Komposch, 2008).

Auch einige wenige heimische Säugetierarten, wie der Feldhamster (*Cricetus cricetus*), der Europäische Ziesel (*Spermophilus citellus*) und der Steppeniltis (*Mustela eversmannii*), die in Österreich sehr selten und stark gefährdet sind, können mit etwas Glück noch in den Trockenrasen Ostösterreichs beobachtet werden (Enzinger, 2008). Der Feldhamster, ein

ursprünglicher Waldsteppenbewohner, kommt aufgrund seiner Anpassungsfähigkeit heute auch in den Randbereichen von tiefgründigeren Trockenrasen vor und er ist durch die Zerstörung seines Lebensraumes durch die moderne Landwirtschaft und die frühere Verfolgung durch den Menschen heute sehr selten geworden (Enzinger, 2008, S. 104-105). Als echte Trockenrasen- und Steppenbewohner nutzen Ziesel heute aufgrund der extremen Lebensraumzerstörung und Landschaftsveränderung auch „Ersatzlebensräume“ wie Brachflächen, Weingärten, Feldraine und seltener auch Grünflächen von Schwimmbädern, Truppenübungsplätzen, Flugplätzen, Industriegebieten und Umspannwerken (Enzinger, 2008, S. 102). Viele der heute noch verbliebenen Trockenrasen befinden sich an steilen Hängen, zwischen intensiv genutzten Äckern und sind aufgrund fehlender Pflegemaßnahmen für den Ziesel ungeeignet. Der weniger bekannte Steppeniltis hat einen isolierten Verbreitungsschwerpunkt im pannonischen Osten Österreichs und fehlt wie der Ziesel in anderen Teilen des Landes (Enzinger, 2008, S. 106-107). Früher auf Hutweiden und Trockenrasen typischerweise häufig und oft gemeinsam mit großen Zieselkolonien anzutreffen, sind seine Bestände trotz fehlender Daten heute stark rückläufig und als „stark gefährdet“ einzustufen.

Viele Vogelarten, die nicht direkt an diesen Lebensraum gebunden sind, aber andernorts bereits als selten und gefährdet gelten, können auf Trockenrasen beobachtet werden (Berg & Denner, 2008b, S. 109). Viele Arten finden gerade in verbuschten Trockenrasen, aber auch in anderen Trockenrasen ideale Habitate. So finden sich hier Arten wie die Heidelerche (*Lullula arborea*), der Wiedehopf (*Upupa epops*), die Grauammer (*Emberiza calandra*), der Bienenfresser (*Merops apiaster*) und der in Österreich sehr seltene Brachpieper (*Anthus campestris*), der heute nur noch regelmäßig auf Trockenrasen im Wiener Becken und im Nordburgenland brütet (Berg & Denner, 2008b, S. 110-113). Viele Trockenrasen sind heute bereits zu kleinflächig und oft finden nur noch wenige Vogelpaare einer Art geeignete Brutplätze. Dennoch stellen viele pannonische Trockenrasenstandorte in Österreich ideale Nahrungsreviere und wichtige Rückzugsräume für Vögel dar, weshalb sie für Vögel aus naturschutzfachlicher Sicht als schützenswert eingestuft werden (Berg & Denner, 2008b, S. 109).

Auch viele der in Österreich vorkommenden Reptilienarten sind typische Bewohner von Trockenrasen. Wärmeliebende Arten wie die Smaragdeidechse (*Lacerta viridis*), die Zauneidechse (*Lacerta agilis*), die Mauereidechse (*Podarcis muralis*) und Schlangen wie die Schlingnatter (*Coronella austriaca*) und die Äskulapnatter (*Zamenis longissimus*) finden in Trockenrasen wichtige Lebensräume für ihren Schutz (Hill & Klepsch, 2008). Weitere Tiergruppen, die in pannonischen Trockenrasen vorkommen, sind unter anderem verschiedene Schnecken und Spinnentiere. Typische Spinnen sind z.B. die Wespenspinne (*Argiope*

bruennichi) und die Krabbenspinne (*Thomisus onustus*) (Gepp, 1986, S. 24). Bei Niederschlägen sind auf Trockenrasen häufig die Östliche Heideschnecke (*Xerolenta obvia*) und die Gerippte Bänderschnecke (*Cepaea vindobonensis*) zu beobachten, die sich bei den sonst vorherrschenden trockenen Bedingungen an Pflanzenstängel heften, um sich dort „durch den Wind Kühlung zu verschaffen“ (Duda, 2008, S. 122). Andere Arten, wie z.B. die Große Turmschnecke (*Zebrina detrita*), graben sich in tiefere, feuchtere Bodenschichten ein und kommen nur bei großer Nässe an die Oberfläche. Die ehemals weit verbreitete und auf Trockenrasen spezialisierte Österreichische Heideschnecke (*Helicopsis striata austriaca*) kommt heute nur noch im südlichen Wiener Becken vor und ist vom Aussterben bedroht, während die Kleine Quendelschnecke (*Candidula unifasciata soosiana*) in Österreich bereits völlig verschwunden ist (Duda, 2008, S. 124).

Dies sind nur einige Beispiele für die große Vielfalt an Tierarten, die in den vom pannonischen Klima geprägten Trockenrasen Ostösterreichs einen wertvollen Lebensraum und wichtige Rückzugsgebiete finden. Die Beispiele sollen vor allem verdeutlichen, dass der Lebensraumtyp Trockenrasen in Österreich nicht nur für die artenreiche Pflanzenwelt, sondern auch für viele heimische, zum Teil hochspezialisierte und endemische Tierarten von außerordentlicher Bedeutung ist. Die pannonischen Trockenrasen Österreichs zählen daher aus zoologischer Sicht zu den „schutzwürdigsten Lebensräumen“ (Gepp, 1986, S. 25).

4.1.6. Gefährdung und Schutz von Trockenrasen

Wie bereits oben beschrieben, sind die meisten pannonischen Trockenrasen in Österreich durch den Einfluss des Menschen entstanden und heute nur noch sehr lokal vorhanden. Viele Standorte sind in der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs als „gefährdet“ bis „stark gefährdet“ eingestuft, die Salz- und Lösstrockenrasen sogar als „von völliger Vernichtung bedroht“ (Essl et al., 2004, S. 174). Nach Schrott-Ehrendorfer et al. (2022) ist der „pannonische Osten Österreichs ... der Naturraum, der von der Zerstörung und der Veränderung von Biotopen besonders stark betroffen ist“ (S. 22). Dies hat zur Folge, dass das Pannonikum innerhalb Österreichs den höchsten Anteil an Arten der „Vorwarnstufe“ (10 %) aufweist und sehr viele Arten „stark gefährdet“ und „vom Aussterben bedroht“ sind (Schrott-Ehrendorfer et al., 2022, S. 22).

Vor allem im letzten Jahrhundert haben Industrialisierung, Flurbereinigung und Intensivierung der Landwirtschaft und die damit verbundene Umwandlung in Acker- und Weinbauflächen zu einem drastischen Rückgang der Trockenrasenflächen geführt (Schrott-Ehrendorfer, 2008, S. 78). Neben der direkten Zerstörung von Trockenrasen spielte dabei aber auch der durch den

landwirtschaftlichen Strukturwandel verursachte allmähliche Rückgang der extensiven Landnutzung durch Beweidung eine wichtige Rolle. Im Osten Österreichs wurde die Beweidung und Mahd spätestens in den 1970er Jahren vielerorts eingestellt, wodurch die ehemaligen Weideflächen nach und nach verwaldeten (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 61). Auch Trockenrasen, die aufgrund ihrer Lage an steilen Hängen oder ihrer Unfruchtbarkeit für den Acker- oder Weinbau ungeeignet waren und durch jahrhundertelange extensive Beweidung offen gehalten wurden, verschwanden nach und nach (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 78). In einer flächendeckenden Studie zum Gefährdungsstatus von Trockenrasen in Österreich und den entsprechenden Gefährdungsursachen wurde festgestellt, dass das Zuwachsen der Rasenflächen mit Bäumen und Sträuchern der häufigste Gefährdungsfaktor ist und ca. 60 % der Trockenrasen betrifft (Paar et al., 1994, S. 8). Eine weitere Gefährdung der Trockenrasen im Zusammenhang mit der Umstellung der Landwirtschaft ist der erhöhte Nährstoffeintrag über die Luft. Nach Schratt-Ehrendorfer (2008, S. 84) werden im pannonischen Raum durch die häufig starken Winde „vor allem die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphat und Kalium in großen Mengen eingeweht und beschleunigen als Hauptnährelemente die Wiederbewaldung und Verstaudung der Trockenrasen.“ Neben dem Eintrag von Düngemitteln können auch Pestizide aus den angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen eine Gefährdung darstellen, da sie über die Luft auf benachbarte Trockenrasenflächen gelangen und dort die Tier- und Pflanzenwelt beeinträchtigen können (Paar et al., 1994, S. 8; Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 221).

Weitere wichtige Gefährdungsursachen sind die Aufforstung vieler Trockenrasen und die Ausbreitung invasiver Arten. Bei der Aufforstung von Trockenrasen wurde häufig die aus Nordamerika stammende Robinie (*Robinia pseudacia*) verwendet, die Trockenheit verträgt, sich schnell ausbreiten kann und über eine Wurzelsymbiose mit Knöllchenbakterien Stickstoff im Boden fixiert und anreichert (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 84; Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 220). Dadurch werden im Unterwuchs der Robinie nach und nach „die lichtliebenden Arten der nährstoffarmen Trockenrasen durch Stickstoffzeiger wie Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) oder Klett-Labkraut (*Galium aparine*) verdrängt“ (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 84). Aufgrund dieser Eigenschaften wurde die Robinie in der Studie zur Gefährdung von Trockenrasen als eigene Kategorie erfasst. Es wurde festgestellt, dass die Robinie bereits 1994 in 30 % aller Trockenrasen eingedrungen war (Paar et al., 1994, S. 8).

Weitere Gefährdungsursachen für Trockenrasen sind die Bebauung und Versiegelung von Flächen durch Siedlungs- und Straßenbau, die Ablagerung von Müll, die intensive Nutzung der Flächen für die Erholung, die insbesondere in Stadtnähe eine Rolle spielt, sowie die zunehmende Isolation der verbliebenen Trockenrasenflächen in der Kulturlandschaft (Paar et

al., 1994, S. 8; Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 221). Darüber hinaus hat der Materialabbau vor allem bei Sand- und Schottertrockenrasen zu einem teilweise extremen Flächenrückgang geführt (Essl et al., 2004, S. 88-91). Aber auch viele Felstrockenrasen werden durch Gesteinsabbau zerstört. Weiters wirken sich die heute zum Teil großen Abbauflächen für die Schotter-, Sand- und Steingewinnung durch die starke Staubentwicklung negativ auf die Tier- und Pflanzenwelt im Umfeld der Steinbrüche aus (Essl et al., 2004, S. 86-87; Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 221).

Diese diversen Ursachen haben dazu geführt, dass die ehemals ausgedehnten pannonischen Trockenrasen in Österreich heute nur noch kleinflächig und isoliert vorhanden sind und weiter zerstört werden. Viele charakteristische Tier- und Pflanzenarten der pannonischen Trockenrasen sind mittlerweile selten geworden und gelten heute als stark gefährdet (Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 222). Darüber hinaus gelten mehr als 40 Tierarten der Trockenrasen in Österreich bereits als ausgestorben (Gepp, 1986, S. 25). Kleinflächige Trockenrasen konnten lokal nur durch verschiedene Naturschutzmaßnahmen erhalten werden. Mit dem Ziel, die verbliebenen Trockenrasen und ihre Flora und Fauna zu erhalten, wurden in Österreich bereits einige Naturschutzgebiete und Naturdenkmäler ausgewiesen und viele Arten und Trockenrasentypen sind durch die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) der Europäischen Union (EU) besonders geschützt (vgl. Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 222).

Neben dem rechtlichen Schutz sind auch aktive Naturschutzmaßnahmen und Pflegeprogramme notwendig, um die Trockenrasen zu erhalten. Die wichtigsten Pflegemaßnahmen sind die gezielte Beweidung und die regelmäßige Entfernung aufkommender Gehölze (Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 222). Je nach Trockenrasentyp kann der Pflegeaufwand stark variieren. So müssen z.B. Felstrockenrasen aufgrund ihrer flachgründigen Böden nur selten von Gehölzen befreit werden, während Trockenrasen auf tiefgründigeren Böden meist durch Beweidung oder Mahd erhalten werden (Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 222-223). Dabei sollte laut Wiesbauer & Neumeister (2008) „immer kleinräumig differenziert vorgegangen werden, da sich andernfalls die gut gemeinte Pflege negativ auf die Tierwelt auswirkt. So sind etwa größere Bereiche von der Mahd oder Beweidung auszunehmen, damit für die Insekten ein entsprechendes Angebot an Blüten, Nahrungspflanzen und Niststrukturen bestehen bleibt“ (S. 223). Die Pflegemaßnahmen von Trockenrasen sollten daher nicht standardisiert und nach einem Zeitplan durchgeführt werden, sondern der Bedarf sollte immer wieder neu und für jede einzelne Fläche gesondert abgeschätzt werden, „da auf die jeweilige standörtliche Entwicklung – die von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich sein kann – kleinräumig differenziert reagiert werden muss“ (Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 224). Für die Beweidung von Trockenrasen werden

vor allem Schaf- und Ziegenherden, aber auch alte Pferde- und Rinderrassen wie das Waldviertler Blondvieh eingesetzt (vgl. Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 223). Die Mahd wird meist von Naturschutzbeauftragten und ehrenamtlichen Helfern durchgeführt. Durch solche Maßnahmen konnten in Österreich einige Trockenrasen zumindest lokal erhalten werden, z.B. am Eichkogel in Mödling, am Bisamberg, in der Perchtoldsdorfer Heide und in den Hainburger Bergen (Schratt-Ehrendorfer, 2008, S. 223; Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 78).

Für die Erhaltung der gefährdeten Trockenrasen in Österreich spielt das Naturschutz-Förderprogramm LIFE-Natur der EU eine entscheidende Rolle. Im Rahmen dieses Programms werden in verschiedenen LIFE-Natur-Projekten, wie z.B. dem Projekt „Pannonische Steppen- und Trockenrasen“ (2004-2008), zahlreiche Trockenrasengebiete durch aufwändige Pflegemaßnahmen betreut, um die für Trockenrasen charakteristischen Pflanzen und Tiere dauerhaft zu erhalten (Wiesbauer & Neumeister, 2008, S. 224). Darüber hinaus werden diese Projekte in der Regel durch wissenschaftliche Untersuchungen begleitet, deren Ergebnisse zukünftige Pflegemaßnahmen noch optimieren sollen.

Neben den Pflegemaßnahmen am Naturstandort (in-situ) gibt es eine Reihe von Ex-situ-Maßnahmen, zu denen auch einige der Aktivitäten des Botanischen Gartens der Universität zählen. Im Rahmen des LIFE-Natur-Projektes „Pannonische Steppen- und Trockenrasen“ (2004-2008) beteiligte sich der Botanische Garten beispielsweise an der Erhaltung und Stabilisierung der Populationen des Österreichischen Drachenkopfs (*Dracocephalum austriacum*). Von dieser Art gibt es in Österreich nur mehr wenige, kleine und stark voneinander isolierte Vorkommen auf flachgründigen Karbonat-Felstrockenrasen, zwei davon im pannonischen Raum (Knickmann, 2007). Sie wird daher in der Roten Liste Österreichs als seltene Art geführt und ist nach Anhang II der FFH-Richtlinie europaweit geschützt. Aufgrund der geringen Individuenzahl an den pannonischen Naturstandorten und der Beobachtung, dass sich die Bestände hier nur schwach regenerieren, wurden im Rahmen des LIFE-Natur-Projektes Erhaltungsmaßnahmen für den Österreichischen Drachenkopf gesetzt (Knickmann, 2007). Neben Pflege- und Schutzmaßnahmen an den Naturstandorten, lag der Schwerpunkt dieses Artenschutzprojektes auf der Stabilisierung und Sicherung der Populationen durch Auspflanzung von ex-situ kultivierten Individuen und der Erforschung der genetischen Variabilität und Populationsdynamik dieser Art (Botanischer Garten der Universität Wien, o. J.-c). Seit mehreren Jahrzehnten wird *Dracocephalum austriacum* erfolgreich in einer Lebendsammlung im Botanischen Garten kultiviert und die natürlichen Populationen durch Auspflanzung von Individuen unterstützt (Knickmann, 2007).

Ein weiteres Artenschutzprojekt, an dem der Botanische Garten der Universität Wien gemeinsam mit der Biologischen Station Neusiedler See und dem Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel beteiligt ist, ist das Projekt zur Erhaltung des Schlitzblättrigen Wermut (*Artemisia laciniata*). Bei dieser Art handelt es sich um eine Steppenpflanze, die heute in Europa nur noch sehr isoliert und kleinflächig mit wenigen Individuen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen im Seewinkel am Neusiedler See vorkommt (Botanischer Garten der Universität Wien, o.J.-a). Bei einem Monitoring im Jahr 2015 umfasste die beobachtete natürliche Population nur mehr 11 Individuen, 2018 wurden weitere 12 Individuen auf einer Fläche der Zitzmannsdorfer Wiesen südlich des bisher bekannten Vorkommens entdeckt (Pirker, 2021). Um das Überleben der Art zu sichern und eine überlebensfähige Population am natürlichen Standort zu etablieren, ist der Botanische Garten für die Kultivierung von *A. laciniata* in einer Lebendsammlung verantwortlich, mit deren Hilfe die Wildpopulation durch Auspflanzungen gestärkt werden soll. Dazu werden im Botanischen Garten Untersuchungen zur Regenerationsfähigkeit der Pflanzen in Kultur durchgeführt (Botanischer Garten der Universität Wien, o. J.-a). Zur zusätzlichen Sicherung der Art werden auch Samen in der Samenbank der Kew Gardens eingelagert (Pirker, 2021, S. 64). Neben den Auspflanzungen wird die Wildpopulation durch die Aussaat von geernteten Achänen der Pflanzen auf neu geöffneten Flächen am Naturstandort gestärkt. So wurden bereits 2018 und 2020 Achänen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen ausgesät und im Oktober 2020 im Botanischen Garten aufgezogene Pflanzen ausgepflanzt (Pirker, 2021). Zusätzlich zu den Ex-situ-Maßnahmen werden im Rahmen des Projektes regelmäßige Bestandsaufnahmen von *A. laciniata* durchgeführt und die Zitzmannsdorfer Wiesen werden durch Mahd gepflegt, wobei die Individuen des Schlitzblättrigen Wermuts freigelegt werden. Bei der Bestandsaufnahme im Jahr 2020 umfasste die Lebendsammlung im Botanischen Garten 66 Individuen. Erste Erfolge der Maßnahmen konnten bereits bei der Bestandsaufnahme 2020 verzeichnet werden, bei der die Wildpopulation und die Population auf den neu geschaffenen Flächen am Naturstandort insgesamt über 200 Individuen von *A. laciniata* umfasste (Pirker, 2021, S. 68).

Auch für die pannonische Flora und die Trockenrasen als Lebensraum stellt der Klimawandel eine große Bedrohung dar. Mit Hilfe von computergenerierten Modellen, die auf aktuellen Wettermessungen oder auf der Rekonstruktionen des Klimas der Vergangenheit und der physikalischen und chemischen Prozesse im Klimasystem basieren, können Forscher Klimamodelle berechnen, die verschiedene Szenarien für das zukünftige Klima, z.B. die Veränderung der Jahresdurchschnittstemperatur, der Treibhausgaskonzentrationen, etc., simulieren und somit vorhersagen (vgl. Matulla, 2009, S. 167-175). Solche Modelle prognostizieren z.B. global einen allgemeinen Temperaturanstieg, der vor allem über den

Kontinenten stark ausgeprägt ist. Durch die Verwendung räumlich hochaufgelöster Daten für bestimmte Regionen können auch regionale Auswirkungen des Klimawandels modelliert werden. Nach den Klimamodellen ist in Europa mit einem Anstieg der Jahresmitteltemperatur von mehr als 3°C (je nach Szenario bis zu 6°C) zu rechnen, wobei der Temperaturanstieg im Norden vor allem im Winter und im Mittelmeerraum im Sommer am stärksten ausfallen könnte (Matulla 2009, S. 175-176). Dieser berechnete Anstieg liegt deutlich über dem Trend der letzten 150 Jahre, der bei 2°C lag. Ebenso wird mit einer Zunahme von Hitzewellen im Sommer, weniger Kälteeinbrüchen im Winter und generell geringeren Jahresniederschlägen gerechnet, was wiederum drastische Folgen für die Ökosysteme haben kann. So wird z.B. eine Verschiebung der Phänologie (periodisch wiederkehrende Wachstums- und Entwicklungsphasen von Tieren und Pflanzen), ein erhöhter Druck auf kälteliebende Arten und ein verstärktes Auftreten wärmeliebender Arten sowie eine insgesamt längere Vegetationsperiode erwartet (Matulla, 2009, S. 178; Scheifinger et al., 2007).

Aufgrund ihrer Anpassung an trocken-warme Bedingungen ist davon auszugehen, dass die pannonische Flora im Vergleich zu anderen Pflanzengesellschaften weniger empfindlich auf den Klimawandel reagiert. Um mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf Trockenrasen aufzuzeigen, wurde in einer aktuellen Studie die Vegetationsentwicklung eines Trockenrasens in Sachsen-Anhalt zwischen 1995 und 2019 untersucht (vgl. Meier et al., 2022). In diesem Zeitraum traten vor allem gegen Ende mehrere starke Sommerdürren auf, die mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht werden. Die Vegetationsanalyse konnte zeigen, dass sich die Trockenrasen in den 24 Jahren stark verändert haben. Es wurde festgestellt, dass der Artenreichtum insgesamt um fast 20 % abgenommen hat, wobei der Rückgang bei den gefährdeten Pflanzenarten mit fast einem Drittel lag und überproportional hoch ist (Meier et al., 2022, S. 194). Neben seltenen Arten sind vor allem weniger an Trockenheit angepasste Grasarten verschwunden. Auch der Anteil der einjährigen Pflanzenarten hat sich verändert. Während die Winterannuellen stark zugenommen haben, ist bei den Sommerannuellen ein drastischer Rückgang zu verzeichnen. Winterannuelle sind eher konkurrenzschwach und besiedeln in Trockenrasen Vegetationslücken, die z.B. durch große Trockenheit im Sommer entstehen. Ein vermehrtes Auftreten von Winterannuellen kann daher als Hinweis auf eine vorangegangene Sommerdürre gewertet werden (Meier et al., 2022, S. 192). Die Abnahme der Sommerannuellen wird mit einer Störung der Keimphase im Frühsommer, z.B. durch eine früh einsetzende Sommertrockenheit, erklärt. Ebenso wird die Abnahme des Artenreichtums ausdauernder Pflanzenarten der Trockenrasen mit zunehmender und anhaltender Bodentrockenheit in Verbindung gebracht (Meier et al., 2022, S. 194). Aufgrund dieser

Beobachtungen gehen die Autoren der Studie davon aus, dass der Klimawandel mit zunehmender Sommertrockenheit und milderem Wintertemperaturen die Hauptursache für die negative Entwicklung ist.

Ähnliches könnte für die Trockenrasen Ostösterreichs gelten, und es ist davon auszugehen, dass sich der Klimawandel negativ auf die pannonische Flora auswirken wird. So können z.B. seltene und gefährdete Pflanzenarten sowie stark an ihren Lebensraum angepasste Arten durch den zunehmenden Trockenstress verschwinden. Viele pannonische Pflanzenarten kommen heute nur noch auf kleinen, isolierten Trockenrasenflächen vor, wodurch eine Ausbreitung bzw. ein Ausweichen auf neue Flächen kaum mehr möglich ist. Andere Pflanzenarten können unter den veränderten Klimabedingungen auf neuen Standorten, z.B. auf Trockenrasen, wachsen, dadurch ihr Verbreitungsgebiet ausdehnen und dort gegebenenfalls andere, konkurrenzschwächere Arten verdrängen. Dies sind einige Überlegungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die pannonischen Trockenrasen, die hier exemplarisch für eine Vielzahl möglicher Auswirkungen stehen.

4.1.7. Die Pannonische Schaugruppe im Botanischen Garten

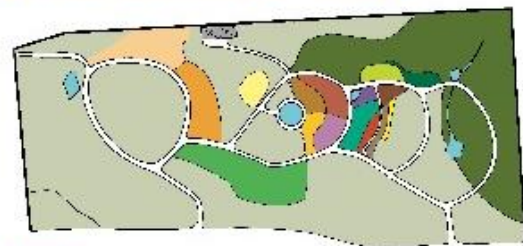
Der Botanische Garten, auch „Hortus Botanicus Vindobonensis“ (HBV) genannt, wurde im Jahr 1754 unter der Kaiserin Maria Theresia als Arzneipflanzengarten für Forschung und Lehre gegründet (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 3, 74-75). Heute verfügt er über eine vielfältige Pflanzensammlung von ca. 11.500 Arten, von denen fast 5.000 Arten auf der etwa acht Hektar großen Freilandfläche und mehr als 6.500 Arten in Gewächshäusern mit einer Gesamtfläche von fast 1.500 m² kultiviert werden (Kiehn, 2022, S. 20). Die Freilandfläche des HBV ist in verschiedene thematische Schaugruppen unterteilt, die sich z.B. systematischen Gruppen, Nutzpflanzen, der Pflanzenmorphologie, geographischen Pflanzengruppen oder dem Naturschutz seltener und gefährdeter heimischer Pflanzenarten widmen (Kiehn, 2022, S. 20).

Aufgrund seiner Lage im pannonisch geprägten Osten Österreichs kommt der Darstellung der hier heimischen und vielfach als gefährdet eingestuften Pflanzenarten im HBV eine besondere Bedeutung zu. Ein großer Bereich im südöstlichen Teil des Gartens am Eingang zum Alpengarten dient daher der Präsentation der „Flora von Österreich“ mit einem Schwerpunkt auf den pannonischen Trockenrasen. Dieser Bereich gehört zum sogenannten Host'schen Garten, der erst seit den 1970er Jahren für Besucher:innen zugänglich ist und seit der Umgestaltung im Jahr 1991 der heimischen Flora gewidmet ist (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 33). Bei der Gestaltung wurde darauf geachtet, die verschiedenen Typen der pannonischen Trockenrasen möglichst naturnah nachzubilden. So wurden die Flächen der Pannonischen

Gruppe auf unterschiedlichen geologischen Untergründen angelegt: „auf basischem Gestein (Kalk und Dolomit), auf saurem Gestein (Granit), auf Sanddünen (sauer und neutral bis leicht basisch), auf Löss und auf Salzböden“ (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 37). Die Gliederung der „Flora von Österreich“-Gruppe ist auf dem Plan in Abbildung 4A dargestellt. Neben den verschiedenen Trockenrasentypen sind in dieser Gruppe auch andere wichtige österreichische Lebensräume wie eine typische Wienerwaldwiese (Königstettener Wiese) und die besondere Serpentin-Flora dargestellt. Die verschiedenen Bereiche innerhalb der Gruppe sind mit Schildern und Informationstafeln für die Besucher:innen gekennzeichnet. Durch die nachgebildeten Lebensraumtypen führen kleine Wege, an denen zahlreiche Pflanzen beschildert sind (s. Abb. 4B). Zusätzlich sind an strategischen Punkten Informationstafeln aufgestellt, die die Besucher:innen auf die Entstehung und Standortbedingungen von Trockenrasen, sowie die Besonderheiten und den Gefährdungsstatus der pannonischen Pflanzenwelt hinweisen.

Die Pannonische Gruppe umfasst heute ca. 160 Trockenpflanzenarten, darunter zahlreiche in Österreich gefährdete Arten, wie z.B. das stark gefährdete Sand-Gipskraut (*Gypsophila fastigiata*) und der in der Natur sehr selten gewordene Österreichische Drachenkopf (*Dracocephalum austriacum*) zählen (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 37-38). Wie oben bereits beschrieben, ist der Botanische Garten in verschiedene Artenschutzprojekte involviert. Ex-situ-Populationen wie diese dienen vor allem der Erhaltung des Genpools gefährdeter Arten und ermöglichen im HBV die Erforschung ihrer Wachstumsbedingungen (Kiehn, 2022, S. 21). Auch andere Attraktionen, wie die an die Bedingungen der pannonischen Trockenrasen gut angepassten Steppenroller, u.a. der Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*), können in der Pannonischen Gruppe bewundert werden. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass trotz der großen Bemühungen, die Lebensräume der Arten im HBV möglichst naturgetreu nachzubilden, die Standortbedingungen zum Teil stark von den natürlichen Standorten abweichen. So ist die Pannonische Gruppe von hohen Bäumen umgeben, die die einzelnen Bereiche der Schaugruppe zeitweise beschatten und für windstille Verhältnisse sorgen. So ist es nicht verwunderlich, dass z.B. die natürliche Diasporenausbreitung einiger Pflanzen in der Pannonischen Gruppe nicht beobachtet werden kann oder einzelne Individuen absterben, weshalb für einige Pflanzenarten eine Nachzucht in Gewächshäusern und Auspflanzungen notwendig ist (vgl. Kiehn & Knickmann, 2019, S. 38; Knickmann, 2007).

(A) „Flora von Österreich“-Gruppe



Legende

■ Serpentin-Flora	■ Sandrasen	■ Weinberg m. Beikräutern
■ Illyrische Flora	■ Sandsteppe	■ Wiesensteppe
■ Königstettener Wiese	■ Rasensteppe	■ Wienerwald-Gehölze
■ Schilfgürtel	■ Trockenrasen	■ Waldsaum
■ Silikatrasen	■ Felssteppe	■ Salzsteppe u. Salzwiesen
■ Silikatsteppe	■ Lösssteppe	■ Wasserflächen

(B)



Abbildung 4. (A) Aufbau der „Flora in Österreich“-Gruppe mit Schwerpunkt auf der Pannonischen Gruppe im Botanischen Garten der Universität Wien (Abgerufen 02.05.2022, von https://botanischergarten.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_botanischergarten/Bilder_Grafiken/Pflanzenaufnahmen/Schaugruppen/flora_von_oesterreich_plan.pdf). (B) Pannonische Gruppe im Sommer 2022 (Foto: Philine Werner)

Eine wichtige Aufgabe der Pannonischen Gruppe im HBV ist es auch, durch die Informationstafeln in Verbindung mit der Präsentation der zur Blütezeit besonders attraktiven heimischen Trockenpflanzen und abwechslungsreich gestalteten Trockenrasengruppen „ein öffentliches Bewusstsein für den Erhalt der gefährdeten Trockenrasenstandorte“ zu schaffen und die Besucher:innen für die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen zu sensibilisieren (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 37). Alle Informationsblätter sowie Steckbriefe zu einzelnen Trockenrasenpflanzen und Informationen zu den Forschungsprojekten sind auch auf der Internetseite des Botanischen Gartens abrufbar (s. Botanischer Garten der Universität Wien, o. J.-b).

4.2. Umweltbildung

Umweltbildung als eigenständiger Bildungsbereich entstand in den 1970er-Jahren mit dem Aufkommen gesellschaftlicher Diskussionen über ökologische Probleme, die Grenzen natürlicher Ressourcen, globale Umweltveränderungen und deren Folgen (Gräsel, 2018, S. 1095). Seitdem ist bekannt, dass viele Umweltkatastrophen, der Klimawandel und deren Auswirkungen auf die Umwelt zu einem „großen Teil die Folge eines wenig nachhaltigen Umgangs mit der Natur und ihren natürlichen Ressourcen“ und damit vom Menschen verursacht sind (Meske, 2011, S. 17). Ziel der Umweltbildung ist es daher, das „Umweltbewusstsein bei der Bevölkerung zu fördern und einen Beitrag zur Bewahrung der

Lebensgrundlagen zu leisten“, wobei die Vermittlung von Werten, Haltungen und Kompetenzen als wichtige Voraussetzungen für den Umweltschutz im Vordergrund stehen (Gräsel, 2018, S. 1096).

Kritiker sehen in der traditionellen Umweltbildung jedoch eine Art „Katastrophenpädagogik“, da sie methodisch so vorgeht, dass sie dramatische Umweltprobleme und drohende Katastrophen thematisiert und Nutzungskonflikte aufzeigt, um die Menschen moralisch unter Druck zu setzen und sie zu möglichst schnellem Handeln zu motivieren (Gräsel, 2018, S. 1097; Meske, 2011, S. 85). Dabei wird oft nur Angst verbreitet und kein grundlegendes Verständnis oder Handlungsmöglichkeiten vermittelt, die für ein Umweltbewusstsein und nachhaltiges Handeln unerlässlich sind.

Bereits auf der Konferenz der Vereinten Nationen (engl. *United Nations*, UN) für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro wurde in dem globalen Aktionsprogramm Agenda 21 für das 21. Jahrhundert festgelegt, dass es zu einer „Neuausrichtung der Bildung auf eine nachhaltige Entwicklung“ und zu einer „Förderung der öffentlichen Bewußtseinsbildung“ kommen soll (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU], o. J., S. 281, 284). Unter „nachhaltiger Entwicklung“ wird nach der ursprünglichen Definition des Brundtland-Berichts von 1987 auch heute noch eine ökologisch und gesellschaftlich gerechte Entwicklung verstanden, „in der die Bedürfnisse heutiger Generationen befriedigt werden sollen, ohne die Bedürfnisbefriedigung kommender Generationen zu gefährden“ (Hauenschild & Bolscho, 2007, zitiert nach Meske, 2011, S. 32). Als nachhaltig gelten Entwicklungsprozesse, die die ganzheitlichen Zusammenhänge zwischen soziokulturellen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten und Perspektiven berücksichtigen und zukunftsfähig und gerecht sind (Meske, 2011, S. 32; Overwien & Rode, 2013, S. 7). Angesichts der Ausbeutung und Verschwendung unserer natürlichen Lebensgrundlagen und Ressourcen, der düsteren Prognosen zum Klimawandel und der dramatischen Verluste an Arten und Lebensräumen ist ein gesellschaftliches Umdenken in Richtung Nachhaltigkeit dringend erforderlich (Bundesministerium für Bildung und Frauen [BMBF], 2014). Bildung wird in diesem Zusammenhang als Voraussetzung für einen gesellschaftlichen Wandel und „die Schaffung eines ökologischen und eines ethischen Bewußtseins sowie von Werten, Einstellungen, Fähigkeiten und Verhaltensweisen“ gesehen (BMU, o. J., S. 281). So hat sich aus der klassischen Umweltbildung die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) entwickelt, in der die Umweltbildung nach wie vor ein wichtiger Bestandteil ist, aber wirtschaftliche und soziale Aspekte stärker einbezogen werden (Meske, 2011).

In Österreich ist Umweltbildung seit 1979 als Unterrichtsprinzip im Bildungssystem verankert und als Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft gilt seit 2014 der Grunderlass zur Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung für alle österreichischen Schulen (BMBF, 2014). Der thematische Fokus der Umweltbildung liegt vor allem auf den Aspekten der Beziehung des Menschen zu seiner Umwelt und den komplexen Zusammenhängen zwischen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Einflüssen, Ansprüchen und Interessen. Neben dem Wissen über die Ursachen des gegenwärtigen Zustands unserer Erde und die notwendigen Schutz- und Erhaltungsmaßnahmen sollen die Handlungsbereitschaft gefördert und Kompetenzen vermittelt werden, die die Lernenden befähigen, „die natürlichen Lebensgrundlagen und Ressourcen in ihrer Begrenztheit zu verstehen und Umwelt und Gesellschaft vorausschauend, solidarisch und verantwortungsvoll mitzugestalten“ (BMBF, 2014, S. 2). In der Umweltbildung sollen möglichst vielfältige Methoden eingesetzt werden, die kognitiv aktivierend wirken, einen emotionalen Zugang zur Umwelt ermöglichen und eigenverantwortliches Handeln fördern. Lernarrangements sollen möglichst so gestaltet werden, dass das Interesse der Lernenden an umweltrelevanten Themen geweckt und das Gelernte in Bezug zur Lebenswelt (Vorwissen, Erfahrungen, Interessen, Vorstellungen der Schüler:innen) der Lernenden gesetzt wird. Als besondere Lerngelegenheiten im Sinne einer Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung werden hier vor allem Naturerfahrungen an außerschulischen Lernorten, Projektunterricht, Forschungs-Bildungs-Kooperationsprojekte sowie forschend-entdeckendes Lernen hervorgehoben (BMBF, 2014, S. 5). Nach Lude (2005) ist die außerschulische Umweltbildung für die Transformation der Gesellschaft in Richtung Nachhaltigkeit von zentraler Bedeutung, da vielfältige Naturerfahrungen „eine besonders wichtige Grundlage für positive Einstellungen zur Natur“ (S. 81) bilden und die Bereitschaft junger Menschen für ein späteres natur- und umweltschützendes Handeln fördern (vgl. Kapitel 4.3.4 und 4.3.5).

Diese pädagogischen Prinzipien der Umweltbildung wurden in Übereinstimmung mit den Zielen der BNE entwickelt, die im folgenden Kapitel näher beschrieben werden.

4.2.1. Bildung für nachhaltige Entwicklung

Seit 2005 setzt sich die Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur (engl. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, UNESCO) für die weltweite Verbreitung und Umsetzung des Konzepts „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ ein. Als übergeordnetes Ziel strebt BNE eine Transformation der Gesellschaft im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung an. Es geht darum, Wissen, Kompetenzen, Werte und

Einstellungen zu vermitteln, die Lernende aus aller Welt dazu befähigen, „fundierte Entscheidungen zu treffen und verantwortungsbewusst zum Schutz der Umwelt zu handeln sowie für Wirtschaftlichkeit und eine gerechte Gesellschaft einzustehen, die Menschen aller Geschlechteridentitäten sowie heutiger und zukünftiger Generationen stärkt und gleichzeitig ihre kulturelle Vielfalt respektiert“ (UNESCO, 2021, S. 8).

Mit der „Agenda 2030“, dem aktuellen globalen Aktionsprogramm für nachhaltige Entwicklung, das im September 2015 auf der UN-Generalversammlung von 193 Mitgliedsstaaten verabschiedet wurde, wurden 17 Nachhaltigkeitsziele (engl. *Sustainable Development Goals*, SDGs) festgelegt (Martens & Obenland, 2017). Neben menschenrechtlichen, sozialen und wirtschaftlichen Zielen sowie Zielen, die dem Schutz der Umwelt und der Bekämpfung des Klimawandels dienen, sollen weltweit eine „inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung“ und „Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle“ sichergestellt werden (Martens & Obenland, 2017, S. 16).

In engem Zusammenhang mit diesen Nachhaltigkeitszielen wurde auf der UNESCO-Generalkonferenz im November 2019 mit „BNE 2030“ ein neues globales Rahmenprogramm für BNE für den Zeitraum bis 2030 verabschiedet (UNESCO, 2021). Die in diesem Programm priorisierten Umsetzungsmaßnahmen zielen auf die Verwirklichung der globalen Nachhaltigkeitsziele ab. Im Mittelpunkt der Aktivitäten der Mitgliedsstaaten stehen vor allem die Integration von BNE in die globale bis regionale Politik sowie in alle Bildungsebenen und -kontexte, die der Aufbau lokaler Aktionsgemeinschaften, die Förderung von Schlüsselkompetenzen bei Lehrkräften sowie die Mobilisierung junger Menschen (UNESCO, 2021, S. 54). Durch diese Aktivitäten sollen die Möglichkeiten zum Engagement sowie das Bewusstsein und das Verständnis für die SDGs in der Gesellschaft und letztlich die Handlungsbereitschaft zur Umsetzung dieser Ziele erhöht und eine Transformation in Richtung Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit bewirkt werden. In Bezug auf Lernumgebungen und -inhalte soll der Schwerpunkt auf der „Anwendung einer interaktiven, projektbasierten und lernendenzentrierten Pädagogik“ liegen und „Nachhaltigkeitsprinzipien und insbesondere der in den 17 SDGs verankerten Nachhaltigkeitsthemen wie zum Beispiel Klimawandel in alle Arten des Lernens“ integriert werden (UNESCO, 2021, S. 8). BNE, die der Umsetzung von SDG 4 (eine chancengerechte und hochwertige Bildung) entspricht, wird als entscheidender Faktor für die Erreichung aller anderen Nachhaltigkeitsziele und die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung angesehen (UNESCO, 2021).

4.2.2. Forschend-entdeckendes Lernen

Als ein wesentliches Element der Umweltbildung für eine nachhaltige Entwicklung wird im Grunderlass das forschend-entdeckende Lernen genannt. Dieser methodische Ansatz soll im Folgenden auch im Zusammenhang mit den Anforderungen des mAc-Kooperationsprojektes näher beschrieben werden.

Forschend-entdeckende Lernformen gewinnen aufgrund der „Forderungen des Bologna-Prozesses nach Studierendenorientierung, Kompetenzorientierung, und Lebenslangem Lernen“ vor allem in der Hochschullehre zunehmend an Bedeutung (Scholkmann, 2016, S. 2). Unter dem Überbegriff „forschend-entdeckendes Lernen“ werden verschiedene Lernformen mit ähnlichen didaktischen Prinzipien zusammengefasst. Scholkmann (2016) begründet diese Übereinstimmung der Prinzipien und didaktischen Elemente durch „gemeinsame historische Vorläufer und lern- und bildungstheoretische Grundlagen“ (S. 3). So basieren beispielsweise alle Formen des forschend-entdeckenden Lernens auf den Annahmen von Jean Piaget (1999) und Lev Vygotsky (1976) zur kognitiven Entwicklung von Kindern. Diese besagen, dass Lernen durch die Auseinandersetzung mit unbekanntem Situationen und den daraus resultierenden Veränderungen (Integration neuer Informationen, Anpassung) bereits vorhandener kognitiver Schemata stattfindet (Scholkmann, 2016, S. 3-4). Aufbauend auf diesen Annahmen entwickelte John Dewey die Theorie, dass Lernumgebungen, die eigenes Ausprobieren und selbstständiges Arbeiten ermöglichen, für das Lernen unerlässlich sind (Dewey, 1929, zitiert nach Scholkmann, 2016, S. 4).

Darüber hinaus wurde die intrinsische Motivation als wichtige Voraussetzung für nachhaltiges Lernen identifiziert. Nach Scholkmann (2016) berücksichtigen forschend-entdeckende Lernformen die Überlegungen von Jerome Bruner zur intrinsischen Lernmotivation, indem entsprechende Lernsettings gewährleisten sollen, dass die „Lernenden in Bezug auf einen Lerngegenstand oder ein Thema eigene, subjektiv relevante Fragen formulieren“ (S. 4) können. In diesem Zusammenhang prägte Bruner in den 1960er Jahren den Ansatz des „entdeckenden Lernens“ (engl. *discovery learning*). Entdeckendes Lernen zeichnet sich dadurch aus, dass Lerninhalte nicht durch die Lehrperson vermittelt werden, sondern die Lernenden mit Problemstellungen konfrontiert werden, die sie möglichst selbstständig durch das Aufstellen und Überprüfen von Hypothesen lösen und sich somit aktiv mit dem Problem auseinandersetzen sollen (Fürstenau, 2016, S. 44). Während dieser Auseinandersetzung werden neue Ordnungen, grundlegende Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge konstruiert und Methoden zur Problemlösung verinnerlicht. Nach der Theorie von Bruner umfasst Lernen dabei drei gleichzeitig ablaufende Prozesse: Wissenserwerb, bei dem neues Wissen erworben und

vorhandenes Wissen verfeinert wird, Wissenstransformation, bei der bereits in kognitiven Strukturen vorhandenes Wissen so verändert wird, dass es für neue Aufgaben geeignet ist, und Wissensbewertung, bei der überprüft wird, ob das neue oder veränderte Wissen zur Problemlösung geeignet ist (Fürstenau, 2016, S. 44-45). Verschiedene Studien konnten zeigen, dass entdeckendes Lernen jedoch nicht ohne jegliche Anleitung erfolgen sollte, sondern z.B. durch Arbeitsaufgaben, Hilfestellungen oder Lehrer:innen-Feedback gelenkt werden sollte (Fürstenau, 2016, S. 54-59).

Diese Lerntheorien und -ansätze spiegeln sich in den sechs didaktischen Elementen wider, die für „forschend-entdeckende“ Lernformen charakteristisch sind. Entsprechende Lernarrangements sollten so gestaltet sein, dass eine authentische, komplexe Problemstellung bei den Lernenden Neugier und Motivation auslöst und somit als Lernanlass fungiert und eine strukturierte Aufgabenbearbeitung ermöglicht wird (Scholkmann, 2016, S. 6 ff.). Bei der Strukturierung der Aufgabenbearbeitung können die einzelnen Arbeitsschritte vorgegeben sein oder ein offenes Vorgehen ermöglichen. Wichtig ist jedoch, dass die forschend-entdeckenden Lernprozesse durch ein erkennbares „Gerüst“ (engl. *scaffold*) unterstützt werden, das ein systematisches Vorgehen bei der Bearbeitung der Aufgaben ermöglicht (Scholkmann, 2016, S. 8-9). Nach Bruckermann et al. (2017) kann es sonst zu einer Überforderung der Lernenden kommen, wenn Vorwissen oder Kompetenzen fehlen, die für die Bearbeitung der Aufgabe notwendig sind. Lernhilfen durch die Lehrperson, unterstützendes Material oder Peer-Interaktionen können die Lernenden bei der Problemlösung effektiv unterstützen, wenn sie auf das Vorwissen und die Kompetenzen der Schüler:innen abgestimmt sind und im Laufe des Lernprozesses immer mehr reduziert werden.

Zentral für forschend-entdeckende Lernarrangements ist zudem, dass die Konstruktion von Wissen als sozialer Prozess, d.h. durch kommunikativen Austausch sowie kollaboratives und kooperatives Arbeiten, erfolgt und Lernen als selbstregulierter Prozess verstanden wird, z.B. durch Reflexion der eigenen Lernprozesse (reflexives Lernen) (Scholkmann, 2016, S. 9-11). Darüber hinaus sollen die Lehrenden als Lernbegleiter:innen fungieren. Abweichend von ihrer üblichen Rolle im Unterricht sollen sie sich „mit inhaltlichen Beiträgen zurückhalten und stattdessen den Bearbeitungsprozess der authentischen Problemstellung durch Beobachtung, Nachfragen, Prozessfeedback sowie, zurückhaltend, durch die Bereitstellung ihrer Fachexpertise zum Thema begleiten und unterstützen“ (Scholkmann, 2016, S. 11). Die Lernenden sollen in diesen Lernformen selbst aktiv werden. Scholkmann (2016) betont in diesem Zusammenhang die konstruktivistische Sichtweise des Lernprozesses, die eine wichtige Grundlage für forschend-entdeckende Lernformen darstellt, indem sie festhält, „dass Wissen

niemals vermittelt, sondern nur dessen Erarbeitung durch das Individuum unterstützt und möglich gemacht werden kann“ (S. 12). Als sechstes didaktisches Element forschend-entdeckender Lernarrangements ist die Notwendigkeit der Wiederholung solcher Lerngelegenheiten zu nennen, z.B. durch die curriculare Implementierung forschend-entdeckender Lernformen (Scholkmann, 2016, S. 12).

Eine Form des forschend-entdeckenden Lernens in Schule und Hochschule ist das „Forschende Lernen“. Diese Lernform bzw. Lehrmethode zeichnet sich dadurch aus, dass sie alle wichtigen Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses berücksichtigt (Bruckermann et al., 2017, S. 12). Den Lernenden soll es ermöglicht werden, alle wichtigen Phasen eines Forschungsprojektes, d.h. alle Schritte von der Auswahl der zu bearbeitenden Fragestellung und der Entwicklung von Hypothesen über die Auswahl geeigneter Forschungsmethoden bis hin zur Interpretation und Präsentation der Forschungsergebnisse, durch eigenständiges Handeln in authentischen Settings zu erfahren (Scholkmann, 2016, S. 19). Je nach Fach kann dieser Lernansatz und die Unterrichtsmethode unterschiedliche Formen annehmen, wobei sich im naturwissenschaftlichen Schulunterricht vor allem das Experimentieren durchgesetzt hat. Als wichtige Kriterien für forschende Lernarrangements sieht Reitinger (2016, S. 45) das authentische Interesse am Entdecken und die Methodenaffirmation der Lernenden, die für deren forschungsbezogene Bereitschaft und Motivation eine entscheidende Rolle spielen. Weitere Kriterien beziehen sich darauf, dass erfahrungsbasierte Hypothesenbildung, authentisches selbstgesteuertes Forschen, der kritische Diskurs, in dem Lernergebnisse, -prozesse und die persönliche Bedeutung des Gelernten reflektiert werden, sowie der Transfer von Erkenntnissen und Schlussfolgerungen grundlegende forschungsbezogene Handlungsdimensionen für den Prozess des Forschenden Lernens sind (Reitinger, 2016). Diese Kriterien sollten daher bei der Gestaltung solcher Lernarrangements berücksichtigt werden. Im schulischen Biologieunterricht ist Forschendes Lernen mittlerweile eine wichtige Unterrichtsmethode, die die Schüler:innen in den Mittelpunkt stellt und sich inhaltlich daran orientiert, dass „subjektiv Neues“ gelernt wird und „relevante Themen aus der Lebens- und Erfahrungswelt“ der Lernenden behandelt werden (Bruckermann et al., 2017, S. 13). Als typische Erkenntnismethoden haben sich hier vor allem das Experimentieren und Beobachten durchgesetzt und kooperative Lernformen stehen im Mittelpunkt. Forschendes Lernen als Methode im Unterricht kann bei den Lernenden „Fach- und Methodenwissen ebenso wie Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung sowie eine positive Einstellung zu den Naturwissenschaften“ fördern (Bruckermann et al., 2017, S. 18).

4.3. Interessentheorie

4.3.1. Theorie der Interessenentwicklung

Das Interesse der Schüler:innen am Unterrichtsgegenstand ist ein wichtiger Einflussfaktor für schulisches Lernen. Die Erforschung der Bedeutung von Interesse für den Lern- und Leistungserfolg im Schulkontext ist in den letzten Jahrzehnten zunehmend in den Fokus der Wissenschaft gerückt, und es hat sich eine eigenständige empirisch-pädagogische Interessenforschung etabliert (s. Krapp, 1992, S. 747-748). Interesse wird dabei als eine spezifische Person-Gegenstands-Relation verstanden, die durch eine wechselseitige Beziehung zwischen einer Person und einem bestimmten Themenbereich, einer Idee oder einer Aktivität (Lerngegenstand) sowie durch positive Emotionen und die Bereitschaft, sich mit dem Gegenstand auseinanderzusetzen, gekennzeichnet ist (Blankenburg & Scheersoi, 2018; Krapp, 1992). Renninger und Hidi (2019, S. 265) definieren Interesse als eine veränderliche Variable, die sich einerseits auf den psychologischen Zustand bezieht, in dem sich eine Person mit einem Gegenstand auseinandersetzt, und andererseits auf die Motivation der Person, sich im Laufe der Zeit mit dem Gegenstand zu beschäftigen.

In diesem Zusammenhang wird auch zwischen individuellem bzw. persönlichem und situationalem Interesse unterschieden. Nach Krapp (1992) wird das individuelle Interesse als Merkmal einer Person und als „motivationale Disposition interpretiert, z.B. als persönlichkeitspezifische Vorliebe für ein bestimmtes Wissens- oder Handlungsgebiet“ (S. 748), in der sich die individuellen Wertvorstellungen und Handlungsmotivationen der Person gegenüber einem Lerngegenstand widerspiegeln. Demgegenüber handelt es sich beim situationalen Interesse um eine situationspezifische „günstige Lernmotivation“ einer Person, die durch die „Interessantheit“ des Lerngegenstandes oder der Lernumgebung (äußere Reize) hervorgerufen wird und „zu einer aktuellen Steigerung der Aufmerksamkeit und somit zu einer Verbesserung der kognitiven Verarbeitungsprozesse“ und zur Entwicklung von Interesse führen kann (Krapp, 1992, S. 749). Interesse ist also eine Variable, die eine psychologische Basis hat und sich über die Zeit verändert (vgl. Renninger & Hidi, 2019). Ob sich eine Person mit einem (Lern-)Gegenstand auseinandersetzt und Interesse entwickelt, wird nach Vogt (2007, S. 11-12) von vier Merkmalskomponenten bestimmt. Entscheidend sind zum einen die positiven Emotionen und Erfahrungen, die eine Person mit dem Interessengegenstand verbindet (gefühlbezogene Komponente, Affektion) sowie die subjektiv wahrgenommene Relevanz des Gegenstandes (wertbezogene Komponente). Zum anderen spielen die epistemische Tendenz gegenüber dem Interessengegenstand, die sich darauf bezieht, ob eine Person ihr Wissen und

ihre Kompetenzen in diesem Gegenstandsbereich erweitern möchte (kognitive Komponente), sowie die Selbstintentionalität, d.h. die Zwanglosigkeit der Person-Gegenstands-Auseinandersetzung, eine wichtige Rolle.

In neueren Rahmenkonzepten zur Interessentheorie werden auch „Indifferenz“ und „Nicht-Interesse“ berücksichtigt (vgl. Abb. 5). Für die Entwicklung von Interesse im schulischen Kontext wird von einer Indifferenz als Ausgangsposition ausgegangen, was bedeutet, dass noch keine Auseinandersetzung zwischen der Person und dem Gegenstand stattgefunden hat und die betreffende Person somit eine indifferente (neutrale) Haltung gegenüber dem (Lern-)Gegenstand einnimmt (Upmeyer zu Belzen & Vogt, 2001, S. 21). Erst durch die erste Auseinandersetzung mit dem Gegenstand kann sich Interesse oder Nicht-Interesse und damit die Bereitschaft zur weiteren Beschäftigung mit dem neuen Gegenstand entwickeln, wobei hier die Qualität der ersten Begegnung von Bedeutung ist. Um bei der im Unterricht meist extrinsisch motivierten Auseinandersetzung zwischen Person und Gegenstand situationales Interesse als Voraussetzung für den Lernerfolg auszulösen, muss die Lernsituation bzw. Lernumgebung didaktisch so gestaltet sein, dass sie sogenannte „catch“- und „hold“-Komponenten enthält (Mitchell, 1993, zitiert nach Vogt, 2007, S. 15). Die gewählten didaktischen Methoden sollten bei der ersten Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand eine möglichst hohe intrinsische Erlebnisqualität und damit ein erstes situationales Interesse („catch“) hervorrufen. In der Folge sollte der Unterricht methodisch so gestaltet werden, dass das situationale Interesse am Lerngegenstand durch eine positive intrinsische Qualität für die Person aufrechterhalten wird („hold“-Komponente). Nur so kann eine Lehrperson ihre Schüler:innen dazu motivieren, sich längerfristig mit dem Lerngegenstand auseinanderzusetzen, was im Idealfall zur Ausbildung eines individuellen Interesses am Gegenstand führt (Vogt, 2007; s. Abb. 5).

Im Gegensatz dazu kann es unter ungünstigen Bedingungen zur Ausbildung von Nicht-Interesse kommen, wobei hier zwischen Desinteresse und Abneigung unterschieden wird. Nach Vogt (2007, S. 13-14) ist Desinteresse an einem (Lern-)Gegenstand als „Interesselosigkeit bzw. Gleichgültigkeit“ zu verstehen, wobei die Person dem Gegenstand passiv und ohne besondere Wertschätzung gegenübersteht und es bei einer fremdbestimmten Auseinandersetzung im Unterricht nur zu einer „punktuellen Erfassung des Gegenstands“ kommt. Abneigung hingegen bezieht sich auf eine negative Person-Gegenstands-Relation, die durch negative Gefühle und eine selektive Wahrnehmung des Gegenstands gekennzeichnet ist und die Bereitschaft der Person zur Auseinandersetzung verhindert. Die Entwicklung von Desinteresse und Abneigung sollte daher im Unterricht unbedingt vermieden werden.

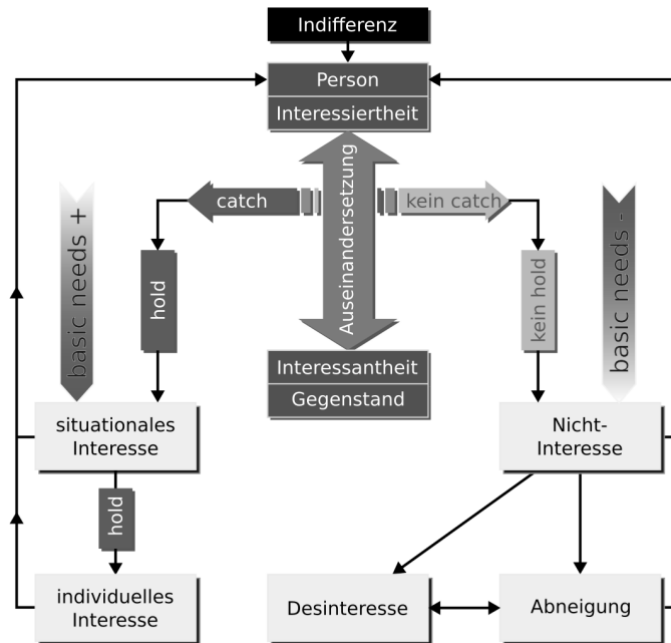


Abbildung 5. Rahmenmodell zum Zusammenhang von Interesse und Nicht-Interesse im Unterricht (Vogt, 2007, S. 11)

Bei der Interessengenesse spielen auch die grundlegenden psychologischen Bedürfnisse von Schüler:innen eine wichtige Rolle. Nach der Selbstbestimmungstheorie der Motivation von Deci und Ryan (1993) hängt die Lernmotivation und das damit verbundene Interesse am Unterrichtsgegenstand davon ab, ob die drei psychologischen Grundbedürfnisse („basic needs“) – das Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit bzw. Zugehörigkeit, nach Autonomie bzw. Selbstbestimmung sowie nach Kompetenzerleben – in der Lernsituation erfüllt werden. Für die Schule bedeutet dies, dass sich Interesse bei den Schüler:innen nur dann entwickelt, wenn die didaktisch-methodische Gestaltung des Unterrichts es ihnen ermöglicht, sich einer Gruppe zugehörig und verbunden zu fühlen, ein gewisses Maß an Selbst- und Mitbestimmung und damit Autonomie zu erleben und ein für alle angemessenes Anforderungsniveau und damit die Möglichkeit zum Kompetenzerleben zu bieten (vgl. Vogt, 2007, S. 16).

In ihrem Modell, das bisherige Konzepte erweitert und Einflussfaktoren identifiziert, beschreiben Renninger und Hidi (2019) die Interessengenesse und -erweiterung in vier aufeinanderfolgenden und differenzierbaren Phasen. In der ersten Phase wird das situationale Interesse einer Person an einem Gegenstand geweckt (“triggered situational interest”). Dies geschieht, indem die Aufmerksamkeit der Person durch ein überraschendes, widersprüchliches oder phantasieanregendes Merkmal erregt wird, das persönlich relevant ist und die kurzfristige Bereitschaft zur Informationssuche fördert. Diese Aufmerksamkeit kann unabhängig entstehen oder z.B. durch eine Lehrperson und deren Unterrichtsgestaltung erzeugt werden. Dieser

Zustand des Interesses ist vorübergehend und führt nicht notwendigerweise zur Entwicklung eines längerfristigen situationalen oder individuellen Interesses.

In der zweiten Phase sollte dieses situationale Interesse aufrechterhalten werden („maintained situational interest“), wobei die Ermutigung zur weiteren Auseinandersetzung mit dem Gegenstand entscheidend ist (Renninger & Hidi, 2019). Die Person-Gegenstands-Auseinandersetzung in dieser Phase ist dadurch gekennzeichnet, dass die Person ein zunehmendes Verständnis in Bezug auf den Interessengegenstand aufbaut, dieser an persönlichem Wert gewinnt und die Auseinandersetzung mit dem Gegenstand als positive und lohnende Erfahrung wahrgenommen wird. Dies führt dazu, dass sich in der dritten Phase allmählich ein individuelles Interesse entwickelt und sich die Person auch zunehmend eigenständig und intrinsisch motiviert mit dem Gegenstand beschäftigt („emerging individual interest“).

Die vierte Phase, in der das individuelle Interesse vollständig entwickelt ist („well-developed individual interest“), ist dadurch gekennzeichnet, dass die Person positive Emotionen mit dem Lerngegenstand verbindet, bereits über ein umfassendes Wissen verfügt und aus eigenem Antrieb ihr Wissen über den Gegenstand vertiefen möchte. Diese Auseinandersetzung ist andauernd und findet auch dann statt, wenn die Person mit Herausforderungen und Frustrationen konfrontiert ist (s. Renninger & Hidi, 2019, S. 271).

4.3.2. Interesse an biologischen Themen und Unterrichtsmethoden im Fach Biologie

Die Interessenforschung in Verbindung mit der naturwissenschaftlichen Bildung gewinnt zunehmend an Bedeutung und es gibt eine Vielzahl von Studien, die das Interesse von Lernenden an naturwissenschaftlichen Themen untersuchen (vgl. Krapp & Prenzel, 2011; Potvin & Hasni, 2014). Im folgenden Abschnitt werden einige wichtige Forschungsergebnisse für den Schulbereich vorgestellt.

Verschiedene empirische Studien zum fachspezifischen Interesse konnten zeigen, dass Schüler:innen eindeutige Interessenschwerpunkte aufweisen. So wurde in einer älteren Untersuchung zur Veränderung des Interesses von Schüler:innen an verschiedenen Themenkomplexen der Biologie im Laufe der Sekundarstufe I beobachtet, dass die Lernenden in allen Klassenstufen ein deutlich höheres Interesse an der Tierkunde im Vergleich zur Pflanzenkunde zeigten (Finke, 1999). Finke (1999) begründet dieses Ergebnis damit, dass Tiere vermutlich „eher eine Befriedigung der Bedürfnisse ermöglichen“ und dass „Tiere – aufgrund ihrer physiologischen Leistungen, der Gefährlichkeit mancher Arten und ihrer relativ größeren

Ähnlichkeit zum Menschen – eine größere Faszination auf die Schüler/-innen ausüben als Pflanzen, welche scheinbar allgegenwärtig (alltäglich) und scheinbar unbeweglich sind“ (S. 107). Außerdem zeigten die Forschungsergebnisse, dass das Interesse an Tieren und Pflanzen bei den Schüler:innen mit zunehmendem Alter bzw. zwischen der 5. und 10. Klassenstufe signifikant abnimmt (Finke, 1999, S. 106). Das Interesse an humanbiologischen Themen nimmt von der 5. bis zur 7. Klassenstufe ab und bleibt dann konstant, was mit dem Einsetzen der Pubertät erklärt werden kann. In der Studie wurde zusätzlich das Interesse der Schüler:innen am Natur- und Umweltschutz untersucht. Im Vergleich zu den anderen untersuchten Biologieinteressen ist der Rückgang des Interesses am Naturschutz von der 5. bis zur 10. Klasse am stärksten, aber auch das Interesse an Umweltschutzthemen nimmt deutlich ab (Finke, 1999, S. 109). Für alle in dieser Studie untersuchten Themenbereiche der Biologie konnten zudem geschlechtsspezifische Unterschiede festgestellt werden, wobei Schülerinnen an allen Themen signifikant interessierter waren als ihre Klassenkameraden. Ein Interessesabfall mit zunehmendem Alter konnte auch in Verbindung mit dem Interesse der Schüler:innen an der Natur beobachtet werden, da sich die Lernenden im Laufe der Schulzeit zunehmend von der Natur entfremden und andere Interessen an Bedeutung gewinnen (Leske & Bögeholz, 2008).

Eine umfangreiche empirische Untersuchung zum Interesse von Schüler:innen an naturwissenschaftlichen Themen ist die ROSE-Studie („The Relevance of Science Education“-Studie). Diese internationale Studie, an der etwa 40 Länder beteiligt waren, hatte zum Ziel, „affektive und motivationale Aspekte im Hinblick auf die Naturwissenschaften und den naturwissenschaftlichen Unterricht“ zu untersuchen, die einen internationalen Vergleich und eine „Weiterentwicklung von Bildungssystemen unter Berücksichtigung der Interessen, Einstellungen und Erfahrungen der Jugendlichen des jeweiligen Landes“ ermöglichen (Holstermann & Bögeholz, 2007, S. 72). Ergebnisse dieser Studie für deutsche Schüler:innen der 10. Klassenstufe wurden von Holstermann und Bögeholz (2007) veröffentlicht. Die Autoren konnten geschlechtsspezifische Unterschiede in den Interessen der Jugendlichen an naturwissenschaftlichen Themen nachweisen. So zeigten Mädchen vor allem Interesse an humanbiologischen Themenkomplexen, Übersinnlichem und dem Verstehen von Naturphänomenen, während Jungen Themen wie Forschung, Physik und Technik, sowie gefährliche naturwissenschaftliche Anwendungen interessanter fanden als Mädchen (vgl. Holstermann & Bögeholz, 2007). Ähnliches Interesse zeigten Jungen und Mädchen an Themen wie Weltall, Tiere sowie Mensch und Umwelt. Am wenigsten interessierten sich die deutschen Jugendlichen für landwirtschaftliche und pflanzenbiologische Themen, wobei Jungen hier tendenziell etwas interessierter waren als ihre Mitschülerinnen. Ähnliche Interessentendenzen wurden auch bei Schüler:innen aus Schweden und England beobachtet, und auch hier zählten

Landwirtschaft und Pflanzen zu den am wenigsten interessanten Themen bei den Jugendlichen (Holstermann & Bögeholz, 2007, S. 77-78).

In einer weiteren Studie wurde untersucht, welche inhaltlichen und didaktisch-methodischen Aspekte den Biologieunterricht für Schüler:innen interessant machen (Vogt et al., 1999). Anhand von Einschätzungen der Schüler:innen zur Interessanztheit einzelner Unterrichtsphasen konnte gezeigt werden, dass vor allem für die Lebenswelt der Schüler:innen relevante oder besondere, ungewöhnliche Unterrichtsthemen, die Anwendung fachspezifischer Arbeitstechniken (z.B. Experimentieren, Arbeiten mit Lupe und Mikroskop) und der Einsatz selten verwendeter Medien, z.B. Filme, als besonders interessant empfunden werden (Vogt et al., 1999, S. 81). Die Anwendung biologischer Arbeitstechniken und grundlegender Erkenntnismethoden spielt im Biologieunterricht eine wichtige Rolle. Durch Erkenntnismethoden wie Experimentieren, Beobachten und Untersuchen kombiniert mit Arbeitstechniken wie Mikroskopieren können Schüler:innen eigenständig Daten erheben und wichtige Einblicke in fachspezifische Arbeitsweisen und den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg bekommen und sich gleichzeitig wichtiges Wissen aneignen (Köhler & Meisert, 2019, S. 130). Nach Vogt et al. (1999) sollen dadurch „Interessen an naturwissenschaftlichen Problemen, auch außerhalb der Schule, geweckt werden“ (S. 81). Uninteressante Unterrichtsphasen sind für die Schüler:innen hauptsächlich solche, in denen Hausaufgaben besprochen und kontrolliert und Inhalte vergangener Stunden wiederholt werden (Vogt et al., 1999, S. 83). Ähnlich den Ergebnissen anderer Studien zeigten sich die Lernenden in der Untersuchung von Vogt et al. (1999) besonders interessiert an humanbiologischen Themen (z.B. Sexualkunde), wobei Tierkunde als interessanter eingestuft wurde als Pflanzenkunde.

Eine Metaanalyse von insgesamt 228 internationalen Interessenstudien, die zwischen 2000 und 2012 veröffentlicht wurden, konnte zeigen, dass das häufig beobachtete Nachlassen des Interesses von Schüler:innen an naturwissenschaftlichen Themen mit zunehmender Klassenstufe damit zusammenhängt, dass die Unterrichtsgestaltung und -inhalte oft stark von den Interessen der Lernenden abweichen (Potvin & Hasni, 2014, S. 110). Hier spielt vor allem die Lehrperson eine entscheidende Rolle. Als interessant und motivierend empfinden die befragten Schüler:innen vor allem Lehrer:innen, die engagiert, nahbar und motivierend sind. Darüber hinaus werden kooperatives und sinnvolles, schülerrelevantes Lernen, praktisches und selbstständiges Arbeiten sowie Lernumgebungen, die eigenständiges Denken fördern, als positive Einflussfaktoren auf Interesse und Lernmotivation gesehen (Potvin & Hasni, 2014, S. 98).

Im Zusammenhang mit der Thematik dieser Arbeit gibt es eine Studie von Markus Pfannhauser (2010), der das Vorwissen und Interesse von Schüler:innen zu Aspekten wie Vorkommen, Tier- und Pflanzenwelt, sowie Pflege- und Schutzmaßnahmen von Trockenstandorten allgemein und in Verbindung mit der Pannonischen Gruppe des HBV untersucht hat. Es wurde beobachtet, dass die befragten Oberstufenschüler:innen wenig Vorwissen im Hinblick auf die Schutz- und Pflegebedürftigkeit von Trockenrasen und eine große Unsicherheit diesbezüglich aufwiesen (vgl. Pfannhauser, 2010, S. 75). Ähnlich gering war das Vorwissen im Zusammenhang mit der Kenntnis von Trockenrasenpflanzen und das größte Vorwissen besaßen die Schüler:innen in Bezug auf das Vorkommen von Trockenstandorten. Die Oberstufenschüler:innen waren am meisten an der Tier- und Pflanzenwelt der Trockenrasen interessiert, wobei generell ein geringes Interesse der Zielgruppe an allen Themenbereichen in Verbindung mit Trockenstandorten festgestellt wurde (Pfannhauser, 2010, S. 76). Viele Oberstufenschüler:innen gaben zudem an, dass ihnen die Pannonische Gruppe im Botanischen Garten aufgrund der „langweiligen, unschönen Optik der Schaugruppe“ nicht gefiel (Pfannhauser, 2010, S. 79). Interessanterweise gab es in dieser befragten Schülergruppe niemanden, der Interesse oder Desinteresse mit dem Aspekt verband, dass es sich bei der Schaugruppe um eine „heimische“ Pflanzengesellschaft handelt. Im Vergleich zu den Oberstufenschüler:innen zeigten sich die Unterstufenschüler:innen stärker an allen Aspekten von Trockenrasen interessiert und waren besonders daran interessiert, Trockenstandorte „mit allen Sinnen“ erfahren zu können (Pfannhauser, 2010, S. 68). Ähnlich der oben beschriebenen Beobachtung, dass das Interesse von Schüler:innen im Laufe der Schullaufbahn abnimmt (Finke, 1999), zeigten auch in dieser Studie jüngere Schüler:innen ein höheres Interesse an Themen im Zusammenhang mit pannonischen Trockenrasen als ältere.

4.3.3. Plant Blindness

Die immer wiederkehrende Beobachtung, dass Schüler:innen pflanzenbiologische Themen meist als wenig interessant empfinden, kann mit der sogenannten „Plant Blindness“ in Verbindung gebracht werden. So zeigte bereits Wandersee (1986) in seiner Studie mit amerikanischen Schüler:innen, dass Tiere gegenüber Pflanzen als Unterrichtsthemen bevorzugt werden. Dies scheint unter anderem daran zu liegen, dass sich Tiere im Vergleich zu Pflanzen bewegen und miteinander kommunizieren können, Nachwuchs bekommen, mit dem Menschen interagieren können und somit spannender zu beobachten sind und eine Ähnlichkeit zum Menschen aufweisen (vgl. Wandersee, 1986, S. 415). In einer Folgestudie mit Schüler:innen verschiedener Klassenstufen wurde ebenfalls beobachtet, dass die Lernenden doppelt so stark

an Tieren interessiert waren als an Pflanzen, dass sich diese Tendenz mit zunehmendem Alter kaum veränderte und dass Mädchen etwas stärker an Pflanzenthemen interessiert waren als Jungen (Wandersee & Schussler, 1998, zitiert nach Wandersee & Schussler 1999, S. 82). Infolgedessen haben diese Autor:innen den Begriff „Plant Blindness“ geprägt und ihn wie folgt definiert:

(a) the inability to see or notice the plants in one's environment; (b) the inability to recognize the importance of plants in the biosphere and in human affairs; (c) the inability to appreciate the aesthetic and unique biological features of the life forms that belong to the Plant Kingdom; and (d) the misguided anthropocentric ranking of plants as inferior to animals and thus, as unworthy of consideration. (Wandersee & Schussler, 1999, S. 82)

„Plant Blindness“ bezieht sich also auf die Problematik, dass viele Menschen nicht in der Lage sind Pflanzen in ihrer Umgebung wahrzunehmen, sie als lebende Organismen und Grundlage des Lebens auf unserem Planeten zu erkennen und dass Pflanzen von vielen weniger geschätzt werden als Tiere. Kritiker halten den Begriff jedoch aufgrund seines diskriminierenden und meist negativ wertenden Charakters für problematisch, weshalb Tessartz und Scheersoi (2021) „Plant Blindness“ metaphorisch verstehen und das Phänomen eher als „Desinteresse an Pflanzen“ bezeichnen (S. 265-266).

Ein geringes Interesse an Pflanzenthemen wurde nicht nur bei Schüler:innen beobachtet, sondern auch Lehrer:innen tendieren dazu, Themen rund um Tiere im Schulunterricht zu bevorzugen, obwohl für viele im Lehrplan vorgegebene Inhaltsfelder, z.B. Evolutionsprozesse, auch Beispiele aus dem Pflanzenreich herangezogen werden könnten (Tessartz & Scheersoi, 2021, S. 264-265). Gerade die Vermittlung pflanzenbiologischer Themen erscheint aber unerlässlich, um der „Plant Blindness“ entgegenzuwirken (vgl. Wandersee & Schussler, 2001, S. 7). Das Desinteresse an Pflanzen und die eingeschränkte Naturwahrnehmung werden häufig mit einem geringen Verständnis von Umweltschutz und Biodiversität in Verbindung gebracht, was gerade im Hinblick auf BNE von großer Bedeutung ist (Pany et al., 2019, S. 262). Für den Erhalt der regionalen und globalen Biodiversität zur „Sicherung der Lebensgrundlage der heutigen und zukünftiger Generationen“ ist es daher unerlässlich, „Pflanzen vermehrt in den Fokus unserer Aufmerksamkeit zu rücken“ und somit sichtbar zu machen (Tessartz & Scheersoi, 2021, S. 266). Nach Wandersee und Schussler (1999) erinnern sich Menschen eher an etwas, mit dem sie sich länger beschäftigt haben und das für sie von Bedeutung ist. Demnach kann „Plant Blindness“ bei Schüler:innen dadurch erklärt werden, dass sie in der Schule kaum Erfahrungen mit Pflanzen sammeln konnten und wenig über Pflanzen wissen.

4.3.4. Aspekte der Interessenförderung im (Biologie-)Unterricht

Interesse und Interessengenesen spielen im schulischen Kontext aufgrund ihres positiven Einflusses auf das Lernen eine entscheidende Rolle. So konnte in empirischen Studien ein positiver Zusammenhang zwischen der Ausprägung des fachspezifischen Interesses und dem Lernerfolg bzw. der Schulleistung nachgewiesen werden (vgl. Hidi, 2006; Krapp et al., 1993; Maier, 2002; Schiefele, 1999). Positive Emotionen, die mit Interesse an einem Lerngegenstand verbunden sind, führen dazu, dass Sachverhalte besser erinnert werden (Hidi, 2006). Eine interessierte Person scheint eher dazu bereit zu sein, ihr Verständnis und Wissen über einen bestimmten Interessengegenstand zu erweitern, auch wenn dies mit Schwierigkeiten verbunden ist (Hidi, 1990). Darüber hinaus betonen Renninger und Hidi (2019, S. 266), dass interessierte Personen aufmerksamer, engagierter und zielstrebig in der Auseinandersetzung mit dem Interessengegenstand sind und effektivere Strategien entwickeln und anwenden als nicht interessierte Personen, was ihren Lernerfolg erklären kann. Nicht zuletzt aus diesem Grund sollten Lehrpersonen bei der didaktischen Planung ihres Unterrichts (1) die Interessen ihrer Schüler:innen erkennen, (2) diese zulassen bzw. berücksichtigen und sich darum bemühen, (3) das Interesse an neuen Lerninhalten zu wecken und (4) vorhandene und neue Interessen zu fördern (Prenzel & Lankes, 1989).

Empirische Forschungsergebnisse zum Interesse von Schüler:innen an biologischen Themen zeigen zwar deutliche alters- und geschlechtsspezifische Tendenzen, jedoch decken sich die individuellen Interessen der Lernenden häufig nicht oder nur teilweise mit den im Lehrplan vorgegebenen Unterrichtsthemen (Ruppert, 2019, S. 106). Daher ist es ratsam, als Lehrperson die Interessen der eigenen Schüler:innen, z.B. mit Hilfe eines Fragebogens, zu erheben und bei der Unterrichtsgestaltung zu berücksichtigen. Um vorhandene Interessen nicht zu behindern, sondern entsprechend zu fördern, sollten die drei psychologischen Grundbedürfnisse von Lernenden nach der Selbstbestimmungstheorie der Motivation (vgl. Deci & Ryan, 1993) bei der Unterrichtsgestaltung berücksichtigt werden. Dementsprechend sollte der Unterricht nach Prenzel (1994):

- „durch Anbieten von Spielräumen und durch Hinweise auf Wahlmöglichkeiten Schülern die Möglichkeit geben, sich als selbstbestimmt handelnd zu erleben;
- durch informierende Rückmeldungen und durch ein Anlegen individueller Bezugsnormen Schülern die Möglichkeit geben, die eigene Kompetenz zu erfahren;
- durch partnerschaftlichen und kooperativen Umgang Schülern die Möglichkeit geben, sich persönlich als angenommen und sozial einbezogen zu empfinden.“ (S. 1329-1330)

Die Nichterfüllung dieser Unterrichtsbedingungen kann demnach das vorhandene Schüler:inneninteresse negativ beeinflussen (vgl. Prenzel, 1994, S. 1329). Dementsprechend konnte gezeigt werden, dass kooperatives Arbeiten im Unterricht durch strukturierte Gruppenarbeit nicht nur Lernprozesse bei den Schüler:innen sondern auch „eine günstigere Einstellung zu den naturwissenschaftlichen Fächern“ fördert und insbesondere „Lernende mit schwächerem fachspezifischem Selbstkonzept“ das Erleben ihrer eigenen Kompetenzen ermöglicht (Berger & Walpuski, 2018, S. 228).

Der mehrstufige Prozess der Interessenentwicklung (vgl. Abb. 5) und wichtige Einflussfaktoren wurden bereits oben beschrieben. Nach (Krapp, 1998) kann „das situationale Interesse durch die interessante Aufbereitung des Lernstoffs angeregt und für eine gewisse Zeit aufrecht erhalten“ werden, bevor sich unter bestimmten Unterrichtsbedingungen ein „dauerhaftes individuelles Interesse entwickeln“ (S. 190) kann. Bei der ersten Auseinandersetzung der Schüler:innen mit einem neuen Lerngegenstand sollte darauf geachtet werden, dass der neue Inhalt von den Lernenden als möglichst unerwartet, überraschend und irritierend wahrgenommen wird („Diskrepanzerlebnisse“) und Neugierde weckt, was der „catch“-Komponente entspricht (vgl. Krapp, 1998, S. 191). In diesem Zusammenhang spielt auch „das Einnehmen einer neuen, ungewohnten Perspektive, die neue Einsichten ermöglicht, eine wichtige Rolle“ und auch die Vermittlung von „Insiderwissen“ durch Expert:innen hat das Potential, das Interesse der Schüler:innen zu wecken (Scheersoi et al., 2019, S. 48). Die didaktische Gestaltung des Einstiegs in das neue Thema ist somit entscheidend für die Interessengenese.

Dieses anfängliche situationale Interesse an einem neuen Lerngegenstand sollte daher durch die eine interessenfördernde didaktisch-methodische Unterrichtsgestaltung aufrechterhalten werden („hold“-Komponente, s.o.). Nach Ruppert (2019) sind hier vor allem die Wahl der Methode und der Lernumgebung sowie die Auswahl der Beispiele „ausschlaggebend“ (S. 106). Der Kontext, in dem ein Thema im Biologieunterricht behandelt wird, hat einen großen Einfluss auf das Interesse der Lernenden an diesem Thema (Scheersoi et al., 2019, S. 43). Hier konnte gezeigt werden, dass sich Schüler:innen mehr für Lerninhalte interessieren, wenn authentische Kontexte gewählt werden und das Thema einen Bezug zum Alltag und zu den Erfahrungen der Lernenden sowie zu aktuellen Entwicklungen und Problemen hat. In der Studie zu den Interessen im Fach Biologie in der Sekundarstufe I wurde deutlich, dass vor allem ästhetisches Empfinden und Naturerfahrungen das Interesse von Schüler:innen an tier- und pflanzenkundlichen Themen positiv beeinflussen (Finke, 1999). In Bezug auf das Interesse an Natur- und Umweltschutz scheint es besonders förderlich zu sein, den Schüler:innen Beispiele

aus der Region und Möglichkeiten zum umweltbewussten Handeln näherzubringen. Aufgrund ihrer Beobachtungen heben Leske und Bögeholz (2008) hervor, dass insbesondere bei Schüler:innen höherer Klassenstufen die behandelten Themen mit Beispielen aus der Lebenswelt der Lernenden verknüpft werden sollten, um Interesse zu generieren.

In der Interessenforschung wurden insbesondere „Hands-on“-Aktivitäten im Unterricht als interessenfördernd identifiziert, wobei sich „Hands-on“ darauf bezieht, dass die Schüler:innen durch eigenes Erleben lernen, z.B. biologische Arbeitsweisen wie Mikroskopieren und Experimentieren und durch das Anfassen von Objekten (Holstermann et al., 2010, S. 744). Es wurde auch beobachtet, dass Vorerfahrungen das Interesse der Schüler:innen an den Aktivitäten sowohl positiv als auch negativ beeinflussen können und dass die Qualität der Hands-on-Erfahrungen entscheidend ist, was bei der Unterrichtsgestaltung berücksichtigt werden sollte. Aktivitäten, bei denen die Lernenden aktiv und eigenständig Themen erarbeiten und Untersuchungen durchführen können, sollten häufig im Unterricht eingesetzt werden, wobei insbesondere die eigenständige Formulierung von Fragestellungen und die Planung der Untersuchung die Interessenentwicklung positiv beeinflussen (Scheerso et al., 2019, S. 44). In diesem Zusammenhang wurden oben bereits die Vorteile des forschend-entdeckenden Lernens beschrieben.

Im Unterricht sollte auch das sogenannte „Flow-Erleben“ gefördert werden, das als „ein Zustand der intensiven und hochkonzentrierten Auseinandersetzung mit einer Aufgabe, die trotz starker Beanspruchung als interessant, spannend und lohnend erlebt wird“ beschrieben wird und das Lernen positiv beeinflusst (Urhahne & Krombaß, 2010, S. 52). Dies gelingt der Lehrperson vor allem dadurch, dass sie ihre eigene Begeisterung für das Fach vermittelt und die Aufgaben so gestaltet sind, dass sie an das Wissensniveau der Schüler:innen angepasst sind, aber trotzdem als herausfordernd und wichtig empfunden werden. Um ein Flow-Erleben zu ermöglichen, sollten die Aufgaben im Unterricht zudem Neugier und Begeisterung für das Thema wecken und eine hohe Konzentration und Selbstständigkeit bei den Schüler:innen fördern (Urhahne & Krombaß, 2010). Dies kann beispielsweise durch Partner- oder Gruppenarbeit unterstützt werden. Generell gelten kooperative Lernarrangements im naturwissenschaftlichen Unterricht als förderlich im Hinblick auf den Lernerfolg und das Kompetenzerleben der Schüler:innen, die Konzeptentwicklung („conceptual change“) sowie die Entwicklung einer positiven Einstellung gegenüber naturwissenschaftlichen Fächern (Berger & Walpuski, 2018, S. 228).

Aufgrund der beobachteten Tendenz zur „Plant Blindness“ bzw. zum Desinteresse an Pflanzen sollten im Biologieunterricht vermehrt Möglichkeiten zur Auseinandersetzung mit Pflanzen

und wichtigen pflanzenbiologischen Aspekten angeboten werden. Dabei werden vor allem Naturerfahrungen und Naturkontakte als besonders interessenfördernd angesehen (Tessartz & Scheersoi, 2021, S. 266). Basierend auf den Ergebnissen einer Studie zur Interessenentwicklung von Schüler:innen durch Erfahrungen mit Pflanzen im Rahmen eines speziellen außerschulischen Lernangebots stellen Tessartz und Scheersoi (2021) folgende Empfehlungen für eine Unterrichtsgestaltung zur Förderung des Interesses an Pflanzen auf:

„Angebote zur Förderung des Interesses an Pflanzen sollten...

...selbstbestimmte Auseinandersetzungen mit Pflanzen ermöglichen:

- Unterstützung durch engen Betreuungsschlüssel
- frei von Notendruck und curricularen Vorgaben
- z.B. im Rahmen einer AG

...die Wahrnehmung der Pflanzenvielfalt fördern:

- Kennenlernen verschiedener Biotope
- gezielte Betrachtung der Pflanzen durch Bereitstellung kurzer Forschungsaufträge
- Einblicke in bisher unbekannte Lebensräume
- z.B. durch Exkursionen in Botanische Gärten

...Gelegenheit zum wissenschaftlichen Arbeiten mit Pflanzen bieten:

- Planung und Durchführung eigener Untersuchungen mit Pflanzen
- Bereitstellung wissenschaftlicher Instrumente (z.B. Lupen und Binokulare)
- wissenschaftliche Herangehensweise und Dokumentation bei der Anzucht eigener Pflanzen
- Vergleich unterschiedlicher Wachstumsbedingungen
- Beobachtung der Pflanzen und Protokollierung von Veränderung

...gärtnerische Aktivitäten beinhalten:

- Anlegen von Beeten
- Anzucht und Pflege eigener Pflanzen
- Ernte und Verzehr der Früchte.“ (S. 277-278)

Besonders interessenfördernde Lernumgebungen stellen außerschulische Lernorte dar, deren Potential zur Interessengenesse im nächsten Kapitel am Beispiel des Botanischen Gartens der Universität Wien näher beleuchtet wird.

4.3.5. Der Botanische Garten als außerschulischer Lernort

Der Biologieunterricht findet in der Regel im Klassenzimmer oder im Biologieraum der Schule statt, die aufgrund ihrer Ausstattung den „didaktisch-methodischen Anforderungen des formellen Lernens“ entsprechen und somit „primäre Lernorte“ darstellen (Lehnert & Köhler, 2019, S. 175). Im Gegensatz dazu werden Lernorte außerhalb einer Bildungseinrichtung, wie z.B. Naturstandorte im Wald oder Park, als „außerschulische Lernorte“ bezeichnet. Außerschulische Lernorte, die über didaktisch konzipierte Vermittlungsprogramme verfügen und Lernmöglichkeiten bieten, werden als „informelle“ Lernorte bezeichnet (Lehnert & Köhler, 2019). Ein gutes Beispiel dafür ist der Botanische Garten der Universität Wien mit der Grünen Schule.

Botanische Gärten bieten Schüler:innen die Gelegenheit, lebende Pflanzen mit verschiedenen Sinnen zu erfahren und somit „Erfahrungen aus erster Hand“ (Primärerfahrungen) zu machen (Lehnert & Köhler, 2019, S. 175). Es konnte gezeigt werden, dass wir uns Inhalte besser merken können, wenn Sinneseindrücke während des Lernprozesses möglich waren (vgl. Jäkel, 2021, S. 253). Naturerfahrungen haben zudem einen positiven Einfluss auf das Naturschutzbewusstsein der Schüler:innen und ihre Handlungsbereitschaft zum Schutz der Umwelt, können den Lernenden aber auch dabei helfen, eine positive Einstellung gegenüber der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt zu entwickeln (vgl. Leske & Bögeholz, 2008). Diese Aspekte sind insbesondere im Hinblick auf BNE von Bedeutung und unterstreichen die Wichtigkeit, direkte Erfahrungen mit und in der Natur im schulischen Kontext zu ermöglichen. Leske und Bögeholz (2008) konnten in ihrer Studie zu den Einflussfaktoren auf die Handlungsbereitschaft von Lernenden zum Schutz der biologischen Vielfalt feststellen, dass vor allem erkundende, ökologische und ästhetische Naturerfahrungen positive Effekte zeigen. Erkundende Naturerfahrungen sind solche, bei denen die Schüler:innen die Möglichkeit haben, z.B. Tiere und Pflanzen zu erforschen und zu beobachten, ökologische Naturerfahrungen sind solche, bei denen z.B. bei Maßnahmen zum Arten- oder Biotopschutz mitgeholfen wird und ästhetische Naturerfahrungen sind solche, bei denen die Ästhetik der Natur, z.B. der Geruch, genossen werden kann (Leske & Bögeholz, 2008, S. 173). Für die Handlungsbereitschaft zum Schutz der regionalen biologischen Vielfalt scheinen vor allem erkundende und ökologische Naturerfahrungen zentral zu sein. Scheerso (2021) fasst zur Rolle von Naturerfahrungen für die Interessenentwicklung zusammen, dass „ausreichend Raum für individuelle Zugänge, freies Erleben, Vertrautheit, Irritation oder die sinnliche Wahrnehmung von Naturschönheit“ wichtige interessenfördernde Aspekte sind (S. 109). Insbesondere die ungezwungene

Auseinandersetzung der Lernenden mit Pflanzen kann sich positiv auf die Wertschätzung von Pflanzen und das Interesse der Schüler:innen auswirken (Tessartz & Scheersoi, 2021, S. 276).

Der Botanische Garten der Universität Wien mit seiner Grünen Schule bietet den Schüler:innen ganzjährig die Möglichkeit unmittelbare Naturerfahrungen zu machen. Er hat damit das Potential, das Interesse der Schüler:innen an der Natur, ihre Wertschätzung sowie das Bewusstsein und die Handlungsbereitschaft der Lernenden entsprechend einer nachhaltigen Entwicklung zu fördern und somit einen Beitrag zur BNE zu leisten. Insbesondere die angebotenen Workshops ermöglichen es den Lernenden, durch kurze Forschungsaufträge selbst aktiv zu werden, die Pflanzen und Lebensräume im Garten eigenständig zu erkunden und ohne Notendruck zu lernen. Sie erfüllen somit viele der oben beschriebenen Empfehlungen zur Förderung des Interesses von Schüler:innen an Pflanzen (Tessartz & Scheersoi, 2021, S. 277-278). Darüber hinaus können im Botanischen Garten viele Tiere wie Vögel, Insekten, etc. beobachtet werden, die hier mitten in der Stadt einen wichtigen Lebensraum finden. Solche Beobachtungen können den Schüler:innen helfen, Lebensräume von Pflanzen und Tieren kennenzulernen und Wechselwirkungen zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt zu „erleben“ bzw. zu begreifen (Lehnert & Köhler, 2019, S. 182). Primäre Naturerfahrungen am außerschulischen Lernort zeichnen sich durch eine hohe Authentizität aus, die sich vor allem in Kombination mit Hands-on-Aktivitäten positiv auf die Motivation der Lernenden und die Lernwirksamkeit auswirkt (Wilde et al., 2019).

Der Lernerfolg an außerschulischen Lernorten wie dem Botanischen Garten hängt jedoch von verschiedenen Faktoren ab, die bei der Planung des Besuchs berücksichtigt werden sollten. Die bereits erwähnten Grundbedürfnisse der Lernenden nach sozialer Eingebundenheit und dem Erleben von Autonomie und Kompetenz spielen auch beim informellen Lernen eine zentrale Rolle und sollten ermöglicht werden (Wilde et al., 2019, S. 254). Darüber hinaus sollten die behandelten Themen bzw. Lerngegenstände durch eine thematische Vor- und Nachbereitung in den Unterricht integriert werden. Bessere außerschulische Lernerfolge konnten in Kombination mit einer zusätzlichen unterrichtlichen Vorbereitung des Themas beobachtet werden, was laut Wilde et al. (2019) darauf zurückzuführen ist, dass die Lernenden das neue Wissen besser in bestehende Wissensstrukturen einordnen und vernetzen können, was der konstruktivistischen Sichtweise des Lernens entspricht (S. 262). Neben der hohen Authentizität zeichnet sich die außerschulische Lernumgebung durch eine Vielzahl von Einflüssen aus (Wilde, 2007, S. 165). Oft wird ein außerschulischer Lernort im schulischen Kontext nur einmal besucht, was dazu führen kann, dass neben dem eigentlich motivierenden Effekt der neuen Lernumgebung durch die Unbekanntheit auch Unsicherheit und Ablenkung bei den Schüler:innen beobachtet wird

(Wilde et al., 2019, S. 256). Um die Schüler:innen während des Besuchs des Botanischen Gartens nicht kognitiv zu überlasten, sollten vorher geeignete Lernziele festgelegt und formuliert sowie der Aufenthalt gut strukturiert und geplant werden (Jäkel, 2021). Für Museumsbesuche wurde beobachtet, dass der Lernerfolg größer ist, wenn das außerschulische Lernen durch gut strukturiertes Lernmaterial angeleitet und unterstützt wird und der Besuch effektiv in den Schulunterricht eingebettet ist (Walter & Wiesner, 2009). Nach Jäkel (2021) sollte außerschulisches Lernen so gestaltet sein, dass sich gut strukturierte und offene Arbeitsphasen mit Phasen der „Kommunikation und eigenem Entdecken, zwischen Informationsaufnahme, Dokumentation und Präsentation“ abwechseln, anspruchsvolle Aufgaben gestellt werden und bei der Nachbereitung im Unterricht das Gelernte wiederholt aufgegriffen und besprochen wird (S. 355).

Der Botanische Garten als Lernort bietet viele Möglichkeiten und birgt bei sinnvoller Nutzung ein großes Potential, um diverse biologische und natur- und artenschutzrelevante Themen zu vermitteln, das Interesse der Schüler:innen an Pflanzen zu fördern sowie Ziele der BNE zu verwirklichen. Bei der Planung des Workshops für die mAc-Klimawochen bzw. für das Bildungsprogramm des Botanischen Gartens wurden daher die oben beschriebenen Aspekte für erfolgreiches außerschulisches Lernen berücksichtigt.

5. Didaktisches Konzept des Workshops

Nach der Darstellung der Rahmenbedingungen des Workshops „Pannonische Pflanzenwelt“ (s. Kapitel 3), werden nun wichtige Aspekte wie Lernziele, Hypothesen, Methodenwahl, die bei der Konzeption des Workshops berücksichtigt wurden, vorgestellt. Anschließend wird kurz dargestellt, wie der Workshop pilotiert wurde, bevor der Ablauf des Workshops detailliert beschrieben und kurz reflektiert wird.

5.1. Definition der Lernziele

Für den Workshop ergeben sich aus den Rahmenbedingungen und den allgemeinen Lernzielen für die Zielgruppe folgende fachspezifische und umweltbildende Lernziele für den geplanten Workshop:

Fachspezifische Lernziele

- Die Schüler:innen lernen die einheimischen pannonischen Trockenrasen und deren Pflanzen kennen und bekommen einen Überblick über geographische Lage, klimatische und edaphische Bedingungen, Bedeutung des Einflusses durch den Menschen, Gefährdung, sowie Naturschutzmaßnahmen.
- Die Schüler:innen erkennen die Vielfalt der pannonischen Pflanzenarten.
- Die Schüler:innen beobachten/erkennen die Anpassungsmöglichkeiten von Pflanzen an trockene Standortbedingungen und versuchen die Funktion der Merkmale zu erklären.
- Die Schüler:innen erkennen die Bedeutung der Trockenrasen als Lebensraum.

Lernziele für die Umweltbildung

- Die Schüler:innen entwickeln durch Originalerfahrungen mit den Pflanzen Interesse an der heimischen pannonischen Trockenvegetation.
- Die Schüler:innen erkennen die Bedeutung des In-situ-Arten- und Biotopschutzes und entwickeln eine positive Einstellung gegenüber Naturschutzmaßnahmen (am Beispiel der Erhaltungsmaßnahmen für die Trockenrasen) und erkennen die Bedeutung des Botanischen Gartens für den In-situ- und Ex-situ-Artenschutz.
- Die Schüler:innen erkennen mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den Lebensraum und die einheimischen Trockenpflanzen.

5.2. Hypothesen zur Interessen- und Umweltbildung und mögliche Schüler:innenvorstellungen

Entsprechend den theoretischen Grundlagen zur Interessengenese und Umweltbewusstseinsbildung (vgl. Kapitel 4.2. und 4.3.) und basierend auf den Ergebnissen verschiedener Studien zum Interesse von Schüler:innen an pflanzenbiologischen Themen, insbesondere im Zusammenhang mit der pannonischen Flora, wurden folgende Vorannahmen bei der hypothesengeleiteten Planung des Workshops berücksichtigt.

Das Interesse bei den Teilnehmer:innen des Workshops kann geweckt und ihr Umweltbewusstsein gefördert werden durch:

- das Erleben von Hands-on-Erfahrungen (Originalerfahrungen) mit den Pflanzen am außerschulischen Lernort,
- ein „Aha-Erlebnis“ beim Erkennen der Artenvielfalt und der Bedeutung des Lebensraumes,
- eigenständige Untersuchungen und authentische Kontexte (forschend-entdeckendes Lernen),
- die unmittelbare Nähe der Trockenrasen zum Wohnort der Teilnehmer:innen (Relevanz für die Erfahrungs- und Lebenswelt),
- Ästhetik, z.B. schöne Blüten, blühende Trockenrasen,
- die Seltenheit und Schutzbedürftigkeit der pannonischen Flora,
- das Erkennen der Bedeutung von Schutzmaßnahmen für die Erhaltung von Lebensräumen.

Weiters wurden mögliche Präkonzepte der Teilnehmer:innen in Verbindung mit den pannonisch verbreiteten Trockenpflanzen durch eine Literaturrecherche und eigene Überlegungen zusammengetragen, die ebenfalls bei der Planung des Workshops berücksichtigt wurden.

Mögliche Schüler:innenvorstellungen sind:

- Viele Pflanzen auf den Trockenrasen sind vertrocknet.
- Trockenrasen sind parkähnlich angelegte Wiesen, die der Erholung dienen.
- Die Pannonische Schaugruppe im hinteren Teil des Botanischen Gartens wird nicht gepflegt und es wächst viel „Unkraut“.
- Es gibt keine Artenvielfalt in den pannonischen Trockenrasen.
- Trockenheit ist immer schlecht für Pflanzen / Pflanzen brauchen viel Wasser.
- Trockenpflanzen werden durch den Klimawandel keine Probleme bekommen, da sie an die Trockenheit angepasst sind.
- Die Pflanzen bilden nach und nach neue Strukturen aus, die sie vor der durch den Klimawandel zunehmenden Trockenheit schützen („gezieltes adaptives Handeln von Individuen“, Baalman et al., 2004, S. 12).

- Die Trockenpflanzen passen sich schneller als andere Pflanzen an die sich durch den Klimawandel veränderten Bedingungen an („adaptive körperliche Umstellung“, Baalman et al., 2004, S. 13).
- ...

5.3. Gegebenheiten im Botanischen Garten der Universität Wien

Neben den Rahmenbedingungen, die sich aus der Konzeption des Workshops für die mAc-Klimawochen und die Grüne Schule ergeben, müssen auch die Gegebenheiten des Botanischen Gartens der Universität Wien bei der Planung berücksichtigt werden. So ist beispielsweise zu beachten, dass es sich bei der Pannonischen Gruppe um eine künstlich angelegte Schaugruppe handelt, in der die Standortbedingungen möglichst naturgetreu nachgebildet wurden. Bei der Einführung des Themas sollten die Teilnehmer:innen des Workshops dementsprechend für mögliche Einflussfaktoren der nicht ganz natürlichen Standortbedingungen im Botanischen Garten sensibilisiert werden. In der Schaugruppe befinden sich einige Informationstafeln, die während des Workshops genutzt werden können. Zum Themenschwerpunkt „Anpassungsstrategien“ der pannonischen Flora an Trockenheit gibt es jedoch noch kein Informationsmaterial, das als Arbeitsmaterial für den Workshop zur Verfügung steht.

Bei den praktischen Phasen des Workshops sollen die Teilnehmer:innen möglichst Hands-on-Erfahrungen sammeln. Allerdings ist der Platz in der Pannonischen Schaugruppe des Botanischen Gartens begrenzt und die Flächen abseits der Wege dürfen von den Besucher:innen nicht betreten werden, um die dort wachsenden Pflanzen zu schützen. Zudem sollten die Teilnehmer:innen des Workshops unbedingt darauf hingewiesen werden, dass im gesamten Botanischen Garten keine Pflanzen(-teile) aus- oder abgerissen werden dürfen. Diese Einschränkungen mussten auch bei der Planung des Workshops berücksichtigt werden. Im Rahmen der Grünen Schule ist es jedoch möglich, Pflanzenmaterial für Führungen und Workshops zur Verfügung zu stellen. Um hier die Möglichkeiten für den Workshop zu besprechen, fand zu Beginn der Planung im März 2021 eine Begehung der Pannonischen Schaugruppe im Botanischen Garten mit der zuständigen Gärtnerin Alena Binder statt. Bei dieser Begehung wurde besprochen, welche pannonischen Pflanzenarten sich als Anschauungsmaterial eignen und von der Gärtnerin im Vorfeld des Workshops als Anschauungsmaterial zur Verfügung gestellt werden können. Eine Liste der zusammengestellten Pflanzenarten findet sich in Anhang 14.2. Bei der Auswahl wurde außerdem darauf geachtet, dass die Pflanzen für die eigenständigen Untersuchungen durch die

Teilnehmer:innen des Workshops möglichst nah am Weg wachsen, damit sie gut zugänglich sind. Da nicht alle Pflanzen in der Schaugruppe beschildert sind, müssen vor dem Workshop je nach Bedarf zusätzliche Pflanzenschilder erstellt und aufgestellt werden, um die Pflanzen für die Phasen zu kennzeichnen, in denen die Teilnehmer:innen eigenständig praktisch arbeiten sollen.

Für die praktischen Phasen des Workshops steht zusätzlich das Botanicum zur Verfügung. Hier können z.B. die Binokulare für eigenständige Untersuchungen der Merkmale der Trockenpflanzen durch die Teilnehmer:innen genutzt werden. Ebenso können der Kursraum und die vorhandenen Medien für Präsentationen etc. genutzt werden. Das Botanicum bietet auch die Möglichkeit, bei schlechtem Wetter Teile des Workshops ins Trockene zu verlegen. Im Vorbereitungsraum des Botanicums können zudem alle Materialien für den Workshop gelagert und vorbereitet werden.

5.4. Aspekte der Methodenauswahl

Bei der Konzeption des Workshops wurden die oben beschriebenen interessen- bzw. lernfördernden Aspekte berücksichtigt und es wurde versucht, den Teilnehmer:innen durch Hands-on-Aktivitäten Gelegenheiten zur eigenständigen und kooperativen Auseinandersetzung mit dem Thema zu bieten. Entsprechend den Anforderungen des mAc-Kooperationsprojektes wurden bei der Planung des Workshops möglichst viele Elemente des forschend-entdeckenden Lernens umgesetzt, wie z.B. die Wahl einer authentischen Problemstellung und strukturierte Forschungsaufträge, die Raum für eigenständige Überlegungen lassen und eine systematische Bearbeitung ermöglichen. Aufgrund der begrenzten Zeit während des Workshops und der möglichen Überforderung und Unsicherheit durch die außerschulische Lernumgebung, wurden für die Teilnehmer:innen Orientierungshilfen und gut strukturierte Arbeitsmaterialien für die eigenständigen praktischen Phasen entworfen. Als Orientierungshilfe im Botanischen Garten werden Pläne verteilt und in der Pannonischen Schaugruppe neben den jeweiligen Untersuchungspflanzen Schilder in den Boden gesteckt, die nach dem Vorbild der Pflanzenschilder im HBV gestaltet wurden (s. Abb. 6). Das entworfene Arbeitsblatt, welches in Abbildung 7 und 8 dargestellt ist, hat eine klare Fragestellung und einzelne Arbeitsschritte sind vorgegeben, um die Teilnehmer:innen während der eigenständigen Bearbeitung der Aufgabenstellung zu unterstützen. Eine solche starke Strukturierung und Unterstützung ist sinnvoll, da bei der Durchführung der Workshops nicht bekannt ist, ob die teilnehmenden Schüler:innen bereits Erfahrungen mit forschend-entdeckenden Lernarrangements gemacht haben (vgl. Banchi & Bell, 2008, S. 26). Ein weiteres Design mit einer offeneren Struktur für

mehr Selbstständigkeit bei der Bearbeitung der Aufgaben, das alternativ eingesetzt werden kann, ist in Anhang 14.3. dargestellt. Darüber hinaus sollen die Aufgaben in Interaktion mit den Peers bearbeitet werden, um den kommunikativen Austausch zu fördern und kooperatives Lernen zu ermöglichen.

Generell folgt der Aufbau des Workshops dem typischen Ablauf des Biologieunterrichts mit einer Einführung in das Thema, einer Erarbeitungsphase, einer Phase der Ergebnissicherung, einer Vertiefungsphase und einem Abschluss (Spörhase, 2010, S. 14). Die theoretische Einleitung sollte möglichst kurzgehalten werden und hat die Aufgabe, die Neugier der Schüler:innen zu wecken und an die Lebenswelt und Alltagserfahrungen der Schüler:innen anzuknüpfen. Die Auswahl möglicher Untersuchungspflanzen wurde gemeinsam mit der zuständigen Gärtnerin bei einer Begehung der Schaugruppe getroffen, wobei hier auf die Zugänglichkeit der Pflanzen (z.B. am Wegesrand) geachtet wurde und darauf, ob Pflanzenmaterial für die eigenständige Arbeit der Teilnehmer:innen mit dem Binokular zur Verfügung gestellt werden kann. Da die Pflanzen in der Schaugruppe von Jahr zu Jahr unterschiedlich gut wachsen bzw. unsicher ist, wann die Pflanzen z.B. im Frühjahr austreiben, sollten vor jedem Workshop gemeinsam mit der Gärtnerin aus der Liste (s. Anhang 14.2.) und entsprechend der Gruppengröße Untersuchungspflanzen ausgewählt werden.



Abbildung 6. Pflanzenschild zur Markierung der Pracht-Königskerze für die Untersuchung im Rahmen des Workshops (Foto: Philine Werner)

Methodenvielfalt wirkt sich positiv auf den Lernerfolg aus, daher sollten während des Workshops möglichst viele verschiedene Methoden eingesetzt werden (Jäkel, 2021, S. 352). Als Erkenntnismethode für die selbstständigen Arbeitsphasen des Workshops wurde vor allem das „Betrachten“ gewählt, da es sich hierbei um eine typische Methode des Biologieunterrichts handelt, die es den Lernenden ermöglicht, „Eigenschaften und Merkmale von unbewegten Objekten mit ihren Sinnen (Sehen, Hören, Tasten) bewusst und im Detail zu erfassen“ (Ottner, 2010, S. 76). Mit Hilfe des gezielten Betrachtens kann man den Fokus der Schüler:innen auf interessante Details und

naturwissenschaftliche Phänomene lenken und sie lernen, sich aufmerksam, konzentriert und über einen längeren Zeitraum mit den Strukturen eines Objektes im Detail auseinanderzusetzen. Entscheidend ist dabei, dass es eine konkrete Fragestellung gibt, die die Schüler:innen durch das Betrachten von Strukturen zu beantworten versuchen (Köhler & Meisert, 2019, S. 135). Darüber hinaus ist es sinnvoll, dass die Lernenden die betrachteten Strukturen mit den entsprechenden Funktionen in Verbindung bringen müssen, da dies zu vernetzendem Denken anregt und das Verständnis biologischer Erkenntnisgewinnung sowie das Interesse an biologischen Fragestellungen fördern kann (Ottini, 2010). Für die Lehrperson ist es wichtig, darauf zu achten, dass die Schüler:innen die Ergebnisse der Betrachtung von der Interpretation trennen, da es sich bei der Interpretation um das Formulieren von Hypothesen handelt, die wiederum überprüft werden sollten. Dies wurde auch bei der Gestaltung der Arbeitsaufträge berücksichtigt.

Die Erkenntnismethode „Betrachten“ soll im Workshop mit verschiedenen Arbeitstechniken kombiniert werden. So bekommen die Teilnehmer:innen in den praktischen Phasen unter anderem Lupen und Binokulare zur Verfügung gestellt. Durch die Möglichkeit, eine neue optische Dimension von Strukturen zu erkunden, übt das Mikroskopieren eine gewisse Faszination auf die Schüler:innen aus und sie „lernen den Umgang mit einem anspruchsvollen Arbeitsgerät, trainieren ihre Feinmotorik, entwickeln ihr räumliches Vorstellungsvermögen und schärfen ihren Blick für Details“ (Köhler & Meisert, 2019, S. 149). In Kombination mit dem Betrachten sollen die Teilnehmer:innen Zeichnungen anfertigen, in denen sie die beobachteten Untersuchungsobjekte bzw. einzelne Strukturen skizzieren sollen. Das Anfertigen solcher Skizzen dient der Dokumentation der Ergebnisse und kann den Lernenden helfen, wesentliche Merkmale der beobachteten Objekte zu erkennen und einen Einblick in die Anwendung dieser biologischen Dokumentationstechnik zu erhalten (vgl. Retzlaff-Fürst, 2013). In diesen Phasen sollten die Lernenden möglichst selbstständig arbeiten.

Neben den Gelegenheiten zur selbstständigen Erkenntnisgewinnung und Dokumentation sollen die Schüler:innen entsprechend den Leitlinien eines kompetenzorientierten Biologieunterrichts (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF], 2023) während des Workshops genügend Gelegenheiten haben, ihre Beobachtungen und Erkenntnisse zu kommunizieren, auszutauschen und zu diskutieren. Dies soll zunächst in Kleingruppen geschehen, bevor alle Beobachtungen und Erkenntnisse im Plenum zusammengetragen und diskutiert werden. In den praktischen Phasen des Workshops sollen die Mitglieder einer Gruppe Beobachtungen und Erkenntnisse zu den Merkmalen der ihnen zugeteilten Untersuchungspflanze sammeln und diese durch das Aufstellen von Hypothesen interpretieren,

bevor diese in der nächsten Phase in Kleingruppen präsentiert werden. Zu diesem Zweck werden neue Gruppen gebildet, wobei jeder neu gebildeten Gruppe ein „Experte“ oder eine „Expertin“ für eine pannonische Pflanze zugeteilt wird. Ziel dieses Arrangements ist es, dass alle Schüler:innen alle untersuchten Pflanzen mit ihren Besonderheiten kennenlernen und ihre Beobachtungen und Interpretationen miteinander vergleichen können. Dazu ist es notwendig, dass sich alle Gruppenmitglieder am Forschungsprozess beteiligen und vorher gemeinsam überlegen, wie die Ergebnisse der praktischen Phasen zusammengefasst und für die anderen verständlich dargestellt werden können. Die Gruppengröße sollte dabei nicht zu groß sein, um eine Beteiligung aller Mitglieder der Kleingruppen an der Auseinandersetzung mit der Aufgabenstellung während der Erarbeitungs- und Diskussionsphasen des Workshops zu gewährleisten (vgl. Berger & Walpuski, 2018, S. 229). Es wurde beobachtet, dass Gruppen mit drei bis fünf Mitgliedern bei der Gruppenarbeit am besten funktionieren und die Beteiligung aller fördern, und je kürzer die Zeit ist, die für die Bearbeitung der Gruppenaufgabe zur Verfügung steht, desto weniger Mitglieder sind sinnvoll (Burke, 2011). Für den Workshop scheint daher eine Gruppengröße von drei bis fünf Mitgliedern für die selbstständige Gruppenarbeit, je nach Größe der teilnehmenden Klasse, angemessen zu sein.

Im Zusammenhang mit der Förderung des Lernerfolgs und des Interesses der Schüler:innen wird durch die Wahl der Gruppenarbeit als Sozialform während der selbstständigen Arbeitsphasen darauf gesetzt, dass sich die Schüler:innen gegenseitig beim Lernen unterstützen können (vgl. Bruckermann et al., 2017, S. 20) und ein Gefühl der sozialen Eingebundenheit ermöglicht wird. Ebenso sollen der oder die Gartenführer:in und gegebenenfalls die Klima-Buddies durch ihr Expert:innenwissen und entsprechende Hilfestellungen sowie Feedback während des gesamten Workshops Unterstützung („scaffolds“) bieten und Kompetenzerleben ermöglichen (vgl. Bruckermann et al., 2017; Wilde et al., 2019). Durch das eigenständige Arbeiten während der Praxisphasen sowie die selbstbestimmte Präsentation und Diskussion der Ergebnisse in den Gruppen wird die Autonomie der Lernenden gefördert. Insgesamt wurde bei der Konzeption des Workshops darauf geachtet, die Potentiale des Botanischen Gartens als außerschulischen Lernort unter Berücksichtigung interessen- und lernförderlicher Unterrichtsaspekte bestmöglich zu nutzen und die Lernprozesse während des Workshops optimal zu unterstützen.

Forschungsprotokoll

Name: _____

Untersuchte Pflanzenart: _____

Datum: _____

Vegetationstyp: _____

Fragestellung: Welche Anpassungen haben die Pflanzen der pannonischen Trockenrasen an ihren warm-trockenen Lebensraum?

Betrachtet eure zugeteilte Pflanze an ihrem Standort und überlegt euch, welche Merkmale auf Anpassungen an den Trockenstandort hinweisen. Beschreibe deine Beobachtungen und entwickle Hypothesen dazu, wie die beobachteten Anpassungen zum Schutz vor Trockenheit beitragen. Fertige außerdem auf der Rückseite eine Skizze von der gesamten Pflanze inkl. einer Höhenangabe an.

Standort (Bewuchs um die Pflanze herum, Boden, Sonneneinstrahlung, Auffälligkeiten, usw.)

Beobachtungen:

Gestalt der Pflanze (Aussehen, Höhe, Verzweigungen, Auffälligkeiten, usw.)

Beobachtungen:

Hypothese(n):

Blätter (Form, Farbe, Auffälligkeiten, usw.)

Beobachtungen:

Hypothese(n):

Für die Skizze der Pflanze bitte die Rückseite benutzen! →

1

Abbildung 7. Vorderseite des Arbeitsblatts für die praktischen Phasen des Workshops „Pannonische Pflanzenwelt“

Zusatzaufgaben

Welche Pflanzen wachsen noch an eurem Standort?

Vergleicht euren Standort mit anderen Trockenvegetationstypen in der Schaugruppe. Was fällt euch auf?

Welche Tiere konntet ihr bei eurer Pflanze bzw. dem Standort beobachten?

Abbildung 8. Rückseite des Arbeitsblatts für die praktischen Phasen des Workshops „Pannonische Pflanzenwelt“

5.5. Lehrplanbezug

Entsprechend der Zielgruppe des Workshops kann dieser im Lehrplan der Sekundarstufe II der Allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) verortet werden. Unter den allgemeinen Bildungs- und Lehraufgaben für den Biologieunterricht der 5. bis 8. Schulstufe findet sich eine Verknüpfung der Ziele des Workshops mit dem übergeordneten Bildungsziel „naturwissenschaftliche Phänomene erfahrbar zu machen, sowie Erkenntnisse der biologischen Forschung gewinnen, verstehen und kommunizieren zu können, und sich mit deren Grenzen auseinandersetzen zu können“ (BMBWF, 2023, S. 185). Im Lehrplan ist außerdem als Bildungsauftrag verankert, dass die Schüler:innen ein naturwissenschaftliches Verständnis und Kompetenzen erwerben sollen, die sie u.a. zu umweltgerechtem Handeln befähigen und ihr gesellschaftliches Engagement fördern, was mit Bildung für nachhaltige Entwicklung in Verbindung gebracht werden kann.

Der Workshop leistet durch seine thematischen und methodischen Schwerpunkte einen wichtigen Beitrag zu den Bildungsbereichen „Mensch und Gesellschaft“ sowie „Natur und Technik“. So kann z.B. ein Bezug zu den Lerninhalten „Mensch als beeinflussender Faktor von Ökosystemen; ... Wechselwirkung von Ökologie, Ökonomie, regionaler und überregionaler Politik und sozialer Entwicklung“ sowie „Auswirkung menschlicher Aktivitäten auf Ökosysteme; Artenkenntnis und Artenschutz; Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung; ... naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen“ hergestellt werden (BMBWF, 2023, S. 185). Als konkrete Lerninhalte sind im Lehrplan für die 6. Klasse Ökosysteme und Umweltfaktoren, die dabei eine Rolle spielen, sowie Umweltprobleme, z.B. durch den Klimawandel, vorgesehen. Darüber hinaus ist die Behandlung dieser Themen im Zusammenhang mit den übergeordneten Bildungsaufgaben und -bereichen für alle Klassen der Sekundarstufe II sinnvoll.

Im Fokus des Workshops stehen die Anpassungsstrategien pannonischer Pflanzen, welche von den Teilnehmer:innen durch Beobachtungen von Pflanzenmerkmalen und Standortbedingungen eigenständig erforscht werden sollen. Der Lehrplan der AHS sieht vor, dass in der 5. Schulstufe die Lerninhalte „Bau, Fortpflanzung und Lebensweise pflanzlicher Organismen“ behandelt werden. Auch das Thema „Ökologie und Nachhaltigkeit“ im Zusammenhang mit verschiedenen Formen der Landwirtschaft soll in der 5. Klasse unterrichtet werden. Die Bedeutung der Intensivierung der Landwirtschaft für den drastischen Rückgang der Trockenrasenflächen und vieler pannonischer Tier- und Pflanzenarten in Österreich, aber auch die Rolle der extensiven Bewirtschaftung durch Mahd und Beweidung für die Entstehung und Erhaltung von Trockenrasen sollen im Workshop thematisiert werden. Auch hier kann der Workshop im Lehrplan verortet werden.

5.6. Pilotierung und Überarbeitung des Workshops

Um das erste Konzept des Workshops zu begutachten, wurde bereits am 28. Juni 2021 eine Begehung des Gartens und eine Besprechung des geplanten Ablaufs mit den Kolleg:innen des Kooperationsprojektes Bakk.techn. Dipl. Ing.ⁱⁿ Barbara König, BEd, Mag. Dr. David Bröderbauer, Verena Aichberger, MEd und Natalie Lang, BEd durchgeführt. Während dieses Treffens wurden auch die didaktischen Materialien und die praktischen Übungen (mit Ausnahme des Mikroskopierens im Botanicum) von den Kolleg:innen erprobt und im Anschluss gemeinsam besprochen. Dabei wurde vor allem auf die Verständlichkeit der Aufgabenstellungen geachtet und überprüft, ob der gesetzte Zeitrahmen für die Durchführung der praktischen Übungen realistisch ist. Ziel der Besprechung und Erprobung der Praxisphasen des Workshops war es, mögliche Schwächen des Konzepts zu identifizieren und den Workshop gegebenenfalls weiterzuentwickeln.

Insgesamt gab es ein positives Feedback von den Kolleg:innen und der hier geplante Workshop wurde als für die Zielgruppe und den gesetzten Zeitrahmen als gut durchführbar eingestuft. Kleinere Verbesserungsvorschläge zu den Inhalten der theoretischen Einführung und der einzelnen Praxisphasen, z.B. zu den Arbeitsmaterialien, wurden im Anschluss an das Treffen noch in das Konzept eingearbeitet und die Materialien entsprechend modifiziert.

5.7. Ablauf des Workshops

In diesem Kapitel wird der Ablauf des Workshops „Pannonische Pflanzenwelt“ detailliert beschrieben. Insgesamt wurde der dreistündige Workshop in sieben Phasen mit drei möglichen Pausen unterteilt. Eine tabellarische Übersicht über den Ablauf findet sich in Tabelle 1. Eine Auflistung aller notwendigen Vorbereitungen für den Workshop sowie eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Phasen folgt im Anschluss. Diese Beschreibung wurde so gestaltet, dass sie den Gartenführer:innen der Grünen Schule des Botanischen Gartens, die die Teilnehmer:innen während des Workshops mit ihrem Expert:innenwissen betreuen werden, als Leitfaden zur Verfügung gestellt werden kann. Aus diesem Grund wird der Ablauf so detailliert wie möglich beschrieben und die einzelnen Phasen und praktischen Übungen mit wichtigen Aspekten, die angesprochen werden sollten, sowie einem Erwartungshorizont für mögliche Ergebnisse versehen. Zur Vorbereitung des Workshops werden außerdem die in Kapitel 4.1. zusammengetragenen Informationen zur pannonischen Pflanzenwelt mit den Quellenangaben als zusätzliches Informationsmaterial für die Gartenführer:innen bereitgestellt.

Tabelle 1. Tabellarische Übersicht zum Ablauf des Workshops „Pannonische Pflanzenwelt“

<p>Begrüßung Dauer: 5 Min. Ort: Eingang/Tor</p>	<p>Inhalt: Begrüßung der Teilnehmer:innen, Besprechung wichtiger Aufgaben des Botanischen Gartens und der Erwartungen an den Workshop Ziel: Kenntnisstand und Erwartungen erfassen Methode/Setting: Gespräch, Fragen im Plenum</p>
Fußweg zur Sukkulenten-Gruppe (WC-Pause) (ca. 5 Min.)	
<p>Einstieg Dauer: 10-15 Min. Ort: Sukkulenten-Gruppe</p>	<p>Inhalt: Besprechung der Umweltfaktoren im Trockenlebensraum, Beobachtungen zu den Anpassungen von Pflanzen an Trockenheit Ziel: wichtige Standortfaktoren im Trockenlebensraum zusammentragen, mögliche Anpassungen von Pflanzen kennenlernen Methode/Setting: Brainstorming, Fragen im Plenum (fragend-entwickelnder Vortrag), eigenständige Beobachtungen in der Schaugruppe Material: Anschauungsmaterial in der Sukkulenten-Gruppe</p>
Fußweg zur Pannonischen Gruppe, WC-Pause (10-15 Min.)	
<p>Theoretische Einführung Dauer: 15 Min. Ort: Pannonische Gruppe</p>	<p>Inhalt: Einführung in das Klima der pannonischen Region und die Trocken-rasentypen (u.a. Vorkommen, Entstehungsfaktoren, Gefährdung) Ziel: Erwerb von Grundkenntnissen über die pannonischen Trockenrasentypen; Vorbereitung der Fragestellung für die Praxisphasen Methode/Setting: Brainstorming, fragend-entwickelnder Vortrag, Begehung der Pannonischen Schaugruppe Material: Karte der Trockenrasentypen in Ostösterreich, Plan der Pannonischen Gruppe</p>
<p>Praktische Phase 1 Dauer: 25 Min. Ort: Pannonische Gruppe</p>	<p>Inhalt: Selbstständiges Erarbeiten von Merkmalen pannonischer Pflanzenarten (am Standort), Erkennen möglicher Anpassungen an Trockenheit, Hypothesenbildung zur Funktion Ziel: erworbenes/vorhandenes Wissen anwenden, neue Erkenntnisse gewinnen, Schlussfolgerungen ziehen Methode/Setting: Gruppenarbeit (3-5er Gruppen) Material: Forscherprotokolle, Klemmbretter, Stifte, Lupen, Maßbänder</p>
Rückweg zum Botanicum, WC-Pause (10-15 Min.)	
<p>Praktische Phase 2 Dauer: 30 Min. Ort: Botanicum</p>	<p>Inhalt: Selbstständige Untersuchung der Merkmale von pannonischen Pflanzenarten (Mikroskopieren), Erkennen möglicher Anpassungen an Trockenheit, Hypothesenbildung zur Funktion, Überlegungen zu möglichen Folgen des Klimawandels für die Pflanzen Ziel: erworbenes/vorhandenes Wissen anwenden, neue Erkenntnisse gewinnen, Schlussfolgerungen ziehen</p>

	<p>Methode/Setting: Gruppenarbeit (3-5er Gruppen)</p> <p>Material: Forscherprotokolle, Binokulare, Anschauungsmaterial der Pflanzen, Unterlegscheiben, Pinzetten, Präpariernadeln, usw., Power-Point-Folie (Anleitung Binokulare), Laptop, Beamer, Papier, Bleistifte, Steckbriefe</p>
<p>Präsentationen und Gruppendiskussion Dauer: 20-25 Min. Ort: Botanicum</p>	<p>Inhalt: Gegenseitige Vorstellung der Beobachtungen und Hypothesen zu den Anpassungen der Pflanzen und Vergleich der Ergebnisse, Gruppendiskussion zu den möglichen Folgen des Klimawandels, Überlegungen, welche der untersuchten Pflanzen besonderen Schutz, z.B. durch Artenschutzprojekte, benötigen</p> <p>Ziel: erworbenes/vorhandenes Wissen anwenden, Ergebnisse austauschen und vergleichen (Parallelen und Unterschiede erkennen), Schlussfolgerungen ziehen</p> <p>Methode/Setting: Schüler:innen-Präsentationen, Gruppendiskussion</p> <p>Material: Steckbriefe, Notizen der Gruppen, Anschauungsmaterial, (Fotos von Pflanzenmerkmalen, Standorten, usw.)</p>
<p>Abschlussdiskussion Dauer: 25 Min. Ort: Botanicum</p>	<p>Inhalt: Diskussion der Ergebnisse, Zusammenfassung wichtiger Gefahren und Schutzmaßnahmen für Trockenrasen, Vorstellung von Artenschutzprojekten des Botanischen Gartens</p> <p>Ziel: erworbenes/vorhandenes Wissen zusammenfassen und verinnerlichen, Schlussfolgerungen ziehen</p> <p>Methode/Setting: Schüler:innen-Präsentationen, Plenumsdiskussion, Präsentation durch Gartenführer:in</p> <p>Material: Power-Point-Folien (Quiz, Wurzelprofil), Anschauungsmaterial, Flipchart/Tafel, Laptop, Beamer</p>
<p>Verabschiedung (inkl. kurzes Feedback zum Workshop)</p>	

Für den Workshop benötigte Materialien:

- laminierte Karte zum Vorkommen der pannonischen Trockensteppen in Österreich (s. Abb. 15 in Anhang 14.1.);
- laminiertes Plan zum Aufbau der Pannonischen Gruppe im Botanischen Garten (s. Abb. 16 in Anhang 14.1.);
- Plan des Botanischen Gartens mit wichtigen Treffpunkten (1-2 pro Gruppe; s. Abb. 14 in Anhang 14.1.);
- Arbeitsblätter für praktische Arbeitsaufträge (1 pro Teilnehmer:in; s. Abb. 7-8);
- laminierte Steckbriefe ausgewählter Pflanzen mit Informationen zum Trockenvegetationstyp auf der Rückseite (2 pro Gruppe; s. Anhang 14.4.);
- rot markierte Pflanzenschilder mit den Artnamen und Vegetationstyp zur optischen Markierung der Pflanzen für die praktische Übung in der Schaugruppe (s. Anhang 14.8.);

- Klemmbretter, Stifte (in der Klemmbrett- und Stiftebox);
- Lupen (in der Lupenbox), Maßbänder (in der Stiftebox);
- weißes Papier für Skizzen;
- Anschauungsmaterial für je eine ausgewählte Pflanze pro Teilnehmer:innengruppe;
- Pinzetten, Präpariernadeln, Scheren, etc. zum Präparieren der Pflanzen und Objektträger zum Mikroskopieren (in Mikroskopierkiste)
- Power-Point-Folien (kurze Einführung in die Arbeit mit dem Binokular, Wurzelprofil, Quiz als Input zu wichtigen Schutzmaßnahmen & Gefährdungsfaktoren; s. Anhang 14.6.)
- Laptop und Beamer im Botanicum

Liste der notwendigen Vorbereitungen:

- Pflanzenmaterial (je nach Verfügbarkeit Zweige mit Blättern, evtl. ganze Pflanzen mit Wurzeln) von 4-6 pannonischen Pflanzen aus der Schaugruppe vorbereiten – sollte ca. 1 Woche vor dem Workshop mit der zuständigen Gärtnerin oder dem zuständigen Gärtner abgeklärt werden, damit das Pflanzenmaterial rechtzeitig gesammelt werden kann. Bei der Auswahl sollte auch darauf geachtet werden, dass die für den Workshop ausgewählten Pflanzen auf möglichst unterschiedlichen Substraten in der Schaugruppe vorkommen (z.B. Sandsteppe, Felssteppe, Waldsaum, Wiesensteppe, Rasensteppe, Silikatsteppe).
- Das Pflanzenmaterial zusammen mit den entsprechenden folierten Steckbriefen im Vorbereitungsraum des Botanicums bereitstellen.
- In der Pannonischen Schaugruppe die Pflanzenschilder als Markierung neben die Pflanzen, die von den Teilnehmer:innen in der ersten praktischen Phase untersucht werden sollen, in den Boden stecken. Hier sollte darauf geachtet werden, dass die zu untersuchenden Pflanzen in der Schaugruppe möglichst am Rande der Wege und weit voneinander entfernt wachsen, damit die Kleingruppen in Ruhe arbeiten können und sich nicht gegenseitig ablenken.
- Das Arbeitsblatt für die praktische Phase entsprechend der Anzahl der Teilnehmer:innen kopieren. Die ausgewählten Pflanzen und Vegetationstypen für die Kleingruppen oben auf die Arbeitsblätter schreiben.
- Binokulare im Botanicum (je 2-3 pro Gruppe), weißes Papier für die Skizzen sowie ausreichend Verlängerungskabel und Unterlegscheiben vorbereiten, damit die

Binokulare in der Pause schnell auf die Tischgruppen gestellt werden können; evtl. vorher die Tische zu Gruppen zusammenschieben.

- Die folierten Karten der Trockenvegetationen Österreichs und der Pannonischen Gruppe für die Einführung vorbereiten.
- Eine Tasche mit den Arbeitsblättern, Karten, Klemmbrettern, Maßbändern und Lupen für die Praxisphase 1 im Vorbereitungsraum des Botanicums bereitstellen.
- Power-Point-Folien mit Bildern (Abbildung des Wurzelsystems eines Trockenrasens im pannonischen Raum, das Quiz) für die Abschlussdiskussion bereithalten und Laptop einrichten.

Während des Workshops:

- In der Pause (nach der Praxisphase 1) die Binokulare auf den Tischgruppen bereitstellen und anschließen.
- Pflanzenmaterial und Steckbriefe auf einem Tisch am Eingang des Botanicums für die Teilnehmer:innen/Gruppen bereitstellen.
- Power-Point-Folien für die Abschlussdiskussion auf dem Laptop einrichten und Beamer anschließen.

5.7.1. Begrüßung

Nach der Begrüßung der Gruppe am Haupteingang wird der Botanische Garten kurz vorgestellt. Die Einstiegsfrage könnte lauten: „Was wisst ihr schon über die Aufgaben und Funktionen des Botanischen Gartens?“ Der oder die Gartenführer:in sollte wichtige Aspekte mit den Teilnehmer:innen besprechen und kurz auf die Antworten eingehen. Ebenso sollten die Erwartungen der Teilnehmer:innen an den Workshop erfragt werden. Als Überleitung zur Thematik des Workshops könnte der oder die Gartenführer:in die Gruppe fragen, was der Botanische Garten mit dem Neusiedler See zu tun hat (nur bei Gruppen, die im Rahmen des Projektes „makingAchange“ an der Klimawoche teilnehmen). In diesem Zusammenhang sollte auf die vermittelnde Präsentation der heimischen Pflanzenwelt und den Ex-/In-situ-Artenschutz als wichtige Aufgaben des Botanischen Gartens hingewiesen werden.

Anschließend begibt sich die Gruppe zum thematischen Einstieg in die Sukkulente-Gruppe. Unterwegs sollte bei Bedarf eine Toilettenpause eingelegt werden. Zur besseren Orientierung

während des Workshops werden den Teilnehmer:innen nun außerdem Pläne des Botanischen Gartens ausgeteilt.

5.7.2. Einstieg

Bei der thematischen Einführung soll der oder die Gartenführer:in durch ein Brainstorming mit den Teilnehmer:innen die wichtigsten Umweltfaktoren, die den Trockenlebensraum ausmachen, besprechen und Ideen zu typischen Anpassungen von Pflanzen an den Trockenstandort sammeln. Die Einstiegsfrage lautet: „Was kommt euch in den Sinn, wenn ihr an einen ‚Trockenlebensraum‘ denkt?“ Anschließend zeigt der oder die Gartenführer:in auf die Sukkulenten-Schaugruppe und erklärt, dass es sich bei dieser Gruppe um typische Pflanzen in Trockenlebensräumen handelt, und fragt die Teilnehmer:innen, welche Umweltfaktoren z.B. in der Wüste entscheidend sind.

Wichtige Standortbedingungen sind:

- hohe Sonneneinstrahlung,
- hohe Temperaturen (dadurch hohe Verdunstung),
- ausgeprägte tägliche Temperaturschwankungen,
- geringe Wasserverfügbarkeit durch geringe Niederschlagsmengen,
- wasserdurchlässige Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität,
- Dünenbildung,
- Bodenerosion,
- starke Winde,
- usw.

Nachdem der oder die Gartenführer:in noch mögliche Faktoren ergänzt hat, wird erklärt, dass es im heutigen Workshop um Trockenpflanzen und ihre Anpassungsmechanismen an einen solchen trocken-warmen Lebensraum geht und dass Pflanzen, die zumindest zeitweise große Trockenheit an ihrem Standort ertragen können, als „Xerophyten“ bezeichnet werden. Die Teilnehmer:innen sollen sich nun überlegen, was eine Pflanze können sollte, um an einem Trockenstandort zu überleben (→ Hemmung der Wasserabgabe der Pflanze (Verdunstungsschutz), Sicherung der Wasseraufnahme aus wasserarmen Böden, Wasserspeicherung). Dann sammelt der oder die Gartenführer:in die Ideen der

Teilnehmer:innen zu möglichen Schutz- und Überlebensmechanismen und fragt, welche sie z.B. an den Pflanzen aus der Gruppe der Sukkulente erkennen können. Hierfür dürfen sich die Teilnehmer:innen eigenständig alleine oder in der Gruppe umsehen.

Mögliche Beobachtungen in der Sukkulente-Gruppe und Aspekte, die angesprochen werden können:

- verdickte Pflanzenteile zur Wasserspeicherung (großvolumige Zellen in spezialisierten Geweben speichern Wasser für die nächste Trockenperiode): Organe wie Blätter (Dickblattgewächse, z.B. *Opuntia* mit sukkulenten Blättern und Sprossachsen) oder Sprossachsen (Stammsukkulente) wie bei den Kakteen, in denen das Wassergewebe sehr stark ausgebildet ist, werden dadurch sehr dick und fleischig-saftig und werden „Sukkulente“ genannt;
- im Afrika-Bereich ist die Gattung der Wolfsmilchgewächse (*Euphorbia*) stark vertreten, die durch konvergente („sich annähernde“) Anpassungen an die Trockenheit im Laufe der Evolution den amerikanischen Kakteen immer ähnlicher wurden;
- Wachüberzug als Schutz vor Licht- und Wärmestrahlung (Reflexion des Sonnenlichts);
- Reduktion der potentiellen Verdunstungsfläche:
 - Kugelform der Kakteen; bei Kakteen: Reduktion oder Umwandlung der Blätter in verholzte Dornen, Blattfunktion wird von der grünen, sukkulenten Sprossachse übernommen;
 - Abwerfen der Blätter während Hitzeperioden (z.B. bei *Pereskia*-Arten);
 - Reduktion der Blätter bei vielen Sukkulente;

Die Wuchsform als Ausdruck der Anpassung an Trockenheit. Je kugelig die äußere Form, desto günstiger das Verhältnis von Inhalt zu Oberfläche!

- Dornen der Kakteen dienen in erster Linie dem Schutz vor Tierfraß, haben aber zum Teil eine raue Oberflächenstruktur, die Tau und Nebel aufnimmt und so zur Ergänzung des Wasserhaushaltes beiträgt;
- lange, tief reichende Wurzeln und ausgedehnte Wurzelsysteme, die eine ausreichende Wasseraufnahme gewährleisten;
- häufiges Vorkommen von Festigungsgewebe (Sklerenchymen), die die Festigkeit der Sprossachsen und Blätter auch bei großen Wasserverlusten gewährleisten (greifen sich starr und fest an).

Nun soll zum eigentlichen Thema, der pannonischen Pflanzenwelt, übergeleitet und das Interesse der Teilnehmer:innen geweckt sowie ein Bezug zur Lebenswelt der Teilnehmer:innen hergestellt werden. Hierfür fragt der oder die Gartenführer:in, ob es in Österreich wüstenähnliche bzw. extrem trockene Lebensräume gibt. Nachdem der oder die Gartenführer:in auf die Antworten eingegangen ist, wird den Teilnehmer:innen erklärt, dass sie sich nun einen solchen Trockenlebensraum ansehen werden und die Gruppe geht weiter zur Pannonischen Schaugruppe im hinteren Teil des Botanischen Gartens. Je nach Vorwissen der Gruppe sind die Teilnehmer:innen mehr oder weniger gespannt darauf zu sehen, wie dieser Trockenlebensraum in Österreich aussehen könnte.

Auf dem Weg bleibt Zeit für ein Toilettengang und die Teilnehmer:innen können ihre Rucksäcke im Botanicum ablegen, während der oder die Gartenführer:in die Tasche mit dem Material für die erste praktische Phase abholt. Hier sollte darauf hingewiesen werden, dass die Teilnehmer:innen Stifte, Bleistifte und eventuell einen Radiergummi brauchen und mitnehmen sollten.

5.7.3. Thematische Einleitung

In dieser kurzen Einführung sollen wichtige Umweltfaktoren, die die pannonische Region charakterisieren und für das Vorkommen der pannonischen Trockenpflanzen wichtig sind, besprochen werden. Dazu sollte der oder die Gartenführer:in mit den Teilnehmer:innen die klimatischen Faktoren in der pannonischen Region, das Vorkommen in Österreich und die Bedeutung des Menschen und des Bodens bei der Entstehung der pannonischen Trockensteppen besprechen.

Die Einführung in die pannonische Pflanzenwelt sollte nicht nur fachliche Aspekte vermitteln, sondern unbedingt auch die Neugier der Teilnehmer:innen auf das Thema des Workshops wecken, da beobachtet wurde, dass Schüler:innen nachhaltiger lernen und motivierter mitarbeiten, wenn sie sich für ein Thema interessieren (Vogt, 2007). Wenn die Gruppe bei der Pannonischen Gruppe angekommen ist, können folgende Einstiegsfragen der Interessengenerierung dienen bzw. ein „Aha-Erlebnis“ hervorrufen: „An welchen Lebensraum denkt ihr, wenn ihr an ‚Biodiversität‘ denkt? Und was kommt euch in den Sinn, wenn ihr den Lebensraum in dieser Schaugruppe seht?“ Bei dieser Frage deutet der oder die Gartenführer:in auf die Pannonische Schaugruppe. In einem Brainstorming werden Ideen gesammelt und herausgefunden, dass rund um Wien in der sogenannten pannonischen Region eine der vielfältigsten und artenreichsten Vegetationen Österreichs zu finden ist. Trockenrasen, das sind ungedüngte Rasengesellschaften

auf trockenen Standorten, und zählen zu den Hotspots der Artenvielfalt in Österreich, da sie nicht nur zahlreiche, zum Teil sehr seltene Pflanzen beherbergen, sondern auch zu den artenreichsten Tierlebensräumen Mitteleuropas zählen. Sie stellen einen wichtigen Lebens- und Rückzugsraum für viele gefährdete Käfer-, Schmetterlings-, Bienen- und andere Tierarten wie z.B. den Ziesel dar. An dieser Stelle kann kurz auf die im Botanischen Garten vorkommenden (nicht domestizierten) Wildbienen eingegangen werden. Sie sind wichtige Blütenbestäuber und spielen als Indikatoren für den Zustand unserer Umwelt eine entscheidende Rolle. Sie sind in Aussehen, Verhalten und Gestalt sehr vielfältig und von den knapp 700 Wildbienenarten in Österreich konnten bereits 129 Arten im Botanischen Garten nachgewiesen werden (vgl. Kiehn & Knickmann, 2019, S. 61). Diese Artenzahl ist für einen innerstädtischen Lebensraum sehr hoch, was darauf zurückzuführen ist, dass im Botanischen Garten viele verschiedene Blütenpflanzen als Nahrungsquelle sowie unterschiedliche Nistmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Vor allem die Anlage der Pannonischen Schaugruppe hat sich positiv auf den gesamten Wildbienenbestand ausgewirkt, da viele Arten in diesem Bereich optimale Lebensbedingungen vorfinden. So nutzen viele Arten z.B. den offenen Boden im Bereich der Lössstroekenrasen in der Schaugruppe für ihre Erdnester (Kiehn & Knickmann, 2019, S. 61) und andere Arten nutzen z.B. die abgeblühten Stängel der zweijährigen Pracht-Königskerze, weshalb diese in der Schaugruppe stehen gelassen werden. Hier könnte ein geeignetes Exemplar am Wegesrand gezeigt werden.

Der oder die Gartenführer:in erklärt nun, dass in diesem hinteren Teil des Botanischen Gartens der Schwerpunkt auf der Präsentation der heimischen Pflanzenwelt liegt und dass die verschiedenen Trockenvegetationen, die in der pannonischen Region im Osten Österreichs zu finden sind, nachgestellt wurden. Bevor die Teilnehmer:innen die Pannonische Gruppe erkunden, bespricht der oder die Gartenführer:in kurz die Lage der pannonischen Region (welche die große ungarische Tiefebene und angrenzende Tief- und Hügellandgebiete in Ungarn, Serbien, Rumänien, der Slowakei, Tschechien und Österreich umfasst) und dass die Westgrenze des „Pannonikums“ durch Ostösterreich bis zum östlicher Alpenrand verläuft. Anschließend werden die Klimafaktoren diskutiert, die in der pannonischen Region eine Rolle spielen.

Hier sind folgende Punkte zu diskutieren:

- geringe jährliche Niederschlagsmenge (ca. 600-800 mm, je nach Erhebung);
- Niederschlagsmaximum im Sommer (vermutlich durch Gewitterschauer), kaum längere Regenperioden, Niederschläge verdunsten und versickern schnell;

- große Temperaturschwankungen im jährlichen Temperaturverlauf mit heißen Sommern und kalten Wintern;
- schneller Wechsel von Winter zu Frühling;
- ausgedehnte Trockenperioden;
- für das in der pannonischen Region vorherrschende trocken-warme (xerotherme) Klima ist die Kombination von Niederschlag und Temperatur über das ganze Jahr entscheidend;
- häufige Ostwinde, die im Sommer die Trockenheit verstärken und im Winter Kälte bringen.

Insgesamt unterscheiden sich die limitierenden klimatischen Faktoren in der pannonischen Region Ostösterreichs nicht wesentlich von anderen Trockenstandorten, wie z.B. in der Wüste. Um die Jahresniederschlagsmenge in der pannonischen Region für die Teilnehmer:innen zu veranschaulichen und somit begreifbar zu machen, erklärt der oder die Gartenführer:in, dass ein Jahresniederschlag von 1 mm einem Liter Wasser pro Quadratmeter entspricht. Hier kann eine Liter-Trinkflasche gezeigt werden, um den Teilnehmer:innen zu zeigen, dass nur das 600-800-fache einer solchen Wassermenge auf einen Quadratmeter im Jahr niederregnet. Zum Vergleich kann hier auch die jährliche Niederschlagsmenge am Schulstandort im Internet recherchiert werden, um einen Bezug zur eigenen Erfahrung der Teilnehmer:innen herzustellen.

Der oder die Gartenführer:in erläutert, dass die klimatischen Bedingungen in der pannonischen Region für viele mitteleuropäische Pflanzenarten ungünstig sind und daher im Nordosten Österreichs viele Arten vorkommen, die weiter westlich nicht mehr beobachtet werden können. Trotz der trocken-warmen Bedingungen gibt es in der pannonischen Region von Natur aus keine großflächige, klimabedingte waldfreie Vegetation, also keine „echten“ Steppen, wie sie weiter östlich vorkommen. Vielmehr sind die hier vorkommenden unterschiedlichen Trockenrasentypen entweder durch den Untergrund bedingt oder durch die Rodung der hier ursprünglich natürlich vorkommenden Eichenmischwälder durch den Menschen entstanden. Der Mensch siedelte sich schon früh im pannonischen Raum an und wandelte die Wälder in Äcker und extensiv genutzte Weiden um, die sich zu sogenannten „sekundären“ Trockensteppen entwickelten. Nach der Rodung der Wälder wanderten viele Pflanzenarten aus den weiter östlich gelegenen echten (klimatisch bedingten) Steppen und aus dem südlicheren submediterranen Raum (Übergangsgebiet zwischen dem mitteleuropäischen und dem

mediterranen Raum, wo ähnliche klimatische Bedingungen herrschen) in den österreichischen Teil der pannonischen Region ein.

Es soll auch darauf eingegangen werden, dass zur pannonischen Trockenvegetation einerseits primäre (natürlich waldfreie) Trockenrasentypen auf flachgründigen Böden (mit geringer Bodenauflage) z.B. auf Fels, auf tiefgründigeren Böden im Übergang von Fels zu Wald (sog. Buschwaldsaum) und auf weichen Substraten wie Sand, Löss oder Schotter gehören. Vor allem der Nordosten zeichnet sich durch eine Vielfalt unterschiedlicher geologischer Untergründe aus. Zur Verdeutlichung zeigt der oder die Gartenführer:in eine Karte zum Vorkommen der verschiedenen Trockenrasenvegetationen im östlichen Österreich her (s. Abb. 15 im Anhang). Andererseits gibt es sekundäre Steppenrasen, die durch Rodung auf ansonsten waldfähigen Standorten entstanden sind. Diese sekundären Trockenrasen wurden in der Karte nicht berücksichtigt, da sie heute im gesamten pannonischen Gebiet leider nur noch in wenigen Resten vorkommen. Unterschiede zwischen den Trockenrasentypen werden also „durch den geologischen Untergrund, durch die Kleinklimalage und durch die Art und Intensität der ehemaligen und heutigen Bewirtschaftung“ verursacht (Botanischer Garten der Universität Wien, o. J.-b). Der oder die Gartenführer:in zeigt kurz den Plan zum Aufbau der Pannonischen Schaugruppe (s. Abb. 16 im Anhang) und erklärt, dass in der Gruppe verschiedene Trockenrasentypen nachgebildet wurden. Bei einem kurzen Rundgang durch die Pannonische Schaugruppe wird kurz auf die verschiedenen Trockenvegetationstypen und deren Vorkommen und gegebenenfalls deren Entstehung bzw. Besonderheiten eingegangen.

Wichtige Aspekte für die jeweiligen Trockenrasentypen, auf die eingegangen werden soll:

- **Sandtrockenrasen:** die Dünen- und Flugsandflächen vor allem im Marchfeld im östlichen Niederösterreich; sind durch die Ablagerung von Feinsedimenten entstanden, die während der letzten Eiszeit und Nacheiszeit aus Flüssen wie der Donau ausgeweht und später durch die Entwicklung von Vegetation stabilisiert wurden.
- **Schottertrockenrasen:** kommen neben den Donauauen vor allem im Steinfeld bei Wiener Neustadt vor, wo voralpine Flüsse (eiszeitliche) Kalk- und Dolomitschotter abgelagert haben; hier befindet sich der größte zusammenhängende Trockenrasen Österreichs.
- **Lösstrockenrasen:** Böden sind sehr fruchtbar und wurden daher großteils in Ackerland umgewandelt → es gibt nur noch wenige kleine Trockenraseninseln, meist nur dort, wo Lössauflagen auf Fels- und Schotterstandorten liegen; Lössböden kommen vor allem im Weinviertel, aber auch in Teilen des Wiener Beckens, auf

Hügeln des Leithagebirges, am Neusiedler See und am Mödlinger Eichkogel vor. Hervorzuheben ist der kleinste Weingarten Wiens im Botanischen Garten und die Gefahr der Zerstörung vieler ursprünglicher Trockenrasen durch Umbruch in landwirtschaftliche Nutzflächen, z.B. für Weingärten.

- **Salztrockenrasen:** (sog. Halophytenfluren) kommen auf den salzreichen (sodahaltigen), sandigen Böden des Seewinkels im Nordburgenland und in Österreich in der pannonischen Region sonst nur sehr lokal im Marchtal und im nördlichen Weinviertel vor (→ Wenn die Teilnehmer:innen für die mAc-Klimawochen am Neusiedler See stationiert sind, sollte der oder die Gartenführer:in sie fragen, was sie schon über Salztrockenrasen wissen); Salz ist durch salzhaltige, tertiäre Meeresablagerungen im Boden vorhanden, gelangt an die Oberfläche und ins Grundwasser; das trockene, warme Klima mit hohen Temperaturen im Sommer sorgt dafür, dass sich das Salz durch Verdunstung an der Oberfläche anreichert. Dieser Vegetationstyp kommt in der Schaugruppe nicht vor – die Bedingungen können nur schwer künstlich geschaffen werden.
- **Felstrockenrasen:** auf trockenen, flachgründigen Standorten über Felsen (je nach Hartsubstrat werden zwei Typen unterschieden: Karbonat- und Silikat-Felstrockenrasen); in der Schaugruppe auf Kalkgestein; kommt kleinflächig, meist mosaikartig an sonst bewaldeten Hängen vor, vor allem an südwest- bis ostseitigen, sonnenexponierten Steilhängen und oft eng verzahnt mit Trockenwäldern und -gebüsch; in Österreich gibt es einen Verbreitungsschwerpunkt entlang der Thermenlinie am Alpenostrand, im Leithagebirge, in den Hundsheimer Bergen und in der Weinviertler Klippenzone; die natürliche (primäre) Verbreitung wurde sekundär vor allem durch Beweidung ausgedehnt und offengehalten.
- **Silikattrockenrasen:** auf sauer reagierenden Böden (seltener als kalkreiche Böden) mit meist nur geringer Humusaufgabe, daher für Acker- und Weinbau ungeeignet, in Niederösterreich im westlichsten Weinviertel, am Hackelsberg, am Königswart und in der Wachau; in der Schaugruppe auf saurem Granit aus dem Waldviertel.
- **Wiesensteppen:** auch Halbtrockenrasen genannt, wachsen auf tiefgründigeren, weniger stark austrocknenden Böden und sind ehemalige Hutweiden auf sonst waldfähigen Standorten (sekundäre Trockenrasen).
- **Waldsaum / Waldsteppe:** am Rande oder im Übergangsbereich zwischen trocken-warmen Wäldern und Gebüsch und Offenland; hier besonders günstige Lage

(lichtreich wie Steppen, nährstoffreich, windgeschützt wie Wälder). Besteht aus hochwüchsigen krautigen Pflanzen (Trockenrasenanteil) und niedrigen, dichten Büschen und Buschwald (Gehölzanteil) – die Gesamtheit wird als „Waldsteppe“ bezeichnet.

- **Rasensteppen:** meist auf tiefgründigeren, feinerdigeren Böden; kommen im Weinviertel, in der Wachau, an der Thermenlinie, auf den Hainburger Bergen und am Rand des Leithagebirges vor; ehemalige Hutweiden (sekundär entstanden); in der Schaugruppe geht die Rasensteppe direkt in die Felssteppe über, wie auf den Hainburger Bergen.

Beim Rundgang sollte der oder die Gartenführer:in bereits darauf hinweisen, dass die Schaugruppe zwar möglichst naturnah gestaltet wurde, es sich jedoch um einen künstlich angelegten Lebensraum mit vom natürlichen Standort abweichenden Standortbedingungen handelt. Durch die Nähe der verschiedenen Vegetationstypen in der Schaugruppe wachsen beispielsweise Pflanzen auf Böden, auf denen sie in der Natur nicht vorkommen. Auf der anderen Seite gedeihen einige Trockenpflanzen unter den besonderen Bedingungen in der Schaugruppe nicht sehr gut, z.B. auf der Löss trockenrasenfläche.

Am Ende der Einführung soll noch erwähnt werden, dass Trockenrasen zu den am stärksten gefährdeten Lebensräumen Österreichs zählen. Während oder im Anschluss an die Begehung der Schaugruppe sollte kurz auf wichtige Gefährdungsfaktoren für Trockenrasen in Österreich eingegangen werden bzw. können durch ein Brainstorming die Ideen der Teilnehmer:innen gesammelt werden.

Wichtige Gefährdungsfaktoren, auf die eingegangen werden soll:

- Intensivierung der Landwirtschaft (Eintrag von Pestiziden und Nährstoffen/Dünger aus angrenzenden Äckern, Umwandlung in Ackerland);
- Verbuschung (sekundäre Trockenrasen entstehen durch Beweidung und ohne Beweidungsbetrieb kommt es zur Wiederbewaldung);
- Ausbreitung der Robinie (Neophyt, hat negative Eigenschaften für Trockenvegetation);
- Siedlungs- und Straßenbau, Bodenabbau (Gewinnung von Sand, Steinen, Schotter);
- intensive Nutzung durch Freizeitaktivitäten/Erholung.

Nach dieser möglichst kurzen Einführung sollte ein Bezug zu den in der Sukkulenten-Gruppe besprochenen und beobachteten Anpassungen an Trockenheit hergestellt werden. Hier könnte der oder die Gartenführer:in z.B. fragen: „Wir haben vorher über Anpassungen von Pflanzen an extreme Trockenheit gesprochen. Glaubt ihr, dass die Pflanzen unserer heimischen Trockenvegetation ähnliche Anpassungen an ihren Lebensraum haben? Welche könnt ihr euch vorstellen?“

5.7.4. Praktische Phase 1

Die Teilnehmer:innen werden zunächst gebeten, sich selbst in etwa gleich große Kleingruppen aufzuteilen (je nach Gruppengröße 3-5 Personen pro Kleingruppe) oder werden durch den oder die Gartenführer:in eingeteilt. Nun wird erklärt, dass jede Gruppe eine Expertengruppe für eine ihr zugeteilte Pflanze (und einen Trockenrasentyp) aus der Pannonischen Gruppe wird. Um einen möglichst authentischen Kontext zu schaffen, wird erklärt, dass die Lernenden sich vorstellen sollen, sie seien Naturforscher:innen und wollten untersuchen, ob eine Pflanze morphologische Anpassungen (Struktur und Form) an die vorherrschende Trockenheit aufweist.

Die **übergeordnete Fragestellung** für die Untersuchung lautet:

„Welche Anpassungen haben die Pflanzen der pannonischen Trockensteppen an ihren warm-trockenen Lebensraum?“

Es wird erklärt, dass zur Bearbeitung der Fragestellung zwei praktische Phasen vorgesehen sind, in denen selbstständig gearbeitet wird. In der ersten Phase in der Schaugruppe sollen die Pflanzen am Standort nur betrachtet werden, während in der zweiten Phase, im Botanicum, jede Gruppe Anschauungsmaterial für genauere Untersuchungen (auch unter dem Binokular) erhält. Die Teilnehmer:innen werden auch darauf vorbereitet, dass jedes Gruppenmitglied als Expert:in in der Abschlussdiskussion die Ergebnisse den anderen Gruppen vorstellen soll. Hierfür sollen sich die Gruppen bereits während der praktischen Phasen überlegen, wie sie ihre Beobachtungen und Hypothesen in den anschließenden Präsentationen zusammenfassen und ihren Mitschüler:innen darlegen können.

Nachdem jede Kleingruppe eine zu untersuchende Pflanze zugeteilt bekommen hat, dürfen sich die Gruppen selbstständig in der Pannonischen Schaugruppe bewegen und sollen ihre Pflanze lokalisieren. Die zu untersuchenden Pflanzen sind mit weißen Pflanzenschildern markiert. Die Teilnehmer:innen haben die Aufgabe durch genaues Betrachten ihrer Untersuchungspflanze an

ihrem Standort besondere Strukturen und Merkmale zu erkennen, die auf eine Anpassung der Pflanze an den Trockenstandort hinweisen (mit Hilfe des Forschungsprotokolls, das an alle Teilnehmer:innen ausgeteilt wird). Die beobachteten Pflanzenmerkmale sollen mit eigenen Worten beschrieben, eine Skizze der Pflanze angefertigt und Hypothesen über mögliche Funktionen der beobachteten Strukturen im Zusammenhang mit Schutzmechanismen gegen Trockenheit aufgestellt werden. Dazu sollen sich die Gruppen den Boden/Untergrund am Standort der Pflanze genau ansehen und sich überlegen, welche Faktoren und Bedingungen (z.B. Mikroklima) hier für die Pflanze eine wichtige Rolle spielen. Für diese praktische Phase erhalten die Gruppen eine Lupe und ein Maßband. Gerne dürfen die Teilnehmer:innen auch Fotos von ‚ihren‘ Pflanzen und dem Standort für die Präsentation machen.

Der oder die Gartenführer:in sollte kurz erwähnen, dass die Skizze der Pflanze einen vereinfachten Überblick über alle sichtbaren Strukturen geben soll, die auch beschriftet werden (inkl. Angabe der Wuchshöhe der Pflanze). Die künstlerische Qualität steht hier nicht im Vordergrund! Außerdem sollte sichergestellt werden, dass die Teilnehmer:innen wissen, was eine Hypothese ist.

Hypothese = Vermutung über einen Zusammenhang zwischen zwei Sachverhalten – besteht aus einer unabhängigen Variablen (UV, Ursache) und einer abhängigen Variablen (AV, Wirkung); z.B. kleinere Laubblätter (UV) bewirken, dass weniger direkte Sonneneinstrahlung auf die Blattoberfläche (AV) trifft.

Der oder die Gartenführer:in weist die Gruppen noch einmal eindringlich darauf hin, dass im Botanischen Garten keine Pflanzen(teile) aus- oder abgerissen werden dürfen und dass die Pflanzen vorsichtig behandelt werden müssen. Außerdem dürfen die Wege nicht verlassen werden. Beobachtungen zu detaillierten Strukturen (evtl. auch Wurzeln) können anhand des Anschauungsmaterials in der zweiten praktischen Phase durchgeführt werden.

Während sich die Teilnehmer:innen in der Schaugruppe eigenständig mit den Untersuchungspflanzen beschäftigen, geht der oder die Gartenführer:in immer wieder zu allen Gruppen, um deren Arbeitsfortschritt zu beobachten, gegebenenfalls Fragen zu beantworten und Hilfestellung zu geben. Am Ende der ersten Praxisphase begeben sich die Gruppen ins Botanicum, wo eine kurze Pause eingelegt werden kann.

5.7.5. Praktische Phase 2

Nun sollen die Gruppen die in der Schaugruppe beobachteten Strukturen unter dem Binokular genauer betrachten. In dieser praktischen Phase haben die Teilnehmer:innen nun auch die Möglichkeit, die Pflanzen „mit allen Sinnen“ zu erforschen. Dazu erhält jede Kleingruppe Anschauungsmaterial in Form von Zweigen mit Blättern oder evtl. sogar ganzen Pflanzen (inkl. Wurzel), die nun ausgiebig untersucht werden können. Die Teilnehmer:innen sollen hier auch einmal bewusst die Augen schließen und die Pflanzen ertasten und daran riechen! Jeder Kleingruppe stehen mindestens 2-3 Binokulare zur Verfügung, mit denen sich die Teilnehmer:innen (1-2 Personen pro Binokular) interessante Strukturen in der Vergrößerung ansehen und ihr Arbeitsblatt ausfüllen sowie mit einem Bleistift eine Skizze auf dem ausgeteilten weißen Papier anfertigen sollen. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Zeichnungen die gesamte Seite einnehmen, übersichtlich sein, interessante Strukturen/Merkmale im Detail als Ausschnitt darstellen und beschriftet sein sollten. Diese Zeichnungen sollten auch bei der Präsentation verwendet werden. Zu Beginn zeigt der oder die Gartenführer:in über den Beamer eine Power-Point-Folie zum Aufbau der Binokulare (s. Folie 1 im Anhang 14.6.) und erklärt den Teilnehmer:innen kurz die Handhabung der Geräte.

In dieser Phase erhalten die Gruppen neben dem Anschauungsmaterial auch Steckbriefe mit weiteren Informationen zu ihren Pflanzen und dem Trockenrasentyp, die neben dem Pflanzenmaterial bereit liegen. Zusätzlich erhalten die Gruppen den Auftrag sich zu überlegen und zu notieren, welche Stressfaktoren für die Pflanze und ihren Lebensraum aktuell von Bedeutung sind und welche möglichen Gefahren durch den Klimawandel auftreten bzw. verstärkt werden könnten (Wie nimmt der Mensch Einfluss auf die Standorte und welche Veränderungen könnten hier auftreten? Gibt es mögliche Veränderungen für den Boden oder die Vegetation?) In diesem Zusammenhang sollen die Gruppen auch überlegen, ob und warum ihre Pflanzenart besonders schützenswert ist.

Der oder die Gartenführer:in geht während dieser Phase zwischen den Gruppen umher, um gegebenenfalls Fragen zu beantworten und Hilfestellung zu geben. Eine Auflistung möglicher Beobachtungen und Hypothesen der Teilnehmer:innen während der praktischen Phasen befindet sich im Anhang 14.5.

5.7.6. Präsentationen und Gruppendiskussion

Der oder die Gartenführer:in erklärt, dass nun alle Teilnehmer:innen als Expert:innen kurz die Besonderheiten der Pflanze vorstellen sollen, mit der sie sich in den praktischen Phasen

beschäftigt haben. Dabei sollen sie vor allem ihre Hypothesen über die Funktion der beobachteten Merkmale vorstellen und ihre Ideen in der Gruppe diskutieren. Außerdem sollen sie in zwei bis drei Sätzen die Eigenschaften des Trockenrasens vorstellen, auf dem sie ihre Pflanze in der Schaugruppe gefunden haben. Für diese Präsentation werden die Gruppen neu gemischt, so dass in jeder der neuen Kleingruppen (3-5 Personen pro Gruppe) unterschiedliche Expert:innen zusammenkommen. So muss jede/r aus der Gruppe die Ergebnisse der Gruppenarbeit jeweils einer anderen Kleingruppe vorstellen. Für ihre Präsentation können die Teilnehmer:innen ihre Skizzen sowie das übrige Anschauungsmaterial und gegebenenfalls Fotos von den Pflanzen bzw. Pflanzenmerkmalen oder Standorten zeigen. Die Präsentationen sollten kurz sein (ca. 2-3 Minuten pro Pflanze) und sich auf das Wesentliche konzentrieren, bevor die Gruppe ihre Beobachtungen und Hypothesen kurz vergleicht und diskutiert. Anschließend sollen die Gruppen über folgende Frage nachdenken: „Ihr habt euch als Forscher:innen genauer mit den Pflanzen beschäftigt und sollt nun eine Empfehlung für ein Naturschutzprojekt abgeben. Welche der untersuchten Pflanzen könnte aufgrund des Klimawandels besonderen Schutz benötigen, z.B. durch Artenschutzprojekte des Botanischen Gartens?“

5.7.7. Abschlussdiskussion

Im Anschluss an die Präsentationen und Gruppendiskussionen werden die Beobachtungen und Erkenntnisse im Plenum der Gruppen zusammengefasst, vertieft und gegebenenfalls werden wichtige Punkte noch ergänzt. Zusätzlich zeigt der oder die Gartenführer:in kurz über den Beamer eine Abbildung des Vegetationsprofils eines pannonischen Trockenrasens (s. Folie 3 in Anhang 14.6.), um die Dimensionen des Wurzelsystems pannonischer Trockenpflanzen (mit einem Vielfachen der Wurzellänge im Vergleich zur Wuchshöhe der Pflanzen) zu verdeutlichen. Eventuell kann auch Anschauungsmaterial (z.B. eine komplette kleine Pracht-Königskerze) gezeigt oder in der Gruppe herumgereicht werden. Falls noch nicht besprochen, sollte an dieser Stelle zu den Überlebensmechanismen von Trockenpflanzen kurz ergänzt werden, dass einige Pflanzen auch durch ihre zeitlichen Rhythmen angepasst sind. So legen einige pannonische Trockenpflanzen eine Sommerruhe ein, um die Trockenzeit zu überdauern. Dabei sterben die oberirdischen Teile ab und die Pflanzen überleben die heiße Zeit mit Hilfe ihrer wasserspeichernden unterirdischen Organe (Knollen, Zwiebeln, Rhizome). Einige einjährige Pflanzen (sog. Annuelle) schließen ihre Entwicklung vor der sommerlichen Trockenheit ab: Sie blühen und fruchten bereits im Frühjahr, wenn die obersten Bodenschichten noch gut durchfeuchtet sind, und vertrocknen dann, während ihre Samen überdauern. Eine

weitere Anpassung an große Hitze ist die zeitliche Verlagerung der CO₂-Aufnahme in die kühlen Nächte. So können die Spaltöffnungen an heißen Tagen weitgehend geschlossen bleiben. Solche speziellen Stoffwechselltypen kommen vor allem bei hitzeresistenten Pflanzen vor.

Die Teilnehmer:innen haben bereits einiges über die Gefährdungsfaktoren gelernt und bekommen nun durch den oder die Gartenführer:in einen kurzen Überblick über die Schutzmaßnahmen, die es für die Erhaltung der Trockenrasen in Österreich gibt. Dazu werden verschiedene Power-Point-Folien mit Bildern über den Beamer gezeigt, die entweder Schutzmaßnahmen oder Gefährdungsfaktoren darstellen. Wie in einem Quiz sollen die Teilnehmer:innen die Fotos den beiden Kategorien zuordnen und dies begründen. Dieses Quiz dient auch dazu, die wichtigsten Gefährdungen der pannonischen Trockenrasen noch einmal zusammenzufassen. In einer anschließenden Plenumsdiskussion stellen die Gruppen ihre Überlegungen zu möglichen Gefahren für die untersuchten Pflanzenarten und die Trockenrasentypen durch den Klimawandel vor und diskutieren diese.

Diese Diskussion könnte folgende Aspekte umfassen:

- viele gefährdete Arten; Pflanzen sind stark an ihren Lebensraum angepasst und wahrscheinlich empfindlich gegenüber Veränderungen (jede Art hat einen bestimmten Temperatur- und Feuchtigkeitsbereich, in dem sie gut wachsen kann – Grenzen der Anpassung) und konkurrenzschwach;
- Veränderungen durch den Klimawandel werden wahrscheinlich die Anpassungs- und Reaktionsgeschwindigkeit vieler Tier- und Pflanzenarten übersteigen, was zu Massenaussterben führen kann;
- Pflanzen könnten aufgrund veränderter Klimabedingungen in neuen Gebieten wachsen, wo es ihnen bisher zu kalt/nass war – andere Arten könnten verdrängt werden oder aussterben, weil sie mit den veränderten Klimabedingungen nicht zurechtkommen;
- verschiedene Trockenrasentypen kommen nur noch sehr lokal vor – viele pannonische Pflanzenarten kommen auf kleinen, isolierten Flächen vor, was eine Ausbreitung/das Ausweichen auf neue Flächen fast unmöglich macht;
- Zunahme von warmen Winden bzw. Stürmen und Starkregen (kurze, starke Niederschläge) → das Regenwasser kann vom Boden gar nicht so schnell aufgenommen werden und fließt oberflächlich ab, dabei können Pflanzen weggespült werden und der Boden wird nicht gut durchfeuchtet;

- verstärkte Erosion als Bedrohung für den Boden und die darauf wachsenden Pflanzen;
- landwirtschaftlich genutzte Gebiete müssen mit längeren Trockenperioden rechnen; Landwirte müssen mit vermehrten Ernteausfällen rechnen und weiten möglicherweise ihre Anbauflächen aus → natürliche Vegetation (z.B. Trockenrasen, die bereits gefährdet sind) wird zerstört, möglicherweise erhöhter Düngemiteleintrag;
- zunehmende Gefährdung von Trockenrasen in Österreich, z.B. aufgrund zunehmender Verbuschung, und zunehmende Bedeutung von Artenschutzmaßnahmen;
- zunehmende Bedeutung von Trockenpflanzen für die Gestaltung des öffentlichen Raumes (heimische, pannonische Pflanzen werden vermehrt in städtischen Grünflächen, z.B. Verkehrsinseln, angepflanzt, da sie trockenresistenter sind als andere Arten (zunehmende Bedeutung für den Menschen).

Zum Abschluss des Workshops werden in einem Brainstorming die in den Gruppen gesammelten Ideen zur Schutzbedürftigkeit der untersuchten Pflanzen, z.B. durch Artenschutzprojekte des Botanischen Gartens, zusammengetragen, bevor der oder die Gartenführer:in auf die Aufgaben des Botanischen Gartens der Universität Wien im Bereich des Artenschutzes und bei der Erhaltung der Trockenvegetation eingeht. Hier sollte erwähnt werden, dass ein großer Beitrag zum Artenschutz seltener oder vom Aussterben bedrohter heimischer Pflanzen (Rote Liste Österreich) geleistet wird, da der Botanische Garten mit seiner Lebendsammlung oft die letzte Möglichkeit zur Wiederansiedelung bedrohter Pflanzenarten darstellt. Durch die Aufzucht und Kultivierung (z.B. im Gewächshaus, in den Schaugruppen) von in der Natur gefährdeten und seltenen Pflanzen werden diese Arten „ex-situ“ (d.h. außerhalb ihres eigentlichen Standortes) vor dem Aussterben bewahrt. Wenn möglich (z.B., wenn der Lebensraum noch vorhanden ist) werden die Arten später wieder in die Natur ausgebracht. So gibt es beispielsweise ein Projekt zur Erhaltung von *Artemisia laciniata*, dem Schlitzblättrigen Wermut, auf den Zitzmannsdorfer Wiesen im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel. Hier befindet sich das einzige Vorkommen dieser Art in Europa, die ihre Hauptverbreitung in den asiatischen Trockensteppen hat, mit nur sehr wenigen Individuen auf einer kleinen Fläche. Bei einer Bestandsaufnahme im Jahr 2015 wurden nur mehr 11 Individuen gefunden, 2018 wurden weitere 12 Individuen auf einer Fläche der Zitzmannsdorfer Wiesen südlich des bisher bekannten Vorkommens entdeckt (Pirker, 2021). Der Botanische Garten der Universität Wien setzt sich gemeinsam mit anderen Partnern im Rahmen eines Projektes für die Erhaltung dieser Pflanzenart am natürlichen Standort ein. Um eine überlebensfähige Population des Schlitzblättrigen Wermuts zu ermöglichen, wird die Art in der Lebendsammlung des

Botanischen Gartens kultiviert, um durch Auspflanzung von Individuen den natürlichen Bestand am Wildstandort aufzufüllen und damit zu stärken. Um die Art zusätzlich zu sichern, wurden Samen an eine Samenbank gesandt, wo sie eingelagert werden. Neben den Auspflanzungen wird die Wildpopulation von *A. laciniata* auch dadurch gestärkt, dass geerntete Samen der Pflanzen auf neuen Flächen am Naturstandort ausgesät werden. So wurden auf den Zitzmannsdorfer Wiesen bereits 2018 und 2020 Aussaaten durchgeführt und die herangezogenen Pflanzen im Oktober 2020 ausgepflanzt (Pirker, 2021). Im Rahmen des Projektes findet ein regelmäßiges Monitoring statt und die Zitzmannsdorfer Wiesen werden durch Mahd gepflegt. Erste Erfolge der Maßnahmen konnten bereits bei der Bestandserhebung im Jahr 2020 verzeichnet werden, bei der insgesamt über 200 Individuen am Naturstandort gezählt wurden (Pirker, 2021, S. 68).

Ebenso dienen die Schaugruppen und Sammlungen des Botanischen Gartens der Forschung und der Lehre, sowie der naturnahen Präsentation der Arten (z.B. in der Pannonischen Schaugruppe), um den Besucher:innen des Gartens die Arten in ihrem Lebensraum näher zu bringen und somit das Bewusstsein und die Akzeptanz für den Arten- und Naturschutz zu stärken. Gleichzeitig beteiligt sich der Botanische Garten an In-situ (vor Ort)-Schutzprojekten zur langfristigen Sicherung der pannonischen Trockenrasen als Lebensraum, z.B. bei Wiederherstellungsmaßnahmen im Lebensraum und bei der Erforschung der Pflanzen am Naturstandort. Durch diese Maßnahmen spielt der Botanische Garten eine entscheidende Rolle bei der Erhaltung der besonderen Vielfalt der pannonischen Trockenrasen.

5.7.4. Verabschiedung

Der oder die Gartenführer:in bedankt sich für das Interesse und die Mitarbeit der Teilnehmer:innen und erfragt ein kurzes Feedback zum Workshop, z.B. mit folgender Frage: „Was hat euch an dem Workshop besonders gut gefallen; was fandet ihr weniger gut und gibt es Verbesserungsvorschläge?“ Nach dem Sammeln der Antworten wird die Gruppe verabschiedet.

5.8. Kritische Reflexion der didaktischen Strukturierung des Workshops

Bei der didaktischen Ausarbeitung des Workshops wurde entsprechend der Zielsetzung dieser Arbeit darauf geachtet, dass der Workshop einerseits wichtige fachwissenschaftliche Inhalte zur pannonischen Flora und zum Trockenlebensraum vermittelt und andererseits das Interesse der Teilnehmer:innen an pannonischen Pflanzen sowie ihr Bewusstsein im Zusammenhang mit

Gefährdungsfaktoren und Naturschutzmaßnahmen fördert. Dazu wurden wichtige Aspekte zur Förderung des Interesses der Lernenden auch im Zusammenhang mit Lernprozessen gesammelt und bei der Planung berücksichtigt.

Inwieweit die Ziele des Workshops durch das Konzept erreicht werden, kann ohne seine Durchführung bzw. einen Probedurchlauf mit Schüler:innen kaum eingeschätzt werden. In einem Probedurchlauf könnte z.B. überprüft werden, ob der gewählte Zeitrahmen für die einzelnen Workshopphasen und vor allem für die eigenständigen Erarbeitungsphasen ausreichend Zeit lässt. Während der Pilotierung des Workshops zusammen mit Kolleg:innen wurden zwar die einzelnen Phasen des Workshops besprochen und die praktischen Arbeitsaufträge erprobt, jedoch könnten die Schüler:innen als unerfahrenere Teilnehmer:innen mehr Zeit für die einzelnen Arbeitsschritte benötigen. Daher wäre ein zusätzlicher Probedurchlauf mit Personen aus der eigentlichen Zielgruppe sinnvoll. Zu Beginn des Workshops ist außerdem ein theoretischer Einstieg in das Thema des Workshops vorgesehen, um die Teilnehmer:innen auf die nächsten Arbeitsschritte vorzubereiten. Hierbei wird viel Theorie vermittelt, die die Schüler:innen zu Beginn des Workshops überfordern oder langweilen könnte, obwohl wichtige interessenfördernde Aspekte („catch“- und „hold“-Elemente, Erfüllung der „basic needs“) bei der Planung berücksichtigt wurden und der Input möglichst kurzgehalten wurde. Das Vorwissen der jeweiligen Gruppe ist nicht bekannt und sollte daher unbedingt zu Beginn des Workshops durch den oder die Gartenführer:in erfragt werden. Gegebenenfalls könnten der Einstieg und die theoretische Einführung inhaltlich individuell an die Gruppe angepasst und gekürzt werden. Dadurch bliebe mehr Zeit für die praktischen Phasen und die Abschlussdiskussion.

Die didaktische Ausarbeitung erfolgte auf Basis einer umfassenden Literaturrecherche und didaktischer Überlegungen. Wie bereits oben beschrieben, ist es jedoch sinnvoll, die individuellen Interessen der Lernenden z.B. mittels eines Fragebogens zu erheben, um diese in der Unterrichtsgestaltung berücksichtigen zu können (vgl. Ruppert, 2019). Neben den Interessen können auch die Schüler:innenvorstellungen einen entscheidenden Einfluss auf den Lernerfolg im Workshop haben. Schüler:innenvorstellungen sind die individuellen vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schüler:innen zu biologischen Phänomenen, welche oft entscheidend von der fachwissenschaftlichen Sichtweise abweichen (Weitzel, 2019, S. 62). Solche Vorstellungen entstehen meist durch alltägliche, d.h. außerschulische Erfahrungen, z.B. in der Familie, im Kontakt mit Freund:innen sowie durch religiöse und kulturelle Erfahrungen, aber auch durch vorherige Unterrichtserfahrungen (Schrenk et al., 2019, S. 4). Sie beeinflussen das Lernen der Schüler:innen entscheidend, da neue Inhalte mithilfe der verfügbaren

Vorstellungen interpretiert und verstanden werden und Wissen auf Basis vorhandener Wissensstrukturen und Vorstellungen aktiv konstruiert wird (vgl. Gropengießer & Marohn, 2018). Daher sollten neben den Interessen auch die Vorstellungen der Schüler:innen zum jeweiligen Thema erhoben und als wichtige Lernvoraussetzungen in die didaktische Planung des Unterrichts bzw. des Workshops einbezogen werden.

In diesem Zusammenhang gibt es das Modell der „Didaktischen Rekonstruktion“, das nicht nur einen Forschungsrahmen für fachdidaktische Fragestellungen bietet, sondern auch als Planungsrahmen für den Unterricht oder andere Bildungsmaßnahmen genutzt werden kann (Gropengießer & Kattmann, 2013). Im Modell werden drei wesentliche fachliche und fachdidaktische Aspekte der Unterrichtsplanung berücksichtigt und eng miteinander verknüpft: fachliche Klärung, Erfassung von Lernerperspektiven und didaktische Strukturierung (Kattmann, 2007, S. 94). Bei der fachlichen Klärung geht es um die kritische und systematische Auseinandersetzung mit den fachlichen Inhalten (Konzepte, Aussagen, Theorien, Begriffe, didaktische Methoden), die im Unterricht vermittelt werden sollen und deren Eignung analysiert wird. Bei der Erhebung von Schüler:innenperspektiven geht es primär um die empirische Erforschung „individueller Lernvoraussetzungen, die die Zuschreibung von mentalen Werkzeugen bzw. gedanklichen Konstrukten (Vorstellungen) gestatten“, wobei hier nicht nur die lebensweltlichen Vorstellungen der Lernenden, sondern auch ihre Interessen, Einstellungen und Motivationen erhoben werden können (Kattmann, 2007, S. 95-96). Die didaktische Strukturierung bezieht sich auf die Gestaltung didaktischer Konzepte, z.B. für den Unterricht, und basiert auf den Ergebnissen der fachlichen Klärung und der Erhebung der Lernerperspektiven. Durch dieses Vorgehen, bei dem die Ergebnisse der drei Einzelaspekte miteinander in Beziehung gesetzt werden, werden fachdidaktische Untersuchungen praxis- und anwendungsorientiert und auf die Bedeutsamkeit für die Schüler:innen ausgerichtet (Kattmann, 2007, S. 99). Um eine solche Bedeutsamkeit des geplanten Workshops für die Lernenden zu gewährleisten, sollten neben der fachlichen Klärung (vgl. Kapitel 4) und der didaktischen Strukturierung (vgl. Kapitel 5.1.-5.7) auch die Lernerperspektiven erhoben werden.

Gerade im Hinblick auf das Thema des Workshops, die Anpassung von Trockenpflanzen an ihren trocken-warmen Lebensraum, ist es sinnvoll, die Schüler:innenvorstellungen zu erfassen. In empirischen Studien zu den vorunterrichtlichen Vorstellungen von Lernenden wurde beobachtet, dass „Anpassung“ als biologisches Konzept von vielen Schüler:innen als schwierig wahrgenommen wird und dass es bei den Lernenden eine Vielzahl von problematischen Vorstellungen zu wichtigen Prozessen der Anpassung gibt, die den Lernerfolg im Unterricht beeinflussen (s. Baalman et al., 2004). Bei der Strukturierung einer Unterrichtseinheit bzw.

eines Workshops sollte daher an solche Präkonzepte der Schüler:innen im Zusammenhang mit der Anpassung von Pflanzen an ihren Lebensraum angeknüpft werden. Eine Erhebung war im Rahmen dieser Masterarbeit jedoch nicht möglich, so dass mögliche Schüler:innenvorstellungen nur durch theoretische Überlegungen und eine Literaturrecherche gesammelt und bei der Planung des Workshops berücksichtigt wurden.

Nach Groß (2007) kann das Modell der Didaktischen Rekonstruktion nicht nur als Planungsrahmen für den Unterricht, sondern auch als Grundlage für die Evaluation von didaktischen Konzepten und Lernumgebungen genutzt werden. So werden beispielsweise die Lernerperspektiven erhoben, um das Erreichen von Lernzielen am außerschulischen Lernort zu evaluieren und Lernprozesse zu optimieren (Groß, 2007). Im nächsten Teil dieser Arbeit soll daher eine Erfassung zumindest theoretisch erarbeitet und als Möglichkeit zur Evaluation des Workshops vorgestellt werden.

6. Möglichkeiten zur empirischen Evaluierung des entwickelten Workshops

In diesem Teil der Masterarbeit soll theoriebasiert ein möglicher Forschungsansatz zur Evaluation des oben vorgestellten Workshops zur pannonischen Pflanzenwelt entwickelt, beschrieben und theoriegeleitet diskutiert werden, um die dritte Fragestellung der vorliegenden Arbeit zu beantworten. Entsprechend dieser Fragestellung zentrieren sich die Überlegungen zum Design und zu den Erhebungsinstrumenten der Untersuchung um die zentrale Forschungsfrage, inwiefern der Workshop bzw. die Naturerfahrungen während der Teilnahme am Workshop einen Einfluss auf das Interesse der Schüler:innen an der pannonischen Pflanzenwelt und auf ihr Bewusstsein gegenüber Gefährdungsfaktoren haben. Im Fokus stehen daher die Überlegungen zu einer Studie, die untersucht, ob und wie sich das Interesse der Teilnehmer:innen des Workshops in Bezug auf die pannonische Pflanzenwelt sowie ihre Umwelteinstellungen verändern.

In der biologiedidaktischen Forschung haben sich insbesondere Interventionsstudien bewährt, um die Wirksamkeit von Maßnahmen wie z.B. spezifische Unterrichtssettings, Methoden, Lernumgebungen oder eingesetzte Medien zu untersuchen (vgl. Bickel, 2014; Krüger et al., 2014; Theyßen, 2014; Waltner & Wiesner, 2009). Dabei handelt es sich um Vergleichsstudien, in denen die Wirkung einer Maßnahme (Intervention) durch ein Längsschnittdesign mit einer Erhebung vor und nach der Intervention (Prä- und Posttest) untersucht wird (Theyßen, 2014, S. 71). Die Ergebnisse einer solchen Erhebung würden es nicht nur ermöglichen, Veränderungen

im Zusammenhang mit dem Interesse und dem Umweltbewusstsein der Teilnehmer:innen aufzuzeigen, sondern könnten auch eine wichtige Grundlage für Rückschlüsse auf die Wirksamkeit des Workshops und für Optimierungsansätze bieten. Das mögliche Untersuchungsdesign einer entsprechenden Interventionsstudie wird im folgenden Kapitel näher beschrieben.

6.1. Design einer möglichen Interventionsstudie

Ziel einer Interventionsstudie ist es zu überprüfen, ob und in welchem Ausmaß der Workshop als Bildungsmaßnahme einen Einfluss auf das Interesse der Teilnehmer:innen an den während des Workshops behandelten Themen und auf ihr Umweltbewusstsein im Zusammenhang mit Gefährdungsfaktoren sowie Naturschutzmaßnahmen für den pannonischen Trockenlebensraum hat. Das Untersuchungsdesign zielt daher darauf ab, den Einfluss der unabhängigen Variable (Workshop) auf die abhängige Variable (Veränderung des Interesses bzw. des Umweltbewusstseins) zu untersuchen. Als Proband:innen der Untersuchung sind daher die Teilnehmer:innen des Workshops zur pannonischen Pflanzenwelt im Rahmen der mAc-Klimawochen und später der Grünen Schule vorgesehen. Um die Beobachtungen für diese Versuchsgruppe absichern zu können, werden in Interventionsstudien üblicherweise zusätzlich Daten für eine Kontrollgruppe (Vergleichsgruppe) erhoben, die nicht an der Intervention (Workshop) teilnimmt (Schecker et al., 2014, S. 11). Dementsprechend sollte zusätzlich eine Kontrollgruppe gewählt werden, die den regulären Biologieunterricht besucht, aber nicht an der Intervention (Workshop) teilnimmt. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Kontrollgruppe möglichst ähnliche (Lern-)Voraussetzungen wie die Versuchsgruppe aufweist (ausreichende Stichprobengröße, gleiche Jahrgangsstufe, ähnlich ausgewogene Geschlechterverteilung, ähnliches Vorwissen zum Themengebiet usw.). Die Teilnahme an der Studie sollte freiwillig und anonym sein (z.B. durch Verwendung eines persönlichen Codes), und die Teilnehmer:innen sollten vor ihrer Einwilligung ausführlich über den Ablauf und das Ziel der Studie informiert werden.

Um eine mögliche Wirkung des Workshops auf das Interesse und Umweltbewusstsein der Teilnehmer:innen feststellen zu können, sollten vor und nach der Intervention Daten mithilfe eines geeigneten Messinstruments erhoben werden. Nach Theyßen (2014, S. 71) ist es zudem sinnvoll, den Test nach der Intervention in einem gewissen zeitlichen Abstand zu wiederholen („Follow-Up Test“), um eine längerfristige Wirkung der Maßnahme nachweisen zu können. Einen schematischen Überblick über den möglichen Ablauf einer Interventionsstudie gibt Abbildung 9, die eine wiederholte Datenerhebung zu drei verschiedenen Zeitpunkten (T0-T3)

vorsieht. Kurz vor der Intervention wird ein Prätest (T0) und direkt nach der Intervention ein Posttest (T1) durchgeführt, um die Ergebnisse dieser Tests zu vergleichen und so den unmittelbaren Effekt des Workshops bestimmen zu können. Um nachhaltigere Effekte zu erfassen, wird der Test bei der Versuchsgruppe nach einigen Wochen (T3) als Follow-Up Test wiederholt. Für die Kontrollgruppe sind nur der Prätest und der Posttest vorgesehen, wobei hier ein ähnlicher zeitlicher Abstand zwischen den Tests gewählt werden sollte.

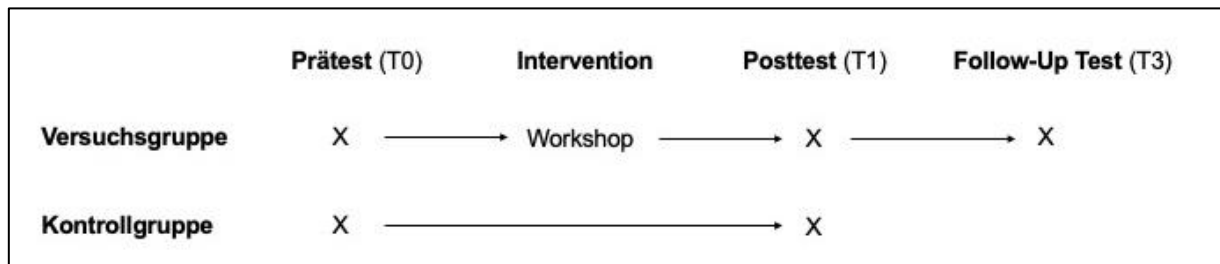


Abbildung 9. Schematische Darstellung eines möglichen Ablaufs der Interventionsstudie zur Evaluation des Workshops

Das für die Datenerhebung benötigte Material hängt stark vom gewählten Messinstrument ab. Verschiedene Möglichkeiten werden im folgenden Kapitel näher diskutiert.

6.2. Methoden zur Datenerhebung

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, Daten zu den Interessen und umweltrelevanten Einstellungen von Schüler:innen zu erheben, wobei zwischen qualitativen und quantitativen Messinstrumenten unterschieden werden kann. In der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung werden vor allem Standardinstrumente aus der empirischen Sozialforschung zur schriftlichen oder mündlichen Befragung wie Wissenstests, Interviews, Fragebögen sowie verschiedene Beobachtungsverfahren zur Datenerhebung eingesetzt (Schecker et al., 2014, S. 12). Um Interessen und Einstellungen von Schüler:innen in Bezug auf bestimmte Themengebiete empirisch zu untersuchen, stellen vor allem Fragebögen eine Standardmethode dar (vgl. Tiemann & Körbs, 2014). Generell kann Interesse nicht direkt gemessen werden. Nach Busker (2014) kann man “lediglich aus beobachteten Auswirkungen auf das unterstellte Merkmal rückschließen“ (S. 272), indem die Proband:innen befragt werden, inwieweit sie bestimmten Aussagen zu ihren Interessen und Einstellungen (den sogenannten Items) zustimmen oder diese ablehnen. Dabei wird in der Regel ein geschlossenes Antwortformat in Form von Likert-Skalen verwendet, die eine mehrstufige Einordnung der im Fragebogen

vorgegebenen Aussagen erlauben, z.B. zwischen “stimme vollkommen zu” und “lehne vollständig ab”, erlauben (Schecker et al., 2014, S. 12). Die Verwendung eines solchen schriftlichen Fragebogens mit geschlossenen Antwortvorgaben ermöglicht die Auswertung der quantitativen Daten mit statistischen Verfahren (z.B. Signifikanztests) und Standardprogrammen und eine möglichst objektive Interpretation der Daten durch den Forschenden. Darüber hinaus kann eine Fragebogenerhebung auch über Online-Plattformen wie „UmfrageOnline“ (Enuvo GmbH, 2007) durchgeführt werden, was eine gewisse zeitliche, räumliche und logistische Flexibilität ermöglicht und gerade in Zeiten einer anhaltenden Corona-Pandemie von Vorteil sein kann. Weitere Vorteile dieses Messinstruments sind, dass durch einen Fragebogen standardisierte Daten von einer großen Stichprobe erhoben werden können, überprüfbare und verallgemeinerbare Aussagen möglich sind, der Einfluss der Person, die den Fragebogen austeilte, auf die Antworten der Befragten möglichst gering ist und die Anonymität der Befragten gewährleistet werden kann (Schecker et al., 2014, S. 11; Sedlmeier & Renkewitz, 2018, S. 94). Sedlmeier und Renkewitz (2018) sehen die Schwäche des Messinstruments vor allem in der geringen “Kontrollierbarkeit der Erhebungssituation” (S. 95), die sich darin äußert, dass viele Befragte dazu neigen, den Fragebogen nicht, nur teilweise auszufüllen oder gar nicht erst abzugeben. Dies kann sich negativ auf die Interpretation der Fragebogenergebnisse auswirken. Ein weiterer negativer Aspekt ist, dass in der qualitativen Forschung die Messinstrumente vor der eigentlichen Datenerhebung festgelegt und in einem Pilotversuch getestet werden sollten, um mögliche Probleme, z.B. bei der Formulierung der Fragen, erkennen und beheben zu können (Baur & Blasius, 2019, S. 11).

Generell ist es bei Fragebogenstudien von Vorteil, bereits erprobte oder leicht adaptierte Instrumente mit gesicherter Qualität zu verwenden, da dies Zeit spart und sicherstellt, dass die Ergebnisse der Befragung qualitativ verwertbar sind und einen Vergleich mit bisherigen Forschungsergebnissen ermöglichen (Theyßen, 2014, S. 77). In diesem Zusammenhang wäre ein Vergleich der Ergebnisse der geplanten Evaluationsstudie mit vorherigen Erhebungen zum Interesse von Schüler:innen an der pannonischen Pflanzenwelt möglich (vgl. Pfannhauser, 2010).

Zur Erfassung von Schüler:inneninteressen und -einstellungen eignen sich auch qualitative Methoden wie mündliche Befragungen der Schüler:innen in Einzelinterviews (vgl. Niebert & Gropengießer, 2014, S. 121). Qualitativ ausgerichtete Verfahren zeichnen sich dadurch aus, dass sie eher explorativ sind und vielfältige Daten liefern, die (meist) nicht quantifizierbar sind und ein hohes Maß an Interpretation erfordern (Schecker et al., 2014, S. 11; Strübing, 2018, S. 4). Laut Baur und Blasius (2019) ist es für eine möglichst objektive Analyse qualitativer Daten

besonders wichtig, dass durch eine ausführliche Dokumentation des Forschungsprozesses „die Forschenden ihr methodologisches Vorgehen reflektieren und nachvollziehbar offenlegen“ (S. 8). Ein Vorteil qualitativer Methoden kann in einem flexibleren Forschungsdesign liegen, da die Methoden der Datenerhebung und Auswertung je nach Datenlage und Ergebnissen der theoretischen Reflexion während des Forschungsprozesses an die Gegebenheiten angepasst werden können. Darüber hinaus eignen sich qualitative Datenerhebungsverfahren auch für kleine Stichproben, wobei viele Kritiker gerade hierin neben der eingeschränkten statistischen Auswertbarkeit der Daten auch einen entscheidenden negativen Aspekt für die Aussagekraft der entsprechenden Forschungsergebnisse sehen (Lamnek, 2010, S. 3). Bei einer geplanten Evaluierung des Workshops könnte gerade die begrenzte Anzahl der Teilnehmer:innen pro Workshop und somit eine kleine Stichprobengröße für die Verwendung qualitativer Methoden zur Erfassung der Interessen und Einstellungen der Lernenden sprechen. Hier bietet sich insbesondere die Durchführung von offenen, leitfadengestützten Einzelinterviews an. Durch einen vor der Erhebung erstellten Leitfaden zur Strukturierung des Interviews wird die Einflussnahme der Befragenden auf die Antworten der Teilnehmer:innen begrenzt und trotzdem eine Interaktivität und eine gewisse Offenheit, z.B. durch vertiefende Nachfragen, gewährleistet (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 122). Die Interviews könnten zeitlich flexibel im Anschluss an den Workshop und gegebenenfalls über Online-Plattformen wie Zoom oder Skype durchgeführt werden. Auch bei qualitativen Verfahren sollten rechtliche Fragen vorab geklärt und eine Anonymisierung der Daten gewährleistet werden (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 131).

Ähnlich wie bei Fragebögen sollte auch ein Interviewleitfaden vor dem Einsatz getestet und gegebenenfalls verbessert werden. In der Regel wird ein Interview mit einem Aufnahmegerät aufgezeichnet, so dass das Gesagte anschließend für die Datenauswertung transkribiert werden kann. Als Analyseverfahren eignet sich hier insbesondere die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2010). Diese zeichnet sich dadurch aus, dass durch ein systematisches, regelgeleitetes und theoriegeleitetes Vorgehen bei der Interpretation qualitativer Daten wie Interviewtranskripte eine möglichst objektive, zuverlässige und valide und damit gut überprüfbare Auswertung gewährleistet wird (s. Mayring & Fenzl, 2014, S. 545-547). Dazu sollte der schrittweise Auswertungsprozess durch den Forschenden nachvollziehbar dokumentiert, das Vorgehen durch eine unabhängige Person kontrolliert, die Interpretation der Daten argumentativ abgesichert und die Interpretation der Daten durch eine Befragung der Probanden validiert werden (Krüger & Riemeier, 2014, S. 135).

Eine weitere qualitative Methode der Datenerhebung ist die „Teilnehmende Beobachtung“. Dabei handelt es sich um eine wissenschaftliche Beobachtungsmethode, bei der die oder der Forschende sowohl eine aktiv teilnehmende als auch eine beobachtende Rolle in den zu erforschenden sozialen Prozessen einnehmen kann. Nach Münst (2008) zeichnet sich die Teilnehmende Beobachtung aus durch „die (1) Gleichörtlichkeit und die (2) Gleichzeitigkeit der sozialen (alltäglichen) Ereignisse, die Gegenstand der Datenerhebung sind, mit dem Prozess der Datengenerierung sowie die (3) Fokussierung der Teilnehmenden Beobachtung und der daraus resultierenden Beschreibung auf das Sichtbare, Hörbare und Spürbare, also auf das durch alle Sinne Wahrnehmbare“ (S. 380). Im Unterschied zu anderen Methoden zeichnet sich diese Art der Beobachtung dadurch aus, dass die Forschenden häufig erst im Forschungsprozess über „die Relevanz von Themen, den Einsatz weiterer Forschungsmethoden und die Wahl der theoretischen Konzepte“ entscheiden (Münst, 2008, S. 381). Der Grad der Partizipation und die Handlungsmöglichkeiten der Forschenden hängen dabei stark vom jeweiligen Forschungskontext ab und können stark variieren. Dieses eher unsystematische Vorgehen wird sowohl als Vorteil als auch als Nachteil des methodischen Zugangs gesehen (vgl. Münst, 2008, S. 383-384). Einerseits bietet die Teilnehmende Beobachtung den Forscher:innen eine Innenansicht des untersuchten Geschehens und somit Einblicke in soziale Prozesse sowie neue Möglichkeiten bei der Datenerhebung und -auswertung den Forschungskontext und die jeweiligen Bedingungen flexibel zu berücksichtigen. Im Vergleich zu anderen Methoden kann dieser Zugang daher vielfältigere Ergebnisse liefern (Münst, 2008, S. 384). Andererseits ist die Teilnehmende Beobachtung aufgrund des unsystematischen Vorgehens nicht wiederholbar und überprüfbar, wodurch die Reliabilität der Daten nicht gewährleistet werden kann (vgl. Münst, 2008, S. 383). Zudem zeichnen sich die meist stichpunktartigen Feldnotizen der Teilnehmenden Beobachtung dadurch aus, dass die Ereignisse von den Forscher:innen nur sehr selektiv wahrgenommen und die Beobachtungen beim Niederschreiben der Notizen häufig stark reduziert werden (Münst, 2008, S. 382). Dies hat zur Folge, dass bei der anschließenden Erstellung detaillierterer Beobachtungsprotokolle, die zur interpretativen Datenauswertung herangezogen werden, die beobachteten Ereignisse und sozialen Prozesse nur sehr selektiv wiedergegeben werden. Ein weiterer Kritikpunkt ist die mögliche Einflussnahme der Forscher:innen auf das Geschehen. Diesen Schwächen der Methode sollte durch ein reflektiertes und nachvollziehbares Vorgehen bei der Datenerhebung und -auswertung Rechnung getragen werden und die Teilnehmende Beobachtung idealerweise mit einem weiteren Messinstrument kombiniert werden.

Generell sollte in der (fachdidaktischen) Forschung bei der Wahl der Erhebungsmethoden auf das Verfahren der Triangulation gesetzt werden. Dabei werden verschiedene Methoden –

insbesondere die Kombination von qualitativen und quantitativen Messinstrumenten – zur Datenerhebung gewählt, um die Ergebnisse der verschiedenen Messungen miteinander zu vergleichen und zu validieren und damit die Interpretation der Daten empirisch besser abzusichern (Schecker et al., 2014). Für eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse einer geplanten Untersuchung zum Umweltbewusstsein und Interesse der Teilnehmer:innen am Themengebiet des Workshops mit bereits existierenden Studien würde sich als Messinstrument vor allem ein Fragebogen anbieten. Wie bereits oben beschrieben wurde, handelt es sich hierbei um eine Standardmethode der Interessenforschung, die die Befragung einer möglichst großen Gruppe von Teilnehmer:innen des Workshops ermöglicht. Durch die Einbettung des hier geplanten Workshops in das mAc-Kooperationsprojekt sowie das Angebot der Grünen Schule, ist eine große Anzahl an Teilnehmer:innen und somit eine große Stichprobe für die mögliche Evaluationsstudie wahrscheinlich. Daher soll im folgenden Kapitel ein entsprechender Fragebogen entwickelt werden. Auch hier wäre ein „Mixed-Methods“-Forschungsdesign und der Einsatz einer zusätzlichen qualitativen Erhebungsmethode sinnvoll. Zum einen wäre es möglich, dass der entwickelte Fragebogen neben den Items mit geschlossenem Antwortformat auch offene Fragen enthält und somit sowohl quantitative als auch qualitative Daten erhoben werden. Zum anderen könnten zusätzlich zur Fragebogenerhebung qualitative Daten durch Interviews oder eine Teilnehmende Beobachtung erhoben werden. Die Wahl der Methode sollte hier in Abhängigkeit von den Forschungsbedingungen erfolgen (z.B. entsprechend der zu erwartenden Stichprobengröße, der Möglichkeit der Durchführung einer Teilnehmenden Beobachtung während des Workshops etc.).

6.3. Entwicklung eines Fragebogens

Als Standardinstrument zur Erfassung von Interessen und Einstellungen soll in diesem Teil der Arbeit ein Fragebogen entwickelt werden, der in einer Evaluationsstudie des Workshops eingesetzt werden kann. Um die Antworten der Teilnehmer:innen bei den Erhebungen vor und nach dem Workshop vergleichen und somit mögliche Unterschiede erkennen zu können, ist die Nutzung eines identischen Erhebungsbogens vorgesehen.

Bezogen auf die Fragestellung dieser Masterarbeit soll der Fragebogen das Interesse der Teilnehmer:innen des Workshops an der pannonischen Pflanzenwelt und dem Trockenlebensraum sowie ihr Bewusstsein für mögliche Gefährdungsfaktoren und ihre Akzeptanz im Zusammenhang mit Naturschutzmaßnahmen in Verbindung mit dem Workshopthema erfassen. Ebenso sollen die didaktischen Methoden des geplanten Workshops evaluiert werden. Hierfür könnte das Interesse der Teilnehmer:innen an den Arbeitsaufträgen und sozialen Settings, die

für die Auseinandersetzung mit dem Thema während des Workshops verwendet werden (z.B. Mikroskopieren, Betrachten, Gruppenarbeit, forschendes Lernen), durch die Befragung erfasst werden, um den Workshop gegebenenfalls zu optimieren. Entsprechend der Empfehlung von Tiemann und Körbs (2014), wurde der Fragebogen in vier verschiedene Fragenkomplexe unterteilt. Nach einer kurzen Einleitung zum Ziel des Fragebogens und einer Instruktion zur Vorgehensweise für die Teilnehmer:innen, werden durch die Fragen im ersten Abschnitt personenbezogene (soziodemographische) Hintergrunddaten erfasst. Im zweiten Fragenkomplex soll das Interesse der Proband:innen am Thema und den Inhalten des Workshops (Pannonische Flora, Anpassungen an Trockenlebensräume) erhoben werden, während sich der dritte Teil des Fragebogens auf das Interesse an den im Workshop verwendeten Methoden und Aufgabenstellungen fokussiert. Im letzten Fragenkomplex wird das Bewusstsein der Teilnehmer:innen für Gefährdungsfaktoren und notwendige Naturschutzmaßnahmen in Verbindung mit der pannonischen Pflanzenwelt ermittelt. Insgesamt wurde darauf geachtet, dass der Fragebogen möglichst kurz gehalten ist und die Beantwortung nicht zu viel Zeit in Anspruch nimmt.

Bei der Formulierung der Items wurden die Empfehlungen von Busker (2014, S. 273) berücksichtigt. Im Zusammenhang mit der Erhebung von Einstellungen, Interessen und Haltungen eignen sich Aussagen als Fragebogenitems, die von den Proband:innen entsprechend ihrer Zustimmung eingestuft werden sollen, besser als Fragen (Bortz & Döring, 2006, S. 254). Für die meisten Fragen wurde ein geschlossenes Antwortformat mit einer 4-stufigen Likert-Skala und den Antwortmöglichkeiten „sehr interessant“, „interessant“, „weniger interessant“ und „gar nicht interessant“ bzw. in Zusammenhang mit den Einstellungen der Proband:innen „stimmt völlig“, „stimmt teilweise“, „stimmt eher weniger“ und „stimmt gar nicht“ gewählt. Obwohl eine Skala mit mehr Zustimmungsmöglichkeiten zu einem differenzierteren Ergebnis bei der Auswertung führen kann, können zu viele Abstufungen bei den Antwortmöglichkeiten auch einen negativen Einfluss auf die Entschlossenheit der Befragten bei der Beantwortung der Fragen haben (Busker, 2014, S. 275). Zudem wurde eine geradzahlige Ratingskala ohne neutrale Antwortmöglichkeit gewählt, da unsichere Personen in der Regel dazu tendieren, die Mitte anzukreuzen (vgl. Tiemann & Körbs, 2014, S. 285). Bei der Wahl des Antwortformats im Fragebogen wurde der Fokus auf geschlossene Fragen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten gelegt, da dieses Format eine einfachere Auswertung und Handhabung ermöglicht und eine hohe Auswertungsobjektivität gewährleistet (Tiemann & Körbs, 2014, S. 284). Um in einigen Abschnitten zusätzlich einen tieferen Einblick in die persönlichen Meinungen, Einschätzungen und Einstellungen der Proband:innen zu bekommen, wurde der Fragebogen hier mit einigen offenen Fragen ergänzt. Im Gegensatz zu den geschlossenen

Fragen müssen die verbalisierten Antworten der offenen Fragen für die Auswertung kodiert und kategorisiert werden.

Nach der Festlegung des Formats wurden die Inhalte der Items entsprechend der geplanten Themenblöcke des Fragebogens nach der Empfehlung von Aschemann-Pilshofer (2001, S. 4-7) mittels Brainstorming in einer Mind-Map gesammelt. Anschließend wurden Aussagen (Behauptungen) für die Zustimmungsskala formuliert. Dabei wurde auch darauf geachtet, dass die Aussagen nicht nur positiv, sondern teilweise auch negativ formuliert wurden, um Antworttendenzen der Befragten zu vermeiden (Aschemann-Pilshofer, 2001, S. 11-12). Um eine Vergleichbarkeit der hier vorgestellten Studie mit früheren Ergebnissen zum Interesse von Schüler:innen an der pannonischen Pflanzenwelt zu gewährleisten, wurde der hier entwickelte Fragebogen an den bereits in der Arbeit von Markus Pfannhauser (2010) erprobten Erhebungsbogen angelehnt und einzelne für diese Studie passende Fragen(-komplexe) übernommen bzw. adaptiert. Weitere für die Fragestellung geeignete Fragebögen konnten im Rahmen der Literaturrecherche nicht gefunden werden. Zur abschließenden Überprüfung der Formulierung der Fragebogenitems wurde die Checkliste von Bortz und Döring (2006, S. 255) herangezogen und die Items gegebenenfalls überarbeitet.

Da der Fragebogen für eine wiederholte Befragung vor und nach dem Workshop vorgesehen ist und weil die Teilnahme an der Befragung anonym durchgeführt wird, ist es wichtig, eine Identifikationsnummer (ID) für die Proband:innen einzuführen. Diese sollte die jeweilige befragte Person kennzeichnen und ermöglicht es, die ausgefüllten Fragebögen (aus Prä- und Posttest) für die Auswertung einer Proband:in zuzuordnen (Tiemann & Körbs, 2014, S. 286). Für die Zusammensetzung der ID wurden das Geburtsdatum und die ersten beiden Buchstaben des Namens der Mutter gewählt.

Nach dem ersten Entwurf des Fragebogens wurde dieser an Kolleg:innen und Bekannte, die nicht mit der Thematik des Workshops vertraut sind, mit der Bitte um konstruktive Kritik und Feedback versendet. Sie sollten den Fragebogen ausprobieren und prüfen, ob wichtige Informationen fehlen, ob die gewählten Fragen klar und verständlich formuliert oder suggestiv sind und ob die Formulierung der Items verbessert werden kann. Die Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge wurden dann bei der Überarbeitung des Fragebogens so weit wie möglich berücksichtigt. In einem Austausch mit D. Bröderbauer wurde zudem über mögliche Schwierigkeiten mit den Begriffen „pannonisch“ und „Trockenrasen“ gesprochen, da die Teilnehmer:innen vor dem Workshop vermutlich noch nicht mit der Bedeutung dieser Begriffe vertraut sind. Um mögliche Unklarheiten zu beseitigen, wurde daher eine kurze Definition des Begriffs „Trockenrasen“ in die Instruktion des Fragebogens aufgenommen.

Der Entwurf des Fragebogens, der insgesamt vier Seiten umfasst, ist in den Abbildungen 10 bis 13 dargestellt. Vor der Verwendung des Fragebogens in einer Befragung sollte dieser zudem mit einer Versuchsgruppe aus Schüler:innen erprobt werden, um mögliche Schwächen des Fragebogens zu erkennen und ihn gegebenenfalls noch zu optimieren. Dies war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich.



Fragebogen

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

auf den nächsten Seiten werden dir einige Fragen zu den Inhalten des Workshops „**Pannonische Pflanzenwelt**“ gestellt. In diesem Workshop geht es um die Trockenrasen im Osten Österreichs, also Rasengesellschaften, welche hier natürlich an trockenen Standorten vorkommen.

Diese Befragung hat das Ziel, das Interesse von Schüler*innen an dem Thema des Workshops im Rahmen einer Abschlussarbeit an der Universität Wien zu erheben. Durch eine wiederholte Befragung vor und nach dem Workshop soll untersucht werden, ob sich deine Antworten durch die Teilnahme am Workshop verändert haben und wie der Workshop noch verbessert werden kann.

- Alle Antworten und Daten werden nur im Rahmen dieser Studie verwendet und **anonym** erfasst.
- **Kreuze bitte an, was du wirklich denkst!** Deine Teilnahme an der Befragung kann uns dabei helfen den Workshop zu verbessern.
- Bitte immer nur **ein Kreuz pro Zeile** setzen.

Vielen Dank für deine Zeit! (Dauer: ca. 10 Min.)

Angaben zur Person

Ich bin

- weiblich
- männlich
- divers

Dein Alter

Ich bin _____ Jahre alt.

Dein anonymisierter Code

Datum (Tag) deines Geburtstags

Beispiel: 5. März

1. und 2. Buchstabe vom
Vornamen deiner Mutter

Beispiel: Barbara

Abbildung 10. Erste Seite des für die Evaluation des Workshops entworfenen Fragebogens

Thema und Inhalte des Workshops "Pannonische Pflanzenwelt"

1. Kreuze bitte an, wie interessant du folgende Themen findest.

	sehr interessant	interessant	weniger interessant	gar nicht interessant
Pflanzen in trocken-warmen Lebensräumen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Überlebensmechanismen von Pflanzen in trocken-warmen Lebensräumen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorkommen von Trockenrasen in Österreich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Voraussetzungen für das Entstehen von Trockenrasen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiere, die im Trockenrasen leben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gefahren für Trockenrasen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pflegemaßnahmen von Trockenrasen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufgaben des Botanischen Gartens, z.B. beim Artenschutz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Was interessiert dich an Pflanzen besonders?
Notiere deine Antwort bitte in Stichpunkten.

Abbildung 11. Zweite Seite des für die Evaluation des Workshops entworfenen Fragebogens

Arbeitsaufträge & Methoden

3. Kreuze bei den folgenden Aussagen bitte an, inwiefern du den Aussagen zustimmst.

	stimmt völlig	stimmt teilweise	stimmt eher weniger	stimmt gar nicht
Das Erleben von Pflanzen in ihrem Lebensraum macht Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich erforsche die Merkmale von Pflanzen lieber selbst, als sie jemanden gezeigt zu bekommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es ist interessant mehr über einheimische Pflanzen zu erfahren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Genaueres Betrachten von Pflanzenmerkmalen unter dem Mikroskop ist langweilig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich gehe einer Forschungsfrage lieber alleine nach als gemeinsam mit anderen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gefährdung von Pflanzen und Naturschutz

4. Worin siehst du die größten Bedrohungen für das Überleben von Pflanzenarten?
Notiere deine Gedanken bitte in Stichpunkten.

Abbildung 12. Dritte Seite des für die Evaluation des Workshops entworfenen Fragebogens

5. Was ist für dich Naturschutz?
 Notiere deine Antwort bitte in Stichpunkten.

6. Kreuze bei den folgenden Aussagen bitte an, inwiefern du den Aussagen zustimmst.

	stimmt völlig	stimmt teilweise	stimmt eher weniger	stimmt gar nicht
Von Trockenheit geprägte Lebensräume in Österreich sind besonders schützenswert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Klimawandel stellt für die bereits sehr trockenen Lebensräume keine Gefahr dar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schutz von seltenen und gefährdeten Arten ist wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich möchte mehr über Schutzprojekte für seltene Pflanzen in Österreich erfahren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trockenrasen müssen durch den Menschen, z.B. durch Mahd, Beweidung gepflegt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich würde gerne bei Pflegemaßnahmen von Trockenrasen mithelfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vielen Dank für deine Unterstützung!

Abbildung 13. Vierte Seite des für die Evaluation des Workshops entworfenen Fragebogens

7. Conclusio und Ausblick

Entsprechend der übergeordneten Zielsetzung wurde in der vorliegenden Masterarbeit ein didaktisches Konzept für einen Workshop zum Thema „Pannonische Pflanzenwelt“ erarbeitet und vorgestellt. Dieser soll im Rahmen der Klimawochen des Kooperationsprojektes mAc und der Grünen Schule mit Oberstufenschüler:innen im Botanischen Garten der Universität Wien stattfinden. In einem ersten Schritt, einer fachlichen Klärung (s. Kapitel 4, Theoretische Grundlagen), wurden zunächst wichtige fachwissenschaftliche Inhalte zur pannonischen Trockenvegetation in Österreich zusammengetragen. Weiters wurden wichtige Aspekte der Umweltbildung sowie der Interessenentwicklung und -förderung im Unterricht zusammengefasst und im Zusammenhang mit den Gegebenheiten und Potentialen des Botanischen Gartens beleuchtet. Die Ergebnisse dieser fachlichen Klärung zeigen, dass der Botanische Garten der Universität Wien mit der Pannonischen Schaugruppe als außerschulischer Lernort eine besondere Möglichkeit bietet, wichtige Informationen über die pannonische Flora und den Trockenlebensraum zu vermitteln. Pannonische Trockenrasen sind interessante, sehr vielfältige Lebensräume, die sich durch einen besonderen Artenreichtum auszeichnen und wichtige Refugien für viele mittlerweile seltene und gefährdete heimische Tier- und Pflanzenarten darstellen. Aufgrund der teilweise extrem trocken-warmen Standortbedingungen im Osten Österreichs weisen viele der hier vorkommenden Pflanzen spezielle Merkmale auf, die sich im Laufe der Evolution als Anpassung an die vorherrschende Trockenheit entwickelt haben und es den Pflanzen ermöglichen, unter diesen Bedingungen zu überleben. Obwohl die meisten pannonischen Trockenrasen in Österreich durch den Einfluss des Menschen entstanden sind, stellt der Mensch mit seinen Aktivitäten heute auch die größte Bedrohung für diese teilweise stark gefährdeten Lebensräume dar. Daneben spielen aber auch andere Faktoren eine Rolle. Im Zusammenhang mit den Gefährdungsfaktoren der pannonischen Pflanzenwelt und den Artenschutzprojekten, an denen der Botanische Garten beteiligt ist, können hier auch mögliche Folgen des Klimawandels thematisiert und das Bewusstsein und die Akzeptanz der Schüler:innen gegenüber der Gefahren und Naturschutzmaßnahmen gesteigert werden.

Zudem konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass es viele Möglichkeiten gibt, durch eine entsprechend interessenfördernde Gestaltung eines Workshops im Botanischen Garten das Interesse von Schüler:innen an der heimischen pannonischen Flora bzw. an Pflanzen und pflanzenbiologischen Themen im Allgemeinen zu steigern und einen Beitrag zur Umweltbildung bzw. BNE zu leisten. Dementsprechend wurden bei der anschließenden Strukturierung und Planung des didaktischen Konzepts des Workshops entsprechende

Lernziele formuliert und möglichst viele Aspekte der Interessenentwicklung und -förderung sowie des erfolgreichen außerschulischen Lernens berücksichtigt.

Inwieweit die für den Workshop „Pannonische Pflanzenwelt“ aufgestellten Hypothesen zutreffen und die Lernziele, insbesondere in Bezug auf die Interessengenese, durch das didaktische Konzept erreicht werden können, kann im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht beurteilt werden. Generell sollte auch berücksichtigt werden, dass es sich bei dem Workshop um eine einmalige Lernsituation handelt, bei der die Teilnehmer:innen den Botanischen Garten besuchen. In Bezug auf die Entwicklung von Interesse sollten sich die Schüler:innen allerdings wiederholt bzw. längerfristig mit einem Thema auseinandersetzen können, um im Idealfall ein individuelles Interesse an dem Lerngegenstand auszubilden. Im Rahmen der mAc-Klimawochen findet der Workshop eingebettet in eine mehrtägige Exkursion an den Neusiedler See zum Thema „Wassernutzung und Hitzebelastung in den Trockenregionen Ostösterreichs“ statt. Während dieser Exkursion haben die Lernenden die Möglichkeit, sich wiederholt und intensiv mit den Lerninhalten des Workshops auseinanderzusetzen, was bei entsprechender interessenfördernder Gestaltung die Ausbildung eines langfristigen individuellen Interesses fördern kann. Findet der Workshop im Rahmen der Grünen Schule des Botanischen Gartens statt, sollte das Thema des Workshops idealerweise im Unterricht vorbereitet und nach der Teilnahme am Workshop wieder aufgegriffen werden, um nicht nur ein situationales Interesse aufrechtzuerhalten, sondern gegebenenfalls sogar ein individuelles Interesse bei den Lernenden zu wecken.

Im Rahmen der mAc-Klimawochen 2023 am Neusiedler See konnte der Workshop am 25. April 2023 erstmals mit der 3. Klasse einer AHS aus dem Burgenland im Botanischen Garten durchgeführt werden. Geleitet wurde der Workshop von der Gartenführerin Jasmin Rehrnbacher, mit der ich vor dem Workshop die Inhalte, Lernziele und Arbeitsaufträge besprochen habe. Außerdem haben wir bei diesem Treffen überlegt, wie die Inhalte und Aufgabenstellungen während des Workshops für eine Unterstufenklasse angepasst werden könnten, da die teilnehmende Gruppe von der Zielgruppe des in dieser Masterarbeit konzipierten Workshops abweicht. Da ich am Tag des Workshops leider nicht anwesend sein konnte, habe ich mich im Nachhinein noch einmal mit der Gartenführerin getroffen, um zu erfahren, inwieweit der Workshop erfolgreich war und wo noch Verbesserungsbedarf besteht.

Die Gartenführerin konnte berichten, dass der Workshop insgesamt ein voller Erfolg war und die Schüler:innen begeistert und sehr involviert mitgearbeitet haben. Die in der Einleitung vermittelten Fachinhalte zur pannonischen Pflanzenwelt wurden jedoch dem Wissensstand der Schüler:innen angepasst und gekürzt. So wurden wichtige Anpassungen von Trockenpflanzen

bereits in der Einleitung durch die Gartenführerin vorgestellt, damit die Schüler:innen die praktischen Arbeitsaufträge besser verstehen konnten. Zudem wurde verstärkt auf die in der Pannonischen Gruppe vorkommenden Insekten eingegangen, um den Trockenrasen als wichtigen Lebensraum und die Bedeutung der Insekten als Bestäuber für die Pflanzen zu verdeutlichen. Die verschiedenen Trockenrasentypen, ihre Entstehung und Gefährdungsfaktoren wurden hingegen nur sehr kurz vorgestellt. In den praktischen Phasen des Workshops konnte aufgrund der sehr kleinen Gruppengröße von nur sechs Schüler:innen jede/r Teilnehmer/in eine Pflanze alleine untersuchen. Zudem waren viele Lehrpersonen anwesend, welche die Schüler:innen bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung intensiv unterstützen konnten. Nach einer kurzen Vorstellung der Anpassungen der untersuchten Pflanzen durch die Teilnehmer:innen wurden die Pflanzen im Botanicum unter dem Binokular noch genauer untersucht. Die Gartenführerin hatte den Eindruck, dass die Schüler:innen der Unterstufe die Arbeitsaufträge im Sinne des forschend-entdeckenden Lernens gut bewältigen konnten, wobei eine sehr detaillierte Einweisung notwendig war. Das Aufstellen von Hypothesen zu den Anpassungen stellte die größte Schwierigkeit dar und wurde von der Gartenführerin bei der Präsentation stark angeleitet und ergänzt. Nachdem die Schüler:innen so begeistert an den Binokularen gearbeitet hatten und gar nicht aufhören wollten, wurde ihnen mehr Zeit zum Arbeiten mit den Pflanzen zur Verfügung gestellt und die Abschlusspräsentation stark gekürzt. Dadurch kam die Diskussion über die Bedeutung von Schutzmaßnahmen für die pannonische Flora und die möglichen Folgen des Klimawandels zu kurz.

Insgesamt erscheint der Workshop mit Unterstufenschüler:innen, die nicht der Zielgruppe entsprechen, gut durchführbar, wobei die Anforderungen für das Angebot im Rahmen der mAc-Klimawochen und der Grünen Schule an den Wissensstand der Unterstufe angepasst werden sollten. Dazu sollte der Umfang der vermittelten Informationen über die pannonische Flora reduziert und das Anforderungsniveau der selbstständigen Arbeitsaufträge gesenkt werden. Von der Gartenführerin wurde empfohlen, eine Bildtafel mit den wichtigsten Anpassungen der pannonischen Trockenpflanzen als Anschauungsmaterial für den Workshop zu gestalten und zur Verfügung zu stellen, die je nach Bedarf eingesetzt werden kann. Außerdem wäre eine Schauanlage mit den verschiedenen Bodentypen in der Pannonischen Schaugruppe sinnvoll, die nicht nur für den Workshop, sondern auch für alle anderen Besucher:innen aufgestellt werden könnte, um die unterschiedlichen Bodenbedingungen im Zusammenhang mit den verschiedenen pannonischen Trockenvegetationen zu veranschaulichen.

Um den Einfluss des entwickelten Workshops auf das Interesse der Teilnehmer:innen an den behandelten Themen und auf ihr Bewusstsein im Zusammenhang mit Gefährdungsfaktoren

sowie Naturschutzmaßnahmen für den pannonischen Trockenlebensraum und somit die Wirksamkeit des Workshops als Bildungsmaßnahme untersuchen zu können, wurde im letzten Teil der Arbeit ein mögliches Design einer Interventionsstudie vorgestellt. Hierfür wurde ein Fragebogen zur empirischen Erhebung der Interessen und Einstellungen der Workshop-teilnehmer:innen entwickelt. Eine solche Erhebung der Schüler:innenperspektiven entspricht im Sinne der Didaktischen Rekonstruktion einem wichtigen Schritt in der Unterrichtsplanung und kann als Grundlage für eine Überarbeitung des Workshops dienen. Damit ist auch die letzte Fragestellung dieser Masterarbeit beantwortet. Um jedoch Aussagen über die Wirksamkeit des entwickelten Workshops treffen zu können, wäre eine entsprechende Untersuchung notwendig. Das erarbeitete Design zur Evaluation des Workshops könnte hier als Grundlage z.B. für weiterführende Bachelor- oder Masterarbeiten dienen und diese Arbeit könnte einen Denkanstoß für die Entwicklung weiterer Bildungsmaßnahmen mit ähnlichen Lerninhalten und -zielen geben.

8. Zusammenfassung

Die vorliegende Masterarbeit stellt das didaktische Konzept für einen Workshop zum Thema „Pannonische Pflanzenwelt“ vor, der im Rahmen der Klimawochen des Kooperationsprojektes „makingAchange“ und der Grünen Schule im Botanischen Garten der Universität Wien mit Oberstufenklassen durchgeführt werden soll. Der Workshop soll einerseits fachwissenschaftliche Inhalte zur pannonischen Trockenvegetation vermitteln und andererseits das Interesse der Schüler:innen an dieser heimischen Flora sowie ihr Bewusstsein im Zusammenhang mit den Auswirkungen menschlicher Eingriffe und des Klimawandels und die Akzeptanz von Naturschutzmaßnahmen stärken. Die Konzeption des Workshops erfolgte durch die Festlegung der Rahmenbedingungen sowie durch eine umfangreiche Literaturrecherche zur Klärung wichtiger Fachinhalte, geeigneter Methoden und der Zielsetzung. Zusätzlich wurden wichtige Aspekte der Umweltbildung und der Förderung des Interesses der Schüler:innen am Lerngegenstand, ein wichtiger Einflussfaktor für den unterrichtlichen Lernerfolg, identifiziert und bei der Gestaltung berücksichtigt. Dies erscheint besonders wichtig im Hinblick auf die beobachtete „Plant Blindness“ vieler Schüler:innen und die Beobachtung, dass die pannonische Pflanzenwelt bisher als nicht besonders interessant wahrgenommen wird.

Es konnte gezeigt werden, dass der Botanische Garten als außerschulischer Lernort eine besondere Möglichkeit bietet, gezielt Informationen über die pannonischen Trockenrasen als Lebensraum vieler bedrohter heimischer Arten zu vermitteln und die Schüler:innen für die

Gefahren und die Bedeutung von Naturschutzmaßnahmen zu sensibilisieren. Aufgrund der COVID-19 Pandemie konnte der Workshop im Rahmen dieser Masterarbeit nicht durchgeführt und evaluiert werden. Daher kann keine Aussage über die Wirksamkeit des Workshops als Bildungsmaßnahme getroffen werden. Abschließend werden jedoch verschiedene Evaluationsmöglichkeiten diskutiert und das Design einer Interventionsstudie sowie eines Fragebogens zur Erhebung der Interessen und Einstellungen der Workshopteilnehmer:innen vorgestellt.

9. Abstract

This thesis presents the didactic concept for a workshop on the “Pannonian flora”, which will be carried out with upper secondary school students at the Botanical Garden of the University of Vienna in the context of the “makingAchange” project and the “Grüne Schule”. The aim of the workshop is to improve the students’ understanding of the Pannonian dry grasslands, to increase their interest in this indigenous vegetation, to raise their awareness of the effects of human impact and climate change, and to gain their acceptance of conservation efforts. The didactic concept was based on the definition of the workshop conditions and an extensive literature review to clarify relevant content, suitable methods, and learning objectives. Aspects of environmental education and student interest were also identified and considered. This could be particularly important with regard to the observed “plant blindness” of many students and the observation that the Pannonian flora is not perceived as particularly interesting.

This thesis could show that the botanical garden as an informal learning environment offers a great opportunity to convey relevant information about the Pannonian dry grasslands and to sensitise the students to the main threats and important conservation measures. Due to the COVID-19 pandemic, the workshop could not be conducted and evaluated for this thesis. Therefore, the final part discusses different methods to evaluate the workshop and presents the design of an intervention study and a questionnaire to assess the interests and attitudes of the workshop participants, which could be used for future studies.

10. Literaturverzeichnis

- Albert, R. (2008). Anpassungen von Pflanzen an trockene Standorte. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich* (S. 87–100). Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.
- Aschemann-Pilshofer, B. (2001). *Wie erstelle ich einen Fragebogen? Ein Leitfaden für die Praxis*. Wissenschaftsladen Graz - Institut für Wissens- und Forschungsvermittlung.
<https://www.aschemann.at/wp-content/uploads/2015/05/Fragebogen.pdf>
- Baalmann, W., Frerichs, V., Weitzel, H., Gropengießer, H., & Kattmann, U. (2004). Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung – Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 7–28.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26–29.
- Baur, N., & Blasius, J. (2019). Methoden der empirischen Sozialforschung – Ein Überblick. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 1–28). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_1
- Berg, H.-M., & Denner, M. (2008a). Heu- und Fangschrecken der Steppen- und Trockenrasen. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich* (S. 129–138). Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.
- Berg, H.-M., & Denner, M. (2008b). Trockenrasen in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft Rückzugsgebiete auch für die Vogelwelt. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich* (S. 109–114). Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.
- Berger, R., & Walpuski, M. (2018). Kooperatives Lernen. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 227–244). Springer Berlin Heidelberg.
- Bickel, M. (2014). *Students' interests in agriculture: The impact of school farms regarding fifth and sixth graders* [Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen]. <https://ediss.uni->

goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0022-5DCF-
7/Dissertation%20MBickel.pdf?sequence=1

- Blankenburg, J., & Scheersoi, A. (2018). Interesse und Interessenentwicklung. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 245–259). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_15
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Springer.
- Botanischer Garten der Universität Wien. (o. J.-a). *Erhaltung von Artemisia laciniata auf den Zitzmannsdorfer Wiesen*. Abgerufen 11. Jänner 2023, von <https://botanischergarten.univie.ac.at/wissenschaft/forschung/artemisia/>
- Botanischer Garten der Universität Wien. (o. J.-b). *Flora von Österreich*. Abgerufen 12. Jänner 2023, von <https://botanischergarten.univie.ac.at/der-garten/gartenplan/flora-von-oesterreich/>
- Botanischer Garten der Universität Wien. (o. J.-c). *LIFE-Natur-Projekt „Pannonische Steppen- und Trockenrasen“ (2004-2008)*. Abgerufen 11. Jänner 2023, von <https://botanischergarten.univie.ac.at/wissenschaft/forschung/dracocephalum/>
- Bresinsky, A., Körner, C., Kadereit, J. W., Neuhaus, G., & Sonnewald, U. (2008). *Strassburger Lehrbuch der Botanik* (36. Aufl.). Spektrum Akademischer Verlag.
- Bruckermann, T., Arnold, J., Kremer, K., & Schlüter, K. (2017). Forschendes Lernen in der Biologie. In T. Bruckermann & K. Schlüter (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Experimentalunterricht Biologie. Eine praktische Anleitung für die Lehramtsausbildung* (S. 11–26). Springer Spektrum.
- Bundesministerium für Bildung und Frauen [BMBF]. (2014). *Grundsatzertlass Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung*. https://rundschriften.bmbwf.gv.at/download/2014_20.pdf
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF]. (2023). *Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne- allgemeinbildende höhere Schulen, Fassung vom 16.01.2023*. Rechtsinformationssystem des Bundes. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10008568/Lehrpl%c3%a4ne%20>

%e2%80%93%20allgemeinbildende%20h%c3%b6here%20Schulen%2c%20Fassung%20vom
%2001.07.2021.pdf

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU]. (o. J.). *Umweltpolitik.*

Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de

Janeiro – Dokumente – Agenda 21 (S. 312). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz,
nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Abgerufen 1. Februar 2023, von

[https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nachhaltige_Entwicklung/agen
da21.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nachhaltige_Entwicklung/agenda21.pdf)

Burke, A. (2011). Group Work: How to use groups effectively. *The Journal of Effective Teaching*,
11(2), 87–95.

Busker, M. (2014). Entwicklung eines Fragebogens zur Untersuchungen des Fachinteresses. In D.

Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der*

naturwissenschaftsdidaktischen Forschung (S. 269–281). Springer Berlin Heidelberg.

Climate Change Centre Austria [CCCA]. (2022). *Zwischenverwendungsnachweis des Climate Change*

Centre Austria zur Beauftragung GZ BMBWF-37.813/0001-V/4c/2019—

Forschungsbildungskooperationsprojekt „makingAchange“ für den Zeitraum 01.03.2021 –
01.02.2022 (makingAchange - Zwischenbereich). Climate Change Centre Austria.

<https://makingachange.ccca.ac.at/wp->

[content/uploads/2022/05/mAc_Zwischenbericht_2022.pdf](https://makingachange.ccca.ac.at/wp-content/uploads/2022/05/mAc_Zwischenbericht_2022.pdf)

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung
für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, *39*(2), 223–238.

Dewey, J. (1929). *The source of a science of education*. Horace Liveright.

Duda, M. (2008). Schnecken der Trockenrasen. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen
und Trockenrasen in Niederösterreich* (S. 121–124). Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung
Naturschutz.

Ellenberg, H., & Leuschner, C. (2010). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen—In ökologischer,
dynamischer und historischer Sicht* (6. Aufl.). Eugen Ulmer.

Enuvo GmbH. (2007). *UmfrageOnline*. <https://www.umfrageonline.com/>

- Enzinger, K. (2008). Säugetiere der Trockenrasen. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich*. Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.
- Essl, F., Egger, G., Karrer, G., Theiss, M., & Aigner, S. (2004). *Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs: Grünland, Grünlandbrachen und Trockenrasen, Hochstauden- und Hochgrasfluren, Schlagfluren und Waldsäume*. Umweltbundesamt GmbH.
- Finke, E. (1999). Faktoren der Entwicklung von Biologieinteressen in der Sekundarstufe I. In R. Duit & J. Mayer (Hrsg.), *Studien zur naturwissenschaftsdidaktischen Lern- und Interessenforschung* (S. 103–117). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Fischer, M., Adler, W., & Oswald, K. (2005). *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol* (2. Aufl.). Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen.
- Fischer, M., & Fally, J. (2006). *Pflanzenführer Burgenland: Naturraum, Pflanzengesellschaften und Flora des Burgenlandes*. Eigenverlag Mag. Dr. Josef Fally.
- Fischer, R. (2004). *Blütenvielfalt im Pannonikum: Pflanzen im östlichen Niederösterreich, Nordburgenland und in Wien*. IHW-Verlag.
- Fürstenau, B. (2016). Entdeckendes Lernen (Discovery Learning). In B. Fürstenau (Hrsg.), *Lehr-Lern-Theorien. Behaviorismus, Kognitivismus, Konstruktivismus: Lernen und Expertise verstehen und fördern* (S. 43–60). Schneider Verlag Hohengehren.
- Gepp, J. (1986). Trockenrasen in Österreich als schutzwürdige Refugien wärmeliebender Tierarten. In W. Holzner, *Österreichischer Trockenrasenkatalog. „Steppen“, „Heiden“, Trockenwiesen, Magerwiesen: Bestand, Gefährdung, Möglichkeiten ihrer Erhaltung* (S. 15–27). Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz.
- Gräsel, C. (2018). Umweltbildung. In R. Tippelt & B. Schmidt-Hertha (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (4. Aufl., S. 1093–1109). Springer Fachmedien.
- Gropengießer, H., & Kattmann, U. (2013). Didaktische Rekonstruktion. In H. Gropengießer, U. Harms, & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (9. Aufl., S. 16–23). Aulis Verlag.
- Gropengießer, H., & Marohn, A. (2018). Schülervorstellungen und Conceptual Change. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen*

Forschung (S. 49–67). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_4

Groß, J. (2007). *Biologie verstehen: Wirkungen außerschulischer Lernangebote*. Didaktisches Zentrum Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

Hauenschild, K., & Bolscho, D. (2007). *Bildung für Nachhaltige Entwicklung in der Schule. Ein Studienbuch* (2. Aufl.). Peter Lang.

Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549–571.

Hidi, S. (2006). Interest: A unique motivational variable. *Educational Research Review*, 1(2), 69–82. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2006.09.001>

Hill, J., & Klepsch, R. (2008). Reptilien der Trockenrasen. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich* (S. 115–120). Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.

Holstermann, N., & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71–86.

Holstermann, N., Grube, D., & Bögeholz, S. (2010). Hands-on activities and their influence on students' interest. *Research in Science Education*, 40(5), 743–757. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9142-0>

Holzinger, W., & Komposch, B. (2008). Von großen und kleinen Minnesängern: Die Zikadenfauna der pannonischen Trockenrasen. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich* (S. 139–141). Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.

Holzner, W. (1986). *Österreichischer Trockenrasenkatalog. „Steppen“, „Heiden“, Trockenwiesen, Magerwiesen: Bestand, Gefährdung, Möglichkeiten ihrer Erhaltung*. Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz.

Hübl, E. (1986). Einleitung. In W. Holzner, *Österreichischer Trockenrasenkatalog: „Steppen“, „Heiden“, Trockenwiesen, Magerwiesen: Bestand, Gefährdung, Möglichkeiten ihrer Erhaltung* (S. 10–11). Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz.

- Jäkel, L. (2021). *Faszination der Vielfalt des Lebendigen—Didaktik des Draußen-Lernens*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-62383-1>
- Kadereit, J. W., Körner, C., Nick, P., & Sonnewald, U. (2021). *Strasburger—Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften* (38. Aufl.). Springer Spektrum.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61943-8>
- Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion—Eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 93–104). Springer.
- Kiehn, M. (2022). The Botanical Garden of the University of Vienna – changes, challenges and success stories. *BGJournal*, 19(2), 20–23.
- Kiehn, M., & Knickmann, B. (2019). *Der Botanische Garten* (2. Aufl.). Verein der Freunde des Botanischen Gartens der Universität Wien.
- Knickmann, B. (2007). *Österreichischer Drachenkopf*.
https://botanischergarten.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_botanischergarten/Infoblaetter/Pflanzenlexikon/ib_dracocephalum.pdf
- Köhler, K., & Meisert, A. (2019). Welche Erkenntnismethoden sind für den Biologieunterricht relevant? In U. Spörhase (Hrsg.), *Biologie Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (8. Aufl., S. 130–151). Cornelsen Verlag.
- Krapp, A. (1992). Interesse, Lernen und Leistung. Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 38(5), 747–770.
- Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 44, 185–201.
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- Krapp, A., Schiefele, U., & Schreyer, I. (1993). Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 10(2), 120–148.

- Krüger, D., Parchmann, I., & Schecker, H. (Hrsg.). (2014). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0>
- Krüger, D., & Riemeier, T. (2014). Die qualitative Inhaltsanalyse – eine Methode zur Auswertung von Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 133–145). Springer Berlin Heidelberg.
- Kusel, H. (2013). *Pflanzen und Tiere des Mödlinger Eichkogels. Pannonische Artenvielfalt*. Naturhistorisches Museum Wien.
- Kutschera, L., Sobotik, M., & Lichtenegger, E. (1997). *Bewurzelung von Pflanzen in verschiedenen Lebensräumen. 5. Band der Wurzelatlas-Reihe (Stapfia 49)*. Landesmuseum Oberösterreich, Botanische Arbeitsgemeinschaft.
- Lamnek, S. (2010). *Qualitative Sozialforschung* (5. Aufl.). Beltz.
- Lehnert, H.-J., & Köhler, K. (2019). Welche Lernorte eignen sich für den Biologieunterricht? In U. Spörhase (Hrsg.), *Biologie Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (8. Aufl., S. 175–189). Cornelsen Verlag.
- Leske, S., & Bögeholz, S. (2008). Biologische Vielfalt regional und weltweit erhalten—Zur Bedeutung von Naturerfahrung, Interesse an der Natur, Bewusstsein über deren Gefährdung und Verantwortung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 167–184.
- Lude, A. (2005). Naturerfahrungen und Umwelthandeln. Neue Ergebnisse aus Untersuchungen mit Jugendlichen. In U. Unterbruner & Forum Umweltbildung (Hrsg.), *Natur erleben: Neues aus Forschung & Praxis zur Naturerfahrung* (S. 65–84). Studienverlag.
- Maier, U. (2002). Eine qualitative Interviewstudie zum Einfluss des Lehrerverhaltens auf Lernemotionen von Schülern im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 8, 85–102.
- MakingAchange* Klimawochen*. (o. J.). Abgerufen 19. Jänner 2023, von
https://makingachange.ccca.ac.at/wp-content/uploads/2021/03/Flyer_Klimawochen_2022.pdf
- Martens, J., & Obenland, W. (2017). *Die Agenda 2030. Globale Zukunftsziele für nachhaltige Entwicklung*. https://www.2030agenda.de/sites/default/files/Agenda_2030_online.pdf

- Matulla, C. (2009). Das Klima der nächsten 100 Jahre. In R. Schmidt, C. Matulla, & R. Psenner (Hrsg.), *Klimawandel in Österreich. Die letzten 20.000 Jahre...und ein Blick voraus* (Bd. 6, S. 183). Innsbruck University Press.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. (11. Aufl.). Beltz.
- Mayring, P., & Fenzl, T. (2014). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 543–556). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Meier, T., Hensen, I., Partzsch, M., & Becker, T. (2022). Are recent climate change and airborne nitrogen deposition responsible for vegetation changes in a central German dry grassland between 1995 and 2019? [PDF]. *Tuexenia*, 42, 165-200.
- Meske, M. (2011). „Natur ist für mich die Welt“—Lebensweltlich geprägte Naturbilder von Kindern. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424–436.
- Münst, A. S. (2010). Teilnehmende Beobachtung: Erforschung der sozialen Praxis. In R. Becker & B. Kortendiek (Hrsg.), *Handbuch Frauen- und Geschlechterforschung. Theorie, Methoden, Empirie* (3. Aufl., S. 380–385). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Naturschutzbund Burgenland. (2023). *Feld-Mannstreu Eryngium campestre*. Burgenlandflora - Die Pflanzenwelt des Burgenlands. <https://www.burgenlandflora.at/flora/detail/eryngium-campestre/#details>
- Nick, P., & Kadereit, J. W. (2021). Funktionelle Morphologie und Anatomie der Gefäßpflanzen. In J. W. Kadereit, C. Körner, P. Nick, & U. Sonnewald (Hrsg.), *Strasburger. Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften* (S. 137–243). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61943-8_3
- Niebert, K., & Gropengießer, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 121–132). Springer Berlin Heidelberg.
- Niklfeld, H. (1964). Zur xerothermen Vegetation im Osten Niederösterreichs. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 103/104, 152–181.

- Otteni, M. (2010). Betrachten und Interpretieren. In U. Spörhase & W. Ruppert (Hrsg.), *Biologie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. (S. 76–78). Cornelsen Verlag Scriptor.
- Overwien, B., & Rode, H. (2013). Bildung für nachhaltige Entwicklung: Lebenslanges Lernen, Kompetenz und gesellschaftliche Teilhabe – eine Einleitung. In B. Overwien & H. Rode (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung: Lebenslanges Lernen, Kompetenz und gesellschaftliche* (1. Aufl., S. 7–10). Barbara Budrich Verlag.
- Paar, M., Tiefenbach, M., & Winkler, I. (1994). *Trockenrasen in Österreich: Bestandsaufnahme und Gefährdung*. Umweltbundesamt, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie.
- Pany, P., Lörnitzo, A., Auleitner, L., Heidinger, C., Lampert, P., & Kiehn, M. (2019). Using students' interest in useful plants to encourage plant vision in the classroom. *Plants, People, Planet*, 1(3), 261–270. <https://doi.org/10.1002/ppp3.43>
- Pfannhauser, M. (2010). *Die Pannonische Gruppe im Botanischen Garten der Universität Wien. Didaktische Konzepte und Materialien*. [Diplomarbeit, Universität Wien]. <https://theses.univie.ac.at/detail/7223#>
- Piaget, J. (1999). The stages of the intellectual development of the child. In A. Slater & D. Muir (Hrsg.), *The Blackwell Reader in Developmental Psychology* (S. 35–42). Wiley Blackwell.
- Pirker, T. (2021). *Erhaltung von Artemisia laciniata auf den Zitzmannsdorfer Wiesen* [Masterarbeit, Universität Wien]. <https://theses.univie.ac.at/detail/60257#>
- Pokorny, M., & Strudl, M. (1986a). Trockenrasen als Lebensraum. In W. Holzner, *Österreichischer Trockenrasenkatalog. „Steppen“, „Heiden“, Trockenwiesen, Magerwiesen: Bestand, Gefährdung, Möglichkeiten ihrer Erhaltung* (S. 12–14). Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz.
- Pokorny, M., & Strudl, M. (1986b). Trockenrasen im Weinviertel. In W. Holzner, *Österreichischer Trockenrasenkatalog. „Steppen“, „Heiden“, Trockenwiesen, Magerwiesen: Bestand, Gefährdung, Möglichkeiten ihrer Erhaltung* (S. 52–55). Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz.
- Pokorny, M., & Strudl, M. (1986c). Trockenrasen in den Hainburger Bergen. In W. Holzner, *Österreichischer Trockenrasenkatalog. „Steppen“, „Heiden“, Trockenwiesen, Magerwiesen:*

- Bestand, Gefährdung, Möglichkeiten ihrer Erhaltung* (S. 46–49). Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz.
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129.
- Prenzel, M. (1994). Mit Interesse in das dritte Jahrtausend! Pädagogische Überlegungen. In N. Seibert & H. J. Serve (Hrsg.), *Bildung und Erziehung an der Schwelle zum dritten Jahrtausend. Multidisziplinäre Aspekte, Analysen, Position, Perspektiven* (S. 1314–1339). PimS-Verlag.
- Prenzel, M., & Lankes, E.-M. (1989). Wie Lehrer Interesse wecken und fördern können. In S. Bäuerle (Hrsg.), *Der gute Lehrer. Empfehlungen für den Umgang mit Schülern, Eltern und Kollegen* (S. 66–81). J.B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung.
- Reitinger, J. (2016). Selbstbestimmung, Unvorhersagbarkeit und Transparenz: Über die empirische Zugänglichkeit forschenden Lernens anhand des Criteria of Inquiry Learning Inventory (CILI). In S. Schude & K. Moegling (Hrsg.), *Transparenz im Unterricht und in der Schule, Teil 2* (S. 42–69). Prolog-Verlag.
- Renninger, K. A., & Hidi, S. E. (2019). Interest development and learning. In K. A. Renninger & S. E. Hidi (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Motivation and Learning* (1. Aufl., S. 265–290). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316823279>
- Retzlaff-Fürst, C. (2013). Protokollieren, Zeichnen und Mathematisieren. In H. Gropengießer, U. Harms, & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (9. Aufl., S. 312–324). Aulis Verlag.
- Ruppert, W. (2019). Welches Interesse haben Schüler an biologischen Themen? In U. Spörhase (Hrsg.), *Biologie Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 94–111). Cornelsen Verlag.
- Schecker, H., Parchmann, I., & Krüger, D. (2014). Formate und Methoden naturwissenschaftsdidaktischer Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 1–15). Springer Berlin Heidelberg.
- Scheerso, A. (2021). Naturerfahrung und Interesse. In U. Gebhard, A. Lude, A. Möller, & A. Moormann (Hrsg.), *Naturerfahrung und Bildung* (S. 101–114). Springer Fachmedien.

- Scheersoi, A., Bögeholz, S., & Hammann, M. (2019). Biologiedidaktische Interessenforschung: Empirische Befunde und Ansatzpunkte für die Praxis. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann, & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 37–55). Springer Spektrum.
- Scheifinger, H., Matulla, C., Cate, P., Kahrer, A., & Koch, E. (2007). *Climate impact on plant and insect phenology in Austria* (S. 27). Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- Schiefele, U. (1999). Interest and learning from text. *Scientific Studies of Reading*, 3(3), 257–279.
https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0303_4
- Scholkmann, A. (2016). Forschend-entdeckendes Lernen. (Wieder-)Entdeckung eines didaktischen Prinzips. In *Neues Handbuch Hochschullehre* (17. Aufl., S. 1–36). DUZ Verlags- und Medienhaus.
- Schratt-Ehrendorfer, L. (2008). Die Pflanzenwelt der Steppen Niederösterreichs: Flora und Vegetation, Standortvielfalt und Gefährdung. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich* (S. 59–86). Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.
- Schratt-Ehrendorfer, L., Niklfeld, H., Schröck, C., & Stöhr, O. (Hrsg.). (2022). *Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs* (3. Aufl.). Stapfia 114. Land Oberösterreich.
- Schrenk, M., Gropengießer, H., Hammann, M., Weitzel, H., & Zabel, J. (2019). Schülervorstellungen im Biologieunterricht. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann, & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 3–20). Springer Spektrum.
- Sedlmeier, P., & Renkewitz, F. (2018). *Forschungsmethoden und Statistik Für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (3. Aufl.). Pearson.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/univie/detail.action?docID=5583851>
- Spörhase, U. (2010). Wider den Methodensalat – für eine Klassifikation von Methoden. In W. Ruppert & U. Spörhase (Hrsg.), *Biologie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 11–19). Cornelsen Verlag.
- Strübing, J. (2018). *Qualitative Sozialforschung. Eine komprimierte Einführung*. De Gruyter.

- Tessartz, A., & Scheersoi, A. (2021). Plant Blindness begegnen – Pflanzen sichtbar machen. In U. Gebhard, A. Lude, A. Möller, & A. Moormann (Hrsg.), *Naturerfahrung und Bildung* (S. 263–282). Springer Fachmedien.
- Theyßen, H. (2014). Methodik von Vergleichsstudien zur Wirkung von Unterrichtsmedien. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 67–79). Springer Berlin Heidelberg.
- Tiemann, R., & Körbs, C. (2014). Die Fragebogenmethode, ein Klassiker der empirischen didaktischen Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 283–295). Springer Berlin Heidelberg.
- UNESCO. (2021). *Bildung für nachhaltige Entwicklung: Eine Roadmap (BNE 2030)*.
https://www.umweltbildung.at/wp-content/uploads/2022/09/RoadmapESDfor2030_Deutsch.pdf
- Upmeier zu Belzen, A., & Vogt, H. (2001). Interessen und Nicht-Interessen bei Grundschulkindern—
 Theoretische Basis der Längsschnittstudie PEIG. *IDB Münster - Berichte des Institutes für Didaktik der Biologie, 10*, 17–31.
- Urhahne, D., & Krombaß, A. (2010). Förderung des Flow-Erlebens. In U. Spörhase & W. Ruppert (Hrsg.), *Biologie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. (S. 52–54). Cornelsen Verlag Scriptor.
- Vogt, H. (2007). Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses. In *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. (S. 9–20). Springer.
- Vogt, H., Upmeier zu Belzen, A., Schröer, T., & Hoek, I. (1999). Unterrichtliche Aspekte im Fach Biologie, durch die Unterricht aus Schülersicht als interessant erachtet wird. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 5*(3), 75–85.
- Vygotsky, L. (1976). Interaction between learning and development. In *Mind and Society* (S. 79–91). Harvard University Press.
- Waitzbauer, W. (2008). Käfer der Trockenlandschaft. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich* (S. 159–166). Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.

- Walter, C., & Wiesner, H. (2009). Lernwirksamkeit eines Museumsbesuchs im Rahmen von Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 195–217.
- Waltner, C., & Wiesner, H. (2009). Lernwirksamkeit eines Museumsbesuchs im Rahmen von Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 195–217.
- Wandersee, J. H. (1986). Plants or animals—Which do junior high school students prefer to study? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(5), 415–426.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660230504>
- Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (1999). Preventing Plant Blindness. *The American Biology Teacher*, 61(2), 82–86. <https://doi.org/10.2307/4450624>
- Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (2001). Toward a theory of Plant Blindness. *Plant Science Bulletin*, 47(1), 2–9.
- Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (1998, April 13). *A Model of Plant Blind* [Poster presentation]. 3rd Annual Associates Meeting of the 15 Degree Laboratory, Louisiana State University, Baton Rouge, LA.
- Was ist „makingAchange“. (o. J.). Was ist „makingAchange“? Abgerufen 16. Jänner 2023, von <https://makingachange.ccca.ac.at/>
- Weitzel, H. (2019). Welche Bedeutung haben vorunterrichtliche Vorstellungen für das Lernen? In U. Spörhase (Hrsg.), *Biologie Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (8. Aufl., S. 62–81). Cornelsen Verlag.
- Wiesbauer, H. (Hrsg.). (2008). *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich*. Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.
https://www.noe.gv.at/noe/Naturschutz/Die_Steppe_lebt.pdf
- Wiesbauer, H. (2009). *Vielfalt im Ödland. Schutz und Pflege pannonischer Steppen- und Trockenrasen im Rahmen eines LIFE-Natur-Projektes*. Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz. https://www.noe.gv.at/noe/Naturschutz/Vielfalt_im_Oedland.pdf
- Wiesbauer, H. (2013). LIFE-Projekte zur Erhaltung der Steppen- und Trockenrasen in Österreich. In *Steppenlebensräume Europas – Gefährdung, Erhaltungsmaßnahmen und Schutz* (S. 305–322). Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz.

- Wiesbauer, H., & Neumeister, E. (2008). Gefährdung und Pflege der Trockenrasen. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich* (S. 219–224). Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.
- Wilde, M. (2007). Das Contextual Model of Learning—Ein Theorierahmen zur Erfassung von Lernprozessen in Museen. In *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 165–175). Springer.
- Wilde, M., Retzlaff-Fürst, C., Scheersoi, A., Basten, M., & Groß, J. (2019). Non-formales Biologielernen mit Schulbezug. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann, & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 251–268). Springer Spektrum.
- Willner, W. (2013). Pannonische Steppenrasen in Österreich. In *Steppenlebensräume Europas – Gefährdung, Erhaltungsmaßnahmen und Schutz* (S. 151–162). Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz.
- Willner, W., & Fischer, M. (2015). *Überblick über die Vegetation*. Burgenlandflora – Die Pflanzenwelt des Burgenlands Online.
http://burgenlandflora.at/ueberblick_ueber_die_vegetation/
- Zettel, H., & Wiesbauer, H. (2008). Wildbienen (Apidae) pannonischer Trockenrasen. In H. Wiesbauer (Hrsg.), *Die Steppe lebt: Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich* (S. 167–171). Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz.
- Zoom Video Communications. (2023). *Zoom*. <https://zoom.us/>

11. Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1.** *Vorkommen verschiedener Substrate und die entsprechenden Typen der pannonischen Trockenrasenvegetation im Osten Österreichs (Quelle: Wiesbauer, 2008, S. 63; verändert von Niklfeld, 1964)* _____ S. 19
- Abbildung 2.** *Detail-Aufnahme vom Österreichischen Zwerggeißklee (*Chamaecytisus austriacus*) unter dem Binokular* _____ S. 24
- Abbildung 3.** *Vegetationsprofil eines pannonischen Trockenrasens (Quelle: Kutschera et al., 1997, S. 260)* _____ S. 25
- Abbildung 4.** *(A) Aufbau der „Flora in Österreich“-Gruppe mit Schwerpunkt auf der Pannonischen Gruppe im Botanischen Garten der Universität Wien (Abgerufen 02.05.2022, von https://botanischergarten.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_botanischergarten/Bilder_Grafiken/Pflanzenaufnahmen/Schaugruppen/flora_von_oesterreich_plan.pdf). (B) Pannonische Gruppe im Sommer 2022* _____ S. 38
- Abbildung 5.** *Rahmenmodell zum Zusammenhang von Interesse und Nicht-Interesse im Unterricht (Vogt, 2007, S. 11)* _____ S. 47
- Abbildung 6.** *Pflanzenschild zur Markierung der Pracht-Königskerze für die Untersuchungen im Rahmen des Workshops* _____ S. 64
- Abbildung 7.** *Vorderseite des Arbeitsblatts für die praktischen Phasen des Workshops „Pannonische Pflanzenwelt“* _____ S. 67
- Abbildung 8.** *Rückseite des Arbeitsblatts für die praktischen Phasen des Workshops „Pannonische Pflanzenwelt“* _____ S. 68
- Abbildung 9.** *Schematische Darstellung eines möglichen Ablaufs der Interventionsstudie zur Evaluation des Workshops* _____ S. 94
- Abbildung 10.** *Erste Seite des für die Evaluation des Workshops entworfenen Fragebogens* _____ S. 102
- Abbildung 11.** *Zweite Seite des für die Evaluation des Workshops entworfenen Fragebogens* _____ S. 103
- Abbildung 12.** *Dritte Seite des für die Evaluation des Workshops entworfenen Fragebogens* _____ S. 104
- Abbildung 13.** *Vierte Seite des für die Evaluation des Workshops entworfenen Fragebogens* _____ S. 105

Abbildungen im Anhang

- Abbildung 14.** *Plan des Botanischen Gartens der Universität Wien mit wichtigen Standorten (Abgerufen 02.05.2022, von https://botanischergarten.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_botanischergarten/Pläne/plan_hbv_aktuell_mit_numm.pdf, verändert von Philine Werner)* _____ S. 129
- Abbildung 15.** *Karte zum Vorkommen verschiedener Substrate und pannonischer Trockenrasenvegetationen (Quelle: Wiesbauer, 2008, S. 63, verändert von Philine Werner)* _____ S. 130
- Abbildung 16.** *Detailplan der Gruppe „Flora von Österreich“ mit Schwerpunkt auf die Pannonische Gruppe (Abgerufen 02.05.2022, von*

https://botanischergarten.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_botanischergarten/Bilder_Grafiken/Pflanzenaufnahmen/Schaugruppen/flora_von_oesterreich_plan.pdf
S. 131

- Abbildung 17.** Vorderseite des alternativen Arbeitsblatts für die praktischen Phasen des Workshops S. 133
- Abbildung 18.** Rückseite des alternativen Arbeitsblatts für die praktischen Phasen des Workshops S. 134
- Abbildung 19.** Vorderseite des Steckbriefs für die Rispen-Flockenblume auf Silikattrockenrasen S. 135
- Abbildung 20.** Rückseite des Steckbriefs für die Rispen-Flockenblume auf Silikattrockenrasen S. 136
- Abbildung 21.** Vorderseite des Steckbriefs für die Rispen-Flockenblume auf Rasensteppe S. 137
- Abbildung 22.** Rückseite des Steckbriefs für die Rispen-Flockenblume auf Rasensteppe S. 138
- Abbildung 23.** Vorderseite des Steckbriefs für den Österr. Zwerggeißklee auf Rasensteppe S. 139
- Abbildung 24.** Rückseite des Steckbriefs für den Österr. Zwerggeißklee auf Rasensteppe S. 140
- Abbildung 25.** Vorderseite des Steckbriefs für den Österr. Zwerggeißklee auf Silikattrockenrasen S. 141
- Abbildung 26.** Rückseite des Steckbriefs für den Österr. Zwerggeißklee auf Silikattrockenrasen S. 142
- Abbildung 27.** Vorderseite des Steckbriefs für den Regensb. Zwerggeißklee auf Rasensteppe S. 143
- Abbildung 28.** Rückseite des Steckbriefs für den Regensb. Zwerggeißklee auf Rasensteppe S. 144
- Abbildung 29.** Vorderseite des Steckbriefs für den Regensb. Zwerggeißklee auf Silikattrockenrasen S. 145
- Abbildung 30.** Rückseite des Steckbriefs für den Regensb. Zwerggeißklee auf Silikattrockenrasen S. 146
- Abbildung 31.** Vorderseite des Steckbriefs für den Seidenhaar-Backenklee auf Rasensteppe S. 147
- Abbildung 32.** Rückseite des Steckbriefs für den Seidenhaar-Backenklee auf Rasensteppe S. 148
- Abbildung 33.** Vorderseite des Steckbriefs für das Kleine Habichtskraut auf Silikattrockenrasen S. 149
- Abbildung 34.** Rückseite des Steckbriefs für das Kleine Habichtskraut auf Silikattrockenrasen S. 150
- Abbildung 35.** Vorderseite des Steckbriefs für den Blut-Storchschnabel im Steppenwaldsaum S. 151
- Abbildung 36.** Rückseite des Steckbriefs für den Blut-Storchschnabel im Steppenwaldsaum S. 152

Abbildung 37. Vorderseite des Steckbriefs für das Knollen-Brandkraut im Steppenwaldsaum	S. 153
Abbildung 38. Rückseite des Steckbriefs für das Knollen-Brandkraut im Steppenwaldsaum	S. 154
Abbildung 39. Vorderseite des Steckbriefs für die Felsen-Fetthenne auf Felstrockenrasen	S. 155
Abbildung 40. Rückseite des Steckbriefs für die Felsen-Fetthenne auf Felstrockenrasen	S. 156
Abbildung 41. Vorderseite des Steckbriefs für den Sand-Thymian auf Sandrasen	S. 157
Abbildung 42. Rückseite des Steckbriefs für den Sand-Thymian auf Sandrasen	S. 158
Abbildung 43. Vorderseite des Steckbriefs für die Pracht-Königskerze auf Wiesensteppe	S. 159
Abbildung 44. Rückseite des Steckbriefs für die Pracht-Königskerze auf Wiesensteppe	S. 160
Abbildung 45. Vorderseite des Steckbriefs für die Pracht-Königskerze auf Silikattrockenrasen	S. 161
Abbildung 46. Rückseite des Steckbriefs für die Pracht-Königskerze auf Silikattrockenrasen	S. 162
Abbildung 47. Power-Point-Folien 1 bis 3	S. 166
Abbildung 48. Power-Point-Folien 4 bis 6	S. 167
Abbildung 49. Power-Point-Folien 7 bis 9	S. 168
Abbildung 50. Power-Point-Folien 10 bis 12	S. 169
Abbildung 51. Power-Point-Folien 13 bis 15	S. 170
Abbildung 52. Pflanzenschilder für die Untersuchungspflanzen für den Workshop	S. 173
Abbildung 53. Pflanzenschilder für die Untersuchungspflanzen für den Workshop	S. 174

12. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Tabellarische Übersicht zum Ablauf des Workshops „Pannonische Pflanzenwelt“	S. 71-72
---	----------

Tabellen im Anhang

Tabelle 2. Auflistung der mögliche Beobachtungen und Hypothesen der Teilnehmer:innen während der praktischen Phasen des Workshops	S. 163-165
Tabelle 3. Erwartungshorizont zu den Quiz-Ergebnissen und Aspekte, die während der Abschlussdiskussion des Workshops besprochen werden sollen	S. 171-172

13. Abkürzungsverzeichnis

AHS	Allgemeinbildende Höhere Schule
BNE	Bildung nachhaltiger Entwicklung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Frauen
BMBWF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BNE	Bildung für nachhaltige Entwicklung
BOKU	Universität für Bodenkultur Wien
CAM	(engl. <i>Crassulacean Acid Metabolism</i>) Crassulaceen-Säurestoffwechsel
CCCA	Climate Change Centre Austria
CO ₂	Kohlendioxid
EU	Europäische Union
FFH	Flora-Fauna-Habitat(-Richtlinie)
HBV	(lat. <i>Hortus Botanicus Vindobonensis</i>) Botanischer Garten der Universität Wien
mAc	<i>makingAchange</i> (Kooperationsprojekt)
ROSE	<i>The Relevance of Science Education</i> (-Studie)
SDGs	(engl. <i>Sustainable Development Goals</i>) Nachhaltigkeitsziele
T0	Prätest
T1	Posttest
T2	Follow-up Test
UN	(engl. <i>United Nations</i>) Vereinte Nationen
UNESCO	(engl. <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>) Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur
UV	Ultra-violett (Strahlung)

14. Anhang

14.1. Kartenmaterial für den Workshop

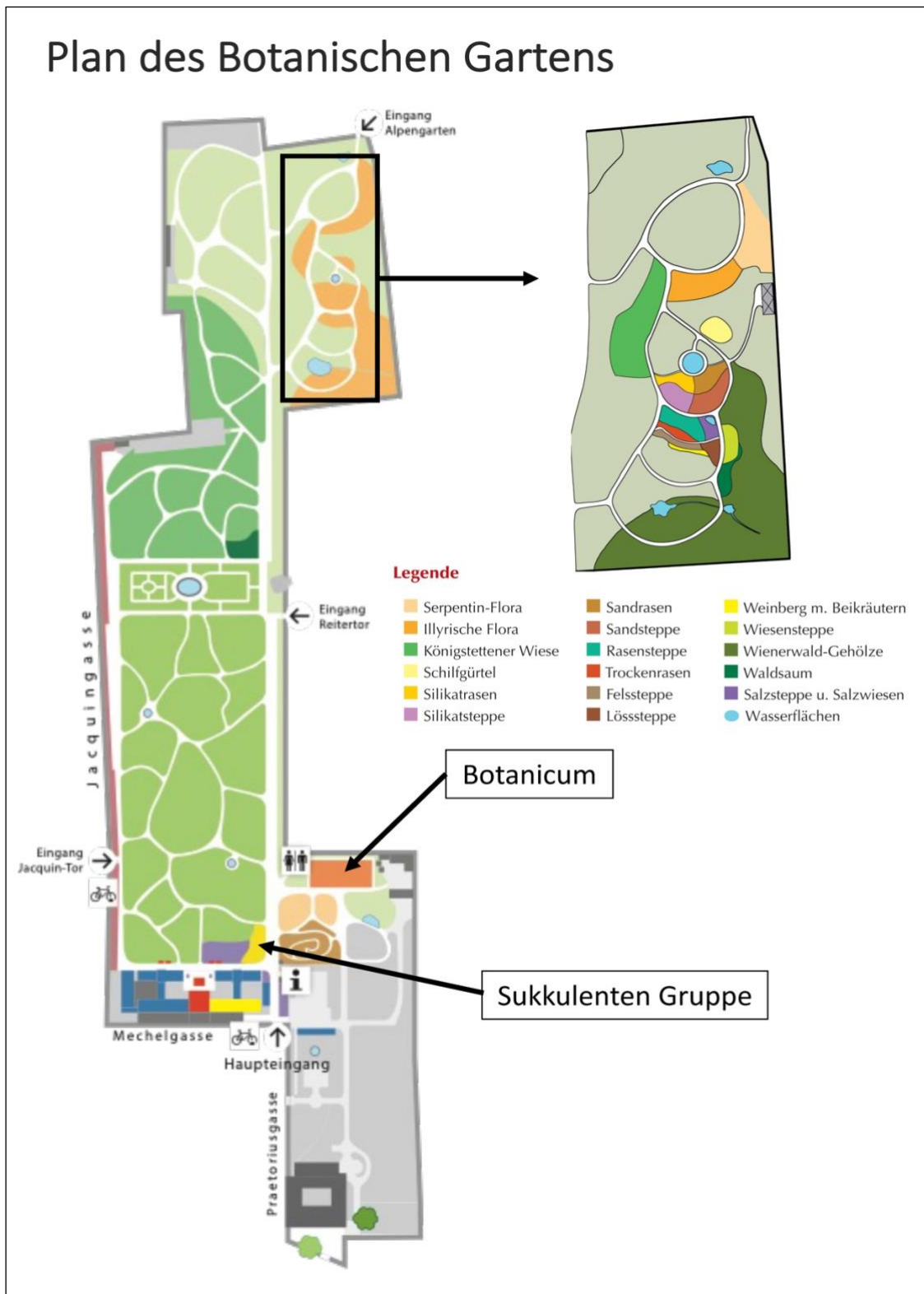
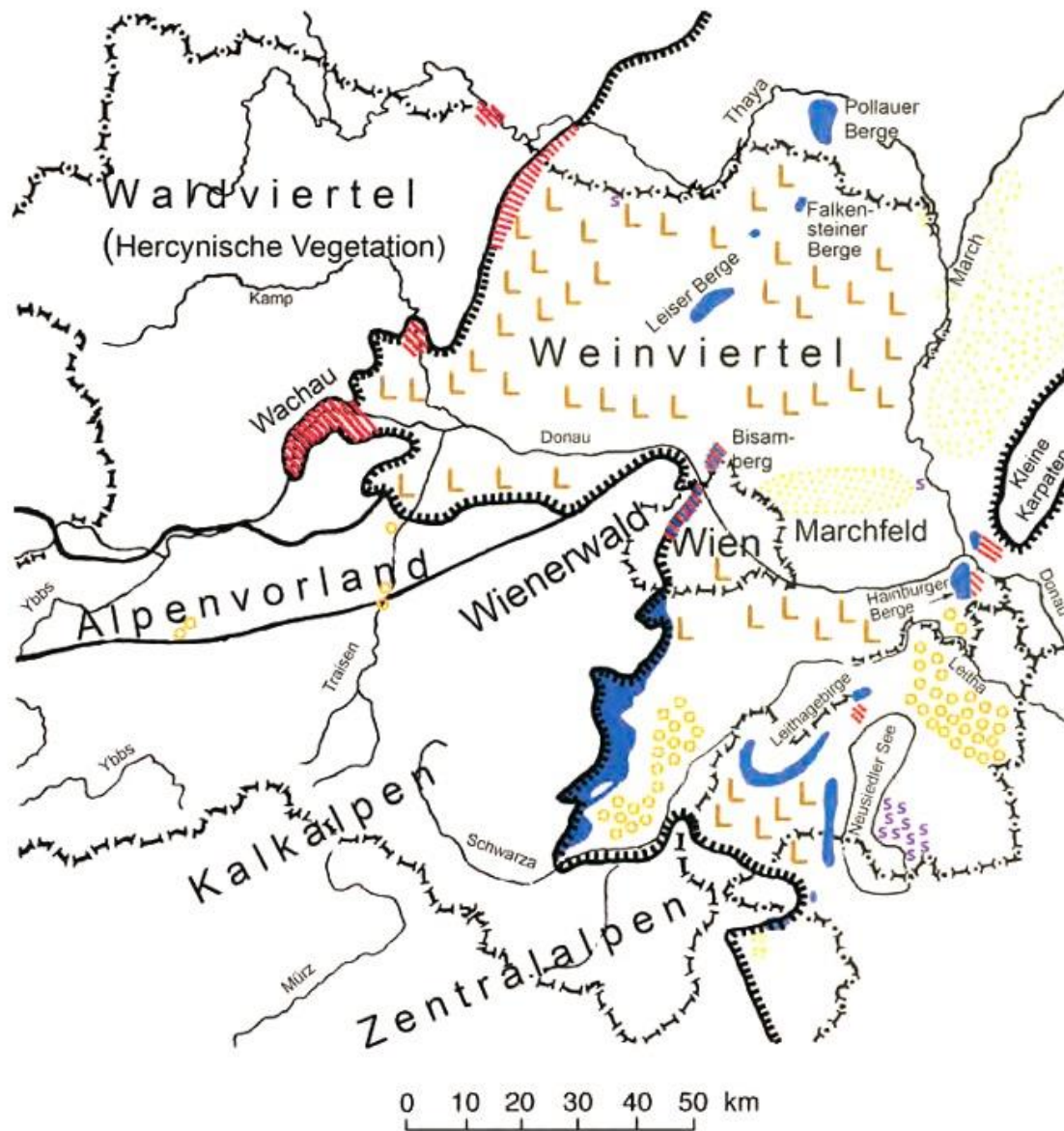


Abbildung 14. Plan des Botanischen Gartens der Universität Wien mit wichtigen Standorten (Abgerufen 02.05.2022, von https://botanischergarten.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_botanischergarten/Plaene/plan_hbv_aktuell_mit_numm.pdf, verändert von Philine Werner)

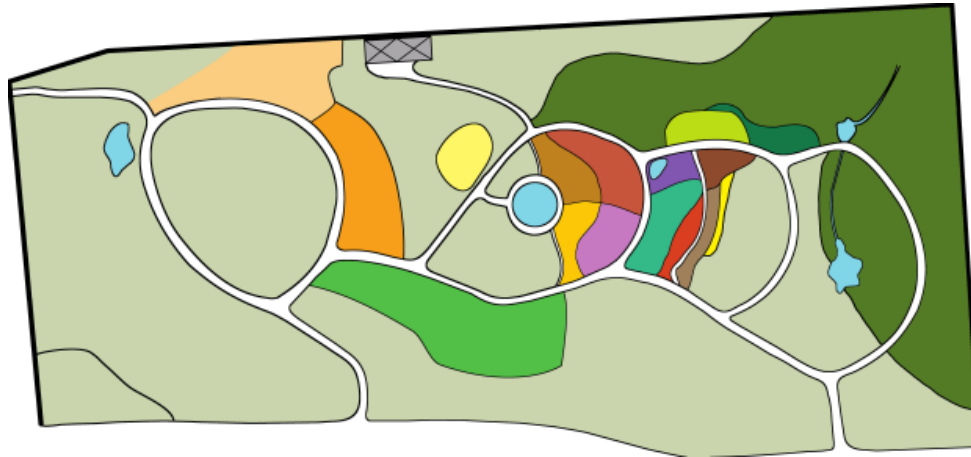
Pannonische Trockenrasenvegetationen in Ostösterreich



-  Grenze der pannonischen Vegetation
- Gebiete mit betont xerothermer Pflanzenwelt:
-  Kalkhügel-Vegetation
-  Vegetation auf kalkfreiem Felsgestein
-  Mergel, intermediäre Substrate
-  Staatsgrenze
-  Landesgrenze
-  Sandvegetation
-  Lössvegetation
-  Vegetation über Schotter
-  Salzvegetation

Abbildung 15. Karte zum Vorkommen verschiedener Substrate und pannonischer Trockenrasenvegetationen (Quelle: Wiesbauer, 2008, S. 63, verändert von Philine Werner)

„Flora von Österreich“ - Gruppe



Legende

■ Serpentin-Flora	■ Sandrasen	■ Weinberg m. Beikräutern
■ Illyrische Flora	■ Sandsteppe	■ Wiesensteppe
■ Königstettener Wiese	■ Rasensteppe	■ Wienerwald-Gehölze
■ Schilfgürtel	■ Trockenrasen	■ Waldsaum
■ Silikatrasen	■ Felssteppe	■ Salzsteppe u. Salzwiesen
■ Silikatsteppe	■ Lösssteppe	● Wasserflächen

Abbildung 16. Detailplan der Gruppe „Flora von Österreich“ mit Schwerpunkt auf die Pannonische Gruppe (Abgerufen 02.05.2022, von https://botanischergarten.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_botanischergarten/Bilder_Grafiken/Pflanzenaufnahmen/Schaugruppen/flora_von_oesterreich_plan.pdf)

14.2. Liste der möglichen Pflanzenarten für die praktischen Phasen des Workshops

Die Pflanzen sollen für jeden Workshop individuell aus dieser Liste ausgesucht werden. Die Auswahl hängt davon ab, welche Pflanzen zum Zeitpunkt des Workshops in der Schaugruppe in der Nähe der Wege wächst und untersucht werden kann und ob Anschauungsmaterial zur Verfügung gestellt werden kann.

Felssteppe oder am Rand der Rasensteppe

- **Felsen-Fetthenne/Mauerpfeffer** (*Sedum rupestre*)

Steppenwaldsaum

- **Knollen-Brandkraut** (*Phlomis tuberosa*)
(unsicher, da es in manchen Jahren gut wächst und in anderen gar nicht)
- **Blut-Storchschnabel** (*Geranium sanguineum*)

Wiesensteppe; Ruderalfluren

- **Pracht-Königskerze** (*Verbascum speciosum*) - auch in Rasensteppe, Silikatsteppe

Silikatsteppe

- **Kleines Habichtskraut** (*Hieracium pilosella*)
- **Rispen-Flockenblume** (*Centaurea stoebe*) (unsicher, ob verfügbar; Rasensteppe)

Rasensteppe

- **Österreichischer Zwerggeißklee** (*Chamaecytisus austriacus*) - auch in Silikatsteppe
- **Regensburger Zwerggeißklee** (*Chamaecytisus ratisbonensis*)
(schwierig zu unterscheiden von *C. austriacus*)
- **Seidenhaar-Backenklee** (*Dorycnium germanicum*)

Sandrasen

- **Sand-Thymian** (*Thymus serpyllum*)

14.3. Alternatives Arbeitsblatt


Forschungsprotokoll		MAKING CHANGE!
Name: _____	Untersuchte Pflanzenart: _____	
Datum: _____	Vegetationstyp: _____	
Fragestellung: Welche Anpassungen haben die Pflanzen der pannonischen Trockenrasen an ihren warm-trockenen Lebensraum?		
<p>Betrachtet eure zugeteilte Pflanze an ihrem Standort und überlegt euch, welche Merkmale auf Anpassungen an den Trockenstandort hinweisen.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Betrachtet den Standort der Pflanze (Boden, Bewuchs rund um die Pflanze, Sonneneinstrahlung, Auffälligkeiten, usw.).2. Betrachtet die Gestalt (Wuchsform), Blätter und Sprossachse der Pflanze.3. Fertige außerdem auf der Rückseite eine Skizze von der gesamten Pflanze inkl. einer Höhenangabe an.		
<u>Beschreibe deine Beobachtungen und entwickle begründete Hypothesen dazu, wie die beobachteten Anpassungen zum Schutz vor Trockenheit beitragen:</u>		
Für die Skizze der Pflanze bitte die Rückseite benutzen! →		1

Abbildung 17. Vorderseite des alternativen Arbeitsblatts für die praktischen Phasen des Workshops

Zusatzaufgaben

Welche Pflanzen wachsen noch an eurem Standort?

Vergleicht euren Standort mit anderen Trockenvegetationstypen in der Schaugruppe. Was fällt euch auf?



Welche Tiere konntet ihr bei eurer Pflanze bzw. dem Standort beobachten?

Abbildung 18. Rückseite des alternativen Arbeitsblatts für die praktischen Phasen des Workshops

14.4. Steckbriefe für den Workshop

Die Informationen für die Steckbriefe wurden aus den folgenden Quellen zusammengetragen: Essl et al. (2004), M. Fischer et al. (2005), M. Fischer & Fally (2006), R. Fischer (2004), Holzner (1986), Schratt-Ehrendorfer et al. (2022) und Wiesbauer (2008).

Rispen-Flockenblume (*Centaurea stoebe*)
Familie: *Asteraceae* (Korbblütler)



Wuchsform: mehrjährige (ausdauernde), 20-120 cm hohe Pflanze, die graugrünen Stängeln sind meist erst in der oberen Pflanzenhälfte reich verzweigt, Zweige sind relativ kurz

Blüten: meist zahlreiche, in einer Rispe angeordnete rosa-rote bis weißliche Blüten-Körbe; Körbe meist von Hüllblättern eiförmig umhüllt; Hüllblätter mit braunem, gefransten Hautrand (s. Abb. 2); Blütezeit: Juli-Oktober

Laubblätter: die unteren Laubblätter sind gefiedert, während die oberen meist ungeteilt sind; Grundrosette aus gefiederten Blättern zusammengesetzt

Vorkommen und Verbreitung:
Wächst bevorzugt an trockenen, sonnenexponierten Standorten; in der pannonischen Region häufig zu finden, sonst sind die Vorkommen nur zerstreut; wächst in Trockenrasen, trockene Weiderasen, auf sonnigen Rainen (unbebaute schmale Streifen zwischen Äckern), Böschungen, steinigen Hängen und Wegrändern. Kommt in Europa und Südwestasien vor.

Gefährdungstatus: nicht gefährdet (LC)

¹ Foto: <http://burgenlandflora.at/pflanzenart/centaurea-stoebe/>
² Foto: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Centaurea-stoebe-stoebe.htm>

Abbildung 19. Vorderseite des Steckbriefs für die Rispen-Flockenblume auf Silikattrockenrasen (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von https://www.burgenlandflora.at/fileadmin/processed/1/7/csm_Centaurea-stoebe-1_e260271107.jpg, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Centaurea-stoebe-st-1.jpg>)

Pannonische Silikattrockenrasen (Silikatsteppen)

Diese Trockenrasen wachsen auf sauren Böden über Silikatgestein. Sie kommen im österreichischen pannonischen Gebiet selten und sehr verstreut vor, z. B. im westlichsten Weinviertel (bei Eggenburg und Retz, NÖ), auf dem Königswart (bei Wolfsthal, NÖ), in der Wachau (NÖ) und auf dem Hackelsberg (Nord-Burgenland). Hier kommen sie auf kleinen Flächen vor, die sich meist aufgrund ihrer Flachgründigkeit (d.h. die Humusaufgabe ist sehr dünn bzw. geringmächtig) nicht als Acker oder Weingarten eignen. Zumeist sind es Hügel mit kleinen Silikat-Felsgruppen, die innerhalb der Kulturlandschaft Inseln für Trockenvegetation bilden.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Aufforstung, Verbuschung
- Nährstoffeintrag aus angrenzenden Nutzflächen
- Eindringen und Ausbreitung invasiver Arten (v.a. Robinie)

Gefährdungseinstufung: gefährdet (VU)

Abbildung 20. Rückseite des Steckbriefs für die Rispen-Flockenblume auf Silikattrockenrasen

Rispen-Flockenblume (*Centaurea stoebe*)

Familie: *Asteraceae* (Korbblütler)



Wuchsform: mehrjährige (ausdauernde), 20-120 cm hohe Pflanze, die graugrünen Stängeln sind meist erst in der oberen Pflanzenhälfte reich verzweigt, Zweige sind relativ kurz

Blüten: meist zahlreiche, in einer Rispe angeordnete rosa-rote bis weißliche Blüten-Körbe; Körbe meist von Hüllblättern eiförmig umhüllt; Hüllblätter mit braunem, gefransten Hautrand (s. Abb. 2); Blütezeit: Juli-Oktober

Laubblätter: die unteren Laubblätter sind gefiedert, während die oberen meist ungeteilt sind; Grundrosette aus gefiederten Blättern zusammengesetzt

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt an trockenen, sonnensexponierten Standorten; in der pannonischen Region häufig zu finden, sonst sind die Vorkommen nur zerstreut; wächst in Trockenrasen, trockene Weiderasen, auf sonnigen Rainen (unbebaute schmale Streifen zwischen Äckern), Böschungen, steinigen Hängen und Wegrändern. Kommt in Europa und Südwestasien vor.

Gefährdungstatus: nicht gefährdet (LC)

¹ Foto: <http://burgenlandflora.at/pflanzenart/centaurea-stoebe/>

² Foto: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Centaurea-stoebe-stoebe.htm>

Abbildung 21. Vorderseite des Steckbriefs für die Rispen-Flockenblume auf Rasensteppe (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von https://www.burgenlandflora.at/fileadmin/processed/1/7/csm_Centaurea-stoebe-1_e260271107.jpg, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Centaurea-stoebe-st-1.jpg>)

Pannonische Rasensteppe (Walliserschwingel-Trockenrasen)

Diese Trockenrasen kommen auf tiefgründigeren (d.h. die Humusaufgabe ist recht dick), feinerdenreichen (feinkörnigeren) Böden unter niederschlagsarmen Klimabedingungen vor, besonders über Löss. Sie weisen meist eine geschlossene Vegetationsdecke aus Kräutern und Gräsern auf, wobei sich die Artzusammensetzung je nach Untergrund stark unterscheidet.

In der Regel handelt es sich bei diesen Trockenrasen um ehemalige Hutweiden (das Wort kommt vom Hüten der Tiere durch einen Hirten). Durch die ehemalige extensive Nutzung der Flächen als Weideland konnten sie sich auf den sonst waldfähigen Flächen entwickeln. Sie kommen an der Thermenlinie (NÖ), auf den Hainburger Bergen (NÖ), im Weinviertel (NÖ), in der Wachau (NÖ) und am Rand des Leithagebirges (NÖ u. Burgenland) vor.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Nutzungsaufgabe, zunehmende Verbuschung durch mangelnde Weidepflege
- Aufforstung, Verbauung
- Dünger- und Nährstoffeintrag aus angrenzenden Nutzflächen

Gefährdungseinstufung: gefährdet bis stark gefährdet (VU – EN)

Abbildung 22. Rückseite des Steckbriefs für die Rispen-Flockenblume auf Rasensteppe

Österreichischer Zwerggeißklee (*Chamaecytisus austriacus*)

Familie: *Fabaceae* (Schmetterlingsblütler)



Wuchsform: holziger Zwergstrauch mit 30-70 cm Höhe, niederliegende Äste mit aufrechten Zweigen; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen in Bodennähe („bodennah Knospende“ = Chamaephyt)

Blüten: gelb, wenige Blüten (2-8) sind in endständigen kurzen Trauben angeordnet; Blütezeit: Juni-September

Laubblätter: 3-zählige, lange, schmale Blättchen; graugrün

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt an warmen Standorten; wächst in Halbtrockenrasen, lichten Gebüschern, Waldrändern und an trockenen Hängen, gerne über Löss. Kommt zerstreut bis selten im Wiener Becken, im Weinviertel, in den Hainburger Bergen, sowie in Ungarn und Ost- und Südeuropa vor. Charakterart der pannonischen Rasensteppen.

Gefährdungsstatus: gefährdet (VU)

¹ Foto: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Chamaecytisus-austriacus.htm>

² Foto: https://www.burgenlandflora.at/pflanzenart/c_hamaecytisus-austriacus/

Abbildung 23. Vorderseite des Steckbriefs für den Österreichischen Zwerggeißklee auf Rasensteppe (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Chamaecytisus-austriacus-2.jpg>, https://www.burgenlandflora.at/fileadmin/_processed_/8/f/csm_Chamaecytisus-austriacus-2_139b9e85df.jpg.webp)

Pannonische Rasensteppe (Walliserschwingel-Trockenrasen)

Diese Trockenrasen kommen auf tiefgründigeren (d.h. die Humusaufgabe ist recht dick), feinerdenreichen (feinkörnigeren) Böden unter niederschlagsarmen Klimabedingungen vor, besonders über Löss. Sie weisen meist eine geschlossene Vegetationsdecke aus Kräutern und Gräsern auf, wobei sich die Artzusammensetzung je nach Untergrund stark unterscheidet.

In der Regel handelt es sich bei diesen Trockenrasen um ehemalige Hutweiden (das Wort kommt vom Hüten der Tiere durch einen Hirten). Durch die ehemalige extensive Nutzung der Flächen als Weideland konnten sie sich auf den sonst waldfähigen Flächen entwickeln. Sie kommen an der Thermenlinie (NÖ), auf den Hainburger Bergen (NÖ), im Weinviertel (NÖ), in der Wachau (NÖ) und am Rand des Leithagebirges (NÖ u. Burgenland) vor.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Nutzungsaufgabe, zunehmende Verbuschung durch mangelnde Weidepflege
- Aufforstung, Verbauung
- Dünger- und Nährstoffeintrag aus angrenzenden Flächen

Gefährdungseinstufung: gefährdet bis stark gefährdet (VU – EN)

Abbildung 24. Rückseite des Steckbriefs für den Österreichischen Zwerggeißklee auf Rasensteppe

Österreichischer Zwerggeißklee (*Chamaecytisus austriacus*)

Familie: *Fabaceae* (Schmetterlingsblütler)



Wuchsform: holziger Zwergstrauch mit 30-70 cm Höhe, niederliegende Äste mit aufrechten Zweigen; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen in Bodennähe („bodennah Knospende“ = Chamaephyt)

Blüten: gelb, wenige Blüten (2-8) sind in endständigen kurzen Trauben angeordnet; Blütezeit: Juni-September

Laubblätter: 3-zählige, lange, schmale Blättchen; graugrün

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt an warmen Standorten; wächst in Halbtrockenrasen, lichten Gebüschern, Waldrändern und an trockenen Hängen, gerne über Löss. Kommt zerstreut bis selten im Wiener Becken, im Weinviertel, in den Hainburger Bergen, sowie in Ungarn und Ost- und Südeuropa vor. Charakterart der pannonischen Rasensteppen.

Gefährdungsstatus: gefährdet (VU)

¹ Foto: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Chamaecytisus-austriacus.htm>

² Foto: <http://burgenlandflora.at/pflanzenart/chamaecytisus-austriacus/>

Abbildung 25. Vorderseite des Steckbriefs für den Österr. Zwerggeißklee auf Silikatrockenrasen (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Chamaecytisus-austriacus-2.jpg>, https://www.burgenlandflora.at/fileadmin/processed_/8/f/csm_Chamaecytisus-austriacus-2_139b9e85df.jpg.webp)

Pannonische Silikattrockenrasen (Silikatsteppen)

Diese Trockenrasen wachsen auf sauren Böden über Silikatgestein. Sie kommen im österreichischen pannonischen Gebiet selten und sehr verstreut vor, z. B. im westlichsten Weinviertel (bei Eggenburg und Retz, NÖ), auf dem Königswart (bei Wolfsthal, NÖ), in der Wachau (NÖ) und auf dem Hackelsberg (Nord-Burgenland). Hier kommen sie auf kleinen Flächen vor, die sich meist aufgrund ihrer Flachgründigkeit (d.h. die Humusaufgabe ist sehr dünn bzw. geringmächtig) nicht als Acker oder Weingarten eignen. Zumeist sind es Hügel mit kleinen Silikat-Felsgruppen, die innerhalb der Kulturlandschaft Inseln für Trockenvegetation bilden.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Aufforstung, Verbuschung
- Nährstoffeintrag aus angrenzenden Nutzflächen
- Eindringen und Ausbreitung invasiver Arten (v.a. Robinie)

Gefährdungseinstufung: gefährdet (VU)

Abbildung 26. Rückseite des Steckbriefs für den Österr. Zwerggeißklee auf Silikattrockenrasen

Regensburger Zwerggeißklee (*Chamaecytisus ratisbonensis*)

Familie: *Fabaceae* (Schmetterlingsblütler)



Wuchsform: mehrjähriger (ausdauernder), meist kleiner, verholzender Zwergstrauch mit 10-50 cm Höhe und niederliegenden, oberirdisch kriechenden domlosen Ästen; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen in Bodennähe („bodennah Knospende“ = Chamaephyt)

Blüten: gelbe, große (ca. 2 cm lange) Blüten mit bräunlicher Zeichnung, 1-3 Blüten wachsen jeweils in den Achseln (Übergangsbereich zw. Blattstielloberseite und Sprossachse) der Laubblätter; Blütezeit: April-Juni

Laubblätter: 3-zählige lange, schmale Blättchen, die lang gestielt sind

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt an warmen Standorten; in der pannonischen Region häufig zu finden, sonst sind die Vorkommen nur zerstreut bis selten; wächst in Halbtrockenrasen, Rasensteppen, lichten Föhrenwäldern, Waldrändern, Steinbrüchen und Bahndämmen; kann schnell neue Flächen besiedeln. Kommt von Mitteleuropa und ostwärts bis zum Kaukasus vor.

Gefährdungstatus: gefährdet (VU)

^{1,2} Fotos: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Chamaecytisus-ratisbonensis.htm>

Abbildung 27. Vorderseite des Steckbriefs für den Regensburger Zwerggeißklee auf Rasensteppe (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Chamaecytisus-ratisbon-2.jpg>, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Chamaecytisus-ratisbon-3.jpg>)

Pannonische Rasensteppe (Walliserschwingel-Trockenrasen)

Diese Trockenrasen kommen auf tiefgründigeren (d.h. die Humusaufgabe ist recht dick), feinerdenreichen (feinkörnigeren) Böden unter niederschlagsarmen Klimabedingungen vor, besonders über Löss. Sie weisen meist eine geschlossene Vegetationsdecke aus Kräutern und Gräsern auf, wobei sich die Artzusammensetzung je nach Untergrund stark unterscheidet.

In der Regel handelt es sich bei diesen Trockenrasen um ehemalige Hutweiden (das Wort kommt vom Hüten der Tiere durch einen Hirten). Durch die ehemalige extensive Nutzung der Flächen als Weideland konnten sie sich auf den sonst waldfähigen Flächen entwickeln. Sie kommen an der Thermenlinie (NÖ), auf den Hainburger Bergen (NÖ), im Weinviertel (NÖ), in der Wachau (NÖ) und am Rand des Leithagebirges (NÖ u. Burgenland) vor.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Nutzungsaufgabe, zunehmende Verbuschung durch mangelnde Weidepflege
- Aufforstung, Verbauung
- Dünger- und Nährstoffeintrag aus angrenzenden Flächen

Gefährdungseinstufung: gefährdet bis stark gefährdet (VU – EN)

Abbildung 28. Rückseite des Steckbriefs für den Regensburger Zwerggeißklee auf Rasensteppe

Regensburger Zwerggeißklee (*Chamaecytisus ratisbonensis*)

Familie: *Fabaceae* (Schmetterlingsblütler)



Wuchsform: mehrjähriger (ausdauernder), meist kleiner, verholzender Zwergstrauch mit 10-50 cm Höhe und niederliegenden, oberirdisch kriechenden dornlosen Ästen; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen in Bodennähe („bodennah Knospende“ = Chamaephyt)

Blüten: gelbe, große (ca. 2 cm lange) Blüten mit bräunlicher Zeichnung, 1-3 Blüten wachsen jeweils in den Achseln (Übergangsbereich zw. Blattstiel oberseite und Sprossachse) der Laubblätter; Blütezeit: April-Juni

Laubblätter: 3-zählige lange, schmale Blättchen, die lang gestielt sind

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt an warmen Standorten; in der pannonischen Region häufig zu finden, sonst sind die Vorkommen nur zerstreut bis selten; wächst in Halbtrockenrasen, Rasensteppen, lichten Föhrenwäldern, Waldrändern, Steinbrüchen und Bahndämmen; kann schnell neue Flächen besiedeln. Kommt von Mitteleuropa und ostwärts bis zum Kaukasus vor.

Gefährdungstatus: gefährdet (VU)

^{1,2} Fotos: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Chamaecytisus-ratisbonensis.htm>

Abbildung 29. Vorderseite des Steckbriefs für den Regensb. Zwerggeißklee auf Silikat-trockenrasen (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Chamaecytisus-ratisbon-2.jpg>, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Chamaecytisus-ratisbon-3.jpg>)

Pannonische Silikattrockenrasen (Silikatsteppen)

Diese Trockenrasen wachsen auf sauren Böden über Silikatgestein. Sie kommen im österreichischen pannonischen Gebiet selten und sehr verstreut vor, z. B. im westlichsten Weinviertel (bei Eggenburg und Retz, NÖ), auf dem Königswart (bei Wolfsthal, NÖ), in der Wachau (NÖ) und auf dem Hackelsberg (Nord-Burgenland). Hier kommen sie auf kleinen Flächen vor, die sich meist aufgrund ihrer Flachgründigkeit (d.h. die Humusaufgabe ist sehr dünn bzw. geringmächtig) nicht als Acker oder Weingarten eignen. Zumeist sind es Hügel mit kleinen Silikat-Felsgruppen, die innerhalb der Kulturlandschaft Inseln für Trockenvegetation bilden.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Aufforstung, Verbuschung
- Nährstoffeintrag aus angrenzenden Nutzflächen
- Eindringen und Ausbreitung invasiver Arten (v.a. Robinie)

Gefährdungseinstufung: gefährdet (VU)

Abbildung 30. Rückseite des Steckbriefs für den Regensb. Zwerggeißklee auf Silikattrockenrasen

Seidenhaar-Backenklees (*Dorycnium germanicum*)

Familie: *Fabaceae* (Schmetterlingsblütler)



Wuchsform: mehrjähriges (ausdauerndes) Kraut bzw. Zwergstrauch mit 10-30 cm Höhe, Stängel sind buschig verzweigt und am Grund verholzt; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen in Bodennähe („bodennah Knospende“ = Chamaeophyt)

Blüten: weiße Blüten (5-6 mm lang), etwa 6-14 Blüten sind in gestielten, köpfchenartigen Döldchen (Blütenstand aus Doppel-dolde) zusammengefasst; Blütezeit: Juni-August

Laubblätter: 5-zählig gefiedert, mittlere Blättchen schmal-länglich (5-15 mm lang, 2-4 mm breit)

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt an warmen Standorten mit kalkhaltigen Böden; in Österreich in der pannonischen Region mäßig häufig zu finden, sonst sind die Vorkommen nur selten; wächst in Rasen- und Wiesensteppen, lichten Föhrenwäldern, an Waldändern und Böschungen. Kommt im Wiener Becken und seinen Randbergen häufig vor und ist in den Alpen, Norditalien, an den Adriatischen Küsten, in Bayern, Tschechien und Ungarn verbreitet.

Gefährdungstatus: Vorwarnstufe (NT)

^{1,2} Fotos: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Dorycnium-germanicum.htm>

Abbildung 31. Vorderseite des Steckbriefs für den Seidenhaar-Backenklees auf Rasensteppe (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Dorycnium-germanicum-3.jpg>, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Dorycnium-germanicum-1.jpg>)

Pannonische Rasensteppe (Walliserschwingel-Trockenrasen)

Diese Trockenrasen kommen auf tiefgründigeren (d.h. die Humusaufgabe ist recht dick), feinerdenreichen (feinkörnigeren) Böden unter niederschlagsarmen Klimabedingungen vor, besonders über Löss. Sie weisen meist eine geschlossene Vegetationsdecke aus Kräutern und Gräsern auf, wobei sich die Artzusammensetzung je nach Untergrund stark unterscheidet.

In der Regel handelt es sich bei diesen Trockenrasen um ehemalige Hutweiden (das Wort kommt vom Hüten der Tiere durch einen Hirten). Durch die ehemalige extensive Nutzung der Flächen als Weideland konnten sie sich auf den sonst waldfähigen Flächen entwickeln. Sie kommen an der Thermenlinie (NÖ), auf den Hainburger Bergen (NÖ), im Weinviertel (NÖ), in der Wachau (NÖ) und am Rand des Leithagebirges (NÖ u. Burgenland) vor.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Nutzungsaufgabe, zunehmende Verbuschung durch mangelnde Weidepflege
- Aufforstung, Verbauung
- Dünger- und Nährstoffeintrag aus angrenzenden Flächen

Gefährdungseinstufung: gefährdet bis stark gefährdet (VU – EN)

Abbildung 32. Rückseite des Steckbriefs für den Seidenhaar-Backenklees auf Rasensteppe

Kleines (Mausohr-)Habichtskraut, Langhaar-H. (*Hieracium pilosella*)

Familie: *Asteraceae* (Korbblütler)



Wuchsform: mehrjährige, krautige Pflanze mit 5-30 cm Höhe aus einer Grundrosette und einem blattlosen, 1-köpfigen Stängel; mit oberirdisch kriechenden, beblätterten Ausläufern, die Tochterrosetten bilden; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen unmittelbar an der Bodenoberfläche („Am Boden knospende“ = Hemikryptophyt)

Blüten: hellgelbe Blüten in einzelnen Blüten-Körben (2-3 cm Ø) angeordnet, außen meist mit roten Streifen (s. Bild 1); Blütezeit: Mai-Oktober

Laubblätter: länglich-schmal, ganzrandig, in grundständiger Rosette angeordnet

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst meist auf sauren Böden und in trockenen, kiesigen Trockenrasen, lichten Föhrenwäldern, Waldschlägen, Böschungen und Gesteinsschutthalden. Kommt bei uns sehr häufig bis häufig vor und ist europaweit verbreitet. Die Pflanze ist ein Standortanzeiger (Indikatorpflanze) für magere (nährstoffarme und wasserdurchlässige) Böden.

Gefährdungstatus: nicht gefährdet (LC)

^{1,2} Fotos: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Hieracium-pilosella.htm>

Abbildung 33. Vorderseite des Steckbriefs für das Kleine Habichtskraut auf Silikattrockenrasen (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-G-O/Hieracium-pilosella-2.jpg>, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-G-O/Hieracium-pilosella-1.jpg>)

Pannonische Silikattrockenrasen (Silikatsteppen)

Diese Trockenrasen wachsen auf sauren Böden über Silikatgestein. Sie kommen im österreichischen pannonischen Gebiet selten und sehr verstreut vor, z. B. im westlichsten Weinviertel (bei Eggenburg und Retz, NÖ), auf dem Königswart (bei Wolfsthal, NÖ), in der Wachau (NÖ) und auf dem Hackelsberg (Nord-Burgenland). Hier kommen sie auf kleinen Flächen vor, die sich meist aufgrund ihrer Flachgründigkeit (d.h. die Humusaufgabe ist sehr dünn bzw. geringmächtig) nicht als Acker oder Weingarten eignen. Zumeist sind es Hügel mit kleinen Silikat-Felsgruppen, die innerhalb der Kulturlandschaft Inseln für Trockenvegetation bilden.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Aufforstung, Verbuschung
- Nährstoffeintrag aus angrenzenden Nutzflächen
- Eindringen und Ausbreitung invasiver Arten (v.a. Robinie)

Gefährdungseinstufung: gefährdet (VU)

Abbildung 34. Rückseite des Steckbriefs für das Kleine Habichtskraut auf Silikattrockenrasen

Blut-Storchschnabel (*Geranium sanguineum*)

Familie: *Geraniaceae* (Storchschnabelgewächse)



Wuchsform: mehrjährige (ausdauernde), niederliegende bis aufsteigende krautige Pflanze mit 20-50 cm Höhe und einem kräftigen, kriechenden Rhizom (unterirdischer oder oberflächennaher, speichernder Spross); Stängel sind meist gabelig verzweigt; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen unmittelbar an der Bodenoberfläche („Am Boden knospende“ = Hemikryptophyt)

Blüten: einzelne Blüten (2,5-4 cm Durchmesser) mit purpurroter flach ausgebreiteter Krone; Blütezeit: Mai-Juni

Laubblätter: im Umriss rund, in 5-7 schmale, längliche, häufig 3-teilige Lappen geteilt; färben sich im Herbst leuchtend rot (Artbeiname!)

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt an warmen Standorten mit kalkhaltigen Böden; in Österreich in der pannonischen Region mäßig häufig zu finden, sonst sind die Vorkommen eher selten bis zerstreut; typisch für Halbtrockenrasen, trocken-warme Böschungen, Waldsäume und Lichtungen, besonders von Flaumeichenwäldern. Ist in Europas weit verbreitet.

Gefährdungstatus: Vorwarnstufe (NT)

^{1,2}Fotos: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Geranium-sanguineum.htm>

Abbildung 35. Vorderseite des Steckbriefs für den Blut-Storchschnabel im Steppenwaldsaum (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-G-O/Geranium-sanguineum-2.jpg>, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-G-O/Geranium-sanguineum-1.jpg>)

Pannonischer Steppenwalsaum

Diese Trockenvegetation kommt im Übergangsbereich zwischen Trockenwäldern oder -gebüsch und Offenlandschaft vor. Am Rand von Wäldern und Gebüsch ist der Boden tiefgründig (die Humusaufgabe ist recht dick bzw. mächtig) und im Unterschied zu Trockenrasen und Wald relativ frisch (nicht trocken), lichtreich und windgeschützt ist. Hier hat sich eine eigene komplexe Pflanzengemeinschaft entwickelt: Sie besteht aus einem Saum aus hochwüchsigen Stauden (ausdauernde krautige Pflanzen) – dem Trockenrasenanteil – und aus einem Gehölzanteil, der sich aus niedrigem, dichtem Gebüsch (Trockenbusch) und Flaumeichen-Buschwald zusammensetzt. Die Gesamtheit aus Trockenrasen, Trockenbusch und Flaumeichen-Buschwald wird als „Waldsteppe“ bezeichnet.

Es handelt sich häufig um sekundär entstandene Bestände. Viele Vorkommen sind kleinflächig ausgebildet und in der pannonischen Region mäßig häufig. Die Artenzusammensetzung kann je nach lokalen Standortbedingungen stark variieren und ist oft besonders arten- und blütenreich.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Dünger- und Nährstoffeintrag aus angrenzenden Nutzflächen
- Aufforstung
- Eindringen und Ausbreitung invasiver Arten (v.a. Robinie)

Gefährdungseinstufung: stark gefährdet (EN)

Abbildung 36. Rückseite des Steckbriefs für den Blut-Storchnabel im Steppenwalsaum

Knollen-Brandkraut (*Phlomis tuberosa*)

Familie: *Lamiaceae* (Lippenblütler)



Wuchsform: mehrjährige (ausdauernde), kräftige, mäßig verzweigte Pflanze mit 60-120 cm Höhe, die Wurzelknollen (verdickte Abschnitte der Wurzeln als Speicherungs- und Überwinterungsorgan) ausbildet

Blüten: Blüten mit stark gewölbter violetter Krone und 3-lappiger Unterlippe mit purpurner Zeichnung (s. Bild 2); 30-40 Blüten in Scheinquirlen (Blütenstand aus 2 einander gegenüber-liegenden Halbquirlen) angeordnet, welche deutlich voneinander getrennt sind; Blütezeit: Juni-August

Laubblätter: 3-eckig-herzförmig, gezähnt; die lang gestielten Blätter (~ 20-30 cm lang) am Grund der Sprossachse bilden eine Rosette, am Stängel nur 1-3 Laubblattpaare

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt in Halbtrockenrasen und trocken-warmen (Flaumeichen-)Waldsäumen; in Österreich selten zu finden und kommt nur im pannonischen Gebiet von Niederösterreich und Burgenland vor. Hauptverbreitung ist in Tschechien, Slowakei, Ungarn, Osteuropa bis Westasien.

Gefährdungsstatus: stark gefährdet (EN)

^{1, 2} Fotos: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Phlomis-tuberosa.htm>

Abbildung 37. Vorderseite des Steckbriefs für das Knollen-Brandkraut im Steppenwaldsaum (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-P-Z/Phlomis-tuberosa-4.jpg>, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-P-Z/Phlomis-tuberosa-2.jpg>)

Pannonischer Steppenwaldsaum

Diese Trockenvegetation kommt im Übergangsbereich zwischen Trockenwäldern oder -gebüsch und Offenlandschaft vor. Am Rand von Wäldern und Gebüsch ist der Boden tiefgründig (die Humusaufgabe ist recht dick bzw. mächtig) und im Unterschied zu Trockenrasen und Wald relativ frisch (nicht trocken), lichtreich und windgeschützt ist. Hier hat sich eine eigene komplexe Pflanzengemeinschaft entwickelt: Sie besteht aus einem Saum aus hochwüchsigen Stauden (ausdauernde krautige Pflanzen) – dem Trockenrasenanteil – und aus einem Gehölzanteil, der sich aus niedrigem, dichtem Gebüsch (Trockenbusch) und Flaumeichen-Buschwald zusammensetzt. Die Gesamtheit aus Trockenrasen, Trockenbusch und Flaumeichen-Buschwald wird als „Waldsteppe“ bezeichnet.

Es handelt sich häufig um sekundär entstandene Bestände. Viele Vorkommen sind kleinflächig ausgebildet und in der pannonischen Region mäßig häufig. Die Artenzusammensetzung kann je nach lokalen Standortbedingungen stark variieren und ist oft besonders arten- und blütenreich.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Dünger- und Nährstoffeintrag aus angrenzenden Nutzflächen
- Aufforstung
- Eindringen und Ausbreitung invasiver Arten (v.a. Robinie)

Gefährdungseinstufung: stark gefährdet (EN)

Abbildung 38. Rückseite des Steckbriefs für das Knollen-Brandkraut im Steppenwaldsaum

Gewöhnliche Felsen-Fetthenne, F.-Mauerpfeffer (*Sedum rupestre*)

Familie: *Crassulaceae* (Dickblattgewächse)



Wuchsform: mehrjährige (ausdauernde), immergrüne, 15-30 cm hohe Pflanze, Stängel am Grund leicht verholzt, oberirdisch kriechende Ausläufer mit kegelförmigen Enden, aufrechter Blühtrieb; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen in Bodennähe („bodennah Knospende“ = Chamaephyt)

Blüten: 6-zählig, in doldenartigem Blütenstand angeordnet (mit ca. 50 Blüten), im Knospenzustand nickend; die Blütenkrone ist goldgelb, etwa 6-7 mm lang; Blütezeit: Juni-August

Laubblätter: kurze, spitze, wechselständige Laubblätter, länglich (7-15 mm lang)

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt in sonnig trockenen Lagen und kommt in lückigen, warm-trockenen Rasen- und Felssteppen, Mauerritzen und sandige Ruderalfluren (vom Menschen stark geprägte, meist brach gefallene bzw. ungenutzte Flächen) vor. Die Vorkommen in Österreich sind zerstreut bis selten. Häufig als Zier- und Kulturpflanze genutzt, die auch verwildern kann.

Gefährdungstatus: gefährdet (VU)

^{1,2} Fotos: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Sedum-rupestre.htm>

Abbildung 39. Vorderseite des Steckbriefs für die Felsen-Fetthenne auf Felstrockenrasen (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-P-Z/Sedum-rupestre-3.jpg>, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-P-Z/Sedum-rupestre-1.jpg>)

Pannonische Felstrockenrasen (Felssteppen) (über Karbonatgestein)

Diese Trockenrasen findet man über flachgründigen (d.h. die Humusaufgabe ist sehr dünn, sehr geringmächtig) über Karbonatgestein. Sie kommen zerstreut in niederschlagsarmen Regionen des Pannonikums in Österreich vor und haben einen Verbreitungsschwerpunkt an der Thermenlinie am Alpenostrand, im Leithagebirge, in den Kalkklippenbergen des Weinviertels und den Hundsheimer Bergen. Bevorzugte Standorte sind südwest- bis ost-exponierte Steilhänge und flachgründige Felskuppen. Oft enge Verzahnung dieses Biotoptyps mit Pioniertrockenrasen, Trockengebüsche, -wälder und -säume.

Sie sind primär waldfrei, also bodenbedingte (edaphische) Primärsteppen. Die Vegetationsdecke ist nicht geschlossen, sondern lückig, so dass der felsige Untergrund stellenweise sichtbar ist. Sie werden meist nicht durch den Menschen genutzt, nur selten beweidet. Hier wachsen vor allem anspruchslose (genügsame), trockenresistente Arten, darunter zahlreiche Zwergsträucher (Chamaephyten). Außerdem findet man in der lückigen Krautschicht oft Einjährige, die vom Spätherbst über den Winter und während der noch feuchten Frühlingsmonate ihren gesamten Lebenszyklus vollenden. Sie blühen sehr früh, und vor Beginn der sommerlichen Trockenheit haben sie bereits die Samen ausgereift, welche im Boden den Sommer überdauern.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Verbuschung
- Lokal Materialabbau (Steinbrüche)
- Eindringen und Ausbreitung invasiver Arten (v.a. Robinie)

Gefährdungseinstufung: gefährdet (VU)

Abbildung 40. Rückseite des Steckbriefs für die Felsen-Fetthenne auf Felstrockenrasen

Sand-Quendel, Sand-Thymian (*Thymus serpyllum*)

Familie: *Lamiaceae* (Lippenblütler)



Wuchsform: mehrjähriger (ausdauernder), immergrüner, 2-10 cm hoher Zwergstrauch mit am Boden kriechenden, nur schwach verholzten Stängeln; kurze, aufrechte, seitenständige Blühtrieben; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen in Bodennähe („bodennah Knospende“ = Chamaephyt)

Blüten: lippenartig, rosa bis violett, Krone 3-5 mm lang; Blüten sind am Ende der Zweige in kugeligen, etagenartigen Scheinquirlen (Blütenstand aus 2 einander gegenüberliegenden Halbquirlen) angeordnet; Blütezeit: Juli-August

Laubblätter: schmal-länglich bis -oval (1-3 mm breit, 3-10 mm lang), meist ganzrandig, kurz gestielt oder am Stängel sitzend; Laubblätter der Blühtriebe untereinander angeordnet

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst nicht auf kalkhaltigen Böden, sondern bevorzugt in Sandsteppen und an Wegrändern mit sauer reagierenden Böden; in Österreich sehr selten zu finden und kommt nur im pannonischen Gebiet in Niederösterreich und Burgenland (im March- und Thayatal) vor. Hauptverbreitung ist in Nordeuropa, Deutschland, Tschechien und der Slowakei.

Gefährdungstatus: vom Aussterben bedroht (CR)

^{1, 2} Fotos: <https://de.wikipedia.org/wiki/Sand-Thymian>

Abbildung 41. Vorderseite des Steckbriefs für den Sand-Thymian auf Sandrasen (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b6/20150520Thymus_serpyllum3.jpg/440px-20150520Thymus_serpyllum3.jpg,

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/64/20150520Thymus_serpyllum4.jpg/600px-20150520Thymus_serpyllum4.jpg)

Pannonische Sandrasen

Diese Trockenrasen kommen auf offenen, nährstoffarmen, meist sauren, kalkfreien Böden in warmen, niederschlagsarmen Regionen vor, welche es in Österreich ausschließlich in der pannonischen Region im Marchfeld und im Thayatal gibt. Die seltenen Dünen- und Flugsandgebiete sind eine Besonderheit des östlichen Niederösterreichs. Sie entstanden erst während der letzten Eiszeit und Nacheiszeit, als aus den Flüssen, insbesondere der Donau, Feinsedimentablagerungen durch den Wind ausgeweht wurden und Dünen bildeten. Diese wurden im Laufe der nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung durch Bewuchs stabilisiert. Sandreiche Böden sind locker und daher recht „beweglich“ (durch den Wind oder menschliche Einwirkungen).

Heute zeichnen sie sich durch eine lückige, niederrwüchsige Vegetationsdecke aus. Beweidung spielte bei der ehemaligen Ausweitung dieses Trockenrasentyps auf sekundäre Flächen sowie für die Aufrechterhaltung der eher offenen Vegetationsdecke eine entscheidende Rolle.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Dünger- und Nährstoffeintrag aus angrenzenden Nutzflächen
- Umbruch für Ackernutzung
- Materialabbau (Sand)

Gefährdungseinstufung: von vollständiger Vernichtung bedroht (CR)

Abbildung 42. Rückseite des Steckbriefs für den Sand-Thymian auf Sandrasen

Pracht-Königskerze (*Verbascum speciosum*)

Familie: *Scrophulariaceae* (Braunwurzgewächse)



Wuchsform: zweijährige Pflanze mit einer Höhe von bis zu 2 m; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen unmittelbar an der Bodenoberfläche („Am Boden knospende“ = Hemikryptophyt)

Blüten: gelb, 5-zählig; Blüten (15-30 mm Ø) in ährenförmigen Trauben angeordnet; Seitentriebe mit Teilblütenständen bilden zusammen mit dem Hauptblütenstand einen kegelig verbreiteten Blütenstrauß (s. Bild 1); Blütezeit: Juni(-Juli)

Laubblätter: länglich-schmal; Blätter am Grund der Sprossachse bilden eine Rosette; Stängelblätter am oberen Pflanzenteil rundlich, stängelumfassend; an den Ansatzstellen der Stängelblätter hat der Stängel einen Buckel

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt in gestörten Trockenrasen, an Rändern und Lichtungen von (Flaum-)Eichenwäldern sowie in Eisenbahn-, Straßen- und Weingartenböschungen; in Österreich sehr selten zu finden und kommt nur im pannonischen Gebiet vor; eventuell eine früher genutzte, verwilderte Kulturpflanze - diese Art wurde früher zur Erzeugung von Spazierstöcken kultiviert (abgestorbene Stängel sind elastisch, trotzdem leicht und fest). Hauptverbreitung ist in Südost-Europa.

Gefährdungstatus: nicht gefährdet (LC)

^{1,2} Fotos: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten/Arten/Verbascum-speciosum.htm>

Abbildung 43. Vorderseite des Steckbriefs für die Pracht-Königskerze auf Wiesensteppe (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-P-Z/Verbascum-speciosum-2.jpg>, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-P-Z/Verbascum-speciosum-1.jpg>)

Pannonische Wiesensteppen

Diese Trockensteppen kommen auf tiefergründigen (d.h. die Humusaufgabe ist recht dick; ehemaligem Wald-Boden) weniger stark austrocknenden, nährstoffreicheren Böden vor, weshalb sie auch als pannonische Halbtrockenrasen bezeichnet werden. Auf diesen waldfähigen Standorten haben sich Trockenrasen erst infolge menschlicher Eingriffe (Rodung, Beweidung) entwickelt, und sind daher Sekundärsteppen, welche viele verschiedene, meist ausgesprochen blumenreiche Pflanzen-gesellschaften umfassen.

Nach Aufhören dieser Eingriffe können die Wiesensteppen vom Wald „zurückerobert“ werden (Verbuschung und Wiederbewaldung), was durch Naturschutzmaßnahmen verhindert wird. Sie sind der häufigste Vegetationstyp in den wenigen zerstreuten Resten unserer pannonischen Trockenrasen-Landschaft.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Aufgabe der Weidenutzung (zunehmende Verbuschung)
- Dünger- und Nährstoffeintrag aus angrenzenden Nutzflächen
- Verbauung, Aufforstung

Gefährdungseinstufung: gefährdet bis stark gefährdet (VU – EN)

Abbildung 44. Rückseite des Steckbriefs für die Pracht-Königskerze auf Wiesensteppe

Pracht-Königskerze (*Verbascum speciosum*)

Familie: *Scrophulariaceae* (Braunwurzgewächse)



Wuchsform: zweijährige Pflanze mit einer Höhe von bis zu 2 m; die Überdauerungsknospen, mit denen ungünstige Jahreszeiten überdauert werden, liegen unmittelbar an der Bodenoberfläche („Am Boden knospende“ = Hemikryptophyt)

Blüten: gelb, 5-zählig; Blüten (15-30 mm Ø) in ahrenförmigen Trauben angeordnet; Seitentriebe mit Teilblütenständen bilden zusammen mit dem Hauptblütenstand einen kegelig verbreiteten Blütenstrauß (s. Bild 1); Blütezeit: Juni(-Juli)

Laubblätter: länglich-schmal; Blätter am Grund der Sprossachse bilden eine Rosette; Stängelblätter am oberen Pflanzenteil rundlich, stängelumfassend; an den Ansatzstellen der Stängelblätter hat der Stängel einen Buckel

Vorkommen und Verbreitung:

Wächst bevorzugt in gestörten Trockenrasen, an Rändern und Lichtungen von (Flaum-)Eichenwäldern sowie in Eisenbahn-, Straßen- und Weingartenböschungen; in Österreich sehr selten zu finden und kommt nur im pannonischen Gebiet vor; eventuell eine früher genutzte, verwilderte Kulturpflanze - diese Art wurde früher zur Erzeugung von Spazierstöcken kultiviert (abgestorbene Stängel sind elastisch, trotzdem leicht und fest). Hauptverbreitung ist in Südost-Europa.

Gefährdungsstatus: nicht gefährdet (LC)

^{1,2} Fotos: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten/Arten/Verbascum-speciosum.htm>

Abbildung 45. Vorderseite des Steckbriefs für die Pracht-Königskerze auf Silikattrockenrasen (Bildquelle: Abgerufen 19.05.2023, von <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-P-Z/Verbascum-speciosum-2.jpg>, <http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-P-Z/Verbascum-speciosum-1.jpg>)

Pannonische Silikattrockenrasen (Silikatsteppen)

Diese Trockenrasen wachsen auf sauren Böden über Silikatgestein. Sie kommen im österreichischen pannonischen Gebiet selten und sehr verstreut vor, z. B. im westlichsten Weinviertel (bei Eggenburg und Retz, NÖ), auf dem Königswart (bei Wolfsthal, NÖ), in der Wachau (NÖ) und auf dem Hackelsberg (Nord-Burgenland). Hier kommen sie auf kleinen Flächen vor, die sich meist aufgrund ihrer Flachgründigkeit (d.h. die Humusaufgabe ist sehr dünn bzw. geringmächtig) nicht als Acker oder Weingarten eignen. Zumeist sind es Hügel mit kleinen Silikat-Felsgruppen, die innerhalb der Kulturlandschaft Inseln für Trockenvegetation bilden.

Häufigste Gefährdungsursachen

- Aufforstung, Verbuschung
- Nährstoffeintrag aus angrenzenden Nutzflächen
- Eindringen und Ausbreitung invasiver Arten (v.a. Robinie)

Gefährdungseinstufung: gefährdet (VU)

Abbildung 46. Rückseite des Steckbriefs für die Pracht-Königskerze auf Silikattrockenrasen

14.5. Erwartungshorizont zu den möglichen Ergebnissen der Praxisphasen des Workshops

Tabelle 2. Auflistung der mögliche Beobachtungen und Hypothesen der Teilnehmer:innen während der praktischen Phasen des Workshops

Pflanzenname	Beobachtete Merkmale	Mögliche Erklärung zur Funktion
Felsen-Fetthenne/ Mauerpfeffer (<i>Sedum rupestre</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Blätter sukkulent, fleischig, nadelig, bis 1,5 mm dick - kleine, schmale Blätter - Wachsschicht auf Blättern - wachsen als Polster/Matten am Boden - geringe Wuchshöhe (Polster, Blühtriebe wachsen höher) 	<ul style="list-style-type: none"> - dienen der Pflanze als Wasserspeicher, Schutz vor Vertrocknung - durch Reduktion der (transpirierenden) Fläche wird Verdunstung herabgesetzt (Wasser wird eingespart) - zur Reduktion der Verdunstung (Vermeidung von Wasserverlust), teilweise Reflexion des Sonnenlichts, Schutz vor UV-Strahlung - Schutz in Bodennähe: günstigeres Mikroklima (Feuchtigkeit hält sich länger, Schutz vor starken Temperaturwechseln); Verringerung der Angriffsfläche für Wind
Knollen-Brandkraut (<i>Phlomis tuberosa</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Blätter leicht behaart (die unteren Laubblätter mehr als die oberen) - Rosettenwuchs - unten eher große, oben kleinere Laubblätter; hängen oft runter - Wurzelknollen (evtl. vom Namen ersichtlich) - sehr stabile Stängel: Sklerenchymelemente/ Festigungsgewebe? 	<ul style="list-style-type: none"> - durch Behaarung werden wasserdampferfüllte (feuchte), windstille Räume geschaffen (Verdunstungsschutz); Schutz vor UV-Strahlung - Schutz vor Sonneneinstrahlung und Wind; günstigeres Mikroklima (Feuchtigkeit hält sich länger, Schutz vor starken Temperaturwechseln) in Bodennähe; Rosette fängt wie Trichter den Regen auf - Schutz vor Sonneneinstrahlung – geringere Oberfläche, die direkter Sonne ausgesetzt ist (unten mehr geschützt in Rosette) - Speicherung von Reservestoffen für ungünstige Bedingungen - selbst bei größerem Wasserverlust ist die Festigkeit der Sprossachsen sichergestellt
Blut-Storchschnabel (<i>Geranium sanguineum</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Stängel: mit längeren, zottigen, Haaren; abstehend behaart - Laubblätter: gelappt, schmale, längliche Lappen - Laubblätter beidseitig behaart - grundständigen Laubblätter vertrocknen schnell, sind behaart - kugelige Form der Pflanze 	<ul style="list-style-type: none"> - Schutz vor Sonneneinstrahlung und Hitze - durch Reduktion der (transpirierenden) Fläche wird Verdunstung herabgesetzt (Wasser wird eingespart) - durch Behaarung werden wasserdampferfüllte (feuchte), windstille Räume geschaffen (Verdunstungsschutz); Schutz vor UV-Strahlung - Einsparen von Blättern (Verdunstungsschutz) - Oberflächenverkleinerung im Verhältnis zum Gesamtvolumen: Verdunstungsschutz, Schutz von Sonneneinstrahlung und Wind
Pracht-Königskerze (<i>Verbascum speciosum</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Laubblätter: beidseitig gelbgrau filzig behaart (verzweigte Haare unter Stereomikroskop sichtbar) 	<ul style="list-style-type: none"> - durch Behaarung werden wasserdampferfüllte (feuchte), windstille Räume geschaffen (Verdunstungsschutz);

	<ul style="list-style-type: none"> - untere Laubblätter in Rosette - an der oberen Sprossachse nur wenige kleine Blätter - sehr lange, tiefe Wurzeln (Anschauungsmaterial) - sehr steife, stabile Stängel und Blätter: Sklerenchymelemente/ Festigungsgewebe? - Rosettenwuchs 	<p>an Blattoberseite: Reflexion des Sonnenlichts, Schutz vor UV-Einstrahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schutz vor Sonneneinstrahlung und Wind; günstigeres Mikroklima (Feuchtigkeit hält sich länger, Schutz vor starken Temperaturwechseln) - durch Reduktion der (transpirierenden) Fläche wird Verdunstung herabgesetzt (Wasser wird eingespart) - Wasser kann aus großer Tiefe aufgenommen werden; gute Befestigung der großen Pflanze - selbst bei größerem Wasserverlust ist die Festigkeit der Sprossachsen und Blätter sichergestellt - Schutz vor Sonneneinstrahlung und Wind; günstigeres Mikroklima (Feuchtigkeit hält sich länger, Schutz vor starken Temperaturwechseln) in Bodennähe; Rosette fängt wie Trichter den Regen auf
Kleines Habichtskraut (<i>Hieracium pilosella</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Blätter: Unterseite weißfilzig mit Sternhaaren („Mausohr“), Oberseite mit locker stehenden einzelnen, auffällig langen Borstenhaaren, am Grund verdickt - Stängel wollig behaart - Rosettenwuchs - geringe Wuchshöhe 	<ul style="list-style-type: none"> - durch Behaarung werden wasserdampferfüllte (feuchte), windstille Räume geschaffen (Verdunstungsschutz); an Blattoberseite: Reflexion des Sonnenlichts, Schutz vor UV-Einstrahlung - Schutz vor Sonneneinstrahlung (Wärmeschutz) - Schutz vor Sonneneinstrahlung und Wind; günstigeres Mikroklima (Feuchtigkeit hält sich länger, Schutz vor starken Temperaturwechseln) in Bodennähe
Rispen-Flockenblume (<i>Centaurea stoebe</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Blätter: (die unteren) gefiedert, schmal - obere Laubblätter: grauhaarig, weiß-filzig behaart - Stängel (zumindest oben) schwach filzig behaart; graugrün - sehr steife, stabile Stängel und Blätter: Sklerenchymelemente/Festigungsgewebe? 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduktion der (transpirierenden) Fläche als Verdunstungsschutz (Wasser wird eingespart) - durch Behaarung werden wasserdampferfüllte (feuchte), windstille Räume geschaffen (Verdunstungsschutz); an Blattoberseite: Reflexion des Sonnenlichts, Schutz vor UV-Einstrahlung - Schutz vor Sonneneinstrahlung/ (Wärmeschutz) - selbst bei größerem Wasserverlust ist die Festigkeit der Sprossachsen und der Blätter sichergestellt
Österreichischer Zwerggeißklee (<i>Chamaecytisus austriacus</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Wuchsform: niederliegend, kleiner Zwergstrauch, kugelige Form - Blätter: schmal, lanzettlich - Blätter recht derb, stabil: Sklerenchymelemente/ Festigungsgewebe? 	<ul style="list-style-type: none"> - Schutz in Bodennähe: günstigeres Mikroklima (Feuchtigkeit hält sich länger, Schutz vor starken Temperaturwechseln); Verringerung der Angriffsfläche für Wind - durch Reduktion der (transpirierenden) Fläche wird Verdunstung herabgesetzt (Wasser wird eingespart) - durch Festigungsgewebe: bei Wasserverlust erschlaffen die Blätter nicht (Vermeidung von Struktur- und Funktionsverlust)

	<ul style="list-style-type: none"> - Blätter: vor allem unterseits mit dicht anliegender Behaarung - Zweige: dicht anliegend silber-grau behaart 	<ul style="list-style-type: none"> - durch Behaarung werden wasserdampferfüllte (feuchte), windstille Räume geschaffen (Verdunstungsschutz) - Schutz vor Sonneneinstrahlung/ Reflexion der UV-Strahlung (?) (Wärmeschutz)
<p>Regensburger Geißklee (<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wuchsform: niederliegend, kleiner Zwergstrauch, kugelige Form - Blätter: lanzettlich, klein, schmal - Blätter: oben kahl, dunkelgrün, unten anliegend seidig behaart, grau-grün - Zweige anliegend seidig behaart, Stängel mit längeren, zottigen Haaren - Blätter recht derb, stabil: Sklerenchymelemente/ Festigungsgewebe? 	<ul style="list-style-type: none"> - Schutz in Bodennähe: günstigeres Mikroklima (Feuchtigkeit hält sich länger, Schutz vor starken Temperaturwechseln); Verringerung der Angriffsfläche für Wind - durch Reduktion der (transpirierenden) Fläche als Verdunstungsschutz (Wasser wird eingespart) - durch Behaarung werden wasserdampferfüllte (feuchte), windstille Räume geschaffen (Verdunstungsschutz) - Schutz vor Sonneneinstrahlung/ (Wärmeschutz) - durch Festigungsgewebe: bei Wasserverlust erschaffen die Blätter nicht (Vermeidung von Struktur- und Funktionsverlust)
<p>Seidenhaar-Backenklee (<i>Dorycnium germanicum</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wuchsform: niederliegend, kleiner Zwergstrauch, kugelige Form - Blätter: 5-zählig gefiedert, länglich, schmal - Blätter: grau, da kurz anliegend seidig behaart - Stängel: am Grund verholzt, nach oben hin kurz anliegend behaart 	<ul style="list-style-type: none"> - Schutz in Bodennähe: günstigeres Mikroklima (Feuchtigkeit hält sich länger, Schutz vor starken Temperaturwechseln); Verringerung der Angriffsfläche für Wind - Reduktion der (transpirierenden) Fläche als Verdunstungsschutz (Wasser wird eingespart) - durch Behaarung werden wasserdampferfüllte (feuchte), windstille Räume geschaffen (Verdunstungsschutz); an Blattoberseite: Reflexion des Sonnenlichts, Schutz vor UV-Einstrahlung - Schutz vor Sonneneinstrahlung/ Reflexion der UV-Strahlung (?) (Wärmeschutz)
<p>Sand-Quendel, Sand-Thymian (<i>Thymus serpyllum</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - kissenartiger, bodenbedeckender Wuchs nah am Boden, kriechende Stängel; Zwergwuchs - kleine, längliche Laubblätter - Blätter am Grund oder am Rand bewimpert, seltener oberseits dicht behaart - Stängel unter Blütenstand sind meist ringsum behaart 	<ul style="list-style-type: none"> - Schutz in Bodennähe: günstigeres Mikroklima (Feuchtigkeit hält sich länger, Schutz vor starken Temperaturwechseln); Verringerung der Angriffsfläche für Wind - Reduktion der (transpirierenden) Fläche als Verdunstungsschutz (Wasser wird eingespart) - durch Behaarung werden wasserdampferfüllte (feuchte), windstille Räume geschaffen (Verdunstungsschutz); an Blattoberseite: Reflexion des Sonnenlichts, Schutz vor UV-Einstrahlung - Schutz vor Sonneneinstrahlung/ (Wärmeschutz)

14.6. Power-Point-Folien für den Workshop

Das Stereomikroskop

Okulare mit Gummimuscheln

Durchlicht

Oberlicht

Objektisch

Vergrößerung

Optik

Stativ

Fokus

Objektisch

Fuß

Ein-/ Ausschalter

Grundsätze: Mikroskopisches Zeichnen

- nur Bleistifte benutzen
- große, übersichtliche Zeichnung (ca. 2/3 der Seite)
- interessanten Ausschnitt für Zeichnung wählen
- Größe- & Lageverhältnisse genau festhalten
- Zeichnung beschriften (mit Bleistift); Hilfslinien zur Beschriftung mit geraden, nicht kreuzenden Linien

Bewurzelung von Trockenpflanzen

3

Abbildung 47. Power-Point-Folien 1 bis 3

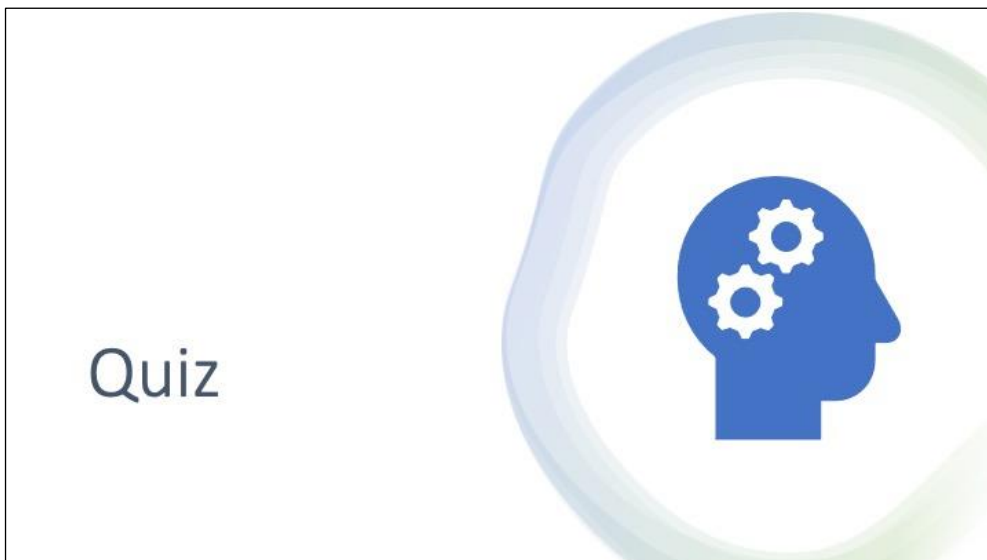


Abbildung 48. Power-Point-Folien 4 bis 6



Abbildung 49. Power-Point-Folien 7 bis 9

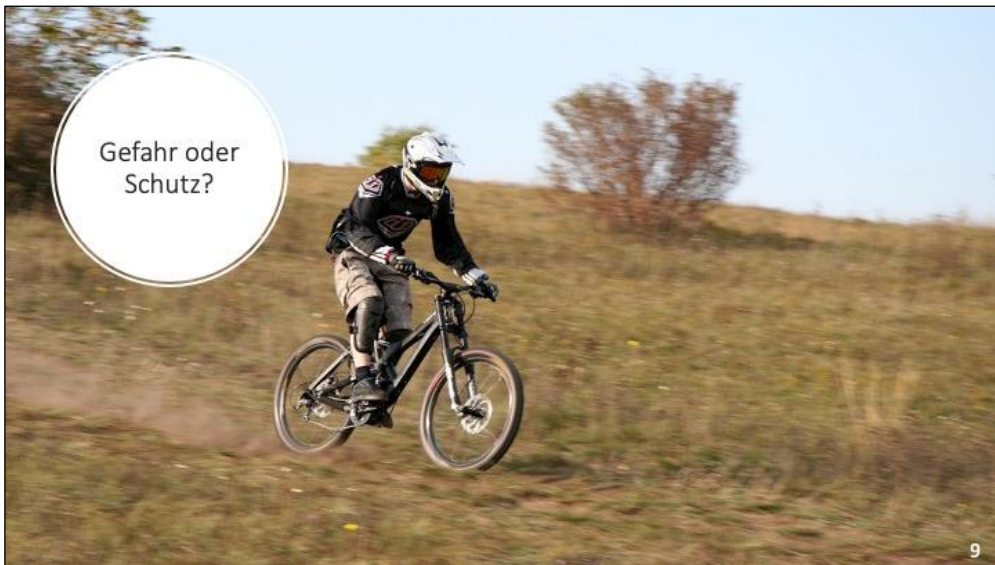


Abbildung 50. Power-Point-Folien 10 bis 12

Artenschutzprojekt: Erhaltung von *Artemisia laciniata* (Schlitzblättrige Wermut)

- isoliertes, kleinflächiges Vorkommen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen, Neusiedler See
- 2015: natürlicher Bestand aus nur 11 Pflanzen + 2018: 12 weitere Pflanzen entdeckt
- Ziel: Etablierung einer lebensfähigen Population am Naturstandort
- Kultivierung in Lebenssammlung des Botanischen Gartens
 - Aussetzen von Pflanzen am Naturstandort
 - Erforschung der Pflanzen
 - Samen für Samenbank + Aussaat am Naturstandort



Artenschutzprojekt: Erhaltung von *Artemisia laciniata* (Schlitzblättrige Wermut)

- isoliertes, kleinflächiges Vorkommen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen, Neusiedler See
- 2015: natürlicher Bestand aus nur 11 Pflanzen + 2018: 12 weitere Pflanzen entdeckt
- Ziel: Etablierung einer lebensfähigen Population am Naturstandort

Bestandsaufnahme 2020

- 66 Pflanzen in der Lebenssammlung
- ca. 200 Pflanzen am Naturstandort



Abbildungsverzeichnis

1. https://www.herborama.ch/images/pflanzen/thymus-vulgaris/thymus-vulgaris_binok-staengel-1.jpg (Zugriff am 26.05.2021)
2. https://www.herborama.ch/images/pflanzen/thymus-vulgaris/thymus-vulgaris_binok-blatt-1.jpg (Zugriff am 26.05.2021)
3. Kutschera, L.; Sobotik, M; Lichtenegger, E. (1997). Bewurzelung von Pflanzen in verschiedenen Lebensräumen. S. Band der Wurzelatlas-Reihe (Stapfia 49). Linz: Landesmuseum Oberösterreich, Botanische Arbeitsgemeinschaft, S. 260.
4. Wiesbauer H. (2009). Vielfalt im Ödland: Schutz und Pflege pannonischer Steppen- und Trockenrasen im Rahmen eines LIFE-Natur-Projektes. Amt der NÖ Landesregierung, Abt. Naturschutz, St. Pölten https://www.noel.gv.at/noel/Naturschutz/Vielfalt_im_Oedland.pdf (Zugriff am 26.05.2021)
5. https://www.offenlandinfo.de/fileadmin/_migrated/pics/Spitterfj_HTR_vergrast.jpg (Zugriff am 26.05.2021)
6. https://www.suedostschweiz.ch/sites/default/files/styles/np8_full/public/media/2018/07/16/3361095.jpg?h=2d9d8ede&itok=fXc7Qeex (Zugriff am 26.05.2021)
7. https://naturschutzbund.at/files/noe_homepage/bilder/neuigkeiten/PE_Galgenberg1020.jpg (Zugriff am 22.05.2021)
8. https://neumarkt.bund-naturschutz.de/fileadmin/_processed_/9/4/csm_IMG_1529_1280x853_e5c9ac5093.jpg (Zugriff am 26.05.2021)
9. https://perchtoldsdorfer-heide.at/site/assets/files/1128/illegal_mtb_cr_eisenbach_0x1200.jpg (Zugriff am 26.05.2021)
10. https://ianius.at/WordPress/wp-content/uploads/171216_Zehentee10-1024x768.jpg (Zugriff am 26.05.2021)
11. https://www.waldwissen.net/assets/waldwirtschaft/schaden/invasive/wsl_management_robinie/wsl_management_robinie_tschechien2.1.png (Zugriff am 26.05.2021)
12. https://botanischergarten.univie.ac.at/fileadmin/_processed_/csm_artemisia_bluhende-Pflanzen-im-8GUW-c-Andrea-Kodym_ade956c083.jpg (Zugriff am 27.05.2021)
13. https://botanischergarten.univie.ac.at/fileadmin/_processed_/csm_artemisia_ausgesetzte_pflanzen-aus-geuebekultur-c-Andrea-Kodym_2ec0733738.jpg (Zugriff am 27.05.2021)

Abbildung 51. Power-Point-Folien 13 bis 15

14.7. Erwartungshorizont zu den möglichen Ergebnissen beim Quiz

Tabelle 3. Erwartungshorizont zu den Quiz-Ergebnissen und Aspekte, die während der Abschlussdiskussion des Workshops besprochen werden sollen

 <p>Bildquelle: Wiesbauer (2009, S. 14)</p>	<p>Schutzmaßnahme</p> <p>Wiederaufnahme der extensiven Nutzung durch Beweidung (somit wird Verbuschung verhindert)</p> <p>z.B. im Natura 2000-Gebiet des Nationalparks Neusiedler See; hier seit 1987 Wiederbeweidung auf einigen Studienflächen mit Monitoring: es konnte gezeigt werden, dass extensiv beweidete Trockenrasen artenreicher sind als nicht beweidete</p>
 <p>Bildquelle: Abgerufen 26.05.2021, von https://www.offenlandinfo.de/fileadmin/_migrate/pics/Splitterfl_HTR_vergrast.jpg</p>	<p>Gefährdungsfaktor</p> <p>Verbuschung/Wiederbewaldung durch Aufgabe der ehemaligen Nutzung (Rodung, extensives Weideland, Mahd → Weidevieh, z.B. für Wollproduktion, spielt heute keine wirtschaftliche Rolle mehr); erfolgt zuerst langsam, beschleunigte sich dann aber mit zunehmender Humusbildung</p>
 <p>Bildquelle: Abgerufen 26.05.2021, von https://www.suedostschweiz.ch/sites/default/files/styles/np8_full/public/media/2018/07/16/3361095.jpg?h=2d9d8ede&itok=fXcZQegx</p>	<p>Gefährdungsfaktor</p> <p>verstärkter Eintrag von Nährstoffen über die Luft aus angrenzenden Nutzflächen: durch starke Winde (im pannonischen Gebiet häufig) werden vor allem Stickstoff, Phosphat und Kalium in großen Mengen eingeweht und beschleunigen als Hauptnährstoffe die Wiederbewaldung und Verstaudung der Trockenrasen.</p> <p>Viele Trockenpflanzen sind an das geringe Nährstoffangebot angepasst – Überdüngung!</p> <p>Ebenso: Spritzmitteleintrag (Pestizide)</p>
 <p>Bildquelle: Abgerufen 22.05.2021, von https://naturschutzbund.at/files/noe_homepage/bilder/neuigkeiten/PE_Galgenberg1020.jpg</p>	<p>Schutzmaßnahme</p> <p>Pflegeeinsätze: Mahd der Trockenrasen durch Landschaftspfleger (im Auftrag der Naturschutzabteilung) & freiwilligen Beitrag von NGOs – Schutz vor Verbuschung</p> <p>→ am häufigsten notwendige Maßnahme!</p> <p>Auch: Schaffung von Pufferzonen zu benachbarten landwirtschaftl. Nutzflächen</p>

	<p>Gefährdungsfaktor</p> <p>Biotopzerstörung ist Hauptursache für tierische & pflanzliche Artenverluste</p> <p>z.B. durch Gesteinsabbau gehen wertvolle Trockenrasenstandorte unwiederbringlich verloren → Abbauflächen weisen heute gewaltige Dimensionen auf; Tier- und Pflanzenwelt in der Umgebung wird auch durch erhebliche Staubemissionen beeinträchtigt</p>
<p>Bildquelle: Abgerufen 26.05.2021, von https://neumarkt.bund-naturschutz.de/fileadmin/_processed_/9/4/csm_1MG_1529_1280x853_e5c9ac5093.jpg</p>	<p>Gefährdungsfaktor</p> <p>intensive Nutzung der Trockenrasen für Erholung, z.B. wird durch Mountainbiker die Pflanzendecke aufgerissen/zerstört, aber auch durch Spaziergänger werden Pflanzen niedergetrampelt, sowie Nährstoffeintrag durch Hundekot stellt oft ein Problem dar; auch Stress für Wildtiere</p> <ul style="list-style-type: none"> - insbesondere ein Problem im Nahbereich von Städten wie Wien, z.B. Perchtoldsdorfer Heide
	<p>Schutzmaßnahme</p> <p>Pflegeeinsätze: Entfernung der aufkommenden Gehölze zur Erhaltung der Trockenrasen durch Landschaftspfleger (im Auftrag der Naturschutzabteilung) & freiwilligen Beitrag von NGOs</p> <p style="text-align: center;">→ am häufigsten notwendige Maßnahme</p>
<p>Bildquelle: Abgerufen 26.05.2021, von https://perchtoldsdorfer-heide.at/site/assets/files/1128/illegales_mtb_cr_eisenbach.0x1200.jpg</p>	<p>Gefährdungsfaktor</p> <p>eine der Hauptursachen der Trockenrasenzerstörung: das Aufkommen bzw. Die Aufforstung mit der trockenheitsverträglichen, schnell wachsenden, aus Nordamerika stammenden Robinie: z.B. als ertragreiche Bienenweide („Akazienhonig“) und für die Forstwirtschaft kultiviert und eingebracht.</p> <p>Negative Eigenschaften für Trockenpflanzen: Durch die Wurzelsymbiose mit Mikroorganismen (Knöllchenbakterien), die in den Böden Stickstoff anreichern (Düngeeffekt), und die Schattenbildung werden die lichtliebenden Arten der sonst nährstoffarmen Trockenrasen durch stickstoffliebende Arten (z.B. Brennnessel) verdrängt</p>
	<p>Bildquelle: Abgerufen 26.05.2021, von https://lanius.at/Wordpress/wp-content/uploads/171216_Zehentegg10-1024x768.jpg</p>
	<p>Bildquelle: Abgerufen 26.05.2021, von https://www.waldwissen.net/assets/waldwirtschaft/schaden/invasive/wsl_management_robinie/wsl_management_robinie_tschechien2.jpeg</p>

14.8 Pflanzenschilder für den Workshop



Abbildung 52. Pflanzenschilder für die Untersuchungspflanzen für den Workshop



Abbildung 53. Pflanzenschilder für die Untersuchungspflanzen für den Workshop