



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Die Vegetation des Krottensees (Gmunden,
Oberösterreich)“

verfasst von / submitted by

Felix Hohn, BSc BA

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

Wien, 2022 / Vienna 2022

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:

Naturschutz und Biodiversitätsmanagement
(Masterstudium)

Betreut von / Supervisor:

Mag Dr. Wolfgang Willner, Privatdoz.

Danksagung

Besonderen Dank möchte ich an Mag. Dr. Wolfgang Willner, Privatdoz. aussprechen, der sich bereit erklärte, mich bei der Durchführung der vorliegenden Masterarbeit zu betreuen, mich dabei fachlich unterstützte und stets eine offene Tür bezüglich Fragen, Unklarheiten und Feedback hatte.

Gesondert erwähnen möchte ich auch Dr. Werner Huemer, der mir mit seinem Wissen über den Krottensee für die Planung und Realisierung dieser Arbeit eine wertvolle Hilfe war.

Vielen Dank an Mag. Dr. Harald Zechmeister, der bei Moosbestimmungen half.

Außerdem möchte ich mich bei allen weiteren Menschen erkenntlich zeigen, die mich am Weg durch diese Arbeit auf verschiedenste Arten unterstützten. Dies schließt zum Beispiel manche zu Freund*innen gewordenen Mitstudierenden mit ein, wie Tamara Seiberl und Marco Sprengnagel, die mir Feedback zur Arbeit gaben. Außerdem möchte ich besondere, zu Rate gezogene Helferlein erwähnen, wie Corinna Perchtold und Mario Ullrich, die mir mathematischen Input lieferten, oder auch Bernadette Kalcher, die sich zum Glück um das Korrekturlesen kümmerte.

Die Fertigstellung der vorliegenden Arbeit geht mit dem Ende meines Masterstudiums einher und somit mit dem Abschluss einer Studienzeit, welche mir ehrlicherweise viel Freude bereitete. Studieren zu können ist ein Privileg, daher sollen sich in dieser Danksagung vor allem auch jene angesprochen fühlen, die mir meine Studienlaufbahn ermöglichten sowie alle, die mir durch diese Zeit treue Begleiter*innen waren. Viele Freund*innen und Familienangehörige waren mir – ob sie sich dessen immer bewusst waren oder nicht – stets eine unbezahlbare Unterstützung.

- Felix Hohn, April 2022

Inhalt

Zusammenfassung / Abstract.....	6
1. Einleitung.....	8
1.1. Eigenart und Vielfalt des Krottensees	8
1.2. Naturdenkmal Krottensee	8
1.3. Wissenschaftliche Forschung zum Krottensee.....	9
1.4. Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit.....	9
2. Untersuchungsgebiet	10
2.1. Geographie und Entstehung des Krottensees.....	10
2.2. Vegetation	11
Vegetationsgeschichte des Krottensees	11
Eingriffe und junge Vergangenheit des Krottensees.....	12
Beschreibungen der Vegetation des Krottensees	12
2.3. Naturschutzfachliche Bedeutung des Krottensees	13
Bedeutung von Toteisseen	13
Naturschutzfachliche Bedeutung von Mooregebieten	13
3. Methoden.....	15
3.1. Auswahl der Erhebungsflächen.....	15
3.2. Methodik der Vegetationsaufnahmen	15
3.3. Zeitpunkte der Vegetationsaufnahmen	16
3.4. Klassifizierung der Vegetationsaufnahmen.....	17
3.5. Erstellen der Vegetationskarte.....	17
3.6. Analyse der Biodiversität.....	17
3.7. Darstellung alter Daten	18
3.8. DCA – Detrended Correspondence Analysis	19
3.9. Statistische Analyse der Verbuschung auf der Krottenseeinsel.....	19
3.10. Statistische Analyse möglicher Biodiversitätsveränderungen	19
3.11. Identifikation von Neophyten	20
4. Ergebnisse	21
4.1. Forschungsfrage 1 - Pflanzenarten.....	21
4.2. Forschungsfrage 2 - Vegetationstypen.....	22
Beschreibung der Gehölzgesellschaften	24
Beschreibung der Offenlandgesellschaften und der aquatischen Gesellschaft.....	26
4.3. Forschungsfrage 3 – Vegetationsveränderungen	47
Artenzahl, Evenness, Shannon-Wiener Index	47

Detrended Correspondence Analyses (DCA).....	52
Verbuschung auf der Krottenseeinsel	55
Veränderung der Biodiversität im Gebiet des Krottensees	56
4.4. Neophyten im Gebiet des Krottensees	58
5. Diskussion.....	59
5.1. Welche Gefäßpflanzenarten und Moosarten sind im Gebiet des Krottensees vorhanden?	59
5.2. Welche Vegetationstypen sind im Gebiet des Krottensees vorhanden?.....	61
5.3. Welche Vegetationsveränderungen fanden zwischen 1995 und 2021 im Gebiet des Krottensees statt?	63
5.4. Welche naturschutzfachlichen Maßnahmen sind sinnvoll?.....	65
Einfluss von <i>Kalmia angustifolia</i> und potentiell Management.....	65
Einfluss von <i>Rhododendron ponticum</i> und potentiell Management.....	66
Invasive Arten im Krottenseegebiet	67
Der Einfluss veränderter Wasserverhältnisse	69
6. Conclusio	70
Literaturverzeichnis.....	72
Abbildungsverzeichnis.....	75
Anhang	76
Kurzbeschreibungen der Aufnahmestellen.....	76
Auflistung aller im Krottenseegebiet gefundenen Gefäßpflanzen- und Moosarten.	82

Zusammenfassung / Abstract

In Oberösterreich bei Gmunden, im Gebiet des Krottensees, einem kleinen Toteissee mit einer großen, bewaldeten Schwingraseninsel, wurden im Rahmen dieser Masterarbeit insgesamt 45 Vegetationsaufnahmen erstellt. Eine Auflistung aller 183 gefundenen Gefäßpflanzen- und Moosarten wurde angefertigt. Insgesamt wurden im relativ kleinflächigen Gebiet 14 verschiedene Vegetationsassoziationen identifiziert. Durch das Bestehen älterer Vegetationsaufnahmen konnten Vergleiche angestellt werden, um Rückschlüsse auf Veränderungen des Gebietes in den letzten 26 Jahren zu ermöglichen. Festgestellte Veränderungen sind teils auf natürliche Dynamiken zurückzuführen, teils auch auf anthropogene Einflüsse. Es wurde gezeigt, dass die eingebrachten Neophyten *Kalmia angustifolia* und *Rhododendron ponticum*, welche der vorhandenen Schwingraseninsel einen eigentümlichen Charakter verleihen, zu einer voranschreitenden Verbuschung ebendieser beitragen. Gegen dieses zunehmende Wachstum sollen aus Sicht der vorliegenden Arbeit Maßnahmen ergriffen werden. Auch wurden neophytische Arten im Gebiet des Krottensees identifiziert, Management und Beobachtung der Arten *Fallopia japonica* und *Impatiens glandulifera* werden als sinnvoll erachtet. Analysen zu einer Veränderung der Biodiversität der Krottensee-Vegetation zeigen zwar eine Abnahme bezüglich der reinen Artenzahl, jedoch keine statistisch signifikante Änderung des Shannon-Wiener-Index, eines gängigen Diversitätsindikators. Als vegetationsökologisch problematische Gegebenheiten werden die beschriebene Verbuschung der Moorwald-Schwingraseninsel, das Vorkommen invasiver, neophytischer Arten sowie eine stattfindende Eutrophierung des Wasserkörpers identifiziert. Der Krottensee ist als ein kleinräumiger, jedoch diverser Lebensraum mit einer Abfolge unterschiedlicher Pflanzengesellschaften zu verstehen, welche das Vorkommen einer Vielzahl an Arten ermöglicht.

Lake Krottensee in the town of Gmunden (Upper Austria) is a kettle lake hosting a large floating mat which supports a swamp forest. For this master's thesis 45 vegetation surveys inside the area of Lake Krottensee were conducted. A list of 183 species consisting of vascular plants and bryophytes was compiled and 14 different vegetation associations were identified. Using previous vegetation records, a comparison regarding vegetational changes in the area within the last 26 years could be made. Some of these detected changes are likely a product of natural dynamics while others are likely to be influenced by anthropogenic interference. It was shown that *Kalmia angustifolia* and *Rhododendron ponticum* – two neophytic species introduced into the moorland vegetation – are causing a significant increase in bush cover. Despite the two species being responsible for a strikingly peculiar appearance of said woodland this study suggests their growth should be managed for the sake of conserving the habitat. Other neophytic species in the area were identified as well, management and monitoring of

Fallopia japonica and *Impatiens glandulifera* is suggested. Analyses regarding biodiversity show a decrease in species number but no significant changes considering the Shannon-Wiener-Index. From a vegetation-ecological point of view an increase of shrub cover inside the swamp forest, the presence of neophytes and eutrophication of the water body are considered as problematic. In conclusion, Lake Krottensee is a small but diverse habitat supporting the existence of many different species and plant communities.

1. Einleitung

1.1. Eigenart und Vielfalt des Krottensees

Der Krottensee in Gmunden (Oberösterreich) wurde mehrfach als ein Hort der Vielfalt beschrieben. So spricht Roithinger (1995) von großer Vielfalt auf kleinem Raum. Morton (1965) äußert sich ähnlich und fordert immerwährenden und vollkommenen Naturschutz für das Gebiet. Der Krottensee sei durch seine Pflanzengesellschaften ein „Märchenwald“ mit *Sphagnum*-Bulten und großen Beständen von *Drosera rotundifolia* (Rundblättriger Sonnentau) und sei durch seine botanischen Besonderheiten, wie *Kalmia angustifolia* (Schmalblättrige Loorbeerrose) und *Rhododendron*-Arten eine „Welt für sich, wie sie in dieser Seltsamkeit und in ihrer Eigenart in ganz Österreich nicht zu finden ist“ (Morton, 1965). Tatsächlich stellt das Vorkommen von *Kalmia angustifolia* und *Rhododendron* sp. eine botanische Besonderheit dar, denn diese in Österreich nicht heimischen Arten wurden einst angepflanzt und sind nun verwildert, was der Schwingraseninsel des Krottensees einen teils exotisch wirkenden, eigenwilligen Charakter verschafft (Roithinger et al., 1995). Die vorkommenden Rhododendrenarten sind *Rhododendron ponticum* und eine zweite Art, die in vielen Publikationen als *Rhododendron japonicum* angesprochen wird, deren Bestimmung jedoch noch nicht restlos geklärt ist (Kleesadl & Brandstätter, 2013). Bezüglich *Kalmia angustifolia* wird angenommen, dass das verwilderte Vorkommen am Krottensee das einzige in Österreich darstellt (Roithinger et al., 1995; Fischer, Oswald, & Adler, 2008). Grund für die Einbringung dieser an sich fremden Arten ist die Schlossgärtnerei des im Norden an das Gebiet angrenzenden Schloss Cumberland, welche einst auch auf der Schwingraseninsel aktiv war (Morton, 1965; Krisai & Schmidt, 1983). Nicht nur auf Pflanzen, sondern auch auf Pilze bezogen, stellt der Krottensee ein vielfältiges und schützenswertes Gebiet dar, so wurden 373 Pilzarten im Gebiet beschrieben (Dämon, 2005). Dies schließt auch Arten ein, die bislang in keinen oder nur sehr wenigen anderen Fundorten in Österreich ausfindig gemacht werden konnten (ebd., 2005).

1.2. Naturdenkmal Krottensee

Der Krottensee wurde 1980 durch das Land Oberösterreich zum Naturdenkmal erklärt. Gemäß dem Oberösterreichischen Natur- und Landschaftsschutzgesetz können Naturgebilde aufgrund ihrer Eigenart, Seltenheit, ihres besonderen wissenschaftlichen oder kulturellen Wertes oder aufgrund eines besonderen Gepräges, welches sie dem Landschaftsbild verleihen, zu Naturdenkmälen ernannt werden und sind somit gesetzlich geschützt (Mülleder & Kapl, 1989). Für die Ausweisung des Krottensees als Naturdenkmal werden seine ökologisch bedeutenden Verlandungsbestände sowie sein Dasein als Relikt der letzten Eiszeit und somit einhergehend seine biologische und geologische Bedeutung als Gründe genannt (ebd., 1989).

1.3. Wissenschaftliche Forschung zum Krottensee

1993 wurde von der Stadtgemeinde Gmunden eine Studie zur Verlandung des Krottensees in Auftrag gegeben, welche von der „Projektgruppe Krottensee“ im Jahr 1995 fertiggestellt wurde (Roithinger *et al.*, 1995). In Teil I des Gutachtens werden Vegetationsaufnahmen des Gebietes präsentiert und diskutiert, in Teil II erläutern Jersabek & Schabetsberger (1994) limnologische Analysen, und in Teil III diskutiert Konrad (1994) die Vegetationsgeschichte des Gebietes anhand einer Bohrung am Ostufer der Krottenseeinsel. Für die vorliegende Arbeit ist vor allem der erste Teil des Gutachtens relevant (Roithinger *et al.*, 1995). In der genannten Studie wurden 22 Vegetationsaufnahmen im Gebiet des Krottensees durchgeführt, welche in tabellarischer Form dargestellt wurden. Ältere Forschung zur Vegetation des Krottensees liegt in Form eines Gutachtens von Ekkehard Hehenwarter vor, welches von Friedrich Morton diskutiert wurde (Morton, 1965). Auch hierbei wurden Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Im Jahr 2005 wurde die Pilzflora des Gebietes erforscht (Dämon, 2005). Einen wesentlichen Beitrag zur ökologischen Bewertung des Krottensees liefert Werner Huemer (2007) mit seiner Dissertation, welche die Limnologie sowie die Makrophytenflora des Krottensees umfassend diskutiert.

1.4. Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit

Da seit dem Gutachten von Roithinger *et al.* (1995) keine umfassenden Erhebungen zur Vegetation des Krottensees durchgeführt wurden, setzt sich die vorliegende Arbeit zum Ziel, die vorherrschende Vegetation systematisch zu untersuchen und mögliche Veränderungen des Gebiets aufzuzeigen. Dabei sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

1. Welche Gefäßpflanzenarten und Moosarten sind im Gebiet des Krottensees vorhanden?
2. Welche Vegetationstypen sind im Gebiet des Krottensees vorhanden? Eine Vegetationskarte soll erstellt werden.
3. Welche Vegetationsveränderungen sind im Gebiet des Krottensees feststellbar?
 - a. Wie haben sich die Pflanzengesellschaften des Krottensees seit dem Gutachten von Roithinger *et al.* aus dem Jahr 1995 verändert?
 - b. Ist im Zeitraum zwischen 1995 und 2021 eine Verbuschung der Krottenseeinsel in signifikantem Ausmaß erfolgt?
 - c. Ist im Zeitraum zwischen 1995 und 2021 eine signifikante Veränderung der Biodiversität des Krottenseegebietes erfolgt?
4. Welche naturschutzfachlichen Maßnahmen können für den Erhalt des Naturdenkmals Krottensee sinnvollerweise getroffen werden?

2. Untersuchungsgebiet

2.1. Geographie und Entstehung des Krottensees

Der Krottensee ist ein kleiner Toteissee und befindet sich in Gmunden, Oberösterreich (Abb. 1; Abb. 2). Seine Ausdehnung beträgt etwa 3,5 Hektar, wobei ein inselartiges Moor („Krottenseeinsel“) in Gestalt eines Schwingrasens einen beträchtlichen Anteil der Fläche ausmacht (Dämon, 2005). Durch die Unterschutzstellung des Krottensees als Naturdenkmal durch das Land Oberösterreich herrscht ein Betretungsverbot auf der Krottenseeinsel (Krisai & Schmidt, 1983). Die Insel ist von Wassergräben umgeben und somit von außen nur über zwei abgesperrte Schwimmstege zu erreichen, welche per Hand zu navigieren sind. Größere freie Wasserflächen befinden sich im Nordwesten („Großer See“) und Nordosten („Kleiner See“) des Gebietes. Zeitlich geht der Krottensee auf die Würm-Kaltzeit zurück, an deren Ende – vor etwa 12.000 Jahren – sich der Traunseegletscher zurückzog und der Krottensee als Toteisloch übrig blieb (Roithinger *et al.*, 1995). Wie bei den meisten Toteisseen sind keine Zuflüsse und Abflüsse vorhanden, wodurch der Wasserstand schwankt (ebd., 1995). Der vorhandene simultane Schwingrasen, der eine Besonderheit des Gebietes darstellt, könnte sich bereits vor 1500 Jahren gebildet haben, aufgrund seiner relativ geringen Dicke wird er aber als jünger eingeschätzt (Konrad, 1994). Simultane Schwingrasen entstehen durch aufsteigendes Gas, durch welches unter Wasser liegende Torfschichten gelöst werden und an der Wasseroberfläche aufschwimmen (Steiner, 2005). Große Gebiete des Krottensee-Areals sowie seiner angrenzenden Flächen befinden sich in Besitz der Stadtgemeinde Gmunden, einige Flächen sind aber auch in Privatbesitz.



Abb. 1: Luftbild des Krottenseeareals. Datenquelle: basemap.at



Abb. 2: Lage der Stadt Gmunden im Umriss von Oberösterreich.
Verändert nach d-maps.com

2.2. Vegetation

Vegetationsgeschichte des Krottensees

Der Krottensee geht als Toteissee auf die vergangene Würm-Kaltzeit zurück (Roithinger *et al.*, 1995). Konrad (1994) diskutiert die Vegetationsgeschichte des Gebietes und beginnt hierbei im Intervall 8000 bis 7000 v. Chr, in welchem ein hoher Anteil an *Pinus* (Kiefer) und *Betula* (Birke) vorhanden war. Darauf folgend fand eine Eindämmung der *Betula*-Arten durch *Corylus avellana* (Gemeine Hasel) statt, ebenso eine Ausbreitung von Elementen eines Eichenmischwaldes (ebd., 1994). Von 6000 bis 3000 v. Chr. wurde neben einem Eichenmischwald auch die Ausbreitung von *Picea* (Fichte) festgestellt, ebenso wanderten *Fagus* (Buche) und *Abies* (Tanne) ein (ebd., 1994). Im Zeitraum von 3000 bis 500 v. Chr. wurde *Fagus* dominant, was mit einer Zurückdrängung des Eichenmischwaldes einherging, bis durch einen lokalen Anstieg an *Alnus* (Erle) bedingt, die Zahl an *Fagus* deutlich verkleinert wurde (ebd., 1994). Der Zeitraum von 500 v. Chr. bis in die Gegenwart wurde vermehrt durch anthropogenen Einfluss geprägt, es wurden generell weniger Baumpollen als zuvor gefunden und Rodungen fanden statt (ebd., 1994). Über die Erforschung von Torf-Ablagerungen, die sich primär aus *Scheuchzeria*- und Moosresten zusammensetzen, kann bereits eine voranschreitende Verlandung des Krottensees gezeigt werden, da vermehrt Reste von Röhricht- und Sumpfpflanzen vorkommen, später auch von Großseggen (ebd., 1994). Nicht genau datieren lässt sich das Alter des vorhandenen simultan entstandenen Schwinggrasens, sein Sediment ist jedoch maximal vor 1500 Jahren entstanden (ebd. 1994). Der Bildung

simultaner Schwingrasen kann eine Eutrophierung des Gewässers vorhergehen, sie können jedoch auch durch starke Wasseranstiege entstehen, wie es wahrscheinlich auch beim Krottensee der Fall ist (ebd. 1994).

Eingriffe und junge Vergangenheit des Krottensees

Aus Luftbildvergleichen geht hervor, dass der Krottensee im Jahr 1953 von landwirtschaftlichen Nutzflächen und Streuobstwiesen umschlossen war, ebenso waren großflächig waldlose, mit *Molinia caerulea* (Blaues Pfeifengras) bedeckte Stellen am Schwingrasen vorhanden (Roithinger, 1995). Die Verlandungssümpfe zeigten sich weitgehend gehölzfrei (ebd., 1995). Im Zeitraum 1950 bis in die 1970er Jahre wurden Aufschüttungen vorgenommen, welche gemeinsam mit zunehmender Verlandung für ein Zusammenwachsen der Krottenseeinsel mit dem Festland sowie eine stetig kleiner werdende freie Wasserfläche sorgten (Huemer, 2007). Um diesbezüglich entgegenzusteuern, veranlasste die Stadtgemeinde Gmunden ein Gutachten über den Krottensee, welches von der *Projektgruppe Krottensee* (Roithinger et al., 1995) durchgeführt wurde. Dieses Gutachten trug zur Ergreifung von Sanierungsmaßnahmen bei, welche 1996 mit der Entfernung von Biomasse aus dem überwachsenen See begannen und 1997 mithilfe eines Schwimmbaggers, der 1900 Tonnen Sediment aus dem Gewässer entfernte, fortgesetzt wurden (ebd., 2007). Ziel dieser Maßnahmen war es, die Wasserfläche des Sees wieder zu vergrößern sowie dem Zusammenwachsen der Insel mit dem Festland entgegenzuwirken und somit die Möglichkeit des unkontrollierten Betretens der Insel zu unterbinden (ebd., 2007).

Beschreibungen der Vegetation des Krottensees

Roithinger (1995) spricht von vier wesentlichen Lebensraumtypen, nämlich einem bewaldeten Schwingrasen, einer freien Wasserfläche, Verlandungssümpfen und Laubholzgesellschaften. Am Schwingrasen der Krottenseeinsel wird ein Waldbestand beschrieben, der vor allem von der Moorbirke (*Betula pubescens*) dominiert wird (Roithinger et al., 1995). Zusätzlich treten in der Baumschicht vor allem Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), aber auch Gemeine Fichte (*Picea abies*), Rotkiefer (*Pinus sylvestris*), Faulbaum (*Frangula alnus*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) auf (ebd. 2005). In der Krautschicht des Moorwaldes wird das Blaue Pfeifengras (*Molinia caerulea*) als dominant beschrieben (ebd., 1995). Der Boden der Krottenseeinsel wird vor allem von Torfmoosen (Gattung *Sphagnum*) gebildet. Morton (1965) beschreibt die freien Wasserflächen des Sees als kleiner werdend und dicht von *Lemna trisulca* (Dreifurchige Wasserlinse) bedeckt, an manchen Stellen werden wuchernde, angepflanzte Bestände von *Nymphaea alba* (Weiße Seerose) beschrieben. Teilweise dichte

Seerosenbestände beschreibt 30 Jahre später auch Roithinger (1995). Als dominierende Pflanzen der Verlandungssümpfe werden *Typha latifolia* (Breitblättriger Rohrkolben), *Salix cinerea* (Aschweide), *Carex acutiformis* (Sumpfsegge) und *Carex rostrata* (Schnabelsegge) genannt (Roithinger, 1995; Morton, 1965). Die Laubholzgesellschaften rund um den See fußen teilweise auf in den 1960er Jahren aufgeschütteten Flächen und haben ruderalen Charakter (Roithinger, 1995). Als dominierende Arten wurden 1995 *Salix purpurea* (Purpurweide), *Salix caprea* (Salweide), *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder) und *Clematis vitalba* (Gewöhnliche Waldrebe) genannt (ebd., 1995).

2.3. Naturschutzfachliche Bedeutung des Krottensees

Bedeutung von Toteisseen

Beginnen Gletscher sich zurückzuziehen, werden Eisblöcke zurückgelassen, welche Hohlformen in der vorhandenen Landschaft abdecken und nur langsam abschmelzen (Fraedrich, 2016). Glaziales Relief bleibt durch diese Plombierung weitgehend erhalten und eine wasserundurchlässige Schicht wird gebildet, sodass sogenannte Toteisseen zurückbleiben, die später verlanden oder vermooren (ebd., 2016). Ringler (1979) spricht von weitgehend unerforschten Ökosystemen mit stabilisierender Wirkung auf den Wasserhaushalt einer Region, die darüber hinaus besondere Eigenarten und biologische Strukturen ausweisen, sowie Aufschlüsse zur Erdgeschichte liefern. Aufgrund seiner Charakteristik als Toteissee fallen dem Krottensee diese besonderen Aspekte dieser Erscheinungsform zu.

Naturschutzfachliche Bedeutung von Moorengebieten

Es wird zwischen Niedermooren, die primär vom Grundwasser gespeist werden und Hochmooren, die ausschließlich durch Regenwasser gespeist werden, unterschieden (Ellenberg & Leuschner, 2010). Die Krottenseeinsel stellt ein Niedermoor dar, genauer gesagt ein Kesselmoor (Dämon, 2005). Kesselmoore bilden sich in abflusslosen, jedoch nicht vollständig abgedichteten Geländemulden und sind charakteristisch für Toteislöcher (Steiner, 2005). Durch eine passende Dynamik von Klima und mineralischem Untergrund wird ausreichende, aber nicht übermäßige Wasserversorgung sichergestellt (ebd., 2005). Kesselmoore stehen durch Entwässerung, Torfabbau, Eutrophierung und landwirtschaftliche Tätigkeit unter einem starken anthropogenen Druck, wodurch Vegetationsveränderungen eintreten (ebd., 2005). Landgraf & Notni (2004) merken diesbezüglich an, dass es durch natürlich auftretende, periodische Änderungen des Nährstoff- und Wasserhaushaltes innerhalb weniger Jahrzehnte oft schwer fällt, natürliche Entwicklungszyklen von anthropogenen

Trends zu unterscheiden. Menschliche Eingriffe, wie die Entwässerung und Kultivierung von Mooren, sorgen für Biodiversitätsverluste sowie Funktionsverluste dieser Ökosysteme (Ellenberg & Leuschner, 2010). Eine wesentliche Ökosystemdienstleistung von Mooren ist die Immobilisierung gewisser Stoffe, beispielsweise der klimawirksamen Gase Kohlendioxid (CO₂) und Lachgas (N₂O) sowie Stickstoff (ebd., 2010). Durch Entwässerungen und die damit einhergehende Mineralisierung werden Moore jedoch diesbezüglich von Senken in Quellen umgewandelt, sodass ein größer werdender Anteil dieser Stoffe freigesetzt als gespeichert wird (ebd., 2010). Mitteleuropa hat Schätzungen zufolge etwa 95% der ursprünglich vorhandenen intakten Moorfläche bereits eingebüßt, besonders betroffen sind Hochmoore sowie Kalk-Niedermoore (ebd., 2010). Es zeigt sich also eine naturschutzfachliche Relevanz von Mooren, da sie Verluste sowohl in ihrem Vorkommen als auch in ihrer Biodiversität erleiden, ebenso handelt es sich um Ökosysteme mit wichtigen Funktionen. Insofern ist Mooren speziell für die rezent stattfindenden Krisen des Klimas sowie der Biodiversität enorme naturschutzfachliche Relevanz zuzusprechen.

3. Methoden

3.1. Auswahl der Erhebungsflächen

Im Gebiet des Krottensees wurden im Zeitraum zwischen Anfang Mai 2021 bis Ende September 2021 insgesamt 45 Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Die Flächen wurden mittels eines Maßbandes vermessen und ihre Grenzen wurden markiert. Die Größe der Erhebungsflächen variierte dabei je nach Vegetationstyp (Waldvegetation: 100 m²; strauchdominierte Vegetation: 50 m²; Offenlandvegetation: 10 m²). Diese festgelegten Größen orientieren sich am unteren Ende der in der Literatur vorgeschlagenen Aufnahmegrößen, wie beispielsweise bei Dierschke (1994). Dies ist durch die oftmals kleinräumigen Vegetationseinheiten des Gebietes als sinnvoll zu erachten, denn bei größeren Flächen wären möglicherweise verschiedene Pflanzengesellschaften in derselben Aufnahme erfasst worden, was die Ergebnisse verzerren würde. Die Auswahl der 45 Flächen erfolgte zum Großteil im Mai 2021, nach mehreren Begehungen des Gebietes. Bei diesen Begehungen lag der Fokus auf der Diversität der Pflanzengesellschaften des Krottensees, es sollte ein Überblick über die Gesellschaften des Gebiets erlangt werden, sodass möglichst repräsentative Stellen als Aufnahmeflächen gewählt werden konnten. Da sich bei der Durchführung der Vegetationsaufnahmen einige wenige dieser festgelegten Flächen als suboptimal oder redundant erwiesen, wurden sie teilweise angepasst und durch sinnvoller oder repräsentativer erscheinende Stellen ersetzt. 22 der 45 Aufnahmelokalitäten wurden aus dem Gutachten von Roithinger *et al.* (1995) übernommen. Diese konnten jedoch aufgrund fehlender Koordinaten nicht exakt verortet werden. Mittels einer im Gutachten vorhandenen Karte und einer Orientierung anhand der tabellarischen Auflistung der damals vorhandenen Pflanzenarten wurde versucht, die Stellen möglichst genau wiederzufinden. Im Anhang der vorliegenden Arbeit finden sich Kurzbeschreibungen der 45 Aufnahmestellen, um eventuelle Wiederaufsuchungen zu erleichtern (S. 76 ff). Die Koordinaten sind im Ergebnisteil (Tab. 8) zu finden, welche auch weitere Parameter der Flächen beinhaltet. In Abbildung 3 sind die geographischen Positionen der 45 besuchten Stellen ersichtlich.

3.2. Methodik der Vegetationsaufnahmen

Um Vegetationsaufnahmen durchzuführen, muss eine geeignete Methode der Datenerfassung gewählt werden. Hierfür eignet sich die Methode nach Josias Braun-Blanquet, gemäß welcher alle auf der Aufnahmefläche vorkommenden Pflanzenarten identifiziert werden sowie der dementsprechende Deckungsgrad pro Pflanzenart notiert wird (Traxler, 1997). Diese Bestimmung der Deckung basiert auf visueller Schätzung. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine gebräuchliche Modifikation der

bekannten Braun-Blanquet-Skala verwendet (Tabelle 1). Außerdem wurde für jede Aufnahme der prozentuale Deckungsgrad der Vegetationsschichten und die prozentuale Gesamtdeckung geschätzt.

Tab. 1: Verwendete Modifikation der Braun-Blanquet-Skala zur Dokumentation des vorherrschenden Deckungsgrades.

KATEGORIE	INTERVALL
r	0 - 0,2%
+	0,2 - 1%
1	1-5%
2a	5-10%
2b	10-25%
3	25-50%
4	50-75%
5	75-100%

3.3. Zeitpunkte der Vegetationsaufnahmen

Bereits bei den Gebietsbegehungen im Mai 2021 wurden auf den 45 Flächen frühblühende Pflanzenarten notiert, bei welchen angenommen werden konnte, sie in den Monaten Juni und Juli möglicherweise nicht mehr aufzufinden. Ebenso fanden Mitte September 2021 Begehungen der Erhebungsflächen statt, um spätblühende Pflanzenarten in die Vegetationsaufnahmen einfließen zu lassen. Die auf diese Weise notierten Arten wurden mit ihrem Deckungsgrad zu den genauen Vegetationsaufnahmen hinzugefügt, die im Juni und Juli 2021 stattfanden. In diesen Monaten fand die hauptsächliche Feldarbeit für die vorliegende Masterarbeit statt. Es wurden die 45 Aufnahmestellen besucht und sämtliche gefundene Gefäßpflanzen und Moose mithilfe von Bestimmungsschlüsseln und Bestimmungsliteratur bis auf Artniveau bestimmt. Bei gewissen Arten war auch eine Bestimmung auf Subspeziesniveau möglich. Für die Gefäßpflanzen wurde die *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein, Südtirol* (Fischer, Oswald, & Adler, 2008) verwendet, die Taxonomie und Nomenklatur der Arten richtet sich nach diesem Werk. Auch wurde *Flora Vegetativa* (Eggenberg & Möhl, 2020) zur Bestimmung herangezogen. Für die Bestimmung der Moose wurde *Die Waldbodenmoose Österreichs mit Illustrationen* (Ricek, 1994) und der *Feldschlüssel zur Bestimmung von häufigen Waldmoosen* (Zechmeister, 1995) verwendet. Nach letzterem richten sich Taxonomie und Nomenklatur der Arten. Für die *Sphagnum*-Arten wurde diesbezüglich der *Feldschlüssel der in Österreich vorkommenden Torfmoose (Sphagnaceae)* (Zechmeister, 1995) herangezogen. Mag. Dr. Harald Zechmeister half dankenswerterweise bei der Identifikation der *Sphagnum*-Arten.

3.4. Klassifizierung der Vegetationsaufnahmen

Die gewonnenen Daten wurden mithilfe des Computerprogrammes *TURBOVEG*, Version 2.141a, (Hennekens, 2018) digitalisiert. Mit *JUICE*, Version 7.1.29 (Tichy, 2011), wurden die Daten geordnet und klassifiziert. Es wurden Gehölzaufnahmen von Offenlandaufnahmen getrennt und jeweils eine Einordnung in Verbände und Assoziationen vorgenommen. Für die Gehölzaufnahmen wurde hierfür das Werk *Die Wälder und Gebüsche Österreichs* (Willner & Grabherr, 2007) verwendet, für die Offenlandaufnahmen wurden *Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil I* (Mucina, Grabherr, & Ellmauer, 1993) sowie *Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil II* (Grabherr & Mucina, 1993) herangezogen. In manchen Fällen wurden für die Bestimmung der Offenlandaufnahmen zusätzlich die Werke *Vegetation of the Czech Republic 2. Ruderal, weed, rock and scree vegetation* (Chytrý et al., 2009), *Vegetation of the Czech Republic 3. Aquatic and wetland vegetation* (Chytrý et al., 2011) und *Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands, Heft 3 – Arrhenateretalia - Wiesen und Weiden frischer Standorte* (Dierschke, 1997) verwendet. Es wurde sowohl für die Offenland- als auch für die Gehölzvegetation eine Tabelle angefertigt, welche die jeweiligen Aufnahmen mit sämtlichen Arten und deren Deckungsgraden beinhaltet und die Zuordnung zu Assoziationen zeigt.

3.5. Erstellen der Vegetationskarte

Die identifizierten Vegetationsgesellschaften sollten nicht nur aufgelistet, sondern auch geographisch dargestellt werden. Daher wurde mithilfe der Geoinformationssoftware *QGIS*, Version 3.10 (Qgis.org, 2022), eine Vegetationskarte angefertigt. Nachdem den 45 getätigten Vegetationsaufnahmen Assoziationen zugeordnet wurden, fanden erneut Begehungen des Krottenseegebietes statt, um die räumlichen Grenzen dieser Pflanzengesellschaften zu ziehen. Diese sind jedoch nicht als scharfe Grenzen zu verstehen, vielmehr zeigen sich oft fließende Übergänge. Aufgrund relativ häufiger und schwer kartierbarer Übergänge, wurden die auf der Krottenseeinsel befindlichen Moorwaldgemeinschaften *Sphagno-Alnetum glutinosae* und *Salici pentandrae-Betuletum pubescentis* in der Vegetationskarte vereinigt und mit derselben Farbe dargestellt.

3.6. Analyse der Biodiversität

Für die 45 neu erhobenen Vegetationsaufnahmen wurden Artenzahl, prozentuale Deckungsgrade, Shannon-Wiener-Index und Evenness berechnet bzw. dargestellt. Evenness beschreibt die Dominanzstruktur einer Vegetationsaufnahme, Evenness Werte liegen zwischen 0 und 1, wobei höhere Werte eine gleichmäßigere Verteilung der Deckungswerte und niedrige Werte eine ungleichmäßigere Verteilung ebendieser bedeuten (Traxler, 1997). Der Shannon-Wiener-Index kann

als Vereinigung von Artenzahl und Evenness verstanden werden, er wird als Vergleichsmaß der Biodiversität verwendet, wobei höhere Werte für eine höhere Biodiversität stehen (ebd., 1997).

3.7. Darstellung alter Daten

Um potentielle Veränderungen in der Vegetation des Krottensees feststellen zu können, wurden die Aufnahmen aus dem Gutachten von Roithinger *et al.* (1995) wie die im Rahmen dieser Studie erhobenen Aufnahmen mit den Programmen *TURBOVEG* digitalisiert. Es wurden auch mit diesen Daten Diagramme erstellt, welche Artenzahl, Evenness und Shannon-Wiener-Index der Aufnahmen zeigen. Die Flächengröße der Aufnahmen aus 1995 ist nicht bekannt, daher sind die Artenzahlen der Aufnahmen nicht vergleichbar. Zu beachten gilt außerdem, dass Roithinger *et al.*, (1995) eine andere Modifikation der Braun-Blanquet-Skala verwendeten. In dieser Skala sind die Kategorien 2a (5-10% der Gesamtdeckung) und 2b (10-25% der Gesamtdeckung) zu einer einzigen Kategorie (2) vereint. Um Konfusionen aufgrund gleicher Aufnahmeummern zu vermeiden, wurden in der vorliegenden Arbeit den Aufnahmeummern von Roithinger *et al.* der Buchstabe *r* vorangestellt. Tabelle 2 zeigt, welche Aufnahmeummern paarweise zueinander gehören.

Tab. 2: Gegenüberstellung gepaarter Vegetationsaufnahmen. Linke Spalte: Aufnahmen im Rahmen dieser Masterarbeit, welche an denselben Orten wie 1995 von Roithinger *et al.* erstellt wurden. Rechte Spalte: Entsprechende Aufnahmeummern von Roithinger *et al.* (1995), welchen ein *r* vorangestellt wurde.

Aufnahmenummer 2021	Aufnahmenummer 1995 (Roithinger <i>et al.</i>)
2	r2
5	r7
6	r9
7	r10
8	r13
10	r14
11	r11
12	r15
13	r16
14	r17
15	r18
16	r19
19	r22
40	r8

3.8. DCA – Detrended Correspondence Analysis

Um die Veränderung der Artenzusammensetzung graphisch zu veranschaulichen, wurde eine DCA (*Detrended Correspondence Analysis*) durchgeführt. Die DCA ist eine Weiterentwicklung der CA (*Correspondence Analysis*), einem Verfahren der indirekten Gradientenanalyse, welches davon ausgeht, dass sich ein Großteil der Arten unimodal und nicht linear entlang der wichtigsten Gradienten verhält (Kraft, 2010). Da die Daten aus 1995 eine andere Modifikation der Braun-Blanquet-Skala als die neu erhobenen Daten aufweisen, wurden letztere für die DCA abgeändert, so dass in beiden Fällen dieselbe Skala zugrunde liegt. Konkret heißt das, die Kategorien „2a“ und „2b“ wurden zu einer Kategorie „2“ fusioniert. Für die DCA wurden lediglich Aufnahmen verwendet, für welche es durchführbar war, die Stellen von 1995 möglichst genau wiederzufinden. Dies gilt für 28 Vegetationsaufnahmen, 14 aus 1995 und 14 aus 2021. Acht Vegetationsaufnahmen aus Roithinger *et al.* wurden aus der DCA ausgeschlossen, weil entweder keine erneute Aufnahme möglich war, da die Fläche mittlerweile verbaut ist (r12), oder aufgrund unklarer Verortung der Aufnahmen von 1995 keine erneute Aufnahme angefertigt wurde (r1, r3, r4, r5, r6, r20, r21). Die DCA wurde mit dem Freeware Programm *RStudio* (RStudio Team, 2021) durchgeführt.

3.9. Statistische Analyse der Verbuschung auf der Krottenseeinsel

Um eine mögliche Verbuschung der Krottenseeinsel zu untersuchen, wurden die Deckungswerte der Strauchschicht sowohl aus dem Gutachten von Roithinger *et al.* (1995) als auch aus den neu erhobenen Vegetationsaufnahmen verwendet. Dies betrifft die Aufnahmen 8, 13, 14, 15, 16, welche 2021 an denselben Stellen durchgeführt wurden wie die Aufnahmen r13, r16, r17, r18, r19 im Jahr 1995. Somit handelt es sich um paarweise Vergleiche. Es wurden die alten und neuen Deckungswerte der Strauchschicht jeweils gegenübergestellt, um Unterschiede graphisch zu verdeutlichen. Um einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der Strauchschichtdeckung 1995 und 2021 aufzuzeigen, wurde ein *t*-Test für abhängige Stichproben durchgeführt, nachdem mittels eines Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung der Daten geprüft wurde. Es wurde jeweils ein Signifikanzniveau von $p < 0.05$ verwendet.

3.10. Statistische Analyse möglicher Biodiversitätsveränderungen

Anhand der Parameter Artenzahl, Evenness und Shannon-Wiener-Index wurde überprüft, ob zwischen 1995 und 2021 eine statistisch signifikante Veränderung der Biodiversität im Gebiet des Krottensees stattfand. Verwendet wurden dabei die 14 vergleichbaren Aufnahmepaare, die bereits in Tabelle 2 gezeigt wurden. Nachdem die Daten mittels eines Shapiro-Wilk-Testes auf Normalverteilung geprüft

wurden, wurde entweder ein t -Test für abhängige Stichproben oder ein Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test durchgeführt. Das gewählte Signifikanzniveau lag bei $p < 0.05$.

3.11. Identifikation von Neophyten

In der Gesamtartenliste des Gebiets wurden alle Neophyten identifiziert und ihr maximaler Deckungsgrad in den Vegetationsaufnahmen festgestellt. Als Grundlage wurde hierfür *Neobiota in Österreich* (Essl & Rabitsch, 2002) herangezogen.

4. Ergebnisse

4.1. Forschungsfrage 1 - Pflanzenarten

Alle bei den Vegetationsaufnahmen erfassten Gefäßpflanzenarten und Moosarten sind in Tabelle 3 aufgelistet, die im Anhang zu finden ist. Auch Arten, welche in keiner Aufnahme vorhanden sind, aber bei Begehungen des Gebietes gefunden wurden, sind in diese Tabelle eingeflossen. Insgesamt wurden 183 Pflanzenarten gefunden, davon sind 19 Arten Moose. Im Vergleich zu Roithinger *et al.* ist eine verringerte Anzahl an aquatischen Pflanzen ersichtlich, so wurden *Alisma plantago-aquatica*, *Lemna trisulca*, *Potamogeton natans*, *Spirodela polyrhiza* und *Utricularia vulgaris* agg. nicht mehr gefunden. Weiters konnten mit *Salix eleagnos*, *Salix purpurea*, *Salix viminalis* und *Salix rubens* einige Weidenarten nicht wiedergefunden werden.

13 der gefundenen Gefäßpflanzenarten sind in der *Roten Liste der Gefäßpflanzen Oberösterreichs* (Hohla, *et al.*, 2009) zumindest in der Kategorie *Vorwarnstufe* angegeben, welche als Pendant zur IUCN-Kategorie *near threatened* zu verstehen ist. Diese Arten sind in Tabelle 4 dargestellt. Tabelle 5 zeigt die gefundenen Moosarten, die in der *Roten Liste der Moose Oberösterreichs* (Schröck *et al.*, 2014) zumindest als *near threatened* gelistet sind.

Tab. 4: Im Krottenseegebiet gefundene Rote-Liste Gefäßpflanzenarten gemäß Hohla *et al.* (2009).

N-E: Etablierter Neophyt; NT: Near Threatened; VU: Vulnerable; EN: Endangered; CR: Critically Endangered		
ART	KATEGORIE	IUCN-KATEGORIE
<i>Acorus calamus</i>	2 (N-E)	EN
<i>Betula pubescens</i>	1	CR
<i>Carex rostrata</i>	3	VU
<i>Comarum palustre</i>	3	VU
<i>Drosera rotundifolia</i>	3	VU
<i>Equisetum fluviatile</i>	3	VU
<i>Ilex aquifolium</i>	3	VU
<i>Menyanthes trifoliata</i>	3	VU
<i>Nymphaea alba</i>	1	CR
<i>Potentilla sterilis</i>	V	NT
<i>Ranunculus sceleratus</i>	3	VU
<i>Ulmus minor</i>	3	VU
<i>Vaccinium oxycoccos</i>	2	EN

Tab. 5: Im Krottenseegebiet gefundene Rote-Liste Moosarten gemäß Schröck *et al.* (2014).

NT: Near Threatened; VU: Vulnerable; EN: Endangered	
ART	KATEGORIE
<i>Sphagnum magellanicum</i>	NT
<i>Sphagnum palustre</i>	NT
<i>Sphagnum squarrosum</i>	NT
<i>Sphagnum subnitens</i>	VU
<i>Sphagnum teres</i>	VU
<i>Sphagnum warnstorffii</i>	EN

4.2. Forschungsfrage 2 - Vegetationstypen

Es wurde sowohl für die Gehölz- als auch für die Offenlandaufnahmen je eine Vegetationstabelle erstellt (Tab. 6; Tab. 6). In diesen Tabellen sind sämtliche gefundenen Arten, der Deckungsgrad, welchen diese innerhalb der jeweiligen Aufnahmen aufweisen sowie die zugeordneten Verbände und Assoziationen ersichtlich. Tabelle 8 zeigt die jeweiligen Deckungsgrade der Vegetationsschichten, Artenzahl, Vegetationstyp, Standortdaten und weitere Informationen zu den Vegetationsaufnahmen. Die räumliche Verteilung der Aufnahmestellen ist in Abbildung 3 zu sehen. Abbildung 4 zeigt die auf den identifizierten Gesellschaften basierende Vegetationskarte des Krottenseegebietes.

Es wurden folgende 14 Assoziationen identifiziert:

VEGETATIONSTYPEN DER GEHÖLZAUFNAHMEN

- **KLASSE:** *Alnetea glutinosae*
 - **ORDNUNG:** *Alnetalia glutinosae*
 - **VERBAND:** *Alnion glutinosae*
 - **ASSOZIATION:** *Sphagno-Alnetum glutinosae* (Aufnahmen 9, 13, 15, 16, 44, 45)
 - **ORDNUNG:** *Sphagno-Betuletalia pubescentis*
 - **VERBAND:** *Betulion pubescentis*
 - **ASSOZIATION:** *Salici pentandrae-Betuletum pubescentis* (Aufnahmen 8, 4, 18)
- **KLASSE:** *Quercu-Fagetea*
 - **ORDNUNG:** *Fagetalia sylvaticae*
 - **VERBAND:** *Tilio-Acerion*
 - **ASSOZIATION:** *Carici pendulae-Aceretum* (Aufnahmen 4, 35, 38, 40)
 - **VERBAND:** *Carpinion betuli*
 - **ASSOZIATION:** *Galio sylvatici-Carpinetum circaetosum* (Aufnahme 6)
 - **VERBAND:** *Fagion sylvaticae*
 - **ASSOZIATION:** *Galio odorati-Fagetum* (Aufnahmen 5, 33, 37)
 - **VERBAND:** *Alnion incanae*
 - **ASSOZIATION:** *Pruno-Fraxinetum* (Aufnahme 2)
- **KLASSE:** *Franguletea*
 - **ORDNUNG:** *Salicetalia auritae*
 - **VERBAND:** *Salicion cinereae*
 - **ASSOZIATION:** *Frangulo-Salicetum cinereae* (Aufnahmen 7, 10, 12, 17, 22, 23, 29, 42)

VEGETATIONSTYPEN DER OFFENLANDAUFNAHMEN

- **KLASSE:** *Phragmiti-Magnocaricetea*
 - **ORDNUNG:** *Phragmitetalia*
 - **VERBAND:** *Phragmition communis*
 - **ASSOZIATION:** *Acoretum calami* (Aufnahme 34)
 - **VERBAND:** *Magnocaricion elatae*
 - **ASSOZIATION:** *Caricetum acutiformis* (Aufnahmen 11, 19, 21, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 36, 39)
 - **ASSOZIATION:** *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* (Aufnahme 20)
- **KLASSE:** *Galio-Urticetea*
 - **ORDNUNG:** *Lamio albi-Chenopodietalia*
 - **VERBAND:** *Impatienti noli-tangere-Stachyon sylvaticae*
 - **ASSOZIATION:** *Circaeetum lutetianae* (Aufnahme 41)
 - **ORDNUNG:** *Convolvuletalia sepium*
 - **VERBAND:** *Senecionion fluviatilis* (zweifelhaft)
 - **ASSOZIATION:** *Reynoutrietum japonicae* (Aufnahme 24)
- **KLASSE:** *Molinio-Arrhenateretea*
 - **ORDNUNG:** *Arrhenateretalia*
 - **VERBAND:** *Cynosurion cristatae*
 - **ASSOZIATION:** *Crepido capillaris-Festucetum rubrae*, synonym *Trifolio repentis-Veronicetum filiformis* (Aufnahmen 1, 3)

VEGETATIONSTYP DER AQUATISCHEN AUFNAHME

- **KLASSE:** *Lemnetea*
 - **ORDNUNG:** *Hydrocharitetalia*
 - **VERBAND:** *Hydrocharition morsus-ranae*
 - **ASSOZIATION:** *Ceratophylletum demersi* (Aufnahme 43)

Beschreibung der Gehölzgesellschaften

Sphagno-Alnetum glutinosae

Der Inselmoorwald der Krottenseeinsel besteht primär aus zwei identifizierten Assoziationen, dem *Sphagno-Alnetum glutinosae* und dem *Salici pentandrae-Betuletum pubescentis*, die ineinander übergehen und deren Grenzen schwer auszumachen sind. Ersteres wird von *Alnus glutinosa* dominiert, *Betula pubescens* kommt aber oft mit nur wenig geringerer Mächtigkeit vor. Am Boden befinden sich *Sphagnum*-Arten, die für einen weichen Boden sorgen, aber auch teils größere Bestände von *Molinia caerulea*. In den nördlichen Bereichen der Krottenseeinsel weisen die einst angepflanzten Sträucher *Kalmia angustifolia* und *Rhododendron ponticum* noch geringere Deckungsgrade auf, in der Mitte und in den südlicheren Bereichen dominieren diese Arten aber teils deutlich. Sie sorgen stellenweise für eine große Unwegsamkeit. Dort wo sich *Kalmia angustifolia* und *Rhododendron ponticum* nicht ausbreiteten ist in den *Sphagno-Alnetum glutinosae*-Beständen nur eine gering ausgebildete Strauchschicht vorhanden.

Salici pentandrae-Betuletum pubescentis

Das *Salici pentandrae-Betuletum pubescentis* ist die zweite wesentliche identifizierte Vegetationsgesellschaft auf der Krottensee-Insel. Sie ist mit dem *Sphagno-Alnetum glutinosae* verzahnt, Grenzen sind schwer auszumachen. In den lichten Wäldern dominiert *Betula pubescens*, Sträucher sind nur dort häufig, wo *Rhododendron ponticum* und *Kalmia angustifolia* große Flächen für sich eingenommen haben. Diese Bereiche sind sehr unwegsam, teils erscheinen sie als Reinbestände der neophytischen Arten. Ansonsten zeigt sich das *Salici pentandrae-Betuletum pubescentis* auf der Krottenseeinsel als sehr moosreich, *Sphagnum*-Arten – vor allem *Sphagnum palustre* – verleihen den Wäldern weiche Böden. An manchen Stellen ist *Drosera rotundifolia* häufig. Eine Krautschicht ist nur sehr schwach vorhanden, oftmals handelt es sich nur um Keimlinge der vorkommenden Gehölzarten oder *Carex*-Spezies, zumeist *Carex acutiformis*.

Carici pendulae-Aceretum

Diese Gehölzgesellschaften kommen im nördlichen Krottenseegebiet vor. Im Nordwesten liegt die Assoziation in Ufernähe an einem steilen Hang und verläuft südlich des Wanderweges. In der Baumschicht dominiert *Acer pseudoplatanus* mit *Ulmus glabra* und niedriger wüchsigen, etwa vier Meter hoch werdenden Exemplaren von *Sambucus nigra*. Auffallend ist ein Exemplar von *Sequoiadendron giganteum*, das am Hang einst gepflanzt wurde. Eine gut entwickelte Strauchschicht liegt vor, *Prunus padus* und *Acer pseudoplatanus* machen dabei einen nennenswerten Anteil der Deckung aus. In der Krautschicht sind *Circaea lutetiana* und *Hedera helix* stark vertreten. Im nordöstlichen *Carici pendulae-Aceretum* kommen noch weitere Gehölze vor, aber auch hier dominiert

Acer pseudoplatanus. *Fraxinus excelsior* und *Fraxinus pennsylvanica* kommen als auffallende Baumarten dazu. Die Strauchschicht ist an diesem Standort diverser, aber weniger dicht. Die Assoziation gestaltet sich hier als Streifen zwischen Wanderweg und der feuchten bis nassen Aschweidenvegetation.

Galio sylvatici-Carpinetum circaetosum

Am Westufer des Krottensees befindet sich eine Gehölzvegetation, die als *Galio sylvatici-Carpinetum circaetosum* identifiziert wurde. Der Standort befindet sich in Hanglage, an den Wasserkörper des sogenannten „Großen Sees“ angrenzend. In der lückigen Baumschicht dominieren *Acer campestre* und *Tilia platyphyllos*, in der Strauchschicht kommt *Cornus sanguinea* in nennenswerter Anzahl vor. Generell ist die Strauchschicht im Vergleich mit anderen Standorten stark ausgebildet, *Rubus fruticosus* agg. und *Hedera helix* tragen hierzu auch bei. In der Krautschicht sorgt *Circaea lutetiana* für einen Großteil der Bedeckung. Die an dieser Stelle vorherrschende Artenzusammensetzung ist mit ihren Dominanzverhältnissen im Gebiet ansonsten nirgendwo anders zu finden. Die für die Assoziation namensstiftende Art *Carpinus betulus* kommt hier nicht vor, was die unsichere Bestimmung dieser untypischen Stelle unterstreicht.

Galio odorati-Fagetum

Der nördliche Teil des Untersuchungsgebiets besteht aus einem großen *Galio odorati-Fagetum*. Der Wanderweg ist dabei eine deutliche Grenze zu anderen Gesellschaften. Nördlich des Weges dominiert *Fagus sylvatica* sowohl in Baumschicht als auch zumeist in der Strauchschicht. Häufig sind Ahorne (*Acer pseudoplatanus* und *Acer platanoides*) beigemischt. Die Krautschicht ist relativ artenarm, die Böden sind oft von *Rubus*-Arten oder *Hedera helix* bedeckt. Auffallend ist das Vorkommen einzelner Eiben (*Taxus baccata*), die hier einst angepflanzt wurden. An manchen Stellen im Buchenwald fanden vor mehreren Jahren Schlägerungsarbeiten statt. Generell befindet sich das *Galio odorati-Fagetum* in geringer bis mäßig steiler Hanglage.

Pruno-Fraxinetum

Im Südosten des Untersuchungsgebietes befindet sich ein etwa 4 Meter breiter Kanal zwischen Krottenseeinsel und Ufer. Am Ufer ist einer der zwei am Gewässer befindlichen Schwimmstege angekettet. Durch einen Baumbestand und die vorliegende Hanglage ist der Steg etwas versteckt. Dieser Gehölzbestand wurde als *Pruno-Fraxinetum* identifiziert, in der Baumschicht haben *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* hohe Deckungsgrade, aber auch große Exemplare von *Prunus avium*, die im oberen Randbereich des Hanges angesiedelt sind. Die Strauchschicht ist relativ vielfältig und dicht, dazu tragen vor allem *Cornus sanguinea*, *Rubus fruticosus* agg., *Acer platanoides* und *Alnus*

glutinosa bei. Die Krautschicht ist schwach entwickelt, sie setzt sich aus aufkommenden Schwarzerlen, manchen Gräser und einzelnen Blütenpflanzen zusammen.

Frangulo-Salicetum cinereae

Das *Frangulo-Salicetum cinereae* ist eine häufige Assoziation am Krottensee. Die Bestände sind durch den dichten Wuchs von *Salix cinerea* und die nassen Böden stets unwegsam. Schritte müssen vorsichtig gesetzt werden, um nicht zu tief einzusinken. Im Osten des Untersuchungsgebietes gibt es entlang des Wasserkörpers einen breiten Gürtel dieser Gesellschaft, der sowohl uferseitig als auch auf der Krottenseeinsel ausgebildet ist. Die Weiden stehen hier um die vier Meter hoch. Die Gehölzschicht der *Frangulo-Salicetum cinereae*-Bestände am Krottensee wird fast nur von *Salix cinerea* aufgebaut, andere Gehölzarten sind äußerst selten. Im Unterwuchs wächst stets *Carex acutiformis*, auch *Iris pseudacorus* und *Lythrum salicaria* sind hier Begleitarten. In den Beständen am Westrand des Gebietes kommt vermehrt *Equisetum fluviatilis* dazu, außerdem *Cornus sericea*, eine nicht-heimische Strauchart, und *Lysimachia vulgaris*. An diesen Standorten wird die Vegetation teils gemäht, manche Sträucher werden entfernt, *Salix cinerea* bleibt daher niederwüchsig, im Gegensatz zu den Beständen im Osten, die über Jahre gewachsen sind.

Beschreibung der Offenlandgesellschaften und der aquatischen Gesellschaft

Acoretum calami

Im nördlichen Uferbereich des „Großen Sees“ verläuft der Wanderweg bis an die Wasserfläche. Hier liegt an der Uferkante eine wenige Quadratmeter große, sumpfige Stelle, die von *Carex acutiformis* und *Acorus calamus* dominiert wird. Diese ist am Krottensee durch das Auftreten von *Acorus calamus* einzigartig. Es handelt sich um einen artenarmen Standort, der gut lichtversorgt ist. Der Standort ist stets feucht bis nass, direkt an der Wasserkante stehen *Carex acutiformis* und die ersten Individuen von *Acorus calamus* bereits in der Seefläche. Überschwemmungen sind selten und kommen nur nach längeren Regenereignissen vor, zum Beispiel in den Sommermonaten.

Caricetum acutiformis

Diese Assoziation ist im Uferbereich des Krottenseegebietes häufig zu finden, sowohl in großflächiger Form wie im Norden und Westen, als auch in kleinflächiger Form entlang des Wanderweges. *Carex acutiformis* dominiert klar und wächst meist flächendeckend, andere Arten sind nur wenige vorhanden. Häufige Begleitarten sind *Iris pseudacorus* und *Typha latifolia*. In den Sommermonaten zeigt sich am großen Sumpfseggenried am Nordufer das Aufkommen von *Impatiens glandulifera*, die entlang des Weges in die Randbereiche des *Caricetum acutiformis* eindringt. Die Böden sind hier sehr

nass und teils uneben. Die großen Seggenriede sind gut besonnt, kleine Patches liegen aber auch an lichten Stellen zwischen Gehölzgesellschaften.

Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae

Von *Carex rostrata* dominierte Patches sind kleinräumig am Ufer der Krottenseeinsel zu finden, sie machen jeweils nur wenige Quadratmeter aus. Außerdem gibt es eine etwa zehn Quadratmeter große Stelle am östlichen Ende des Wasserkörpers, beim „Kleinen See“. Dort führt ein Geländer an die Wasserfläche hinunter, an ein *Caricetum acutiformis* grenzt ein *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* an. Diese schlammige Stelle ist nur vom vorhandenen Schwimmsteg aus zu betrachten. An den dichten Bestand an *Carex rostrata* grenzen Exemplare der aquatischen *Nymphaea alba* an, außerdem kommen geringe Mengen an *Lemna minor* vor.

***Circaeetum lutetianae* (Synonym: *Stachyo sylvaticae-Impatientetum noli-tangere*)**

Am Nordufer des Sees, wenige Meter von einer Sitzgelegenheit am Wanderweg entfernt, befindet sich ein kleinflächiges *Circaeetum lutetianae*. In direkter Nähe des Wasserkörpers wächst *Salix cinerea*, es fallen mehrere Individuen von *Impatiens glandulifera* auf. An etwas erhöhten Stellen wachsen *Stachys sylvatica* und *Circaea lutetiana*.

Reynoutrietum japonicae

Nordöstlich des Krottensees, entlang des Wanderweges, liegt ein schmaler Streifen mit einem großen Bestand an *Galium aparine*, zwischen dem auch *Reynoutria japonica* wächst. *Reynoutria japonica* wird hier periodisch gemäht, um die invasive Art in Ihrer Ausbreitung zu hindern. Weitere Arten, die einen nennenswerten Deckungsgrad erreichen, sind *Rubus fruticosus* agg., *Carex brizoides* und *Ranunculus lanuginosus*. Die Artenzusammensetzung des schmalen Streifens ist sicherlich von der angrenzenden Gehölzvegetation (*Carici pendulae-Aceretum*) und der durch den Schotterweg getrennten Rasengesellschaft beeinflusst.

***Crepido capillaris-Festucetum rubrae* (Synonym: *Trifolio repentis-Veronicetum filiformis*)**

Diese anthropogen geprägte Offenlandvegetation liegt östlich des Krottensees, zwischen der Krottenseestraße und einem Gehölzgürtel des Sees. Hier findet häufiger Betritt statt, außerdem wird periodisch gemäht. Einen beträchtlichen Deckungsgrad machen Süßgräser wie *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Holcus lanatus*, *Poa trivialis* und *Arrhenatherum elatius* aus, weiters sind *Trifolium pratense*, *Plantago lanceolata* und *Galium album* häufig. Ein kleiner Schotterweg teilt den Standort in einen näher an der Gehölzgruppe und einen näher an der Straße gelegenen Part. An der Straße wachsen zum Beispiel *Knautia arvensis*, *Festuca pratensis* und *Erigeron annuus*, die an anderen Stellen deutlich weniger aufkommen.

Ceratophylletum demersi

Inmitten des Wasserkörpers am „Großen See“ wurde ein *Ceratophylletum demersi* identifiziert, welches lediglich aus zwei Gefäßpflanzenarten besteht. Das namensgebende *Ceratophyllum demersum* dominiert, der Gewässerboden ist deutlich von dieser Art bedeckt. An der Wasseroberfläche befindet sich ein größerer Seerosenbestand aus *Nymphaea alba*. Der „Große See“ ist generell fast alleine durch diese zwei Arten geprägt, am Ufer kann teils *Lemna minor* entdeckt werden.

Tabelle 6 (1/8): Auflistung aller Gehölz-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

VORHANDENE ARTEN UND PFLANZENGESELLSCHAFTEN DER GEHÖLZAUFNAHMEN																											
VEGETATIONSASSOZIATIONEN: A - <i>Galio sylvatici-Carpinetum circaetosum</i> ; B - <i>Carici pendulae-Aceretum</i> ; C - <i>Galio odorati-Fagetum</i> ; D - <i>Pruno-Fraxinetum</i> ; E - <i>Frangulo-Salicetum cinereae</i> ; F - <i>Sphagno-Alnetum glutinosae</i> ; G - <i>Salici pentandrae-Betuletum pubescentis</i>																											
SCHICHTEN: B - Baumschicht ; S - Strauchschicht ; K - Krautschicht ; M - Mooschicht																											
Diagnostische Arten: C - Charakterarten ; D - Differentialarten																											
	SCHICHT	A	B	B	B	B	C	C	C	D	E	E	E	E	E	E	E	F	F	F	F	F	F	G	G	G	
AUFNAHMENUMMER		6	38	35	40	4	37	5	33	2	17	23	7	42	12	10	22	29	45	9	44	16	15	13	18	8	14
C Carpinion																											
Acer campestre	B	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer campestre	S	+	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer campestre	K	+	.	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carpinus betulus	S	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carpinus betulus	K	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunus avium	B	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C Tilio-Acerion																											
Acer pseudoplatanus	B	1	3	3	3	3	2b	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer pseudoplatanus	S	+	2b	2a	.	.	2a	+	1	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer pseudoplatanus	K	+	1	+	+	+	2a	1	+	.	.	+	+	.	.	.	+	r	.	+	.	.	.	.	+	.	.
Ulmus glabra	B	.	.	2b	.	.	2b	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ulmus glabra	S	.	.	1	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabelle 6 (3/8): Auflistung aller Gehölz-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

C Betulion pubescentis																											
Betula pubescens	B	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	3	2b	2b	2b	2b	1	4	3	2a	
Betula pubescens	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	
Betula pubescens	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.	
C Salicion cinereae																											
Salix cinerea	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	5	4	4	3	5	5	.	.	1	.	.	.	.	2a	.	.
Salix cinerea	S	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	2b	1	2b	2b	2b	1	4	.	1	.	.	.	.	1	.	.
Salix cinerea	K	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Weitere Baumarten																											
Fraxinus pennsylvanica	B	.	2a	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fraxinus pennsylvanica	S	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fraxinus pennsylvanica	K	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ulmus minor	B	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aesculus hippocastanum	B	.	.	.	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tilia cordata	B	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tilia cordata	S	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Taxus baccata	B	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Taxus baccata	S	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salix alba	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juglans regia	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salix caprea	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salix caprea	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Picea abies	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	3	1	.	1	2b	.	2b
Picea abies	S	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	1	1	1	1	2a	1	1
Picea abies	K	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Tabelle 6 (4/8): Auflistung aller Gehölz-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

<i>Pinus sylvestris</i>	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2a	.	.	.	2a	1	1
<i>Pinus sylvestris</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	+	2a
<i>Pinus sylvestris</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2b	.	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Weitere Straucharten																							
<i>Euonymus europaeus</i>	S	.	2a	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus laevigata</i>	S	.	1	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus laevigata</i>	K	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum opulus</i>	S	.	2b	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum opulus</i>	K	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corylus avellana</i>	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corylus avellana</i>	S	.	.	.	2b	.	+	.	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	S	3	2a	.	.	2a	.	.	.	3	1	.	2b	2a	.	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	K	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i>	B	.	1	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i>	S	2a	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	S	.	2b	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	S	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa canina s.l.</i>	K	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ribes uva-crispa ssp. grossularia</i>	S	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ilex aquifolium</i>	B	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ilex aquifolium</i>	S	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix triandra</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabelle 6 (5/8): Auflistung aller Gehölz-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

<i>Rubus caesius</i>	S	.	3	.	.	.	1	.	2b	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Rubus caesius</i>	K	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	S	2a	.	2a	3	2a	.	2b	.	3	3	.	1	3	.	.	1	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	K	1	.	.	.	.	1	2a	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Ribes nigrum</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Frangula alnus</i>	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	.	+	.	.	.	.	
<i>Frangula alnus</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	2b	1	.	+	.	
<i>Frangula alnus</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	+	+	+	.	.	.	.	
<i>Kalmia angustifolia</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	2b	2b	2a	5	.	.	2a	
<i>Kalmia angustifolia</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	2b	.	2b	.	.	+	
<i>Rhododendron ponticum</i>	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	
<i>Rhododendron ponticum</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	+	2a	.	.	5	.	
<i>Rhododendron ponticum</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2a	.	.	1	.	
<i>Rhododendron cf. japonicum</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Rhododendron cf. japonicum</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Amelanchier arborea</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Lianen																												
<i>Clematis vitalba</i>	S	1	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Hedera helix</i>	K	3	3	2a	.	.	.	1	4	2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Zwergsträucher und Krautige																												
<i>Geum urbanum</i>	K	1	+	1	+	2a	.	.	+	1	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Carex acutiformis</i>	K	+	.	.	1	.	.	.	.	.	2a	4	3	1	.	3	.	.	2a	.	.	.	.	3	.	.	.	
<i>Dryopteris carthusiana s.str.</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	1	.	+	.	+	.	+	.	1	.	.	+	.	.	
<i>Circaea lutetiana</i>	K	3	+	2b	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Iris pseudacorus</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2a	1	.	2a	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Lythrum salicaria</i>	K	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2a	.	r	.	.	.	.	+	.	.	.	.	

Tabelle 6 (6/8): Auflistung aller Gehölz-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

<i>Anemone nemorosa</i>	K	.	1	.	.	.	2a	2a	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex rostrata</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	+	.	.	+	.	1	2a
<i>Molinia caerulea</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	3	5	4
<i>Galium aparine</i> agg.	K	.	r	.	.	2b	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Carex sylvatica</i>	K	.	.	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	K	.	.	.	2b	2b	.	.	+	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	1	.	r	.	.	1	.
<i>Ficaria verna</i>	K	.	2a	.	.	2a	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	K	.	.	r	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Galeobdolon montanum</i>	K	.	.	1	1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	r
<i>Carex pendula</i>	K	.	r	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Milium effusum</i>	K	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>	K	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	K	.	.	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	K	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum fluviatile</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	2b	.	.	.	.
<i>Typha latifolia</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	1	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	K	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex spicata</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calystegia sepium</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Scirpus sylvaticus</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Lemna minor</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Solanum dulcamara</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.

Tabelle 6 (8/8): Auflistung aller Gehölz-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

[illegible]

Tab. 7 (1/6): Auflistung aller Offenland-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

VORHANDENE ARTEN UND PFLANZENGESELLSCHAFTEN DER OFFENLANDAUFNAHMEN																						
VEGETATIONSASSOZIATIONEN: A - <i>Crepido capillaris-Festucetum rubrae</i> ; B - <i>Reynoutrietum japonicae</i> ; C - <i>Circaeetum lutetianae</i> ; D - <i>Caricetum acutiformis</i> ; E - <i>Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae</i> ; F - <i>Acoretum calami</i> ; G - <i>Ceratophylletum demersi</i>																						
SCHICHTEN: S - Strauchschicht ; K - Krautschicht ; M - Moosschicht , A - aquatisch																						
Diagnostische Arten: C - Charakterarten ; D - Differentialarten																						
	SCHICHT	A	A	B	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	E	F	G		
AUFNAHMENUMMER		1	3	24	41	36	21	25	26	30	11	28	19	27	31	39	32	20	34	43		
C Cynosurion cristati																						
<i>Lolium perenne</i>	K	2b	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
D Crepido capillaris-Festucetum rubrae																						
<i>Veronica filiformis</i>	K	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Glechoma hederacea</i>	K	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
C Arrhenatheretalia																						
<i>Dactylis glomerata</i>	K	3	2b	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Achillea millefolium agg.</i>	K	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Galium album s.str.</i>	K	2b	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Arrhenatherum elatius</i>	K	2b	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Bellis perennis</i>	K	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Cynosurus cristatus</i>	K	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Knautia arvensis</i>	K	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		

Tab. 7 (2/6): Auflistung aller Offenland-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

[illegible]

Tab. 7 (3/6): Auflistung aller Offenland-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

<i>Stachys sylvatica</i>	K	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
C Lamio albi-Chenopodietalia																				
<i>Geum urbanum</i>	K	.	.	1	1	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C Caricetum acutiformis																				
<i>Carex acutiformis</i>	K	.	.	.	.	5	5	3	4	3	5	5	5	5	5	5	5	+	4	.
D Caricion rostratae																				
<i>Potentilla palustris</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	.	.	.	.	.	.
C Phragmitetalia																				
<i>Equisetum fluviatile</i>	K	.	.	.	.	.	r	2b	2a	1	1	2a	2b	.	.	.	.	.	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>	K	.	.	.	.	.	2b	.	+	.	.	+	.	.	3	2a	2b	.	.	.
<i>Typha latifolia</i>	K	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.
C Phragmiti-Magnocaricetea																				
<i>Phragmites australis</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae																				
<i>Carex rostrata</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	.	2b	.	.	.	.	5	.	.
C Acoretum calami																				
<i>Acorus calamus</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.
C Ceratophylletum demersi																				
<i>Ceratophyllum demersum</i>	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Weitere Arten																				
<i>Salix cinerea</i>	S	.	.	.	2b	1	.	+	2b	2b	2a	1	2a	1	.	.	.	.	.	.
<i>Salix cinerea</i>	K	.	.	.	.	.	r	1	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	K	.	.	.	.	.	r	+	+	.	+	1	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Calystegia sepium</i>	K	.	.	.	.	.	1	+	.	1	.	+	.	.	.	.	r	.	.	.

Tab. 7 (4/6): Auflistung aller Offenland-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

<i>Acer pseudoplatanus</i>	S	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	K	.	r	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	K	.	.	2a	.	1	2a	2a	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calliergonella cuspidata</i>	M	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris carthusiana</i> s.str.	K	.	.	.	.	.	.	1	2a	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus glutinosa</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	2a	2a	2a	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus glutinosa</i>	K	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	K	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	K	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	2b	1	2b	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	K	2a	+	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	K	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.
<i>Lemna minor</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	+	.	.
<i>Galium mollugo</i> agg.	K	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	K	2b	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galeobdolon montanum</i>	K	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	K	.	.	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Impatiens glandulifera</i>	K	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus sericea</i>	S	.	.	.	.	.	.	2b	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia sepium</i>	K	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium palustre</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.

Tab. 7 (5/6): Auflistung aller Offenland-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

<i>Viburnum opulus</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nymphaea alba</i>	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	3
<i>Cerastium fontanum agg.</i>	K	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	K	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium pyrenaicum</i>	K	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex obtusifolius</i>	K	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene dioica</i>	K	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis biennis</i>	K	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla sterilis</i>	K	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erigeron annuus</i>	K	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium glomeratum</i>	K	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex spicata</i>	K	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	K	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex sylvatica</i>	K	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex brizoides</i>	K	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	K	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fragaria moschata</i>	K	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	K	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa canina s.l.</i>	K	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus incana</i>	K	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus sceleratus</i>	K	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	K	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	K	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tab. 7 (6/6): Auflistung aller Offenland-Vegetationsaufnahmen mit vorhandenen Arten und erfolgter Zuordnung in Vegetationsgesellschaften. Für jede Aufnahme sind vorhandene Arten mit ihren zugehörigen Deckungswerten gemäß der verwendeten Modifikation der Braun-Blanquet-Skala vermerkt. Den verschiedenen Pflanzenassoziationen beziehungsweise -verbänden wurden Farben zugeteilt, Pflanzenarten in den gleichen Farben sind in der verwendeten Bestimmungsliteratur als Kennarten für ebendiese Pflanzengesellschaften angegeben.

<i>Epilobium hirsutum</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachythecium rutabulum</i>	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Scirpus sylvaticus</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Solanum dulcamara</i>	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.

Tabelle 8 (1/2): Alle 2021 getätigten Vegetationsaufnahmen mit zugehörigen Deckungsgraden pro Schicht, Standortdaten und Informationen

Aufnahmenummer	Erhebungsdatum	Aufnahme­fläche [m²]	Seehöhe [m]	Exposition [Grad]	Hang­neigung [Grad]	Gesamt­deckung [%]	Baum­schicht Deckung [%]	Strauch­schicht Deckung [%]	Kraut­schicht Deckung [%]	Moos­schicht Deckung [%]	Wasser­pflanzen Deckung [%]	Artenzahl	Assoziation	Vegetation	Koordinaten
1	11.06.2021	10	469	.	0	100	.	.	100	.	.	30	<i>Crepido capillaris-Festucetum rubrae</i>	Offenland	47.925003; 13.810818
2	12.06.2021	100	468	320	31	95	95	70	30	1	.	27	<i>Pruno-Fraxinetum</i>	Gehölz	47.925388; 13.811168
3	11.06.2021	10	469	.	0	100	.	.	100	.	.	24	<i>Crepido capillaris-Festucetum rubrae</i>	Offenland	47.924976; 13.810958
4	19.06.2021	100	467	210	2	90	90	45	50	1	.	23	<i>Carici pendulae-Aceretum</i>	Gehölz	47.926040; 13.811464
5	14.06.2021	100	470	185	3	95	80	85	4	1	.	20	<i>Galio odorati-Fagetum</i>	Gehölz	47.926407; 13.808795
6	26.07.2021	100	468	75	6	80	65	70	45	1	.	17	<i>Galio sylvatici-Carpinetum-circaeetosum</i>	Gehölz	47.925864; 13.807511
7	29.06.2021	100	470	.	0	85	75	25	85	1	.	19	<i>Frangulo-Salicetum cinereae</i>	Gehölz	47.925038; 13.907909
8	06.07.2021	100	468	.	0	100	55	20	10	100	.	11	<i>Salici pentandrae-Betuletum pubescentis</i>	Gehölz	47.925454; 13.810614
9	07.07.2021	100	468	.	0	95	85	10	25	95	.	20	<i>Sphagno-Alnetum glutinosae</i>	Gehölz	47.925503; 13.810821
10	08.07.2021	100	468	.	0	95	95	25	75	1	.	16	<i>Frangulo-Salicetum cinereae</i>	Gehölz	47.925611; 13.810991
11	23.07.2021	10	470	.	0	100	.	10	100	1	.	11	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.925337; 13.807733
12	08.07.2021	30	468	.	0	90	60	30	60	1	.	15	<i>Frangulo-Salicetum cinereae</i>	Gehölz	47.925780; 13.810798
13	19.07.2021	100	468	.	0	90	50	90	15	60	.	18	<i>Sphagno-Alnetum glutinosae</i>	Gehölz	47.925304; 13.809677
14	19.07.2021	100	468	.	0	95	70	95	5	10	.	12	<i>Salici pentandrae-Betuletum pubescentis</i>	Gehölz	47.925184; 13.809512
15	20.07.2021	100	468	.	0	90	65	35	60	85	.	22	<i>Sphagno-Alnetum glutinosae</i>	Gehölz	47.925121; 13.809819
16	22.07.2021	100	468	.	0	90	75	30	85	65	.	15	<i>Sphagno-Alnetum glutinosae</i>	Gehölz	47.924662; 13.809177
17	27.06.2021	100	469	.	0	100	95	10	30	.	.	7	<i>Frangulo-Salicetum cinereae</i>	Gehölz	47.925669; 13.811389
18	27.06.2021	100	469	.	0	100	85	55	40	60	.	21	<i>Salici pentandrae-Betuletum pubescentis</i>	Gehölz	47.925310; 13.808079

Tabelle 8 (2/2): Alle 2021 getätigten Vegetationsaufnahmen mit zugehörigen Deckungsgraden pro Schicht, Standortdaten und Informationen

19	29.06.2021	10	468	.	0	100	.	20	100	1	.	11	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.925344; 13.807773
20	12.06.2021	10	468	.	0	90	.	.	90	.	.	4	<i>Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae</i>	Offenland	47.925536; 13.811330
21	12.06.2021	10	468	.	0	95	.	.	95	.	.	8	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.925508; 13.811396
22	21.06.2021	100	468	.	0	95	95	30	30	1	.	17	<i>Frangulo-Salicetum cinereae</i>	Gehölz	47.926032; 13.811346
23	21.06.2021	100	468	.	0	95	95	20	55	1	.	11	<i>Frangulo-Salicetum cinereae</i>	Gehölz	47.925868; 13.811318
24	14.06.2021	10	470	.	0	100	.	40	100	1	.	15	<i>Reynoutrietum japonicae</i>	Offenland	47.926239; 13.811410
25	28.06.2021	10	469	.	0	100	.	30	100	.	.	14	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.925372; 13.807593
26	28.06.2021	10	469	.	0	100	.	50	100	1	.	11	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.925380; 13.807668
27	28.06.2021	10	469	.	0	100	.	20	100	1	.	11	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.925350; 13.807802
28	28.06.2021	10	469	.	0	100	.	15	100	1	.	13	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.925423; 13.807844
29	21.06.2021	50	469	.	0	90	60	80	5	.	.	17	<i>Frangulo-Salicetum cinereae</i>	Gehölz	47.925509; 13.807671
30	28.06.2021	10	469	.	0	100	.	20	100	1	.	13	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.925332; 13.807860
31	19.06.2021	10	468	.	0	95	.	.	95	.	.	7	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.925793; 13.810290
32	14.06.2021	10	468	195	3	90	.	.	90	.	.	7	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.926106; 13.809945
33	03.06.2021	100	471	160	9	100	85	75	65	.	.	17	<i>Galio odorati-Fagetum</i>	Gehölz	47.926403; 13.808189
34	19.06.2021	10	468	.	0	85	.	.	85	.	.	4	<i>Acoretum calami</i>	Offenland	47.926204; 13.807986
35	05.06.2021	100	472	120	20	90	90	60	75	1	.	22	<i>Carici pendulae-Aceretum</i>	Gehölz	47.925868; 13.807128
36	05.06.2021	10	469	.	0	100	.	10	100	1	.	7	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.926107; 13.808545
37	13.06.2021	100	473	.	0	100	100	50	50	1	.	13	<i>Galio odorati-Fagetum</i>	Gehölz	47.926582; 13.808829
38	18.06.2021	100	470	.	0	95	95	50	30	1	.	28	<i>Carici pendulae-Aceretum</i>	Gehölz	47.926057; 13.810655
39	19.06.2021	10	468	.	0	100	.	.	100	.	.	4	<i>Caricetum acutiformis</i>	Offenland	47.926147; 13.809144
40	22.06.2021	100	469	.	0	85	75	60	60	1	.	21	<i>Carici pendulae-Aceretum</i>	Gehölz	47.926173; 13.808209
41	27.06.2021	10	469	.	0	90	.	20	90	.	.	10	<i>Circaeetum lutetianae</i>	Offenland	47.926360; 13.809409
42	05.07.2021	100	469	.	0	85	80	55	40	1	.	18	<i>Frangulo-Salicetum cinereae</i>	Gehölz	47.925103; 13.807973
43	10.07.2021	100	468	.	0	45	.	.	.	.	45	2	<i>Ceratophylletum demersi</i>	aquatisch	47.925857; 13.808161
4	22.07.2021	100	469	.	0	85	75	45	50	80	.	20	<i>Sphagno-Alnetum glutinosae</i>	Gehölz	47.925482; 13.809772
45	27.07.2021	100	469	.	0	85	80	35	60	50	.	13	<i>Sphagno-Alnetum glutinosae</i>	Gehölz	47.925586; 13.808689

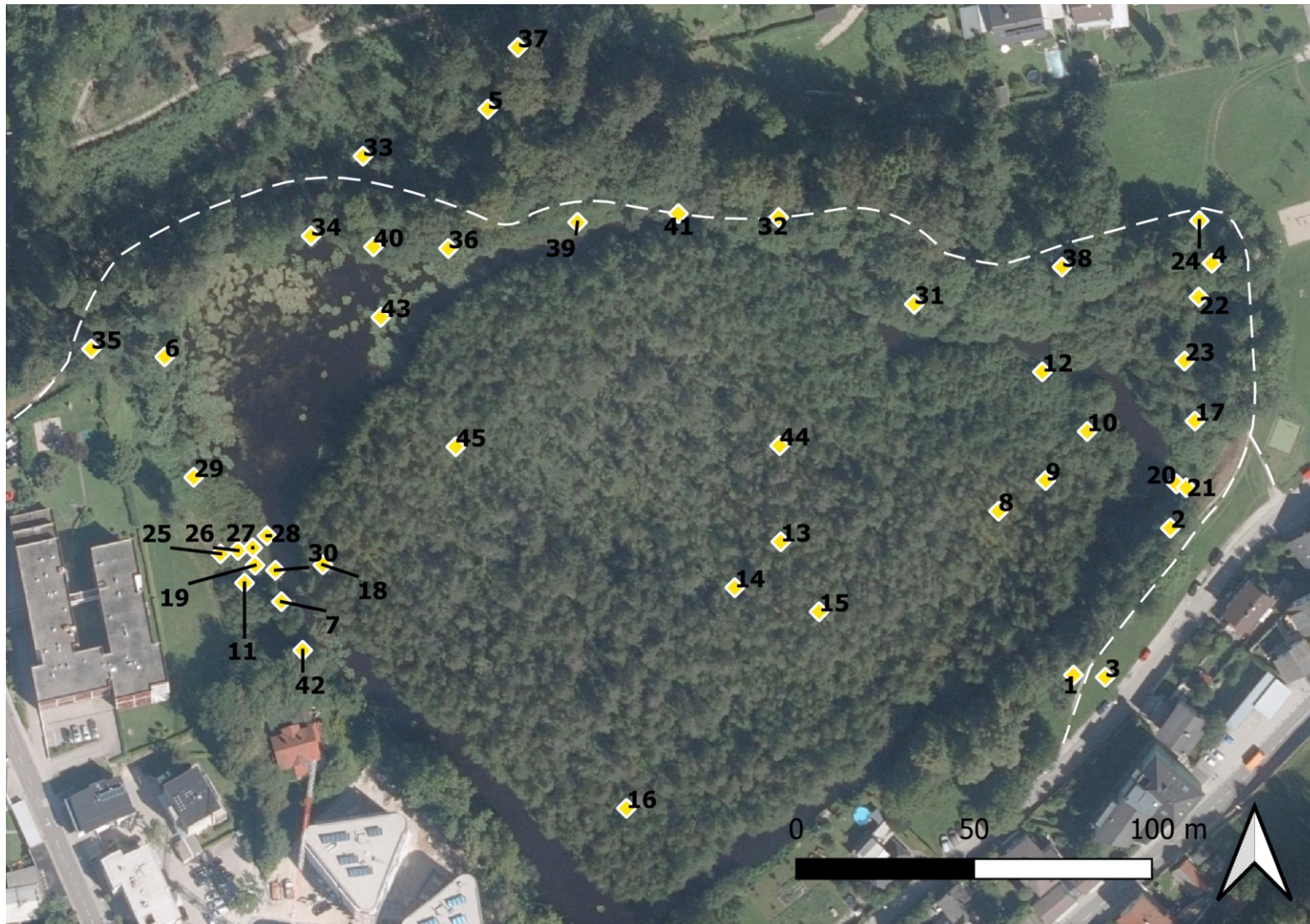


Abb. 3: Verortung der 45 Stellen, an welchen im Rahmen dieser Arbeit Vegetationsaufnahmen durchgeführt wurden. Die Karte wurde mit der Geoinformationssoftware *QGIS* erstellt, als Datenquelle für das bearbeitete Orthofoto fungierte *basemap.at*.

Vegetationskarte des Krottenseegebietes



- 1 - Acoretum calami
- 2 - Caricetum acutiformis
- 3 - Carici pendulae-Aceretum
- 4 - Circaeetum lutetianae
- 5 - Crepido capillaris-Festucetum rubrae
- 6 - Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae
- 7 - Galio odorati-Fagetum
- 8 - Galio sylvatici-Carpinetum circaetosum
- 9 - Offener Wasserkörper
- 10 - Pruno-Fraxinetum
- 11 - Reynoutrietum japonicae
- 12 - Frangulo-Salicetum cinerea
- 13 - Sphagno-Alnetum glutinosae / Salici pentandrae-Betuletum pubescentis
- Nicht-erhobenes Gebiet

Abb. 4: Vegetationskarte des Krottenseegebietes, Stand 2021. Diese Karte wurde nach den im Rahmen dieser Arbeit getätigten Vegetationsaufnahmen erstellt und bildet verschiedene vorherrschende Pflanzengemeinschaften ab. Es handelt sich um die Vegetationsverbände beziehungsweise -Assoziationen, welche den 45 getätigten Vegetationsaufnahmen zugeordnet wurden. Die ersichtliche Abgrenzung ist nicht als scharfe Grenze zu verstehen, sondern zumeist als gradueller Übergang. Aufgrund kaum feststellbarer Grenzen und häufiger gradueller Übergänge zwischen den auf der Krottenseeinsel vorherrschenden Pflanzengemeinschaften *Sphagno alnetum glutinosae* und *Salici pentandrae-Betuletum pubescentis*, wurden diese in eine Kategorie zusammengefasst. Die strichlierte schwarze Linie zeigt den Verlauf eines bestehenden Wanderweges. Die Karte wurde mit der Geoinformationssoftware QGIS erstellt, als Datenquelle für das bearbeitete Orthofoto fungierte basemap.at.

4.3. Forschungsfrage 3 – Vegetationsveränderungen

Artenzahl, Evenness, Shannon-Wiener Index

In den eigenen Aufnahmen weisen die Gesellschaften *Crepido capillaris-Festucetum rubrae* und *Pruno-Fraxinetum* mit 27 Arten im Mittel die höchste Artenzahl auf, gefolgt von *Carici pendulae-Aceretum* mit 24 Arten (Abb. 5; Abb. 6.) Bei den Aufnahmen 1995 war die Kategorie „Waldgesellschaften um den Krottensee“ im Mittel die artenreichste Gesellschaft mit 26 Arten, gefolgt von der Kategorie „Insel-Moorwald“ mit 24 Arten (Abb. 7). Die Gesellschaften mit der geringsten mittleren Artenzahl stellen 2021 *Acoretum calami* und *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* mit jeweils nur 4 Arten dar (Abb. 5), bei den Aufnahmen 1995 ist die Kategorie „Torfmoosteppich mit Rundblättrigem Sonnentau“ mit 6 Arten die artenärmste (Abb. 7) Die höchste Evenness unter den Aufnahmen aus 2021 zeigt die Gesellschaft *Circaeetum lutetianae* mit 0.830, knapp vor *Crepido capillaris-Festucetum rubrae* mit 0.825 (Abb. 8; Abb. 9). Die geringste Evenness zeigt das *Caricetum acutiformis* mit 0.520 (Abb. 8). Bei den Aufnahmen von Roithinger *et al.* liegt die höchste Evenness mit 0.69 bei der Kategorie „Schnabel-Seggen-Rohrkolben-Sumpf“, die niedrigste mit 0.47 bei „Torfmoosteppich mit Rundblättrigem Sonnentau“ (Abb. 10). Der mittlere Shannon-Wiener-Index der Aufnahmen 2021 ist bei der Gesellschaft *Crepido capillaris-Festucetum rubrae* mit 2.705 am höchsten (Abb. 11), nur unwesentlich geringer ist er im *Carici pendulae-Aceretum*, wo er bei 2.7 liegt (Abb. 12). Im Gegensatz dazu liegt der Index bei der Gesellschaft *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* nur bei 0.69 (Abb. 11). Bei den Aufnahmen von Roithinger *et al.* liegt der höchste Wert mit 2.365 bei „Waldgesellschaften um den Krottensee“ und der niedrigste Wert mit 0.910 bei „Torfmoosteppich mit Rundblättrigem Sonnentau“ (Abb. 13).

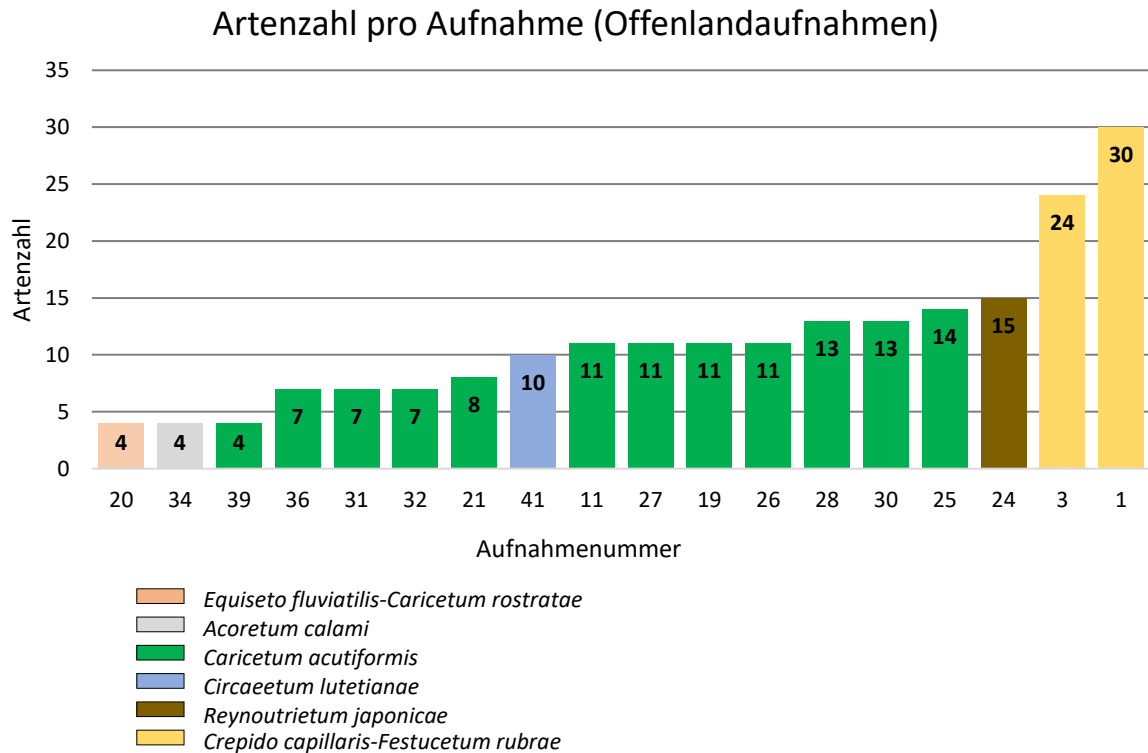


Abb. 5: Artenzahl pro Aufnahme innerhalb der Offenlandaufnahmen 2021. Farblich sind die jeweiligen Vegetationstypen, zu welchen die Aufnahmen zugeordnet wurden, markiert.

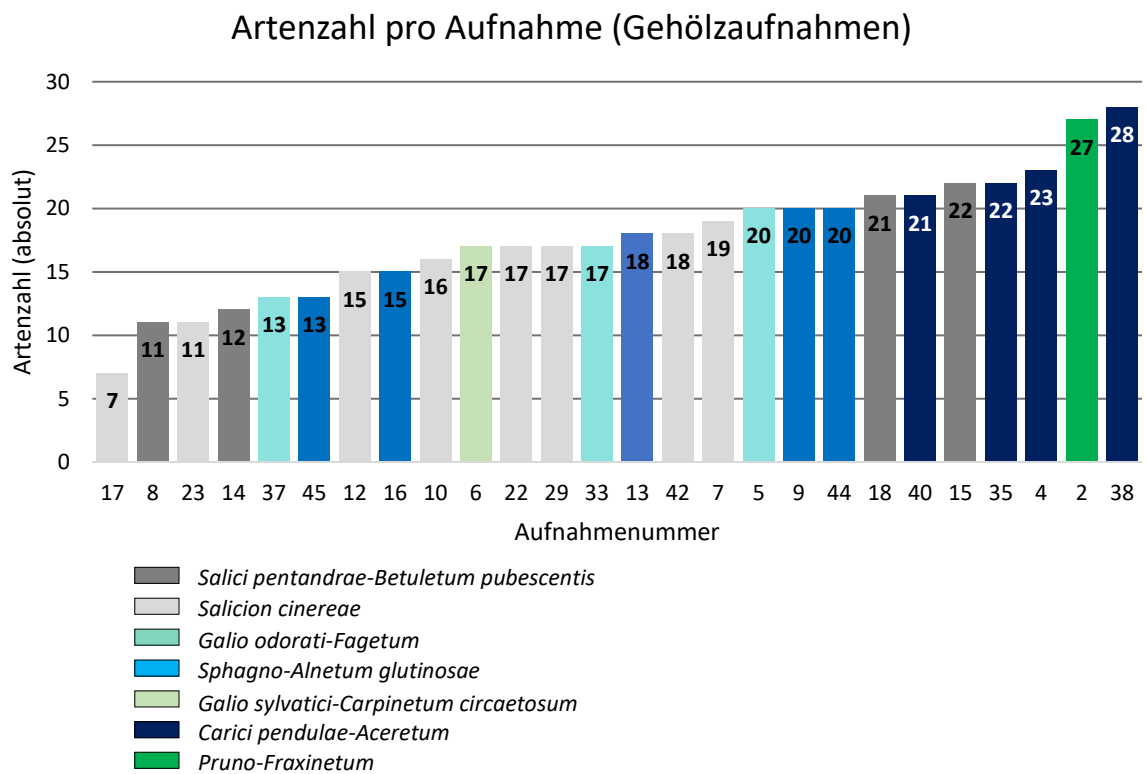


Abb. 6: Artenzahl pro Aufnahme innerhalb der Gehölzaufnahmen 2021. Farblich sind die jeweiligen Vegetationstypen, zu welchen die Aufnahmen zugeordnet wurden, markiert.

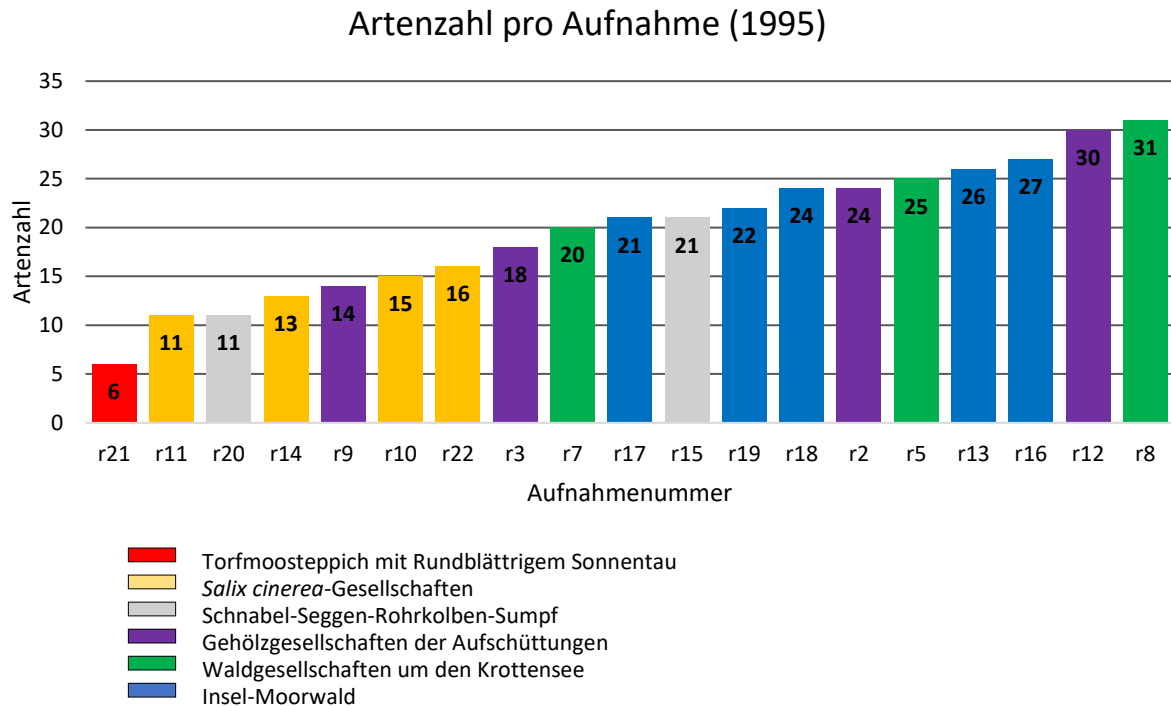


Abb. 7: Artenzahl pro Aufnahme innerhalb der Vegetationsaufnahmen 1995 von Roithinger *et al.* Farblich sind die jeweiligen Vegetationstypen, zu welchen die Aufnahmen zugeordnet wurden, markiert.

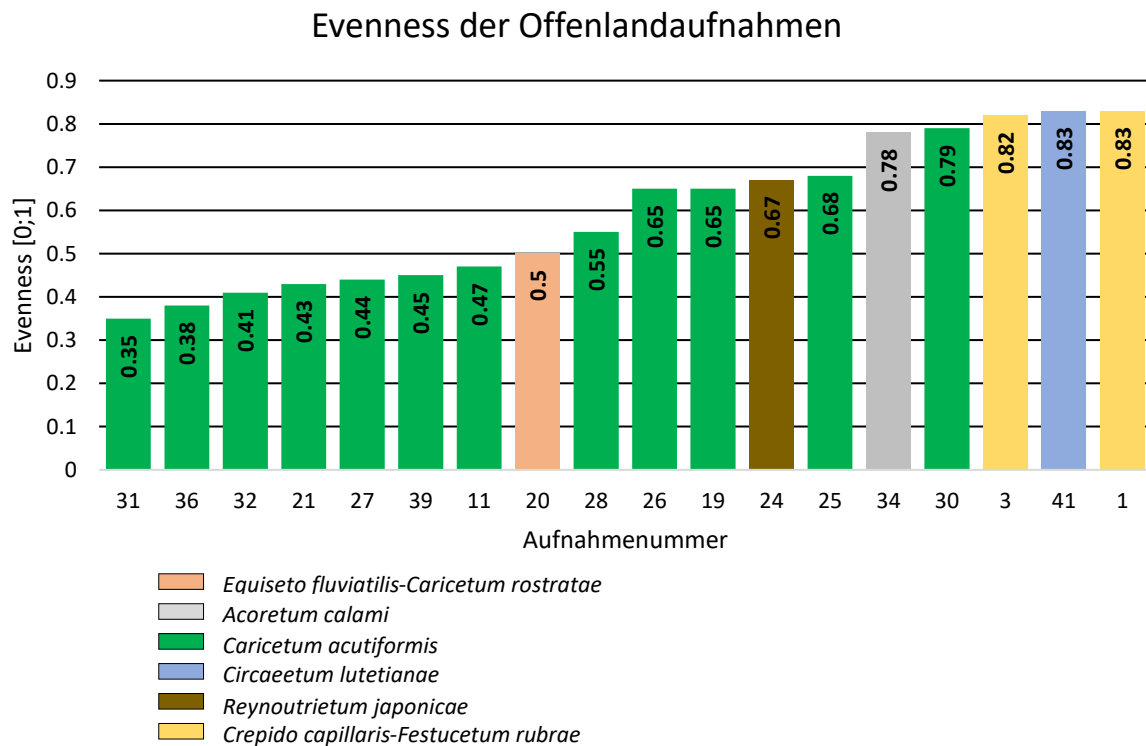


Abb. 8: Evenness pro Aufnahme innerhalb der Offenlandaufnahmen 2021. Farblich sind die jeweiligen Vegetationstypen, zu welchen die Aufnahmen zugeordnet wurden, markiert.

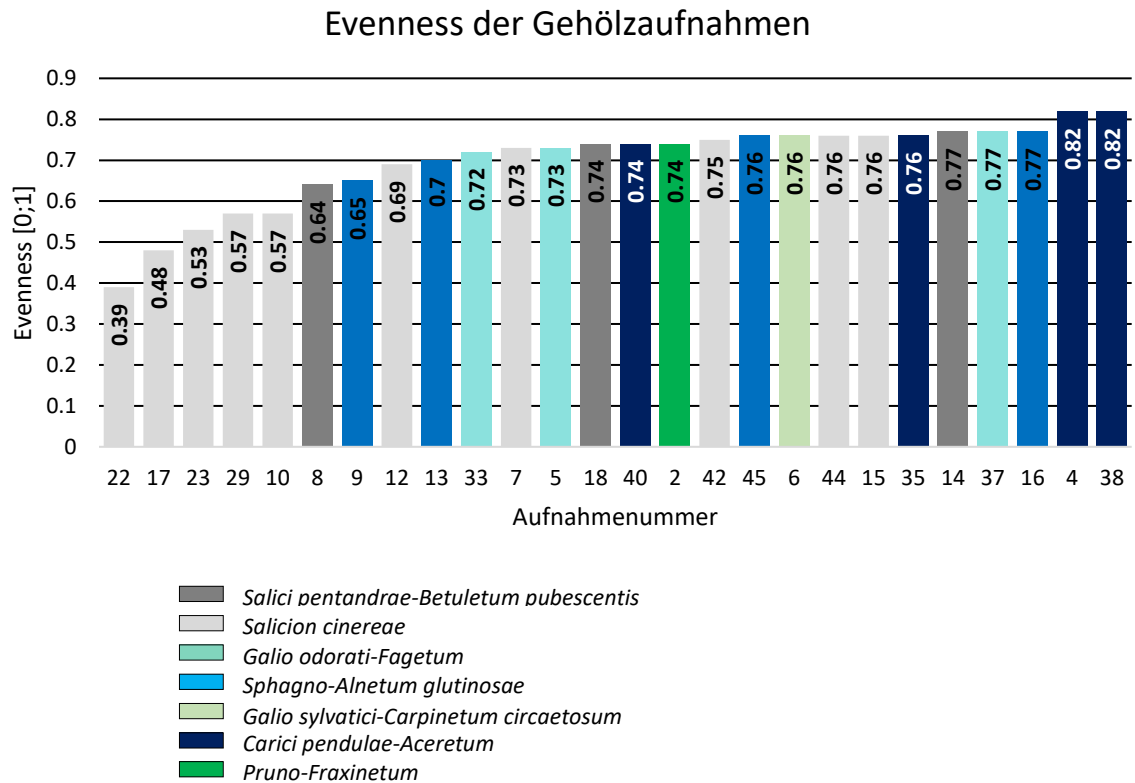


Abb. 9: Evenness pro Aufnahme innerhalb der Gehölzaufnahmen 2021. Farblich sind die jeweiligen Vegetationstypen, zu welchen die Aufnahmen zugeordnet wurden, markiert.

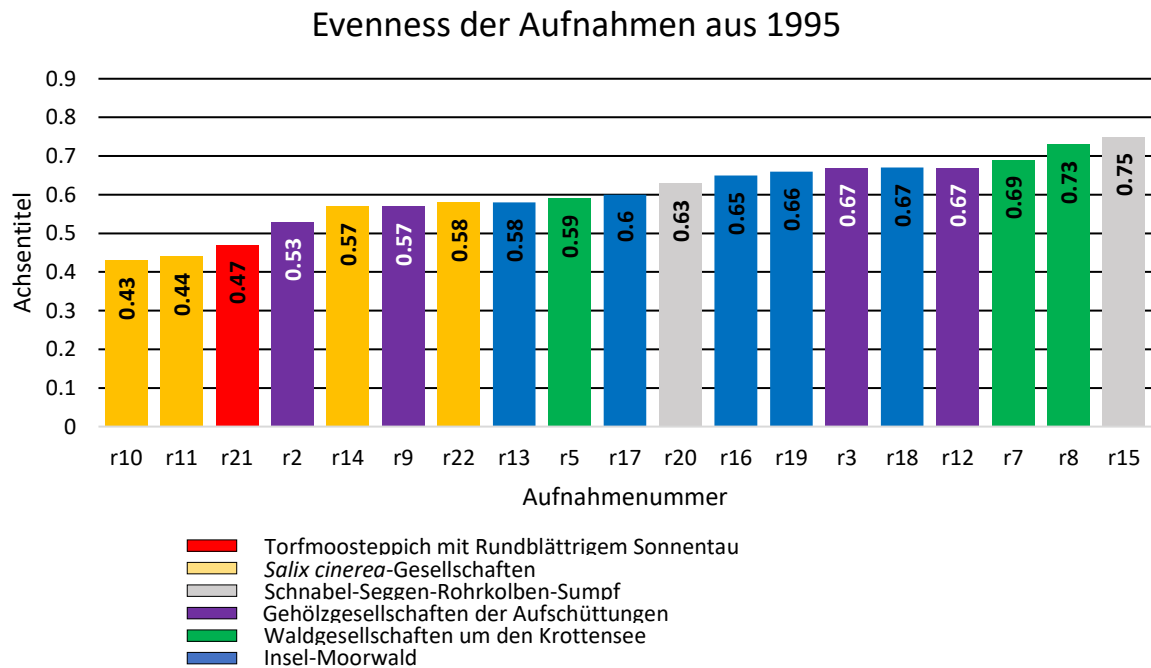


Abb. 10: Evenness pro Aufnahme innerhalb Vegetationsaufnahmen 1995 von Roithinger *et al.* Farblich sind die jeweiligen Vegetationstypen, zu welchen die Aufnahmen zugeordnet wurden, markiert.

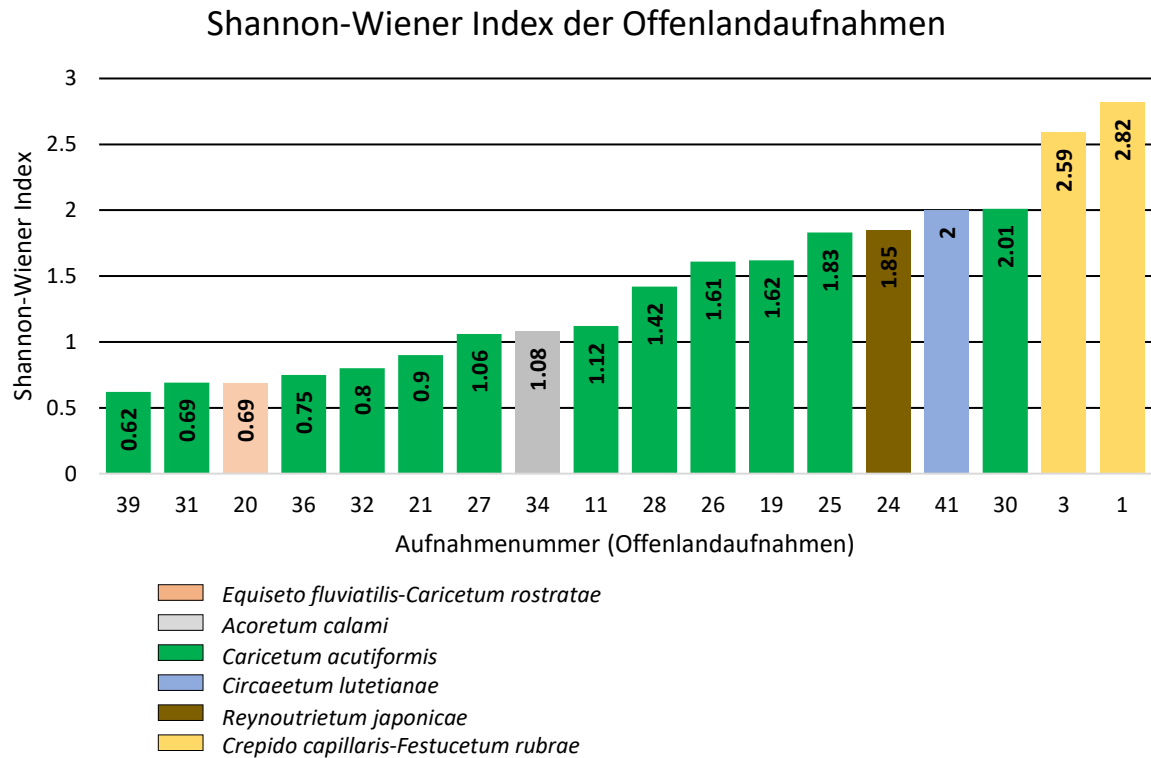


Abb. 11: Shannon-Wiener-Index pro Aufnahme innerhalb der Offenlandaufnahmen 2021. Farblich sind die jeweiligen Vegetationstypen, zu welchen die Aufnahmen zugeordnet wurden, markiert.

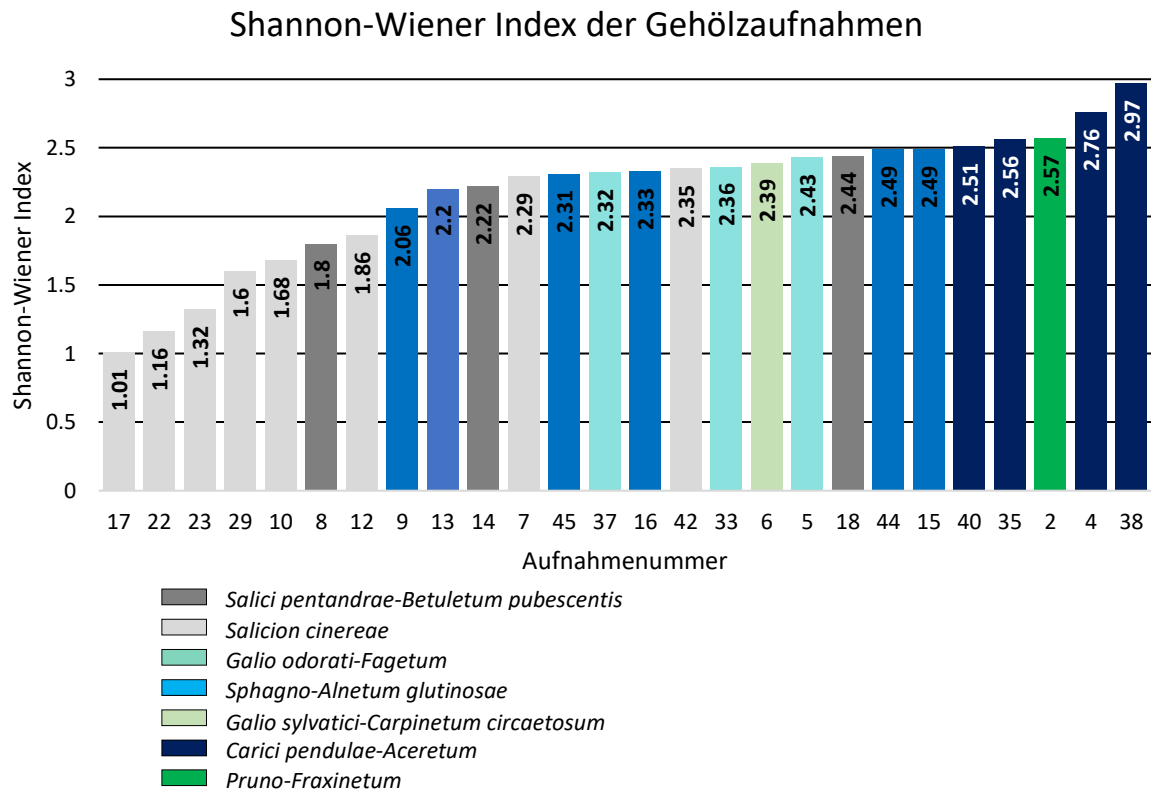


Abb. 12: Shannon-Wiener-Index pro Aufnahme innerhalb der Gehölzaufnahmen 2021. Farblich sind die jeweiligen Vegetationstypen, zu welchen die Aufnahmen zugeordnet wurden, markiert.

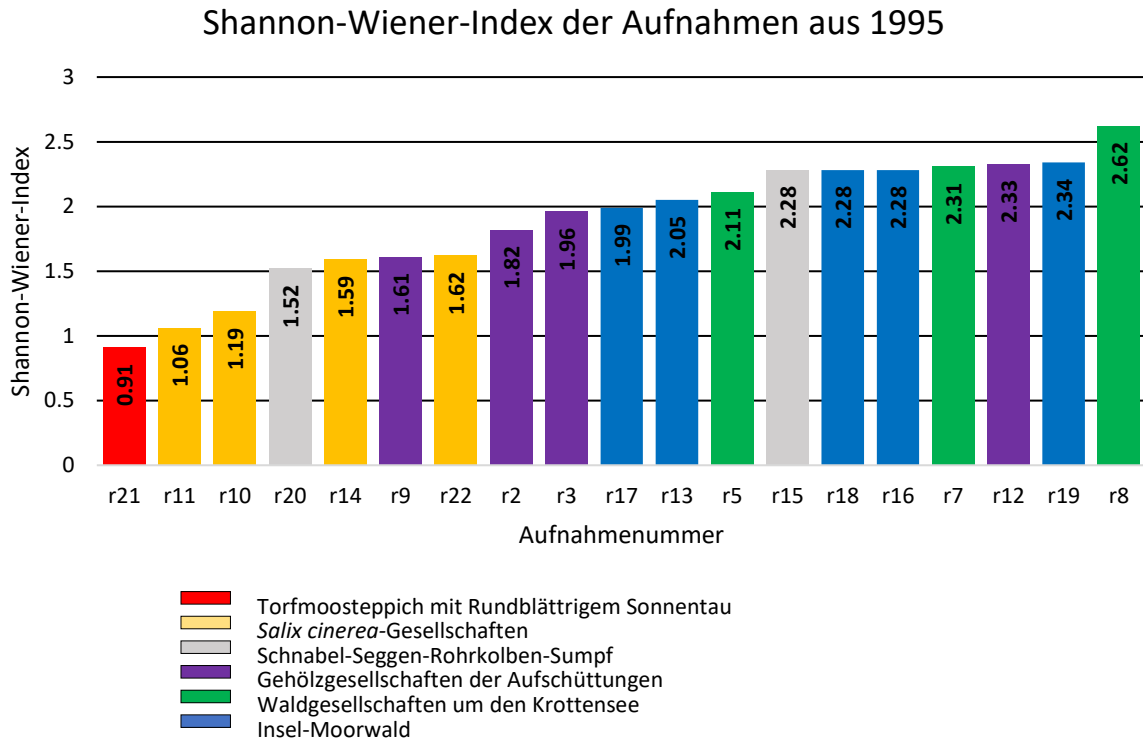


Abb. 13: Shannon-Wiener-Index pro Aufnahme innerhalb Vegetationsaufnahmen 1995 von Roithinger *et al.* Farblich sind die jeweiligen Vegetationstypen, zu welchen die Aufnahmen zugeordnet wurden, markiert.

Detrended Correspondence Analyses (DCA)

Die Ergebnisse der zwei durchgeführten DCAs sind in Abbildung 14 und Abbildung 15 ersichtlich. Abbildung 14 zeigt das Ergebnis für sämtliche verbundenen Aufnahmepaare, Abbildung 15 zeigt das Ergebnis für die verbundenen Aufnahmepaare auf der Krottenseeinsel. Dabei liegen die berücksichtigten Aufnahmen entlang von Gradienten, die sich aus dem Vorhandensein von Arten und deren Deckungsgrad ergeben. Je nachdem, welche Arten in den Aufnahmen vorhanden sind, ergibt sich eine Position entlang eines relativen Gradienten, ebenso je nachdem, welchen Deckungsgrad Arten innerhalb der Aufnahmen einnehmen. Je näher sich die Aufnahmen im Diagramm sind, desto ähnlicher sind sie sich dementsprechend. Große Distanzen bedeuten größere Unähnlichkeiten. Es ist ersichtlich, dass lediglich die Waldgesellschaften um den Krottensee eine große Distanz innerhalb des Diagrammes aufweisen. Die Gesellschaften des Insel-Moorwaldes, *Salix cinerea*-Gebüsche sowie *Carex acutiformis*-dominierte Vegetation weisen deutlich geringere Distanzen auf. Innerhalb der Aufnahmepaare auf der Krottenseeinsel zeigen die *Salix cinerea*-Gesellschaften größere Distanzen.

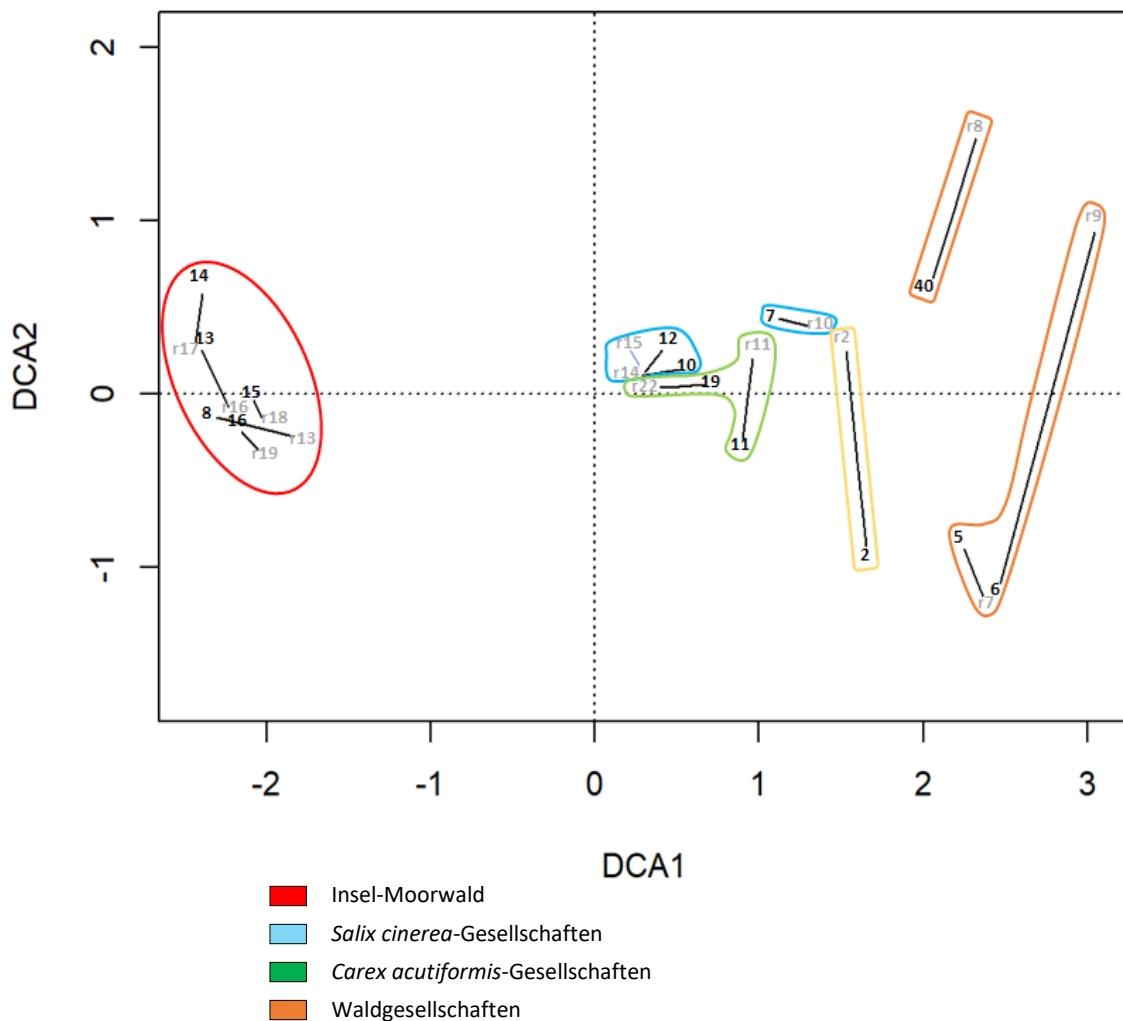


Abb. 14: DCA (*Detrended Correspondence Analysis*) der Veränderung der Artenzusammensetzung zwischen 1995 und 2021. Das jeweilige Ende der schwarzen Linien zeigt die Positionierung der beschrifteten Vegetationsaufnahmen im DCA-Plot. Verbundene Aufnahmen sind am gleichen Ort, jedoch zu unterschiedlichen Zeitpunkten entstanden (1995/2021). In dieser Ordination sind jene Aufnahmestellen aus dem Gutachten von Roithinger *et al.* (1995), die sich sinnvollerweise für einen direkten Vergleich mit neu erhobenen Aufnahmen eignen, den entsprechenden Aufnahmen von 2021 gegenübergestellt. Je weiter entfernt die jeweils verbundenen Aufnahmen dargestellt sind, desto größer ist der Unterschied in der Artenzusammensetzung. Den Aufnahmen aus 1995 wurde die im Gutachten zugeteilte Nummer zugeordnet und der Buchstabe „r“ vorangestellt. Für die Kategorisierung wurden die Einheiten aus Roithinger *et al.* (1995) übernommen.

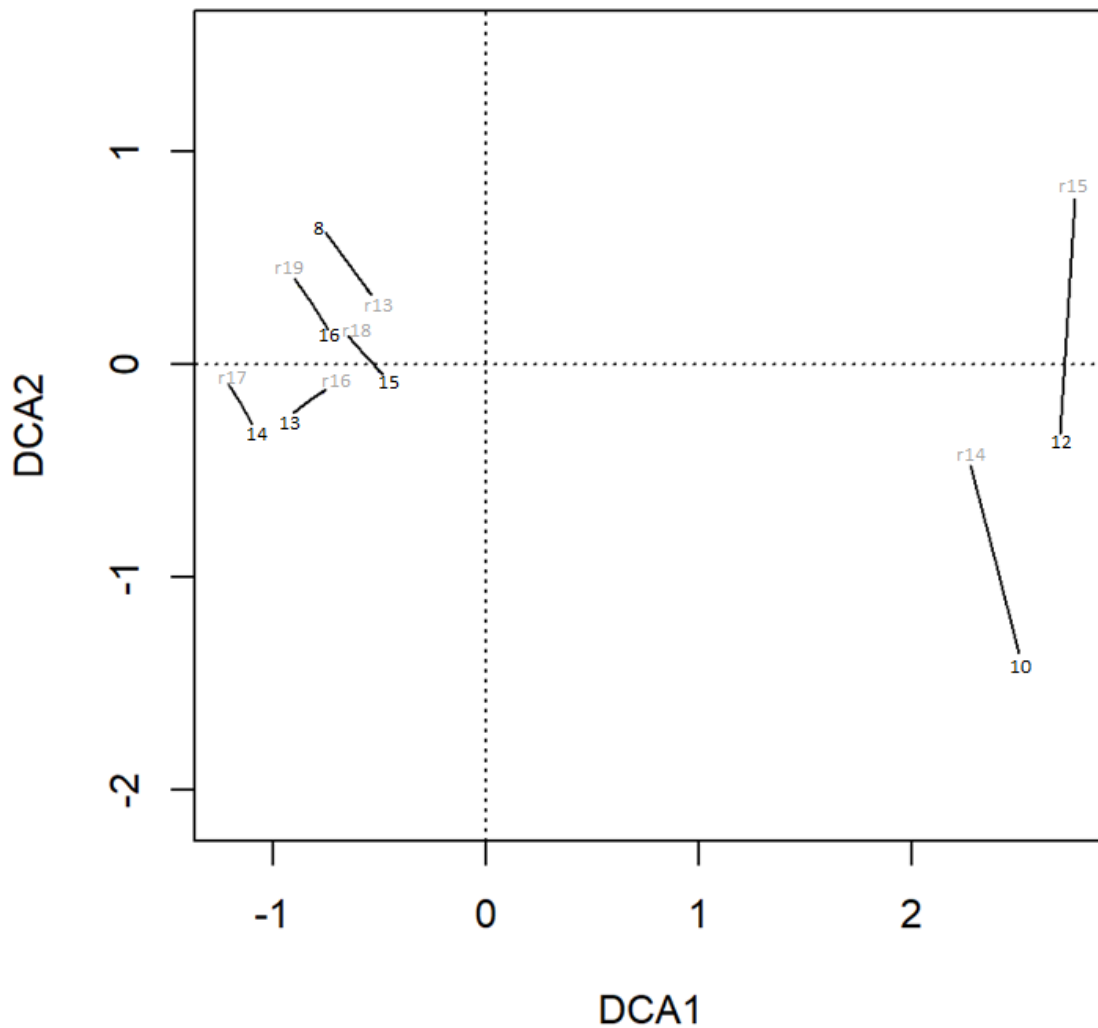


Abb. 15: : DCA (*Detrended Correspondence Analysis*) der Veränderung der Artenzusammensetzung bezogen auf Aufnahmen der Moorwaldinsel zwischen 1995 und 2021. Das jeweilige Ende der schwarzen Linien zeigt die Positionierung der beschrifteten Vegetationsaufnahmen im DCA-Plot. Verbundene Aufnahmen sind am gleichen Ort, jedoch an unterschiedlichen Zeitpunkten entstanden (1995/2021). In dieser Ordination sind jene Aufnahmen aus dem Gutachten von Roithinger *et al.* (1995), die auf der Krottenseeinsel entstanden sind, den entsprechenden Aufnahmen von 2021 gegenübergestellt. Je weiter entfernt die jeweils verbundenen Aufnahmen dargestellt sind, desto stärker wird ein Unterschied in der Artenzusammensetzung gezeigt. Den Aufnahmen aus 1995 wurde die im Gutachten zugeordnete Nummer zugeordnet und der Buchstabe „r“ vorangestellt. Diese Ordination basiert auf dem Vorkommen und dem jeweiligen Deckungsgrad der Pflanzenarten in den Aufnahmen. Es wird die Veränderung der Artenzusammensetzung graphisch gezeigt.

Verbuschung auf der Krottenseeinsel

Die Deckung der Strauchschicht an Stellen der Krottenseeinsel, die sowohl 1995 als auch 2021 besucht wurden, hat entweder zugenommen oder ist gleichgeblieben (Abb. 16). Ein Shapiro-Wilk-Test für die Gruppe der 1995 angegebenen, hierfür relevanten Deckungsgrade ergibt einen p -Wert von 0,07775. Ein Shapiro-Wilk-Test für die Gruppe der 2021 angegebenen, hierfür relevanten Deckungsgrade ergibt einen p -Wert von 0,10917. Da diese Werte über dem gewählten Signifikanzniveau von 0.05 liegen, kann eine Normalverteilung angenommen werden. Die Strauchschicht der Moorwald-Aufnahmen aus 2021 ist im Mittel 10% mächtiger als 1995. Ein t -Test für abhängige Stichproben zeigt, dass sich die Deckungsgrade der Strauchschicht der Aufnahmen 1995 von jenen aus 2021 signifikant unterscheiden. In Abbildung 17 sind Boxplots zu den prozentualen Deckungswerten der Strauchschicht dargestellt.

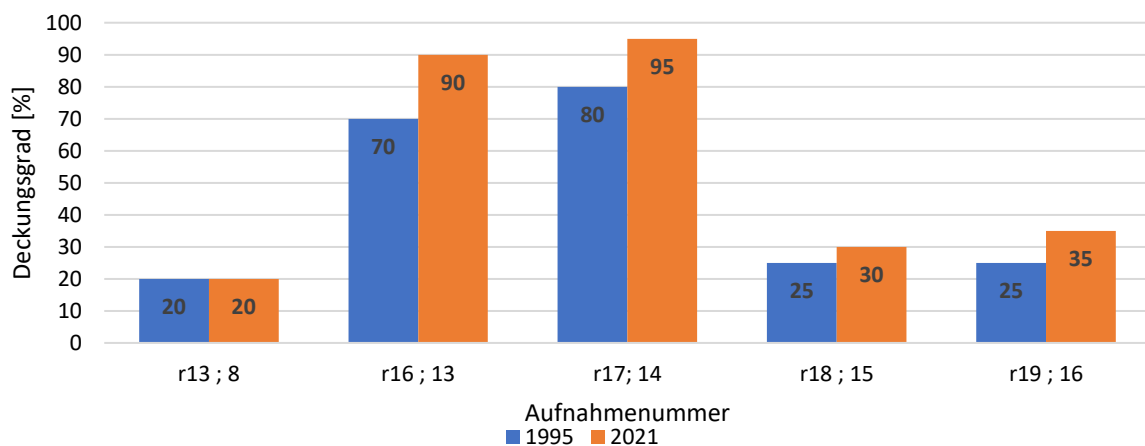


Abb. 16: Gegenüberstellung der Gesamtdeckung der Strauchschicht in ausgewählten Gehölzaufnahmen auf der Krottenseeinsel. Es sind jeweils eine Vegetationsaufnahme aus 1995 von Roithinger *et al.* (blau) und eine Vegetationsaufnahme aus 2021 (orange) gegenübergestellt, die an derselben oder nahezu selben Stelle der Krottenseeinsel durchgeführt wurden.

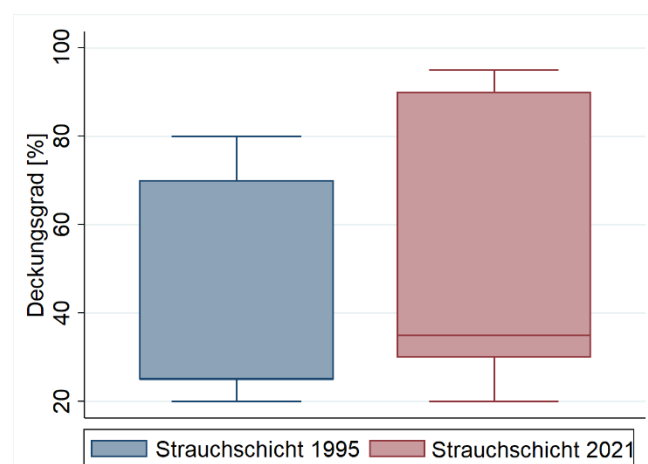


Abb. 17: Boxplots zum Deckungsgrad der Strauchschicht für 5 gepaarte Aufnahmen auf der Krottenseeinsel. Es ist ersichtlich, dass der Median der Aufnahmen aus 2021 höher liegt als der Median der Aufnahmen aus 1995. Das Ergebnis eines durchgeführten t -Tests für abhängige Stichproben zeigte für 1995 einen Mittelwert von 44% (Standardabweichung = 28,59196) sowie für 2021 einen Mittelwert von 54% (Standardabweichung = 35,60197). Dieser Unterschied ist statistisch signifikant, $n = 14$; $p = 0,0474$; $t(4) = -2,8284$; Konfidenzintervall [-19,81622; -0,1837842]

Veränderung der Biodiversität im Gebiet des Krottensees

Ein Shapiro-Wilk-Test zu den erhobenen Daten zum Parameter Artenzahl der 14 sinnvoll vergleichbaren Aufnahmepaare zeigte sowohl für die Aufnahmen aus 1995 ($p = 0,88889$) als auch für die Aufnahmen aus 2021 ($p = 0,55602$) Werte, die über dem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ liegen, somit kann Normalverteilung angenommen werden. Die Artenzahl pro Aufnahme lag 1995 im Mittel etwa 3,5 Arten höher als die Artenzahl 2021. Die Artenzahlen aus 1995 und 2021 unterscheiden sich mit $p = 0,0437$ signifikant voneinander. In Abbildung 18 sind Boxplots zu den Werten der Artenzahlen dargestellt.

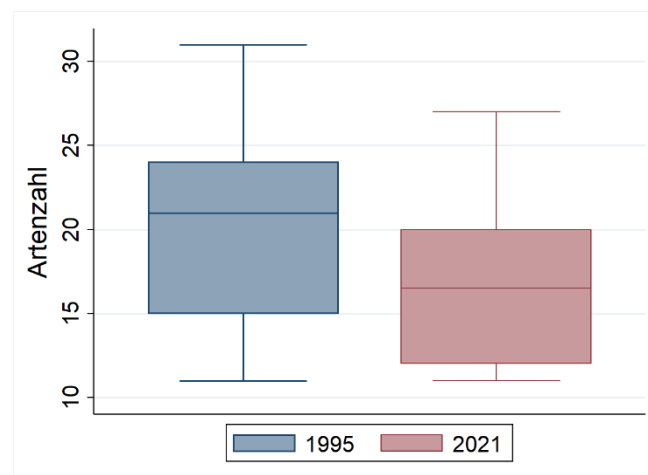


Abb. 18: Boxplots zu den erhobenen Artenzahlen für 14 gepaarte Aufnahmen. Es ist ersichtlich, dass der Median der Aufnahmen aus 1995 höher liegt, als der Median der Aufnahmen aus 2021. Das Ergebnis eines durchgeführten t -Tests für abhängige Stichproben zeigte für 1995 einen Mittelwert von 20,35714 (Standardabweichung = 5,878345) sowie für 2021 einen Mittelwert von 16,78571 (Standardabweichung = 4,774589). Dieser Unterschied ist statistisch signifikant, $n = 14$; $p = 0,0437$; $t(13) = -2.2333$; Konfidenzintervall $[-7,026195; -0,116621]$

Ein Shapiro-Wilk-Test zu den erhobenen Daten zum Parameter Evenness der 14 sinnvoll vergleichbaren Aufnahmepaare zeigte für die Aufnahmen aus 2021 einen p -Wert von 0,0057 an, somit kann gemäß des gewählten Signifikanzniveaus von $p < 0.05$ keine Normalverteilung angenommen werden. Bei 12 der 14 gepaarten Vegetationsaufnahmen ist die Evenness 2021 höher als 1995, nur bei einem Paar ist es umgekehrt. Ein Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test ergab $z = -2,858$ und $p = 0,0043$, somit wird ein signifikanter Unterschied zwischen der Evenness der Aufnahmen 1995 und 2021 gezeigt. In Abbildung 19 sind Boxplots zu den Werten der Evenness dargestellt.

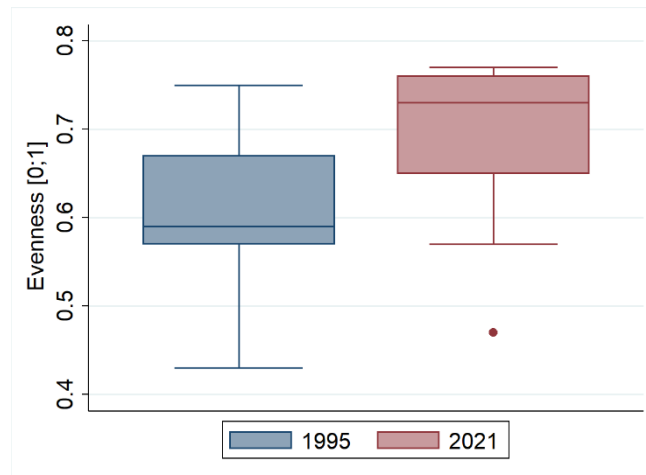


Abb. 19: Boxplots zur erhobenen Evenness für 14 gepaarte Aufnahmen. Es ist ersichtlich, dass der Median der Aufnahmen aus 1995 niedriger liegt als der Median der Aufnahmen aus 2021. Das Ergebnis eines durchgeführten Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests zeigt einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der Evenness der gepaarten Aufnahmen 1995 und 2021 ($n = 14$; $z = -2,858$; $p = 0,0043$).

Ein Shapiro-Wilk-Test zu den erhobenen Daten zum Parameter Shannon-Wiener-Index der 14 sinnvoll vergleichbaren Aufnahmepaare zeigte sowohl für die Aufnahmen aus 1995 ($p = 0,35667$) als auch für die Aufnahmen aus 2021 ($p = 0,0702$) Werte, die über dem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ liegen, somit kann Normalverteilung angenommen werden. Der mittlere Shannon-Wiener-Index liegt 1995 um 0,1764286 niedriger als 2021. Dieser Unterschied zwischen 1995 und 2021 ist mit $p = 0,1426$ jedoch statistisch nicht signifikant. In Abbildung 20 sind Boxplots zu den Werten des Shannon-Wiener-Index dargestellt.

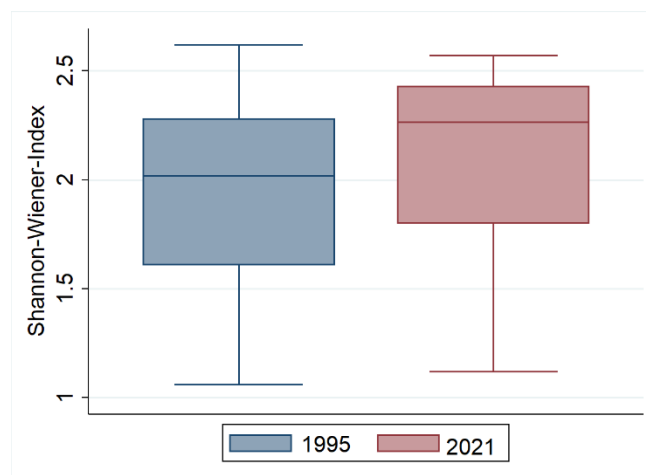


Abb. 20: Boxplots zum erhobenen Shannon-Wiener-Index für 14 gepaarten Aufnahmen. Es ist ersichtlich, dass der Median der Aufnahmen aus 1995 niedriger liegt als der Median der Aufnahmen aus 2021. Das Ergebnis eines durchgeführten t -Tests für abhängige Stichproben zeigte für 1995 einen Mittelwert von 1,931429 (Standardabweichung = 0,4644907) sowie für 2021 einen Mittelwert von 2,107857 (Standardabweichung = 0,4262029). Dieser Unterschied ist gemäß des gewählten Signifikanzniveaus von $p < 0,05$ statistisch nicht signifikant, $n = 14$; $p = 0,1426$, $t(13) = 1,5925$; Konfidenzintervall $[-0,0677857; 0,4206428]$

4.4. Neophyten im Gebiet des Krottensees

Von den 183 im Gebiet gefundenen Pflanzenarten handelt es sich bei 16 um Neophyten. Diese sind gemeinsam mit dem höchsten notierten Deckungsgrad, den sie innerhalb einer der 45 getätigten Vegetationsaufnahmen aufweisen und der Nummer dieser Aufnahme in Tabelle 9 gelistet.

Tab. 9: Auflistung aller im Krottenseegebiet gefundenen neophytischen Pflanzenarten. Der höchste im Gebiet notierte Deckungsgrad wurde gelistet, ebenso die Nummer der Vegetationsaufnahme, in welcher dieser höchste Deckungsgrad angegeben ist. Die Arten *Erigeron canadensis* und *Sequoiadendron giganteum* finden sich in keiner Vegetationsaufnahme, sie wurden bei Gebietsbegehungen gefunden.

ARTNAME	DEUTSCHER NAME	MAXIMALER DECKUNGSGRAD	AUFNAHME MIT MAXIMALEM DECKUNGSGRAD
<i>Acorus calamus</i>	Kalmus	4	34
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Rosskastanie	2b	4
<i>Amelanchier arborea</i>	Baum-Felsenbirne	+	13
<i>Cornus sericea</i>	Seiden-Hartriegel	3	26
<i>Erigeron annuus</i>	Feinstrahl	2a	3
<i>Erigeron canadensis</i>	Kanadisches Berufkraut	-	-
<i>Fallopia japonica</i>	Japanischer Staudenknöterich	2b	24
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Pennsylvanische Esche	2a	4, 38
<i>Geranium pyrenaicum</i>	Pyrenäen-Storcheschnabel	1	1
<i>Impatiens glandulifera</i>	Drüsiges Springkraut	2a	41
<i>Kalmia angustifolia</i>	Schmalblättrige Loorbeerrose	5	13
<i>Rhododendron cf. japonicum</i>	Japanische Azalee	2a	44
<i>Rhododendron ponticum</i>	Pontischer Rhododendron	5	14
<i>Ribes nigrum</i>	Schwarze Johannisbeere	2a	22
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	Riesenmammutbaum	-	-
<i>Veronica filiformis</i>	Faden-Ehrenpreis	+	1

5. Diskussion

5.1. Welche Gefäßpflanzenarten und Moosarten sind im Gebiet des Krottensees vorhanden?

Es konnten durch die getätigten Vegetationsaufnahmen und Gebietsbegehungen insgesamt 183 Arten identifiziert werden. 19 Arten davon sind Moose. Durch Begehungen sowohl im Frühling des Jahres als auch im Sommer und Herbst sollte das Ziel erreicht werden, eine möglichst vollständige Auflistung vorkommender Pflanzenarten zu erlangen. Auch die selektive Wahl möglichst repräsentativer Stellen für die durchgeführten Vegetationsaufnahmen sollte hierzu beitragen. Im Vergleich mit den Ergebnissen von Roithinger *et al.* (1995) zeigt sich die gefundene Artenzahl ziemlich gleich, damals wurden 185 Arten gelistet, von welchen 23 Moose darstellten. Diese Diversität wird in Hinblick auf die geringe Größe des Gebietes als überraschend hoch bezeichnet, als Grund wird eine enge Abfolge unterschiedlicher Biotoptypen genannt (Roithinger *et al.*, 1995). Dieser Einordnung schließt sich die vorliegende Arbeit aufgrund ihrer Ergebnisse sowie aufgrund der gesammelten Eindrücke über das Gebiets an, es liegt eine Vielzahl an Vegetationsverbänden und -assoziationen vor, welche teils nur enge Zonen darstellen und ineinander übergehen. Insofern ist eine relativ hohe Diversität an Pflanzenarten nicht überraschend.

Einige Pflanzenarten aus dem Gutachten von Roithinger *et al.* konnten nicht wiedergefunden werden. Mögliche Gründe hierfür sind menschliche Eingriffe wie bauliche Maßnahmen oder das Zurückschneiden von Pflanzen, jedoch auch veränderte ökologische Bedingungen, wie die erhöhte Nährstoffkonzentration des Wassers. Dies könnte das auffällige Verschwinden mehrerer aquatischer Pflanzenarten erklären, welche im Rahmen dieser Arbeit nicht gefunden wurden, 1995 aber noch vorhanden waren. Schon Huemer (2007) diskutiert die Nährstoffverhältnisse des Wasserkörpers des Krottensees und sieht eine schnelle Verschlechterung des Gewässerzustandes, welche unter anderem aus dem rapiden und massenhaften Auftreten von *Ceratophyllum demersum* ersichtlich wird. Während Roithinger *et al.* (1995) den Krottensee noch als eutroph bezeichneten, muss er laut Huemer (2007) ab 2006 als polytroph bezeichnet werden. Das Verschwinden vielgestaltiger Makrophytenvegetation zugunsten artenarmer *Ceratophyllum demersum*-Bestände ist ein bekanntes Phänomen. Dieser Prozess geschieht durch Eutrophierung, welche zwar in Verlandungsprozessen als natürlich anzusehen ist, durch einen hohen anthropogenen Phosphoreintrag in den vergangenen Jahrzehnten wurde sie jedoch unverhältnismäßig vorangetrieben (Ellenberg & Leuschner, 2010). Bezüglich des Fehlens einiger *Salix*-Arten, die 1995 noch vorhanden waren, können menschliche Eingriffe wie das Zurückschneiden gewisser Gehölzstandorte genannt werden, welches dazu führen könnte, dass sich manche Arten nicht halten konnten. *Salix cinerea* dominiert die Weidenbestände des Krottensees eindeutig, generell stellt sie eine Art der Niedermoorwiesen, Bachufer und Bruchwälder

dar (Fischer, Oswald, & Adler, 2008). Ihre bevorzugten Standorte sind dauernd feucht, dies vermag ihr an den nassen Standorten des Krottensees einen Konkurrenzvorteil beispielsweise gegenüber *Salix caprea*, einer Art der Schlagfluren, oder *Salix elagnos*, einer Art der Kiesfluren verschaffen. *Salix purpurea*, *Salix viminalis*, *Salix elagnos* und *Salix triandra* sind Auwald-Arten, ihre bevorzugten Standorte sind also weniger feucht als bei *Salix cinerea* (Fischer, Oswald, & Adler, 2008). Dementsprechend ist *Salix cinerea* besser an die feuchten Verhältnisse am Krottensee-Ufer angepasst, was eine Erklärung für ihr häufiges Auftreten und das Verschwinden oder den Rückgang anderer Weidenarten darstellt.

Roithinger *et al.* (1995) verwendeten für die Einstufung gefundener Gefäßpflanzenarten eine Rote Liste aus dem Jahr 1986, die für ganz Österreich erstellt wurde. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine für Oberösterreich konzipierte Rote Liste aus 2009 verwendet. Die Anzahl als gefährdet eingestufte Arten ist daher nicht vergleichbar. Von den elf gefährdeten Arten, die Roithinger *et al.* (1995) fanden, wurden sechs im Rahmen dieser Arbeit im gesamten Gebiet nicht gefunden. Dabei handelt es sich um *Andromeda polifolia*, *Dryopteris cristata*, *Lemna trisulca*, *Potamogeton natans*, *Thelypteris palustris* und *Utricularia vulgaris* *agg.* Für die aquatischen Arten *Lemna trisulca*, *Potamogeton natans* und *Utricularia vulgaris* *agg.* kann diesbezüglich das bereits diskutierte veränderte Nährstoffregime als wahrscheinlicher Grund angegeben werden. Relativ vielseitige Makrophytengesellschaften weichen durch hohen Phosphoreintrag wenig diversen *Ceratophyllum demersum*-Gesellschaften (Ellenberg & Leuschner, 2010). Die Art *Andromeda polifolia* kommt bei Roithinger *et al.* (1995) zwar in der Auflistung vorkommender Arten vor, in den Vegetationsaufnahmen jedoch nicht. Da *Andromeda polifolia* im Rahmen dieser Arbeit nicht gefunden wurde, wurde sie also entweder übersehen oder existiert nicht mehr im Gebiet. Selbiges gilt für die feuchteliebenden Farnarten *Dryopteris cristata* und *Thelypteris palustris*, obwohl erstere 1995 in einer Vegetationsaufnahme mit geringem Deckungsgrad notiert wurde. 1995 nicht als solche gelistet, jedoch gemäß *Katalog und Rote Liste der Gefäßpflanzen Oberösterreichs* (Hohla, *et al.*, 2009) zumindest in die Kategorie *Vorwarnstufe* (IUCN *Near Threatened*) kategorisiert, sind die Arten *Acorus calamus*, *Betula pubescens*, *Carex rostrata*, *Equisetum fluviatile*, *Potentilla sterilis*, *Ranunculus sceleratus* und *Ulmus minor*. Für *Ilex aquifolium* trifft das auch zu, die Lage im Krottenseegebiet, im Buchenwald unweit von Gärten, legt jedoch die Vermutung nahe, dass es sich hierbei um einen Gartenflüchtling handeln könnte.

Mit *S. squarrosus*, *S. subnitens*, *S. teres* und *S. warnstorffii* konnten vier der sechs im Jahr 1995 als Rote-Liste Arten notierte *Sphagnum*-Arten wiedergefunden werden, *S. fimbriatum* und *S. subsecundum* wurden nicht gefunden, dafür *S. capillifolium* und *S. girgensohnii*, welche 1995 nicht gelistet waren. Es ist nicht auszuschließen, dass die 1995 gelisteten Arten übersehen wurden. Nicht als

gefährdet gelistet wurde 1995 *Sphagnum palustre*, gemäß Schröck *et al.* (2009) gilt die Art in Oberösterreich heute als gefährdet.

5.2. Welche Vegetationstypen sind im Gebiet des Krottensees vorhanden?

Insgesamt wurden im Gebiet des Krottensees 14 verschiedene Vegetationstypen identifiziert. Somit liegt nun eine genaue Bestimmung der vorkommenden Pflanzenassoziationen vor. Roithinger *et al.* (1995) nahmen zwar auch Einordnungen diesbezüglich vor, die verwendeten Kategorien sind teilweise jedoch als arbiträr anzusehen. Es wird eine enge Zonierung der vorherrschenden Pflanzengesellschaften beschrieben (ebd. 1995), welche auch in der vorliegenden Arbeit beobachtet und gezeigt werden konnte.

Bemerkenswert ist das Vorkommen der Assoziation *Acoretum calami*, des Kalmus-Röhrichts. Es handelt sich um eine thermophile, neophytische Gesellschaft auf schlammigen Böden (Grabherr & Mucina, 1993). Diese Gesellschaft galt 1993 in Österreich lediglich in der Steiermark und in Vorarlberg als nachgewiesen (ebd., 1993), mittlerweile sind auch Kalmus-Röhrichte in Oberösterreich beschrieben (Hohla, et al., 2009), *Acorus calamus* ist jedoch stark gefährdet und in Oberösterreich eine geschützte Art.

Das Herzstück des Krottensees, seine Schwinggrasen-Moorwaldinsel, wird von zwei Assoziationen dominiert, *Sphagno-Alnetum glutinosae* und *Salici pentandrae-Betuletum pubescentis*. Diese Gesellschaften werden als sich floristisch sehr nahe stehend beschrieben und unterscheiden sich hauptsächlich durch die jeweils dominanten Bäume, entweder *Alnus glutinosa* oder *Betula pubescens* (Willner & Grabherr, 2007). Im Falle der Krottenseeinsel ist diese Dominanz allerdings teils schwierig festzustellen, häufig ist eine Art nur wenig dominanter als die andere und Grenzen sind oft kaum identifizierbar. Insofern ist es schwierig, diese zwei Gesellschaften der Krottenseeinsel räumlich voneinander abzugrenzen, weshalb sie in der Vegetationskarte (Abb. 5) in dieselbe Kategorie eingeteilt wurden. Generell zeigen *Alnus glutinosa*-dominierte feuchte Wälder einen höheren Basenreichtum des Grundwassers an, bei zu hoher Acidität kann die Art nicht mehr mit *Betula pubescens* oder *Pinus sylvestris* konkurrieren (Ellenberg & Leuschner, 2010). Möglicherweise stellen *Betula*-dominierte Bruchwälder in Mitteleuropa lediglich Pioniergesellschaften dar, welche sich gemäß des vorhandenen Nährstoffangebotes in ein *Sphagno-Alnetum glutinosae* oder ein *Vaccinio uliginosi-Pinetum* entwickeln (Willner & Grabherr, 2007). Gemäß dieser Ansicht kann diskutiert werden, ob ein solcher Prozess auf der Krottenseeinsel stattfindet und auf die vorhandenen Muster des Auftretens von *Alnus glutinosa* und *Betula pubescens* einwirkt. Aus einem Vergleich der Moorwaldaufnahmen von 1995 und 2021 lässt sich auf den ersten Blick keine Veränderung des Deckungsgrades von *Betula pubescens* erkennen. Für

Alnus glutinosa sind 1995 teils geringere Deckungsgrade notiert als 2021. Dies als tatsächlichen Hinweis auf eine Zunahme der Art anzusehen ist jedoch kritisch zu hinterfragen, die Aufnahmen aus 1995 unterschieden zwei Baumschichten, die Aufnahmen aus 2021 nur eine. Außerdem wurden sie von unterschiedlichen Personen durchgeführt, was die Abschätzung der Deckungsgrade verzerren kann.

Erwähnenswert ist weiters das Auftreten der Assoziation *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae*, die kleinflächig beim „Kleinen See“ zu finden ist. Diese Assoziation wird als sensibel gegenüber Eutrophierung und rückläufig angegeben (Chytrý *et al.*), daraus lässt sich eine naturschutzfachliche Relevanz ableiten. Ökologisch beteiligen sich *Magnocaricion*-Gesellschaften an Verlandungsprozessen von Mooren (Grabherr & Mucina, 1993). Wie auch das im Gebiet häufige *Caricetum acutiformis* zeigt sich das *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* als sehr artenarme Assoziation. Dies ist für *Magnocaricion*-Gesellschaften typisch, es dominiert eine *Carex*-Art, welche nur wenige andere Pflanzenarten neben sich duldet (Ellenberg & Leuschner, 2010).

Als typische und erwartbare Pflanzengesellschaften für die Region sind das nördlich des Krottensees befindliche *Galio odorati-Fagetum* (Waldmeister-Buchenwald) sowie das *Carici pendulae-Aceretum* zu nennen. Häufig im Gebiet des Krottensees zu finden sind *Salicion cinereae*-Gesellschaften. Solche sind gemäß natürlicher Sukzessionsprozesse als Vorläufer der Erlenbruchwälder (*Alnetea glutinosae*) oder als Ersatzgesellschaften ebendieser zu verstehen (ebd., 2010). Untypisch präsentiert sich das *Galio sylvatici-Carpinetum circaetosum* westlich des großen Sees. Laut Willner und Grabherr (2007) würden *Galio sylvatici-Carpinetum*-Gesellschaften von *Carpinus betulus* und *Quercus petraea* aufgebaut werden, beide Arten fehlen jedoch. Ausschlaggebend für die Assoziationszuordnung ist hier das Vorhandensein von *Acer campestre*, der einen großen Deckungsgrad aufweist. Die Zuordnung ist aufgrund der untypischen Artenzusammensetzung jedenfalls als unsicher zu betrachten. Die Erhebungsfläche befindet sich an einem Unterhang mit frischem Boden in einem niederschlagsreichen Gebiet, dies ist zwar für die Assoziation *Galio sylvatici-Carpinetum* passend, nicht aber für die bestimmte Subassoziation. Auch das *Pruno-Fraxinetum* im östlichen Bereich des Krottensees präsentiert sich untypisch. In der Baumschicht sind *Fraxinus excelsior* und *Alnus glutinosa* zwar vorhanden, ansonsten fehlen aber die meisten kennzeichnenden Arten (Willner & Grabherr, 2007). Die feuchten Bodenverhältnisse passen zur Assoziation (ebd., 2007), da der Bestand auf einem kleinen Hang zur Wasserfläche liegt, ist hier aber ein deutlicher Feuchtegradient anzunehmen. Es handelt sich bei dieser Aufnahmestelle um eine wenige Meter breite Gehölzreihe zwischen Wasserfläche und Rasenvegetation, daher ist Einfluss durch andere Gesellschaften anzunehmen. Möglicherweise ist diese Beeinflussung gemeinsam mit dem Feuchtegradienten ein Grund für die untypische

Zusammensetzung. Auch im Falle des *Pruno-Fraxinetum* ist die Assoziationszuordnung jedenfalls unsicher.

5.3. Welche Vegetationsveränderungen fanden zwischen 1995 und 2021 im Gebiet des Krottensees statt?

Anhand der durchgeführten DCA für alle als paarweise zu verstehenden Aufnahmestellen wurde gezeigt, dass im Großteil der Fälle eine starke Ähnlichkeit vorherrscht. Die meisten gepaarten Aufnahmen haben sich nicht wesentlich verändert. Auffällige Ausnahmen sind drei Waldaufnahmen rund um den Krottensee, die in der DCA eine große Distanz aufweisen. Werden diese gepaarten Aufnahmen verglichen, zeigt sich bezüglich der dominierenden Arten oftmals ein ähnliches Bild in allen betrachteten Schichten, einige der 1995 beschriebenen Arten wurden nicht gefunden, dafür andere schon. Dies ist beim Vergleich der Waldaufnahmen 40 und r8 der Fall. Roithinger *et al.* (1995) beschreiben diese Stelle als Schwarzerlen-Eschen-Gehölz, während im Rahmen dieser Arbeit ein *Carici pendulae-Aceretum* (Feuchter Bergahorn-Eschenwald) identifiziert wurde. Obwohl auch im Sommer des Jahres 2021 Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) und Eschen (*Fraxinus excelsior*) einen beträchtlichen Anteil der Baumschicht ausmachten, dominiert heute primär *Acer pseudoplatanus*. Dieser war 1995 noch mit geringerer Deckung angegeben, ebenso wie *Corylus avellana*, eine konstante Art in Gesellschaften des *Carici pendulae-Aceretums* (Willner & Grabherr, 2007). Dies spricht für eine Veränderung des Schwarzerlen-Eschen-Gehölzes in Richtung eines *Carici pendulae-Aceretums*. Auch das Vorkommen von *Deschampsia cespitosa*, die in beiden Aufnahmejahren relativ große Deckungswerte zeigt, spricht für diese Assoziation (ebd., 2007). Beim näheren Vergleich der gepaarten Aufnahmen 6 und r9 fällt auf, dass 1995 noch eine weitaus geringere Deckung der Baumschicht vorhanden war als 2021, dafür eine Deckung der Strauchschicht von 100% angegeben war, welche 2021 nur noch 70% ausmacht. Es kann angenommen werden, dass 1995 noch eine deutlich niederwüchsiger Vegetation herrschte, welche inzwischen eine dichtere Baumschicht hervorbrachte. Veränderte Deckungsverhältnisse sind auch als Grund für die hohe Unähnlichkeit der gepaarten Aufnahmen 2 und r2 anzunehmen. So wurde 1995 eine Deckung von 15% in der Strauchschicht sowie eine Deckung von 80% in der Krautschicht angegeben, 2021 waren es hingegen 70% Deckung in der Strauchschicht und 30% in der Krautschicht. Dies legt eine veränderte Artenzusammensetzung beziehungsweise veränderte Dominanzverhältnisse nahe. Da die Stelle, an welcher die Vegetationsaufnahmen 2 und r2 erstellt wurden, am Ostufer des Krottensees an eine Rasenvegetation sowie einen Wanderweg grenzt, sind außerdem anthropogene Eingriffe anzunehmen, welche zu einer Veränderung der dort befindlichen Vegetation beitragen können. Innerhalb der zweiten durchgeführten DCA, welche lediglich Inselaufnahmen gegenüberstellt, zeigen die *Salix cinerea*-

Gesellschaften größere Distanzen als die anderen Gesellschaften. Werden die betroffenen Aufnahmen aus 1995 und 2021 verglichen, so zeigt sich, dass Arten, welche *Roithinger et al.* (1995) vor allem in die Strauchschicht einordneten, in den Aufnahmen 2021 vermehrt in der Baumschicht zu finden sind. Allerdings wurden zum Großteil die gleichen Pflanzenarten wiedergefunden. Daher ist zu vermuten, dass sich die gezeigte Distanz in der DCA durch mächtiger gewordene Gehölze und damit einhergehenden Veränderungen ergibt. Möglicherweise spielen auch unterschiedliche Schicht-Definitionen eine Rolle, was in der vorliegenden Arbeit als Baum bezeichnet wird, haben *Roithinger et al.* eventuell als Strauch angesehen.

Zu den direkten Vergleichen der Vegetationsaufnahmen von *Roithinger et al.* mit den Vegetationsaufnahmen der vorliegenden Studie ist anzumerken, dass keine exakte Verortung der 1995 erhobenen Stellen vorgenommen werden konnte. Es handelt sich um das möglichst genaue Wiederaufsuchen von Positionen, ohne die exakten Koordinaten zu wissen. Besonders wichtig ist auch anzumerken, dass die jeweilige Größe der 1995 erhobenen Aufnahmeflächen unbekannt ist. Etwa die Artenzahl der Aufnahmen ist somit nicht vergleichbar. Aus diesen Gründen ist eine gewisse Verzerrung der Ergebnisse naheliegend, welche womöglich zu den in der DCA sichtbaren Unähnlichkeiten gepaarter Aufnahmen beitragen.

Die Analyse zur Verbuschung der Krottenseeinsel zeigte an ausgewählten Stellen im Moorwald der Krottenseeinsel eine signifikante Änderung der Dominanzverhältnisse der Strauchschicht zwischen 1995 und 2021. Entsprechend dieser Ergebnisse ist eine fortschreitende Verbuschung in diesem Bereich anzunehmen, welche auch in Begehungen des Gebietes offensichtlich ist. Als verantwortlich hierfür sind die Arten *Kalmia angustifolia* und *Rhododendron ponticum* zu nennen.

Es wurde kein signifikanter Unterschied im Shannon-Wiener-Index zwischen den Aufnahmen von 1995 und 2021 festgestellt. Es kann daher nicht von einer signifikanten Veränderung der Biodiversität ausgegangen werden. Im Gegensatz dazu wurde ein signifikanter Unterschied bezüglich der Artenzahl der Vegetationsaufnahmen in den Jahren 1995 und 2021 festgestellt. Wird die reine Artenzahl als Indikator für Biodiversität herangezogen, ist also ein Biodiversitätsverlust feststellbar. Vergleiche der Artenzahl ist in diesem Falle aber nicht sinnvoll, da die Größe der Aufnahmeflächen von 1995 unbekannt ist und somit keine seriöse Vergleichbarkeit vorliegt. Signifikant ist der Unterschied in der Evenness, der Gleichverteilung der Arten innerhalb der Aufnahmen. Sie ist 2021 höher als 1995. Die Vermutung, dass ein Biodiversitätsverlust vorliegt, kann entsprechend dieser Ergebnisse nicht bestätigt werden.

5.4. Welche naturschutzfachlichen Maßnahmen sind sinnvoll?

Es wurden drei wesentliche naturschutzfachliche Probleme des Krottenseegebietes identifiziert: Eine Verbuschung der Krottenseeinsel durch *Kalmia angustifolia* und *Rhododendron ponticum*, das Vorkommen invasiver, neophytischer Pflanzenarten und eine rapide veränderte Vegetation des Wasserkörpers, welche auf Nährstoffeintrag zurückzuführen ist.

Einfluss von *Kalmia angustifolia* und potentiell Management

Ursprünglich aus dem östlichen Nordamerika stammend ist *Kalmia angustifolia* aus der Familie der Ericaceae in Österreich eine enorme Seltenheit. Nur gelegentlich wird sie als Zierstrauch kultiviert. In der *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol* wird als einziges eingebürgertes Vorkommen in Österreich Gmunden angegeben, womit offensichtlich der Schwingrasen des Krottensees gemeint ist (Fischer, Oswald, & Adler, 2008). Wissenschaftliche Literatur zu dieser Pflanzenart gibt es gemäß ihres natürlichen Verbreitungsgebietes hauptsächlich aus Nordamerika, wo die Art in Koniferengesellschaften, wie Schwarzfichtenwäldern (*Picea mariana*) oder auch Bankskieferbeständen (*Pinus banksiana*) die dominante Strauchvegetation ausbildet (Mallik & Inderjit, 2001; Thiffault, et al., 2013). *Kalmia angustifolia* bevorzugt nährstoffarme, grobkörnige Böden und kommt auch an feuchten Böden zurecht, aufgrund ihrer Lichtbedürftigkeit sind lichte Wälder für sie förderlich (Mallik & Inderjit, 2001). Die Art vermag sich schnell auszubreiten, da sie sich vegetativ über die rasche Bildung neuer Austriebe aus der Stammbasis und über unterirdisches, rhizomatisches Wachstum vermehren kann (Mallik, 1993). Es wird ein großflächiges Wurzelsystem ausgebildet, welches *Kalmia angustifolia* einen kompetitiven Vorteil gegenüber anderen Pflanzenarten verschafft (Thiffault, et al., 2013). So entsteht oftmals ein Massenaufreten der Art, ein Phänomen, das auch von anderen Ericaceae-Arten beschrieben wird und welches auch durch eine Veränderung des Bodens durch diese Arten bedingt ist (Thiffault, et al., 2015). So verändern Tannine, die aus gefallenem Laub von *Kalmia angustifolia* in die Humusschicht gelangen, Nährstoffkreise und Energieflüsse im Boden, indem sie dort Enzyme hemmen, welche in die Rezyklierung von Stickstoff, Phosphor und Kohlenstoff involviert sind. (Thiffault, et al., 2013). Es wurde diesbezüglich eine Interferenz mit dem Wachstum von Koniferen anhand der Art *Picea mariana* (Schwarzfichte) gezeigt, welches durch ebendiese Veränderungen gestört wird (ebd., 2013). Solche allelopathischen Effekte und Einflüsse auf das Wachstum von Baumarten sind auch von anderen Ericaceen bekannt, so beispielsweise von *Vaccinium*- oder *Rhododendron*-Arten (Thiffault, et al. 2015). Diese Befunde beziehen sich auf die borealen Wälder Ostkanadas, somit können sie nicht ohne weiteres auf den Krottensee als Forschungsobjekt dieser Studie übertragen werden. Eine Veränderung des Bodens auf der Krottenseeinsel durch *Kalmia angustifolia* ist jedoch erstens augenscheinlich und zweitens auch durch

den Mechanismus der Einlagerung von Tanninen in den Boden anzunehmen. So kann angenommen werden, dass sich *Kalmia angustifolia* an geeigneten Standorten einen Konkurrenzvorteil verschafft, ob tatsächlich allelopathische, enzymhemmende Effekte auf am Krottensee vorhandene Gehölze stattfinden, kann durch mangelnde Studien nicht seriös belegt werden. Diese Schaffung von Konkurrenzvorteilen, die schnelle Ausbreitungsfähigkeit sowie die gute Lichtdurchlässigkeit des vorherrschenden Moorwaldes können als Gründe für das großflächige Wachstum von *Kalmia angustifolia* auf der Krottenseeinsel angeführt werden. Dass sich die Art an manchen Orten der Krottenseeinsel stark ausbreitet und an anderen weniger oder nicht, ist ein Indiz für die Bodenbeschaffenheit als Determinante hierfür. So ist es untypisch und eher selten, dass *Kalmia angustifolia* auf nassen, dicht aus *Sphagnum* bestehenden Böden wächst, die großen Bestände befinden sich eher an Stellen mit etwas wenig dichter Moosbedeckung, wo auch *Molinia caerulea* oder auch manche *Carex*-Bestände situiert sind. Die vorliegende Arbeit zeigte bereits eine signifikante Veränderung des Deckungsgrades der Strauchschicht auf der Krottenseeinsel. Dies geht offensichtlich mit einer Verbuschung durch *Kalmia angustifolia* und *Rhododendron ponticum* einher. Um dieser Verbuschung entgegenzuwirken, wird eine Eindämmung des Wachstums sowie eine Zurückdrängung ebendieser Arten empfohlen. Mallik und Inderjit (2001) sehen anhand ihrer durchgeführten Studie zum Management von *Kalmia angustifolia* Herbizide als zielführendste Zurückhaltungsmethode an, Zurückschneiden würde diesbezüglich aufgrund des vegetativen Wachstums keinen Einfluss haben. Einen Einsatz von Herbiziden, um der Verbuschung auf der Krottenseeinsel entgegenzutreten, sieht die vorliegende Arbeit jedoch nicht als sinnvoll an, im Gegenteil, es könnte dadurch zu Störungen des Stoffhaushaltes dieses sensiblen Lebensraumes kommen. Somit erscheint trotz der Ausführungen von Mallik und Inderjit (2001) eine manuelle Zurückdrängung als einzig gangbare Möglichkeit, dem weiteren Wachstum von *Kalmia angustifolia* entgegenzutreten. Insofern müssten an Stellen, welche zu verbuschen drohen oder auch bereits verbuscht sind, einzelne Sträucher möglichst mitsamt Wurzelwerk herausgenommen werden und nicht lediglich abgeschnitten werden. Diese Maßnahmen wären periodisch zu wiederholen.

Einfluss von *Rhododendron ponticum* und potientiellles Management

Rhododendron ponticum aus der Familie der Ericaceae ist eine immergrüne Strauchart, die Höhen von bis zu 8m erreichen kann (Erfmeier & Bruelheide, 2005). Der Artname „*ponticum*“ lässt bereits das natürliche Verbreitungsgebiet der Art, nämlich die pontische Region südlich des Schwarzen Meeres erahnen. In Österreich kommt *Rhododendron ponticum* als Neophyt vor. Die Art kann sich über klonale Ausbreitung sowie auch über effiziente Samenverbreitung schnell und erfolgreich vermehren (ebd., 2005). Jedoch stellt diese erfolgreiche und rapide Vermehrung nicht den einzigen Konkurrenzvorteil

dar, so wurde gezeigt, dass *Rhododendron ponticum* in der Strauchschicht über allelopathische Effekte die Etablierung heimischer Baumarten erschwert und somit die Biodiversität in Waldgebieten vermindert (Harris, *et al.*, 2009). Außerdem zeigten Maclean *et al.* (2018) eine starke Veränderung vorherrschender Samenbanken an Waldstandorten, nachdem *Rhododendron ponticum* eingedrungen war. Großflächige Entfernung von *Rhododendron ponticum* führte zwar dazu, dass nur noch wenige Samen dieser Art vorhanden waren, jedoch wurde auch gezeigt, dass die Mehrzahl der Pflanzenarten, die an nicht von *Rhododendron ponticum* besiedelten Stellen vorhanden waren, in den Samenbanken nicht mehr vorkamen (ebd., 2018). Samenbanken beeinflussen, welche Pflanzenarten nach Störereignissen dominieren und generell auftreten werden (ebd., 2018). Von invasiven Arten dominierte Samenbanken stellen dementsprechend eine Schwierigkeit für Renaturierungsmaßnahmen dar (ebd., 2018). Daher sehen Maclean *et al.* (2018) eine Nachsaat mit Samen heimischer, natürlich an diesen Stellen vorkommenden Pflanzenarten an Flächen, die von *Rhododendron ponticum* befreit wurden, als potentiell sinnvoll an. Die beschriebene Studie bezieht sich zwar auf atlantische Eichenwälder in Schottland, dies kann jedoch zumindest als Indiz für eine Veränderung der Samenbank auf der Krottensee-Moorinsel angesehen werden. Um überhaupt eine Bekämpfung von *Rhododendron ponticum* durchführen zu können, wird oftmals ein manuelles Entfernen einzelner Individuen mit dem Einsatz von Herbiziden kombiniert (Dehnen-Schmutz, Perrings, & Williamson, 2004). Wie bereits für *Kalmia angustifolia* diskutiert, wird der Einsatz von Herbiziden auf dem sensiblen Lebensraum der Krottenseeinsel in der vorliegenden Arbeit nicht als sinnvoll und wünschenswert angesehen. Eine Beseitigung der *Rhododendron*-Sträucher sollte dementsprechend manuell und möglichst mit Wurzelwerk geschehen. Auch müsste die Beseitigung jährlich erweitert beziehungsweise wiederholt werden, da durch die schnelle und effiziente Ausbreitung von *Rhododendron ponticum* sowie einer in ihrer Diversität als geschwächt angenommenen Samenbank ein erneutes Heranwachsen der Art wahrscheinlich ist. Sofern eine Zurückdrängung von *Rhododendron ponticum* auf der Krottenseeinsel vorgenommen wird, muss diese mit einer Zurückdrängung von *Kalmia angustifolia* einhergehen, da sonst zwar potentiell eine dieser Arten verdrängt wird, die andere sich jedoch weiter ausbreiten kann.

Invasive Arten im Krottenseegebiet

Innerhalb der 16 im Krottenseegebiet identifizierten Neophyten handelt es sich nach Essl und Rabitsch (2002) bei drei Arten um invasive Spezies. Dies sind *Fallopia japonica*, *Fraxinus pennsylvanica* und *Impatiens glandulifera*.

Bezüglich *Fraxinus pennsylvanica* (Rot-Esche), einer aus Nordamerika stammenden Pionierbaumart flussnaher Standorte, werden in Österreich vor allem das Marchfeld und die Donau-Auen als stark

belastete Gebiete dieser konkurrenzstarken und anpassungsfähigen Art genannt (Schmiedel, 2010). In diesen Bereichen werden geschlossene Waldbestände von *Fraxinus pennsylvanica* unterwandert und einheimische Arten verdrängt. Probleme in ähnlichem Ausmaß sind am Krottensee nicht zu beobachten, es handelt sich um einzelne Individuen der Art, die in mäßig feuchten Bereichen, oftmals mit Ahornen vergesellschaftet, situiert sind. Es ist nicht ersichtlich, auf welchem Wege die Art in die Krottenseevegetation gelangt ist. Da das Gebiet des Krottensees lange Zeit zum angrenzenden Schloss Cumberland gehörte und gärtnerische Aktivitäten stattfanden, auf welche unter anderem auch das Vorhandensein von *Kalmia angustifolia* und *Rhododendron ponticum* zurückzuführen sind, kann vermutet werden, dass einst auch Individuen von *Fraxinus pennsylvanica* bewusst angepflanzt wurden. Eine spontane Ansiedelung ist jedoch ebenso möglich. Da es sich im Krottenseegebiet um einzelne Individuen der Rot-Esche handelt, werden Managementmaßnahmen in der sensiblen und engen Zonierung der Gehölzgesellschaften in Ufernähe diesbezüglich nicht als notwendig erachtet. Eine Beobachtung der Bestandsentwicklung der Art ist jedoch als sinnvoll zu erachten.

Fallopia japonica (Japanischer Staudenknöterich; synonym *Reynoutria japonica*) ist ein Neophyt aus Japan, welcher durch sein schnelles Wachstum, seine klonale Wuchsform und sein potentiell dichtes Auftreten Ökosysteme stark verändern kann (Aguilera *et al.*, 2009). Ökosystemare Veränderungen können visuell, strukturell und chemisch auftreten, Biodiversität wird reduziert und Biomasseproduktion wird gesteigert (ebd., 2009). Mechanische Bekämpfung dieser Art inkludiert das Entfernen der Pflanzen, was aufgrund der Mächtigkeit der Rhizome sowohl sehr aufwändig ist und nicht empfohlen wird (Konold, Böcker, & Alberternst, 1995). Eine chemische Bekämpfung ist durch die Gefahr einer Abschwemmung in Gewässer riskant und eine biologische Bekämpfung mithilfe natürlicher Gegenspieler wird bei *Fallopia japonica* zwar diskutiert, eine Einführung gebietsfremder Arten ist jedoch auch stets mit Risiken verbunden (ebd., 1995). Auch wäre eine chemische oder biologische Bekämpfung im Krottenseegebiet aufgrund des relativ geringen Auftretens des Japanischen Staudenknöterichs als überzogen zu bezeichnen. Eine mechanische Bekämpfung ohne die Rhizome aus dem Boden zu entfernen erscheint dementsprechend als am einfachsten gangbare Methode, eine Ausbreitung zu kontrollieren. Eine mehrfach im Jahr durchgeführte Mahd ist laut Konold, Böcker und Alberternst (1995) zu empfehlen. Im ersten Jahr soll bis zu acht Mal gemäht werden, um *Fallopia japonica* auch tatsächlich zurückzudrängen und nicht nur ihren Flächenzuwachs zur Stagnation zu bringen (ebd., 1995). Im Krottenseegebiet breitet sich der Japanische Staudenknöterich zurzeit offenbar nur in einem relativ kleinen Gebiet aus, auf diesem sollte jedoch trotzdem möglichst selektiv gemäht werden, es sollten möglichst wenige anderen Pflanzen in der vorgeschlagenen Häufigkeit gemäht werden.

Impatiens glandulifera (Drüsiges Springkraut) ist eine ursprünglich aus dem Himalaya stammende Art, die in Europa zu den verbreitetsten Neophyten gehört (Tanner & Gange, 2020). Es werden negative Einflüsse auf bestehende heimische Pflanzengesellschaften beschrieben, in welchen das Drüsiges Springkraut dichte Bestände formen kann und anderen Arten als Konkurrent für Platz, Licht und Nährstoffe gegenübersteht (ebd., 2020). Betroffen ist in Europa vor allem Ufervegetation (ebd., 2020). Es existieren verschiedene Ansätze, *Impatiens glandulifera* zurückzudrängen, chemische Bekämpfung wird wie bei den bereits diskutierten invasiven Neophyten im sensiblen Gebiet des Krottensees ausgeschlossen. Mechanische Ansätze wie das Zurückschneiden oder händische Ausreißen von Individuen können zielführend sein, auch Behandlung mit heißem Wasser wird als effiziente Bekämpfungsstrategie diskutiert (Oliver *et al.*, 2020). Als annuelle Art soll *Impatiens glandulifera* davon abgehalten werden, Samen zu bilden und zu verbreiten, dies kann durch Abschneiden, Ausreißen oder Beweidung zum Zeitpunkt der ersten Blüten, meist Ende Juli, erreicht werden (Helmisaari, 2010). Dies muss jährlich wiederholt werden, bis kein Wachstum mehr auftritt (ebd., 2010). Im Gebiet des Krottensees ist *Impatiens glandulifera* nicht weit verbreitet, in den Sommermonaten sind vor allem entlang des Wanderweges dennoch einige Patches der Art nicht zu übersehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Patches mit Stand heute keine Gefahr für den Lebensraum gefährdeter Arten darstellen, eine Entfernung der invasiven Neophyten ist dennoch sinnvoll, um eine weitere Ausbreitung zu verhindern. Dabei sollen Individuen einzeln entfernt werden, indem sie möglichst als Ganzes aus dem Boden gezogen werden. Dies sollte in den meisten Fällen aufgrund des nassen Bodens relativ mühelos funktionieren. Trotzdem ist davon auszugehen, dass *Impatiens glandulifera* wieder aufkommen wird.

Der Einfluss veränderter Wasserverhältnisse

Es wurde gezeigt, dass die Makrophytenvegetation im offenen Wasserkörper des Krottensees in den letzten Jahren eine große Veränderung, weg von einer Gesellschaft mit mehreren Gefäßpflanzenarten, hin zu einem *Ceratophylletum demersi* durchmachte. Huemer (2007) spricht sich für eine genaue Untersuchung der Zunahme von *Ceratophyllum demersum* aus, um gezielte Maßnahmen gegen den starken Bewuchs setzen zu können. In den 2000er Jahren wurde mit einer mechanischen Entkrautung begonnen, aufgrund der großen Menge an Pflanzenmaterial wird diese allerdings nur an gewissen Stellen, wie dem „Kleinen See“ sowie dem Nordgraben, Südgraben und Westgraben, als sinnvoll durchführbar beschrieben, an anderen Stellen, wie dem „Großen See“, ist sie nicht zielführend (Huemer, 2007). Diese mechanische Entfernung ist zwar aufwändig, jedoch an geeigneten Orten wohl weiterhin durchführbar, wenn einem massenhaften Auftreten von *Ceratophyllum demersum* entgegengewirkt werden soll. Es ist jedoch anzunehmen, dass keine Artenvielfalt wiederhergestellt

werden kann, wenn nicht der Eutrophierung des Gewässers als Grund für die Artenveränderung entgegengearbeitet wird. Soll den polytrophen Verhältnissen des Krottensees entgegengewirkt werden, so sind größere und invasivere Eingriffe nötig. Es ist anzudiskutieren, ob Sanierungsmaßnahmen ähnlich oder analog den Arbeiten des Jahres 1996 naturschutzfachlich gangbar und sinnvoll sind, bei welchen sowohl biologisches Material als auch Sediment aus dem Gewässer entfernt wurde (ebd., 2007). Eine solche Teilentschlammung ist zwar mit Risiken verbunden, sie kann unwirksam oder sogar verschlechternd auf die Gewässerbedingungen sein, im Falle des Krottensees gingen die Arbeiten jedoch mit einer Vergrößerung der Wasserfläche, einer Zunahme der Sichttiefe und einem Absinken des Phosphorgehaltes im Gewässer einher (ebd., 2007).

6. Conclusio

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Vegetation im Gebiet des Krottensees in Gmunden untersucht. Mit 45 Vegetationsaufnahmen handelt es sich um die bislang umfangreichste Studie zu diesem Thema im Gebiet. Es konnte eine bemerkenswerte Vielfalt sowohl an Arten als auch Pflanzengesellschaften im Krottenseegebiet gezeigt werden. Auf kleinem Raum befinden sich unterschiedliche Vegetationstypen, von welchen beispielsweise die Moorwald-Gesellschaften, die Großseggenriede, oder eine Kalmus-Gesellschaft als schützenswerte und naturschutzfachlich relevante Lebensräume zu benennen sind. Es konnten 165 Gefäßpflanzenarten und 19 Moosarten gefunden werden. Verschiedene Vegetationsgesellschaften zeigten in manchen Fällen große Veränderungen zum Jahr 1995, oft blieben sie jedoch ähnlich, als Gründe sind natürliche Entwicklungen jedoch auch anthropogene Veränderungen zu nennen.

Im „Herzstück“ des Krottenseegebietes, der Schwingrasen-Moorwaldinsel, konnte eine zunehmende Verbuschung gezeigt werden, welche vor allem durch die eingebrachten Arten *Kalmia angustifolia* und *Rhododendron ponticum* bedingt ist. Diese Pflanzenarten tragen zweifellos zum eigentümlichen und besonderen Erscheinungsbild des Moorwaldes bei und geben dem Gebiet einen einzigartigen Charakter, aufgrund ihrer starken Ausbreitung und ihren transformierenden Einfluss auf die Vegetation ist jedoch die Einführung von Managementmaßnahmen jedenfalls als sinnvoll zu erachten. Eine Veränderung der Biodiversität anhand des Parameters Artenzahl kann zwar angenommen werden, nicht jedoch anhand des Biodiversitätsindikators Shannon-Wiener-Index. Insofern spricht diese Arbeit nicht von einem signifikanten Biodiversitätsverlust, sieht einen solchen jedoch als potentiellen Entwicklungstrend an, welcher dem Krottensee bevorstehen könnte. Als weiteres Problem des Krottensees wurde das Auftreten von als invasiv geltenden Neophyten identifiziert, gegen welches mechanische Bekämpfung vorgeschlagen wird. Diese Maßnahmen sollen gezielt gegen diese

Arten wirken, angrenzende Arten und deren Standorte sollen möglichst nicht beschädigt werden. Es wurde eine Veränderung der Makrophytengesellschaft gezeigt, welche auf einer Eutrophierung des Krottensees basiert. Wenn dieser Dynamik entgegengewirkt werden soll, sind Maßnahmen gegen die stattfindende Nährstoffakkumulation zu treffen. Der Krottensee in Gmunden ist als sensibles Ökosystem mit einer großen Vielfalt auf vergleichsweise geringer Fläche anzusehen, welches naturschutzfachliche Besonderheiten mit sich bringt. Einige zu schützende Lebensräume und Spezies sind in diesem teils eigenwilligen Lebensraum vorhanden, ein umsichtiger Umgang, welcher sowohl natürliche Dynamiken als auch sinnvolle Management-Eingriffe verbindet, wird empfohlen. Die vorliegende Arbeit soll dazu beitragen, die Vegetation des Krottensees mitsamt ihrer Entwicklung zu verstehen und zu beschreiben. Weitere Beiträge zur Erforschung des Krottenseegebietes in den nächsten Jahren und Jahrzehnten werden als sinnvoll und wünschenswert erachtet. Das umfasst weitere Untersuchungen von Organismengruppen, wie beispielsweise Tieren oder Pilzen, oder auch eine zukünftige Wiederholung der in dieser Arbeit durchgeführten Vegetationsaufnahmen. So können Vergleiche durchgeführt werden, um die Entwicklung der Vegetation am Krottensee zu beobachten. Außerdem sind systematische physikalische Messungen bezüglich Wasserqualität und Nährstoffen im Gebiet ein sinnvoller Ansatz, die Dynamiken des Gebietes zu verstehen.

Literaturverzeichnis

- Aguilera A. G., Alpert P., Dukes J. S., Harrington R. 2009. Impacts of the invasive plant *Fallopia japonica* (Houtt.) on plant communities and ecosystem processes. *Biological Invasions*: 12(5), 1243-1252.
- Chytrý, M., Lániková D., Lososová Z., Sádlo J., Otýpková Z., Kočí, Petřík P., Šumberová K., Neuhauslová Z., Hájková P., Hájek M., Králová Š., Karimová K., Danihelka J., Tichý L., Michalcová D., Hájek O., Kubošová K. 2009. Vegetace České republiky 2. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace (Vegetation of the Czech Republic 2. Ruderal, weed, rock and scree vegetation). Academia, Prag, 520 pp.
- Chytrý M., Šumberová, K., & Hájková, P., Hájek M., Hroudová Z., Navrátilová J., Čtvrtlíková M., Sádlo J., Lososová Z., Hrivnák R., Rydlo J., Oťaheľová H., Bauer P., Hanáková P., Ekrť L., Ekrťová E., Michalcová D., Žáková K., Danihelka J., Kočí M. 2011. Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. (Vegetation of the Czech Republic 3. Aquatic and wetland vegetation). Academia, Prag, 828 pp.
- Dämon 2005. Die Pilzflora des Schwingrasen-Moorwaldes am Krottensee (Gmunden, Oberösterreich). *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde*: 14, 123-190.
- Dehnen-Schmutz K., Perrings C., Williamson M. 2004. Controlling *Rhododendron ponticum* in the British Isles: an economic analysis. *Journal of Environmental Management*: 70, 323-332.
- Dierschke H. 1994. Pflanzensoziologie. UTB, Stuttgart, 683 pp.
- Dierschke H. 1997. Arrhenatheretalia. Wiesen und Weiden frischer Standorte. Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Heft 3. 74 pp.
- Eggenberg S., Möhl A. 2020. Flora Vegetativa. Ein Bestimmungsbuch für Pflanzen der Schweiz im blütenlosen Zustand. Haupt Verlag, Bern, 771 pp.
- Ellenberg H., Leuschner C. 2010. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 1338 pp.
- Erfmeier A., Bruehlheide H. 2005. Invasive and Native *Rhododendron ponticum* Populations: Is There Evidence for Genotypic Differences in Germination and Growth. *Ecography*: 28, 417-428.
- Essl F., Rabitsch W. 2002. Neobiota in Österreich. Umweltbundesamt GmbH, Wien, 432 pp.
- Fischer M., Oswald K., Adler W. 2008. Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterr. Landesmuseen, Linz, 1395 pp.
- Fraedrich W. 2016. Gletscher formen Landschaften. In: Fraedrich W., Spuren der Eiszeit. Landschaftsformen in Mitteleuropa. 45-66. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Grabherr G., Mucina L. 1993. Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürlich Waldfreie Vegetation. Gustav Fischer Verlag, Jena, 1454 pp.
- Harris C. M., Park K. J., Atkinson R., Edwards C., Travis J. M. 2009. Invasive species control: Incorporating demographic data and seed dispersal into a management model for *Rhododendron ponticum*. *Ecological Informatics*: 4, 226-233.
- Helmisaari H. 2010. Invasive Alien Species Fact Sheet – *Impatiens glandulifera*. Online unter https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/i/impatiens-glandulifera/impatiens_glandulifera.pdf. Zugriff am 17.01.2022.

- Henninkens S. M. 2018. Turboveg (2.141a) [Software]. SynBioSis.
<https://www.synbiosys.alterra.nl/turboveg/>.
- Hohla M., Stöhr O., Brandstätter G., Danner J., Diewald W., Essl F., Fiereder H., Grims F., Höglinger F., Kleesadl G., Kraml A., Lenglachner F., Lugmair A., Nadler A., Niklfeld H., Schmalzer A., Schratt-Ehrendorfer L., Schröck C., Strauch M., Wittmann H. 2009. Katalog und Rote Liste der Gefäßpflanzen Oberösterreichs. *Stapfia* 91. 324 pp.
- Huemer W. 2007. Ökologische Bewertung von ausgewählten stehenden Kleingewässern in den Bezirken Gmunden und Vöcklabruck. Dissertation. Naturwissenschaftliche Fakultät, Universität Salzburg. 200 pp.
- Jersabek C. D., Schabetsberger R. 1994. Teil II. Limnologische Charakterisierung des Naturdenkmals „Krottensee bei Gmunden“. Projektgruppe Krottensee – Endbericht in drei Teilen. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Abt. Naturschutz, Salzburg. 29 pp.
- Kleesadl G., Brandstätter G. 2013. Erstnachweise von Gefäßpflanzen für Oberösterreich (1990-2012). *Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs*: 23(1), 131-157.
- Konold W., Böcker R., Albreternst B. 1995. Handbuch Wasser 2. Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern. II. Untersuchungen zu Biologie und Ökologie der neophytischen Knöterich-Arten. Landesanstalt für Umweltschutz Baden Württemberg (LfU), Karlsruhe, 70 pp.
- Konrad E. 1994. Teil III. Die Vegetationsgeschichte des Krottensees. Projektgruppe Krottensee – Endbericht in drei Teilen. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Abt. Naturschutz, Salzburg, 32 pp.
- Kraft O. 2010. Multivariate Analyse biotischer und abiotischer Umweltdaten zur Unterstützung wasserwirtschaftlicher Planungen in Mittelgebirgsregionen. Dissertation. Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie, Technische Universität Darmstadt. 163 pp.
- Krisai R., Schmidt R. 1983. Die Moore Oberösterreichs. Rudolf Trauner Verlag, Linz, 298 pp.
- Landgraf L., Notni P. 2004. Das Moosfenn bei Potsdam – Langzeitstudie zu Vegetation und Nährstoffhaushalt eines brandenburgischen Kesselmoors. *TELMA*: 34, 123-154.
- Maclean J. E., Mitchell R. J., Burslem D. F., Genney D. F., Hall J., Pakeman R. J. 2018. Invasion by *Rhododendron ponticum* depletes the native seed bank with long-term impacts after its removal. *Biological Invasions*: 20, 375-384.
- Mallik A. U. 1993. Ecology of a forest weed of Newfoundland: vegetative regeneration strategy of *Kalmia angustifolia*. *Canadian Journal of Botany*: 71, 161-166.
- Mallik A. U., Inderjit. 2001. *Kalmia angustifolia*: Ecology and Management. *Weed Technology*: 15(4), 858-866.
- Morton F. 1965. Der Krottensee in Gmunden. Ein unbedingt zu schützendes Juwel pflanzlichen Lebens. *Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereins*: 110, 502-510.
- Mucina L., Grabherr G., Ellmauer T. 1993. Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1. *Anthropogene Vegetation*. Gustav Fischer Verlag, Jena, 1454 pp.
- Mülleider H., Kapl S. 1989. Naturdenkmale in Oberösterreich. Amt d. OÖ. Landesregierung, Agrar- und Forstrechtsabteilung, Linz, 107 pp.

- Oliver B., Berge T. W., Solhaug K. A., Fløistad I. S. 2020. Hot water and cutting for control of *Impatiens glandulifera*. *Invasive Plant Science and Management*: 13, 84-93.
- QGIS.org. 2022. QGIS Geographic Information System (Version 3.10) [Software]. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- Ricek E. W. 1994. Die Waldbodenmoose Österreichs mit Illustrationen. Bearbeitet von Harald G. Zechmeister. Abhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Österreich. 340 pp.
- Ringler A. 1979. Toteiskessel, Kleinsümpfe und Flurtempel – auch in Südbayern stark bedroht. *Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)*: 3, 84-88.
- Roithinger G. 1995. Die Entwicklung des Moorwaldes am Krottensee in Gmunden (OÖ). *Carinthia II – Sonderhefte*: 53, 115-117.
- Roithinger G., Huber G., Maier F., Krisai R. 1995. Teil I: Der Krottensee in Gmunden (OÖ) – Vegetation Flora & Naturschutz unter Berücksichtigung der Limnologie und Vegetationsgeschichte. Projektgruppe *Krottensee* – Endbericht in drei Teilen. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Abt. Naturschutz, Salzburg, 45 pp.
- RStudio Team. 2021. RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA Online unter <http://www.rstudio.com/>.
- Schmiedel D. 2010. Invasionsbiologie und ökologisches Verhalten der gebietsfremden Baumart *Fraxinus pennsylvanica* MARSH. in den Auenwäldern der Mittel- und Oberelbe im naturschutzfachlichen Kontext. Dissertation. Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Technische Universität Dresden. 2005 pp.
- Schröck C., Köckinger H., Schlüsslmayr G. 2014. Katalog und Rote Liste der Moose Oberösterreichs. *Stapfia*: 100, 1-247.
- Steiner G. M. 2005. Moortypen. *Stapfia*: 85, 5-26.
- Tanner R. A., Gange A. C. 2020. Himalayan balsam, *Impatiens glandulifera*: its ecology, invasion and management. *Weed Research*: 60(1), 4-7.
- Thiffault N., Fenton N. J., Munson A. D., Hébert F., Fournier R. A., Valeria O., Bradley R. L., Bergeron Y., Grondin P., Paré D., Joannisse G. 2013. Managing Understory Vegetation for Maintaining Productivity in Black Spruce Forests: A Synthesis within a Multi-Scale Research Model. *Forests*: 4, 613-631.
- Thiffault N., Grondin P., Noël J., Poirier V. 2015. Ecological gradients driving the distribution of four Ericaceae in boreal Quebec, Canada. *Ecology and Evolution*: 5(9), 1837-1853.
- Tichy L. 2011. JUICE (7.1.29) [Software]. Vegetation Science Group Masaryk University Brno. Online unter: sci.muni.cz/botany/juice/?idm=3.
- Traxler A. 1997. Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings. Methoden, Praxis, angewandte Projekte. Teil A: Methoden. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, 391 pp.
- Willner W., Grabherr G. 2007. Die Wälder und Gebüsche Österreichs. Ein Bestimmungswerk mit Tabellen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 313 pp.

Zechmeister H. G. 1995. Feldschlüssel zur Bestimmung der in Österreich vorkommenden Torfmoose (Sphagnaceae). *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich*: 132, 293-318.

Zechmeister H. G. 1995. Feldschlüssel zur Bestimmung von häufigen Waldmoosen. *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich*: 132, 265-291.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Luftbild des Krottenseeareals. Datenquelle: basemap.at.

Abb. 2: Umriss Oberösterreichs. Verändert nach d-maps.com. *Online* unter https://d-maps.com/carte.php?num_car=33927&lang=de. Zugriff am 20.01.2022.

Abb. 3: Verortung der Aufnahmestellen. Auf Basis von basemap.at.

Abb. 4: Vegetationskarte des Krottenseegebietes; auf Basis von basemap.at.

Abb. 5: Diagramm zur Artenzahl der Offenlandaufnahmen

Abb. 6: Diagramm zur Artenzahl der Gehölzaufnahmen

Abb. 7: Diagramm zur Artenzahl der Aufnahmen aus 1995 von Roithinger *et al.*

Abb. 8: Diagramm zur Evenness der Offenlandaufnahmen

Abb. 9: Diagramm zur Evenness der Gehölzaufnahmen

Abb. 10: Diagramm zur Evenness der Aufnahmen aus 1995 von Roithinger *et al.*

Abb. 11: Diagramm zum Shannon-Wiener-Index der Offenlandaufnahmen

Abb. 12: Diagramm zum Shannon-Wiener-Index der Offenlandaufnahmen

Abb. 13: Diagramm zum Shannon-Wiener-Index der Offenlandaufnahmen

Abb. 14: DCA zu vergleichbaren Aufnahmen des Gesamtgebietes

Abb. 15: DCA zu vergleichbaren Aufnahmen der Krottenseeinsel

Abb. 16: Diagramm zur Verbuschung der Krottenseeinsel

Abb. 17: Box-Plots zur Strauchschicht der Krottenseeinsel 1995 vs. 2021

Abb. 18: Box-Plots zur Artenzahl der Aufnahmen 1995 vs. 2021

Abb. 19: Box-Plots zur Evenness der Aufnahmen 1995 vs. 2021

Abb. 20: Box-Plots zum Shannon-Wiener-Index der Aufnahmen 1995 vs. 2021

Anhang

Kurzbeschreibungen der Aufnahmestellen

Aufnahme 1: Rasenvegetation am Südostufer des Krottensees, die an einen Hang zur Wasseroberfläche des Sees grenzt. Es ist lediglich eine Krautschicht vorhanden, die eine hohe Abundanz von mehreren Süßgräsern sowie Blütenpflanzen wie *Trifolium pratense*, *Plantago lanceolata* und *Galium album* aufweist.

Aufnahme 2: Gehölzvegetation am Hang des Südostufers des Sees. Es ist eine dichte Baumschicht mit *Prunus avium*, *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* vorhanden. Die dichte Strauchschicht wird vor allem von *Rubus fruticosus* agg., *Cornus sanguinea* und *Acer platanoides* gebildet. Die wenig bedeckte Krautschicht setzt sich aus nachkommenden Baum- und Straucharten sowie einigen Blütenpflanzen und vereinzelt Gräsern zusammen.

Aufnahme 3: Rasenvegetation am Südostufer des Krottensees, die durch einen Kiesweg von Aufnahme 1 getrennt ist und sich durch das Auftreten einiger Arten von dieser unterscheidet. Es ist lediglich eine Krautschicht vorhanden, in der die auffälligen Arten *Leucanthemum vulgare*, *Erigeron annuus* und *Knautia arvensis* vorkommen, die in Aufnahme 1 fehlen.

Aufnahme 4: Gehölzvegetation mit feuchtem Boden im Nordosten des Krottensees, innerhalb des Wanderweges. Auffallend ist ein Exemplar von *Aesculus hippocastanum*, ansonsten herrscht eine hohe Abundanz von Arten einer Auwaldvegetation wie *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides* und *Fraxinus* sp. In der Krautschicht zeigen *Deschampsia cespitosa* und *Galium aparine* hohe Abundanzen.

Aufnahme 5: Es handelt sich um eine Buchenwaldvegetation direkt im Anschluss an eine lichte, offenbar gerodete Stelle im Norden des Krottensees. *Fagus sylvatica* dominiert sowohl in der Baumschicht als auch in der Krautschicht, wo ansonsten hauptsächlich *Rubus fruticosus* agg. Vorkommt.

Aufnahme 6: *Acer*-, *Cornus*- und *Tilia*-dominierte Gehölzvegetation direkt am Westufer des Krottensees mit leichter bis mittlerer Hangneigung. In der Krautschicht dominiert *Circaea lutetiana*, auch *Hedera helix* ist stark abundant.

Aufnahme 7: Es handelt sich um einen kleinen, von *Salix cinerea* dominierten Gehölzbestand direkt am Westufer des Krottensees. Im Anschluss an dieses Stelle befindet sich ein Schwimmsteg, zu welchem mehrere Bretter hinführen. In der Krautschicht dominiert *Carex acutiformis*.

Aufnahme 8: Nach dem Betreten der Krottenseeinsel über das Ostufer gelangt man wenige Meter über Holzbretter weiter ins Innere. Wird sich am Ende der Bretter rechts gehalten, erreicht man Stelle

8, die eine relativ lichte Moorwaldvegetation aufweist. *Sphagnum palustre* dominiert den Boden, in den Sommermonaten befindet sich hier eine große Anzahl an *Drosera rotundifolia*.

Aufnahme 9: Es handelt sich um eine Moorwaldvegetation wenige Meter östlich von Aufnahme 8. Diese Stelle ist näher am offenen Wasser und weist im Vergleich eine stärker ausgebildete Krautschicht mit *Carex*-Arten auf. In der Baumschicht dominiert *Alnus glutinosa*.

Aufnahme 10: Für diese Aufnahme wurde eine Stelle innerhalb der *Salix cinerea*-Gesellschaft direkt am Nordwestufer der Krottenseeinsel erhoben. Es handelt sich um unwegsamen, feuchten Boden mit teils tiefen Stellen. Dominant sind *Salix cinerea* und *Carex acutiformis*.

Aufnahme 11: Es handelt sich um eine ehemals bewaldete Stelle am Ostufer des Krottensees, welche periodisch gemäht wird. Die Aufnahmestelle befindet sich direkt nördlich von Aufnahme 7 neben am Boden befindlichen Brettern. Es dominiert *Carex acutiformis* mit wenigen Begleitarten.

Aufnahme 12: Diese Aufnahme liegt direkt am Nordwestufer der Krottenseeinsel und ist von der Insel aus nur schwer und unsicher zugänglich. So wurde sie über das offene Wasser mit einem Schwimmsteg erreicht. Es handelt sich um eine Gehölzaufnahme mit hoher Abundanz von *Salix cinerea*, in der Krautschicht ist *Carex rostrata* stark dominant.

Aufnahme 13: Es handelt sich um eine unwegsame Stelle in einem sehr stark verbuschten Teil im Inneren der Krottenseeinsel. Hier ist beinahe die gesamte Strauchschicht von *Kalmia angustifolia* bedeckt, auch *Rhododendron ponticum* kommt vor. In der Baumschicht ist *Alnus glutinosa* dominant.

Aufnahme 14: Wenige Meter südöstlich von Aufnahme 13 befindet sich ein stark verbuschter, von *Rhododendron ponticum* dominierter Bereich. Auffällig sind die hohen Exemplare dieser Art, welche mehrere Meter hoch in die Baumschicht wachsen und diese wie auch die Strauchschicht dominieren.

Aufnahme 15: Dieser von *Sorbus aucuparia* und *Betula pubescens* dominierte Teil des Moorwaldes liegt wenige Meter vom Ostufer der Krottenseeinsel entfernt. Auffallend ist das Vorkommen mehrerer Moosarten, eine relativ hohe Abundanz von *Molinia caerulea* und ein Patch mit *Menyanthes trifoliata*.

Aufnahme 16: Es handelt sich um eine Aufnahme im Süden der Krottenseeinsel, wo die Baumschicht von *Betula pubescens*, *Alnus glutinosa* und *Sorbus aucuparia* dominiert wird und eine relativ dichte Krautschicht von *Molinia caerulea* gebildet wird. Hauptsächlich *Kalmia angustifolia* sorgt für eine mäßig dichte Strauchschicht.

Aufnahme 17: Nordöstlich der Krottenseeinsel befindet sich zwischen Wasserfläche und Wanderweg ein größerer Weidenbestand. Es handelt sich um einen sehr unwegsamen Bereich, welcher aufgrund des dichten *Salix cinerea*-Bestandes sowie des nassen Bodens nur äußerst mühsam zu durchqueren

ist. Wenige Meter südlich von Aufnahme 23 wurde Aufnahme 17 erstellt. Sie ist näher am offenen Wasserkörper des Krottensees situiert.

Aufnahme 18: Es wurde versucht, die mit *Drosera rotundifolia* versehene Stelle aus dem Gutachten von Roithinger *et al.* zu finden. Die genaue Verortung dieser Stelle gelang nicht, es wurde stattdessen eine Vegetationsaufnahme im vermuteten ehemaligen Bereich dieses Bestandes erstellt. Es herrscht eine Baumschicht mit *Betula pubescens* und *Sorbus aucuparia* als dominante Spezies, in den niedrigen Schichten sind *Menyanthes trifoliata*, *Molinia caerulea*, *Sphagnum squarrosum* und *Kalmia angustifolia* relativ häufige beziehungsweise auffällige Arten.

Aufnahme 19: Am Westufer des Krottensees befindet sich ein periodisch gemähter, ehemals bewaldeter Standort, der von *Carex acutiformis* oder *Salix cinerea* dominiert wird und jedoch einige weitere Arten aufweist. Hier erfolgten mehrere Vegetationsaufnahmen. Aufnahme 19 zeigt eine relativ hohe Abundanz von *Comarum palustre*.

Aufnahme 20: Am Ostufer des Krottensees befindet sich ein Geländer in Gestalt einer Leiter mit einem Rettungsreifen. Hier geht ein kurzer Weg ans Ufer des Sees, direkt rechts befinden sich Großseggenesellschaften. Die uferfernere Gesellschaft wurde im Rahmen von Aufnahme 20 erhoben, sie ist sehr artenarm und besteht nahezu gänzlich aus *Carex rostrata* und einigen eingebrachten Exemplaren von *Nymphaea alba*.

Aufnahme 21: Am Ostufer des Krottensees befindet sich ein Geländer in Gestalt einer Leiter mit einem Rettungsreifen. Hier geht ein kurzer Weg ans Ufer des Sees, direkt rechts befinden sich Großseggenesellschaften. Die ufernähere Gesellschaft wurde im Rahmen von Aufnahme 21 erhoben. Sie ist weniger artenarm als Aufnahme 20 und besteht hauptsächlich aus *Carex acutiformis*. Auffällige vorhandene Arten sind *Iris pseudacorus* und *Ranunculus sceleratus*.

Aufnahme 22: Im Osten des Krottensees, wenige Meter nachdem der vorhandene Wanderweg in die Gehölzvegetation verläuft, befindet sich innerhalb des Weges im dichten *Salix cinerea* Bestand eine ausgetretene Stelle, welche relativ leicht betreten werden kann. Wenige Meter westlich dieser Stelle wurde Aufnahme 22 erstellt. Sie ist relativ artenreich, *Carex acutiformis* dominiert in der Krautschicht, erwähnenswert ist ein ausgeprägter Bestand an *Ribes nigrum*.

Aufnahme 23: Nordöstlich der Krottenseeinsel befindet sich zwischen Wasserfläche und Wanderweg ein größerer Weidenbestand. Es handelt sich um einen sehr unwegsamen Bereich, welcher aufgrund des dichten *Salix cinerea*-Bestandes sowie des nassen Bodens nur äußerst mühsam zu durchqueren ist. *Salix cinerea* bildet quasi alleine die Gehölzschicht, *Carex acutiformis* ist die häufigste krautige Art.

Aufnahme 24: Es handelt sich um eine Vegetationsaufnahme nordwestlich des Krottensees, neben dem vorhandenen Wanderweg. Neben der Aufnahmefläche befindet sich ein kleiner Wasserdurchlass. Auffällig ist hier der beträchtliche Bestand an *Reynoutria japonica*, welche neben *Galium aparine* dominiert.

Aufnahme 25: Am Westufer des Krottensees befindet sich ein periodisch gemähter, ehemals bewaldeter Standort, der von *Carex acutiformis* oder *Salix cinerea* dominiert wird und einige weitere Arten aufweist. Hier erfolgten mehrere Vegetationsaufnahmen. Aufnahme 25 liegt in einer Reihe mit den Aufnahmen 26, 27, 28 und ist hierbei die erste, also am weitesten vom Seeufer entfernte Aufnahme. Auffallend ist das Vorkommen von *Cornus sericea*.

Aufnahme 26: Am Westufer des Krottensees befindet sich ein periodisch gemähter, ehemals bewaldeter Standort, der von *Carex acutiformis* oder *Salix cinerea* dominiert wird und einige weitere Arten aufweist. Hier erfolgten mehrere Vegetationsaufnahmen. Aufnahme 26 liegt in einer Reihe mit den Aufnahmen 25, 27, 28 und liegt zwischen 25 und 27. Eine relativ dichte Strauchschicht aus *Cornus sericea* und *Salix cinerea* ist vorhanden.

Aufnahme 27: Am Westufer des Krottensees befindet sich ein periodisch gemähter, ehemals bewaldeter Standort, der von *Carex acutiformis* oder *Salix cinerea* dominiert wird und einige weitere Arten aufweist. Hier erfolgten mehrere Vegetationsaufnahmen. Aufnahme 26 liegt in einer Reihe mit den Aufnahmen 25, 26, 28 und liegt zwischen 26 und 28. Es ist nur eine geringmächtige Strauchschicht vorhanden, in welche auch *Rubus fruticosus agg.* aus der angrenzenden Gehölzgesellschaft eindringt.

Aufnahme 28: Am Westufer des Krottensees befindet sich ein periodisch gemähter, ehemals bewaldeter Standort, der von *Carex acutiformis* oder *Salix cinerea* dominiert wird und einige weitere Arten aufweist. Hier erfolgten mehrere Vegetationsaufnahmen. Aufnahme 28 liegt in einer Reihe mit den Aufnahmen 25, 26, 27 und befindet sich direkt am Ufer des Krottensees. Die schwach ausgebildete Strauchschicht besteht aus *Alnus glutinosa* und *Salix cinerea*, in der Krautschicht fallen *Calamagrostis epigejos* und *Lysimachia vulgaris* auf.

Aufnahme 29: Am Westufer des Krottensees befindet sich ein periodisch gemähter, ehemals bewaldeter Standort, der von *Carex acutiformis* oder *Salix cinerea* dominiert wird und einige weitere Arten aufweist. Hier erfolgten mehrere Vegetationsaufnahmen. Aufnahme 29 befindet sich hier nördlich, im stärker verbuschten Teil. *Salix cinerea* dominiert, auch *Equisetum fluviatile* ist häufig.

Aufnahme 30: Am Westufer des Krottensees befindet sich ein periodisch gemähter, ehemals bewaldeter Standort, der von *Carex acutiformis* oder *Salix cinerea* dominiert wird und einige weitere Arten aufweist. Hier erfolgten mehrere Vegetationsaufnahmen. Aufnahme 30 befindet sich direkt am Ufer des Krottensees, an einer durch *Phragmites australis* auffälligen Stelle.

Aufnahme 31: Nordwestlich des Krottensees befindet sich zwischen Gehölzvegetation eine nasse, offene Stelle, die von *Carex acutiformis* dominiert wird. Auch *Iris pseudacorus* ist häufig.

Aufnahme 32: Am Nordufer des Krottensees befindet sich direkt neben einem Wanderweg eine Sitzbank. Wenige Meter östlich dieser Bank am Ufer wurde in einem *Carex acutiformis*-Bestand Aufnahme 32 erstellt. Auffällig ist *Glyceria fluitans*.

Aufnahme 33: Nordwestlich des Krottensees, außerhalb des Wanderweges befindet sich zwischen einer Bank und weiterer kleiner Wanderwege eine Gehölzgesellschaft, die von *Fagus sylvatica*, *Acer*-Arten, *Rubus fruticosus* agg. und *Hedera helix* dominiert wird. Auffallend ist hier *Taxus baccata*, die hier vor langer Zeit gepflanzt wurde.

Aufnahme 34: Am Nordwestufer des Krottensees befindet sich ein kleiner Aussichtsplatz, neben welchem ein großer Bestand an *Acorus calamus* inmitten von *Carex acutiformis* situiert ist.

Aufnahme 35: Wird der nördlich am Krottensee vorbeiführende Wanderweg von der Cumberlandstraße aus betreten, gelangt man nach wenigen Metern in bewaldetes Gebiet. Zur rechten befindet sich ein Hang, welcher zum See hinunter führt. Hier sind *Ulmus glabra*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus padus* und *Sambucus nigra* auffällig, ebenso ein angepflanztes *Sequoia gigantea* Individuum. In der Krautschicht ist *Circaea lutetiana* häufig.

Aufnahme 36: Am Nordufer des Krottensees befindet sich ein großer *Carex acutiformis*-Bestand, in welchen vom Wegesrand aus *Impatiens glandulifera* eindringt.

Aufnahme 37: Es handelt sich um eine Buchenwaldvegetation im Norden des Krottensees, einige Meter vom Seeufer entfernt. An dieser Stelle ist außerdem *Ilex aquifolium* auffällig.

Aufnahme 38: Es handelt sich um eine Waldstelle nordöstlich des Krottensees, direkt neben dem vorhandenen Wanderweg. Die Baumschicht besteht unter anderem aus *Acer*- und *Fraxinus*-Arten sowie *Tilia platyphyllos*. Auch in der Strauchschicht befinden sich vergleichsweise viele verschiedene Arten.

Aufnahme 39: Es handelt sich um eine Stelle innerhalb der großen *Carex acutiformis*-Gesellschaft am Nordufer des Krottensees. Hier befinden sich nur sehr wenige Arten, auffällig ist *Typha latifolia*.

Aufnahme 40: Es handelt sich um eine Stelle nordwestlich des Krottenseeufers mit Auwaldvegetation (*Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa*). Die Stelle weist eine mäßige Hangneigung auf.

Aufnahme 41: Es handelt sich um eine Stelle am Nordufer des Krottensees, einige Meter westlich der neben dem Wanderweg vorhandenen Sitzbank. Diese Stelle weist eine schwache Neigung auf, sie ist durch die Arten *Impatiens glandulifera* und *Stachys sylvatica* auffällig.

Aufnahme 42: Es handelt sich um eine bewaldete Stelle am Südwestufer des Krottensees, die durch ein großes Exemplar von *Salix alba* auffällt. Die Vegetation wird von *Salix cinerea* dominiert, es kommen jedoch mehrere andere Gehölzarten vor.

Aufnahme 43: Diese Aufnahme ist die einzige aquatische Aufnahme, die im Rahmen dieser Fallstudie erstellt wurde. Im Nordwesten des Krottensees, am sogenannten „Großen See“ wurden Wasserpflanzen bestimmt. Hierbei wurden lediglich die untergetauchte, teils auch freischwimmende Art *Ceratophyllum demersum* sowie ein relativ dichter Bestand von *Nymphaea alba* gefunden.

Aufnahme 44: Es handelt sich um eine Stelle im zentralen Bereich der Krottenseeinsel. Hier befinden sich neben den typischen Moorwaldgehölzen größere Bestände von *Kalmia angustifolia*, *Rhododendron ponticum* und auch der seltener vorkommenden Art *Rhododendron japonicum*. Im Spätfrühling oder Frühsommer ist diese Stelle durch die Rhododendrenblüte sehr auffallend.

Aufnahme 45: Diese Stelle befindet sich im Nordwesten der Krottenseeinsel und fällt durch einen hohen Anteil an *Vaccinium oxycoccos* auf.

Tab. 3 (1/3): Auflistung aller im Krottenseegebiet gefundenen Gefäßpflanzen- und Moosarten. Mit * gekennzeichnete Arten sind nicht in den Vegetationsaufnahmen vorhanden.

<i>Acer campestre</i>	Feldahorn	<i>Crataegus monogyna</i>	Eingriffeliger Weißdorn
<i>Acer platanoides</i>	Spitzahorn	<i>Crepis biennis</i>	Wiesen-Pippau
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Bergahorn	<i>Cyclamen purpurascens</i>	Europäisches Alpenveilchen
<i>Achillea millefolium</i> agg.	Gemeine Schafgarbe	<i>Cynosurus cristatus</i>	Wiesen-Kammgras
<i>Acorus calamus</i>	Kalmus	<i>Dactylis glomerata</i>	Gewöhnliches Knäuelgras
<i>Aegopodium podagraria</i> *	Giersch	<i>Dactylis polygama</i>	Wald-Knäuelgras
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Roskastanie	<i>Daucus carota</i>	Wilde Karotte
<i>Ajuga reptans</i>	Kriechender Günsel	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Rasenschmiele
<i>Alliaria petiolata</i>	Knoblauchsrauke	<i>Drosera rotundifolia</i>	Rundblättriger Sonnentau
<i>Alnus glutinosa</i>	Schwarzerle	<i>Dryopteris carthusiana</i> s.str.	Gewöhnlicher Dornfarn
<i>Alnus incana</i>	Grauerle	<i>Dryopteris filix-mas</i>	Echter Wurmfarne
<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz	<i>Epilobium hirsutum</i>	Zottiges Weidenröschen
<i>Amelanchier arborea</i>	Baum-Felsenbirne	<i>Equisetum arvense</i>	Acker-Schachtelhalm
<i>Anemone nemorosa</i>	Buschwindröschen	<i>Equisetum fluviatile</i>	Teich-Schachtelhalm
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Gewöhl. Glatthafer	<i>Erigeron annuus</i>	Feinstrahl
<i>Athyrium filix-femina</i>	Wald-Frauenfarn	<i>Erigeron canadensis</i> *	Kanadisches Berufkraut
<i>Bellis perennis</i>	Gänseblümchen	<i>Euonymus europaeus</i>	Gewöhl. Spindelstrauch
<i>Betula pubescens</i>	Moorbirke	<i>Fagus sylvatica</i>	Rotbuche
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Wald-Zwenke	<i>Fallopia japonica</i>	Japan-Staudenknöterich
<i>Calamagrostis epigejos</i>	Land-Reitgras	<i>Festuca pratensis</i> agg.	Wiesenschwingel
<i>Calluna vulgaris</i>	Besenheide	<i>Ficaria verna</i>	Scharbockskraut
<i>Calystegia sepium</i>	Echte Zaunwinde	<i>Filipendula ulmaria</i>	Echtes Mädesüß
<i>Cardamine bulbifera</i>	Zwiebel-Zahnwurz	<i>Fragaria moschata</i>	Moschuserdbeere
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	Wiesenschaumkraut	<i>Frangula alnus</i>	Faulbaum
<i>Carex acutiformis</i>	Sumpfschegge	<i>Fraxinus excelsior</i>	Gemeine Esche
<i>Carex brizoides</i>	Zittergrassegge	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Pennsylvanische Esche
<i>Carex echinata</i>	Igelsegge	<i>Galeobdolon montanum</i>	Gewöhnliche Goldnessel
<i>Carex elata</i>	Bultensegge	<i>Galeopsis tetrahit</i> *	Gemeiner Holzzahl
<i>Carex pendula</i>	Hängesegge	<i>Galium album</i> s.str.	Weißes Labkraut
<i>Carex rostrata</i>	Schnabelsegge	<i>Galium aparine</i>	Kletten-Labkraut
<i>Carex spicata</i>	Stachelsegge	<i>Galium mollugo</i> s.str.	Wiesen-Labkraut
<i>Carex sylvatica</i>	Waldsegge	<i>Galium odoratum</i> *	Waldmeister
<i>Carpinus betulus</i>	Hainbuche	<i>Galium palustre</i>	Sumpf-Labkraut
<i>Cerastium fontanum</i> agg.	Quellen-Hornkraut	<i>Geranium phaeum</i> *	Brauner Storchschnabel
<i>Cerastium glomeratum</i>	Knäuel-Hornkraut	<i>Geranium pyrenaicum</i>	Pyrenäen-Storchschnabel
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Raues Hornblatt	<i>Geranium robertianum</i>	Stinkender Storchschnabel
<i>Circaea lutetiana</i>	Großes Hexenkraut	<i>Geum urbanum</i>	Echte Nelkenwurz
<i>Clematis vitalba</i>	Gemeine Waldrebe	<i>Glechoma hederacea</i>	Gundermann
<i>Cornus sanguinea</i>	Blutroter Hartriegel	<i>Glyceria fluitans</i>	Flutender Schwaden
<i>Cornus sericea</i>	Seiden-Hartriegel	<i>Hedera helix</i>	Gemeiner Efeu
<i>Corydalis cava</i>	Hohler Lerchensporn	<i>Heracleum sphondylium</i>	Wiesen-Bärenklau
<i>Corylus avellana</i>	Gemeine Hasel	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras
<i>Crataegus laevigata</i>	Zweikern-Weißdorn	<i>Hypericum perforatum</i> *	Johanniskraut

Tab. 3 (2/3): Auflistung aller im Krottenseegebiet gefundenen Gefäßpflanzen- und Moosarten. Mit * gekennzeichnete Arten sind nicht in den Vegetationsaufnahmen vorhanden.

<i>Ilex aquifolium</i>	Euopäische Stechpalme	<i>Ribes uva-crispa</i> ssp. <i>grossularia</i>	Stachelbeere
<i>Impatiens glandulifera</i>	Drüsiges Springkraut	<i>Rosa canina</i> s.l.	Hundsrose
<i>Iris pseudacorus</i>	Sumpfschwertlilie	<i>Rubus caesius</i>	Kratzbeere
<i>Juglans regia</i>	Echte Walnuss	<i>Rubus fruticosus</i> agg.	Wilde Brombeere
<i>Juncus effusus</i>	Flatter-Binse	<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer
<i>Kalmia angustifolia</i>	Schmalblättr. Loorbeerrose	<i>Rumex obtusifolius</i>	Stumpfbblatt-Ampfer
<i>Knautia arvensis</i>	Acker-Witwenblume	<i>Salix alba</i>	Silberweide
<i>Lapsana communis</i> *	Gemeiner Rainkohl	<i>Salix caprea</i>	Salweide
<i>Lemna minor</i>	Kleine Wasserlinse	<i>Salix cinerea</i>	Aschweide
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	Magerwiesen-Margerite	<i>Salix triandra</i>	Mandelweide
<i>Lolium perenne</i>	Deutsches Weidelgras	<i>Sambucus nigra</i>	Schwarzer Holunder
<i>Lonicera xylosteum</i>	Rote Heckenkirsche	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Waldsimse
<i>Lotus corniculatus</i>	Gemeiner Hornklee	<i>Sequoiadendron giganteum</i> *	Riesenmammutbaum
<i>Lycopus europaeus</i>	Gemeiner Wolfstrapp	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke
<i>Lysimachia nummularia</i>	Pfennigkraut	<i>Solanum dulcamara</i>	Bittersüßer Nachtschatten
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Gewöhl. Gilbweiderich	<i>Sorbus aucuparia</i>	Eberesche
<i>Lythrum salicaria</i>	Gewöhl. Blutweiderich	<i>Stachys sylvatica</i>	Wald-Ziest
<i>Medicago lupulina</i>	Hopfenklee	<i>Taraxacum officinale</i> agg.	Gewöhl. Löwenzahn
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Fiebertklee	<i>Taxus baccata</i>	Europäische Eibe
<i>Milium effusum</i>	Wald-Flattergras	<i>Tilia cordata</i>	Winterlinde
<i>Molinia caerulea</i>	Blaues Pfeifengras	<i>Tilia platyphyllos</i>	Sommerlinde
<i>Nymphaea alba</i>	Weißer Seerose	<i>Trifolium pratense</i>	Wiesenklee
<i>Phragmites australis</i>	Schilfrohr	<i>Trifolium repens</i>	Weißklee
<i>Phyteuma spicatum</i>	Ährige Teufelskralle	<i>Typha latifolia</i>	Breitblatt-Rohrkolben
<i>Picea abies</i>	Gemeine Fichte	<i>Ulmus glabra</i>	Bergulme
<i>Pinus sylvestris</i>	Rotföhre	<i>Ulmus minor</i>	Feldulme
<i>Plantago lanceolata</i>	Spitzweigerich	<i>Urtica dioica</i>	Gemeine Brennnessel
<i>Poa nemoralis</i>	Hain-Rispengras	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Heidelbeere
<i>Poa trivialis</i>	Gewöhnliches Rispengras	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	Gewöhl. Moosbeere
<i>Polygonatum multiflorum</i> *	Vielblütige Weißwurz	<i>Veronica chamaedrys</i>	Gamander-Ehrenpreis
<i>Potentilla palustris</i>	Sumpfbblutauge	<i>Veronica filiformis</i>	Faden-Ehrenpreis
<i>Potentilla sterilis</i>	Erdbeer-Fingerkraut	<i>Veronica hederifolia</i>	Efeu-Ehrenpreis
<i>Prunella vulgaris</i>	Kleine Braunelle	<i>Viburnum opulus</i>	Gewöhl. Schneeball
<i>Prunus avium</i>	Vogelkirsche	<i>Vicia sepium</i>	Zaunwicke
<i>Prunus padus</i>	Gewöhl. Traubenkirsche	<i>Vinca minor</i> *	Kleines Immergrün
<i>Quercus robur</i>	Stieleiche	Moosarten	
<i>Ranunculus acris</i>	Scharfer Hahnenfuß	<i>Brachythecium rutabulum</i>	Kurzkapselmoos
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	Wolliger Hahnenfuß	<i>Calliergonella cuspidata</i>	Spitzblättr. Spießmoos
<i>Ranunculus sceleratus</i>	Gift-Hahnenfuß	<i>Calypogeia muelleriana</i>	Müllers Bartkelchmoos
<i>Reseda lutea</i> *	Gelber Wau	<i>Dicranum scoparium</i>	Gewöhl. Gabelzahnmoos
<i>Rhododendron cf. japonicum</i>	Japanische Azalee	<i>Hypnum cupressiforme</i>	Zypressenschlafmoos
<i>Rhododendron ponticum</i>	Pontischer Rhododendron	<i>Leucobryum glaucum</i>	Gemeines Weißmoos
<i>Ribes nigrum</i>	Schwarze Johannisbeere	<i>Pleurozium schreberi</i>	Rotstängelmoos

Tab. 3 (3/3): Auflistung aller im Krottenseegebiet gefundenen Gefäßpflanzen- und Moosarten.
Mit * gekennzeichnete Arten sind nicht in den Vegetationsaufnahmen vorhanden.

<i>Polytrichum commune</i>	Goldenes Frauenhaarmos	<i>Sphagnum palustre</i>	Breitblättriges Torfmoos
<i>Polytrichum formosum</i>	Schönes Widertonmoos	<i>Sphagnum squarrosum</i>	Sparriges Torfmoos
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	Großes Kranzmoos	<i>Sphagnum subnitens</i>	Glanz-Torfmoos
<i>Sphagnum capillifolium</i>	Spitzblättriges Torfmoos	<i>Sphagnum teres*</i>	Rundliches Torfmoos
<i>Sphagnum girgensohnii*</i>	Girgensohns Torfmoos	<i>Sphagnum warnstorffii</i>	Warnstorfs Torfmoos
<i>Sphagnum magellanicum</i>	Magellans Torfmoos	<i>Thuidium tamariscinum</i>	Tamarisken-Thujamoo