



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Erhaltung von *Artemisia laciniata* auf den
Zitzmannsdorfer Wiesen“

verfasst von / submitted by

Thomas Pirker BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2021 / Vienna, 2021

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

UA 066 879

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

Masterstudium Naturschutz und
Biodiversitätsmanagement

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Dr. Andrea Kodym

Danksagung

Ich möchte meinem Betreuer ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn für die Betreuung meiner Masterarbeit und, dass er mir ermöglicht hat ein Praktikum im Botanischen Garten der Universität Wien zu machen, danken. Ohne diesem hätte ich wahrscheinlich nicht die Chance gehabt mich für meine Masterarbeit mit dieser seltenen Pflanze zu beschäftigen und beim Erhalt einer vom Aussterben bedrohten Art zu helfen.

Mein Dank gilt auch meiner Mitbetreuerin Dr. Andrea Kodym und Dipl.-Ing. Frank Schumacher für ihr Vertrauen in mich und die schöne und lehrreiche Zeit während der Feldarbeit im Nationalpark. Andrea muss ich außerdem für die geduldige Beantwortung all meiner vielen, vielen Fragen im Zuge des Verfassens dieser Arbeit danken.

Ebenso möchte ich Alena Binder, Bakk.techn. und David Prehsler, BSc danken für die Aufzucht der Pflanzen im Botanischen Garten der Universität Wien und, dass sie sich wiederholt Zeit für mich genommen haben, um mir alle Arbeitsschritte zu zeigen. Auch sie hatten immer ein offenes Ohr für meine Fragen.

Danke auch an Dr. Michael Kuttner vom Nationalpark Neusiedlersee - Seewinkel für die Durchführung der Drohnenüberflüge und ausführliche Beantwortung meiner Fragen zu den daraus erstellten Daten, als auch Hans Lehner für die Hilfe und Betreuung vor Ort.

Des Weiteren möchte ich Dipl.-Ing. Barbara Knickmann, Franz Tod und Robert Wernert für die Unterstützung bei der Recherche zu den Ursprüngen der Lebendsammlung, Heather Libby für die Hilfe bei der Aussaat und Ernte im Herbst und Christina Hedderich, MSc für das Bereitstellen der Daten der genetischen Untersuchungen danken.

Zu guter Letzt möchte ich noch meinen Eltern und meinen drei Schwestern dafür danken, dass sie immer für mich da waren/sind und speziell meinen Eltern, dass sie mir dieses Studium ermöglicht haben.

Mit Unterstützung von Land und Europäischer Union



Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	3
2. Einleitung	4
2.1. Beschreibung <i>Artemisia laciniata</i>	5
2.2. Verbreitung	5
2.3. In situ Vorkommen - Nationalpark Neusiedlersee Seewinkel	6
2.4. Ex situ-Lebendsammlung im Botanischen Garten Wien	8
2.5. LE-Projekt	8
3. Zielsetzung	9
4. Material und Methoden	10
4.1. Monitoring der Bestände auf den Zitzmannsdorfer Wiesen	10
4.1.1. Altbestand	10
4.1.2. In vitro 2018 & 2019	10
4.1.3. Neubestand	11
4.1.4. Aussaat 2018	12
4.2. Suche nach neuen Pflanzen	12
4.2.1. Fußläufig	12
4.2.2. Drohnenflug	13
4.3. Frühjahrsaussaat	13
4.3.1. Frühjahrsaussaat auf den Zitzmannsdorfer Wiesen	13
4.3.2. GPS-Verortung	15
4.3.3. Kressetest	15
4.4. Auspflanzung	16
4.4.1. Vorzucht im Botanischen Garten Wien	16
4.4.2. Auspflanzen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen	17
4.5. Ernte der Achänen	19
4.6. Winter-Aussaat	21
4.6.1. Neue Aussaat-Fläche Altbestand	22
4.7. Mähversuche im Gartenbeet des UZA II	22
4.8. Ex situ-Konservierung: Bestandsaufnahme der Lebendsammlung	23
5. Ergebnisse	25
5.1. Monitoring	25
5.1.1. Altbestand	25
5.1.2. In vitro 2018 & 2019	25
5.1.3. Neubestand	31
5.1.4. Aussaat 2018	31

5.2. Suche nach neuen Pflanzen.....	32
5.2.1. Fußläufig.....	32
5.2.2. Drohnenflug.....	33
5.3. Frühljahrsaussaat	34
5.3.1. Frühljahrsaussaat auf den Zitzmannsdorfer Wiesen.....	34
5.3.2. GPS-Verortung.....	37
5.3.3. Kresstest	38
5.4. Auspflanzung	38
5.4.1. Vorzucht im Botanischen Garten Wien	39
5.4.2. Auspflanzen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen	44
5.5. Ernte der Achänen.....	45
5.6. Winter-Aussaat.....	51
5.7. Mähversuche im Gartenbeet des UZA II	51
5.8. Ex situ-Konservierung: Bestandsaufnahme der Lebendsammlung.....	57
6. Diskussion.....	59
7. Abstract	66
8. Zusammenfassung (Langversion)	67
9. Literaturverzeichnis.....	69
10. Materialliste	74

1. Zusammenfassung

Die in Österreich und der Europäischen Union vom Aussterben bedrohte Wiesen- und Steppenpflanze *Artemisia laciniata* (Schlitzblatt-Wermut) ist in Europa nur mehr mit einem einzigen Vorkommen, welches im Burgenland im National Park Neusiedler See - Seewinkel liegt, vertreten.

Diese Masterarbeit wurde als Teil des LE-Projekts „Erhaltung von *Artemisia laciniata* in den Zitzmannsdorfer Wiesen“ verfasst, dessen Hauptziel die Erhaltung, Stärkung und Entwicklung einer überlebensfähigen Wildpopulation ist. Hierfür wurde die Originalpopulation erfasst und verortet, das Monitoring der natürlichen und künstlichen Bestände fortgesetzt und zu Fuß als auch mit Drohnenüberflügen nach neuen Pflanzen gesucht. Zur Erweiterung der Population wurden acht Aussaat-/Auspflanz-Standorte angelegt. Auf diesen wurden im Frühjahr auf vorjährigen Maulwurfshügeln, im Winter auf frisch aufgegrabenen Stellen Achänen ausgesät und im Herbst Jungpflanzen ausgepflanzt. Zur Ermittlung des spätesten Mahdzeitpunkts, der eine Reife der Achänen ermöglicht, wurden Mähversuche, in Beeten in Wien, durchgeführt.

Bei der Frühjahrsaussaat dürfte die geringe Keimrate (1 von 200 Achänen) auf die späte Aussaat, den geringen Niederschlag und die höhere Exposition gegenüber Witterungseinflüssen auf den Maulwurfshügeln zurückzuführen sein. Für die Auspflanzung im Herbst wurden Pflanzen aus Achänen der vorjährigen Ernte der Wildpopulation erfolgreich im frostfreien Kalthaus bzw. im Außenbeet vorgezogen. Die Mähversuche haben gezeigt, dass bereits bei einem Rückschnitt Mitte Juni die Anzahl der Pflanzen mit Blütenständen um 25 % und die Anzahl der Blütenstände um 75 % geringer als bei der Kontrollgruppe waren. Je später der Rückschnitt stattfand, desto geringer war der Anteil der Pflanzen mit Blütenständen und die Anzahl dieser.

Im Zuge dieser Arbeit konnten drei neue Pflanzen gefunden werden, sodass die Wildpopulation 33 Individuen und mit Stand Ende 2020 gemeinsam mit den künstlich angelegten Flächen der Bestand auf den Zitzmannsdorfer Wiesen über 200 Individuen umfasst.

Schlagwörter: Artenschutz, vom Aussterben bedroht, Bestandsstützung, Auspflanzung, Aussaat, Monitoring, Lebendsammlung, Mahdregime

2. Einleitung

Laut neuesten Prognosen sind ca. 2/5 der Gefäßpflanzen weltweit vom Aussterben bedroht (Nic Lughadha et al. 2020). Die von der International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) veröffentlichte Rote Liste gefährdeter Arten gibt einen Überblick über den Gefährdungsgrad von Tier- und Pflanzenarten weltweit. Die Hauptgefährdungsursachen für Pflanzen in Europa sind Habitatverlust, die Einschleppung invasiver Arten, Umweltverschmutzung (z. B.: Pestizide, Insektizide, Schwermetalle) und der Klimawandel (Silva et al. 2008). Botanische Gärten spielen eine wichtige Rolle im Erhalt gefährdeter Arten und sind oftmals die letzte Rettung für diese (Abeli et al. 2020, Govaerts 2010, Mounce et al. 2017). Hauptaugenmerk sollte aber auf dem Schutz, Erhalt und der Wiederansiedlung von gefährdeten Arten an ihren natürlichen Standorten liegen. Nach Godefroid et al. (2011) ist eine gute Kenntnis der Biologie der Art wichtig für den Erfolg solcher Projekte. Dieser lässt sich erhöhen, wenn eine hohe Anzahl an Individuen, vorzugsweise Jungpflanzen statt Samen, ausgebracht werden und diese von mehreren Populationen abstammen, um eine möglichst hohe genetische Diversität abzudecken. Außerdem waren Projekte in Schutzgebieten und solche die durch Pflegemaßnahmen begleitet wurden erfolgreicher. Zusätzlich ist wichtig das Projekt mit einem Langzeit-Monitoring zu evaluieren. Erfolgreiche Beispiele in Österreich sind die Populationserweiterung der einzigen natürlichen Population am Bisamberg (Niederösterreich) von *Artemisia panicii* durch Auspflanzungen (Schumacher & Tod 2011, Nagler et al. 2012) und die Etablierung von zwei Filialpopulationen von *Gypsophila fastigiata* in der Nähe letzten österreichischen Population in Lassee (NÖ) (Greimler & Tremetsberger 2001, Lachmayer 2008).

Gegenstand dieser Arbeit ist die in Österreich vom Aussterben bedrohte *Artemisia laciniata* (Schlitzblatt-Wermut) (Niklfeld & Schratt-Ehrendorfer 1999, Fischer et al. 2008), welche in Europa nur noch mit einem einzigen Vorkommen im National Park Neusiedler See-Seewinkel (Burgenland) vertreten ist (Kästner & Fischer 2011). Für die Bewertung des Rote Listen Status der IUCN im Großraum Europa ist die Datengrundlage unzureichend (DD = Data Deficient), aber für das Gebiet der Länder der Europäischen Union (EU 27) gilt der Status vom Aussterben bedroht (CR = Critically endangered) (Bilz et al. 2011). Außerdem ist *A. laciniata* im Anhang II und IV der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG) als prioritäre Art gelistet (Rat der Europäischen Union 1992), für deren Erhaltung die EU besondere Verantwortung hat. Als einziges, bekanntes Vorkommen in Europa obliegt Österreich die alleinige Verantwortung zum Erhalt dieser Art (Ellmauer 2005). Das Hauptverbreitungsgebiet von *A. laciniata* befindet sich in Mittelasien (Fischer & Fally 2006) (Details siehe Kapitel „2.2. Verbreitung“), wo sie regelmäßig auftritt und ungefährdet ist (Ellmauer 2005).

2.1. Beschreibung *Artemisia laciniata*

Artemisia laciniata gehört zur Familie der *Asteraceae* (*Compositae*; Korbblütler) und ist eine sommergrüne, nicht aromatische Pleiokorm-Halbrosettenstaude mit einer Wuchshöhe von 10 - 50 cm. Ältere Pflanzen besitzen kräftige Pfahlwurzeln und mehrere vegetative, halbrosettige Erneuerungstriebe. Die basalen Rosettenblätter und unteren Stängelblätter sind gestielt und doppelt gefiedert, die oberen Stängelblätter einfach gefiedert. Die Blattspreite ist auf der Oberseite kahl und unterseits kahl bis spärlich behaart. Die Blühsprosse sind unverzweigt, locker beblättert mit einem rispigen Korbstand. Die Körbe sind kurz gestielt, nickend bis hängend, 3 - 4 mm breit und bestehen aus 15-30 Blüten. Die inneren Blüten sind zwittrig, die randständigen weiblich und gelb. Die Blütezeit erstreckt sich von August bis Oktober (Hegi 1929, Jäger 1987, Fischer et al. 2008, Kästner & Fischer 2011). Die Blüten sind vermutlich windbestäubt (womöglich auch insektenbestäubt) (Ellmauer 2005). Laut Jäger (1987) vermehrt sich *A. laciniata* vorwiegend vegetativ, da er bei Untersuchungen in der Mongolei keine Jungpflanzen gefunden hat. Dies dürfte auch auf die österreichische Population zutreffen (laut J. Köllner in Ellmauer 2005). Allerdings konnten A. Kodym und F. Schumacher in ihren Vorarbeiten zu diesem LE-Projekt (siehe Kapitel 2.5.) nach dem Freistellen der Pflanzen/Flächen Jungpflanzen entdecken, da das Haupthindernis für die Entwicklung dieser die dichte Grasnarbe sein dürfte.

Das österreichische Vorkommen wächst auf einer schwach salzigen, feuchten Magerwiese (Fischer et al. 2008, Kästner & Fischer 2011). Der verminderte Konkurrenzdruck aufgrund des Salzgehalts dürfte der Art ermöglicht haben sich dort zu halten. In zentralasiatischen Hauptareal kommt sie eigentlich nur selten auf salzhaltigen oder moorigen Böden vor. Dort ist sie ein häufiger Begleiter von frischen, staudenreichen Lärchenwäldern oder in deren Ersatzgesellschaften, nämlich Espen- und Birkenwäldern, aber auch Wiesen und Wiesensteppen (Jäger 1987).

2.2. Verbreitung

Die Wildpopulation auf den Zitzmannsdorfer Wiesen im Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel (Burgenland) bildet das letzte rezente Vorkommen von *Artemisia laciniata* in Österreich (Kästner & Fischer 2011). Das einzige andere jemals bekannte Vorkommen in Lassee (Niederösterreich), welches schon im 19. Jahrhundert bekannt war (Beck von Mannagetta 1893, Halácsy 1896, Wendelberger 1970), wurde 1950 erstmals als erloschen gemeldet (Metlesics 1950). Nach Wendelberger (1970) ist allerdings eine Pflanze erhalten geblieben, und nach Verschwinden dieser Ende der 1960er Jahre das Vorkommen damit endgültig erloschen. Die Reliktorkommen in Deutschland befanden sich in Sachsen-Anhalt bzw. Thüringen und sind seit 1900 erloschen (Jäger 1987). Bei den erloschenen Vorkommen in Deutschland und Österreich dürfte die Ursache einerseits Veränderungen bzw. Zerstörung des Standortes durch u.a. Entwässerung und andererseits durch das Besammeln von Herbar-

Exemplaren gewesen sein (Wendelberger 1959, Jäger 1987). Das zentral- bzw. ostasiatische Hauptverbreitungsgebiet erstreckt sich von Süd-Sibirien bis Japan und umfasst Nordost-China, die Nord-Mongolei und Mandschurei (Jäger 1987, Meusel & Jäger 1992, Kästner & Fischer 2011). Zusätzlich gibt es ein kleines Vorpostenareal in West-Amerika (Jäger 1987). Die große Lücke zwischen dem Hauptverbreitungsgebiet und den disjunkten Reliktvorkommen in Zentral-Europa könnte nach Hochheimer & Hoffmann (2016) durch interspezifische Konkurrenz mit anderen halophytischen Arten der Gattung *Artemisia* erklärt werden. Diese dürften die Besiedelung von besser geeigneten Standorten, nach dem Rückgang der von *A. lacinata* bevorzugten Steppenvegetation in Europa seit der letzten Kaltzeit, verhindert haben. Das nächste Vorkommen zu Österreich liegt laut Fischer & Fally (2006) in Südrussland.

2.3. In situ Vorkommen - Nationalpark Neusiedlersee Seewinkel

Das letzte natürliche Vorkommen von *A. laciniata* in Österreich ist auf den Zitzmannsdorfer Wiesen im Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel zu finden. Die Zitzmannsdorfer Wiesen sind seit 1993 Teil der Bewahrungszone des Nationalparks und sind mit rund 400 ha das größte zusammenhängende Wiesenareal des Burgenlandes. Sie erstrecken sich nordöstlich des Neusiedler Sees zwischen Weiden am See und Podersdorf am See. Durch kleinräumig sehr unterschiedliche Standortbedingungen und Unterschiede im Mikrorelief hat sich auf den Zitzmannsdorfer Wiesen ein Mosaik aus verschiedensten Lebensräumen ausgebildet. In den trockenen Bereichen gibt es Halbtrockenrasen (teilweise auch kleinflächig auf kleinen Geländekuppen), im Südwesten eine Sanddüne und in feuchten Abschnitten wechselfeuchte bis feuchte Wiesen, Großseggenriede und Röhricht. An den besonders nassen Stellen gibt es kleinflächige Niedermoore. Auch der Salzgehalt des Bodens variiert stark. Die tieferliegenden Geländemulden sind bis ins späte Frühjahr mit Wasser gefüllt und trocknen erst wieder im Frühsommer zumindest oberflächlich aus (Fischer 2013, Köllner 2012). Durch die unterschiedlichen Vegetationstypen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen sind diese besonders artenreich und beheimaten einige seltene und gefährdete Pflanzenarten wie z. B.: *Salvia austriaca* (Österreich-Salbei), *Iris spuria* (Salzwiesen-Schwertlilie) oder *Gentianella austriaca* (Österreich-Kranzenzian) (Köllner 2012). Die Wiesen sind, aber auch zoologisch besonders wertvoll, da hier einige seltene Vogel- und Schmetterlingsarten vorkommen (Kasy 1961, 1978). Auf den Zitzmannsdorfer Wiesen sind z. B. der Große Brachvogel (*Numenius arquata*), die Uferschnepfe (*Limosa limosa*), der Kiebitz (*Vanellus vanellus*) (Dvorak et al. 2016) und die stark gefährdete Bauchige Windelschnecke (*Vertigo moulinsiana*) anzutreffen (Schrattenecker-Travnitzky & Zechmeister 2020).

Das Vorkommen von *A. laciniata* wurde Anfang der 1950er Jahre von Melzer (1952a) entdeckt. Zu dieser Zeit galt das Vorkommen im niederösterreichischen Lasseesee (bereits) als erloschen (Metlesics 1950). Die Pflanzen, die zur Entdeckung des Vorkommens auf den Zitzmannsdorfer Wiesen geführt haben, wurden von Melzer (1952b, 1952c) auf einem Erdhaufen, welcher vermutlich die Überreste einer ehemaligen Geschützstellung bildete, gefunden, weswegen er

zu Beginn vermutete, dass diese auf eine Verschleppung zurückzuführen sind. Allerdings konnte Melzer (1952b) im Spätsommer 1952 weitere Exemplare von *A. laciniata* in der umliegenden Wiese entdecken und kam zu dem Schluss, dass dieses Vorkommen bisher übersehen worden war. Er führte dies unter anderem auf die frühere Unwegsamkeit des Gebietes und auf die vermehrte Nutzung und dadurch häufigere Mahd des Gebietes, die verhinderte, dass die Pflanzen zur Blüte gelangten, zurück. 1954 wurden durch Erdatragungen die Pflanzen, die zur Entdeckung des Vorkommens geführt haben, vernichtet (Melzer 1955). Später konnten weitere Pflanzen nordwestlich und ein Dutzend kräftige Pflanzen südöstlich des ursprünglichen Fundortes entdeckt werden (Kasy 1961). Laut Kasy (1978) gab es Ende der 1970er Jahre noch 3-4 Dutzend Exemplare von *A. laciniata* auf den Zitzmannsdorfer Wiesen, wovon ein Teil durch ein Abkommen mit den Grundeigentümern damals seit 15 Jahren bei der Mahd ausgelassen wurde, damit diese die Fruchtreife erlangen konnten und zusätzlich wurden im späten Frühjahr konkurrierende Pflanzen, um ein Überwuchern durch diese zu verhindern, entfernt. Außerdem wurden damals aus Achänen vorgezogenen Pflanzen, auf einer vom WWF (World-Wildlife-Fund-Österreich) gekauften Fläche, auf welcher nur mehr zwei Exemplare vorhanden waren, ausgesetzt und ebenfalls gepflegt (Kasy 1978). Ob dieser künstliche Bestand auch heute noch existiert ist aufgrund fehlender Informationen zum genauen Standort nicht bekannt.

Die Pflege von *A. laciniata* wurde nach dem Ableben von Dr. Friedrich Kasy 1990 von Dr. Erwin Köllner (Biologische Station Neusiedler See, Illmitz) und Ing. Hans Wurm übernommen. Seitdem die Zitzmannsdorfer Wiesen 1993 Teil der Bewahrungszone des Nationalparks wurden, übernahm die Pflege Hans Lehner (Nationalparkbetreuer, Teilgebiet Zitzmannsdorfer Wiesen).

2015 wurde von Mitarbeiter*innen des Botanischen Gartens der Universität Wien ein Monitoring auf den Zitzmannsdorfer Wiesen begonnen und es wurden in Abstimmung und Zusammenarbeit mit dem Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel und der Biologischen Station Neusiedler See neue Maßnahmen eingeleitet. Bei einer ersten Begehung im November 2015 von A. Kodym und E. Köllner waren die wenigen Pflanzen der Wildpopulation von *A. laciniata* etioliert, stark überwachsen und dadurch schwer zu finden (= in späterer Folge hier in dieser Arbeit als Altbestand beschrieben). Die Pflanzen wurden freigelegt und schon im nächsten Jahr hatte sich der Zustand verbessert. Im Mai 2017 bestand das Vorkommen aus elf, teils nunmehr kräftigen Pflanzen, die mit nummerierten Schrauben markiert wurden. Im Juni und September 2017 wurden Vegetationsaufnahmen für diese Fläche angefertigt (Korner & Staudinger 2018). Dabei konnte der Bestand einer eher trockenen Ausbildung des *Succiso-Molinietum caeruleae* (Pannonische Blaugras-Pfeifengraswiese) zugeordnet werden. Im April 2018 konnten 12 neue, kräftige Pflanzen südlich des bekannten Vorkommens gefunden werden (= Neubestand).

Außerdem wurden 2018 auf der Fläche des Altbestandes auf einer 1 m² großen Testfläche die getrockneten, gerebelten Fruchtstände der vorjährigen Ernte ausgebracht und auf einer weiteren Fläche südwestlich des Altbestandes in vitro vermehrte Pflanzen ausgepflanzt. Und es wurde versucht die Samenbank des erloschenen Standortes, dem Hügel, der damals zur

Entdeckung geführt hatte, zu aktivieren. Die Bestände wurden regelmäßig durch Mahd und Freistellen der Pflanzen gepflegt. Des Weiteren wurden Untersuchungen zur genetischen Vielfalt durchgeführt (unveröffentlichte Daten der Arbeitsgruppe Plant Ecological Genomics, Prof. Dr. Ovidiu Paun, Universität Wien) (siehe Kapitel 6.). Im Zuge eines FWF-Projektes wurde von Kodym et al. (2018) ein Protokoll zur in vitro Vermehrung und Kryokonservierung von *A. laciniata* entwickelt, welches auch Untersuchungen zum Ploidiegrad einschließt.

2.4. Ex situ-Lebenssammlung im Botanischen Garten Wien

Zur Sicherung des Fortbestandes von *A. laciniata* wurde im Botanischen Garten der Universität Wien im Jahr 2006 eine Lebenssammlung angelegt. Achänen dafür wurden im November 2005 von einer Pflanze der Wildpopulation auf den Zitzmannsdorfer Wiesen geerntet. Die daraus gekeimten 20 Individuen bildeten die Grundlage für die Lebenssammlung. Ein Teil davon wurde im Laufe der Jahre durch Stecklinge vermehrt. Nicht von allen ursprünglichen Individuen konnten Pflanzen in Kultur gehalten werden, sodass im Jahr 2016 nur noch von acht der ursprünglichen 20 Individuen Pflanzen vorhanden waren (siehe Kapitel 5.8.).

2.5. LE-Projekt

Diese Arbeit wurde als Teil des LE-Projekts „Erhaltung von *Artemisia laciniata* in den Zitzmannsdorfer Wiesen“ unter der Leitung von Dr. Andrea Kodym und Dipl.-Ing. Frank Schumacher durchgeführt und verfasst. Das Hauptziel des Projektes ist die Erhaltung, Stärkung und Entwicklung einer überlebensfähigen Wildpopulation von *A. laciniata* auf den Zitzmannsdorfer Wiesen. Der Zustand der Originalpopulation soll durch eine regelmäßige Inventur erfasst werden. Das Monitoring der 2018 durchgeführten künstlichen Neuansiedlung von in vitro vermehrten Pflanzen und der Aussaat soll fortgesetzt werden. Die natürliche Populationsgröße auf den Zitzmannsdorfer Wiesen muss durch die Erhebung des Bestandes und die Suche nach neuen Pflanzen geklärt werden. Um die Population zu erweitern sollen auf freigestellten oder offenen Flächen einerseits Achänen und andererseits vorgezogene Pflanzen ausgebracht werden. Zur Pflege der Pflanzen soll das Mahdmanagement angepasst werden, um die Entwicklung der Pflanzen zu unterstützen und gleichzeitig die Blüte bzw. Reife der Achänen zu ermöglichen. Neben den Maßnahmen vor Ort soll die Wildpopulation durch ex situ Maßnahmen abgesichert werden. Hierfür soll die Lebenssammlung im Botanischen Garten der Universität Wien erweitert werden und auf den Zitzmannsdorfer Wiesen geerntete Achänen in Samenbanken eingelagert werden. Das Projekt soll auch Besucher*innen des Nationalparks und des Botanischen Garten der Universität Wien nähergebracht werden. Dafür sind unter anderem Infostände bei Veranstaltungen wie der Langen Nacht der Forschung an der biologischen Station Neusiedler See oder der Raritätenbörse im Botanischen Garten Wien geplant.

Am Ende des Projektes (2022) soll eine Standardvorgangsweise zur Erhaltung von gefährdeten, langlebigen krautigen Arten am Beispiel von *A. laciniata* erstellt und publiziert werden. Das Projekt leistet mit seinen Bestrebungen einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG), als auch der Umsetzung der Global Strategy for Plant Conservation (GSPC; Convention on Biological Diversity 2012) in Österreich.

3. Zielsetzung

In dieser Arbeit werden Grundlagen geschaffen für die Erhaltung, Stärkung und Entwicklung einer überlebensfähigen Wildpopulation von *Artemisia laciniata* auf den Zitzmannsdorfer Wiesen. Dabei wurden folgende Ziele gesetzt:

- Erfassung und Verortung der Originalpopulation auf den Zitzmannsdorfer Wiesen, als erster Schritt zu Erfassung der natürlichen Populationsgröße (siehe Kapitel 5.1. und 5.3.2.).
- Monitoring der natürlichen und künstlichen Bestände aus bisherigen Anpflanzungen und Aussaat der Vorjahre (siehe Kapitel 5.1.).
- Suche nach neuen Teilpopulationen fußläufig, auf Grundlage von Literaturrecherche alter Publikationen, und auch durch Drohnenüberflüge (siehe Kapitel 5.2.).
- Erweiterung der Population mittels Aussaat und Auspflanzung von im Botanischen Garten Wien vorgezogenen Pflanzen, mit besonderem Augenmerk auf die dafür nötigen Methoden und Techniken für eine erfolgreiche Anzucht und Etablierung der Pflanzen im Freiland (siehe Kapitel 5.3., 5.4. und 5.6.).
- Durchführung von Mähversuchen zur Ermittlung des spätesten Mahdzeitpunktes, welcher der Art noch die Blüte und Fruchtung ermöglicht, als Grundlage für das zukünftige Mahdregime (siehe Kapitel 5.7.).
- Bestandsaufnahme der Lebendsammlung im Botanischen Garten der Universität Wien für die zukünftige Erweiterung dieser (siehe Kapitel 5.8.).

4. Material und Methoden

4.1. Monitoring der Bestände auf den Zitzmannsdorfer Wiesen

Der Bestand von *A. laciniata* auf den Zitzmannsdorfer Wiesen besteht aus mehreren natürlichen wie auch aus neu angelegten Flächen. Dazu gehören der Originalstandort (in weiterer Folge als Altbestand bezeichnet), ein zweites im Jahr 2018 südlich des Originalstandortes gefundenes Vorkommen (Neubestand) und die Versuchsflächen, auf welchen 2018 und 2019 in vitro vermehrte Pflanzen ausgepflanzt wurden. Zusätzlich wurden 2018 am Originalstandort auf einer 1 m² großen Fläche getrocknete, gerebelte Fruchtstände ausgebracht.

Beim Monitoring im Zuge dieser Arbeit wurde der Zustand der Pflanzen und die Anzahl der Blüten- und Fruchtstände erfasst, außerdem wurde bei den Pflanzen von der in vitro 2018 Fläche die Anzahl der Triebe erfasst.

Die Daten aus den Vorjahren (älter als 2020) stammen aus Vorarbeiten von A. Kodym und F. Schumacher. Auf diese wurde in der Arbeit mehrfach Bezug genommen.

4.1.1. Altbestand

Der Altbestand ist der Originalstandort von *A. laciniata* auf den Zitzmannsdorfer Wiesen. Im Jahr 2015 bestand dieser aus elf Individuen. Auf einer Fläche von ca. 200 m² sind aktuell 17 Pflanzen bekannt. Im Zuge der Datenaufnahme 2020 waren die Pflanzen 7, 11 und 14 nicht auffindbar. Es ist allerdings nicht klar, ob diese nicht mehr existieren oder nur nicht gefunden wurden. Pflanze 7 wurde das letzte Mal im Jahr 2019, Pflanze 11 im Jahr 2017 und Pflanze 14 im Jahr 2018 gefunden.

Am 15. Juli 2020 wurde die Fläche des Altbestandes mit Rasenmäher und Motorsense gemäht und die Pflanzen vorsichtig rundherum mit einer Gartenschere freigeschnitten.

4.1.2. In vitro 2018 & 2019

In den Jahren 2018 und 2019 wurden Pflanzen aus in vitro Vermehrung auf den Zitzmannsdorfer Wiesen ausgepflanzt. Die Achänen für die in vitro Kulturen wurden am 10. November 2017 von den Pflanzen 1, 2, 3, 8 und 9 des Altbestandes geerntet. Im selben Monat wurden sie unter in vitro Bedingungen gekeimt. Die Sterilisation umfasste folgende Schritte: Zuerst wurden die Achänen über Nacht in sterilem Wasser eingewässert, danach drei Minuten in 70 %igen Alkohol geschwenkt, anschließend 40 Minuten in 2,8 %iger NaOCl-Lösung sterilisiert und zum Schluss dreimal mit sterilem Wasser gewaschen. Das Kulturmedium war ½ MS-Basalmedium (Murashige & Skoog 1962) mit 1 % Haushaltszucker und 0,18 % Gelrite.

Es wurden insgesamt 671 Achänen angesetzt, davon waren 42 % kontaminiert und mussten entsorgt werden. Von den nicht kontaminierten Achänen keimten 67 % und 55 % entwickelten sich zu Keimlingen. Somit konnten aus 31 % der angesetzten Achänen Pflanzen gewonnen werden. Diese wurden auf $\frac{1}{2}$ MS mit 0,5 μ M BAP (Benzylaminopurin) zur Vermehrung transferiert. Nach Bewurzelung der neugebildeten Sprosse auf wuchsstofffreiem $\frac{1}{2}$ MS wurden sie im Glashaus akklimatisiert und in Folge kultiviert. Alle Pflanzen wurden systematisch durchnummeriert: z. B. 9.3 bedeutete Mutterpflanze 9, Nachkommen aus Achäne 3. Ein bzw. drei Wochen vor dem Auspflanzen im Feld wurden sie in den Innenhof gebracht und dort im Schatten an die Außentemperaturen gewöhnt (laut persönlicher Mitteilung von A. Kodym).

Am 19. April 2018 wurden die ersten neun Pflanzen aus der Gewebekultur in einem 1x1 m Quadranten südlich des Altbestandes ausgepflanzt. Diese wurden, nachdem die Wurzelschicht entfernt wurde, in neu gegrabene Löcher gesetzt und mit Maulwurfserde aufgefüllt. Diese etablierten sich gut, und ein Monat später, am 23. Mai 2018, wurden weitere 88 Jungpflanzen aus der Gewebekultur in vier zehn Meter langen Transekten ausgepflanzt (Gesamtfläche 140 m²). Dabei wurden 2 verschiedene Chargen (je 2 Transekte pro Charge) ausgepflanzt: 1) großwüchsige, gut durchwurzelte und akklimatisierte Pflanzen, die schon länger im Innenhof standen und 2) kleinere, nicht so gut durchwurzelte Pflanzen, die erst eine Woche im Innenhof standen. Der Abstand zwischen den einzelnen Pflanzen als auch den Transekten betrug einen Meter. Auch hier wurden die Pflanzen in mit Maulwurfserde aufgefüllte Löcher gesetzt. In Folge werden diese beiden Auspflanzungen „in vitro 2018“ genannt. Die Pflanzen haben sich gut etabliert und im Oktober 2019 konnten 81 von 97 Pflanzen gefunden werden.

Am 5. Oktober 2019 wurden sechs von der Gewebekultur übriggebliebenen Pflanzen, die bis dahin im Botanischen Garten der Universität Wien kultiviert wurden, an einem neuen Standort in der Nähe des in vitro 2018 - Standortes in vorjährige Maulwurfhügel gesetzt (in weiterer Folge „in vitro 2019“ genannt).

Am 15. Juli 2020 wurde die Flächen der in vitro 2018 & 2019 Standorte mit Rasenmäher und Motorsense gemäht und die Pflanzen vorsichtig rundherum mit einer Gartenschere freigeschnitten.

4.1.3. Neubestand

Am 19. April 2018 wurden 12 neue Pflanzen auf einer 230 m² großen Fläche zwischen dem Altbestand und den in vitro Anpflanzungen von A. Kodym, F. Schumacher und H. Lehner entdeckt. Die Pflanzen waren auffallend groß und gut entwickelt. Im Laufe der Zeit kamen noch 8 Pflanzen hinzu und somit sind heute insgesamt (Alt- und Neubestand) 33 Individuen bekannt und mit nummerierten Schrauben markiert. Mit dem Begriff Neubestand sind alle

Pflanzen auf der 2018 gefundenen kompakten Fläche südlich des Altbestandes, als auch die etwas abseitsstehenden und später gefundenen Einzelpflanzen gemeint.

Der Neubestand (und ein Teil des Altbestandes) wurde am 16. März 2020 mit einem Elektro-Rasenmäher von H. Lehner (Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel) gemäht.

4.1.4. Aussaat 2018

Diese Aussaat wurde am 1. Februar 2018 von A. Kodym und F. Schumacher auf der Fläche des Altbestandes durchgeführt. Dabei wurde ein 1 m² Plot bestehend aus einem 5 x 5 Raster (Kantenlänge 20 cm) angelegt. Dieser Fläche wurde gemäht und anschließend die Grasnarbe entfernt. Auf die mit Erde von Maulwurfshügeln geebnete Fläche wurden anschließend die gerebelten Fruchtstände aller im Vorjahr 2017 abgeernteter Pflanzen in einem definierten Raster auf Lücke ausgebracht und mit Grasschnitt leicht abgedeckt. Im April 2018 waren die ersten Keimlinge zu beobachten, aber aufgrund ihrer Größe noch nicht sicher zu identifizieren. Am 16. Mai 2018 konnten 102 Keimlinge unterschiedlicher Größe von *A. laciniata* gezählt werden. Bei der Zählung am 8. Juni 2018 waren insgesamt 120 Keimlinge erfasst worden. Anfang Oktober 2018 waren 50 % der Jungpflanzen vertrocknet oder abgefressen. Im Oktober 2019 konnten ca. 25 Pflanzen gezählt werden, von welchen 80 % groß und vielblättrig und 20 % klein waren.

Am 15. Juli 2020 wurde die Fläche der Aussaat 2018 rundherum mit der Motorsense gemäht und zwischen den Pflanzen händisch mit einer Gartenschere freigeschnitten.

4.2. Suche nach neuen Pflanzen

4.2.1. Fußläufig

Die Suche nach neuen Individuen von *A. laciniata* auf den Zitzmannsdorfer Wiesen gestaltet sich sehr schwierig, da besonders sehr kleine, aber auch größere Exemplare durch die umgebende Vegetation leicht zu übersehen sind. Am 26. Mai 2020 fand eine Exkursion speziell zur Suche nach neuen Pflanzen statt. Als Vorbereitung für diese Suche wurde allen in der Literatur und den Herbar-Datenbanken zu findenden Hinweisen nachgegangen. Am Tag der Exkursion wurde zu dritt (gemeinsam mit A. Kodym und F. Schumacher) im Gebiet zwischen dem erloschenen Standort am Hügel und dem Altbestand sowie 200 m nördlich vom Hügel gesucht. Der Hügel ist der Überrest einer ehemaligen Geschützstellung, auf der die Art von Melzer (1952a, 1952b, 1952c, 1955) Anfang der 1950er Jahre ursprünglich auf den Zitzmannsdorfer Wiesen entdeckt wurde. Außerdem wurde das Gebiet um den Alt- und Neubestand gründlich abgesucht.

4.2.2. Drohnenflug

Eine andere Möglichkeit neue Pflanzen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen zu entdecken ist das Gebiet mit einer Drohne abzufliegen. Dafür braucht es Referenzaufnahmen von bekannten Standorten von *Artemisia laciniata*, um anhand von diesen eine automatische Bildklassifikation zu erstellen und mit dieser potentielle neue Standorte finden zu können. Dafür wurden im April 2020 von Dr. Michael Kuttner vom Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel mehrere Drohnenflüge durchgeführt und dabei Aufnahmen von Altbestand, Neubestand und in vitro 2018 als Referenzplots, als auch von den Aussaat-Standorten der Frühljahrsaussaat, gemacht. Die insgesamt sieben Drohnenflüge fanden am 8. April (in vitro 2018, Alt- und Neubestand) und 20. April 2020 (Alt- und Neubestand, Aussaat-Standorte: Z1, Z3, Z4, Z5 und Z6) statt. Mit der Drohne (Firma „DJI“ Modell: „Phantom 4 Pro+ Obsidian Edition“ mit 1-Zoll 20 Megapixel CMOS-Sensor) wurden die einzelnen Plots in der niedrigsten möglichen Höhe von 10 m (mit der höchstmöglichen Auflösung von 3,5 mm/Pixel) abgeflogen. Aus den Aufnahmen wurden hochauflösende Orthofotos, als auch Geländemodelle, um mögliche Eigenheiten des Mikroreliefs im Gelände zu erfassen, erstellt.

4.3. Frühljahrsaussaat

Um die Population auf den Zitzmannsdorfer Wiesen aufzustocken wurden Achänen von *A. laciniata* auf neuen Standorten ausgesät.

Um die Ergebnisse der Frühljahrsaussaat hinsichtlich der Wetterbedingungen zum Zeitpunkt der Keimung, als eine mögliche Ursache für unterschiedliche Keimraten, mit der Aussaat 2018 vergleichen zu können, wurden Wetterdaten für den Vergleichszeitraum benötigt. Diese wurden auf Anfrage vom Hydrographischen Dienst des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) (https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/wasserkreislauf/hydrographische_daten/Datenbestand_Bezug.html; letzter Zugriff: 01.03.2021) zur Verfügung gestellt. Die Daten stammen von der zu den Zitzmannsdorfer Wiesen nächstgelegenen Messstelle in Podersdorf am See (Neusiedler See, Burgenland) und umfassen die Monatsmittel der Lufttemperatur und die Monatssummen des Niederschlages für den Zeitraum von Jänner 2018 bis April 2020. Die Daten ab 2019 wurden aus ungeprüften Rohdaten abgeleitet.

4.3.1. Frühljahrsaussaat auf den Zitzmannsdorfer Wiesen

Diese Aussaat fand am 5. März 2020 statt. Die Achänen stammten von der Ernte des Alt- und Neubestandes 2019. Die Achänen wurden auf vorjährigen Maulwurfshügeln ausgebracht, da die Erde dieser besonders locker und größtenteils frei von anderen Pflanzen war. Es wurden acht Aussaat-Standorte angelegt und pro Standort wurden auf fünf Maulwurfshügeln je fünf

Achänen ausgesät. Dabei wurden pro Standort soweit möglich Achänen vom Alt- und Neubestand verwendet, aber immer nur von einer Pflanzen-Nummer pro Hügel. Die Pflanzen-Nummern wurden jeder Pflanze des Alt- und Neubestandes nach ihrer Entdeckung zugewiesen. Die Achänen wurden im Vorfeld der Aussaat in Päckchen zu je fünf Achänen eines Individuums abgepackt. Da von den Achänen des Altbestandes weniger zur Verfügung standen, wurden pro Standort, sofern möglich, ein Päckchen vom Altbestand und vier Päckchen vom Neubestand ausgebracht. Bei der Ernte der Achänen 2019 gab es Ungereimtheiten und die Achänen von Pflanze „Eisenstange“ wurden der Pflanze 28 zugeordnet. Die Aufteilung der Achänen-Päckchen auf die einzelnen Standorte ist in Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1 Aufteilung der Achänen-Päckchen mit den dazugehörigen Pflanzen-Nummern auf die Standorte Z1-Z8 – (dieses Achänen-Päckchen bestand aus vier Restachänen von Pflanze Nr. 6 und einer Achäne von Pflanze 28)*

		<i>Pflanzen-Nummer</i>							
Standorte		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
Hügel	1	28	20	6	28	20	20	20	12
	2	20	6	20	20	6*	28	12	21
	3	19	20	19	20	21	19	18	19
	4	21	21	21	19	19	21	19	19
	5	20	19	20	21	19	19	21	20

Bei der Auswahl der Standorte (Z1-Z8) wurde auf das Vorhandensein von ausreichend Maulwurfshügeln geachtet. Für jeden Standort wurde ein 6 x 6 m messender Quadrant angelegt, dessen linkes, unteres Eck (mit Blick Richtung Osten – Neusiedler See) mit einem kurzen, roten Eisenrohr zur permanenten Markierung versehen wurde. Für diesen Eckpunkt wurde mit einem GPS-Gerät (GARMIN Oregon 600, Lagegenauigkeit: ± 3 m) pro Standort ein Wegpunkt angelegt. Dann wurden zufällig fünf Maulwurfshügel in diesem Quadranten ausgewählt und mit gelb lackierten Holz-Rundstäben markiert (6 mm Durchmesser, 20 cm lang; oberen 2 cm lackiert).

Für jeden Standort wurde eine Standortskizze erstellt, dafür wurden die Hügel-Koordinaten ausgehend vom GPS-Wegpunkt nach rechts (= x-Achse: parallel zum See) und dann nach oben (= y-Achse = normal zum See) gemessen. Die einzelnen Hügel sind pro Standort von links nach rechts und in Reihen von unten beginnend nummeriert.

Vor der Aussaat wurden auf dem jeweiligen Hügel zuerst etwaige Keimlinge und große Grasbüschel entfernt. Die Erde wurde etwas aufgelockert, die Achänen ausgesät, mit etwas Erde bedeckt und anschließend leicht festgedrückt.

Danach wurde jeder Standort fotografiert, dafür wurde eine Schiefertafel mit der Standortnummer (Z1-Z8) am Wegpunkt aufgestellt.

4.3.2. GPS-Verortung

Am 11. März 2020 wurden alle Aussaat-Standorte nochmal von Dr. Michael Kuttner vom Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel verortet. Dabei wurde ein GPS-Gerät (SEPTENTRIO „Altus NR2“) verwendet, dass viel genauere Messungen (Lagegenauigkeit unter 2 cm horizontal, sowie vertikal), als unser übliches GPS-Gerät (GARMIN Oregon 600, Lagegenauigkeit: ± 3 m), ermöglicht. Dadurch war es möglich pro Aussaat-Standort jeden einzelnen Maulwurfshügel genau zu verorten.

Bei dieser Gelegenheit wurden auch die Pflanzen des Alt- und Neubestandes und die Umgrenzung des „in vitro 2018“-Standortes verortet. Beim Altbestand konnten nicht alle Pflanzen gefunden werden.

4.3.3. Kressetest

Zur Überprüfung der Qualität der Maulwurfshügel-Erde wurde ein Kressetest mit Gartenkresse – *Lepidium sativum* (SONNENTOR – „Bio Kressesaat“) durchgeführt. Diese ist ein guter Indikator für mögliche Belastungen von Bodenproben, die die Keimfähigkeit von Saatgut beeinträchtigen können.

Die Maulwurfshügel-Erde wurde am 15. Juli 2020 auf den Zitzmannsdorfer Wiesen aus fünf verschiedenen Maulwurfshügeln entnommen und vermischt. Für den Kressetest wurde drei Töpfe mit 10 cm Durchmesser mit Maulwurfshügel-Erde befüllt und diese gut angegossen. Die Kressesaat (1/2 Teelöffel (TL) pro Topf) wurde 15 min in Leitungswasser eingeweicht und anschließend gleichmäßig auf der Oberfläche der Erde verteilt. Zur Kontrolle wurde 1 TL Kressesaat (ebenfalls nach 15 min Einweichzeit) auf einem handelsüblichen Kressesieb verteilt. Zu Beginn (24. Juli 2020) befanden sich die drei Töpfe in einem Zimmergewächshaus und das Kressesieb wurde mit einem transparenten Kunststoffdeckel abgedeckt. Das Kressesieb wurde zweimal täglich mit Leitungswasser durchgespült und die Töpfe einmal am Tag gegossen, sodass die Samen gleichmäßig feucht gehalten wurden. Die Töpfe und das Kressesieb standen während des ganzen Versuches auf dem Fensterbrett eines Nordfensters. Drei Tage nach Beginn des Versuches wurden die Abdeckungen des Gewächshauses und des Kressesiebes entfernt. Es wurden täglich Fotos gemacht und die Keimung dokumentiert. Der Kressetest wurde am 11. August 2020 beendet.

4.4. Auspflanzung

Zur Aufstockung der Population auf den Zitzmannsdorfer Wiesen wurden, zusätzlich zur Aussaat im Februar und Dezember 2020 (siehe Kapitel 4.3. und 4.6.), 80 Pflanzen im Oktober 2020 ausgepflanzt. Diese wurden im Botanischen Garten der Universität Wien vorgezogen.

4.4.1. Vorzucht im Botanischen Garten Wien

Für die Auspflanzung als auch zur Aufstockung der Lebendsammlung wurden im Botanischen Garten der Universität Wien Pflanzen aus Achänen vorgezogen. Die Achänen dafür wurden im Vorjahr 2019 auf den Zitzmannsdorfer Wiesen geerntet. Zwei MitarbeiterInnen (Alena Binder und David Prehsler) des Botanischen Gartens haben sich um die Vorzucht gekümmert. Während ein Teil der Achänen über den Winter frostfrei im Kalthaus vorgezogen wurden, damit diese möglichst rasch im Freiland ausgebracht werden können, wurde der zweite Teil der Achänen unter möglichst natürlichen Bedingungen zum Keimen gebracht.

Die Achänen wurden vor dem Anbau bei Zimmertemperatur gelagert. In jedem Topf wurden immer nur Achänen einer individuellen Pflanze ausgesät. Die Unterschiede bei der Aussaat wurden in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2 Unterschiede in den Kulturbedingungen bei der Vorzucht der Pflanzen

	Vorzucht im Kalthaus	Vorzucht im Außenbeet
Aussaat		
Aussaat-Datum	30.01.2020	30.01.2020
Substrat	Anbausubstrat	Anbausubstrat + Schotter-schicht unten
Topfgröße	eckige 7er Töpfe	eckige 9er Töpfe
Anbauort	frostfrei im Kalthaus	im Freien in einer Mörtelwanne
Schutz	-	mit Gitter abgedeckt
Bewässerung	Mäßig	Niederschlag
Pikieren		
Pikierdatum	07.04.2020	14.07.2020 + 10.08.2020
Substrat	Pikiersubstrat 1	Pikiersubstrat 2
Topfgröße	eckige 7er Töpfe	eckige 7er Töpfe
Ort	Zu Beginn im Glashaus, danach Anzuchtkasten im Freien	Anzuchtkasten im Freien
Schutz	Schattiermatte (zu Beginn) + Gitter, Schneckenkorn	Schattiermatte (zu Beginn) + Gitter
Bewässerung	Ja, aber eher trocken	Ja, aber eher trocken
<u>Anbausubstrat:</u> 2 Teile TKS2 (Torfkultursubstrat 2 von FLORAGRAD), 1 Teil T8 (Stecklings-/Jungpflanzensubstrat von KRANZINGER) und 0,1-0,2 Teile Marchsand. <u>Pikiersubstrat 1:</u> 1 Teil T6 (KRANZINGER Pflanzsubstrat für Gehölze und Stauden), 1 Teil Marchsand und 1 Teil durchlässige Spezialmischung (= Araceen Substrat (siehe Pikiersubstrat 2); vermischt mit etwas T8) <u>Pikiersubstrat 2:</u> 4 Teile Araceen Substrat (bestehend aus 10 Teilen Cocopeat, 10 Teilen Rindenhumus, 3 Teilen Kompost, 3 Teilen Sand, 2 Teilen Lava, 6 Teilen Bims und 10 Teilen Schotter), 3 Teile T6, 1 Teil Sand, 4 Teile Schotter, 2 Teile Bims (fein gesiebt) und jeweils etwas: Osmocote, Bentonit, Pferdedung-Pellets		

In der ersten Zeit nach dem Pikieren wurden die Pflanzen mit Schattiermatten aus Holz vor zu starker Sonneneinstrahlung geschützt. Zusätzlich bzw. nach dem Entfernen der Schattiermatten ausschließlich wurden die Pflanzen mit beschwerten Metallgittern vor Vögeln und anderen Tieren geschützt. Die Pflanzen wurden nach dem Pikieren eher trocken gehalten und im Sommer nur bei sehr großer Hitze zusätzlich bewässert.

Zur Dokumentation der Entwicklung der Pflanzen wurden einmal im Monat Übersichtsfotos gemacht.

4.4.2. Auspflanzen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen

Die im Botanischen Garten der Universität Wien hochgezogenen Sämlinge wurden am 9. Oktober 2020 auf den Aussaat-Standorten der Frühjahrsaussaat 2020 ausgepflanzt. Von den insgesamt 80 Pflanzen wurden pro Standort je 5 Pflanzen in Maulwurfshügel und neu gegrabene Löcher gesetzt.

Bei der Auswahl der Pflanzen für die einzelnen Standorte wurde auf die größtmögliche genetische Vielfalt geachtet, dabei wurde auch die Lage der Standorte zueinander berücksichtigt.

Bei der Suche nach den Aussaat-Standorten gab es einerseits Probleme mit dem GPS-Gerät und andererseits waren die gelben Rundstäbe, mit denen die einzelnen Hügel markiert waren, nicht mehr zu finden. Diese dürften von der Maschine beim Aufsammeln des Mähgutes, nach der Mahd am 20. August 2020, mit eingesammelt worden sein. Deswegen konnten nur die Hälfte der Aussaat-Standorte (Z1, Z5, Z6 und Z8) gefunden werden und für die restlichen vier Aussaat-Standorte mussten, in der Nähe dieser, neue Auspflanzung-Standorte angelegt werden (Z2A, Z3A, Z4A und Z7A).

Die Aufteilung der Pflanzen auf die einzelnen Standorte ist in Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 3 Übersicht über die Aufteilung der bei der Auspflanzung verwendeten Pflanzen auf den einzelnen Standorten – die mit „M“ markierten Pflanzen wurden in Maulwurfshügel gepflanzt.

		<i>Pflanzen-Nummer</i>							
Standorte		Z1	Z2A	Z3A	Z4A	Z5	Z6	Z7A	Z8
Auspflanzstelle	1	20	29 ^M	21 ^M	28 ^M	10 ^M	12 ^M	12 ^M	3 ^M
	2	10 ^M	6	6 ^M	28	9	21	18	21 ^M
	3	27	18	19 ^M	6	6 ^M	26 ^M	6	6
	4	30	19	18 ^M	12 ^M	21 ^M	3 ^M	28 ^M	18
	5	3 ^M	12 ^M	12	13	28	30	3 ^M	28
	6	12 ^M	9 ^M	8	30	18 ^M	28	19	27 ^M
	7	6 ^M	27 ^M	28	26	12	18	21	19 ^M
	8	28	21	26	3 ^M	19	8 ^M	9 ^M	12 ^M
	9	18 ^M	28	18	21 ^M	21 ^M	28 ^M	27 ^M	30
	10	21	3 ^M	3 ^M	18 ^M	27	6	29	9

Es wurden analog zur Aussaat bei den vier neuen Standorten 6x6 m Quadranten angelegt, die im linken unteren Eck mit einem kurzen, roten Eisenrohr zur permanenten Markierung versehen wurden und zusätzlich wurde mit dem GPS-Gerät (GARMIN Oregon 600) ein Wegpunkt gesetzt.

Pro Standort wurden zehn Pflanzen, gleichmäßig im Quadranten verteilt, ausgepflanzt. Davon jeweils fünf Pflanzen in vorjährige Maulwurfshügel und in neu gegrabene Löcher im

Quadranten. Die neuen Löcher wurden mit Hilfe eines Hohlspatens ausgestochen (LIECO Hohlspaten; Durchmesser 7 cm und Tiefe max. 15 cm). Es wurden immer Löcher mit der 1 ½- bis 2-fache Breite des Hohlspaten Durchmessers und nicht die volle Tiefe gestochen. Bei den Maulwurfshügeln wurden die Löcher mit einer handelsüblichen Gartenschaufel gegraben. In beiden Fällen wurden die Pflanzen mit dem Topfsubstrat eingesetzt. Zum Auffüllen der Löcher wurde Erde aus umliegenden Maulwurfshügeln verwendet und bei den neu gestochenen Löchern zusätzlich die ausgestochene Erde. Alle Auspflanzstellen im Quadranten wurden mit violett lackierten Holz-Rundstäben (6 mm Durchmesser, 20 cm lang; oberen 2 cm lackiert) markiert und bei den neugegrabenen Löchern in der Wiese wurde die Stelle rundherum mit einer Rasenschere etwas freigeschnitten.

Für jeden Standort wurde eine neue Standortsskizze angefertigt und alle zehn Auspflanzstellen (A1-A10) eingezeichnet. Hierfür wurden analog zur Aussaat von der linken unteren Ecke (= rotes Metallrohr/Wegpunkt) des Quadranten ausgehend die x- und y-Koordinaten (in cm) zu den einzelnen Stellen gemessen und eingezeichnet.

Für die Fotodokumentation wurden die Auspflanzstellen im Quadranten mit Stäben mit bunten Kugeln an der Spitze markiert, und der mit der Standortnummer versehenen und am Wegpunkt aufgestellten Schiefertafel fotografiert.

4.5. Ernte der Achänen

Am 9. Oktober 2020 wurde als Vorbereitung für die Ernte der Achänen ein Teil der Fruchtstände der Pflanzen von Alt-, Neubestand und in vitro 2018 mit handelsüblichen Kniestrümpfen (CLEVER Kniestrümpfe, Farbe: Skin) eingepackt. Insgesamt wurden 60 Stück Kniestrümpfe verwendet und jeweils ein bis mehrere Fruchtstand/-stände pro Strumpf eingepackt und mit Gärtnerdraht unten verschlossen. Damit sollten herausfallende Achänen aufgefangen werden (Abbildung 1).



Abbildung 1 Beispiel für eine Pflanze mit eingepackten Fruchtständen – am unteren Ende ist der grüne Gärtnerdraht zu sehen (© Thomas Pirker)

Die eigentliche Ernte fand am 30. Oktober 2020 statt. Es wurden die Fruchtstände aller Bestände (Altbestand, Neubestand, in vitro 2018, Aussaat 2018) beerntet. Die Fruchtstände wurden noch mit den daran befestigten Strümpfen abgeschnitten und in Papiersäckchen gesammelt. Auf jedem Säckchen wurden die Pflanzennummer und die Anzahl der Fruchtstände vermerkt. Es wurden auch alle Fruchtstände, die zusätzlich (ohne Strümpfe) gefunden wurden, geerntet.

Damit ein Teil der Achänen auf der Wiese verbleibt, wurden bei der Winter-Aussaat im Dezember 2020, zusätzlich zu den dafür verwendeten Achänen, alle getrockneten Fruchtstände der „Aussaat 2018“-Fläche auf einer neu angelegten Aussaat-Stelle auf der Fläche des Altbestandes ausgebracht (siehe Kapitel 4.6.).

Im Anschluss an die Ernte wurden die geernteten Fruchtstände im Botanischen Garten der Universität Wien zum Trocknen neu sortiert. Dabei wurde die Anzahl der Fruchtstände pro Pflanze erfasst (getrennt nach in Strümpfen eingepackten und „losen“ Fruchtständen). Nach dem Trocknen wurden die Achänen von den Fruchtständen getrennt und unter dem Stereomikroskop ausgezählt (siehe Kapitel 5.5.).

4.6. Winter-Aussaatsaat

Für die zweite Aussaat am 18. Dezember 2020 wurden Achänen von der Ernte 2020 (siehe Kapitel 5.5.) verwendet und diese auf frisch gegrabenen Löchern, bei denen die Grasnarbe entfernt wurde, ausgesät. Bei der Ernte waren auch Achänen vom „in vitro 2018“-Standort dabei, diese sind an den Pflanzen-Nummer mit Punkt zu erkennen (z. B.: 9.57). Die Zahl vor dem Punkt steht für die Pflanzen-Nummer der Mutterpflanze, die Zahl nach dem Punkt für die Achäne, aus der das jeweilige Individuum gewonnen wurde. Da die beiden Pflanzen mit der Nummer 25 und 26 sehr eng beisammenstehen, waren sie bei der Ernte nicht eindeutig trennbar und werden in weiterer Folge als Pflanze Nummer 26 geführt.

Die Achänen wurden auf den acht Aussaat- bzw. Auspflanz-Standorten (Z1, Z2A, Z3A, Z4A, Z5, Z6, Z7A und Z8) ausgebracht. Pro Standort wurden fünf Aussaat-Stellen angelegt und jeweils zehn Achänen (insgesamt 400 Achänen) ausgesät. Die Achänen wurden im Vorfeld der Aussaat in Päckchen zu je zehn Achänen eines Individuums abgepackt. Bei der Verteilung der Achänen der einzelnen Individuen auf die Aussaat-Standorte wurde ebenfalls auf die größtmögliche genetische Vielfalt geachtet. Hierfür wurde neben der Lage der Standorte zueinander auch berücksichtigt welche Individuen bereits bei der Auspflanzung ausgebracht wurden. Die Aufteilung der Achänen-Päckchen auf die einzelnen Standorte ist in Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4 Aufteilung der Achänen-Päckchen mit den dazugehörigen Pflanzen-Nummern auf die Aussaat-/Auspflanz-Standorte – (auf diesen beiden Aussaat-Stellen wurde versehentlich je eine von zehn Achänen des jeweils anderen Individuums ausgesät)*

		Pflanzen-Nummer							
Standorte		Z1	Z2A	Z3A	Z4A	Z5	Z6	Z7A	Z8
Aussaat-Stelle	1	9.57	21	28	9.17	8.21	9.74	8.44	23*
	2	19	30	9.73	18	15	18	20	1
	3	29	20	15	19	30	27	21	8
	4	8.39	19	27	21	20	29	26	20*
	5	18	26	30	29	28	19	30	29

Bei jedem Standort wurde wieder ein 6 x 6 m messender Quadrant aufgespannt, dessen linkes, unteres Eck (mit Blick Richtung Osten – Neusiedler See) die permanente Markierung des jeweiligen Standortes war. Die fünf Aussaat-Stellen wurden gleichmäßig auf die noch freien Flächen des Standortes verteilt. Es wurde jeweils ein 5-10 cm großes Loch mit einem Hohlspaten (Marke LIECO) ausgestochen und dabei die Grasnarbe und der Wurzelfilz entfernt, aber möglichst viel vom gewachsenen Boden belassen. Die Löcher wurden mit Maulwurfshügelerde aus umliegenden Maulwurfshügeln aufgefüllt und auf das ursprüngliche

Niveau (Grasnarbe) verdichtet. Die Oberfläche der Erde wurde mit einem Holzspieß leicht aufgeraut und pro Aussaat-Stelle zehn Achänen ausgebracht. Zum Schluss wurden die Achänen mit den Fingern festgedrückt und die Stellen mit gelb lackierten Holz-Rundstäben markiert (6 mm Durchmesser, 20 cm lang; oberen 2 cm lackiert).

Für jeden Standort wurde eine Standortskizze erstellt, dafür wurden die Koordinaten der Aussaat-Stellen ausgehend von der permanenten Markierung nach rechts (= x-Achse: parallel zum See) und dann nach oben (= y-Achse = normal zum See) gemessen. Die einzelnen Stellen sind pro Standort von links nach rechts und in Reihen von unten beginnend nummeriert.

Für die Fotodokumentation wurden die Aussaat-Stellen im Quadranten mit Stäben mit bunten Kugeln an der Spitze markiert und mit einer mit der jeweiligen Standortnummer versehenen Schiefertafel fotografiert.

4.6.1. Neue Aussaat-Fläche Altbestand

Zusätzlich wurde auf der Fläche des Altbestandes ein Transekt mit drei Aussaat-Streifen angelegt. Dafür wurden alle Fruchtstände von der Ernte 2020 der „Aussaat 2018“-Fläche ausgebracht.

Die drei jeweils 100 cm lange und 20 cm breiten Aussaat-Streifen wurden 1,6 m südlich der „Aussaat 2018“-Fläche angelegt. Für die Streifen wurden mit dem Spaten die Grasnarbe und der Wurzelfilz entfernt. Die so entstandenen Lücken wurden mit Maulwurfshügelerde auf das ursprüngliche Niveau aufgefüllt und diese festgedrückt. Die Fruchtstände wurden abgerebelt und das Saatgut gleichmäßig auf den drei Streifen ausgebracht. Anschließend wurde alles nochmal angedrückt und zum Schutz mit Grashalmen locker abgedeckt. Die Fläche wurde abschließend fotografiert und eine Skizze erstellt.

4.7. Mähversuche im Gartenbeet des UZA II

Um in Zukunft dem Nationalpark-Team Empfehlungen für die Gestaltung des Mahdregimes auf den Zitzmannsdorfer Wiesen geben zu können, ist es wichtig den richtigen Zeitpunkt für die Mahd zu finden. Da *A. laciniata* von August bis Oktober blüht (Kästner & Fischer 2011), darf diese nicht zu spät stattfinden, da sonst die Pflanzen nicht genug Zeit haben Blütenstände auszubilden und in weiterer Folge die Fruchtreife zu erreichen. Der genaue Zeitpunkt der Fruchtreife ist nicht bekannt, da dafür keine Literaturquelle gefunden wurde. Außerdem muss, da die Zitzmannsdorfer Wiesen auch Vogelschutzgebiet sind, die Brutzeit der bodenbrütenden Vögel berücksichtigt werden (siehe Kapitel 6.). Ein weiteres Problem ist, dass die Wiese im Herbst/Winter nicht gemäht werden kann, da der Boden zu feucht ist um diese zu befahren.

Der Rückschnitt bis auf Bodennähe wird von *A. lacinata* zwar gut vertragen, da sie schnell wieder austreibt (laut der Erfahrung von A. Kodym), aber es gibt bisher noch keine Daten, wann die Mahd spätestens stattfinden sollte, um das Blühen zu ermöglichen.

Hierfür wurden Mähversuche im Garten des Departments für Pharmakognosie der Universität Wien im Universitätszentrum Althanstraße II (UZA II) durchgeführt. Die Pflanzen dafür stammten aus den Versuchen von A. Kodym zur Kryokonservierung von *A. laciniata* (Kodym et al. 2018) und wuchsen in Hochbeeten. Die Versuche starteten am 12. Juni 2020. Die insgesamt 108 Pflanzen befinden sich in drei Beeten (Beet 1: 42 Pflanzen; Beet 2: 55 Pflanzen; Beet 3: 11 Pflanzen). Zu Beginn wurden alle Pflanzen mit Etiketten durchnummeriert (von unten nach oben und von links nach rechts). Über acht Wochen wurden jede Woche zwölf Pflanzen auf 8 cm (= Mähhöhe des Balkenmähers am Feld) mit einer handelsüblichen Schere zurückgeschnitten. Die Woche des Rückschnittes (1-8) wurde am Etikett notiert. Die zwölf Pflanzen pro Woche wurden zufällig mittels Google Zufallsgenerator („random number“) ermittelt. Vor dem Rückschnitt wurde bei jedem der zwölf Individuen die Höhe mit einem Maßband gemessen und notiert. Dabei wurde die Höhe von der Erdoberfläche bis zur Spitze des höchsten (Blüh-)Triebes gemessen, ohne diesen zu strecken. Bei der Kontrollgruppe, die ebenfalls aus zwölf zufällig ausgewählten Pflanzen bestand, wurde jede Woche die Höhe gemessen. Zur Dokumentation wurden vor und nach dem Rückschnitt jede Woche Übersichtsfotos von den drei Beeten gemacht. Außerdem wurden beispielhaft besonders markante Individuen oder auch phänologische Veränderungen (z. B.: erste Blütenstände, erstes Aufblühen...) fotografisch dokumentiert.

Im Anschluss an die achtwöchige Rückschnitt-Phase (12. Juni - 31. Juli 2020) wurde ein Monitoring (31. Juli - 2. Oktober 2020) durchgeführt. Bei diesem wurde jede Woche von allen Pflanzen die Höhe gemessen und die Anzahl der Blütenstände pro Pflanze erfasst. In weiterer Folge wurde nicht nur die Gesamtzahl der Blütenstände pro Pflanze, sondern auch die Anzahl der blühenden und später der verblühten Blütenstände notiert.

Am Ende des Versuches (29. Oktober 2020) wurden die Pflanzen mit Blütenständen auf das Vorhandensein von Achänen kontrolliert. Dafür wurden pro Blütenstand 2-3 Körbchen abgerebelt und durchsucht. Falls bei einem der Blütenstände pro Individuum Achänen gefunden wurden, wurde diese Pflanze als „Achänen vorhanden“ bewertet. Am 6. November 2020 wurden die Blütenstände der Pflanzen, bei denen keine Achänen in der Vorwoche gefunden wurden, nochmal abgesucht (siehe Kapitel 5.7.).

Die Pflanzen wurden während des Versuches nur bei besonders trockenem Wetter maximal zweimal pro Woche über Bewässerungsschläuche zusätzlich bewässert.

4.8. Ex situ-Konservierung: Bestandsaufnahme der Lebendsammlung

Die Lebendsammlung des Botanischen Gartens der Universität Wien wurde im Jahre 2006 aus Achänen von den Zitzmannsdorfer Wiesen angelegt. Die Achänen wurden 2005 von F. Tod

gesammelt und stammten von einem Individuum. Die Lebendsammlung umfasste zu dieser Zeit 20 Pflanzen. Diese wurden im Laufe der Jahre über Stecklinge vermehrt. Im Jahr 2016 waren noch Klone von 8 der ursprünglichen 20 Pflanzen vorhanden.

Die Pflanzen stehen einzeln in Töpfen mit einem Substrat aus einem Teil T6 (KRANZINGER Pflanzsubstrat für Gehölze und Stauden), einem Teil durchlässigem Spezial-Substrat (bestehend aus 10 Teilen Cocopeat, 10 Teilen Rindenhumus, 3 Teilen Kompost, 3 Teilen Sand, 2 Teilen Lava, 6 Teilen Bims und 10 Teilen Schotter) und etwas Marchsand. Die Töpfe selbst stehen im Anzuchtkasten in Sand, damit die Wurzeln, falls sie unten aus den Töpfen rauswachsen, dort auch Feuchtigkeit aufnehmen können und beim Umtopfen nicht verletzt werden.

Im Sommer werden die Pflanzen 1 - 2 Mal pro Woche gegossen, aber prinzipiell eher trocken gehalten. Sie werden nicht gedüngt und Beikräuter werden regelmäßig entfernt.

Im Zuge dieser Arbeit wurde am 9. Juni 2020 eine Bestandsaufnahme der Lebendsammlung durchgeführt.

5. Ergebnisse

5.1. Monitoring

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Monitorings der Standorte Alt- und Neubestand, der beiden in vitro 2018 und 2019 Flächen und der Aussaat 2018-Fläche dargestellt. Die Anzahl der Fruchtstände zum Zeitpunkt der Ernte sind dem Kapitel „5.5. Ernte der Achänen“ zu entnehmen.

Die Daten aus den Vorjahren (älter als 2020) stammen aus Vorarbeiten von A. Kodym und F. Schumacher. Auf diese wurde in der Arbeit mehrfach Bezug genommen.

5.1.1. Altbestand

Bei der GPS-Verortung am 11. März 2020 wurden acht von damals 16 bekannten Pflanzen (Pflanzen-Nummer 1, 3, 6, 8, 9, 12, 13 und 15) gefunden. Am 28. April 2020 konnten vier weitere Pflanzen (Pflanzen-Nummer 2, 4, 5 und 16) entdeckt werden. Die Wiese auf der Fläche des Altbestandes war zu dieser Zeit sehr trocken.

Bei der Mahd am 15. Juli 2020 wurde von der Fläche eine neue Skizze erstellt, um die Pflanzen in Zukunft schneller und leichter finden zu können. Es konnten alle Metallschrauben (Pflanzen-Nummern: 1-10, 12 und 14-16), mit denen die einzelnen Individuen markiert sind, außer von Pflanze-Nummer 11, gefunden werden. Von den dazugehörigen Pflanzen waren alle außer die Nummern 7, 11 und 14 auffindbar. Außerdem wurde eine neue Pflanze (Pflanze-Nummer 33) auf der Fläche des Altbestandes gefunden, diese war sehr klein mit nur 3 Laubblättern. Zusätzlich wurde bei Pflanze-Nummer 9 ein Sämling gefunden, welcher noch keine neue Nummer zugewiesen bekam.

Am 9. Oktober 2020 konnten bei einigen Pflanzen Blütenstände gefunden werden.

Beim Feldbesuch im Zuge der Winter-Aussaat am 18. Dezember 2020 war der Boden sehr feucht und die Pflanzen der Jahreszeit entsprechend oberirdisch abgestorben und braun.

5.1.2. In vitro 2018 & 2019

Auf der Versuchsfläche südlich des Altbestandes wurden im Jahr 2018 und etwas abseits der Versuchsfläche im Jahr 2019 Pflanzen aus vitro Vermehrung ausgepflanzt.

In vitro 2018

Am 26. Mai 2020 wurden auf der Fläche des in vitro 2018-Standortes als Vorbereitung für das Monitoring am 13. Juli 2020 die Anfangs- und Endpunkte der acht Reihen, in denen die Pflanzen angeordnet sind, mit Holz-Rundstäben markiert. Dabei konnten nicht alle gefunden werden, da viele der Etiketten, mit denen die Pflanzen bei der Auspflanzung 2018 markiert wurden, verschwunden waren oder ganz woanders auf der Fläche lagen. Die Pflanzen in den einzelnen Reihen waren in sehr unterschiedlichem Zustand von sehr kleinen Pflanzen mit nur wenigen Laubblättern bis zu sehr kräftigen Pflanzen.



Abbildung 2 In vitro 2018-Fläche während der Mahd am 15. Juli 2020 - Zwischen den einzelnen Reihen wurde mit einem Rasenmäher gemäht und zwischen den Pflanzen mit der Motorsense. Direkt um die Pflanzen wurden diese mit einer Gartenschere von Hand freigeschnitten. Die einzelnen Pflanzen wurden zur besseren Übersicht vor der Mahd mit Holzspießen mit roten Kugeln an der Spitze markiert. © Thomas Pirker

Bei den Pflanzen des in vitro 2018 Standortes wurde im Zuge des Monitorings am 13. Juli 2020 der Zustand der Pflanzen, die Anzahl der Triebe und die Anzahl der Blütenstände erfasst (Tabelle 5 und 6). Im Jahr 2019 konnten 81 der 97 (83,5 %) ursprünglich ausgepflanzten Pflanzen aufgefunden werden. Beim Monitoring 2020 konnten 73 der 81 (90,1 %) Pflanzen wiedergefunden werden.

Tabelle 5 Ergebnisse des Monitorings der im Mai 2018 angelegten großen Versuchsfläche des in vitro 2018 Standortes –
Die römischen Zahlen in den ersten Spalten pro Block geben die Nummer der einzelnen Reihen, in denen die Pflanzen gesetzt wurden an. Die beiden unterschiedlichen Pflanzen-Chargen sind „G“= großwüchsige, gut durchwurzelte Pflanzen; und „M“ = mittlere, weniger gut durchwurzelte Pflanzen. BS = Blütenstände. In der Spalte „Triebe“ bedeutet „fehlt“, dass die Pflanze nicht gefunden wurde. Die Zahl vor dem Punkt bei der Nummer der einzelnen Pflanzen gibt die Pflanzen-Nummer der Mutterpflanze am Originalstandort an und die Zahl nach dem Punkt die Nummer der dafür verwendeten Achäne. Die Kategorien der Spalte Bonitur lauten wie folgt: „++“ = mehrere Rosetten und/oder guter Zuwachs, große Blätter, vital; „+“ = Zuwachs, große Blätter, vitaler Eindruck, etabliert; „(+)“ = guter optischer Zustand, wenig Zuwachs, aber etabliert sich wahrscheinlich; „-“ = sehr kleine Rosette ohne Zuwachs und „--“ = fasst Tod.

I G	Nr.	Triebe	Bonitur	Anzahl BS	II G	Nr.	Triebe	Bonitur	Anzahl BS
1	1.3	< 5	--	0	1	3.13	< 5	--	0
2	8.301	< 5	+	0	2	8.304	< 5	--	0
3	8.303	fehlt		0	3	8.306	fehlt		0
4	3.20	fehlt		0	4	9.107	fehlt		0
5	2.301	fehlt		0	5	9.91	< 5	--	0
6	9.302	fehlt		0	6	2.70	< 5	--	0
7	8.47	fehlt		0	7	9.30	< 5	--	0
8	8.28	fehlt		0	8	3.24	< 5	--	0
9	9.304	< 5	--	0	9	9.303	fehlt		0
10	8.22	< 5	--	0	10	8.305	< 5	-	0
11	8.302	< 5	-	0	11	8.30	< 5	+	0
III M	Nr.	Triebe	Bonitur	Anzahl BS	IV M	Nr.	Triebe	Bonitur	Anzahl BS
1	8.15	< 5	--	0	1	9.69	fehlt		0
2	2.2	5-10	++	0	2	9.49	< 5	(+)	0
3	3.13	5-10	++	0	3	3.3	< 5	-	0
4	9.33	< 5	--	0	4	9.50	< 5	--	0
5	9.32	< 5	+	0	5	1.9	fehlt		0
6	9.102	< 5	(+)	0	6	9.31	< 5	--	0
7	2.4	fehlt		0	7	9.79	fehlt		0
8	9.17	fehlt		0	8	8.18	fehlt		0
9	9.35	fehlt		0	9	9.28	< 5	--	0
10	8.15	fehlt		0	10	9.79	< 5	--	0
11	3.15	fehlt		0	11	9.39	fehlt		0
V G	Nr.	Triebe	Bonitur	Anzahl BS	VI G	Nr.	Triebe	Bonitur	Anzahl BS
1	8.45	< 5	-	0	1	9.301	< 5	-	0
2	3.5	< 5	--	0	2	8.39	5-10	++	0
3	9.31	< 5	+	0	3	9.74	5-10	++	4
4	3.22	fehlt		0	4	8.37	5-10	++	4
5	9.47	5-10	++	0	5	8.20	< 5	+	0
6	9.12	< 5	+	0	6	9.93	5-10	++	2
7	1.11	< 5	--	0	7	2.10	< 5	++	0
8	9.57	< 5	+	0	8	1.10	fehlt		0
9	3.19	5-10	+	0	9	8.32	< 5	+	0
10	8.48	fehlt		0	10	1.12	5-10	++	0
11	9.17	fehlt		0	11	3.13	fehlt		0

VII M	Nr.	Triebe	Bonitur	Anzahl BS	VIII M	Nr.	Triebe	Bonitur	Anzahl BS
1	3.21	5-10	+	0	1	9.78	5-10	++	0
2	9.17	5-10	++	4	2	9.66	5-10	+	0
3	9.73	< 5	++	3	3	9.23	5-10	+	0
4	9.51	< 5	++	0	4	9.40	> 10	++	1
5	8.35	< 5	++	0	5	9.41	5-10	+	0
6	2.5	5-10	(+)	0	6	8.46	< 5	+	0
7	9.57	5-10	++	2	7	8.52	< 5	++	1
8	9.68	5-10	++	0	8	8.44	5-10	++	2
9	8.42	5-10	++	0	9	9.77	5-10	+	1
10	8.29	< 5	--	0	10	8.43	5-10	++	1
11	9.59	< 5	+	0	11	9.109	5-10	+	0

Tabelle 6 Ergebnisse des Monitorings der neun im April 2018 ausgepflanzten Pflanzen des in vitro 2018 Standortes – Diese Pflanzen liegen außerhalb der großen Versuchsfläche. BS = Blütenstände. Bonitur: „++“ = mehrere Rosetten und/oder guter Zuwachs, große Blätter, vital; restlichen Kategorien siehe Tabelle 5.

	Nr.	Triebe	Bonitur	Anzahl BS
1	8.21	5-10	++	0
2	9.68	< 5	++	0
3	9.24	< 5	++	2
4	9.15	< 5	++	0
5	9.89	5-10	++	4
6	9.46	< 5	++	0
7	3.7	5-10	++	0
8	9.64	5-10	++	0
9	8.40	< 5	++	3

Beim Zustand der Pflanzen war ein positiver Trend von Reihe I zu Reihe VIII zu beobachten, unabhängig von der ursprünglichen Größe der Pflanzen am Tag der Auspflanzung. In den Reihen I und II waren 59 % der Pflanzen vorhanden, welche bis auf einzelne Ausnahmen in sehr schlechtem Zustand waren und weniger als 5 Triebe hatten. In den Reihen III und IV waren 55 % der Pflanzen vorhanden und davon mehr als die Hälfte in sehr schlechtem Zustand und der Rest in gutem bis sehr guten Zustand. 77 % der Pflanzen Reihe V und VI waren vorhanden und zum Großteil gut etabliert, vital und in sehr gutem Zustand mit großen Blättern und 5-10 Trieben. Von den Pflanzen aus Reihe VII und VIII waren alle Pflanzen vorhanden und mehr als die Hälfte konnten der besten Kategorie („++“) mit mehreren Rosetten und/oder gutem Zuwachs und großen Blättern zugeordnet werden. Diese hatten vorwiegend 5-10 Triebe. Der Rest der Pflanzen war, bis auf eine, in gutem Zustand und etabliert. Insgesamt 11 Pflanzen, alle aus den Reihen VI-VIII, hatten zu dieser Zeit einen oder mehrere Blütenstände (1-4 Blütenstände/Pflanze; insg. 25 Blütenstände) (Tabelle 5). Im Vorjahr wurden am 5. Oktober 2019 zwar bei 47 Pflanzen insgesamt 92 Blütenstände (1-6 Blütenstände/Pflanze) gezählt, von welchen aber bis auf drei Blütenstände alle abgefressen oder abgebrochen waren.

Von den neun im April 2018 gepflanzten Pflanzen waren beim Monitoring am 13. Juli 2020 alle vorhanden und konnten der Kategorie „++“ zugeordnet werden. Die Pflanzen waren vital, gut etabliert mit großen Blättern, hatten mehrere Rosetten und/oder guten Zuwachs. Drei der neun Pflanzen hatten 2-4 Blütenstände (insg. 9 Blütenstände) (Tabelle 6). Im Vorjahr bei der Zählung am 5. Oktober 2019 hatten sieben von neun Pflanzen insgesamt 15 Blütenstände (1-4 Blütenstände/Pflanze), von denen bis auf einen alle abgefressen oder abgebrochen waren.



Abbildung 3 Die neun im April 2018 ausgepflanzten Pflanzen des in vitro 2018 Standortes – aufgenommen nach der Mahd am 15.07.2020. Die Holzspieße mit roten Kugeln an der Spitze markieren die neun Pflanzen. © Thomas Pirker

Beim Feldbesuch am 9. Oktober 2020 hatten einige Pflanzen auf der in vitro 2018-Fläche Blütenstände.

Am 18. Dezember 2020 waren die Pflanzen am in vitro 2018 Standort oberirdisch abgestorben (eingezogen) und einige der Etiketten waren, vermutlich von Krähen, herausgezogen worden.

In vitro 2019

Beim Monitoring am 28. April 2020 waren drei der ursprünglich sechs Pflanzen des in vitro 2019 Standortes am Austreiben. Aufgrund der anhaltenden Trockenheit und dem damit sehr trockenen Bodens wurden diese drei Pflanzen bewässert.



Abbildung 4 Standort in vitro 2019 – aufgenommen am 28.04.2020 © Thomas Pirker



Abbildung 5 Pflanze 8.14 des in vitro 2019 Standortes – aufgenommen am 28.04.2020 © Thomas Pirker

Am 26. Mai 2020 konnten bei den drei ausgetriebenen Pflanzen des in vitro 2019 Standortes, obwohl die Wiese durch Niederschläge im Mai mittlerweile hoch und dicht gewachsen war, kaum Wachstum festgestellt werden.

Im Zuge des Monitorings am 13. Juli 2020 konnten den drei Pflanzen des in vitro 2019 Standortes ihre ursprünglichen Nummern (9.53, 8.14 und 1.15) zugeordnet werden (die erste

Zahl steht dabei für die Mutterpflanze auf den Zitzmannsdorfer Wiesen und die Zahl nach dem Punkt für die Achäne, aus der dieses Individuum gewonnen wurde).

5.1.3. Neubestand

Bei dem Feldbesuch am 28. April 2020 konnten zwei neue Pflanzen zwischen der kompakten Fläche des Neubestandes und der in vitro 2018 Versuchsfläche gefunden werden. Die beiden Pflanzen wurden mit dem GPS-Gerät verortet und erhielten die Pflanzen-Nummern 31 und 32. Bei Pflanze 31 dürfte es sich um eine Mutterpflanze mit mehreren Keimlingen rundherum bzw. um einen kleinen Cluster handeln.

Beim Monitoring am 13. Juli 2020 war die Wiese saftig und hochgewachsen, dadurch waren die beiden neuen Pflanzen (Pflanzen-Nummer 31 und 32) trotz Markierung nur schlecht zu sehen. Die Pflanzen auf der kompakten Fläche des Neubestandes waren aufgrund ihrer Größe aus der Nähe gut zu sehen und in gutem Zustand. Die Einzelpflanze mit der Nummer 28 ist ein besonders großes Exemplar und hatte 65 Blütenstände (davon 30 kleinere und 35 große Blütenstände).



Abbildung 6 Ausschnitt des Neubestandes am 9. Oktober 2020 - An diesem Tag wurden als Vorbereitung für die Ernte der Achänen die Blütenstände der Pflanzen mit Kniestrümpfen eingepackt, um ausfallende Achänen aufzufangen.

Am 9. Oktober 2020 waren bei den Pflanzen des Neubestandes (Abbildung 6) viel mehr Blütenstände zu finden als bei den Pflanzen des Altbestandes.

Die Pflanzen der kompakten Fläche des Neubestandes waren am 18. Dezember 2020 bis auf ein paar einzelne Laubblätter braun und die Fläche selbst recht zugewachsen.

5.1.4. Aussaat 2018

Am 28. April 2020 wurden im Zuge des Monitorings ca. 53 Pflanzen gezählt, die in 12 Gruppierungen auf der 1 m²-Fläche verteilt waren. Durch die vegetative Vermehrung von A.

laciniata war es sehr schwierig hier zwischen Einzelpflanzen oder mehrtriebigen Pflanzen zu unterscheiden. Die gefundenen Pflanzen waren trotz des sehr trocknen Bodens gut entwickelt und vital (Abbildung 7).

Beim Monitoring am 13. Juli 2020 konnten auf der Fläche insgesamt 27 Blütenstände gezählt werden.



Abbildung 7 Aussaat 2018 - Fläche am 28. April 20 (links) und am 15. Juli 2020 (rechts) – Das rechte Foto vom 15. Juli 2020 wurde, nachdem die Fläche rundherum mit Motorsense und die Pflanzen von Hand mit einer Gartenschere freigeschnitten wurden, aufgenommen. Für das Foto wurden die einzelnen Pflanzen mit roten Kugeln an der Spitze von Holzspießen markiert.

Bei der Mahd am 15. Juli 2020 konnten auf der 1 m² großen Fläche ca. 24 Pflanzen (mit einer Deckung von 13 %) sehr unterschiedlicher Größe gefunden werden. Es waren auch kräftige, große Exemplare dabei. Da der Unterschied zwischen einzelnen und mehrtriebigen Pflanzen nicht immer eindeutig ist, könnte es sich auch um mehr als 24 Pflanzen gehandelt haben (Abbildung 7).

Wie auch die Pflanzen auf den anderen Standorten waren die Pflanzen auf der Aussaat-Fläche am 18. Dezember 2020 oberirdisch abgestorben.

5.2. Suche nach neuen Pflanzen

5.2.1. Fußläufig

Am 26. Mai 2020 wurde nach noch nicht entdeckten Pflanzen auf den Zitzmandorfer Wiesen gesucht. Dabei wurde im näheren Umkreis des Alt- und Neubestandes, als auch in der Nähe der am 28. April 2020 neu gefunden Pflanzen-Nummer 31 und 32 gesucht. In der Literatur gab es mehrere Hinweise auf mögliche früher bekannte Fundorte von *A. laciniata*. So schrieb Melzer (1955), dass in der Wiese rund um die ehemalige Stellung (= Hügel) sich große Rosetten starker Pflanzen befanden. Kasy (1961) wiederum berichtete, dass nordwestlich und südöstlich des Hügels einige Pflanzen gefunden wurden. Die beschriebenen Gebiete wurden

zu dritt in parallelen Bahnen abgesucht. Es konnten aber keine neuen Individuen gefunden werden. Neben der Größe des Gebietes erschwerte die zu der Zeit schon recht dichte und hohe Wiese die Suche nach neuen Pflanzen, da die fein gefiederten Laubblätter von *A. laciniata*, selbst bei größeren Exemplaren leicht zu übersehen sind.

5.2.2. Drohnenflug

Die Drohnenflüge fanden am 8. bzw. 20. April 2020 statt. Auf den daraus erstellten hochauflösenden Orthofotos waren die Pflanzen auf dem Referenzplot des Neubestandes nicht zu erkennen und somit konnte keine automatische Bildklassifikation angewendet werden. Deswegen konnte die Drohne nicht zum Finden neuer Pflanzen genutzt werden. Aufgrund mangelnder Niederschläge war die Wiese am 8. April 2020 sehr trocken und braungelb. Beim zweiten Überflug am 20. April 2020 war die Wiese durch Niederschläge saftiger als beim ersten Überflug (Abbildung 8).

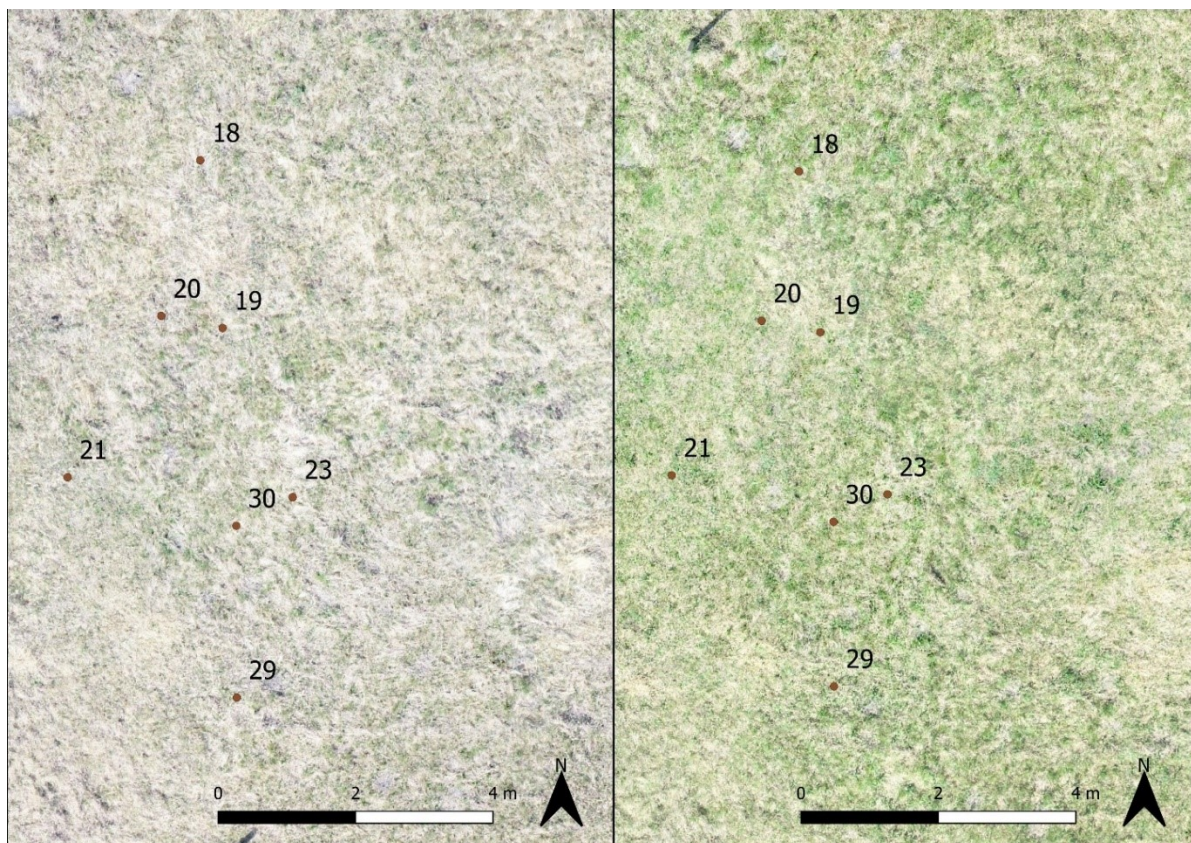


Abbildung 8 Orthofotos von einem Ausschnitt des Neubestandes – Das linke Bild zeigt den Zustand der Wiese am 8. April 2020 und das rechte Bild zeigt denselben Ausschnitt vom Drohnenflug am 20. April 2020. Bei der Erstellung der Abbildung wurden die GPS-Daten und Orthofotos von Dr. Michael Kuttner (Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel) verwendet.

Auch beim aus den Daten der Drohnenflüge berechneten digitalen Höhenmodell konnten keine Besonderheiten des Mikroreliefs festgestellt werden, welche die Verteilung der Pflanzen im Gelände erklären könnten.

5.3. Frühljahrsaussaat

Die Ergebnisse in diesem Kapitel und den dazugehörigen Unterkapiteln beziehen sich ausschließlich auf die Aussaat am 5. März 2020 auf den Zitzmannsdorfer Wiesen.

5.3.1. Frühljahrsaussaat auf den Zitzmannsdorfer Wiesen

Bei der Aussaat am 5. März 2020 auf den Zitzmannsdorfer Wiesen wurden auf acht Standorten (Z1-Z8) auf je fünf Maulwurfshügeln jeweils fünf Achänen ausgesät (Abbildung 9).



Abbildung 9 Aussaat-Standort Z5 auf den Zitzmannsdorfer Wiesen am Tag der Aussaat (aufgenommen am 05.03.2020) © Thomas Pirker

Am 28. April 2020 (Abbildung 10B) wurde die erste Zählung durchgeführt und es konnten an keinem Standort Keimlinge von *A. laciniata* gefunden werden. Bei Standort Z4 auf Hügel 3 wurde ein nicht bestimmbarer Keimling gefunden. Auf Standort Z7 wurden die beiden Aussaat-Stellen 1 und 2 vom Maulwurf aufgegraben. Auf den Stellen 3 und 4 wurde Hasenkot gefunden und es sah aus als wären diese als Sasse genutzt worden. Auf den beiden Hügeln 4 und 5 wurden Keimlinge von *Myosotis sp.* und *Draba sp.* gefunden.

Bei der zweiten Zählung am 13. Juli 2020 war die Wiese saftig und sehr hoch (Abbildung 10C). Es konnten auf keinem der acht Standorte Keimlinge von *A. laciniata* gefunden werden. Auf

einzelnen Standorten wurden auf den Aussaat-Stellen Keimlinge von anderen Arten, wie z. B.: *Achillea* sp. (Standort Z3: Hügel 1; Z4: Hügel 1; Z8: Hügel 4), *Veronica* sp. (Z3: Hügel 4; Z4: Hügel 1), *Sanguisorba* sp. (Z3: Hügel 1 und 4), *Onobrychis* sp. (Z4: Hügel 1) gefunden. Bei Standort Z5 auf Hügel 5 wurde ein nicht bestimmbarer Keimling und bei Standort Z7 auf Hügel 5 eine Jungpflanze von *Salvia* sp. gefunden. Außerdem wurden vereinzelt Mauslöcher (Z2: Hügel 2; Z6: Hügel 2), Mäusekot (Z8: Hügel 5), Hasenköttel (Z4: Hügel 2; Z6: Hügel 5) und Ameisen (Z8: Hügel 1) gefunden. Der Hügel 2 auf Standort Z8 war vom Maulwurf frisch aufgedigelt.

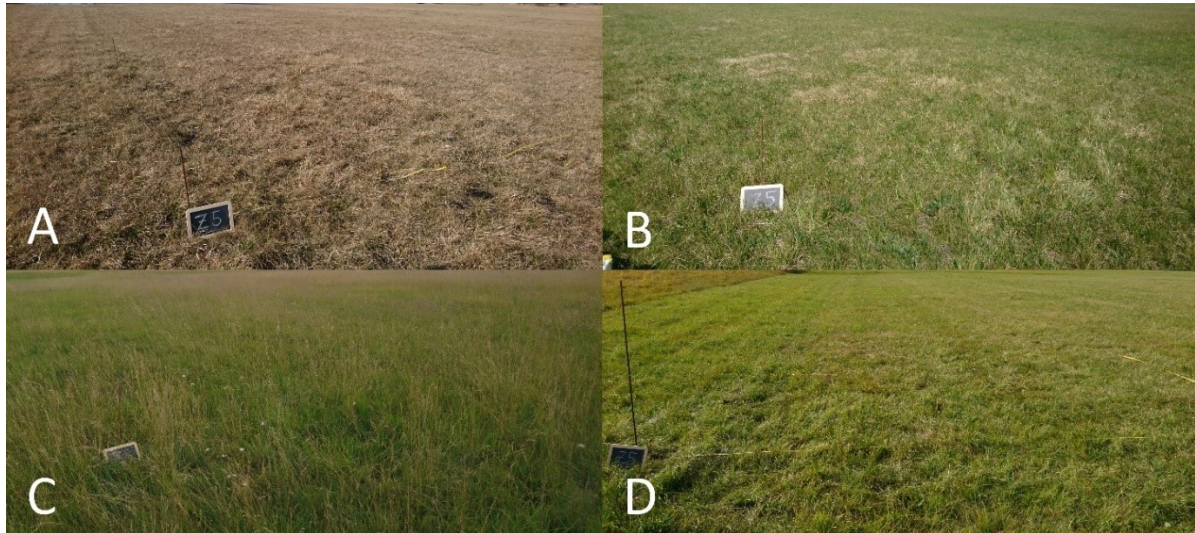


Abbildung 10 Aussaat-Standort Z5 auf den Zitzmannsdorfer Wiesen – A: am Tag der Aussaat (aufgenommen am 05.03.2020), B: erste Zählung (aufgenommen am 28.04.2020), C: zweite Zählung (aufgenommen am 13.07.2020), D: dritte Zählung (aufgenommen am 09.10.2020) und nach der Mahd am 20.08.2020 © Thomas Pirker

In Zuge der dritten Zählung am 9. Oktober 2020 (Abbildung 10D) konnte am Standort Z5 auf Hügel 1 ein Keimling von *A. laciniata* gefunden werden. Auf den Standorten Z1, Z5, Z6 und Z8 konnten sonst keine Keimlinge von *A. laciniata* entdeckt werden. Bei den restlichen Standorten (Z2, Z3, Z4 und Z7) konnte keine Zählung durchgeführt werden, da diese Standorte aufgrund von Problemen mit dem GPS-Gerät und den, wie auf den anderen Standorten, nicht aufzufindenden Markierungen (lackierte Holz-Rundstäbe), nicht gefunden werden konnten. Auf den Aussaat-Stellen der gefundenen Aussaat-Standorten wurden vermehrt Keimlinge von anderen Arten (Standort Z1: Hügel 1, 3-5; Z5: Hügel 3-5; Z6: Hügel 1-5; Z8: Hügel 1, 3, 5) und auch Hasenköttel (Standort Z1: Hügel 1) gefunden. Auf Standort Z8 waren außerdem die beiden Hügel 2 und 4 frisch vom Maulwurf aufgedigelt.

Bei der Aussaat von A. Kodym und F. Schumacher in einem 1 m²-Plot auf der Fläche des Altbestandes am 1. Februar 2018 wurden noch im selben Jahr 120 Keimlinge gezählt. Auch wenn die absoluten Zahlen nicht miteinander verglichen werden können, da im Jahr 2018 die getrockneten, gerebelten Fruchtstände der Ernte 2017 auf der Fläche ausgebracht wurden und damit keine genaue Anzahl der ausgebrachten Achänen bekannt ist, konnte bei der Frühlingsaussaat am 5. März 2020 nur ein Keimling bei 200 ausgesäten Achänen gefunden werden. Neben dem späteren Aussaattermin könnten unterschiedliche Wetterbedingungen zur Zeit der Keimung eine mögliche Ursache für diesen Unterschied im Keimerfolg sein.

Deswegen sind in der nachfolgenden Tabelle 7 die Monatsmittel der Lufttemperatur und die Monatssummen des Niederschlages für die Monate Jänner bis April der Jahre 2018-2020 der Messstation in Podersdorf am See angegeben.

Tabelle 7 Monatsmittel der Lufttemperatur und Monatssummen des Niederschlages der Messstation Podersdorf am See für die Monate Jänner bis April der Jahre 2018-2020 – Messtelle Nr.: 110551, Höhe: 121 m ü. A., Geografische Koordinaten: Länge 16° 50' 16'', Breite 47° 41' 19'', Betreiber: Hydrographischer Dienst. Bei den Daten von 2019 und 2020 handelt es sich um ungeprüfte Rohdaten.

	Monatsmittel Lufttemperatur [°C]			
	Jänner	Februar	März	April
2018	3,3	-0,6	3,7	16,5
2019	0,6	4,5	9,1	12,8
2020	0,7	6,8	7,5	13,2
	Monatssummen Niederschlag [mm]			
	Jänner	Februar	März	April
2018	32,4	45,3	48,9	24,2
2019	44,4	12,3	16,8	17,9
2020	11,5	11,9	34,4	3,8

Im den Monaten Februar und März war die mittlere Lufttemperatur im Jahr 2020 höher als im Jahr 2018, in den Monaten Jänner und April niedriger. Die monatlichen Niederschlagssummen waren im Jahr 2020 von Jänner bis April deutlich niedriger als im Jahr 2018 (Tabelle 7, Abbildung 11 und 12). Zum besseren Vergleich wurden auch die Wetterdaten aus dem Jahr 2019 dargestellt.

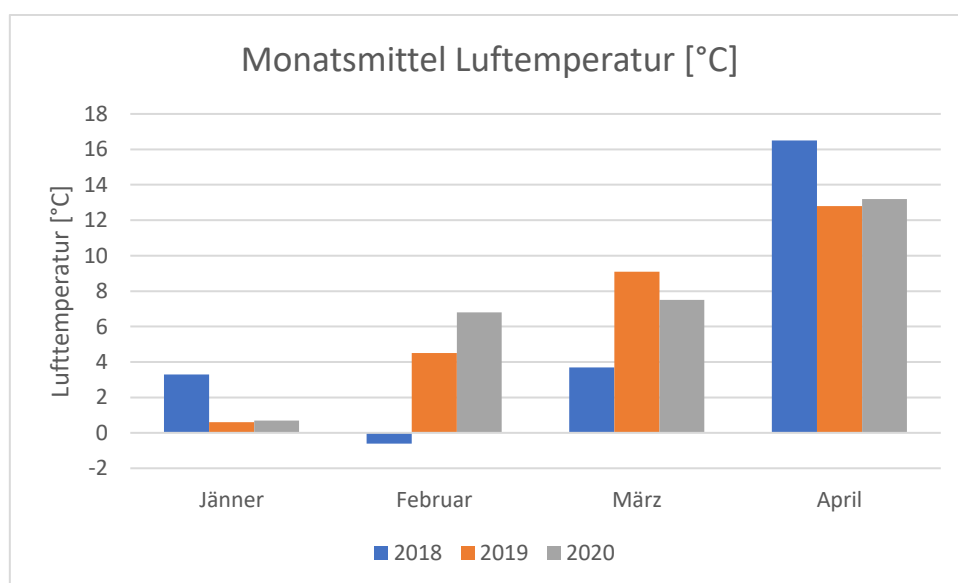


Abbildung 11 Monatsmittel der Lufttemperatur der Messstelle Podersdorf am See für die Monate Jänner - April der Jahre 2018 - 2020 - Messtelle Nr.: 110551, Höhe: 121 m ü. A., Geografische Koordinaten: Länge 16° 50' 16'', Breite 47° 41' 19'', Betreiber: Hydrographischer Dienst. Bei den Daten von 2019 und 2020 handelt es sich um ungeprüfte Rohdaten.

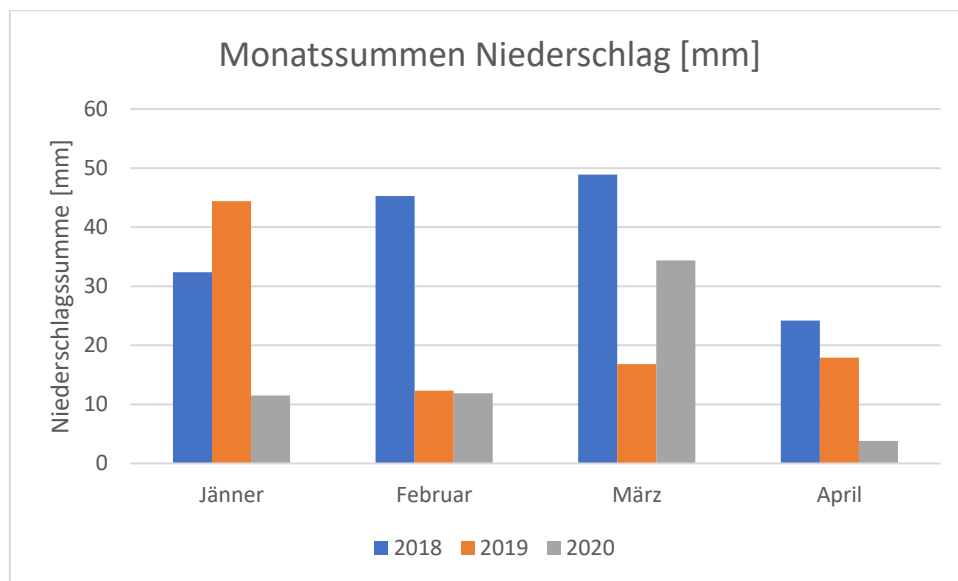


Abbildung 12 Monatssummen des Niederschlages der Messstelle Podersdorf am See für die Monate Jänner - April der Jahre 2018 – 2020 - Messtelle Nr.: 110551, Höhe: 121 m ü. A., Geografische Koordinaten: Länge 16° 50' 16'', Breite 47° 41' 19'', Betreiber: Hydrographischer Dienst. Bei den Daten von 2019 und 2020 handelt es sich um ungeprüfte Rohdaten.

5.3.2. GPS-Verortung

Am 11. März 2020 wurden alle Aussaat-Standorte der Aussaat am 05. März 2020 genau verortet. Pro Aussaat-Standort wurden auch die je fünf Aussaat-Stellen (diese sind in der Übersichtskarte nicht dargestellt) erfasst. Es wurden außerdem die zu dieser Zeit bekannten und gefundenen Pflanzen des Alt- und Neubestandes verortet. Beim Neubestand sind das die Pflanzen mit den Nummern 17 bis 30. Beim Altbestand konnten 8 von 16 Pflanzen (Pflanzen-Nummer: 1, 3, 6, 8, 9, 12, 13 und 15) gefunden werden. Zusätzlich wurde bei der „in vitro 2018“-Fläche die Umgrenzung, dieser verortet. Die beiden am 28. April 2020 neu gefundenen Pflanzen 31 und 32, der in vitro 2019 Standort und der Hügel wurden erst zu einem späteren Zeitpunkt verortet und in der Übersichtskarte ergänzt. Die nachfolgende Karte gibt einen Überblick über die Lage und Verteilung der einzelnen Standorte (Abbildung 13).

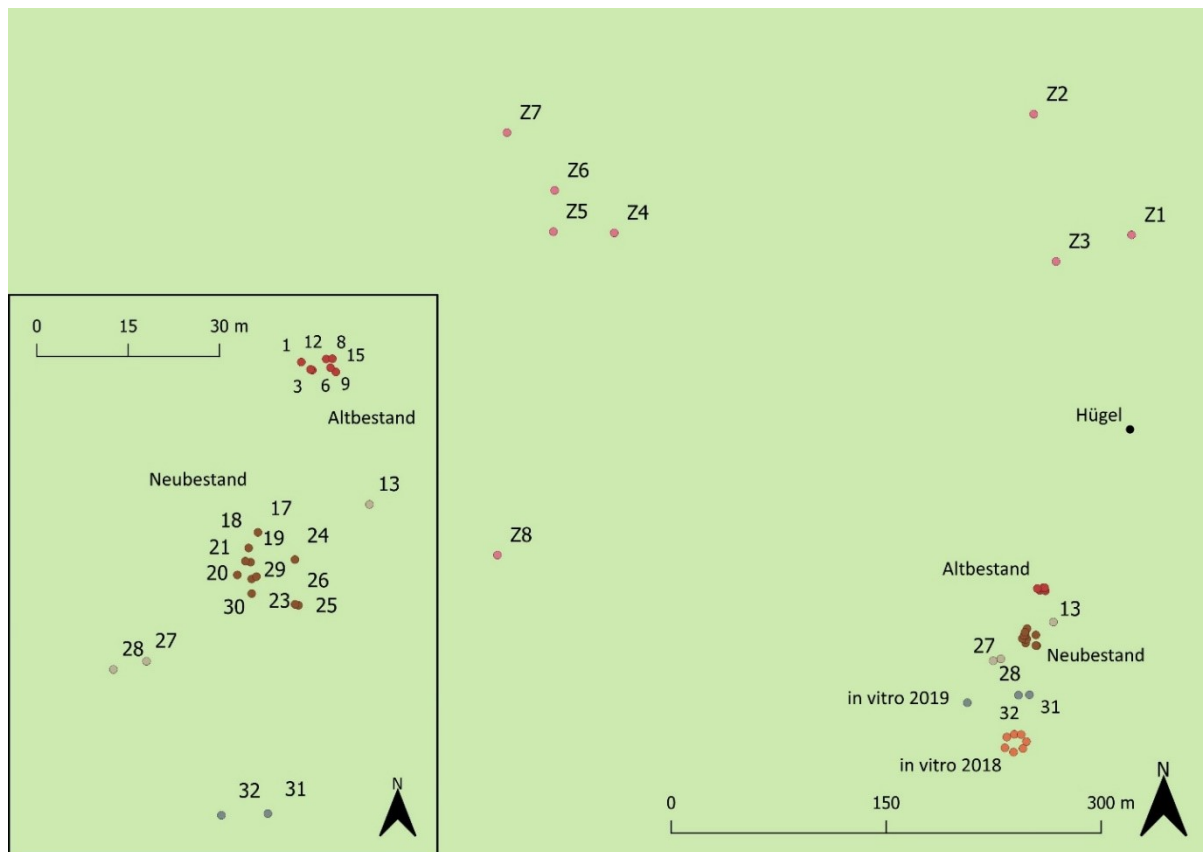


Abbildung 13 Gesamtübersicht über die Aussaat-Standorte, Altbestand, Neubestand, in vitro 2018 und 2019 auf den Zitzmannsdorfer Wiesen – Der kleine Kartenausschnitt links ist eine Detailansicht des Alt- und Neubestandes. Die Zahlen bei Alt- und Neubestand geben die jeweiligen Pflanzen-Nummern der einzelnen Pflanzenindividuen an. Pflanze 22 und 23 stehen so nahe nebeneinander, dass sie auf der Karte nur einmal mit der Nummer 23 eingezeichnet sind. Beim Hügel handelt es sich um den ursprünglichen, erloschenen Standort, der zur Entdeckung der Art geführt hatte.

5.3.3. Kresstest

Um etwaige negative Einflüsse durch mögliche Belastungen in der Maulwurfshügelerde auf die Keimfähigkeit zu erkennen, wurde ein Kresstest durchgeführt. Die Kressesamen haben in den drei Töpfen mit der Maulwurfshügelerde gut gekeimt und keine Auffälligkeiten (Form, Farbe...) gezeigt. Das Kressesieb (Kontrolle) war am Ende des Versuches praktisch lückenlos mit Sämlingen besetzt. Im Vergleich zum Kressesieb haben in den Töpfen mit der Maulwurfshügelerde weniger Samen gekeimt, das könnte damit zusammenhängen, dass eine Woche nach Beginn des Versuches in den Töpfen auf der Erdoberfläche sich aufgrund zu starker Bewässerung vermehrt Schimmel gebildet hat.

5.4. Auspflanzung

Im Vorfeld der Auspflanzung am 9. Oktober 2020 wurden im Botanischen Garten der Universität Wien Pflanzen vorgezogen. Die Achänen dafür stammten von der Ernte auf den Zitzmannsdorfer Wiesen im Jahr 2019.

5.4.1. Vorzucht im Botanischen Garten Wien

Die bei der Auspflanzung am 9. Oktober 2020 verwendeten Pflanzen wurden einerseits im Kalthaus (frostfrei) und andererseits im Außenbeet des Botanischen Garten Wiens vorgezogen. Nach der Aussaat am 30. Jänner 2020 war im Kalthaus am 6. Februar 2020 der erste Keimling und am 17. Februar 2020 in allen Töpfen zumindest ein Keimling zu sehen. Im Außenbeet wurde der erste Keimling am 10. März 2020 beobachtet. Die Keimlinge des Kalthauses wurden am 7. April 2020 pikiert und einige Tage danach in einem Anzuchtkasten im Freien weiterkultiviert. Die Keimlinge des Außenbeetes konnten bedingt durch die spätere Keimung erst am 14. Juli bzw. 10. August 2020 pikiert werden, da sie davor noch zu klein waren. Bei den Pflanzen des Kalthauses wurden die Aussaat-Töpfe nach dem Pikieren verworfen und bei den Pflanzen des Außenbeetes wurden sie aufgehoben und bestehen weiterhin. Die genaue Anzahl der Achänen, die pro Pflanzen-Nummer im Kalthaus bzw. Außenbeet ausgesät wurden, die Anzahl der pikierten Keimlinge, die Keimrate und die Anzahl der Sämlinge, die für die Auspflanzung am 9. Oktober 2020 zur Verfügung standen, sind Tabelle 8 zu entnehmen.

Tabelle 8 Übersicht über die ausgesäten Achänen, Keimlinge und Keimraten von *A. laciniata* im Vergleich zwischen Kalthaus und Außenbeet des Botanischen Garten – Bei den mit * markierten Zahlen handelt es sich um Keimlinge, die aufgrund ihrer Größe noch nicht pikiert wurden, deswegen enthält die Spalte „überlebt (21.09.20)“ nur die Anzahl der pikierten Pflanzen. Die letzte Pflanze in der Tabelle stammt vom in vitro 2018 Standort. Die Zahl vor dem Punkt steht für die Pflanzen-Nummer der Mutterpflanze und die Zahl nach dem Punkt für die Achäne, aus der das Individuum gewonnen wurde.

Nr.	Kalthaus				Außenbeet			
	Achänen ausgesät (30.01.20)	Keimlinge pikiert (07.04.20)		überlebt (21.09.20)	Achänen ausgesät (30.01.20)	Keimlinge pikiert (14.07./ 10.08.20)		überlebt (21.09.20)
		Anzahl	Keimrate [%]			Anzahl	Keimrate [%]	
3					16	7	43,8	7
6	15	5	33,3	5	20	15	75	15
8					6	3	50	3
9					5	4	80	4
10					4	2	50	2
12	13	8	61,5	7	20	18	90	18
13					1	1	100	1
18	10	5	50	5	20	19	95	19
19	20	6	30	5	20	19*	95	-
20	20	1	5	1	20	18*	90	-
21	50	16	32	15	20	16*	80	-
23					20	1*	5	-
26					6	3	50	3
27					9	5	55,6	5
28	10	10	100	10	25	19	76	19
29					4	4	100	3
30	6	4	66,7	4	20	18*	90	-
3.7					3	3	100	3
Summe	144	55	-	52	239	175	-	102

Auch bei der Keimrate waren Unterschiede zwischen den Keimlingen des Kalthauses und des Außenbeetes zu beobachten. Bei den im Kalthaus frostfrei vorgezogenen Achänen betrug die durchschnittliche Keimrate 47,3 % und bei den Achänen, die während der Keimung durchgehend im Freien im Außenbeet waren 73,6 %. Die genauen Keimraten der jeweiligen Pflanzen-Nummern im Vergleich zwischen den Keimlingen des Kalthauses und des Außenbeetes sind in Tabelle 8 gelistet.

Die Keimrate ist bei den Achänen der Pflanzen-Nummern, die im Kalthaus als auch im Außenbeet ausgesät wurden, im Außenbeet deutlich höher (Ausnahme: Pflanze 28 hier ist die Keimrate im Kalthaus höher). Bei der Hälfte der Pflanzen-Nummern des Außenbeetes ist die Keimrate $\geq 80\%$ (Tabelle 8). Bei den Pflanzen des Kalthauses war die Keimung früher mit einer niedrigeren Keimrate und bei den Pflanzen des Außenbeetes hat die Keimung verzögert stattgefunden, aber dafür war eine höhere Keimrate zu verzeichnen.

Die Pflanzen, die ab der Aussaat am 30. Jänner 2020 bis Anfang April im Kalthaus standen, hatten gegenüber den Pflanzen des Außenbeetes hinsichtlich ihrer Entwicklung einen Vorsprung von einem Monat. Während die Keimlinge im Kalthaus am 24. Februar 2020 ihr erstes Blattpaar hatten (Abbildung 14A), waren die Keimlinge im Außenbeet am 24. März 2020 noch im Keimblattstadium (Abbildung 14B).



Abbildung 14 Keimlinge der Vorzucht im Kalthaus und Außenbeet - A: Keimlinge mit erstem Blattpaar, die zu dieser Zeit noch im Kalthaus standen (aufgenommen am 24.02.2020 © Alena Binder); B: Keimlinge im Keimblattstadium im Außenbeet (aufgenommen am 24.03.2020 © David Prehsler)

Nach dem Pikieren der Pflanzen des Kalthauses am 7. April 2020 wurden diese im Freien im Anzuchtkasten aufgestellt. Bis zum 28. April 2020 sind die einzelnen Individuen sehr unterschiedlich gewachsen, aber hatten sehr lange, gut entwickelte Wurzeln im Verhältnis zu ihrer Größe. Zur selben Zeit waren die Außenbeet-Pflanzen noch sehr klein und hatten zum Teil ihr zweites Blattpaar entwickelt (Abbildung 15). Deswegen wurden diese erst deutlich später am 14. Juli bzw. 10. August 2020 pikiert.

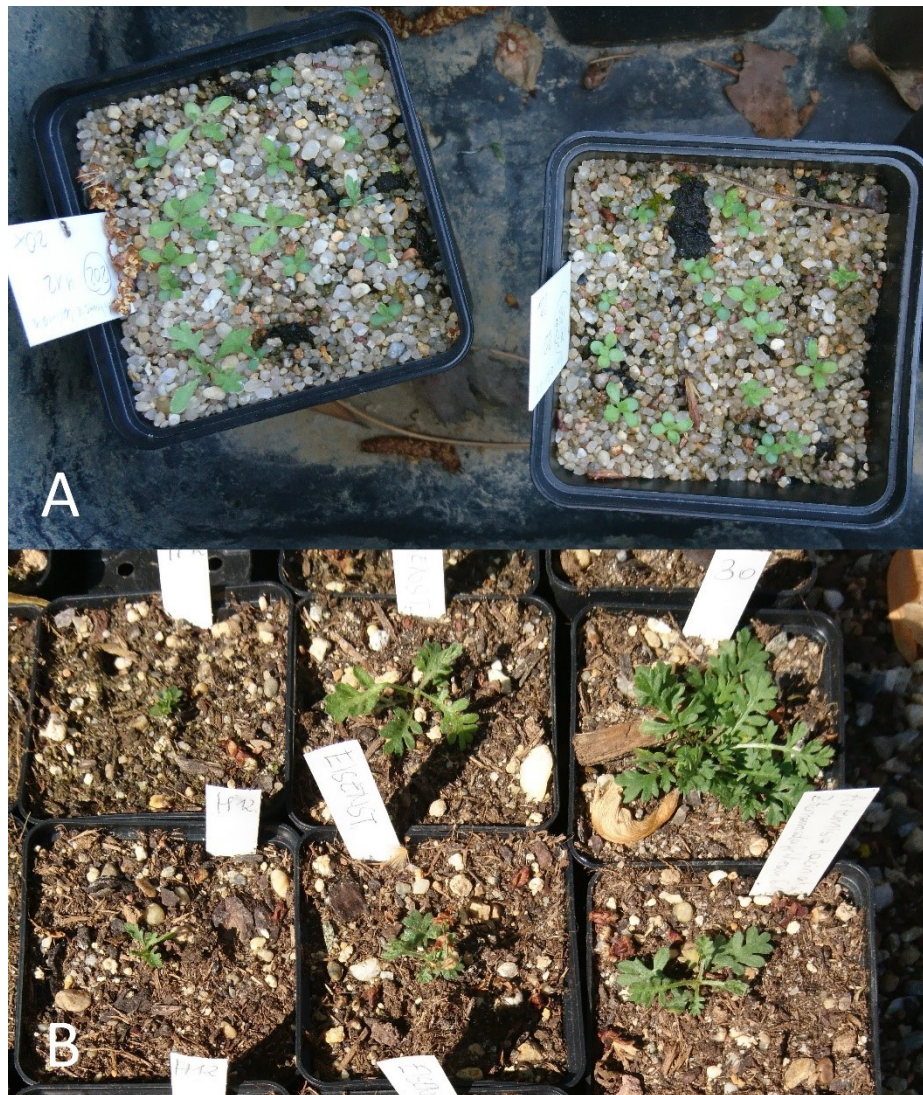


Abbildung 15 Einzelne Töpfe der Pflanzen des Kalthauses und Außenbeetes – A: Zwei Aussaat-Töpfe der Pflanzen des Außenbeetes; B: Einzelne Jungpflanzen unterschiedlicher Größe des Kalthauses (aufgenommen am 28.04.2020) © Thomas Pirker

Die Kalthaus- und Außenbeet-Pflanzen haben sich über den Sommer gut entwickelt. Vereinzelt wurden die Pflanzen von Schnecken angefressen, weswegen Schneckenkorn gestreut werden musste. Im September 2020 sind bei den Kalthaus-Pflanzen drei sehr kleine Pflanzen (von insg. 55 Pflanzen), vermutlich wegen zu viel Feuchtigkeit, abgestorben gewesen (Tabelle 8). Die Entwicklung der Jungpflanzen am Beispiel der Kalthaus-Pflanzen ist in nachfolgender Abbildung 16 zu sehen. Die einzelnen Jungpflanzen haben sich unterschiedlich gut entwickelt, mit zum Teil sehr großen, weit über den Topfrand hinausragenden Laubblättern.

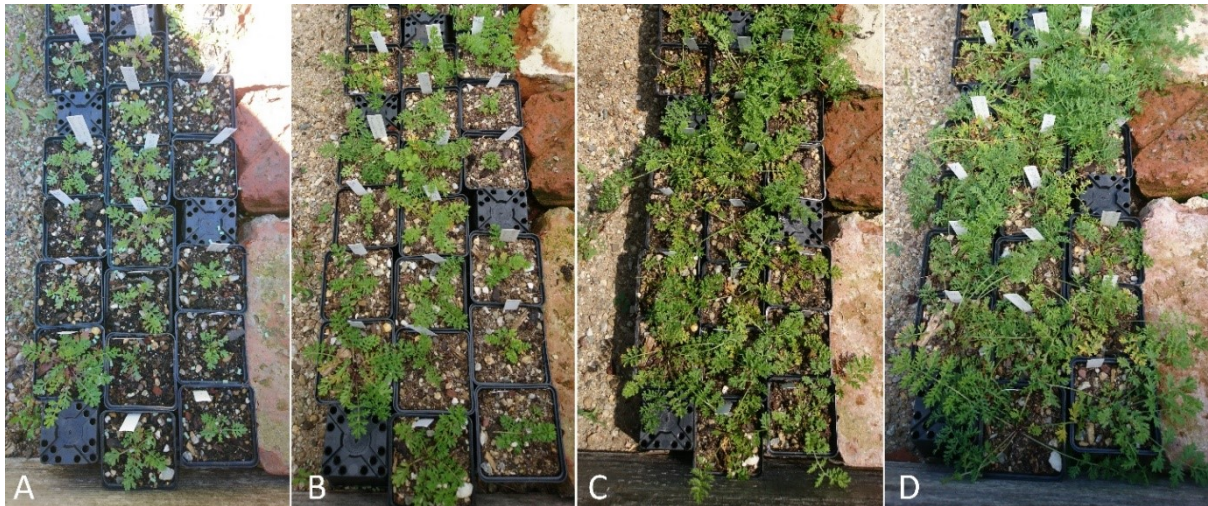


Abbildung 16 Entwicklung der Kalthaus-Pflanzen von Mai-August 2020 - Die Fotos zeigen einen Teil der Kalthaus-Jungpflanzen. Die umgedrehten Töpfe bilden die Trennung zwischen den Pflanzen verschiedener Nummern. A: aufgenommen am 26.05.2020; B: aufgenommen am 25.06.2020; C: aufgenommen am 24.07.2020; D: aufgenommen am 28.08.2020. © Thomas Pirker

Die 102 Außenbeet-Pflanzen waren im Vergleich zu den Kalthaus-Pflanzen kleiner, aber haben sich ebenso gut entwickelt und auch hier gab es einzelne größere Exemplare (Abbildung 17).

Für die Auspflanzung am 9. Oktober 2020 wurden 80 Pflanzen der Kalthaus- und Außenbeet-Pflanzen ausgewählt. Dabei wurden soweit möglich die kräftigsten Exemplare pro Pflanzen-Nummer genommen.

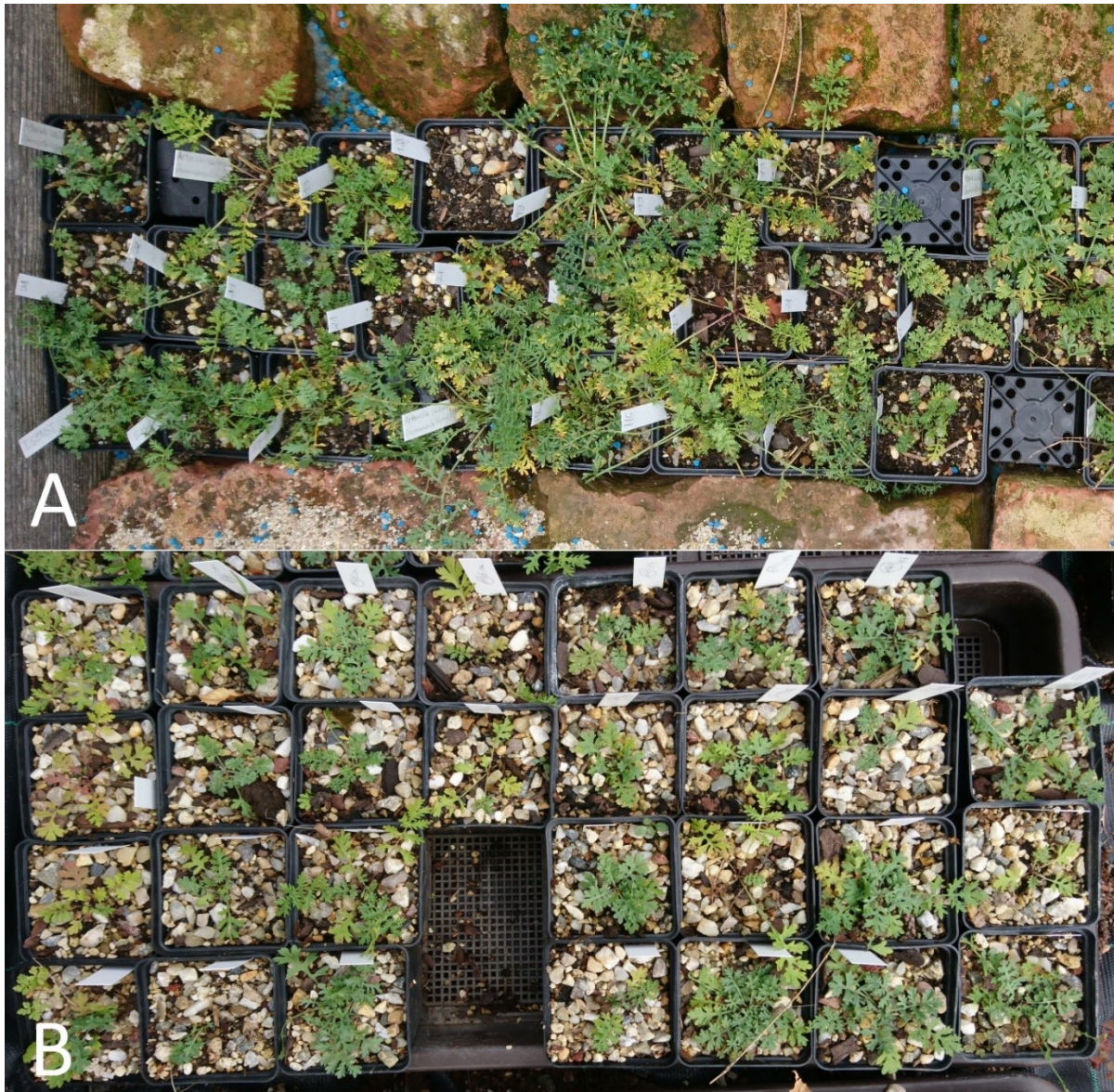


Abbildung 17 Vergleich zwischen einem Teil der Pflanzen der Vorzucht im Außenbeet und Kalthaus zwei Tage vor der Auspflanzung am 09.10.2020 – A: Ein Teil der Kalthaus-Pflanzen; B: Ein Teil der im Außenbeet vorgezogenen Pflanzen. (aufgenommen am 07.10.2020) © Thomas Pirker

5.4.2. Auspflanzen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen

Die im Botanischen Garten vorgezogenen Pflanzen wurden am 9. Oktober 2020 auf acht Standorten auf den Zitzmannsdorfer Wiesen ausgepflanzt (Abbildung 18). Pro Standort wurden insgesamt zehn Auspflanzstellen auf je fünf Maulwurfshügeln und fünf frischgegrabenen Löcher angelegt.



Abbildung 18 Auspflanz-Standort Z4A auf den Zitzmannsdorfer Wiesen (aufgenommen am 09.10.2020) - Die Stäbe mit den roten Kugeln markieren die einzelnen Auspflanz-Stellen © Thomas Pirker

Am 30. Oktober 2020 konnten 77 der 80 ausgepflanzte Pflanzen wiedergefunden werden und waren in einem guten Zustand. Beim Standort Z4A waren die Auspflanz-Stellen „1“ und „4“, beides Maulwurfshügel, frisch aufgegraben, aber die Pflanzen noch vorhanden und die Auspflanzstellen „5“ und „8“ (Maulwurfshügel) ebenfalls aufgegraben, aber die Pflanzen haben gefehlt. Beim Standort Z8 war die Auspflanzstelle „1“ (Maulwurfshügel) aufgegraben und von der Pflanze konnte nur ein einzelnes, loses Laubblatt gefunden werden. Vereinzelt waren Fraßschäden an den Pflanzen zu sehen.

Im Zuge der Winter-Aussaats am 18. Dezember 2020 konnten dieselben 77 von 80 Pflanzen gefunden werden. Die Laubblätter der Pflanzen waren braun und abgestorben, wie auch bei den Original-Pflanzen am Alt- und Neubestand. Die Auspflanzstellen waren intakt, nur die Etiketten waren vermehrt, vermutlich von Vögeln, hinausgezogen worden. Die einzelnen Pflanzen waren genauso fest im Boden verankert, wie sie bei der Auspflanzung eingesetzt wurden. Bei Standort Z4A war der Maulwurfshügel der Auspflanz-Stelle „4“ wieder frisch aufgegraben und die Pflanze vom Erdhügel bedeckt. Die Pflanze wurde freigelegt und war intakt. Ansonsten konnten keine Auffälligkeiten beobachtet werden.

5.5. Ernte der Achänen

Am 30. Oktober 2020 wurden auf den Zitzmannsdorfer Wiesen die Fruchtstände aller bekannten Bestände (Altbestand, Neubestand, in vitro 2018, Aussaat 2018) von *A. laciniata* geerntet. Damit ein Teil der Achänen auf der Fläche verbleibt, wurden im Zuge der Winter-Aussaats zusätzlich noch alle getrockneten Fruchtstände der „Aussaats 2018“-Fläche auf einer neu angelegten Aussaat-Fläche des Altbestandes ausgebracht.

Beim anschließenden Sortieren für die Trocknung im Botanischen Garten der Universität Wien konnten insgesamt 400 Fruchtstände gezählt werden. Die genaue Anzahl der Fruchtstände pro Individuum (Ausnahme: Bei der „Aussaat 2018“- Fläche wurde nur die Gesamtzahl der Fruchtstände aller Individuen auf dieser Fläche erfasst) ist in Tabelle 9 ersichtlich.

*Tabelle 9 Übersicht über die Anzahl der geernteten Fruchtstände - *Aussaat 2018: hier wurde die Gesamtzahl der Fruchtstände aller Individuen angegeben, da die einzelnen Individuen dieser Fläche nicht separat erfasst wurden.*

	Pflanzen- Nummer	Anzahl der Fruchtstände
Altbestand	1	2
	8	6
	15	5
	Aussaat 2018*	27
Neubestand	17	1
	18	22
	19	66
	20	43
	21	45
	22	11
	23	21
	26	31
	27	7
	28	60
	29	13
	30	14
	32	2
in vitro 2018	8.39	1
	9.74	4
	9.17	4
	9.73	3
	9.57	2
	9.40	1
	8.52	2
	8.44	3
	9.77	2
	8.43	1
	8.21	1
	Gesamtsumme	400

Der Großteil der Fruchtstände (FS) wurde beim Neubestand (im Durchschnitt 25,8 FS/Pflanze), gefolgt vom Altbestand (i. D. 4,3 FS/Pflanze) und der „in vitro 2018“-Fläche (i. D. 2,2 FS/Pflanze) geerntet. Unter den Pflanzen des Neubestandes gibt es sehr viele große Pflanzen (Blattrosetten mit 30 cm Durchmesser), die besonders viele Blütenstände ausgebildet haben. Die Pflanzen auf der „in vitro 2018“ Fläche waren noch recht klein und unterschiedlich gut

etabliert (siehe Kapitel 5.1.2.), deswegen konnten dort nur einzelne Fruchtstände geerntet werden.

In der nachfolgenden Tabelle 10 wurde die Anzahl der Blüten-/Fruchtstände des Alt- und Neubestandes den Zahlen aus den Vorjahren (2017-2019) gegenübergestellt. Die Daten aus den Jahren 2017-2019 stammen von A. Kodym und F. Schumacher.

Tabelle 10 Übersicht über die Anzahl der Frucht-/Blütenstände von Alt- und Neubestand (2017-2020) – Die fettgedruckte Linie bzw. die hellgraue Schattierung pro Spalte geben an, bis zu welcher Pflanzen-Nummer die einzelnen Individuen in diesem Jahr schon bekannt waren. Das Datum in Klammern gibt den Tag der Zählung der Blüten-/Fruchtstände an. Falls das jeweilige Individuum nicht gefunden wurde, ist dies in der Tabelle mit „-“ vermerkt. * Die Pflanze mit der Nr. 33 ist der letzte Neufund, aber wurde auf der Fläche des Altbestandes entdeckt.

	Pflanzen-Nr.	Anzahl der Frucht-/Blütenstände			
		2017 (10.11.2017)	2018 (20.07.2018)	2019 (06.11.2019)	2020 (30.10.2020)
Altbestand	1	7	9	0	2
	2	4	2	0	0
	3	1	3	2	0
	4	0	1	0	0
	5	0	3	0	0
	6	0	0	5	0
	7	-	1	0	-
	8	4	7	9	6
	9	1	1	2	0
	10	0	1	2	0
	11	0	-	-	-
	12	0	-	4	0
	13	2	2	1	0
	14	0	0	-	-
	15		1	0	5
	16		3	0	0
	33*				0
Neubestand	17		1	0	1
	18		24	6	22
	19		33	17	66
	20		28	12	43
	21		11	25	45
	22		17	0	11
	23		2	20	21
	24		1	0	0
	25		8	0	0
	26		12	11	31
	27		39	2	7
	28			24	60
	29			2	13
	30			3	14
	31				0
	32				2
Gesamtsumme:		19	210	147	349

Die Anzahl der Blütenstände (BS) hat ausgehend vom Jahr 2017 deutlich zugenommen, da sich einerseits die Anzahl der bekannten Individuen von 14 auf 33 mehr als verdoppelt hat und andererseits mit der Entdeckung des Neubestandes im Jahr 2018 einige große, kräftige Individuen hinzugekommen sind. Allgemein war die Anzahl der Blütenstände pro Individuum von Jahr zu Jahr sehr variabel. Die durchschnittliche Anzahl der Blütenstände pro Pflanze lag beim Altbestand bei 2,8 bis 4,3 und beim Neubestand mit seinen kräftigen Pflanzen bei 12,2 bis 25,8. Nicht alle Pflanzen kamen zur Blüte und auch hier variierten die Werte stark in den Vergleichsjahren (Tabelle 10 und 11).

Tabelle 11 Mittlere Anzahl der Blütenstände getrennt nach Alt- und Neubestand für die Jahre 2017-2020 – In der Tabelle sind pro Jahr jeweils für Alt- und Neubestand die mittlere Anzahl der Blütenstände pro blühender Pflanze, die Anzahl der zu dieser Zeit bekannten Pflanzen insgesamt und wie viele davon Blütenstände hatten, als auch die Gesamtzahl der Blütenstände aller Pflanzen mit Blütenständen angegeben. BS = Blütenstände.

	2017	2018	2019	2020
Altbestand				
Durchschnitt BS / Pflanze	3,2	2,8	3,6	4,3
Pflanzen mit BS / Pflanzen insg.	6/14	12/16	7/16	3/17
BS insgesamt	19	34	25	13
Neubestand				
Durchschnitt BS / Pflanze	-	16	12,2	25,8
Pflanzen mit BS / Pflanzen insg.	-	11/11	10/14	13/16
BS insgesamt	-	176	122	336

Als Vorbereitung für die Winter-Aussaat wurde ein Teil der geernteten Fruchtstände abgerebelt, um die Achänen von diesen zu trennen. Da diese Arbeit sehr zeitintensiv ist, war das Ziel von jeder Pflanzen-Nummer zumindest zehn Achänen für die Aussaat zu erhalten. Bis auf drei Pflanzen-Nummern (17, 22 und 9.77), bei denen keine Achänen zu finden waren, enthielten alle bearbeiteten Fruchtstände auch Achänen. Während bei einigen Pflanzen-Nummer die Fruchtstände sehr viele Achänen enthielten, gab es auch Pflanzen-Nummern bei denen, selbst nach langer Suche, nur einzelne Achänen zu finden waren (Tabelle 12). Als diese Arbeit verfasst wurde, waren, da dieser Vorgang so aufwendig ist, noch nicht alle Fruchtstände pro Pflanzen-Nummer abgerebelt und die Achänen noch nicht fertig ausgezählt. Es gab deswegen noch keine Zahlen, wie viele Achänen pro Pflanzen-Nummer bzw. insgesamt im Zuge dieser Ernte gewonnen werden konnten.

Tabelle 12 Übersicht über die Anzahl der geernteten Fruchtstände und ob diese Achänen enthielten - *Aussaat 2018: hier wurde die Gesamtzahl der Fruchtstände aller Individuen angegeben, da die einzelnen Individuen dieser Fläche nicht separat erfasst wurden. Pflanzen-Nummern, die besonders viele Achänen enthielten, sind in der Spalte „Achänen vorhanden“ mit einem „+“ markiert. Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit waren noch nicht alle Achänen von den Fruchtständen ausgelöst und ausgezählt. Es ist deshalb nicht auszuschließen, dass bei einzelnen Pflanzen-Nummern doch noch Achänen gefunden werden könnten.

	Pflanzen- Nummer	Anzahl der Fruchtstände	Achänen vorhanden
Altbestand	1	2	ja
	8	6	ja
	15	5	ja
	Aussaat 2018*	27	ja ⁺
Neubestand	17	1	nein
	18	22	ja ⁺
	19	66	ja ⁺
	20	43	ja ⁺
	21	45	ja ⁺
	22	11	nein
	23	21	ja
	26	31	ja
	27	7	ja
	28	60	ja
	29	13	ja ⁺
	30	14	ja ⁺
	32	2	wenige
in vitro 2018	8.39	1	ja
	9.74	4	ja
	9.17	4	ja
	9.73	3	ja ⁺
	9.57	2	ja ⁺
	9.40	1	wenige
	8.52	2	wenige
	8.44	3	ja
	9.77	2	nein
	8.43	1	wenige
	8.21	1	ja ⁺
	Gesamtsumme	400	

Da die die Strümpfe bei der Ernte und beim anschließenden Sortieren für die Trocknung sehr nass waren und die Achänen sehr klein sind, konnte nicht festgestellt werden, ob Achänen abgefallen sind, die von den Strümpfen aufgefangen worden wären.

Neben der unterschiedlichen Menge der Achänen konnten bezüglich der Form der Achänen zwei Typen von Achänen optisch unterschieden werden: Einerseits kleinere, rundliche Achänen mit eher stumpfer Achänenspitze und andererseits größere, eher längliche und deutlich gestreifte Achänen mit spitz auslaufender Achänenspitze. Auch bei der Farbe der

Fruchtstände waren Unterschiede zu verzeichnen, dabei reichte das Spektrum von frisch grün bis gelb-grün und braun. Bei den Fruchtständen, die Achänen enthielten, waren alle Farbvarianten der Fruchtstände vertreten. Die festgestellten Unterschiede könnten auf unterschiedliche Reifegrade zum Zeitpunkt der Ernte zurückzuführen sein oder Variationen innerhalb der Art darstellen.

5.6. Winter-Aussaat

Die Ergebnisse der Aussaat vom 18. Dezember 2020 auf den Aussaat- und Auspflanz-Standorten bzw. der neuen Aussaat-Fläche des Altbestandes lagen zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit noch nicht vor.

5.7. Mähversuche im Gartenbeet des UZA II

Für die Mähversuche im Garten des Departments für Pharmakognosie der Universität Wien wurde über acht Wochen je 12 Pflanzen (insgesamt 96 Pflanzen) auf die bei der Mahd auf den Zitzmannsdorfer Wiesen übliche Höhe von 8 cm zurückgeschnitten. Vor dem Rückschnitt wurde die Höhe der Pflanzen und ob diese bereits Blütenstände (BS) hatten erfasst. Bei den 12 Pflanzen der Kontrollgruppe wurden die Höhe und das Vorhandensein von Blütenständen jede Woche erfasst. In der nachfolgenden Tabelle 13 sind die Anzahl der Pflanzen mit Blütenständen (absolut und prozentuell) und die mittlere Höhe der Pflanzen der Versuchsgruppen und der Kontrollgruppe aus den acht Versuchswochen (12. Juni – 31. Juli 2020) gegenübergestellt.

Tabelle 13 **Vergleich zwischen den Versuchspflanzen und der Kontrollgruppe in den acht Versuchswochen** – Es wurden die Werte der 12 Pflanzen der jeweiligen Versuchswoche (Woche 1 – 8) vor dem Rückschnitt und der Kontrollgruppe verglichen. Die Spalte „Pflanzen mit BS“ (BS = Blütenstände) gibt an wie viele der 12 Pflanzen vor dem Rückschnitt Blütenstände hatten bzw. in der Kontrollgruppe wie viele in dieser Woche Blütenstände hatten.

		Pflanzen vor Rückschnitt			Kontrolle		
		Pflanzen mit BS		mittlere Höhe [cm]	Pflanzen mit BS		mittlere Höhe [cm]
		Anzahl	%		Anzahl	%	
Rückschnitt	Woche 1 (12.06.20)	0	0	17,9	0	0	17,3
	Woche 2 (19.06.20)	7	58,3	27,1	6	50	23
	Woche 3 (26.06.20)	7	58,3	28,8	8	66,7	30
	Woche 4 (03.07.20)	11	91,7	34,3	10	83,3	33,4
	Woche 5 (10.07.20)	11	91,7	38,9	10	83,3	44
	Woche 6 (17.07.20)	11	91,7	48,5	11	91,7	45
	Woche 7 (24.07.20)	10	83,3	47,3	11	91,7	49,6
	Woche 8 (31.07.20)	10	83,3	51,3	11	91,7	53

Die Anzahl der Pflanzen mit Blütenständen als auch die mittlere Höhe nahm bei den Pflanzen der Versuchsgruppe von Woche 1 - 6 zu (in der Versuchsgruppe sind das im Gegensatz zur Kontrollgruppe jede Woche 12 andere Pflanzen!). Von Woche 4 - 6 hatten jeweils 11 von 12 Pflanzen (91,7 %) in der Versuchsgruppe Blütenstände. In der Kontrollgruppe nahm die Anzahl der Pflanzen mit Blütenständen bis Woche 6 zu und erreichte dort die höchste Anzahl von ebenfalls 11 von 12 Pflanzen (91,7 %) mit Blütenständen. In der Kontrollgruppe nahm der Wert der mittleren Höhe der Pflanzen bis zur Woche 8 zu und erreichte in dieser Woche mit 53 cm den höchsten Wert. In der Versuchsgruppe verhielt sich das bezüglich der mittleren Höhe der Pflanzen ähnlich (Tabelle 13). Man kann also davon ausgehen, dass die Kontrollgruppe repräsentativ ist.

In Anschluss an die Versuchswochen fand das Monitoring (31. Juli – 2. Oktober 2020) statt, bei dem die Anzahl der Blütenstände je Pflanze und die Höhe aller Pflanzen erfasst wurden. Nachfolgend sind in Abbildung 19 für die Kontrollgruppe die Werte der mittlere Höhe der Pflanzen und der Anteil der Pflanzen mit Blütenständen vom Beginn des Versuches am 12. Juni bis zum Ende des Monitorings am 2. Oktober dargestellt.

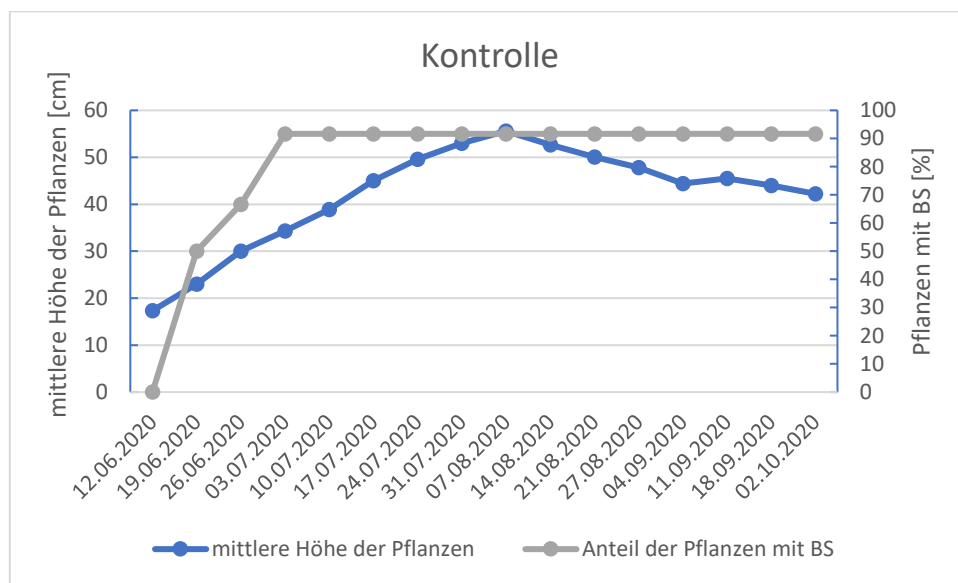


Abbildung 19 Anteil der Pflanzen mit Blütenständen und mittlere Höhe der Pflanzen der Kontrollgruppe – Die Daten umfassen den gesamten Zeitraum von Beginn des Versuches (12. Juni 2020) bis zum Ende des Monitorings (2. Oktober 2020). BS = Blütenstände

Die mittlere Höhe der Rosettenpflanzen der Kontrollgruppe stieg bis zum 7. August durch Zuwachs der Blütenstände kontinuierlich an und erreichte dort mit 55,6 cm den höchsten Wert. Danach sank die mittlere Höhe bis zum 2. Oktober auf 42,3 cm ab, da einige Blüten-/Fruchtstände im Laufe der Zeit umgefallen oder umgeknickt waren. Der Anteil der Pflanzen mit Blütenständen nahm bis zum 3. Juli (= Versuchswoche 4) zu und blieb bis zum Ende des Monitorings auf dem Wert von 91,7 % (= 11 von 12 Pflanzen) (Abbildung 19).

Bei den Pflanzen der Versuchsgruppen (Woche 1 - 8) nach dem Rückschnitt nahm die mittlere Höhe der Pflanzen bis zum 21. August zu und ab 4. September aus den oben erwähnten Gründen wieder ab. Die mittlere Höhe der Pflanzen der Kontrollgruppe wird dabei von keiner der Versuchsgruppen erreicht. Während die Pflanzen, die in Woche 1 - 3 zurückgeschnitten wurden, eine mittlere Höhe von über 30 cm und die Pflanzen von Woche 4 - 6 eine mittlere Höhe von über 20 cm erreichten, hatten die Pflanzen der Versuchswoche 7 und 8 nur mehr eine mittlere Höhe von unter 20 cm erreicht (Abbildung 20). Die Blütenstände waren damit deutlich kürzer als bei der Kontrollgruppe.

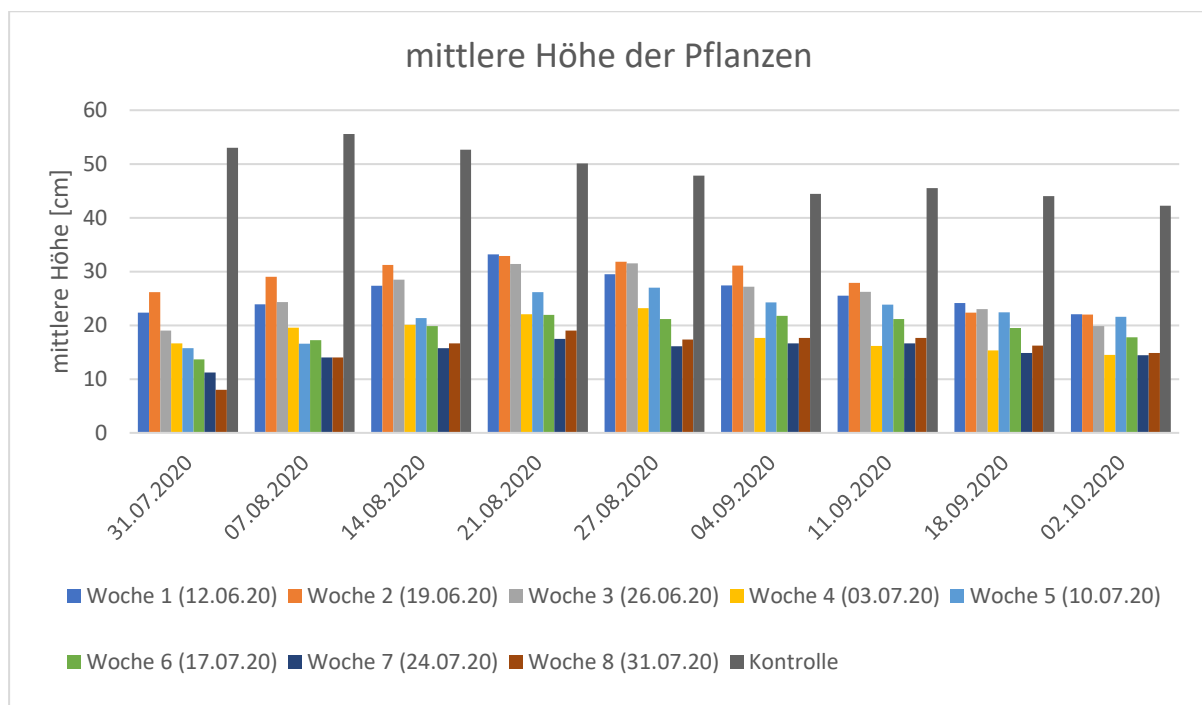


Abbildung 20 Mittlere Höhe der Pflanzen der Versuchsgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe im Zeitraum des Monitorings (31.07.-02.10.2020) – In der Legende gibt das Datum in Klammer bei Woche 1 - 8 das Datum des Rückschnittes der jeweiligen Woche an.

Zum Beginn des Monitorings am 31. Juli hatten bereits 11 von 12 Pflanzen (91,7 %) der Kontrollgruppe Blütenstände und damit den höchsten Wert erreicht. Bei den Pflanzen der Versuchsgruppe nahm die Zahl der Blütenstände zu. Deutlich zu sehen war, dass am Ende des Monitorings die Anzahl der Pflanzen mit Blütenständen umso höher war, je früher der Rückschnitt stattgefunden hatte. Wobei jeweils die Wochen 1 und 2, Wochen 3 und 4, Wochen 5 und 6 und Wochen 7 und 8 ähnliche Ergebnisse lieferten (Abbildung 21).

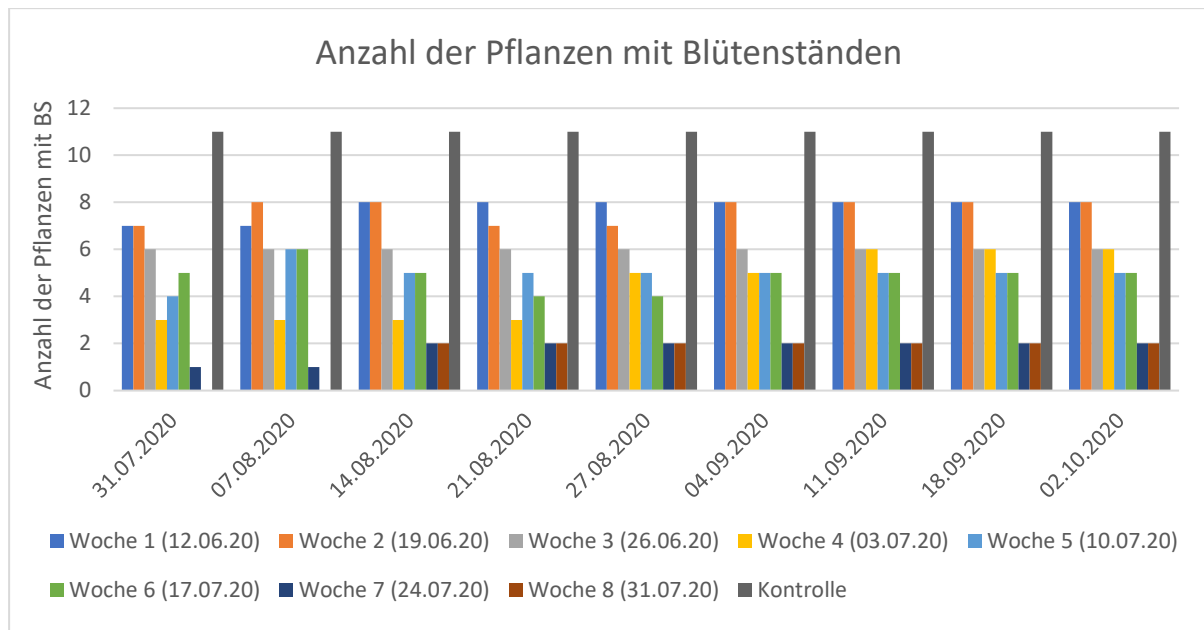


Abbildung 21 Anteil der Pflanzen mit Blütenständen der Versuchsgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe im Zeitraum des Monitorings (31.07.-02.10.2020) – In der Legende gibt das Datum in Klammer von Woche 1 - 8 das Datum des Rückschnittes in der jeweiligen Woche an. BS = Blütenstände.

Die ersten Blütenstände konnten am 19. Juni in der Kontrollgruppe und die ersten blühenden Blütenstände konnten am 21. August beobachtet werden. Die Blütezeit erstreckte sich in der Kontrollgruppe von 21. August bis 2. Oktober. Bei den Pflanzen, die in Wochen 1-6 zurückgeschnitten wurden, war der Beginn der Blütezeit eine Woche (27.08.) und bei den Pflanzen aus Woche 7 und 8 um zwei Wochen (04.09.) später. Von 27. August-18. September war die Hauptblüte in der Kontrollgruppe und von 4.-18. September in den Versuchsgruppen zu verzeichnen, da hier bis auf einzelne alle Blütenstände (172 von 175, Stand 18. September) geblüht hatten. Danach begannen die ersten Blütenstände zu verblühen und am 2. Oktober war der Großteil der Blütenstände (163 von 174 Blütenstände) in allen Gruppen verblüht (Abbildung 24). Der Verlauf der Blüte für die Kontrollgruppe ist in Abbildung 22 zu sehen.

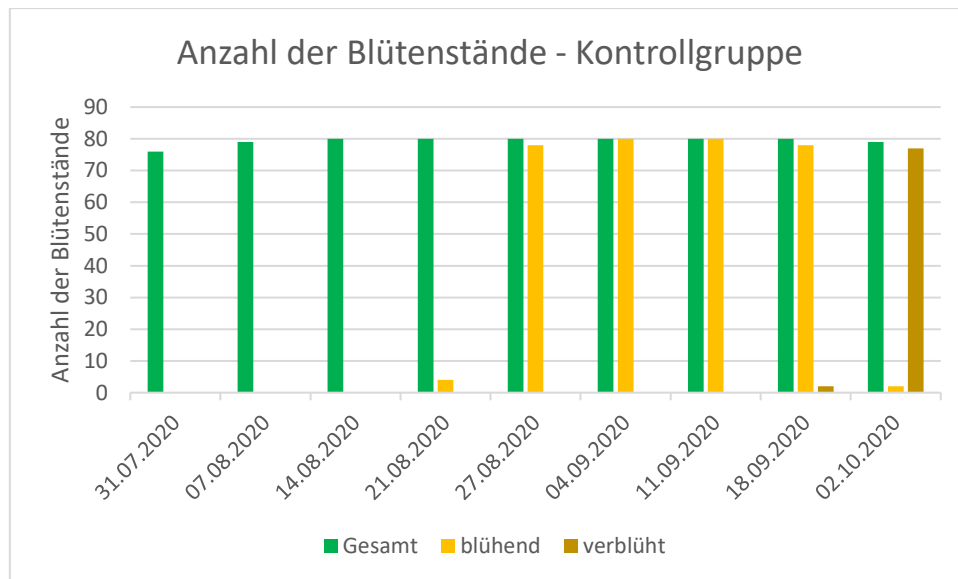


Abbildung 22 Anteil der blühenden bzw. verblühten Blütenstände im Vergleich zur Gesamtzahl der Blütenstände der Kontrollgruppe – Dargestellt ist der Zeitraum des Monitorings von 31.07.-02.10.2020.

In der nachfolgenden Tabelle 14 sind die Unterschiede zwischen den acht Versuchsgruppen und der Kontrollgruppe hinsichtlich des Anteils der Pflanzen mit Blütenständen und der Anzahl der Blütenstände in der letzten Woche der Hauptblüte zu sehen.

Tabelle 14 Vergleich zwischen den Versuchspflanzen und der Kontrollgruppe mit Stand 18. September 2020 – BS = Blütenstände. * Ein Blütenstand war zu diesem Zeitpunkt schon verblüht.

		Pflanzen mit BS		BS Anzahl	BS blühend Anzahl
		Anzahl	%		
Rückschnitt	Woche 1 (12.06.20)	8	66,7	18	18
	Woche 2 (19.06.20)	8	66,7	18	18
	Woche 3 (26.06.20)	6	50,0	19	19
	Woche 4 (03.07.20)	6	50,0	13	13
	Woche 5 (10.07.20)	5	41,7	8	8
	Woche 6 (17.07.20)	5	41,7	9	8*
	Woche 7 (24.07.20)	2	16,7	3	3
	Woche 8 (31.07.20)	2	16,7	7	7
Kontrolle		11	91,7	80	78

Mit Stand 18. September hatten 11 von 12 Pflanzen (91,7 %) der Kontrollgruppe insgesamt 80 Blütenstände, von welchen 78 in Blüte waren. Bei den Pflanzen der Versuchsgruppen war die Anzahl der Pflanzen mit Blütenständen umso geringer, je später der Rückschnitt stattgefunden hat. Die Anzahl der Blütenstände war ebenfalls stark vom Zeitpunkt des Rückschnittes abhängig. Schon ein Rückschnitt Mitte Juni hatte große Auswirkungen auf die Entwicklung der Pflanzen. Um 1/4 weniger Pflanzen entwickelten Blütenstände und die Anzahl der

Blütenstände war auf knapp 1/4 reduziert im Vergleich zur Kontrollgruppe. Während die Pflanzen, die in Woche 3 und 4 zurückgeschnitten wurden, noch zur Hälfte Blütenstände ausbildeten, waren es bei den Pflanzen, deren Rückschnitt in Woche 7 und 8 stattgefunden hatte, nur noch 2 von 12 Pflanzen. Alle Blütenstände kamen zur Blüte, unabhängig davon, wann sie gebildet wurden. Die Pflanzen aus den Wochen 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6 und 7 und 8 verhalten sich ähnlich (Tabelle 14).



Abbildung 23 Blütenstand von einer Pflanze aus Rückschnitt-Woche 3 (26.06.20) – aufgenommen am 04.09.2020 (links) bzw. 18.09.2020 (rechts) © Thomas Pirker



Abbildung 24 Pflanzen der Mähversuche im Beet Nr. 2 - A: am Beginn des Monitorings (aufgenommen am 31.07.2020), B: zu Beginn der Hauptblüte (aufgenommen am 04.09.2020), C: am Ende des Monitorings, wo der Großteil der Blütenstände verblüht war (aufgenommen am 02.10.2020), D: bei der Kontrolle der Fruchtstände auf Achänen (aufgenommen am 29.10.2020) © Thomas Pirker

Die Fruchtstände wurden am 29. Oktober bzw. 6. November 2020 auf das Vorhandensein von Achänen kontrolliert. Sobald ein Fruchtstand pro Pflanze Achänen enthielt, wurde diese Pflanze als „Achänen vorhanden“ gewertet. In der Kontrollgruppe wurden bei 10 von 11 Pflanzen (90,9 %) mit Fruchtständen Achänen gefunden. Bei den Pflanzen der Versuchsgruppen hatten 36 von 38 Pflanzen (94,7 %) mit Fruchtständen Achänen ausgebildet.

5.8. Ex situ-Konservierung: Bestandsaufnahme der Lebendsammlung

Am 9. Juni 2020 wurde eine Bestandsaufnahme der Lebendsammlung von *A. laciniata* im Botanischen Garten der Universität Wien durchgeführt. Als die Sammlung im Jahr 2006 angelegt wurde gab es 20 Individuen, die von den Achänen eines Individuums abstammten. Ein Teil der 20 Individuen wurde im Lauf der Zeit über Stecklinge vermehrt. Zum Zeitpunkt der Bestandsaufnahme 2020 bestand die Lebendsammlung aus 66 Pflanzen. Die Pflanzen befanden sich einzeln in 7 x 7 cm Töpfen und waren alle in gutem Zustand. In Tabelle 15 ist ersichtlich, wie viele stecklingsvermehrte Pflanzen von den jeweiligen Ursprungspflanzen vorhanden sind.

Tabelle 15 Übersicht über die Anzahl der Pflanzen der verschiedenen Individuen der Lebendsammlung von *A. laciniata* –
Die Individuum-Nummer besteht aus a) der Anbaunummer bestehend aus dem Gattungsnamen („AR“ = *Artemisia*), der Jahreszahl des Anbaus („06“ = 2006), dem Ort zur Zeit des Anbaus im Botanischen Garten der Universität Wien („E“ = Experimentalgarten) und „0001“, da die Achänen von einem Individuum stammen und b) der Nummer der ursprünglichen Individuen (1-20) von 2006.

Individuum-Nummer	Anzahl
AR06E 0001/1	12
AR06E 0001/3	9
AR06E 0001/4	3
AR06E 0001/7	1
AR06E 0001/12	6
AR06E 0001/14	3
AR06E 0001/16	5
AR06E 0001/18	16
AR06E 0001/19	10
AR06E 0001/20	1
Summe	66

Die Zahl der unterschiedlichen Ausgangsindividuen inkl. ihrer jeweiligen Nachkommen hat im Lauf der Zeit stark abgenommen, da es 2014 nur noch 11 der ursprünglichen 20 Individuen gab. 2016 reduzierte sich die Anzahl der in der Lebendsammlung vertretenen Nachkommen der Ausgangsindividuen abermals, und zwar auf 10 der ursprünglichen 20 Individuen. Bei der Bestandsaufnahme 2020 waren Pflanzen von ebendiesen 10 Individuen weiterhin vorhanden (Tabelle 15 und Abbildung 25).



Abbildung 25 Lebendsammlung von *A. laciniata* am Tag der Bestandsaufnahme im Botanischen Garten der Universität Wien - aufgenommen am 09.06.2020 © Thomas Pirker

6. Diskussion

Das Monitoring hat gezeigt, dass die Bestände auf den Zitzmannsdorfer Wiesen sich in unterschiedlich gutem Zustand befinden.

Die Pflanzen des Altbestandes sind in schlechterem Zustand, da dieser Standort als einzig bekannter Standort bis zur Entdeckung des Neubestandes 2018 besonders stark geschützt wurde und deswegen zumindest für ein paar Jahre keine Mahd zugelassen wurde. Das führte dazu, dass die Pflanzen 2015 bei der ersten Besichtigung durch A. Kodym und E. Köllner von der umgebenden Vegetation der Wiese überwachsen waren und so einem höheren Konkurrenzdruck ausgesetzt waren. Durch die daraus resultierenden schlechten Lichtverhältnisse waren sie stark etioliert. Schon im nächsten Jahr hatte sich der Zustand durch das Freilegen der Pflanzen verbessert. Besonders bei diesem Standort ist eine Anpassung des Mahdregimes notwendig, um die Entwicklung der Pflanzen zu unterstützen.

Der Neubestand hingegen besteht aus vielen großen, gut entwickelten Individuen, die vermutlich von der regelmäßigen Mahd vor der Entdeckung profitiert haben und sich so besser entwickeln konnten. Mit den im Zuge der Arbeit drei neu gefundenen Pflanzen sind auf diesen beiden Standorten gemeinsam insgesamt 33 Individuen bekannt.

Die Aussaat und Auspflanzungen im Jahr 2018/19 waren ein erster Erfolg bezüglich der Erweiterung der Population. Die Aussaat auf der Fläche des Altbestandes von 2018 brachte 2020 mindestens 24 gut entwickelte Pflanzen hervor, welche im selben Jahr die ersten Blütenstände entwickelten. Von den aus in vitro Vermehrung stammenden Pflanzen, die 2018 ausgepflanzt wurden, waren beim Monitoring im Jahr 2020 73 von ursprünglich 97 Pflanzen vorhanden, und mehr als die Hälfte dieser waren in einem sehr guten Zustand. Der Zustand der Pflanzen verbesserte sich von Transekt 1 zu 4 und der Großteil der Pflanzen in sehr gutem Zustand befand sich in den beiden Transekten 3 und 4. Dieser positive Trend war unabhängig von der Größe der Pflanzen bei der Auspflanzung und dürfte vermutlich auf unterschiedliche Bodenbedingungen zurückzuführen sein, die die Entwicklung der Pflanzen beeinflusst haben.

Wie wichtig der Erhalt der Population auf den Zitzmannsdorfer Wiesen im Kontext des Erhalts der genetischen Variation der Gesamtart ist, haben Untersuchungen zur genetischen Vielfalt durch die Arbeitsgruppe Plant Ecological Genomics am Department für Botanik und Biodiversitätsforschung der Universität Wien (Prof. Dr. Ovidiu Paun, unveröffentlichte Daten) gezeigt. In der Studie wurde Pflanzenmaterial von der Population auf den Zitzmannsdorfer Wiesen und der ex situ-Sammlung im Botanischen Garten der Universität Wien mit Herbarmaterial von Wildpopulationen aus Asien (Russland, Mongolei), erloschenen Standorten in Deutschland und dem erloschenen Standort in Lasse, NÖ verglichen. Es hat sich gezeigt, dass die Population auf den Zitzmannsdorfer Wiesen, trotz der geringen Individuenzahl, einen geringen Inzucht-Faktor und damit eine hohe genetische Diversität aufweist. Die genetische Diversität ist dabei ähnlich hoch wie von den Wildpopulationen in

Asien und höher im Vergleich zu den erloschenen Populationen. Außerdem besteht eine deutliche genetische Differenzierung zu den Populationen in Asien.

Die Suche nach neuen Pflanzen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen gestaltete sich trotz mehrerer Hinweise auf damals bekannte Fundorte (Kasy 1961, Melzer 1955) als sehr schwierig. Zum Zeitpunkt der Suche sollten die Pflanzen schon stark genug ausgetrieben sein, aber gleichzeitig die Wiese noch nicht zu hoch gewachsen sein, da sonst die gefiederten Laubblätter von *A. laciniata* leicht zu übersehen sind. Bei der fußläufigen Suche am 26. Mai 2020 war die Wiese schon recht hoch und dicht gewachsen, sodass sehr kleine Exemplare fast unmöglich zu finden waren und auch sehr große Exemplare aufgrund der Größe des Gebietes übersehen werden konnten. Der Fund der kompakten Fläche des Neubestandes im April 2018 veranschaulicht, wie leicht zu übersehen die Pflanzen sind. Damals wurden von A. Kodym, H. Lehner und F. Schumacher zwölf neue Individuen auf einer Fläche südwestlich des Altbestandes gefunden, die jedes Mal am Weg zum Altbestand zu verschiedenen Zeiten im Jahr durchschritten wurde; trotzdem blieben diese teils sehr großen Exemplare bis dahin verborgen.

Eine recht neue Möglichkeit für die Suche nach Pflanzen bieten Drohnen, da diese mittlerweile auch für Privatpersonen erschwinglich sind und dabei hochaufgelöste Bilder liefern. Der Einsatz von Drohnen für die Suche von gefährdeten Pflanzenarten wurden am National Tropical Botanical Garden (NTBG) auf Kaua'i (Hawaii) erfolgreich durchgeführt (Nyberg 2019). Speziell für die Suche nach Pflanzen in abgelegenen und schwer erreichbaren Gebieten wurden Drohnen eingesetzt. So konnten drei Individuen von der ausgestorben geglaubten endemischen *Hibiscadelphus woodii* gefunden werden. Außerdem wurden dort die Drohnen auch zum Monitoring und Kartieren von Vorkommen von mehreren anderen Pflanzenarten, als auch zum Kartieren von Botanischen Gärten selbst verwendet (Nyberg 2019). In der Arbeit von Valente et al. (2019) wurde *Rumex obtusifolius* als Beikraut auf Wiesen anhand von Orthofotos (Auflösung 6 mm/Pixel) erfolgreich detektiert. Die Aufnahmen dafür wurden mit einer Drohne gemacht, und auf dem daraus berechneten Orthofoto mittels machine learning auf Basis künstlicher neuronaler Netze klassifiziert. Allerdings setzt sich *R. obtusifolius* aufgrund der deutlich größeren Blätter besser als *A. laciniata* von der umliegenden Vegetation ab. In der Publikation von Cruzan et al. (2016) konnte gezeigt werden, dass mit Hilfe von Drohnen in vergleichsweise kurzer Zeit große Areale erfasst werden können, um aus den daraus resultierenden Orthofotos und digitalen Höhenmodellen Habitatkarten zu erstellen. Auch die Verteilung einzelner Arten, vorausgesetzt Merkmale dieser setzen sich ausreichend von der umgebenden Vegetation ab, konnten so gewonnen werden.

Die im April 2020 von Dr. Michael Kuttner (Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel) durchgeführten Drohnenflüge auf den Zitzmannsdorfer Wiesen sollten die Basis für das Auffinden von neuen Exemplaren von *A. laciniata* bilden. Beim ersten Befliegungsversuch am 8. April 2020 war die Wiese aufgrund des fehlenden Niederschlags eintönig braungelb und es gab kaum Austrieb, darum wurden die Referenzplots am 20. April 2020 nochmal befliegen. Obwohl die Wiese mittlerweile schon saftiger und die Pflanzen stärker am Austreiben waren, konnten die Exemplare von *A. laciniata* visuell auf den Orthofotos der Referenzplots nicht

erkannt werden. Die Pflanzen waren einerseits zu klein und die Laubblätter andererseits zu fein gefiedert, um sich von der restlichen Vegetation ausreichend abzuheben. Damit war eine automatische Bildklassifikation anhand der Referenzplots nicht möglich. Außerdem wäre es für die Suche nach potenziellen Standorten in zufällig ausgewählten Wiesenarealen nötig gewesen, diese in einer größeren Flughöhe (88 m statt 10 m) und damit geringeren Auflösung (2,5 cm/Pixel statt 3,5 mm/Pixel), als die Referenzplots aufgenommen wurden, zu befliegen. Da in der niedrigsten Flughöhe und damit höchsten Auflösung mit einer Akkuladung maximal eine Fläche von 10 000 m² befliegen werden kann. Auch die aus den Flugdaten erstellten digitalen Geländemodelle lieferten keine verwertbaren Zusatzparameter, die für die Suche genutzt werden konnten. Eine Möglichkeit wäre, bei zukünftigen Drohnenflügen einen Multispektralsensor zu verwenden, da sich Blätter von *A. laciniata* durch ihren Blaustich, auf den Aufnahmen vermutlich besser abgrenzen lassen würden. Ein Hindernis könnte dabei die feine Fiederung der Blätter sein, da die Auflösung im Vergleich zu RGB Sensoren geringer ist.

Für die Frühljahrsaussaat wurden am 5. März 2020 auf vorjährigen Maulwurfshügeln insgesamt 200 Achänen ausgesät. Erst im Zuge der dritten Zählung am 9. Oktober 2020 konnte ein einziger Keimling von *A. laciniata* gefunden werden. Es ist nicht ganz auszuschließen, dass es womöglich noch mehr Keimlinge gab, da nur vier von acht Standorten mit Hilfe der GPS-Koordinaten gefunden werden konnten. Die Lösung für dieses Problem könnte der Einsatz eines GPS-Empfängers mit einer Genauigkeit im Dezi- bis Zentimeter-Bereich sein, damit könnten nicht nur die Standorte, sondern auch die einzelnen Aussaatstellen, ohne diese extra zu markieren, genau geortet werden.

Die von A. Kodym und F. Schumacher im Februar 2018 durchgeführte Aussaat auf der Fläche des Altbestandes war mit 120 Keimlingen im Juni 2018 auf einer Fläche von 1 m² erfolgreich und am 15. Juli 2020 konnten 24 gut etablierte Pflanzen gezählt werden. Eine mögliche Ursache für den geringen Keimerfolg bei der Frühljahrsaussaat 2020 könnte der gut ein Monat spätere Aussaat-Termin sein, da die Aussaat 2018 schon am 1. Februar stattgefunden hatte. Hinzukommt, dass von Jänner - April 2020 die Monatssummen des Niederschlages deutlich niedriger waren als 2018, aber die mittlere Lufttemperatur im Februar und März 2020 höher als 2018 und es damit für die Keimung womöglich zu trocken war. Bei der Aussaat von 2018 konnte beobachtet werden, dass die Achänen vermehrt am Rand gekeimt haben. Es ist möglich, dass die umliegende Wiese hier einen gewissen Schutz vor Wettereinflüssen geboten hat und dass die Achänen bei der Aussaat in der Mitte der Maulwurfshügel zu exponiert waren. Die Maulwurfshügel trocknen durch die stärkere Sonnenexposition wahrscheinlich auch schneller als die umliegende Wiese aus.

Für die Winter-Aussaat Mitte Dezember 2020 wurden die Achänen auf frisch in der Wiese gegrabenen Löchern ausgesät und insgesamt 400 Achänen ausgebracht. Da die Ergebnisse der Winter-Aussaat zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit noch nicht vorlagen, konnten diese noch nicht als Vergleich herangezogen werden. Es könnte aber sein, dass die Achänen einer Kälteperiode ausgesetzt werden müssen, um die Keimruhe zu überwinden und deswegen bei einer Aussaat im Winter der Keimerfolg im Vergleich zu einer Frühljahrsaussaat höher ist. Dies könnte Gegenstand zukünftiger Untersuchungen sein, ob durch Stratifikation

der Achänen der Keimerfolg erhöht werden kann, da leider keine Publikationen, die einen solchen Zusammenhang bei anderen Arten der Gattung *Artemisia* belegen, gefunden werden konnten.

Zusätzlich zur Frühljahrsaussaat wurden im Oktober 2020 insgesamt 80 Pflanzen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen ausgepflanzt. Die Achänen für die Vorzucht der Pflanzen wurden am 30. Jänner 2020 im Botanischen Garten der Universität Wien ausgesät. Ein Teil davon wurde zu Beginn frostfrei im Kalthaus vorgezogen und der andere Teil war durchgehend in Töpfen im Außenbeet im Freien. Während bei den Pflanzen des Kalthauses der erste Keimling schon am 6. Februar beobachtet werden konnte, war das bei den Pflanzen im Außenbeet erst ein Monat später, am 10. März, der Fall. Deswegen konnten die Pflanzen des Kalthauses früher als die Pflanzen des Außenbeetes pikiert werden. Die durchschnittliche Keimrate bei allen angebauten Achänen war im Außenbeet mit 73,6 % höher als bei den Achänen des Kalthauses mit 47,3 %. Welche der beiden Varianten man bei zukünftigen Vorzuchten verwendet, ist vom Ziel abhängig, je nachdem, ob man die Pflanzen möglichst natürlich vorziehen möchte, oder man die frühere Keimung durch die frostfreie Vorzucht nutzen möchte, um möglichst schnell viele Pflanzen zu erhalten. In beiden Fällen haben sich die Pflanzen gut entwickelt und es hat sich bestätigt, was schon von Kasy (1978) erwähnt wurde, dass sich *A. laciniata* leicht aus Achänen vermehren lässt. Möglicherweise könnte, wie schon bei der Frühljahrsaussaat vermutet, durch Stratifikation der Achänen die Keimrate bei der frostfreien Keimung erhöht werden. Bei der Bewässerung wurde darauf geachtet, die Pflanzen möglichst nur wenn es aufgrund hoher Temperaturen und anhaltender Trockenheit nötig war, zu gießen, damit diese ähnliche Bedingungen wie auf den Zitzmannsdorfer Wiesen haben.

Bei der Auspflanzung Anfang Oktober 2020 auf den Zitzmannsdorfer Wiesen wurde bei der Auswahl der Pflanzen, wie auch bei der Verteilung dieser auf die verschiedenen Standorte auf die genetische Vielfalt geachtet. Es wurde die Hälfte der Pflanzen in vorjährige Maulwurfshügel und die andere Hälfte in frisch gegrabene Löcher gepflanzt. Ziel dieser Aufteilung war etwaige Unterschiede bei der Etablierung und Entwicklung der Pflanzen beobachten zu können. Wie zum Teil schon im Absatz zur Frühljahrsaussaat erwähnt, besteht der Verdacht, dass die Maulwurfshügel aufgrund der doch großen offenen Erdoberfläche weniger Schutz vor Wettereinflüssen bieten und durch die größere Sonnen-Exposition schneller austrocknen. Außerdem besteht die Gefahr, dass sie auch eher wieder von Maulwürfen aufgegraben werden. Die genannten Faktoren könnten sich nachteilig auf die Entwicklung der Pflanzen auswirken. Ob Unterschiede zwischen den auf Maulwurfshügeln oder in frisch gegrabenen Löchern ausgepflanzten Pflanzen zu beobachten sind, wird sich erst im Laufe der nächsten Vegetationsperiode zeigen, und ist deswegen nicht Teil dieser Arbeit. Mitte Dezember 2020 waren die Auspflanzstellen intakt, aber die Etiketten waren vermehrt, wahrscheinlich von Vögeln, herausgezogen worden. Dieses Problem wäre ebenfalls durch den Einsatz eines genaueren GPS-Empfängers zu lösen.

Die analysierte Ernte der Achänen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen fand am 30. Oktober 2020 statt. Der Großteil der geernteten Fruchtstände stammte vom hoch produktiven Neubestand mit im Vergleich zum Altbestand durchschnittlich 6x so vielen Fruchtständen pro Pflanze. Bei

der Ernte enthielten die Fruchtstände eines Drittels der Pflanzen besonders viele Achänen und bei einem Viertel der Pflanzen konnten nur einzelne oder keine Achänen gefunden werden. Es ist nicht klar, ob die Fruchtstände, die nur sehr wenige oder gar keine Achänen enthielten, nicht (ausreichend) bestäubt wurden, oder ob die Achänen schon früher reif waren und, bevor die Fruchtstände in Strümpfe eingepackt wurden, bereits ausgefallen waren. Um Letzteres zu verhindern müsste man vor einer nächsten Ernte die Fruchtstände zu einem früheren Zeitpunkt mit Strümpfen einpacken. Allerdings bleiben die Strümpfe, wenn sie nass werden, sehr lange feucht, und damit auch die darin eingepackten Fruchtstände; dies könnte sich nachteilig auf die Reifung der Achänen auswirken. Außerdem konnte am Tag der Ernte aufgrund der Nässe der Strümpfe, und da die Achänen sehr klein sind, nicht festgestellt werden, ob überhaupt Achänen abgefallen waren und von den Strümpfen aufgefangen wurden. Bei der Ernte im Feld gab es einerseits Fruchtstände, die braun/schwarz und trocken waren, und andererseits grün bis grün/gelbliche, die noch saftig frisch waren. Beide Varianten enthielten aber beim Auszählen nach der Trocknung Achänen. Die Achänen waren teilweise an ein und derselben Pflanze unterschiedlich groß, und auch zwischen den Pflanzen konnten zwei verschiedene Typen von Achänen unterschieden werden. Ob sich die beiden Typen auch bezüglich der Keimrate unterscheiden, müssten erst weitere Untersuchungen zeigen.

Um den richtigen Zeitpunkt für die Mahd der Flächen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen zu finden, wurden als erste Orientierung Mähversuche im Garten des Departments für Pharmakognosie der Universität Wien durchgeführt. Der Anteil der Pflanzen mit Blütenständen wie auch die Anzahl der Blütenstände war umso geringer, je später der Rückschnitt stattgefunden hatte. Bei einem Rückschnitt Mitte Juni hatten im Vergleich zur Kontrollgruppe um 25 % weniger Pflanzen Blütenstände, und diese um 75 % weniger Blütenstände. Die Blütezeit erstreckte sich von 21. August bis 2. Oktober und deckt sich damit gut mit der in der Literatur angegebenen Blütezeit von August bis Oktober (Kästner & Fischer 2011). Der Zeitpunkt der Hauptblüte begann in der Versuchsgruppe um eine Woche früher, aber das Ende der Blütezeit war zur gleichen Zeit wie in der Kontrollgruppe. Der Großteil der Pflanzen mit Fruchtständen (über 90 %) in der Versuchsgruppe als auch der Kontrollgruppe enthielt Ende Oktober/Anfang November reife Achänen. Die aus den Mähversuchen gewonnenen Daten sind nur ein erster Richtwert für den richtigen Mahdzeitpunkt auf den Zitzmannsdorfer Wiesen, da die Pflanzen in Wien in einem Beet, welches bei Bedarf bewässert wurde, und damit in einem anderem Mikroklima kultiviert wurden, wodurch die Phänologie im Vergleich zur Wildpopulation verschoben sein könnte. Der Mähversuch zeigte aber deutlich, dass die Mahd nicht zu spät stattfinden darf, da sonst die Anzahl der Pflanzen mit Blütenständen wie auch die Anzahl der Blütenstände selbst abnimmt. Gleichzeitig muss beim zukünftigen Mahdregime für die Zitzmannsdorfer Wiesen auch die Brutzeit des in Europa gefährdeten (RL EU: „VU“; Birdlife International 2015) und in Österreich stark gefährdeten Großen Brachvogels (*Numenius arquata*) (Dvorak et al. 2017) berücksichtigt werden, dessen Brutvorkommen dort mit ein Grund für die Ausweisung als Important Bird Area (IPA) gewesen ist (Dvorak 1995). Die Brutzeit des Großen Brachvogels erstreckt sich von April bis Juni (Ulmer et al. 2012). Der Brutbestand auf den Zitzmannsdorfer Wiesen hat sich von 1991 bis 2011 verdreifacht, dazu dürften auch späte Mahdtermine beigetragen haben (Dvorak et al. 2011).

Bis zur Entdeckung des Neubestandes 2018 wurden diese Pflanzen bei der regulären Mahd der Zitzmannsdorfer Wiesen im Sommer mitgemäht und haben sich vermutlich deswegen im Vergleich zum Altbestand, der lange Zeit zum Schutz der Population nicht gemäht wurde, gut entwickelt. Eine Handmahd, wie sie zurzeit ausgeführt wird, ist für die zukünftige Pflege der Fläche zu aufwendig, deswegen soll hier ein einfacher umzusetzendes Mahdregime, insbesondere für die neu angelegten Flächen, gefunden werden. Von diesen auf der Wiese verteilten Flächen könnten hierfür Einzelne im jährlichen Wechsel bei der Wiesenmahd ausgelassen werden und erst im darauffolgenden Jahr wieder gemäht werden.

Ex situ-Sammlungen in Botanische Gärten weltweit sind wichtig für den Erhalt der Diversität der Pflanzen im Allgemeinen und speziell für den Erhalt gefährdeter Arten (Mounce et al. 2017). Dabei kann der ex situ-Schutz in Form einer Lebendsammlung womöglich die letzte Reserve für eine Wiederansiedlung von in der Natur ausgestorbenen Arten (Govaerts 2010, Abeli et al. 2020) bilden. Für *A. laciniata* wurde 2006 im Botanische Garten der Universität Wien eine Lebendsammlung angelegt. Die 20 Individuen wurden im Laufe der Jahre über Stecklinge vermehrt und von der Hälfte der ursprünglichen Individuen gibt es auch heute noch Pflanzen. Zur Beurteilung des Erhaltungswertes (conservation value) einer Lebendsammlung empfehlen Cibrian-Jaramillo et al. (2013) mindestens einen der folgenden drei Indikatoren zu verwenden: die Gefährdung der Art in situ, die genetische Repräsentation dieser Art innerhalb der Sammlung und die Kosten für den Erhalt dieser Sammlung. Das anhand der Palmenart *Leucothrinax morrisii* erstellte Model nach Griffith & Husby (2010) beschreibt den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Pflanzen in der Sammlung, den Anteil der genetischen Diversität, die davon abgedeckt wird und den Kosten diese Sammlung zu erhalten. Dabei zeigte sich, dass mit zunehmender Größe der Sammlung zu Beginn der Anteil der damit erfassten genetischen Diversität steil ansteigt und ab einem gewissen Punkt abflacht, aber gleichzeitig die Kosten linear ansteigen. Unter Berücksichtigung aller drei Faktoren gibt es eine (je nach Pflanzenart) optimale Größe der Sammlung, über welche hinaus die Kosten unverhältnismäßig zum Zugewinn an genetischer Diversität steigen würden. Die Untersuchungen zur genetischen Diversität von *A. laciniata* zeigten, dass die ex situ-Sammlung des Botanischen Garten der Universität Wien einen guten Teil, aber nicht die gesamte genetische Vielfalt der Population auf den Zitzmannsdorfer Wiesen abdeckt (unveröffentlichte Daten der AG Plant Ecological Genomics, Prof. Dr. Ovidiu Paun, Universität Wien). Um die genetische Vielfalt der Lebendsammlung weiter zu erhöhen, soll diese in Zukunft durch Pflanzen, die von verschiedenen Individuen des Alt- und Neubestandes auf den Zitzmannsdorfer Wiesen abstammen, erweitert werden. Die Pflanzen einer Lebendsammlung sind aber auch gewissen Risiken (z. B.: Wettereinflüssen, Schädlingen) ausgesetzt. Außerdem kann es unter Kulturbedingungen zu einer Anpassung der Art an diese und damit zum Verlust der Anpassung an den natürlichen Standort, als auch zu unerwünschten Effekten wie Hybridisierung oder Inzucht kommen (Ensslin et al. 2015, Ensslin & Godefroid 2019). Deswegen sollten, wenn nach der Ernte genügend Achänen vorhanden sind, diese als zusätzliche Absicherung in die Millennium Seed Bank der Kew Gardens gesendet werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden: In den folgenden Jahren soll das Monitoring der Bestände auf den Zitzmannsdorfer Wiesen fortgesetzt werden, um den Zustand und die Entwicklung dieser zu erfassen. Speziell die weitere Entwicklung der Auspflanzung und Aussaaten zur Erweiterung der Population sind hier von besonderem Interesse. Die Hoffnung ist groß weitere noch unentdeckte Pflanzen zu finden, dafür wären weitere Feldbesuche notwendig um das Gebiet um die bekannten Bestände abzusuchen. Womöglich würde hier eine mit einem Multispektralsensor ausgestattete Drohne ermöglichen größere Gebiete abzusuchen, falls die Pflanzen auf den Referenzplots gut abgrenzbar sind. Die Ergebnisse der Winter-Aussaart werden zeigen, ob sich dieser Zeitpunkt für eine Aussaat besser eignet als eine Aussaat im Frühjahr und hier Unterschiede zwischen der Aussaat in frisch gegrabene Löcher und vorjährigen Maulwurfshügel zu beobachten sind. Für das leichtere und vor allem schnellere Auffinden der Aussaat-/Auspflanzstellen würde sich die Anschaffung eines genaueren GPS-Empfängers anbieten. Um abzuklären, wann die Achänen reif sind, und ob sie ausfallen, könnte man einen Teil der Blütenstände schon am Ende der Blütezeit in Strümpfe einpacken und in regelmäßigen Abständen kontrollieren. Weiters könnten mit den beiden Typen von Achänen, die beim Auszählen der Achänen, nach der Ernte, optisch unterscheidbar waren, Keimversuche durchgeführt werden, um festzustellen ob sich diese in ihrer Keimfähigkeit unterscheiden. Die Mähversuche werden auch in diesem Jahr (2021) fortgesetzt werden und durch regelmäßige Feldbesuche zu den Beständen der Zitzmannsdorfer Wiesen begleitet werden, damit standortsbedingte Unterschiede in der Phänologie erfasst werden können. Ein weiterer wichtiger Punkt wird das auf den Ergebnissen der bisherigen Studien basierende geänderte Management der Lebendsammlung im Botanischen Garten der Universität Wien sein. Einerseits sollte die Anzahl der Individuen derselben Abstammungslinie, von denen besonders viele Klone vorhanden sind, reduziert werden, und andererseits sollte die Sammlung mit aus den Achänen des Alt- und Neubestandes vorgezogenen Pflanzen erweitert werden, um möglichst die gesamte genetische Diversität der Wildpopulation abzudecken.

7. Abstract

The meadow and steppe plant *Artemisia laciniata*, which is critically endangered in Austria and the European Union, occurs in Europe with only one last population in the National Park Neusiedler See – Seewinkel in Burgenland, Austria.

This master thesis is written as part of the rural development project „Erhaltung von *Artemisia laciniata* in den Zitzmannsdorfer Wiesen“. The main goal of this project is the preservation, strengthening and development of a viable wild population. For this purpose, the wild population was recorded and located, the monitoring of the natural and planted populations continued, and new plants were searched for by foot and with a small aerial drone. Eight new sowing/planting sites were established to extent the population. On these, achenes were sown on flat molehills from last year in spring and on freshly dug spots in the meadow in winter. Additionally, young plants cultivated in the Botanical Garden of the University of Vienna were planted in autumn. To determine the latest possible date to mow the meadow for a future mowing management, still allowing the achenes to mature, mowing experiments were carried out in garden beds in Vienna.

The low germination rate (1 of 200 achenes) of the sowing in spring of 2020 is probably due to the late sowing date, the low precipitation, and the higher exposure to weather conditions on the molehills. Young plants for the planting in autumn were cultivated successfully in garden beds outdoors and in a frost-free temperate house from achenes from last year's harvest of the wild population. The results of the mowing experiments showed that mowing in the middle of June already resulted in 25 % fewer plants with inflorescences and 75 % fewer inflorescences compared to the control group. The later the mowing took place, the lower the proportion of plants with inflorescences and the number of these were.

The measures taken so far can already be rated as success, as the wild population, together with the sowing/planting sites, consisted of more than 200 individuals at the end of 2020.

Keywords: species conservation, critically endangered, population restocking, planting, sowing, monitoring, living collection, mowing management

8. Zusammenfassung (Langversion)

Die in Österreich und der Europäische Union vom Aussterben bedrohte Wiesen- und Steppenpflanze *Artemisia laciniata* (Schlitzblatt-Wermut) ist in Europa nur mehr mit einem einzigen Vorkommen, welches im Burgenland im National Park Neusiedler See - Seewinkel liegt vertreten. Im Jahr 2015 wurden von Mitarbeiter*innen des Botanischen Gartens der Universität Wien in Zusammenarbeit mit dem Nationalpark und der Biologischen Station Neusiedler See neue Maßnahmen zur Sicherung und Erhalt des Vorkommens, dass zu dieser Zeit aus nur 11 Individuen bestand, gesetzt. Im Jahr 2018 wurden 12 neue Pflanzen südlich des bekannten Bestandes entdeckt. Außerdem wurden auf Testflächen Achänen ausgebracht, in vitro vermehrte Pflanzen ausgepflanzt und diese Bestände regelmäßig gepflegt.

Diese Masterarbeit wurde als Teil des LE-Projekts „Erhaltung von *Artemisia laciniata* in den Zitzmannsdorfer Wiesen“ verfasst. Das Hauptziel des Projekts ist die Erhaltung, Stärkung und Entwicklung einer überlebensfähigen Wildpopulation von *A. laciniata* auf den Zitzmannsdorfer Wiesen. Hierfür wurde die Originalpopulation auf den Zitzmannsdorfer Wiesen erfasst und verortet, das Monitoring der natürlichen und künstlichen Bestände fortgesetzt und zu Fuß als auch mit Drohnenüberflügen nach neuen Pflanzen gesucht. Zur Erweiterung der Population wurden acht neue Aussaat-/Auspflanz-Standorte angelegt. Auf diesen wurden im Frühjahr auf vorjährigen Maulwurfshügeln und im Winter auf frisch aufgegrabenen Stellen Achänen ausgesät. Im Herbst wurden zusätzlich im Botanischen Garten vorgezogene Jungpflanzen ausgepflanzt. Zur Ermittlung des spätesten Mahdzeitpunkts für das zukünftige Mahdregime, der eine Reife der Achänen ermöglicht, wurden Mähversuche in Beeten in Wien durchgeführt. Außerdem wurde von der 2006 im Botanischen Garten der Universität Wien, aus Achänen der Wildpopulation, angelegten Lebendsammlung eine Bestandsaufnahme gemacht.

Die Bestände auf den Zitzmannsdorfer Wiesen befanden sich in unterschiedlich gutem Zustand. Die Pflanzen des ursprünglichen Altbestandes waren in schlechterem Zustand als die 2018 entdeckten Pflanzen des Neubestandes, welcher aus besonders großen und kräftigen Individuen besteht. Diese dürften von der regelmäßigen Mahd vor der Entdeckung profitiert haben. Von den 97 im Jahr 2018 ausgepflanzten aus in vitro Vermehrung stammenden Pflanzen waren beim Monitoring 2020 noch 73 Pflanzen vorhanden und mehr als die Hälfte dieser in sehr guten Zustand. Auf der ebenfalls 2018 angelegten 1 m² Testfläche sind aus den dort ausgebrachten Achänen 24 kräftige Pflanzen entstanden. Im Zuge dieser Arbeit konnten drei neue Pflanzen gefunden werden, sodass die Wildpopulation aktuell aus 33 Individuen besteht. Die Suche nach weiteren Pflanzen mittels Drohnenüberflügen konnte nicht durchgeführt werden, da die Pflanzen auf den Orthofotos der Referenzplots in der dichten umliegenden Vegetation nicht zu erkennen waren.

Bei der Frühljahrsaussaat im Jahr 2020 dürfte die geringe Keimrate (1 von 200 Achänen) auf die späte Aussaat, den geringen Niederschlag und die höhere Exposition gegenüber Witterungseinflüssen auf den Maulwurfshügeln zurückzuführen sein. Die darauffolgende Winter-Aussaat auf in der Wiese frisch aufgegrabenen, kleineren und damit weniger exponierten Aussaatstellen sollte den Keimerfolg erhöhen. Für die Auspflanzung im Herbst

wurden Pflanzen aus Achänen der vorjährigen Ernte der Wildpopulation vorgezogen. Die dafür ausgesäten Achänen haben im Außenbeet später, aber mit einer deutlich höheren Keimrate, gekeimt als im frostfreien Kalthaus. Im Gegenzug waren die Pflanzen des Kalthauses den Pflanzen des Außenbeetes in ihrer Entwicklung einen Monat voraus. Im Oktober 2020 wurden 80 dieser Pflanzen in Maulwurfshügel und frisch gegrabene Löcher auf den Zitzmannsdorfer Wiesen ausgepflanzt, um mögliche Unterschiede in deren Entwicklung beobachten zu können.

Die Mähversuche in Gartenbeeten haben gezeigt, dass bereits bei einem Rückschnitt Mitte Juni die Anzahl der Pflanzen mit Blütenständen um 25 % und die Anzahl der Blütenstände um 75 % geringer als bei der Kontrollgruppe waren. Je später der Rückschnitt stattfand, desto geringer war der Anteil der Pflanzen mit Blütenständen und die Anzahl dieser, wobei bei 95 % der zurückgeschnittenen Pflanzen mit Fruchtständen Achänen zur Reife gelangten.

Die bisher gesetzten Maßnahmen zeigen schon erste Erfolge, da mit Stand Ende 2020 die Wildpopulation und die künstlich angelegten Flächen auf den Zitzmannsdorfer Wiesen gemeinsam über 200 Individuen umfassten. Die Bestände sollten auch in Zukunft durch Auspflanzungen bzw. Aussaaten erweitert und das Monitoring bestehender (und zukünftiger) Bestände wie auch die Suche nach neuen Pflanzen fortgesetzt werden. Zusätzlich könnten weitere Kulturversuche zur Keimfähigkeit der Achänen unter unterschiedlichen Bedingungen durchgeführt und die Zusammensetzung der Lebendsammlung hinsichtlich der genetischen Diversität überarbeitet werden. Auch die Mähversuche zur Ermittlung des optimalen Mahdzeitpunktes sollten wiederholt werden.

9. Literaturverzeichnis

- Abeli, T., Dalrymple, S., Godefroid, S., Mondoni, A., Müller, J. V., Rossi, G., & Orsenigo, S. (2020). Ex situ collections and their potential for the restoration of extinct plants. *Conservation Biology*, 34(2), 303-313.
- Beck v. Mannagetta G. (1890–1893). *Flora von Nieder-Österreich*. – Wien: C. Gerolds Sohn. 1207.
- Bilz, M., Kell, S.P., Maxted, N. & Lansdown, R.V. (2011). *European Red List of Vascular Plants*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- BirdLife International (2015). *Numenius arquata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T22693190A60033961. Downloaded on 22 April 2021.
- Cibrian-Jaramillo, A., Hird, A., Oleas, N., Ma, H., Meerow, A.W., Francisco-Ortega, J. & Griffith, M.P. (2013). What is the conservation value of a plant in a botanic garden? Using indicators to improve management of ex situ collections. *Botanical Reviews* 79:559–577.
- Convention on Biological Diversity (2012). *Global Strategy for Plant Conservation: 2011-2020*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK.
- Cruzan, M. B., Weinstein, B. G., Grasty, M. R., Kohn, B. F., Hendrickson, E. C., Arredondo, T. M., & Thompson, P. G. (2016). Small unmanned aerial vehicles (micro-UAVs, drones) in plant ecology. *Applications in plant sciences*, 4(9): 1600041. <https://doi.org/10.3732/apps.1600041>
- Dvorak, M. (1995). Zitzmannsdorfer Wiesen. 61-66 in M. Dvorak & E. Karner: *Important Bird Areas in Österreich*. Monografien Band 71. Umweltbundesamt Wien.
- Dvorak, M., Wendelin, B. & Lehner, H. (2011). Die Brutvögel der Zitzmannsdorfer Wiesen in den Jahren 1991 bis 2011. Auswirkungen von Wiesenrückführungen und Managementmaßnahmen – Nationalpark Neusiedlersee-Seewinkel_Berichte – 18: 1 - 85.
- Dvorak, M., Denner, M., Katzinger, R., Wöss, G., Frühauf, J., & Zuna-Kratky, T. (2016): Beobachtungen zu Frühjahrszug, Brutzeit und Herbstzug 2015 sowie Winter 2015/16 in Ostösterreich (Wien, Niederösterreich, Burgenland) – *Vogelkundliche Nachrichten aus Ostösterreich* – 27_1-4: 43 - 133.
- Dvorak, M., Landmann, A., Teufelbauer, N., Wichmann, G., Berg, H.-M. & Probst, R. (2017). *Erhaltungszustand und Gefährdungssituation der Brutvögel Österreichs: Rote Liste (5. Fassung) und Liste für den Vogelschutz prioritärer Arten (1. Fassung)*. *Egretta* 55: 6-42.

Ellmauer, T. (Hrsg.) (2005). Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter. Band 2: Arten des Anhangs II der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH. 815-822.

Ensslin, A., Tschöpe, O., Burkart, M. & Joshi, J. (2015). Fitness decline and adaptation to novel environments in ex situ plant collections: Current knowledge and future perspectives. *Biological Conservation*, 192: 394–401.

Ensslin, A., & Godefroid, S. (2019). How the cultivation of wild plants in botanic gardens can change their genetic and phenotypic status and what this means for their conservation value. *Sibbaldia: the journal of botanic garden horticulture*, 17, 51-69.

Fischer, M. A. (2013). Die Zitzmannsdorfer Wiesen. – In Fally, J. & Kárpáti, L. (eds.). 2013 („2012“). Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel. Fertő–Hanság Nemzeti Park. Monographische Studien über das Gebiet Neusiedler See und Hanság: 105–110. – Budapest: Nationalparkverwaltung Fertő–Hanság. Szaktudás Kiadó Ház AG.

Fischer, M. A. & Fally, J. (2006). Pflanzenführer Burgenland. – Deutschkreutz: Eigenverlag Mag. Dr. Josef Fally. 2. Auflage. 190.

Fischer, M. A., Oswald, K. & Adler, W. (2008). Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz. 923.

Godefroid, S., Piazza, C., Rossi, G., Buord, S., Stevens, A.-D., Agurauja, R., Cowell, C., Weekley, C. W., Vogg, G., Iriondo, J. M., Johnson, I., Dixon, B., Gordon, D., Magnanon, S., Valentin, B., Bjureke, K., Koopman, R., Vicens, M., Virevaire, M. & Vanderborght, T. (2011). How successful are plant species reintroductions? *Biological Conservation*, 144(2), 672–682.

Govaerts, R. (2010). Safeguarding Extinct Plants: In ex situ Collections. *BGjournal*, 7(1), 22-24.

Greimler, J. & Tremetsberger, K. (2001). *Gypsophila fastigiata* (Caryophyllaceae): In-situ und ex-situ-Maßnahmen zur Erhaltung einer in Österreich vom Aussterben bedrohten Art. *Neilreichia* 1: 71-77.

Griffith, P. & Husby, C. (2010). The price of conservation: measuring the mission and its cost. *BGjournal*, 7(1), 12-14.

Halácsy, Eu. von (1896). Flora von Niederösterreich zum Gebrauche auf Excursionen und zum Selbstunterricht bearbeitet. – Wien etc.: F. Tempsky. 274.

Hegi, G. (1929). Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Mit besonderer Berücksichtigung von Oesterreich, Deutschland und der Schweiz. Zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbstunterricht – Hegi: Illustrierte Flora von Mitteleuropa – Band 6_2_1929: 641-642.

Hochheimer, J. & Hoffmann, M. H. (2016). Footprints of the Last Glacial: Past competition may have shaped strongly disjunct distribution ranges in *Artemisia rupestris* and *A. laciniata*. *Flora* 224: 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2016.08.004>.

Jäger, E. J. (1987). Biologie, Chorologie und Ursachen des Reliktcharakters von *Artemisia laciniata* Willd. und *A. rupestris* L. im herzynischen Gebiet; Hercynia N. F. 24/ 4: 425-436.

Kasy, F. (1961). Die Zitzmannsdorfer Wiesen - ein unersetzliches Naturdenkmal im nördlichen Burgenland. – Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland – 029: 6.

Kasy, F. (1978). Praktischer Naturschutz: Die Zitzmannsdorfer Wiesen abermals in Gefahr – Natur und Umwelt im Burgenland – 1: 61 - 62.

Kästner, A. & Fischer, M. A. (2011). Porträts ausgewählter seltener österreichischer Gefäßpflanzenarten (IV): (31) bis (41) – *Neilreichia* - Zeitschrift für Pflanzensystematik und Floristik Österreichs – 6: 123 - 164.

Kodym, A., Senula, A., Temsch, E. M., Hood-Nowotny, R., Schumacher, F., Sekurova, O. N., Zotchev, S. B., & Kiehn, M. (2018). Micropropagation and Cryoconservation of the Endangered Plant Species *Artemisia laciniata* (Asteraceae). *CryoLetters*, 39(3), 177–189.

Köllner, J. E. (2012). Feuchtgebietslandschaft des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel: Die „Zitzmannsdorfer Wiesen“. – In: Michalek, K., Lazowski, W. & Zechmeister Th. (Red.). Burgenländische Feuchtgebiete und ihre Bedeutung im Naturschutz: 139-147. Eisenstadt: Naturschutzbund Burgenland.

Korner, I. & Staudinger, M. (2018). Vegetationsaufnahmen *Artemisia laciniata* - Zitzmannsdorfer Wiesen. Durchgeführt von: AVL – Arge Vegetationsökologie und Landschaftsplanung; Technisches Büro für Landschaftsökologie. Wien.

Lachmayer, M. (2008). Genetic patterns within and among populations of *Gypsophila fastigiata* subsp. *arenaria* (Caryophyllaceae) in the western Pannonian region. Diplomarbeit Universität Wien.

Melzer, H. (1952a). Neues aus der Pflanzenwelt des Neusiedlersee-Gebietes. – Natur und Land 38: 43.

Melzer, H. (1952b). Neues zur Flora des Neusiedler Seegebietes. – Natur und Land 38: 152–153.

Melzer, H. (1952c). Floristisches aus dem Neusiedlersee-Gebiet. – Phytion (Horn) 4: 105–106.

Melzer, H. (1955). Floristisches aus Niederösterreich und dem Burgenland [I]. – Verh. Zool.-Bot. Ges. Österr. 95: 105.

Metlesics, H. (1950). Das Naturschutzgebiet bei Lasse. – Natur und Land 36: 140.

Meusel, H. & Jäger, E.-J. (1992). Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora 3 [Rubiaceae bis Asteraceae]. Textband und Kartenband. – Jena etc.: G. Fischer.

Mounce, R., Smith, P., & Brockington, S. (2017). Ex situ conservation of plant diversity in the world's botanic gardens. Nature Plants, 3(10), 795-802.

Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 15, 473-497.

Nagler, M., Grünweis, F. M. & Frank, B. (2012). *Artemisia pancicii* in Österreich - Standorte, Vergesellschaftung, Naturschutz – Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. – 148_149: 1 - 21.

Nic Lughadha, E., Bachman, S.P., Leão, T.C., Forest, F., Halley, J.M., Moat, J., Acedo, C., Bacon, K.L., Brewer, R.F., Gâteblé, G., Gonçalves, S.C., Govaerts, R., Hollingsworth, P., Krisai-Greilhuber, I., Lirio, E.J., Moore, P., Negrão, R., Onana, J., Rajaovelona, L., Razanajatovo, H., Reich, P., Richards, S., Rivers, M., Cooper, A., Iganci, J., Lewis, G., Smidt, E.C., Antonelli, A., Mueller, G., & Walker, B.E. (2020). Extinction risk and threats to plants and fungi. Plants, People, Planet, 2(5), 389-408. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10146>

Niklfeld, H. & Schratt-Ehrendorfer, L. (1999). Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. 2. Fassung. – In Niklfeld, H. (Ed.): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2., neubearb. Aufl.: pp. 33–130. – Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie (Wien) 10.

Nyberg, B. (2019). Eyes In The Sky: Drones Proving Their Value In Plant Conservation. BGjournal, 16(2), 25-27. doi:10.2307/26773658

Rat der Europäischen Union (1992). Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7–50. Abrufbar von <https://data.europa.eu/eli/dir/1992/43/oj> (Letzter Zugriff: 03.05.2021).

Schrattenecker-Travnitzky, R. & Zechmeister, T. (2020). Zum Vorkommen der Schmalen Windelschnecke *Vertigo angustior* Jeffreys, 1830 im Neusiedler-See-Gebiet – Arianta – 8: 6 - 12.

Schumacher, F. & Tod, F. (2011). Der Waldsteppen-Wermut (*Artemisia panicii*) – Vermehrung und Ansiedlung auf zwei neuen Standorten am Bisamberg im Rahmen des LIFE-Natur Projekt Bisamberg Habitat Management; Projektendbericht.

Silva, J., Toland, J., Jones, W., Elridge, J., Thorpe, E., Campbell, M., & O'Hara, E. (2008). LIFE and endangered plants: Conserving Europe's threatened flora. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. doi: 10.2779/99297

Ulmer, J., Puchta, A., Schönenberger, A. & Burtscher, B. (2012). Artenschutzkonzept Großer Brachvogel (*Numenius arquata*). Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung IVe-Naturschutz.

Valente, J., Doldersum, M., Roers, C., & Kooistra, L. (2019). Detecting *Rumex obtusifolius* Weed Plants In Grasslands From UAV RGB Imagery Using Deep Learning. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, IV-2/W5, 179–185.

Wendelberger, G. (1959). Die mitteleuropäischen Reliktorkommen der *Artemisia*-Arten aus der Sektion Heterophyllae. – Verh. Zool.-Bot. Ges. 98/99: 63–73.

Wendelberger, G. (1970). Aus den Anfängen des Naturschutzes in Niederösterreich: Die frühen Pachtgebiete der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft (Ein Rückblick im Europäischen Naturschutzjahr 1979) – Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. – 110_111: 135 – 137.

10. Materialliste

Produkt	Bezugsquelle
Hohlspaten orange (Marke: LIECO)	LIECO GmbH & Co KG Forstgarten 1, A-8775 Kalwang https://www.lieco.at/
Holzlack (Marke: AURO CFL Colours For Life Lack farbig, matt 517, Farbe: „brilliant yellow“ und „rose shade“)	AURO Naturfarben Einzelhandel GmbH Währinger Gürtel 79, A-1180 Wien https://www.auro-naturfarben.at/
Kniestrümpfe (Marke: CLEVER, Farbe: Skin)	MERKUR-Supermarkt
Kresse-Saat (Marke: SONNENTOR)	SONNENTOR Kräuterhandels GMBH Sprögnitz 10, A-3910 Österreich https://www.sonnentor.com/de-at
Holz-Rundstäbe (Buchenholz, 6 mm Durchmesser, 20 cm lang)	Rudolf Holzmann 1860 GmbH & Co KG Brünner Straße 1, A-1210 Wien https://www.rudolfholzmann.at/