



universität  
wien

# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Ökologie von Hochmoorlibellen (Insecta: Odonata)  
im Freiwald und Weinsbergerwald  
(Ober- und Niederösterreich)

verfasst von / submitted by

Helene Holzweber, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree  
of

Master of Science (MSc)

Wien, 2016 / Vienna 2016

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

A 066 833

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

Masterstudium Ecology and Ecosystems  
UG2002

Betreut von / Supervisor:

Ao. Univ. Prof. Dr. Johann Waringer

## **Danksagung**

Ich möchte mich an dieser Stelle besonders bei Herrn Prof. Dr. Johann Waringer für die Bereitstellung des Themas und die außerordentliche Betreuung bedanken, des weiteren bei Herrn Dr. Mario Pöstinger von der oberösterreichischen Umweltschutzbehörde für die Hilfe bei der Auswahl der Untersuchungsgebiete und Beratung bei moorspezifischen Fragen. Außerdem danke ich Herrn Hubert Kraill für die chemisch-analytische Auswertung der Moorwasserproben. Bei den Ländern Ober- und Niederösterreich (Abteilung Naturschutz) möchte ich mich für die Ausstellung der Fang- und Behebungsgenehmigungen bedanken. Meiner Familie, besonders meinen Eltern Emma und Josef und meinem Freund Christoph, möchte ich für die große Unterstützung in dieser Zeit danken sowie all jenen, die mich unterstützt haben und nicht namentlich genannt wurden.

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	III
Abstract.....	IV
1 Einleitung.....	1
2 Untersuchungsgebiet.....	6
2.1 Das Granit- und Gneishochland.....	6
2.2 Das Gebiet des Freiwaldes und Weinsberger Waldes.....	7
2.3 Standortskategorien.....	9
2.3.1 Standorte der Kategorie 1.....	9
2.3.2 Standorte der Kategorie 2.....	11
2.3.3 Standorte der Kategorie 3.....	12
2.3.4 Standorte der Kategorie 4.....	13
2.3.5 Standorte der Kategorie 5.....	15
2.3.6 Sonderstandorte.....	16
2.4 Probenpunkte.....	21
2.4.1 Lambartsau.....	21
2.4.2 Sepplau.....	21
2.4.3 Lange Au.....	22
2.4.4 Rote Auen.....	22
2.4.5 Donnerau.....	22
2.4.6 Daunerau.....	23
2.4.7 Tannermoor.....	23
3 Material und Methoden.....	28
3.1 Freilandhebungen.....	28
3.2 Bewertungsmethodik.....	29
3.2.1 Arten und Assoziationen.....	30

3.2.2	Moortypen.....	30
3.2.3	Gewässertyp-spezifische Libellen-Assoziationen .....	30
3.2.4	Dragonfly Association Index (DAI) und Bewertung.....	31
4	Ergebnisse .....	32
4.1	Ergebnisse der Freilandhebung .....	32
4.1.1	Übersicht .....	32
4.1.2	Phänologie.....	32
4.1.3	Bodenständigkeit.....	39
4.2	Assoziationen und Dragonfly Association Index (DAI).....	41
4.2.1	Moortypen.....	48
4.2.2	Gewässertyp-spezifische Libellen-Assoziationen .....	49
5	Diskussion.....	52
5.1	Libellenassoziationen und Moorzustand.....	52
5.2	Arteninventar und Anpassung .....	54
5.3	Phänologie.....	58
5.4	Gefährdung von Mooren und Libellen in Österreich .....	59
5.5	Fazit.....	61
6	Literaturverzeichnis .....	63
	Appendix.....	68
	Appendix 1: Typische Hochmoorpflanzen und -tiere aus dem Untersuchungsgebiet.....	68
	Appendix 2: Protokollblatt.....	71
	Appendix 3: Belegfotos der gesichteten Libellenarten .....	72

## Zusammenfassung

Im Jahr 2015 wurde zwischen April und September die Ökologie von Libellen (Odonata) in sieben Mooregebieten im Freiwald und Weinsbergerwald im Granit- und Gneishochland an mit insgesamt 27 Probenpunkten untersucht. Von den insgesamt 14 gesichteten Libellenarten, waren 11 Arten bodenständig; davon sind *Coenagrion hastulatum*, *Aeshna juncea*, *Leucorrhinia dubia*, *Somatochlora alpestris* und *Somatochlora arctica* autochthone Moorlibellen. Des Weiteren wurden die Probenpunkte aufgrund der Vegetation in unterschiedliche Zustandsklassen eingeteilt und anschließend mittels eines für die Region entwickelten Dragonfly Association Index (DAI) bewertet. Für die Entwicklung des DAI wurden die potentiell in der Region vorkommenden Libellenarten (53) auf Basis ihrer ökologischen Ansprüche mittels hierarchischer Cluster-Analyse nach Ward in neun Assoziationen eingeteilt. Die ökologischen Ansprüche der Assoziationen wurden mit moorgewässerspezifischen Charakteristika korreliert. Dabei sind für Moorgewässer dieser Region drei Assoziationen (Assoziation der Moore mit größeren offenen Wasserflächen, Assoziation der Moore ohne große offene Wasserflächen und Assoziation anmooriger Gewässer mit emerser Vegetation) relevant. Durch den DAI konnte aufgrund von libellenkundlichen Grundlagen eine Aussage über die hydrologisch-morphologischen Zustände der beprobten Moore getroffen werden. Von den 27 Probenpunkten hatten drei einen sehr guten, drei einen guten und 21 einen schlechten libellenökologischen Zustand. Die Ergebnisse zeigten, dass die meisten Mooregebiete im Gebiet Freiwald und Weinsbergerwald stark anthropogen beeinflusst sind. Geeignete Moorflächen für die Entwicklung von Moorlibellenarten sind gering und schwinden weiter. Durch individuelle Pflege- und Renaturierungsmaßnahmen könnten Moorflächen erhalten bleiben und Lebensraum für in dieser Region seltene Moorspezialisten auch weiterhin gewährleistet werden.

Keywords: Odonata, Libellen, Moore, Hochmoore, Granit- und Gneishochland

## Abstract

The ecological status of mires is mostly evaluated by vegetation; however, dragonflies (Odonata) are reliable and valuable indicators for the hydrological and morphological status of mires. Based on the occurrence of autochthonic Odonata, the Dragonfly Association Index (DAI) thereby gives information about the ecological situation of mires.

For this investigation the ecology of dragonflies in mires was observed between April and September 2015. Study sites were situated in seven bogs in the Freiwald and Weinsbergwald area in the Austrian Bohemian Massif, with 27 sampling sites in total. Overall, 14 different dragonfly species were found, and 11 species are autochthonic. *Coenagrion hastulatum*, *Aeshna juncea*, *Leucorrhinia dubia*, *Somatochlora alpestris* and *Somatochlora arctica* are autochthonic dragonflies which are dependent on mires. Additionally, the sampling sites were divided into different quality classes, based on vegetation, and were assessed via a DAI developed specifically for this region, which is also applicable to other limnological ecosystems. For the development of this DAI, 53 potentially naturally occurring dragonfly species were classified by their ecological requirements via cluster analysis. As a result, I defined nine associations which correlate with mire-specific characteristics. In the mires of this region three fundamental associations were extracted: association in mires with open water, association in mires without open water and association in marshy waters with emerged vegetation. The results show that three sampling sites are in a very good condition, three are in a good and 21 sampling sites are in a bad condition. Most of the mires in this region are anthropogenically affected and the reproduction sites for specific dragonflies depending on mires continually decrease. Via individual preservation and renaturation these sites could persist, recover and even increase, thereby providing habitats for rare mire plants and animals.

Keywords: Odonata, dragonfly, mire, peatland, bog, Austrian Bohemian Massif

# 1 Einleitung

Libellen sind gute Bioindikatoren, da die Habitatsansprüche der einzelnen Libellenarten gut erforscht sind und sie rasch auf Veränderungen des Lebensraumes reagieren. In Österreich gelten 14 Libellenarten als Moorspezialisten oder Arten die Moorstandorte bevorzugen. Die Definition von Mooren ist nicht ganz eindeutig. Grundsätzlich sind Moore Feuchtgebiete mit Torf als Untergrund. Bei Torf handelt es sich um eine Ansammlung von abgestorbenem Tier- und Pflanzenmaterial, das durch hohe Wassersättigung, anaerobe Bedingungen und geringe Zersetzung nicht komplett abgebaut wird. Dabei wird im Englischen zwischen „Peatland“ und „Mire“ unterschieden. Bei ersterem handelt es sich um Gebiete, die von Torf bedeckt sind, wobei die Torfmächtigkeit mindestens 30 cm aufweist, und die Vegetation keine Rolle spielt. Im Gegensatz dazu steht bei einem „Mire“ die Vegetation im Vordergrund (Steiner 2005a, 1992; Rydin & Jeglum, 2013). Steiner definierte 1992 Moore als „Biozöosen, die zur Bildung biogener Substrate, vor allem Torf, aber auch Mudde, Quellkalk, Seekreide etc. unter hygrischen bis semiterrestrischen Bedingungen befähigt sind, gemeinsam mit diesem Substrat, egal welcher Mächtigkeit.“ Generell unterscheidet man zwischen Niedermooren, Übergangsmooren und Hochmooren. Der Unterschied liegt darin, dass ein Niedermoor über das Grundwasser gespeist wird, während ein Hochmoor die Wasserversorgung ausschließlich aus den Niederschlägen bezieht. Bei einem Übergangsmoor kommt es zu einer Speisung über das Grund- und Regenwasser. Basierend auf verschiedenen hydrologischen Bedingungen können sieben Typen von Niedermooren (Verlandungsmoore, Versumpfungsmoore, Überflutungsmoore, Kesselmoore, Überrieselungsmoore, Quellmoore und Durchströmungsmoore) klassifiziert werden. Bei den niederschlagversorgten Mooren gibt es drei verschiedene Typen (Hochmoore, Deckenmoore und Kondenswassermoore) (Steiner, 2005 b, 1992). Die meisten Hochmoore sind Weiterentwicklungen von Niedermooren. Ausnahmen sind die wurzelrechten Hochmoore, die auf vegetationsfreiem Untergrund entstanden sind. Hochmoore, auch Regenmoore genannt, sind an bestimmte Torfmoosarten (*Sphagnum* spp.) gebunden. Diese Arten können durch ihre hohe Wasserhaltekapazität bis zum 20-fachen ihres eigenen Trockengewichtes einen eigenen Moorwasserkörper aufbauen. Die vom Regen eingebrachten Mineralstoffe können vom Torfmoos über den Austausch von Wasserstoffionen aufgenommen werden, wobei es zur Ansäuerung der Umgebung kommt; so kann ein pH-Wert unter 4 erreicht werden. Durch die ständige Wassersättigung, den Nährstoffmangel und den niedrigen pH-Wert zählen Hochmoore zu Extremstandorten. Daher ist

die Vegetation in Regenmooren relativ artenarm, aber weltweit sehr ähnlich und sehr speziell (Steiner, 2005 b; Steiner & Grünig, 1997 a, b; Krisai, 1988). Ein intaktes Hochmoor weist ein Acrotelm und ein Catotelm auf. Dabei ist das Acrotelm die obere Schicht, die aus lebendem Torfmoos besteht, wo auch der Grundwasserspiegel liegt. Das Catotelm hingegen ist die untere Schicht, die aus abgestorbenen Pflanzenteilen (Torf) besteht und wassergesättigt ist (85 bis 95 % Wasser). Dabei kann das Catotelm eine Mächtigkeit bis zu 15 m erreichen. Zusammen fungieren diese Schichten als Schwamm, der riesige Mengen an Wasser speichern kann. Moore wirken bei Starkregen als Retentionsbecken, die das überschüssige Wasser langsam abgeben (Seehofer et al., 2003; Grünig, 2010; Steiner & Grünig, 1997 b; Steiner, 2005 c, 1992). Die Hochmoore des Alpenvorlandes sind typische Entwicklungen aus Verlandungsmooren. Die Hochmoore aus dem Wald- und Mühlviertel dagegen sind aus Versumpfungsmooren entstanden (Steiner, 2005 b, 1992; Krisai, 1988, 1980). Die wichtigsten bultenbildenden Arten in Hochmooren sind *Sphagnum magellanicum* BRID., *Sphagnum capillifolium* (EHRH.) HEDW. und *Sphagnum fuscum* (SCHIMP.) KLINGGR.. Typische Schlenkenbewohner sind *Sphagnum cuspidatum* EHRH. ex HOFFM. und *Sphagnum fallax* (KLINGGR.) KLINGGR. (Zechmeister, 1995). Andere typische Moosarten in Hochmooren sind *Polytrichum strictum* MENZIES ex BRID. und *Aulacomnium palustre* (HEDW.) SCHWÄGR. (Frahm & Frey, 2004). Neben den Moosen gibt es spezielle Gefäßpflanzen, die hauptsächlich in Hochmooren vorkommen, wie das Scheiden-Wollgras (*Eriophorum vaginatum* L.), die Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum* L.), die gewöhnliche Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos* L.), die Rosmarinheide (*Andromeda polifolia* L.) und der rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia* L.) (Steiner, 1985; Krisai, 1980, 1988). Viele dieser Arten haben spezielle Strategien entwickelt, um an diesen recht nährstoffarmen Standorten zu überleben. So leben beispielsweise die Torfmoose in Symbiose mit Cyanobakterien (beispielsweise mit der Gattung *Nostoc*), die in der Lage sind, Luftstickstoff zu fixieren (Granhall & Hofsten, 1976). Eine andere Methode, um an verwertbare Stickstoffverbindungen zu gelangen, ist die Carnivorie, die sich vor allem der Sonnentau zu Nutze macht ([www.spektrum.de](http://www.spektrum.de), 1999; Krisai, 1981). Durch die spezielle Pflanzenwelt hat sich in Regenmooren auch eine beeindruckende Tierwelt entwickelt. Der Lebensraum der Auerhühner (*Tetrao urogallus*, LINNAEUS, 1758) verlagert sich oftmals in die Moorlandschaften, da diese meist forstwirtschaftlich nicht genutzt werden und somit ausreichend Altholzanteil aufweisen (Hintermann, 1995). Bestimmte Reptilien, wie Waldeidechsen (*Zootoca vivipara* LICHTENSTEIN, 1823) oder Kreuzottern (*Vipera berus* LINNAEUS, 1758) nützen diesen

Lebensraum. Vor allem in niederen Lagen sind Kreuzottern stark an Moore gebunden, da sie fast nur in diesen Gebieten die Voraussetzungen zum Leben finden (Dušej et al., 1998). Auch Spinnen wie die gerandete Jagdspinne (*Dolomedes fimbriatus* CLERK, 1757) und die gerandete Wasserspinne (*Dolomedes plantarius* CLERK, 1757) sind häufig in Mooren anzutreffen. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl an Schmetterlingen, die in Hochmooren vorkommen, da sie hier die Futterpflanzen für die Raupen finden, z. B. den Hochmoorgelbling (*Colias palaeno* LINNAEUS, 1761), dessen Raupen sich ausschließlich von den Blättern der Rauschbeere (*V. uliginosum*) ernähren (Rüetschi, 1992, [www.deutschlands-natur.de](http://www.deutschlands-natur.de), 2016). Der Hochmoor-Bläuling (*Plebejus optilete* KNOCH, 1781) benötigt als Futterpflanzen hingegen die Moosbeere (*V. oxycoccus*), die Rauschbeere (*V. uliginosum*), die Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea* L.) und die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus* L.) ([www.naturspektrum.de](http://www.naturspektrum.de), 2003-2016). Appendix 1 zeigt Bilder der Flora und Fauna von Hochmooren aus dem Untersuchungsgebiet.

Auch einige spezielle Libellenarten sind in Mooren vertreten. Die sehr alte Insektengruppe der Libellen (Odonata), die früher erstaunliche Flügelspannweiten erreichte (Askew, 1988; Engel, 1998; Fraser, 1957; Brauckmann et al., 2003), ist eine hemimetabole Insektenordnung mit amphibischer Lebensweise (Wesenberg-Lund, 1943). Sie ernähren sich räuberisch. Während die Larven ihrer Beute auflauern und sie mit ihrer Fangmaske ergreifen (Corbet, 1980; Olesen, 1979; Pritchard, 1965, 1976), jagen die adulten Individuen aktiv im Flug. Die frisch geschlüpften Imagines verlassen während der Reifungszeit das Gewässer und kehren nach gewisser Zeit wieder zurück oder besiedeln andere geeignete Fortpflanzungsgewässer. Bei der Auswahl eines geeigneten Gewässers spielen mehrere Faktoren eine entscheidende Rolle. Wesentlich sind die Strömungsgeschwindigkeit, Gewässergröße und die Zusammensetzung der Vegetation. Hochmoore sind stehende, gelegentlich oberflächlich austrocknende, sauer-oligotrophe Gewässer. Die Schlenken sind entweder durch den Torf braun verfärbte offene Wasserflächen oder mit flutenden *Sphagnen* bedeckt. Einige Libellenarten haben sich an diese spezielle Komposition aus abiotischen und biotischen Faktoren in Hochmooren angepasst. Dabei kommen gewisse Arten ausschließlich in Mooren vor (tyrphobionte Arten) wie *Aeshna subarctica* WALKER, 1908 und *Somatochlora arctica* (ZETTERSTEDT, 1840). Andere bevorzugen Moore, können aber auch auf andere Standorte ausweichen (tyrphophile Arten), wie *Sympetrum danae* (SULZER, 1776) oder *Aeshna juncea* (LINNAEUS, 1758). Eine wesentliche Rolle bei der Auswahl eines Fortpflanzungsgewässers spielt die Eiablage. Die

Weibchen der Zygoptera und der Aeshnidae besitzen einen Legeapparat, mit dem sie ihre Eier in Pflanzen einstecken. Manche Arten haben dabei eine hohe Bindung an gewisse Pflanzenarten oder an das Gewässersubstrat; so legen *A. subarctica*-Weibchen ihre Eier ausschließlich in Torfmoose, und auch *Leucorrhinia dubia* (VANDER LINDEN, 1825) hat eine sehr starke Bindung an flutende Torfmoose (Schmidt, 1975; Müller, 1999; Wildermuth & Martens, 2014). Libellenweibchen, die keinen Legeapparat besitzen, werfen die Eier direkt über dem Wasser ab oder streifen sie durch Antippen ab (Ottolenghi, 1987; Waringer, 2006). Um das Weibchen während der Eiablage gegenüber artgleichen Männchen und/oder gegen Räuber zu schützen gibt es sehr artspezifische Strategien (Schmidt, 1975; Kaiser, 1975, 1985; Corbet, 1999; Utzeri & Raffi, 1983; Rehfeldt, 1991, 1992; Martens, 1989; Macan, 1964).

Die Artenzahl der Libellen in Österreich ist mit 78 Arten im Vergleich zu anderen Insektengruppen gering und die Bestimmung ist bereits im Feld möglich (Chovanec, 1999). Zur Bewertung von Fluss-Au-Systemen mittels Libellen wurde 2006 der Odonata-Habitat-Index (OHI) entwickelt (Chovanec & Waringer, 2006). Um die Hydromorphologie von Bächen und Flüssen in der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer in Österreich zu bewerten, folgte 2014 der Dragonfly Association Index (DAI) (Chovanec et al., 2014, 2015), der hauptsächlich für die Zustandsbewertung von Fließgewässern eingesetzt wird. Die Ausarbeitung einer Bewertungsmethode für Moore war naheliegend, da dezidierte Moorassoziationen beschrieben wurden. So ist die *Coenagrion hastulatum* (CARPENTIER, 1825) – *A. juncea* – *L. dubia* – Zönose mit den Leitarten *C. hastulatum*, *Aeshna caerulea* (STRÖM, 1783), *A. juncea*, *A. subarctica*, *Somatochlora alpestris* (SÉLYS, 1840), *S. arctica* und *L. dubia* eine Gesellschaft, die in alpinen Mooren vorkommt (Jacob, 1969). Dabei ist zu beachten, dass es auch Moore in der montanen Stufe gibt, wie etwa im Mühl- und Waldviertel, und diese eine etwas andere Zusammensetzung der Libellenarten aufweisen. So kommen beispielsweise in dieser Region Arten wie *A. subarctica* und *A. caerulea* nicht vor (Raab, 2006). Dafür ist *A. juncea* in tieferen Lagen vorwiegend auf Moore und saure Heideseen beschränkt und löst die Bindung in höheren Lagen oftmals auf (Dijkstra, 2014). Obwohl gewisse typische Moorlibellenarten im Wald- und Mühlviertel fehlen, können dafür andere Arten auftreten, die in höheren Lagen nicht anzutreffen sind.

Ziel dieser Arbeit war es daher, eine Bewertungsmethode für Moore des österreichischen Granit- und Gneishochlandes zu entwickeln und an ausgewählten Standorten den Zustand der Moore zu bewerten.

## **2 Untersuchungsgebiet**

Die Untersuchungen fanden im Granit- und Gneishochland in der Bioregion Freiwald und Weinsberger Wald in den Bezirken Freistadt und Gmünd in sieben verschiedenen Mooren (Sepplau, Tannermoor, Lange Au, Donnerau, Daunerau, Rote Auen, Lambartsau) statt. Insgesamt wurden an 21 Hochmoor-Standorten in unterschiedlichen ökologischen Zustandsklassen die Artenzusammensetzungen von Libellen (Odonata) untersucht. Zusätzlich zu diesen kategorisch definierten Standorten wurden noch sechs weitere Sonderstandorte untersucht. Dabei handelt es sich um ein Übergangsmoor, ein Quellmoor, ein Niedermoor, einen Moorweiher, eine Grabensperre und einen zugewachsenen Moorgraben.

### **2.1 Das Granit- und Gneishochland**

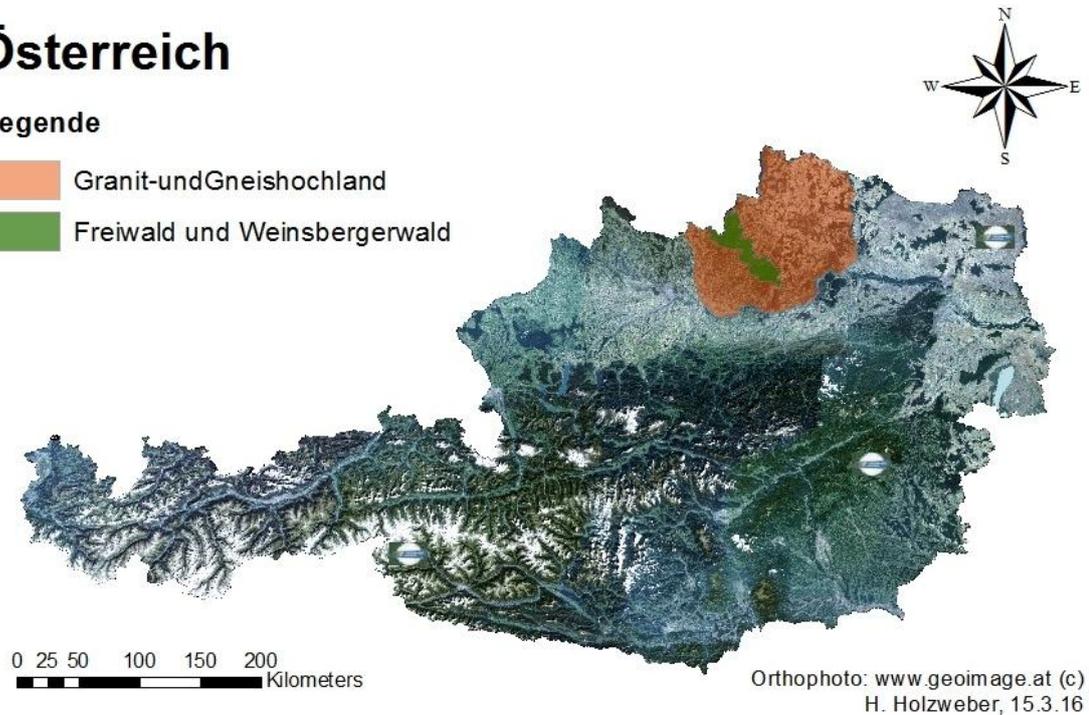
Das Granit- und Gneishochland ist eine Mittelgebirgslandschaft im Norden von Österreich (Abbildung 1). Es erstreckt sich vom Mühlviertel in Oberösterreich bis ins Waldviertel in Niederösterreich. Es umfasst etwa 9000 km<sup>2</sup> und gehört geologisch gesehen zur Böhmisches Masse. Der Großteil liegt nördlich der Donau und nur kleinere Gebiete wie der Sauwald und Dunkelsteiner Wald liegen südlich davon. Kalkgestein ist in diesem Gebiet sehr selten und tritt nur im östlichen Waldviertel als schmale Marmorzüge auf. Die Geomorphologie weist weite Hochflächen auf, die sich mit sanften Mulden abwechseln. Erwähnenswert sind die riesigen Granit-Restlinge, die durch die Wollsackverwitterung sehr eigenwillige Formen angenommen haben. Mit einer Höhe von 1379 m ist der Plöckenstein die höchste Erhebung, auf der Hochfläche des Waldviertels werden aber selten Höhen über 1000 m erreicht. Zwischen Ost und West verläuft ein deutlicher Temperatur- und Niederschlagsgradient. Während im östlichen Waldviertel selten über 600 mm erreicht werden, können im westlichen Mühlviertel bis zu 1100 mm erreicht werden. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 6 bis 7 ° C, und Früh- und Spätfröste sind keine Seltenheit. Die natürliche Waldvegetation wären Rotbuchen- und Tannen-Wälder, diese wurden jedoch großflächig von Fichtenforsten ersetzt. Entlang der größeren Flüsse wie Donau, Thaya, Kamp und Ranna, welche sich tief ins Gestein eingeschnitten haben, wachsen bodensaure Eichen- und Föhrenwälder und Ahorn-Lindenwälder. Landwirtschaftlich werden etwa 50 % für Wiesen, Äcker und Feldfutterbau genutzt, über 46 % sind Waldflächen und ein geringer Prozentsatz der Fläche (1,2 %) ist versiegelt. Besonders das nordwestliche Waldviertel ist bekannt für die zahlreichen Fischteiche, die bereits

im Mittelalter angelegt wurden. Außerdem haben sich nach der Würm-Eiszeit in den höheren Lagen des Mühlviertels, wie im Böhmerwald, Freiwald und Weinsbergerwald und im Waldviertel im Gebiet beim Litschauer Hochland zahlreiche Hochmoore gebildet (Sauberer et al., 2008; Krisai, 2005, 1988; Steiner 1985, 2005d).

## Österreich

### Legende

- Granit- und Gneishochland
- Freiwald und Weinsbergerwald

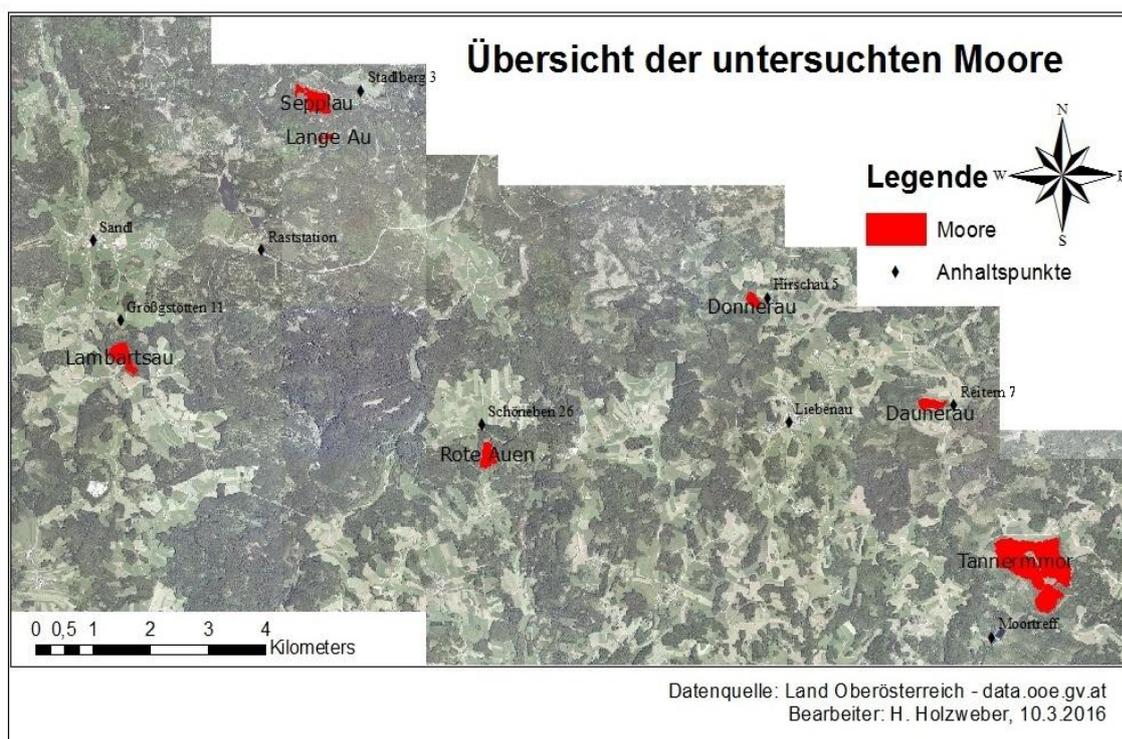


**Abbildung 1: Lage des Granit- und Gneishochlandes und des Freiwaldes und Weinberger Waldes in Österreich.**

## 2.2 Das Gebiet des Freiwaldes und Weinsberger Waldes

Der Freiwald und Weinsberger Wald befindet sich in Oberösterreich nördlich und östlich des Unteren Mühlviertels. Der Freiwald verläuft im Norden in die Tschechische Republik und der Weinsbergerwald nach Osten ins Waldviertel (Niederösterreich). Das Gebiet in Oberösterreich hat eine Gesamtfläche von ungefähr 250 km<sup>2</sup>. Diese Raumeinheit lässt sich von den angrenzenden Bioregionen nicht eindeutig abtrennen, da die Grenzen fließend verlaufen. Dabei kann auch keine klare Grenze zwischen Freiwald und Weinsbergerwald definiert werden, wodurch die zwei Waldgebiete eine Raumeinheit bilden. Mit einem Waldanteil von fast 60 % ist dieses Gebiet in Oberösterreich eines der größten geschlossenen Waldgebiete, und Forstwirtschaft ist in dieser Region ein wichtiger Wirtschaftszweig. Die größten Orte in diesem Gebiet sind Sandl und Liebenau, ansonsten gibt es kleinere Dörfer oder einzeln verstreute Höfe. Generell liegen die Seehöhen in diesen Gebieten zwischen 800 und 1000 m. Beim geologischen Untergrund

handelt es sich hauptsächlich um Weinsberger Granit, der eine auffällige Grobkörnigkeit besitzt, und um Feinkorngranit. Die Böden sind hier eher nährstoffarm und sauer, trotzdem haben die Böden eine gute Qualität durch die Tiefgründigkeit und die damit einhergehende Wasserversorgung. Durch den Weinsberger Granit entstehen sehr leichte sandige Böden mit guten Nährstoffverhältnissen, die gute Waldböden bilden. Jedoch neigt der Feinkorngranit dazu, beim Verwittern eine sandig-lehmige Konsistenz zu bekommen. Dies führt dann oftmals zur Vernässung, Vergleyung und Vermoorung, es entstehen Gleye und Moorböden (Abbildung 2). Das Klima in dieser Region wird als rau und kühl bezeichnet, mit jährlichen Niederschlagssummen von ca. 800 bis 900 mm. Die niederschlagsreicheren Monate sind vor allem April bis August. Die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt 5 bis 7 ° C, dabei schwanken die mittleren Monatswerte zwischen -5° C im Jänner und +16° C im Juli (Fuchs et al., 2007).



**Abbildung 2: Übersichtskarte der beprobten Moore.**

## 2.3 Standortskategorien

### 2.3.1 Standorte der Kategorie 1

Hierzu zählen Hochmoorbereiche mit losem Latschenbestand (*Pinus mugo* subsp. *mugo* TURRA) und mit gut ausgebildeter Moosschicht (überwiegend *Sphagnum* sp.). Es gibt Bulten mit *S. magellanicum* oder *S. capillifolium*, mit eingestreuten Beständen von *P. strictum*. Auf den Bulten wachsen auch verschiedene krautige Pflanzen wie *E. vaginatum*, *V. uliginosum*, *A. polifolia* und *V. oxycoccus*. Die Schlenken sind wassergefüllt, enthalten blanken Torf oder flutende Torfmoose wie *S. fallax*, die in Trockenzeiten kurzfristig austrocknen können. Dazwischen wächst auf kleinen blanken Torfflächen immer wieder auch *D. rotundifolia* (Tabelle 1). Beispiel für Kategorie 1 siehe Abbildung 3.



Abbildung 3: Beispiel für Kategorie 1 anhand von Probenpunkt Nr. 1 in der Sepplau (Foto: H. Holzweber).

**Tabelle 1: Standorte der Kategorie 1 (Probenpunkte 1 bis 4).**

Probenpunkt	Moorkomplex	Bewuchs, Chemismus				
	Geographische Koordinaten					
<b>1</b>	Sepplau	Lichter Latschenbestand, wassergefüllte Schlenken, die im Juli ausgetrocknet sind,				
	48°34'53"N 14°41'42"E	Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. flächendeckend,				
	982 m	Krautschicht knöchelhoch, mit <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>A. polifolia</i> , <i>V. oxycoccos</i> und <i>D. rotundifolia</i>				
	pH	Na <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	K <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Ca <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Mg <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Cl <sup>-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]
	3,9	2,623	0,389	0,656	0,058	0,935
	Leitfähigkeit [µScm <sup>-1</sup> ]	NO <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NO <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]
	42,3	0,008	0,076	0,024	0,548	0,030
<b>2</b>	Sepplau	Lichter Latschenbestand, wassergefüllte Schlenken, die im Juli ausgetrocknet sind,				
	48°34'52"N 14°41'48"E	Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. flächendeckend,				
	983 m	Krautschicht knöchelhoch, mit <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>A. polifolia</i> , <i>V. oxycoccos</i> und <i>D. rotundifolia</i>				
	pH	Na <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	K <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Ca <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Mg <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Cl <sup>-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]
	3,9	3,703	0,403	1,035	0,293	1,409
	Leitfähigkeit [µScm <sup>-1</sup> ]	NO <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NO <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]
	41,5	0,000	0,060	0,039	0,573	0,031
<b>3</b>	Tannermoor	Lichter Latschenbestand, Bulten-und Schlenkenkomplex schwach ausgebildet,				
	48°30'47"N 14°51'33"E	Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. flächendeckend mit <i>P. strictum</i>				
	935 m	Krautschicht knöchelhoch, mit <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>A. polifolia</i> , <i>V. myrtillus</i> , <i>V. vitis-idaea</i> und <i>V. oxycoccos</i>				
<b>4</b>	Tannermoor	Lichter Latschenbestand, Bulten-und Schlenkenkomplex schwach ausgebildet,				
	48°30'22"N 14°52'00"E	Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. flächendeckend mit <i>P. strictum</i>				
	927 m	Krautschicht knöchelhoch, mit <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>A. polifolia</i> , <i>V. myrtillus</i> , <i>V. vitis-idaea</i> und <i>V. oxycoccos</i>				

### 2.3.2 Standorte der Kategorie 2

Solche Standorte umfassen ebenfalls Latschenhochmoorbereiche, jedoch mit dichterem Bestand und einzelnen eingestreuten Baumarten wie Fichte (*Picea abies* (L.) KARSTEN) oder Rot-Kiefer (*Pinus sylvestris* L.); die Moosschicht ist z. T. lückiger und neben Torfmoosen und typischen Moor-Moosen, wie *S. magellanicum* und *P. strictum*, existieren auch schon Wald-Moosarten wie *Pleurozium schreberi* (BRID.) MITT. und *Hylocomium splendens* (HEDW.) SCHIMP.. In der Krautschicht wachsen zusätzlich zu den Arten, die auch in Kategorie 1 vorkommen, auch noch *V. vitis-idaea*. Die Mikroformen (Bulten und Schlenken) sind schwach abgrenzbar (Tabelle 2). Beispiel für Kategorie 2 siehe Abbildung 4.



Abbildung 4: Beispiel für Kategorie 2 anhand von Probenpunkt Nr. 5 in der Sepplau (Foto: H. Holzweber).

Tabelle 2: Standorte der Kategorie 2 (Probenpunkte 5 bis 9).

Probenpunkt	Moorkomplex Geographische Koordinaten	Bewuchs
5	Sepplau 48°34'48"N 14°41'38"E 982 m	Dichter Latschenbestand mit vereinzelt Fichten, wassergefüllte Schlenken Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. beinahe flächendeckend Krautschicht: knöchelhoch, mit <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>A. polifolia</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. vitis-idaea</i>
6	Lange Au 48°34'30"N 14°41'52"E 989 m	Dichter Latschenbestand, keine ausgeprägten Schlenken Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. beinahe flächendeckend, jedoch bereits <i>P. schreberi</i> vorhanden Krautschicht: kniehoch, mit <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>A. polifolia</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. vitis-idaea</i>

<b>7</b>	Tannermoor 48°30'26"N 14°51'50"E 931 m	Dichter Latschenbestand, keine ausgeprägten Schlenken Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. beinahe flächendeckend, jedoch bereits <i>P. schreberi</i> vorhanden Krautschicht: kniehoch, mit <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. vitis-idaea</i>
<b>8</b>	Daunerau 48°32'02"N 14°50'15"E 876 m	Dichter Latschenbestand mit Fichten und Totholz Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. in kompakten Polstern mit <i>P. strictum</i> , bereits erhöhter Anteil an <i>P. schreberi</i> und <i>H. splendens</i> Krautschicht: kniehoch, mit <i>V. uliginosum</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. vitis-idaea</i>
<b>9</b>	Donnerau 48°33'00"N 14°47'53"E 920 m	Dichter Latschenbestand (z.T. aufrecht und nicht verkümmert), mit einzelnen Fichten, keine ausgeprägten Schlenken Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. mit <i>P. strictum</i> und bereits erhöhter Anteil an <i>P. schreberi</i> . Krautschicht: kniehoch, mit <i>V. uliginosum</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. vitis-idaea</i>

### 2.3.3 Standorte der Kategorie 3

Diese Kategorie besteht aus Fichten- bzw. Rotkiefern-Moorwaldgebieten, mit Fichten (*P. abies*), Rotföhren (*P. sylvestris*) und Moorbirken (*Betula pubescens* EHRH.) in der Baumschicht. Latschen wachsen, wenn überhaupt, im Unterwuchs. Die Moosschicht ist gut ausgebildet (Torfmoose), in der Krautschicht dominieren noch die typischen Moorarten wie *E. vaginatum* und *V. uliginosum*, jedoch wachsen auch schon Waldbodenarten wie *V. myrtillus*. Mikroformen fehlen bereits oder sind sekundär entstanden, z.B. durch Holzbringung (Tabelle 3). Beispiel für Kategorie 3 siehe Abbildung 5.



**Abbildung 5: Beispiel für Kategorie 3 anhand von Probenpunkt Nr. 11 in der Lambartsau (Foto: H. Holzweber).**

**Tabelle 3: Standorte der Kategorie 3 (Probenpunkte 10 bis 13).**

Probenpunkt	Moorkomplex Geographische Koordinaten	Bewuchs
10	Lange Au 48°34'30"N 14°41'50"E 988 m	Karger Fichtenbestand mit einzelnen Latschen und Birken Moosschicht: viel <i>Sphagnum</i> sp. und etwas <i>P. schreberi</i> Krautschicht: <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>A. polifolia</i> , <i>V. oxycoccus</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. vitis-idaea</i>
11	Lambartsau 48°32'34"N 14°39'00"E 892 m	Lichter Fichtenwald mit viel stehendem Totholz, vereinzelt Birken und Rot-Föhren Moosschicht: viel <i>Sphagnum</i> sp. Krautschicht: viel <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>A. polifolia</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. oxycoccus</i>
12	Lambartsau 48°32'37"N 14°38'00"E 894 m	Fichtenwald mit wenig stehendem Totholz, Rotföhren, Latschen und Birken Moosschicht: viel <i>Sphagnum</i> sp., <i>P. schreberi</i> und <i>P. strictum</i> Krautschicht: viel <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>A. polifolia</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. oxycoccus</i>
13	Rote Auen 48°31'36"N 14°44'08"E 904 m	Rotföhrenwald mit Fichten im Unterwuchs Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. flächendeckend und <i>P. strictum</i> Krautschicht: <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>A. polifolia</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. vitis-idaea</i>

### 2.3.4 Standorte der Kategorie 4

Die Moos- und Krautschicht in diesem Fichten- bzw. Rotföhren-Moorwaldgebiet ist gut ausgebildet und besteht aus Moor- und Waldbodenarten. Hier wächst bereits *Sphagnum girgensohnii* RUSSOW, eine Torfmoosart, die gut an trockene-



**Abbildung 6: Beispiel der Kategorie 4 anhand von Probenpunkt Nr. 17 in der Donnerau (Foto: H. Holzweber).**

re Standorte angepasst ist. Weiters dominieren hier bereits die Waldbodenarten, wie z.B. *Dicranum scoparium* HEDW., *Dicranodontium denudatum* (BRID.) E. BRITTON, *Bazzania trilobata* (L.) GRAY, *H. splendens* und *V. myrtillus*. Auch hier fehlen die Mikroformen bzw. sind sie sekundär entstanden (Tabelle 4). Beispiel für Kategorie 4 siehe Abbildung 6.

**Tabelle 4: Standorte der Kategorie 4 (Probenpunkte 14 bis 17).**

Probenpunkt	Moorkomplex Geographische Koordinaten	Bewuchs
14	Sepplau 48°34'50"N 14°41'35"E 981 m	Alter Fichtenwald Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. bereits etwas lückig, <i>D. scoparium</i> . und <i>B. trilobata</i> Krautschicht: dichter kniehocher Bestand von <i>V. myrtillus</i> mit <i>V. uliginosum</i>
15	Rote Auen 48°31'42"N 14°44'05"E 905 m	Relativ dichter Fichten- und Rot-Föhrenwald Moosschicht: lückiger <i>Sphagnum</i> -Bestand, <i>P. schreberi</i> und <i>D. scoparium</i> Krautschicht: <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. vitis-idaea</i>
16	Daunerau 48°32'01"N 14°50'22"E 875 m	Hauptsächlich Fichtenbestand mit einigen Rot-Föhren und Latschen Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. in kompakten Polstern, jedoch sehr lückig, <i>P. strictum</i> , <i>P. schreberi</i> , <i>H. splendens</i> . Krautschicht: <i>V. uliginosum</i> , <i>V. myrtillus</i> und <i>V. vitis-idaea</i>
17	Donnerau 48°32'59"N 14°47'57"E 919 m	Hoher Fichtenbestand mit einigen Latschen (bzw. Spirken <i>P. mugo</i> subsp. <i>rotundata</i> ) und gelegentlich Birken. Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. <i>P. schreberi</i> und <i>H. splendens</i> Krautschicht: vereinzelt <i>V. uliginosum</i> , <i>V. myrtillus</i> , und <i>V. vitis-idaea</i>

### 2.3.5 Standorte der Kategorie 5

Diese Kategorie umfasst Nadelholzwaldbereiche über Torf(resten), dabei dominieren im Wald die Fichten (*P. abies*), in der Moos- und Krautschicht sind überwiegend Waldarten vorzufinden Moorarten befinden sich nur noch auf Restflächen. Die forstwirtschaftliche Nutzung ist hoch (Tabelle 5). Beispiel für Kategorie 5 siehe Abbildung 7.



Abbildung 7: Beispiel der Kategorie 5 anhand von Probenpunkt Nr. 21 im Tannermoor (Foto: H. Holzweber).

Tabelle 5: Standorte der Kategorie 5 (Probenpunkte 18 bis 21).

Probenpunkt	Moorkomplex Geographische Koordinaten	Bewuchs
18	Rote Auen 48°31'43"N 14°44'04"E 908 m	Fichten- und Rotföhrenwald auf gepflügtem Torfboden. Die Bodenvegetation ist nicht flächendeckend. Moosschicht: <i>Sphagnum</i> sp. nur mehr sehr sporadisch, <i>D. scoparium</i> Krautschicht: <i>V. myrtillus</i>
19	Tannermoor 48°30'26"N 14°51'44"E 933 m	Dichter Fichtenbestand Moosschicht: wenig <i>Sphagnum</i> sp., dafür viel <i>D. scoparium</i> Krautschicht: viel <i>V. myrtillus</i> , wenig <i>V. vitis-idaea</i>
20	Tannermoor 48°30'24"N 14°52'06"E 931 m	Reiner Fichtenforst auf gepflügtem Torfboden, zusätzlich befindet sich im Gebiet ein alter Forstweg mit abgelagerten Steinen Moosschicht: sehr lückige Bedeckung mit <i>Sphagnum</i> sp. Krautschicht: <i>Oxalis acetosella</i> L., <i>Potentilla erecta</i> (L.) RAEUSCH., <i>Veronica chamaedrys</i> L.

<b>21</b>	Daunerau	Großer Rotföhrenbestand mit Fichten
	48°32'01"N 14°50'30"E	Mooschicht: <i>Sphagnum</i> sp. bereits sehr verdrängt, <i>P. schreberi</i> , <i>D. denotatum</i> , <i>H. splendens</i>
	871 m	Krautschicht: <i>E. vaginatum</i> (vereinzelt), <i>V. uliginosum</i> , <i>V. myrtillos</i> und <i>V. vitis-idaea</i>

### 2.3.6 Sonderstandorte

Zusätzlich wurden noch sechs weitere Standorte beprobt (Tabelle 6 und 7), die jedoch aus diesen Kategorien herausfallen, da sie keine typischen Hochmoorgebiete sind. Dazu gehören sekundär entstandene Gebiete, wie ein bereits verwachsener Graben (Abbildung 8), eine mit Wasser gefüllte Grabensperre (Abbildung 9) und ein Moorweiher, der am Ufer mit *Sphagnum riparium* ANGSTR. bewachsen ist (Abbildung 11). Des Weiteren wurden ein Übergangsmoor mit typischer Hochmoor- und Niedermoorvegetation (Abbildung 12), ein Niedermoor mit einem hohen Anteil von *Carex rostrata* STOKES (Abbildung 10) und ein Quellmoor im Hochmoorbereich mit Beständen von *Carex limosa* L., *Scheuchzeria palustris* L. und *Menyanthes trifoliata* L. (Abbildung 13) beprobt.



Abbildung 8: Probenpunkt Nr. 22, verwachsener Graben in der Donnerau (Foto: H. Holzweber).



Abbildung 9: Probenpunkt Nr. 23, Grabensperre in den Roten Auen (Foto: H. Holzweber).



**Abbildung 10: Probenpunkt Nr. 25, Niedermoor bei der Sepplau (Foto: H. Holzweber).**



**Abbildung 11: Probenpunkt Nr. 24, Moorweiher bei der Sepplau (Foto: H. Holzweber).**



**Abbildung 12: Probenpunkt Nr. 26, Übergangsmoor bei der Sepplau (Foto: H. Holzweber).**



**Abbildung 13: Probenpunkt Nr. 27, Quellmoor in der Sepplau (Foto: H. Holzweber).**

Tabelle 6: Sonderstandorte (Probenpunkte 22 bis 24).

Probenpunkt	Moorkomplex		Bewuchs, Chemismus			
	Geographische Koordinaten					
22	Donnerau		Zugewachsener Graben mit flutenden Torfmoosen wie <i>S. fallax</i> , am Rand wächst typische Hochmoorvegetation, z.B. <i>S. magellanicum</i> , <i>E. vaginatum</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>V. vitis-idaea</i>			
	48°32'59"N 14°47'56"E					
	919 m					
	pH	Na <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	K <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Ca <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Mg <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Cl <sup>-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]
	3,8	5,685	1,969	3,443	0,876	6,176
23	Rote Auen		Grabensperre aus Lärchenholz, die fortschreitende Entwässerung verhindert. Mit größerer offener Wasserfläche, am Randbereich viel <i>S. fallax</i> , <i>S. magellanicum</i> , <i>E. vaginatum</i> und <i>Juncus</i> sp.			
	48°31'43"N 14°44'06"E					
	907 m					
	pH	Na <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	K <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Ca <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Mg <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Cl <sup>-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]
	4,1	4,928	0,407	1,332	0,299	2,575
24	Sepplau		Moorweiher im Wald, in der Mitte etwas größere offene Wasserfläche. Uferbereiche stark mit <i>S. riparium</i> und <i>E. vaginatum</i> bewachsen. In den Weiher ragen zwei große tote Fichten.			
	48°34'49"N 14°41'36"E					
	980 m					
	pH	Na <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	K <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Ca <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Mg <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Cl <sup>-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]
	3,7	5,130	0,902	0,743	0,240	1,727
Leitfähigkeit [µScm <sup>-1</sup> ]	NO <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NO <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	
102,8	0,000	0,148	0,000	7,906	0,062	
54,1	0,000	0,113	0,000	0,738	0,065	
42,8	0,008	0,073	0,032	1,323	0,038	

Tabelle 7: Sonderstandorte (Probenpunkte 25 bis 27).

Probenpunkt	Moorkomplex		Bewuchs, Chemismus			
	Geographische Koordinaten					
25	Sepplau		Niedermoor mit <i>Sphagnum</i> sp. im Untergrund und dichtem <i>C. rostrata</i> -Bestand			
	48°34'55"N	14°41'34"E				
	976 m					
	pH	Na <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	K <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Ca <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Mg <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Cl <sup>-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]
6,3	6,464	1,563	1,989	0,382	2,218	
Leitfähigkeit [µScm <sup>-1</sup> ]	NO <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NO <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	
38,6	0,009	0,041	0,039	10,992	0,013	
26	Sepplau		Übergangsmoor mit typischen Hochmoorarten wie <i>S. magellanicum</i> , <i>D. rotundifolia</i> und Niedermoorarten wie <i>C. rostrata</i>			
	48°34'56"N	14°41'36"E				
	979 m					
	pH	Na <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	K <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Ca <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Mg <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Cl <sup>-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]
5,2	4,662	0,667	3,656	0,889	1,195	
Leitfähigkeit [µScm <sup>-1</sup> ]	NO <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NO <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	
77,5	0,010	0,045	0,000	19,069	0,007	
27	Sepplau		Quellmoor im Latschenhochmoor mit typischen Arten wie <i>S. magellanicum</i> und <i>E. vaginatum</i> und typischen Moorarten, die von austretendem Quellwasser gespeist werden, wie <i>C. limosa</i> , <i>S. palustris</i> und <i>M. trifoliata</i> Zusätzlich gibt es vegetationslose Torfschlenken, die durch das Suhlen der Hirsche entstanden sind.			
	48°34'45"N	14°41'47"E				
	983 m					
	pH	Na <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	K <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Ca <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Mg <sup>2+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	Cl <sup>-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]
5,1	4,558	0,446	2,545	0,556	1,699	
Leitfähigkeit [µScm <sup>-1</sup> ]	NO <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NO <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mgL <sup>-1</sup> ]	
31,3	0,000	0,081	0,025	5,060	0,069	

## 2.4 Probenpunkte

### 2.4.1 Lambartsau

Dieses Moor ist ein sauer-oligotrophes Regenmoor in der Gemeinde Sandl (Bezirk Freistadt), mit einer Fläche von ca. 12 Hektar. Der Großteil des Gebietes wird von einer *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris*-Gesellschaft (KLEIST, 1929 em. MATUSKIEVICZ, 1962) eingenommen, es befinden sich auch *Sphagnetum magellanicum* (nom. mut. propos. (*Sphagnetum medii* KÄSTNER et FLÖSSNER, 1933)), *Eriophorum vaginatum*-*Sphagnum fallax*- (HUECK, 1928) Gesellschaften und kleinere Bestände von *Pino rotundatae*-*Sphagnetum* (KÄSTNER et FLÖSSNER, 1933) und *Caricetum rostratae*-Gesellschaften (OSVALD, 1923 em. DIERSSEN, 1982) in diesem Gebiet (Haubner, 2007; Steiner, 1992). In diesem Moor wurden zwei Beprobungsflächen ausgewählt (11, 12; Kategorie 3) (Abbildung 14).

### 2.4.2 Sepplau

Die Sepplau ist ein sauer-oligotrophes Regenmoor in den Gemeinden Sandl (Bezirk Freistadt) und Bad Großpertholz (Bezirk Gmünd) und erstreckt sich über zwei Bundesländer (NÖ und OÖ) nahe der Grenze zur Tschechischen Republik. Da die Ausweisung von Naturschutzgebieten in Hand der Länder liegt, ist es auf der niederösterreichischen Seite ein Naturschutzgebiet und auf der oberösterreichischen Seite nicht. Dies ist nur eine von vielen Besonderheiten: das Moor liegt genau an der europäischen Hauptwasserscheide und weist die geringste anthropogene Beeinträchtigung im Granit- und Gneishochland auf. Das Moorgebiet umfasst in etwa 16 Hektar und besteht zentral aus einer großen *Pino rotundatae*-*Sphagnetum*-Gesellschaft, flankiert von einer *Sphagno girgensohnii-Piceetum*-Gesellschaft (KUOCH, 1954). Das Gebiet besitzt auf der oberösterreichischen Seite einen sauer-oligotrophen Quellmoor-Anteil mit *Caricetum limosae*- (OSVALD, 1923 em. DIERSSEN, 1982) und *Caricetum rostratae*-Gesellschaften (Haubner, 2007; Steiner, 1992, 1985; Krisai, 1988). Nordwestlich liegt ein Niedermoor, östlich davon grenzt ein kleines Übergangsmoor an. Westlich vom Latschenhochmoor an der Bundesländergrenze befindet sich des weiterem ein kleiner Moorweiher (<500 m<sup>2</sup>). In diesem Moorkomplex wurden 8 Beprobungsflächen ausgewählt: zwei in der Kategorie 1 (1 und 2), eine in der Kategorie 2 (5), eine in der Kategorie 4 (14) und vier Flächen, die als Sonderstandorte

ausgewiesen wurden. Dabei handelt es sich um den kleinen Moorweiher (24), um ein Niedermoor (25), ein Übergangsmoor (26) und ein Quellmoor (27) (Abbildung 15).

### **2.4.3 Lange Au**

Bei der Langen Au handelt es sich ebenfalls um ein sauer-oligotrophes Regenmoor, welches nicht weit entfernt von der Sepplau in der Gemeinde Sandl (Bezirk Freistadt) liegt. Die wichtigsten Pflanzengesellschaften, umfassen *Pino rotundatae*-Sphagnetum sowie *Vaccinio uliginosi*-*Pinetum sylvestris*-, *Sphagnetum magellanicum*- und *Caricetum rostratae*-Gesellschaften (Haubner, 2007; Steiner 1992). In diesem Gebiet wurden zwei Flächen untersucht, eine in der Kategorie 2 (6) und eine in der Kategorie 3 (10) (Abbildung 16).

### **2.4.4 Rote Auen**

Die Roten Auen umfasst einen im Jahr 2002 renaturierten, sauren, oligotrophen Regenmoorkomplex in der Gemeinde Weitersfelden (Bezirk Freistadt), das als Naturschutzgebiet ausgewiesen ist. Der größte Teil des Gebietes wird von einer *Vaccinio uliginosi*-*Pinetum sylvestris*-Gesellschaft bedeckt. Andere Vegetationseinheiten umfassen *Sphagno girgensohnii*-*Piceetum*-, *Carex rostratae*-, und *Eriophorum vaginatum*-*Sphagnum fallax*-Gesellschaften (Haubner, 2007; Pöstinger, 2005). In diesem Gebiet wurden insgesamt vier Flächen beprobt, jeweils ein Standort der Kategorie 3 (13), der Kategorie 4 (15) und der Kategorie 5 (18) sowie eine mit Wasser gefüllte Grabensperre, die als Sonderstandort definiert wurde (23) (Abbildung 17).

### **2.4.5 Donnerau**

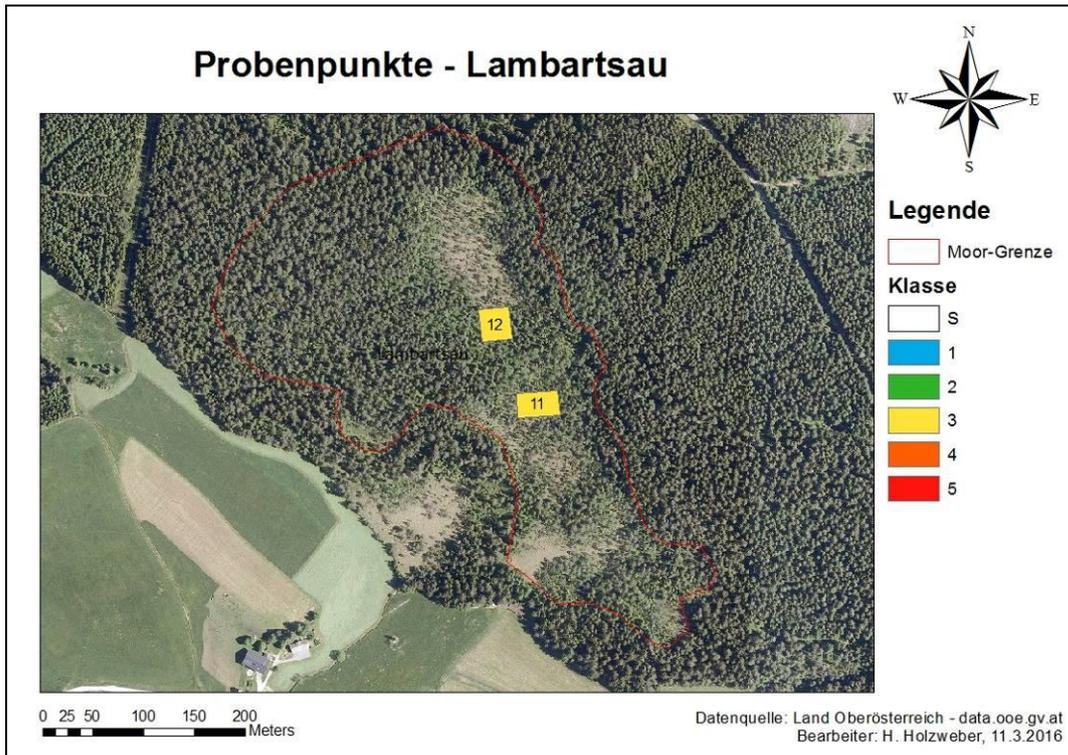
Die Donnerau (im österreichischen Moorschutzkatalog Hirschau genannt) liegt in der Gemeinde Liebenau (Bezirk Freistadt) und ist ein sauer-oligotrophes Regenmoor. Das Zentrum des Moores besteht aus einer *Pino rotundatae*-Sphagnetum-Gesellschaft, der Randbereich aus einer *Vaccinio uliginosi*-*Pinetum sylvestris*-Gesellschaft. Durch das Moor zieht sich ein verwachsener Graben, der von einem Wildzaun begleitet wird (Haubner, 2007; Steiner, 1992; Krisai, 1988). In diesem Moor wurden drei Standorte beprobt: einer in Kategorie 2 (9), einer in Kategorie 4 (17) und der verwachsene Graben als Sonderstandort (22) (Abbildung 18).

#### **2.4.6 Daunerau**

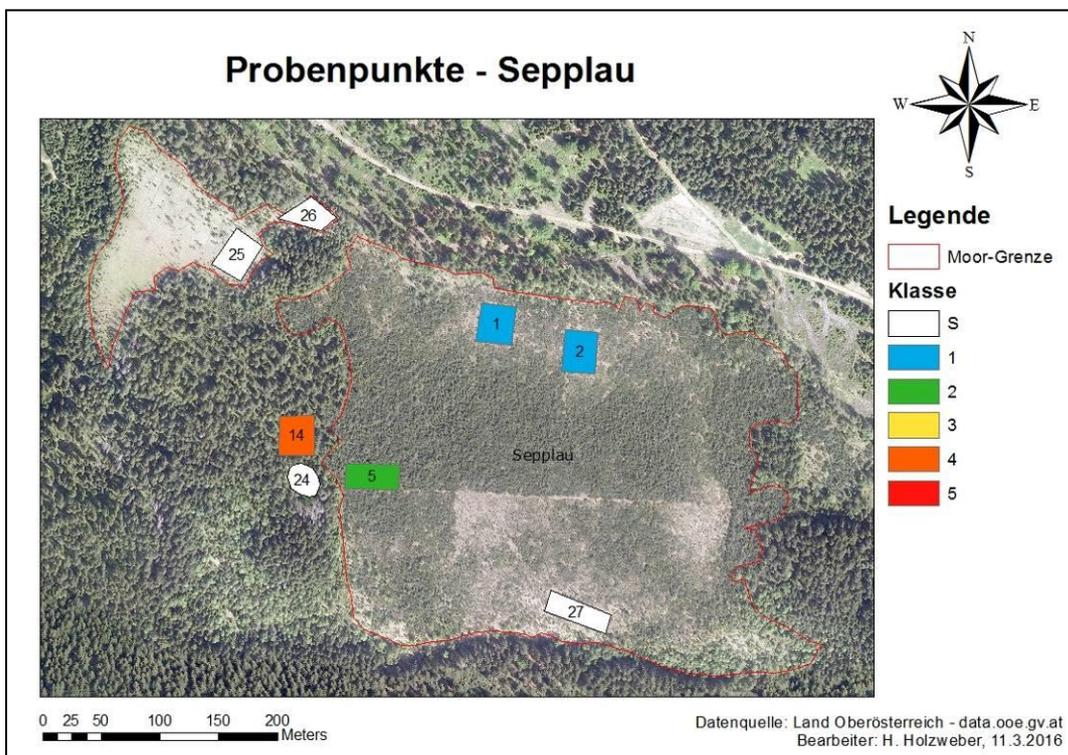
Die Daunerau ist ein sauer-oligotrophes Regenmoor in der Gemeinde Liebenau (Bezirk Freistadt). Dieses Moor besteht aus zwei Teilen, einem westlich liegenden, einigermaßen intakten Kern mit einer *Pino rotundatae-Sphagnetum*-Gesellschaft, die von einer *Sphagno girgensohnii-Piceetum*-Gesellschaft umschlossen wird. Der östliche Teil des Moores wird von einem fischgrätenartigen Grabensystem entwässert (Haubner, 2007). Hier wurden drei Standorte untersucht: ein Standort der Kategorie 5 (21), einer der Kategorie 4 (16) und einer der Kategorie 2 (8) (Abbildung 19).

#### **2.4.7 Tannermoor**

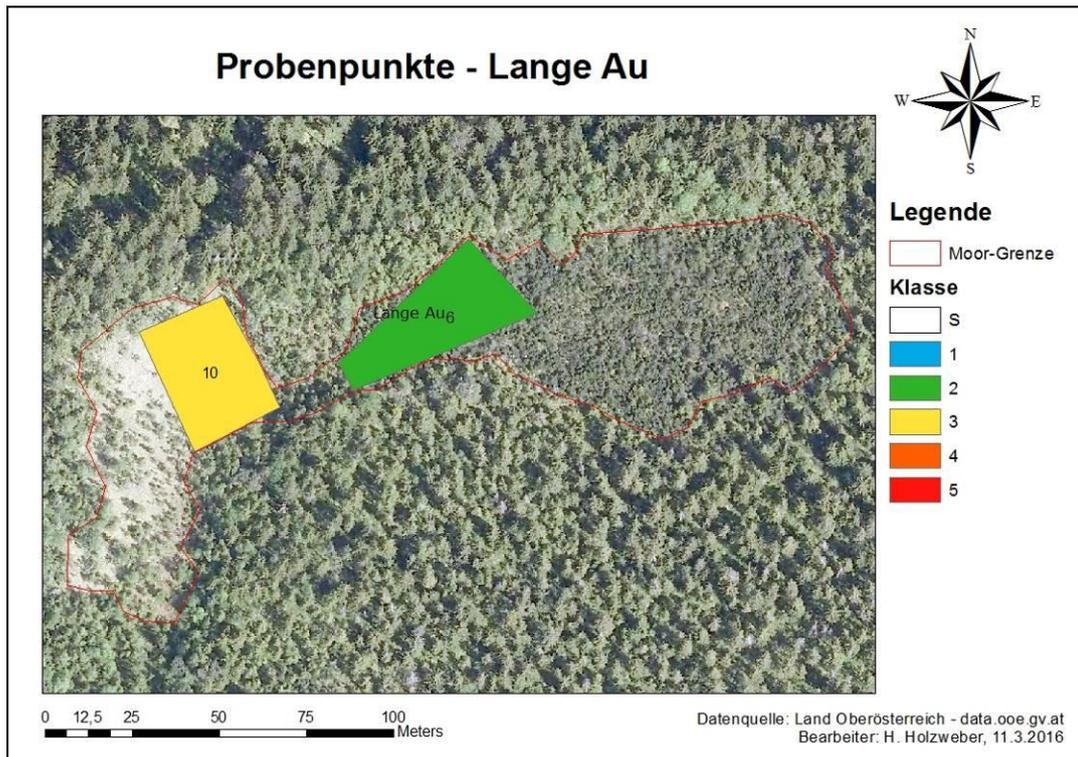
Das Tannermoor ist mit etwas über 100 Hektar das größte sauer-oligotrophe Regenmoor in ganz Österreich. Es liegt ebenfalls in der Gemeinde Liebenau (Bezirk Freistadt) und ist als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Der Großteil des Moores wird von einer *Pino rotundatae-Sphagnetum*-Gesellschaft eingenommen, die am Rande von *Sphagno girgensohnii-Piceetum*-Gesellschaften umschlossen wird. Durch das Moor selbst verlaufen kaum Gräben, jedoch wurde der Randbereich des Gebietes stark drainagiert (Haubner, 2007; Steiner, 1992; Krisai, 1988). Hier wurden fünf Standorte beprobt. Davon gehören zwei zur Kategorie 1 (3, 4), einer zur Kategorie 2 (7) und zwei zur Kategorie 5 (19, 20) (Abbildung 20).



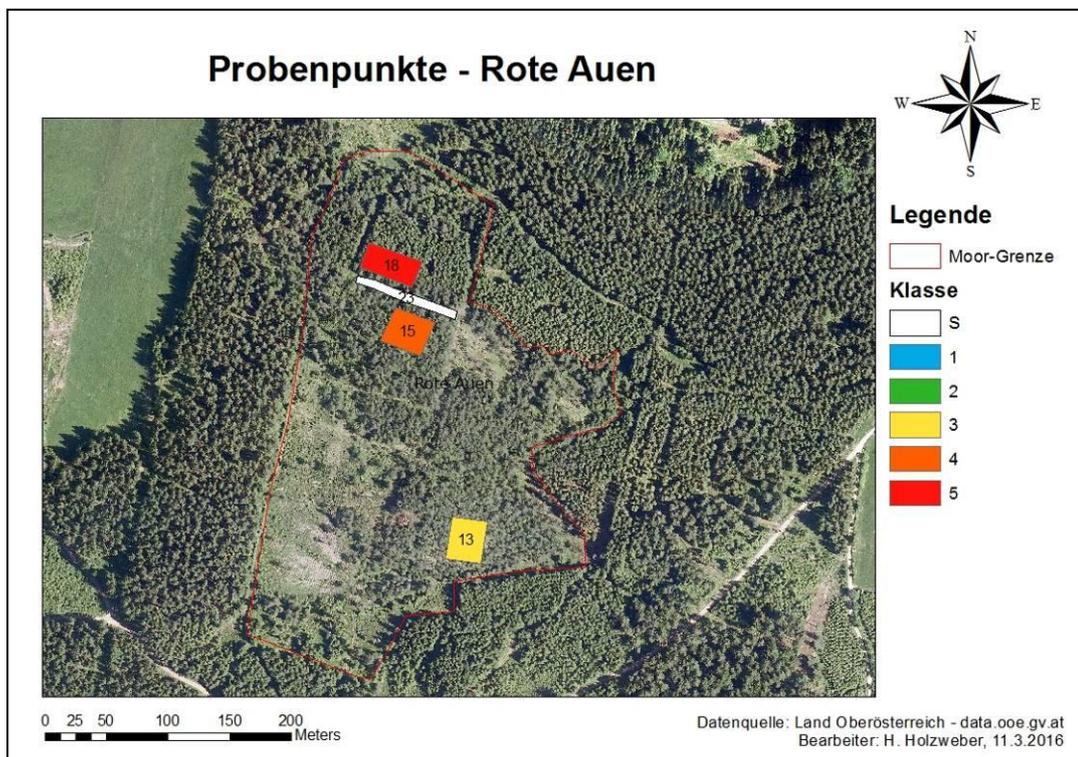
**Abbildung 14: Orthofoto der Lambartsau mit rot gekennzeichnetem Moorbereich und den Probenpunkten 11 und 12.**



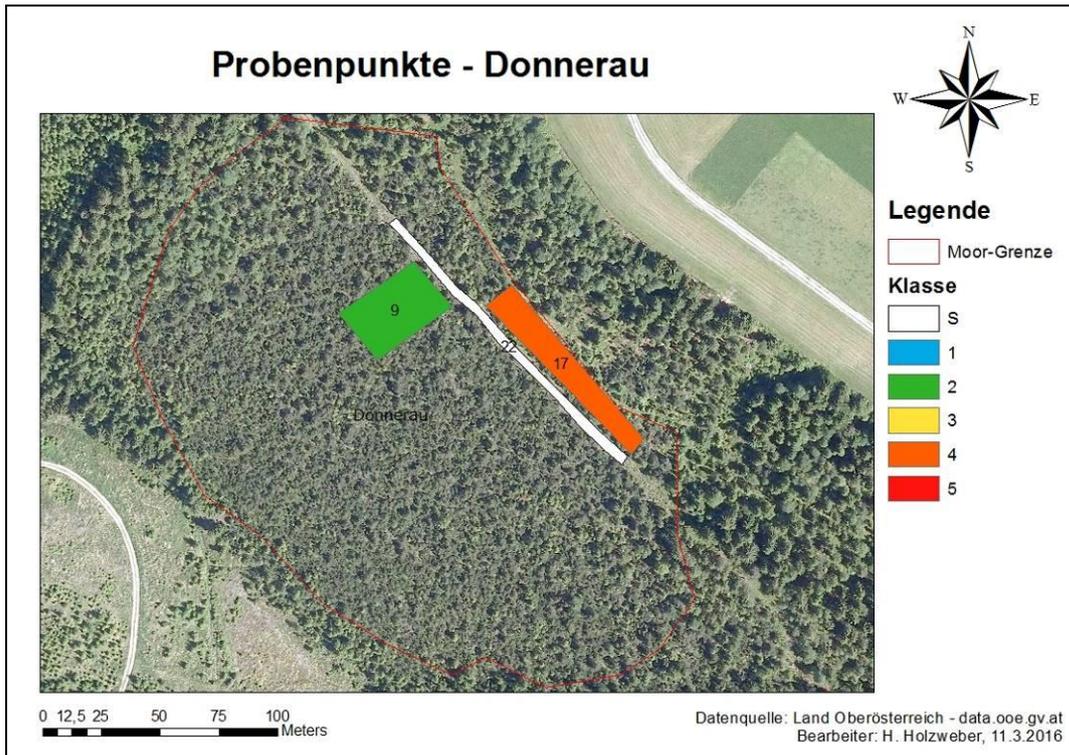
**Abbildung 15: Orthofoto der Sepplau mit rot gekennzeichnetem Moorbereich und den Probenpunkten 1, 2, 5, 14, 24, 25, 26 und 27.**



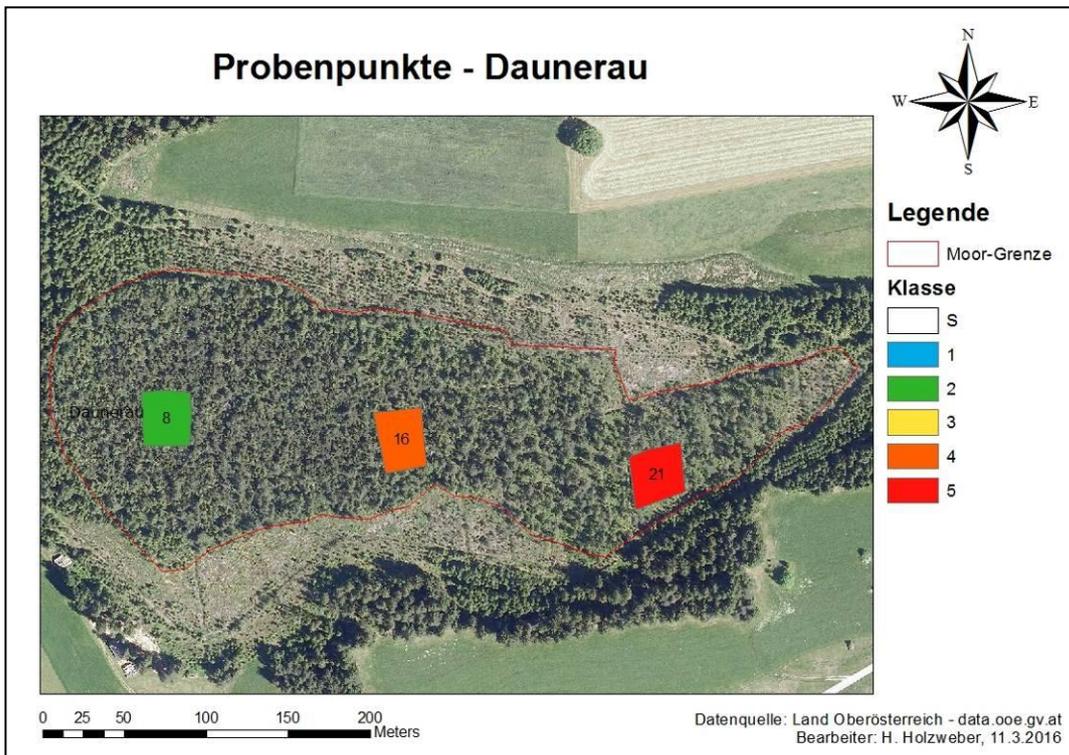
**Abbildung 16: Orthofoto der Langen Au mit rot gekennzeichnetem Moorbereich und den Probenpunkten 6 und 10.**



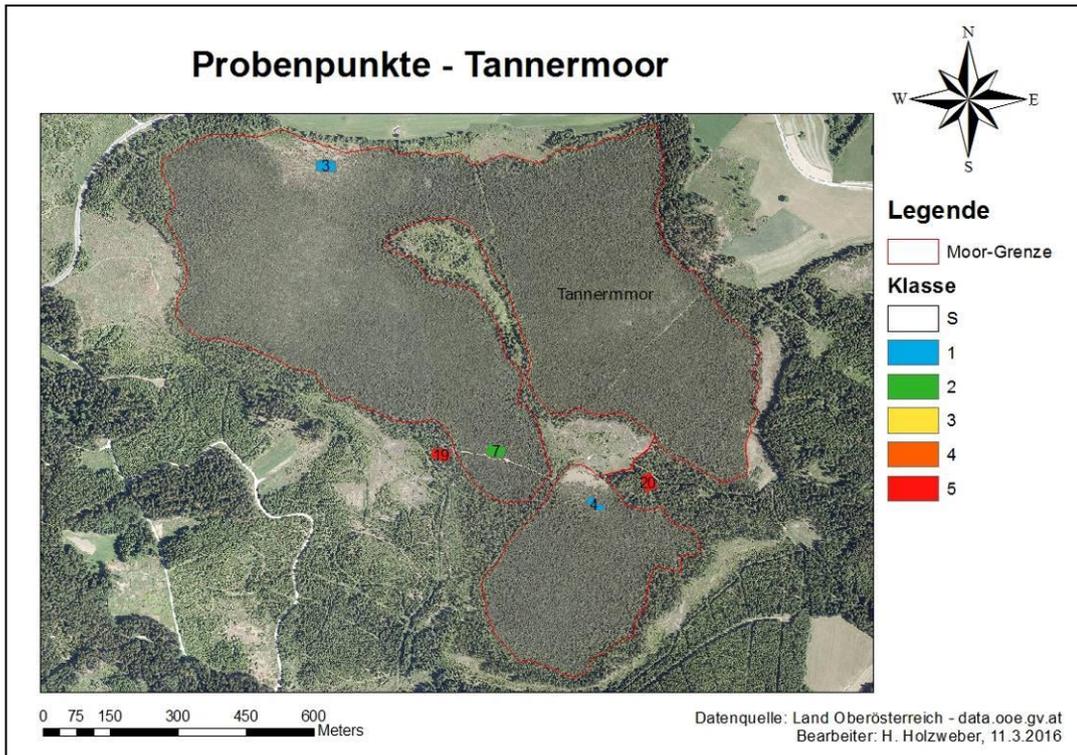
**Abbildung 17: Orthofoto der Roten Auen mit rot gekennzeichnetem Moorbereich und den Probenpunkten 13, 15, 18 und 23.**



**Abbildung 18: Orthofoto der Donnerau mit rot gekennzeichnetem Moorbereich und den Probenpunkten 9, 17 und 22.**



**Abbildung 19: Orthofoto der Daunerau mit rot gekennzeichnetem Moorbereich und den Probenpunkten 8, 16 und 21.**



**Abbildung 20: Orthofoto des Tannermoores mit rot gekennzeichnetem Moorbereich und den Probenpunkten 3, 4, 7, 19 und 20.**

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Freilanderhebungen

In einer Vorbereitungsphase wurden die Untersuchungsgebiete festgelegt und aufgrund ihrer Vegetationsstruktur in 5 verschiedene Zustandsklassen eingeteilt (siehe Abschnitt 2.3). Bei den Untersuchungsgebieten wurden möglichst homogene Flächen mit einer Größe von 1000 m<sup>2</sup> ausgewählt. Waren die Flächen kleiner, wurde die maximal mögliche homogene Fläche genommen.

In ein Feldprotokollblatt (Appendix 2) wurden die Standortnummer, das Datum und die Uhrzeit eingetragen. Zusätzlich wurden Wind, Bewölkung und Beschattungsgrad dokumentiert. Dabei wurde der Wind nach der Beaufort-Skala geschätzt, die Bewölkung in Zehnteln und die Beschattung in Fünfteln angegeben. Bei den Libellen wurden Art und Abundanz aufgezeichnet und auch die Aktivitäten der Individuen (Flug, Schlupf, Paarungsrade, Tandem, Eiablage, sonstiges), um die Bodenständigkeit der einzelnen Arten nachvollziehen zu können. Bei Exuvienfunden wurden die Stellung der Exuvie, die Entfernung über Grund und sonstige für die Bestimmung relevante Beobachtungen aufgezeichnet.

Die Artbestimmung erfolgte mit den Bestimmungsbüchern von Dijkstra & Lewington (2014) und Bellmann (2013). Zur Bestimmung der gefundenen Exuvien wurde der Exuvien-Bestimmungsschlüssel von Heidemann und Seidenbusch (2002) verwendet.

Die adulten Tiere wurden freisichtig, mittels Feldstecher (PENTAX Papilio 8,5x21, Nahfokus 0,5 m) oder anhand eigener Belegfotos bestimmt. Dazu wurden die Tiere gekeschert (Kescher mit 40 cm Bügeldurchmesser und 80 cm tiefem Fangsack, olivfarben, Stiellänge 1,5 m) und anschließend wieder freigelassen. Für die Belegfotos (Appendix 3) wurde eine Digitalkamera (SONY DSC-HX50V) verwendet.

Um die Phänologie sämtlicher Arten abzudecken, wurden insgesamt sieben Beprobungen pro Standort in 3 bis 4 wöchigen Intervallen zwischen April und September 2015 angesetzt. Die Begehungen wurden immer zwischen 11:00 und 17:00 MEZ an möglichst windstillen und sonnigen Tagen durchgeführt (Chovanec, 1999).

Da beim Dragonfly Association Index (DAI) nur bodenständige Arten herangezogen werden, mussten entweder frisch geschlüpfte Individuen beobachtet oder Exuvien gefun-

den werden. Als wahrscheinlich bodenständig gelten jene Arten, bei denen Reproduktionsverhalten (z.B. Paarungsrade, Tandem oder Eiablage) beobachtet wurde. Ebenfalls wahrscheinlich bodenständig sind Arten mit Abundanzklasse > 2 (Tabelle 8) und/oder Arten, bei denen die Imagines an mindestens zwei Probenahmeterminen an den Standorten beobachtet wurden (Chovanec et al., 2014, 2015).

**Tabelle 8: Abundanzklassen**

	<b>Einzelfund (1)</b>	<b>selten (2)</b>	<b>häufig (3)</b>	<b>Sehr häufig (4)</b>	<b>massenhaft (5)</b>
<b>Zygoptera ohne Calopterygidae</b>	1	2-10	11-25	26-50	>50
<b>Calopterygidae und Libellulidae</b>	1	2-5	6-10	11-25	>25
<b>Anisoptera ohne Libellulidae</b>	1	2	3-5	6-10	>10

### 3.2 Bewertungsmethodik

Die Bewertung gliedert sich in folgende Schritte:

- Artenliste der (potentiell) vorkommenden Libellenarten im Granit- und Gneishochland erstellen und dessen ökologische Habitatsansprüche anhand von 15 Habitatsparametern definieren;
- Mittels Clusteranalyse die Libellen-Assoziationen definieren;
- Ökologische Ansprüche der jeweiligen Libellen-Assoziation bestimmen;
- Beschreibung der Gewässertypen (mit Fokus auf Moore) auf Basis der 15 Habitatsparameter;
- Erstellen eines libellenkundlichen Leitbildes durch Zuordnung der (Moor)-Libellen-Assoziationen, mittels Ähnlichkeitsanalyse (Pearson-Korrelation);
- Bewertung des ökologischen Zustandes der Moore durch Berechnung des Dragonfly Association Index (DAI).

### **3.2.1 Arten und Assoziationen**

Auf Grundlage der publizierten Checklisten (Raab et al. 2006) wurden im Granit- und Gneishochland 53 potentiell vorkommende Libellenarten ermittelt. Von jeder Art wurden die ökologischen Ansprüche mittels 15 Habitatsparametern beschrieben. Dabei wurde der jeweilige Anspruch einer Art pro Parameter mittels Verifizierungsgraden bestimmt: 0 für nicht relevant bis 3 für sehr relevant, Abstufung in 0,5 Einheiten. Die bereits im DAI beschriebenen 12 Habitatsparameter (Krenal, Rhithral, Potamal, Strömungsgeschwindigkeit, Litoral, astatisches Gewässer, Größe, offene Wasserfläche, offene Ufer, submerse Makrophyten, Helophyten (vorwiegend Röhricht) und Ufergehölz) wurden um drei weitere moorspezifische Parameter ergänzt: Bindung an Torf (Tyr), Abundanz von flutenden Sphagnen (Sph) und Abundanz von Caricetum-Beständen mit 40 cm Maximalhöhe (Car). Für die Einstufung der Parameter wurde die Arbeit von Chovanec et al. (2014) herangezogen und fehlende Werte durch Angaben in Wildermuth & Martens (2014), Raab et al. (2006), Dijkstra & Lewington (2014), Heidemann & Seidenbusch (2002) und eigene Beobachtungen ergänzt.

Für die Definition der Assoziationen wurde eine hierarchische Cluster-Analyse nach der Ward-Methode mit quadrierten euklidischen Distanzen durchgeführt (IBM SPSS Statistics 23 für Windows, 2016).

### **3.2.2 Moortypen**

Die Moortypen beziehen sich in der vorliegenden Studie ausschließlich auf Moore im Granit- und Gneishochland, die unter 1000 m Seehöhe liegen. Dabei wurden im Wesentlichen zwei Typen unterschieden:

M1: eigentliche Hochmoore und Übergangsmoore, die keine größeren offenen Wasserflächen aufweisen und

M2: Hochmoorgewässer, die z.T. größere Wasserflächen aufweisen, die meist sekundär entstanden sind.

### **3.2.3 Gewässertyp-spezifische Libellen-Assoziationen**

Für jede Gesellschaft wurden die Mediane der einzelnen Habitatsparameter berechnet und somit die Assoziationscharakteristika bewertet. Anschließend wurden mittels Pearson-Korrelationsanalyse (IBM SPSS Statistics 23 für Windows, 2016) die Ähnlichkeiten der

Mediane der Habitatsparameter der jeweiligen Assoziation mit den Parametern der Gewässer verglichen. Für die Zuweisung der Assoziationen zu den Gewässertypen wurden positive Korrelationen von mindestens 0,60 verwendet. Korrelationen  $\geq 0,80$  wurden mit Gewichtungsfaktor (GF) 3 bewertet. Korrelationen von 0,70 bis 0,79 erhalten einen GF von 2, Korrelationen zwischen 0,60 und 0,69 erhalten einen GF von 1. Alle anderen Korrelationen wurden nicht berücksichtigt.

### 3.2.4 Dragonfly Association Index (DAI) und Bewertung

Für die einzelnen Assoziationen wurden Statusklassen (SKA), basierend auf der Anzahl der bodenständig vorkommenden Arten, definiert. Diese reichen von 1 (sehr gut) bis 5 (schlecht). Dabei werden bei Assoziationen, die mehr als 8 Arten aufweisen, mindestens 4 Arten gefordert, um einen sehr guten Zustand zu erreichen. Bei Assoziationen mit weniger Arten wurde der Nachweis der Artenzahl auf die Hälfte reduziert und bei ungerader Artenzahl wurde abgerundet.

Die Berechnung des DAI (libellen-ökologischer Zustand) erfolgt mit folgender Formel:

$$DAI = \frac{\sum (SKA * GF)}{\sum GF}$$

Die Statusklassen (SKA) (abhängig von der Anzahl der bodenständigen Arten) und der jeweilige Gewichtungsfaktor (GF) ergeben sich aus Tabelle 17 (Abschnitt 4.2.2). Ein Korrekturfaktor von 0,5 wird dann eingeführt, wenn bei mindestens der Hälfte der für das Gewässer spezifischen Assoziationen jeweils mindestens zwei autochthone Arten bzw. bei A2 nur eine autochthone Art nachgewiesen wurden.

Eine Übersicht über die Spannweiten des DAI und die libellen-ökologischen Statusklassen gibt Tabelle 9.

**Tabelle 9: Bereiche des DAI und libellenökologischer Zustand.**

Libellen-ökologischer Zustand		DAI-Wert
1	Sehr gut	0,50 – 1,49
2	Gut	1,50 – 2,49
3	Mäßig	2,50 – 3,49
4	Unbefriedigend	3,50 – 4,49
5	Schlecht	4,50 – 5,00

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisse der Freilandhebung

#### 4.1.1 Übersicht

Insgesamt wurden 14 Libellenarten (Appendix 3) im Untersuchungsgebiet nachgewiesen, die nach Abundanz geordnet in Tabelle 10 ersichtlich sind. Die häufigste Art war *Pyrrosoma nymphula* (SULZER, 1776) mit 408 Individuen (36,7 % der Gesamtabundanz), die zweithäufigste *Leucorrhinia dubia* mit 275 Individuen (24,8 %), gefolgt von *Coenagrion puella* (LINNAEUS, 1758) mit 183 Individuen (16,5 %), *Aeshna juncea* (n=92; 8,3 %), *Coenagrion hastulatum* (n=65; 5,8 %), *Chalcolestes viridis* (VANDER LINDEN, 1825) (n=28; 2,5 %), *Somatochlora alpestris* (n=17; 1,5 %), *Aeshna cyanea* (MÜLLER, 1764) (n=15; 1,3 %), *Libellula quadrimaculata* LINNAEUS, 1758 (n=13; 1,2 %), *Aeshna grandis* (LINNAEUS, 1758) (n=7; 0,6 %), *Somatochlora arctica* (n=3; 0,3 %), *Libellula depressa* LINNAEUS, 1758 (n=2; 0,2 %), *Platycnemis pennipes* (PALLAS, 1771) (n=2; 0,2 %) und *Sympetrum danae* (n=1; 0,1%).

Der Probenpunkt 24 (Moorweiher) ist mit 11 nachgewiesenen Libellenarten der artenreichste Standort, gefolgt von Probenpunkt 23 (Grabensperre) mit 7 Arten und den Probenpunkten 27 (Quellmoor) und 18 mit 4 Arten. An Probenpunkt 15 wurden 3 Arten protokolliert, an den Probenpunkten 1, 5, 13, 17, 22 (Grabensperre), 25 (Niedermoor) und 26 (Übergangsmoor) wurden jeweils 2 Arten gesehen. An den Probenpunkten 2, 6, 9, 10, und 21 wurde nur jeweils 1 Art beobachtet und die Probenpunkte 3, 4, 7, 8, 11, 12, 16, 19 und 20 blieben ohne Artnachweise.

#### 4.1.2 Phänologie

Abbildung 21 zeigt die Phänologie sämtlicher nachgewiesenen Libellenarten. Die am frühesten gesichteten Arten sind *P. nymphula*, *C. hastulatum*, *S. alpestris*, *L. depressa*, *L. quadrimaculata* und *L. dubia*. Diese Arten wurden in der 23. Kalenderwoche (Anfang Juni) im Untersuchungsgebiet gesichtet. Imagines von *L. depressa* zeigten sich nur kurzfristig Anfang Juni. *L. quadrimaculata* und *C. hastulatum* kamen bis zur 30. Kalenderwoche vor. *P. nymphula*, *S. alpestris* und *L. dubia* wurden bis Mitte August gesichtet und weisen mit zehn Wochen die längsten Flugzeiten im Untersuchungsgebiet auf. Subadulte

von *P. pennipes* wurden nur Anfang Juli gesichtet. Anfang Juli traten die ersten Individuen von *C. puella* und *S. arctica* auf, wobei *S. arctica* nur bis Ende Juli und *C. puella* bis Mitte August gesichtet wurden. Anfang Juli wurden auch bereits die ersten Exuvien von *A. juncea* gefunden, erste Imagines dann im letzten Drittel des Monats. Zu dieser Zeit wurden auch die ersten Imagines von *A. cyanea* und *A. grandis* gesichtet. Während *A. grandis* bis Mitte August auftrat, wurden die Arten *A. cyanea* und *A. juncea* bis Ende September gesichtet. Spät auftretende Arten sind *C. viridis* und *S. danae*; diese wurden erst Mitte August erstmals gesichtet. Während *S. danae* danach nicht mehr auftrat, war *C. viridis* noch bis Ende September am Fortpflanzungsgewässer auffindbar.

In den Abbildung 22 bis 28 wurde das jahreszeitliche Auftreten von Exuvien, Subadulten und Adulten aller Libellenarten mit  $\geq 1,5$  % an der Gesamtabundanz dargestellt. Durch das Auftreten von frisch geschlüpften Individuen bzw. durch die Funde von Exuvien Anfang Juni und die höchste Abundanz von Vollinsekten Anfang Juli gehören *L. dubia*, *P. nymphula* und *S. alpestris* zur phänologischen Gruppe der Frühjahrsarten. Ebenfalls zu den Frühjahrsarten zählen *L. quadrimaculata*, *L. depressa*, *P. pennipes* und *S. arctica*. Da bei *A. juncea* die ersten Exuvien erst Anfang Juli gefunden, Adulte erst im letzten Drittel des Monats gesichtet und die höchste Abundanz Mitte August beobachtet wurde, gehört diese Art zu den Sommerarten. Weitere Sommerarten sind *C. puella*, *C. hastulatum*, *A. cyanea*, *A. grandis*, *S. danae*, und *C. viridis*. Die phänologische Gruppe der Winterlibellen (nur Gattung *Sympecma*) wurden im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen. Tabelle 11 gibt eine Übersicht über die phänologischen Gruppen der gesichteten Libellenarten.

**Tabelle 10: Abundanz der nachgewiesenen Libellenarten im Untersuchungsgebiet.**

Art\Probenpunkt	Kategorie 1				Kategorie 2					Kategorie 3				Kategorie 4				Kategorie 5				Sonderstandorte						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
<i>C. viridis</i>																												28
<i>P. pennipes</i>																	2											
<i>P. nymphula</i>	5				2	1						6		5	16		1	8				9	195	124		4	32	
<i>C. hastulatum</i>																							11	54				
<i>C. puella</i>														3				1					23	156				
<i>A. cyanea</i>									1						1						1	1	5	6				
<i>A. grandis</i>																							2	4	1			
<i>A. juncea</i>										2								1					29	43				17
<i>S. alpestris</i>	2	2																										13
<i>S. arctica</i>																												3
<i>L. depressa</i>																												2
<i>L. quadrimaculata</i>																												1
<i>S. danae</i>																												1
<i>L. dubia</i>					1							3		1									143	126	1			

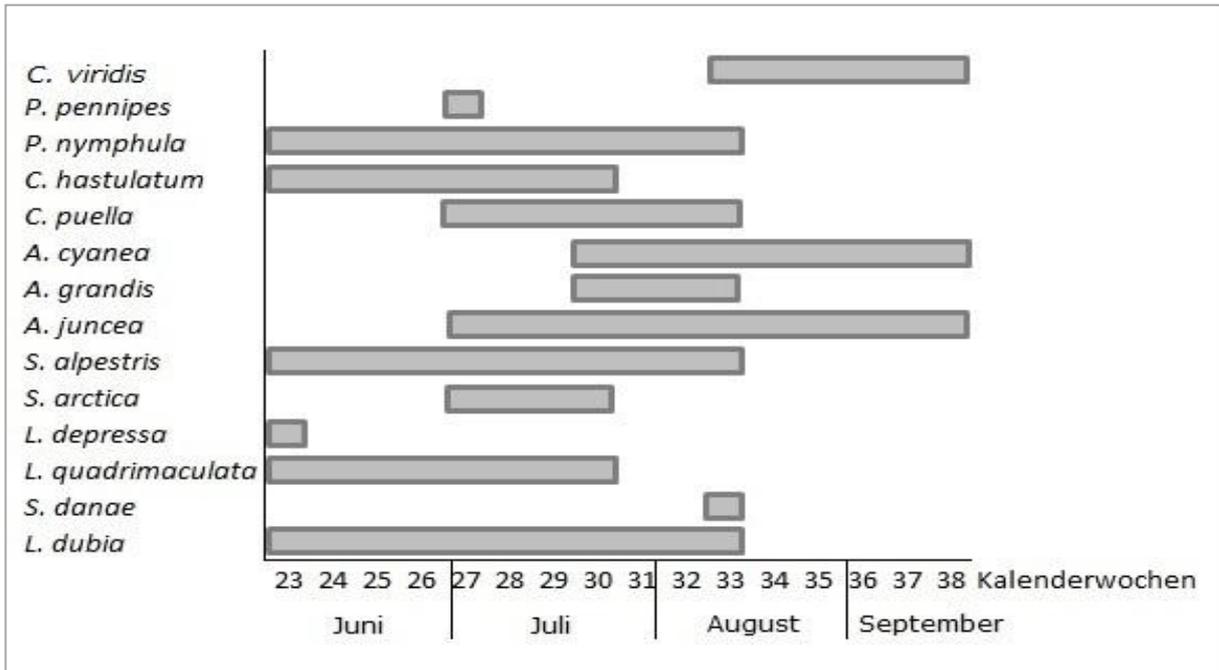


Abbildung 21: Phänologie der nachgewiesenen Libellenarten im Jahr 2015.

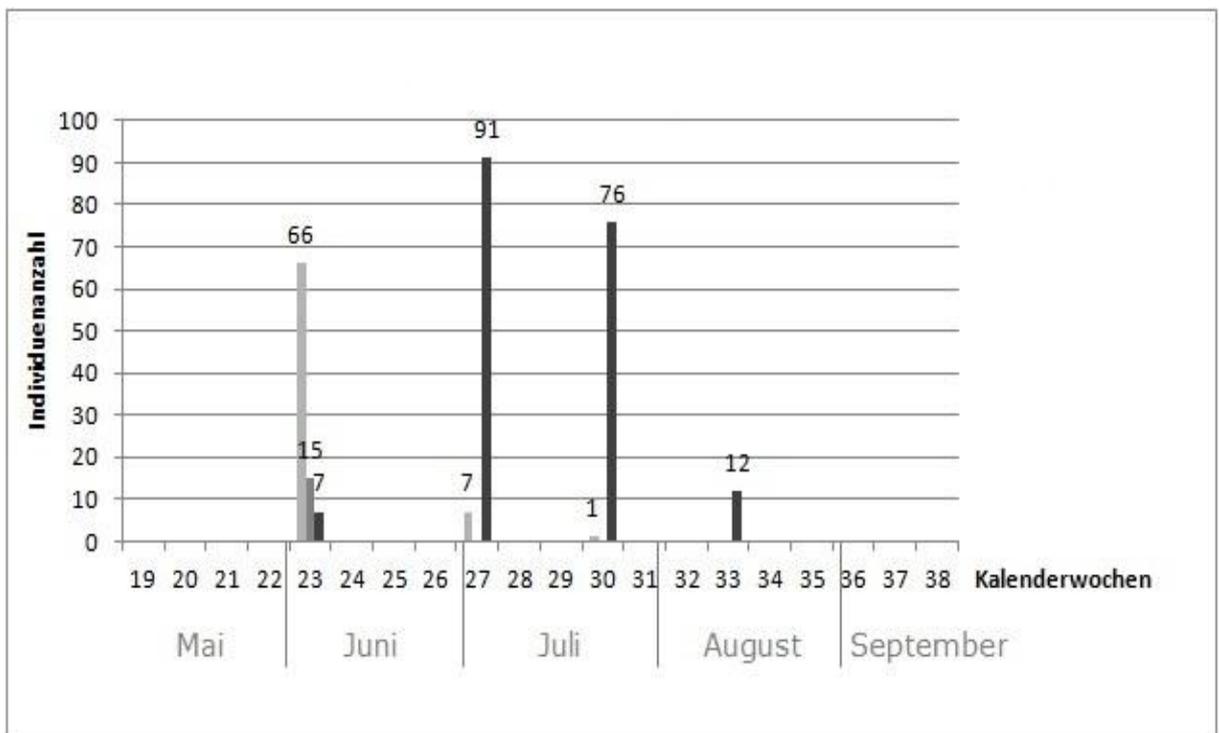


Abbildung 22: Abundanz der gesichteten Exuvien (hellgrau), Subadulten (mittelgrau) und Imagines (dunkelgrau) von *Leucorrhinia dubia* im Jahr 2015.

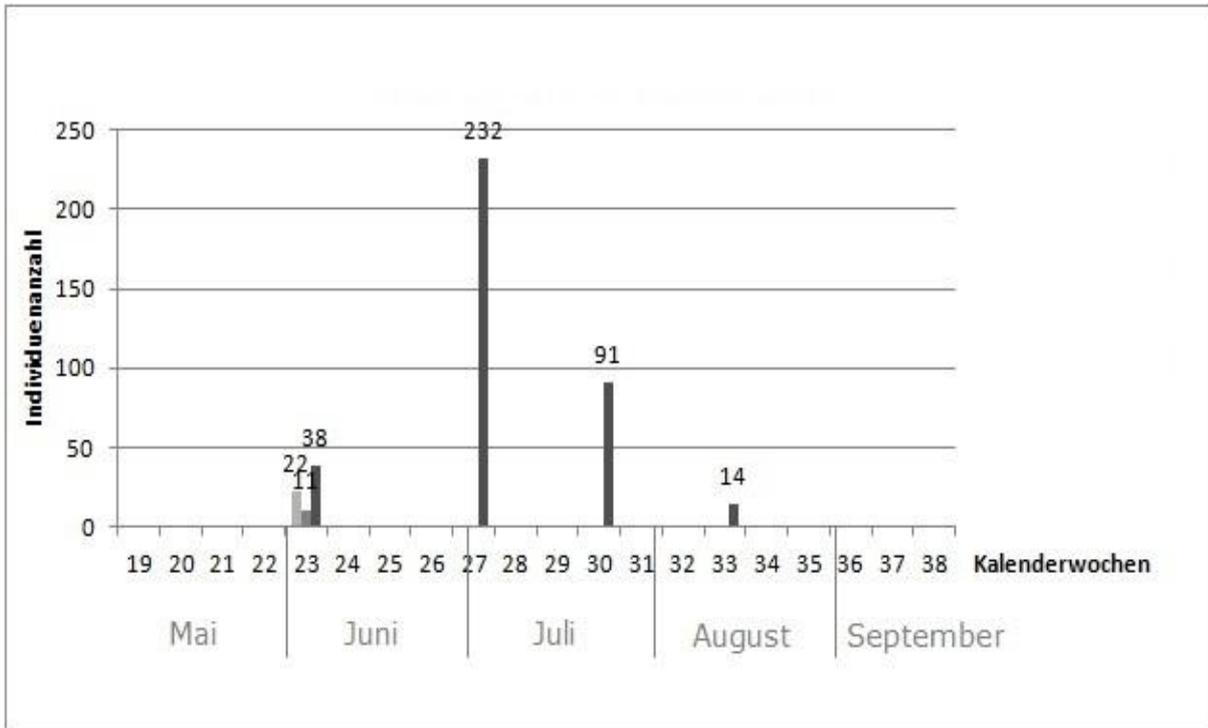


Abbildung 23: Abundanz der gesichteten Exuvien (hellgrau), Subadulten (mittelgrau) und Imagines (dunkelgrau) von *Pyrrhosoma nymphula* im Jahr 2015.

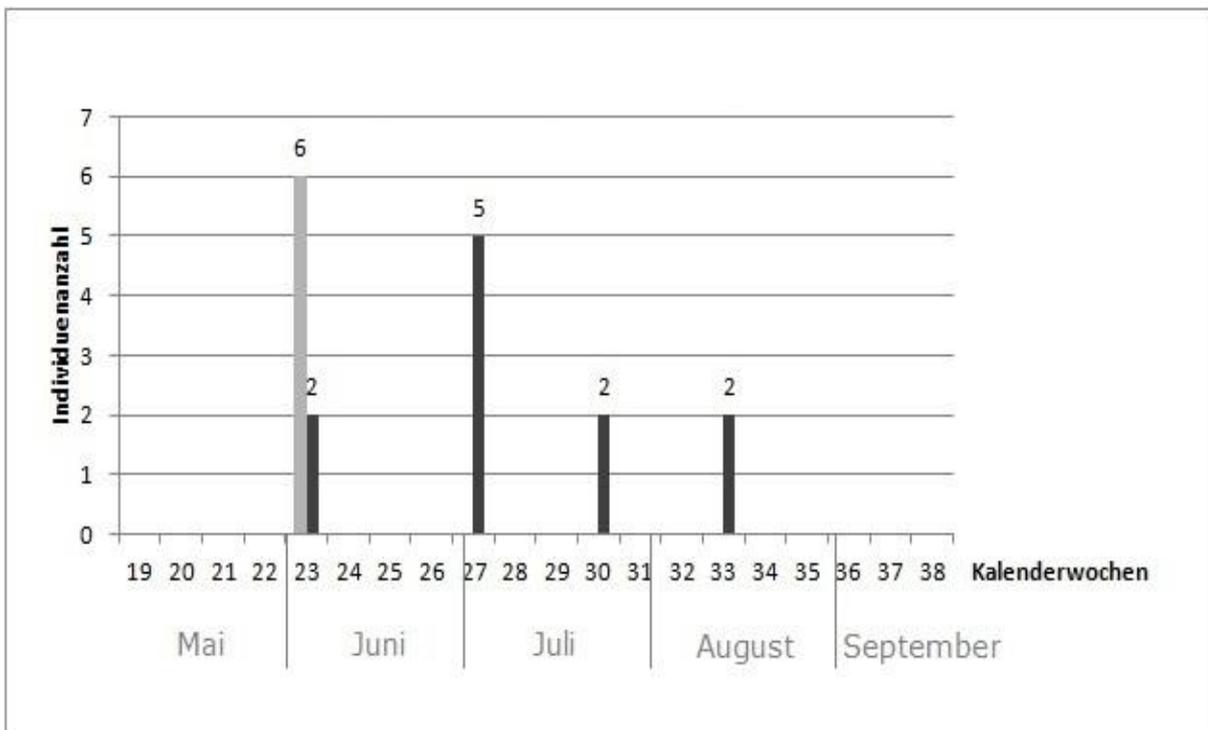


Abbildung 24: Abundanz der gesichteten Exuvien (hellgrau) und Imagines (dunkelgrau) von *Somatochlora alpestris* im Jahr 2015.

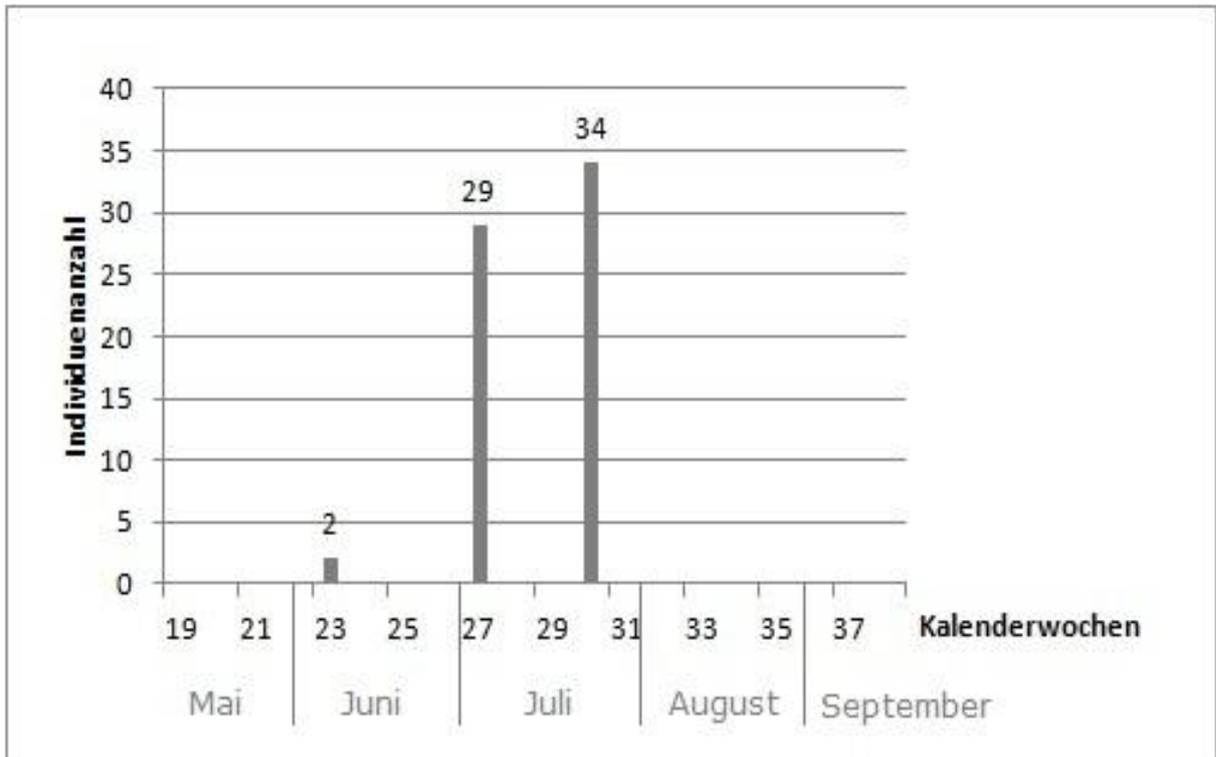


Abbildung 25: Abundanz der gesichteten Imagines von *Coenagrion hastulatum* im Jahr 2015.

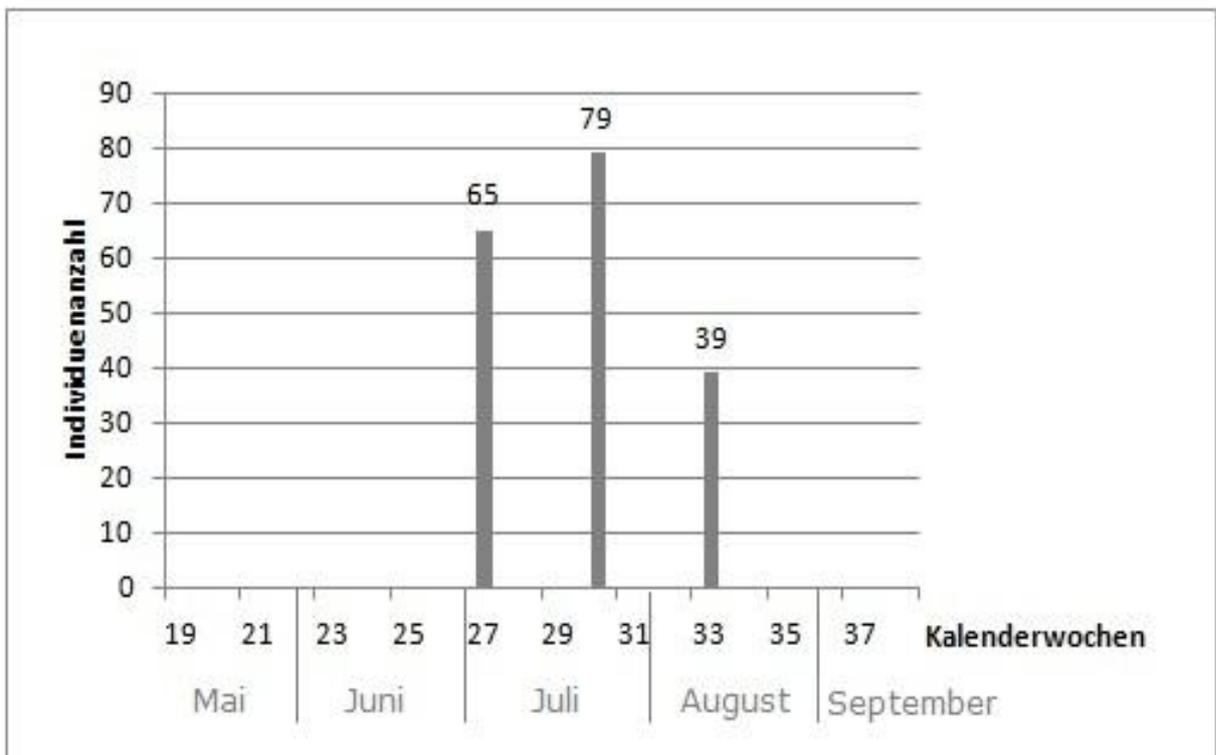


Abbildung 26: Abundanz der gesichteten Imagines von *Coenagrion puella* im Jahr 2015.

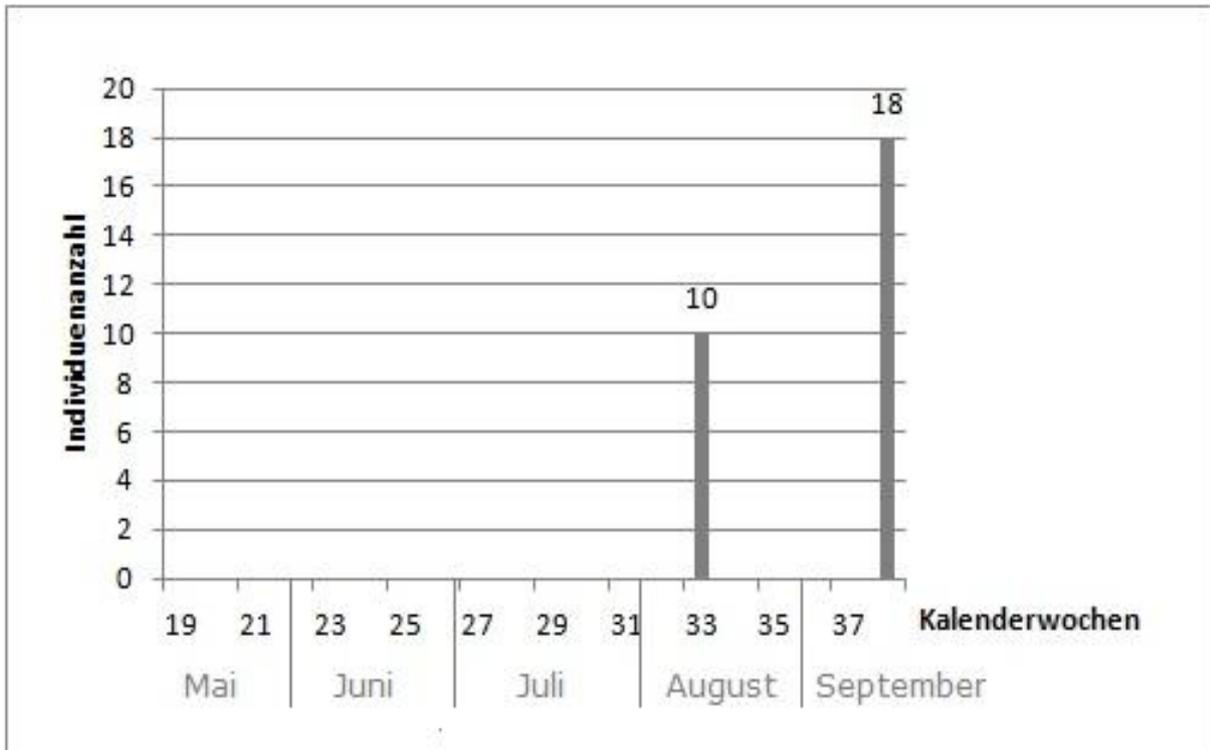


Abbildung 27: Abundanz der gesichteten Imagines von *Chalcolestes viridis* im Jahr 2015.

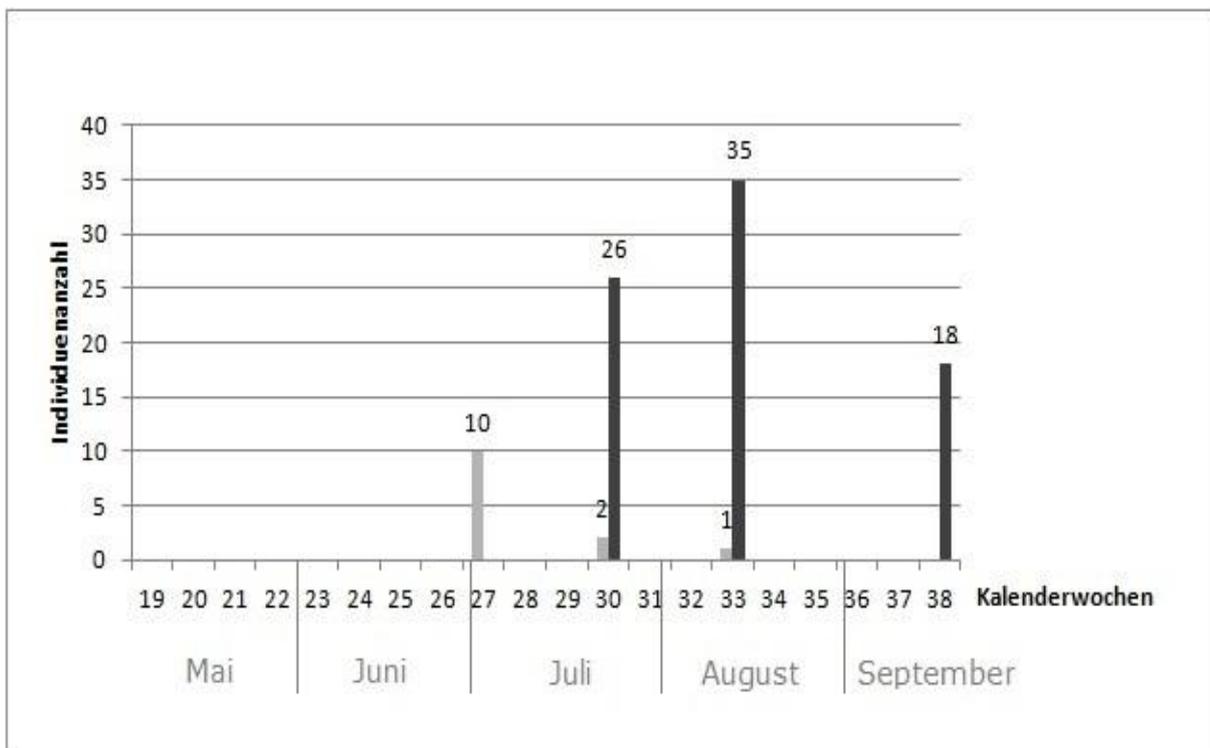


Abbildung 28: Abundanz der gesichteten Exuvien (hellgrau) und Imagines (dunkelgrau) von *Aeshna juncea* im Jahr 2015.

**Tabelle 11: Einteilung der gesichteten Libellenarten in die phänologischen Gruppen.**

<b>Phänologische Gruppe</b>	<b>Libellenart</b>
Winterlibellen	---
Frühe Frühjahrsarten	<i>L. quadrimaculata</i> , <i>L. depressa</i>
Späte Frühjahrsarten	<i>L. dubia</i> , <i>P. nymphula</i> , <i>P. pennipes</i> , <i>S. alpestris</i> , <i>S. arctica</i>
Normale Sommerarten	<i>C. puella</i> , <i>C. hastulatum</i> , <i>A. juncea</i> , <i>A. grandis</i> , <i>A. cyanea</i> , <i>S. danae</i>
Späte Sommerarten	<i>C. viridis</i>

### **4.1.3 Bodenständigkeit**

In Tabelle 12 sind die nachgewiesenen Libellenarten in den Untersuchungsgebieten nach taxonomischen Abundanzklassen eingeteilt; zusätzlich sind unter Berücksichtigung der Kriterien für Bodenständigkeit alle sicher und wahrscheinlich autochthonen Arten herausgehoben.

Aus Kategorie 1 weisen die Probenpunkte 1 zwei (*S. alpestris* und *P. nymphula*) und Probenpunkt 2 eine (*S. alpestris*) bodenständige Art(en) auf. Bei den Probenpunkten 2 und 3 wurden keine Libellenarten gesichtet. Bei Kategorie 2 wurde nur bei Probenpunkt 5 eine bodenständige Art nachgewiesen (*P. nymphula*). Bei den Kategorien 3 bis 5 wurden keine bodenständigen Arten festgestellt. Bei den Sonderstandorten hatte der Probenpunkt 22 (verwachsener Graben) eine bodenständige Art (*P. nymphula*), der Probenpunkt 23 (Grabensperre) sechs bodenständige Arten (*P. nymphula*, *C. hastulatum*, *C. puella*, *A. cyanea*, *A. juncea* und *L. dubia*) und Probenpunkt 24 (Moorweiher) neun bodenständige Arten (*C. viridis*, *P. nymphula*, *C. hastulatum*, *C. puella*, *A. cyanea*, *A. grandis*, *A. juncea*, *L. quadrimaculata* und *L. dubia*). Bei Probenpunkt 25 (Niedermoor) wurden keine bodenständigen Arten nachgewiesen, Probenpunkt 26 (Übergangsmoor) hatte eine autochthone Art (*S. arctica*), und bei Probenpunkt 27 (Quellmoor) wurden drei bodenständige Arten (*P. nymphula*, *S. alpestris* und *A. juncea*) nachgewiesen.

Tabelle 12: Nachgewiesene Libellenarten im Untersuchungsgebiet, eingeteilt nach taxon-spezifischen Abundanzklassen (1...Einzelfund, 2...selten, 3...häufig, 4...sehr häufig, 5...massenhaft). Sicher und wahrscheinlich bodenständige Libellenarten fett unterstrichen.

Art\Probenpunkt	Kategorie 1				Kategorie 2					Kategorie 3				Kategorie 4				Kategorie 5				Sonderstandorte						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
<i>C. viridis</i>																								<u>4</u>				
<i>P. pennipes</i>																	2											
<i>P. nymphula</i>	<u>2</u>				<u>2</u>	1						2		2	3 <sup>1</sup>	1		2				<u>2</u>	<u>5</u>	<u>5</u>		2	<u>4</u>	
<i>C. hastulatum</i>																							<u>3</u>	<u>5</u>				
<i>C. puella</i>														2				1					<u>3</u>	<u>5</u>				
<i>A. cyanea</i>									1						1					1		1	<u>3</u>	<u>4</u>				
<i>A. grandis</i>																							2	<u>3</u>	1			
<i>A. juncea</i>										2								1					<u>5</u>	<u>5</u>			<u>5</u>	
<i>S. alpestris</i>	<u>2</u>	<u>2</u>																									<u>5</u>	
<i>S. arctica</i>																										<u>3</u>		
<i>L. depressa</i>																								2				
<i>L. quadrimaculata</i>																								<u>4</u>			1	
<i>S. danae</i>																								1				
<i>L. dubia</i>					1							2		1								<u>5</u>	<u>5</u>	1				

<sup>1</sup> obwohl die hohe Abundanzklasse auf Bodenständigkeit hindeutet, wurde diese Art als nicht bodenständig eingestuft, da die Distanz zu einem benachbarten Gewässer mit Reproduktion sehr gering war und am Probenpunkt 15 kein Paarungsverhalten beobachtet wurde.

## 4.2 Assoziationen und Dragonfly Association Index (DAI)

Tabelle 13 enthält alle potentiell vorkommenden Libellenarten des Granit- und Gneishochlandes mit den Valenzpunkten der 15 Habitatsparameter. Die mit der Minimum-Varianzmethode nach Ward daraus extrahierten Assoziationen sind als Clusteranalyse in Abbildung 29 dargestellt. Diese Grafik spiegelt mittels Matrizen auch die Relevanz der jeweiligen Habitatsansprüche wider. Auf Grundlage der Clusteranalyse wurden neun verschiedene Assoziationen definiert: Assoziation der Moore mit größeren offenen Wasserflächen (A1), Assoziation der Moore ohne große offene Wasserflächen (A2), Assoziation temporärer Gewässer (A3), Assoziation anmooriger Gewässer mit emerser Vegetation (A4), Assoziation offener Wasserflächen mit submerser Vegetation (A5), Assoziation spärlich bewachsener Ufer (A6), Assoziation der Röhrichte und Ufergehölze (A7), Potamal-Assoziation (A8) und Rhithral-Assoziation (A9). In Tabelle 14 sind diese Assoziationen mit den jeweilig vorkommenden Libellenarten und die Relevanz der Habitatsparameter als Mediane angegeben und als Netzdiagramme dargestellt.

**Tabelle 13: Liste der potentiell im Granit- und Gneishochland vorkommenden Libellenarten mit Valenzpunkten der Habitatsparameter (0,0...nicht relevant, 3,0...sehr relevant). Kr...Krenal, Rhi...Rhithral, Pot...Potamal, Str...Strömungsgeschwindigkeit, Lit...Litoral, Ast...astatisches Gewässer, Gr...Größe, Fl...offene Wasserflächen, Uf...offene Ufer, Hel...Helophyten (Röhricht), Mp...submerse Makrophyten, Geh...Ufergehölz, Tyr...Tyrphophilie (Hochmoorbinding), Sph...flutende Sphagnen, Car...Caricetum.**

	Kr	Rhi	Pot	Str	Lit	Ast	Grö	Fl	Uf	Hel	Mp	Geh	Tyr	Sph	Car
<i>Calopteryx splendens</i> (HARRIS, 1782)	0,0	1,0	3,0	1,5	0,5	0,0	1,5	0,0	0,0	2,5	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0
<i>Calopteryx virgo</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	3,0	1,0	1,5	0,5	0,0	1,0	0,0	0,0	1,5	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lestes barbarus</i> (FABRICIUS, 1798)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,5	1,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,5	0,0	1,0
<i>Lestes dryas</i> KIRBY, 1890	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	1,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,5	1,0	0,0	1,5
<i>Lestes sponsa</i> (HANSEMANN, 1823)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	1,0	1,0	0,0	0,0	2,5	1,5	0,5	1,5	0,0	1,5
<i>Lestes virens</i> (CHARPENTIER, 1825)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,0	1,5	0,0	0,0	2,5	1,5	0,0	2,0	0,0	1,5
<i>Chalcolestes viridis</i> (VANDER LINDEN, 1825)	0,0	0,5	1,5	0,5	2,5	0,5	1,5	0,0	0,0	1,0	0,5	3,0	1,5	0,0	0,0
<i>Sympecma fusca</i> (VANDER LINDEN, 1820)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	1,0	1,5	0,0	0,0	2,0	0,5	1,0	0,5	0,0	1,0
<i>Platycnemis pennipes</i> (PALLAS, 1771)	0,0	0,0	2,5	1,0	1,5	0,0	1,5	1,0	0,5	1,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coenagrion hastulatum</i> (CHARPENTIER, 1825)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,5	0,0	0,0	2,0	0,5	0,0	2,5	1,0	3,0

	Kr	Rhi	Pot	Str	Lit	Ast	Grö	Fl	Uf	Hel	Mp	Geh	Tyr	Sph	Car
<i>Coenagrion puella</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	1,5	0,0	0,0	2,0	2,5	0,0	1,5	1,0	0,0
<i>Coenagrion pulchellum</i> (VANDER LINDEN, 1825)	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2,5	2,5	1,0	1,0	0,0	0,5
<i>Enallagma cyathigerum</i> (CHARPENTIER, 1840)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	2,5	3,0	0,0	1,0	1,5	0,0	1,5	1,5	0,0
<i>Erythromma najas</i> (HANSEMANN, 1823)	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	2,5	0,0	1,0	3,0	0,0	0,5	0,0	0,0
<i>Erythromma viridulum</i> (CHARPENTIER, 1840)	0,0	0,0	1,5	0,0	3,0	0,0	1,5	2,0	0,0	1,0	3,0	0,0	0,5	0,0	0,0
<i>Ischnura elegans</i> (VANDER LINDEN, 1820)	0,0	1,0	2,0	0,5	2,5	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ischnura pumilio</i> (CHARPENTIER, 1825)	0,0	0,0	1,5	0,0	3,0	2,0	0,5	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0
<i>Pyrrosoma nymphula</i> (SULZER, 1776)	0,0	0,5	0,5	0,5	2,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	1,0	1,5	2,0	2,0	1,0
<i>Aeshna affinis</i> VANDER LINDEN, 1820	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,0	1,5	0,0	0,0	3,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
<i>Aeshna cyanea</i> (MÜLLER, 1764)	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,5	2,5	1,5	0,5	0,5
<i>Aeshna grandis</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	2,5	2,0	0,0	1,5	2,0	1,5	1,5	0,5	2,0
<i>Aeshna isoceles</i> (MÜLLER, 1767)	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	1,0	0,0	3,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,5
<i>Aeshna juncea</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,5	1,5	0,0	0,0	1,5	2,0	1,5	3,0	2,5	3,0
<i>Aeshna mixta</i> LATREILLE, 1805	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	1,5	1,0	0,0	3,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0
<i>Anax ephippiger</i> (BURMEISTER, 1839)	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	2,0	1,5	0,0	0,5	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Anax imperator</i> LEACH, 1815	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	2,0	0,0	1,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Anax parthenope</i> (SELYS, 1839)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	2,5	2,5	0,0	2,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Brachytron pratense</i> (MÜLLER, 1764)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	1,5	0,0	0,0	2,5	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	1,0	3,0	1,5	0,5	0,0	1,5	0,5	1,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	2,5	2,0	2,0	1,0	0,0	1,5	0,0	1,5	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
<i>Ophiogomphus cecilia</i> (FOURCROY, 1785)	0,0	0,5	3,0	2,0	0,0	0,0	2,5	1,5	2,0	0,5	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
<i>Cordulegaster bidentata</i> SELYS, 1843	2,0	3,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cordulegaster boltonii</i> (DONOVAN, 1807)	1,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	2,0	1,5	0,0	0,0
<i>Cordulegaster heros</i> THEISCHINGER, 1979	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
<i>Cordulia aenea</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	2,0	1,5	0,0	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5
<i>Somatochlora alpestris</i> (SELYS, 1840)	0,0	0,0	0,0	1,0	2,5	2,5	0,0	0,0	0,0	3,0	2,5	1,0	3,0	2,5	3,0
<i>Somatochlora arctica</i> (ZETTERSTEDT, 1840)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0
<i>Somatochlora metallica</i> (VANDER LINDEN, 1825)	0,0	0,0	1,0	0,5	2,5	0,0	2,5	2,5	0,0	1,5	0,5	1,5	2,0	1,5	0,5

	Kr	Rhi	Pot	Str	Lit	Ast	Grö	Fl	Uf	Hel	Mp	Geh	Tyr	Sph	Car
<i>Crocothemis erythraea</i> (BRULLÉ, 1832)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	2,0	1,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Leucorrhinia dubia</i> (VANDER LINDEN, 1825)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,5	2,0	0,0	1,0	3,0	1,0	3,0	3,0	1,5
<i>Leucorrhinia pectoralis</i> (CHARPENTIER, 1825)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	1,5	0,0	2,5	2,5	1,5
<i>Leucorrhinia rubicunda</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,5	2,0	0,0	1,0	3,0	1,0	3,0	3,0	1,0
<i>Libellula depressa</i> LINNAEUS, 1758	0,0	0,0	0,5	0,5	3,0	1,0	1,0	1,5	0,0	0,5	0,5	0,0	1,0	0,0	0,0
<i>Libellula fulva</i> MÜLLER, 1764	0,0	0,0	1,5	0,5	2,5	0,0	2,0	2,0	0,0	1,5	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0
<i>Libellula quadrimaculata</i> LINNAEUS, 1758	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,5	1,5	0,0	0,0	2,5	1,5	0,0	1,5	0,0	1,5
<i>Orthetrum albistylum</i> (SELYS, 1848)	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	1,0	1,5	1,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Orthetrum cancellatum</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	1,5	3,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sympetrum danae</i> (SULZER, 1776)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,5	1,5	0,0	0,0	2,0	0,5	0,0	2,5	1,0	2,0
<i>Sympetrum flaveolum</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	1,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	1,5	1,0	2,0
<i>Sympetrum fonscolombii</i> (SELYS, 1840)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	1,0	1,5	1,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sympetrum sanguineum</i> (MÜLLER, 1764)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	2,0	1,5	0,0	0,0	3,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sympetrum striolatum</i> (CHARPENTIER, 1840)	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sympetrum vulgatum</i> (LINNAEUS, 1758)	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	1,5	0,0	0,0	2,0	1,5	0,5	1,5	1,0	1,0

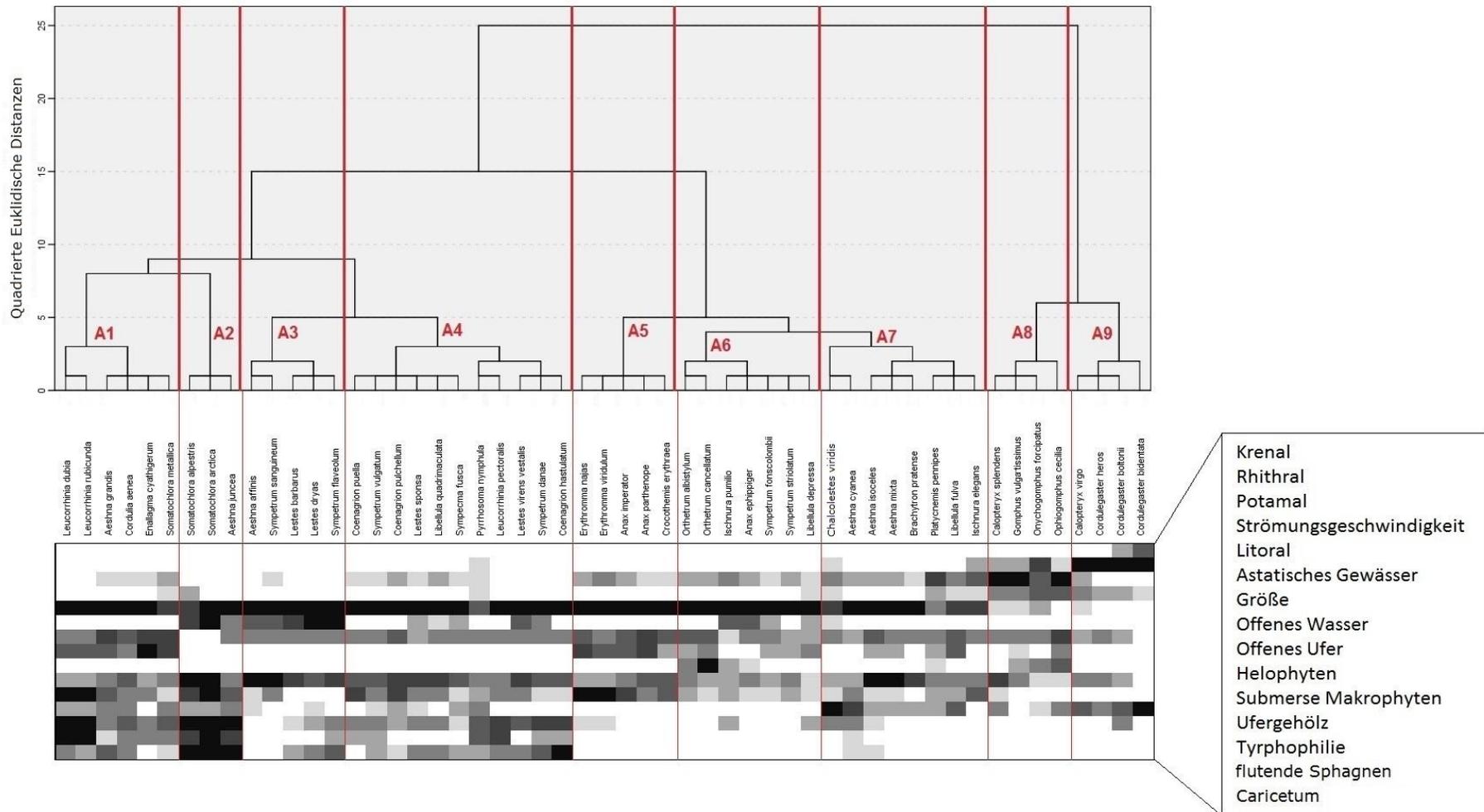


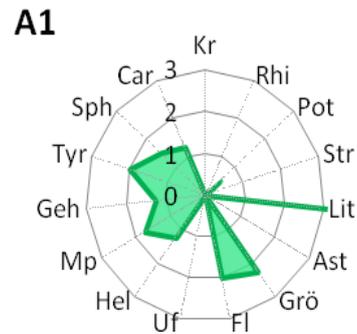
Abbildung 29: Libellenassoziationen basierend auf Clusteranalysen (Minimum-Varianzmethode nach Ward) und Matrizen der ökologischen Habitatsansprüche der jeweiligen Libellenarten. Die Abstufung der Grautöne symbolisiert die Relevanz des jeweiligen Parameters (schwarz=unverzichtbar; weiß=nicht relevant).

**Tabelle 14: Libellen-Assoziationen der im Granit- und Gneishochland potentiell vorkommenden Arten mit dem dazugehörigen Arteninventar und Polardiagramme der ökologischen Ansprüche; angegeben sind die Mediane der Habitatsparameter von 0 (nicht relevant) bis 3 (sehr relevant).**

**Assoziationen:**

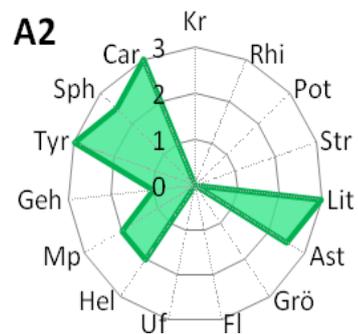
**A1: Assoziation der Moore mit größeren offenen Wasserflächen**

- Aeshna grandis*
- Enallagma cyathigerum*
- Cordulia aenea*
- Somatochlora metallica*
- Leucorrhinia dubia*
- Leucorrhinia rubicunda*



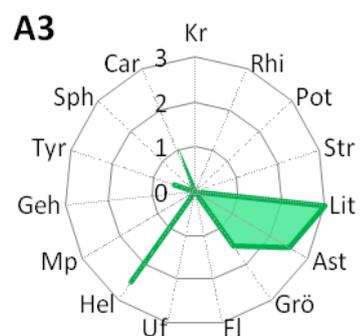
**A2: Assoziation der Moore ohne große offenen Wasserflächen**

- Somatochlora alpestris*
- Somatochlora arctica*
- Aeshna juncea*



**A3: Assoziation temporärer Gewässer**

- Lestes barbarus*
- Lestes dryas*
- Aeshna affinis*
- Sympetrum flaveolum*
- Sympetrum sanguineum*



#### A4: Assoziation anmooriger Gewässer mit emerser Vegetation

*Lestes sponsa*

*Lestes virens vestalis*

*Coenagrion hastulatum*

*Coenagrion puella*

*Coenagrion pulchellum*

*Leucorrhinia pectoralis*

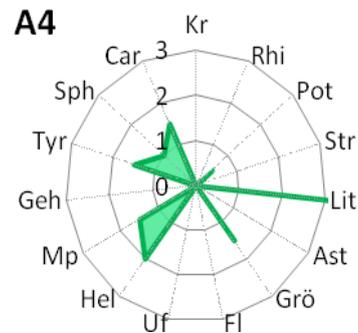
*Libellula quadrimaculata*

*Sympetrum danae*

*Sympetrum vulgatum*

*Pyrrhosoma nymphula*

*Sympecma fusca*



#### A5: Assoziation offener Wasserflächen mit submerser Vegetation

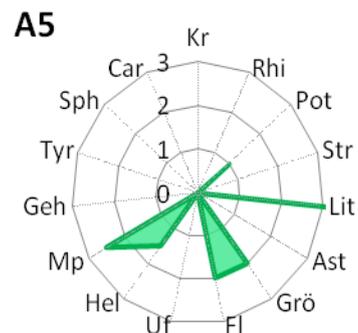
*Erythromma najas*

*Erythromma viridulum*

*Anax imperator*

*Anax parthenope*

*Crocothemis erythraea*



#### A6: Assoziation spärlich bewachsener Ufer

*Ischnura pumilio*

*Anax ephippiger*

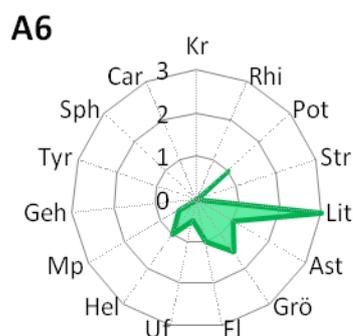
*Libellula depressa*

*Sympetrum fonscolombii*

*Orthetrum albistylum*

*Orthetrum cancellatum*

*Sympetrum striolatum*



## A7: Assoziation der Röhrichte und Ufergehölze

*Aeshna isosceles*

*Aeshna mixta*

*Brachytron pratense*

*Platycnemis pennipes*

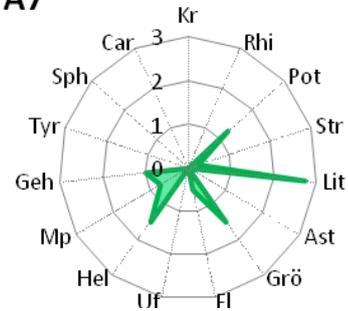
*Ischnura elegans*

*Libellula fulva*

*Chalcolestes viridis*

*Aeshna cyanea*

A7



## A8: Potamal-Assoziation

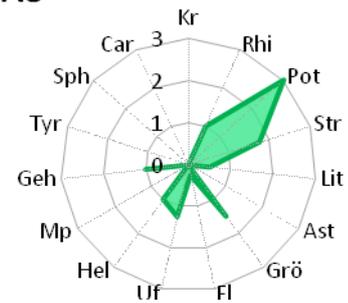
*Calopteryx splendens*

*Gomphus vulgatissimus*

*Onychogomphus forcipatus*

*Ophiogomphus cecilia*

A8



## A9: Rhithral-Assoziation

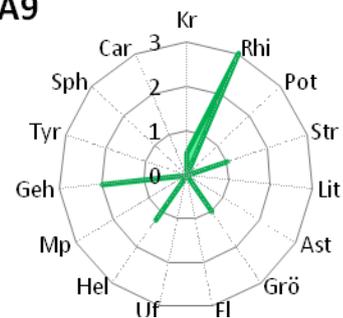
*Calopteryx virgo*

*Cordulegaster bidentata*

*Cordulegaster boltonii*

*Cordulegaster heros*

A9

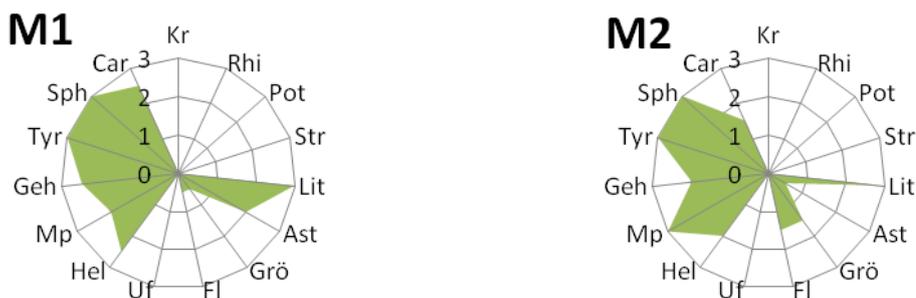


## 4.2.1 Moortypen

Tabelle 15 zeigt die ökologische Charakterisierung der zwei definierten Moortypen (Moore ohne große offene Wasserflächen (M1) und Hochmoorgewässer mit größeren Freiwasserflächen (M2)) aufgrund der 15 Habitatsparameter. Die Ausprägung der einzelnen Habitatsparameter ist in Abbildung 30 als Netzdiagramm dargestellt.

**Tabelle 15: Ökologische Charakterisierung der Moortypen anhand von 15 Habitatsparametern (0,0...nicht relevant, 3,0...sehr relevant). Kr...Krenal, Rhi...Rhithral, Pot...Potamal, Str...Strömungsgeschwindigkeit, Lit...Litoral, Ast...astatisches Gewässer, Grö...Größe, Fl...offene Wasserflächen, Uf...offene Ufer, Hel...Helophyten (Röhricht), Mp...submerse Makrophyten, Geh...Ufergehölz, Tyr...Tyrphophilie, Sph...flutende Sphagnen, Car...Caricetum. M1...Moore ohne große offene Wasserflächen, M2...Hochmoorgewässer mit größeren Freiwasserflächen.**

Moor- typ	Kr	Rhi	Pot	Str	Lit	Ast	Grö	Fl	Uf	Hel	Mp	Geh	Tyr	Sph	Car
<b>M1</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,0	0,5	0,5	0,0	2,5	2,0	2,5	3,0	3,0	2,5
<b>M2</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,5	1,5	1,5	0,0	2,0	3,0	2,0	3,0	3,0	1,5



**Abbildung 30: Grafische Darstellung der Ausprägungen (0,0...nicht relevant, 3,0...sehr relevant) der 15 Habitatsparameter (Kr...Krenal, Rhi...Rhithral, Pot...Potamal, Str...Strömungsgeschwindigkeit, Lit...Litoral, Ast...astatisches Gewässer, Grö...Größe, Fl...offene Wasserflächen, Uf...offene Ufer, Hel...Helophyten (Röhricht), Mp...submerse Makrophyten, Geh...Ufergehölz, Tyr...Tyrphophilie, Sph...flutende Sphagnen, Car...Caricetum) der beiden Moortypen (M1...Moore ohne große offene Wasserflächen, M2...Hochmoorgewässer mit größeren Freiwasserflächen).**

### 4.2.2 Gewässertyp-spezifische Libellen-Assoziationen

Die Ergebnisse der Pearson-Korrelation Analyse sind in Tabelle 16 ersichtlich und die daraus resultierende Zuteilung der Assoziationen mit den Gewichtungsfaktoren und den Statusklassen der jeweiligen Moortypen sind aus Tabelle 17 zu entnehmen.

**Tabelle 16: Pearson-Korrelationen (r) und Signifikanz (p) der Libellen-Assoziationen (A1 bis A9) und der Moorgewässertypen (M1 und M2).**

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
M1	0,588	0,931	0,464	0,639	0,128	0,141	0,227	-0,551	-0,236
	0,021	0,000	0,082	0,010	0,649	0,616	0,416	0,033	0,396
M2	0,849	0,725	0,267	0,721	0,455	0,238	0,363	-0,500	-0,267
	0,000	0,002	0,337	0,002	0,088	0,393	0,183	0,057	0,336

**Tabelle 17: Assoziationen, Gewichtungsfaktoren (GF) und Statusklassen (SKA) der beiden Moortypen.**

Moortyp	Assoziationen	Artenzahl	Gewichtungsfaktor (GF)	Statusklasse (SKA)					
				1	2	3	4	5	
M1	A2	3	3	≥1					0
	A4	11	1	≥4	3	2	1		0
M2	A1	6	3	≥2 <sup>1</sup>		1			0
	A2	3	2	≥1					0
	A4	11	2	≥4	3	2	1		0

### 4.3. Ergebnisse der DAI-Bewertung

Tabelle 18 zeigt die Moortypen an den jeweiligen Probenpunkten. Dabei wurden den Probenpunkten 1 bis 22 und den Probenpunkten 25 bis 27 der Moortyp M1 (Moore ohne große offene Wasserflächen) und den Probenpunkten 23 und 24 der Moortyp M2 (Hochmoorgewässer mit größeren offenen Freiwasserflächen) zugeordnet. Für den libellenökologischen Zustand der untersuchten Probenpunkte ergibt sich folgendes Bild:

<sup>1</sup> Aufgrund der Seltenheit von *L. rubicunda* in Österreich (nur 3 Standorte bekannt) wurde die Anzahl der bodenständigen Libellenarten bei der Statusklasse 1 von 3 Arten auf 2 Arten reduziert.

Der Probenpunkt 1 aus Kategorie 1 weist einen libellenökologisch sehr guten Zustand, der Probenpunkt 2 aus der Kategorie 1 einen guten libellenökologischen Zustand auf. Die restlichen Probenpunkte (3 bis 21) haben einen schlechten libellenökologischen Zustand. Bei den Sonderstandorten besitzen die Probenpunkte 22 (verwachsener Graben) und 25 (Niedermoor) einen schlechten libellenökologischen Zustand, der Probenpunkt 23 (Grabensperre) und 26 (Übergangsmoor) haben einen guten, die Probenpunkte 24 (Moorweiher) und 27 (Quellmoor) einen sehr guten libellenökologischen Zustand.

**Tabelle 18: Moortypen (M1...Moore ohne große offene Wasserflächen, M2...Hochmoorgewässer mit größeren offenen Freiwasserflächen) an den einzelnen Standorten. Dargestellt sind die zugehörigen Assoziationen, der DAI und der libellenökologische Zustand (1...sehr gut, 2...gut, 3...mäßig, 4...unbefriedigend, 5...schlecht).**

	Kategorie 1				Kategorie 2					Kategorie 3				Kategorie 4				Kategorie 5				Sonderstandorte					
Probenpunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
<b>Moortyp</b>	M1	M2	M2	M1	M1	M1																					
<b>Assoziationen und gefundene autochthone Arten</b>	A2 1 A4 1	A2 1 A4 0	A2 0 A4 0	A2 0 A4 0	A2 0 A4 1	A2 0 A4 0	A2 0 A4 1	A1 1 1 A4 3	A1 2 1 A4 4	A2 0 A4 0	A2 1 A4 0	A2 2 A4 0	A2 1 A4 0														
<b>DAI</b>	1,75	2,00	5,00	5,00	4,75	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,75	2,71	1,00	5,00	2,00	1,75
<b>Korrekturfaktor</b>	-0,5	-0,5																					-0,5	-0,5		-0,5	-0,5
<b>DAI<sub>corr.</sub></b>	1,25	1,50																					2,21	0,50		1,50	1,25
<b>Libellenökologischer Zustand</b>	1	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	1	5	2	1

## 5 Diskussion

### 5.1 Libellenassoziationen und Moorzustand

Im Jahr 2014 wurde ein Libellen-basierter Index für die Bewertung von Fließgewässern in den östlichen Flach- und Hügelländern von Österreich entwickelt und an mehreren Fließgewässern erfolgreich angewandt (Chovanec et al., 2014). Für die Bewertung von Mooren im Granit- und Gneishochland wurde nun diese Methodik adaptiert und weiterentwickelt. Durch die Überschneidung von Habitatsparametern wie Litoralanteil oder Wasserführung (permanent/astatisch) korrelieren einige Assoziationen mit Moorgewässern positiv, während andere Assoziationen für Moorgewässer untypisch sind. Deswegen wurden für die Zuteilung der Assoziationen nur Korrelationen mit einem Mindestwert von 0,6 herangezogen. Insgesamt wurden mittels Clusteranalyse neun Assoziationen herausgearbeitet; drei davon sind auch in Mooren vertreten. Dabei ist Assoziation 2 mit den Arten *S. alpestris*, *S. arctica* und *A. juncea* die für Hochmoore typische Assoziation (tyrphobiont). So ist beispielsweise *A. juncea* in niederen Lagen und im Granit- und Gneishochland an Moore gebunden und legt ihre Eier gerne direkt in den Torf. Die Arten *S. alpestris* und *S. arctica* sind echte Moorlibellen, die ihre Eier gerne in kleine Schlenken mit flutenden Sphagnen legen. Oftmals erscheinen Ablageorte ungeeignet, wenn sie keine sichtbaren Wasserflächen aufweisen. Bei längeren Trockenperioden kann es auch zum Austrocknen der Schlenken kommen. In diesem Fall wandern die Larven in die Bulten und überdauern in den feuchten Sphagnen (Wildermuth, 2013 a). Anders ist es bei Assoziation 1: diese Moorlibellen überstehen als Larven solche Trockenperioden nur sehr kurzfristig. So besiedeln z.B. *L. dubia* und *L. rubicunda* gerne sekundär entstandene Moorgewässer, die mit flutenden Sphagnen bewachsen sind (Wildermuth, 2013 b). Assoziation A4 kommt ebenfalls gerne in Mooren vor, ist jedoch nicht so stark an Moore gebunden (tyrphophil). Die definierten Assoziationen decken sich zum Teil mit den Assoziationen von Jacob (1969) und Stark (1976), die jedoch alpine bzw. ostdeutsche Moorassoziationen beschrieben haben. Das Granit- und Gneishochland mit seiner abweichenden Höhenlage könnte ein Grund sein, warum zwei Leitarten (*A. subarctica*, *A. caerulea*) in diesem Gebiet nicht verbreitet sind, da z.B. *A. caerulea* selten unter 1000 m Seehöhe anzutreffen ist (Raab, 2006 a). Die Leitarten für Moorgesellschaften im Granit- und Gneishochland (*C. hastulatum*, *A. juncea*, *S. alpestris*, *S. arctica* und *L. dubia*) wurden im

gesamten Untersuchungsgebiet als sicher bzw. wahrscheinlich autochthon nachgewiesen. Im Moorgebiet Sepplau konnten diese Arten alle als autochthon nachgewiesen werden, wobei *S. alpestris* und *S. arctica* in Moorbereichen gesichtet wurden, wo keine oder nur kleinere freie Wasserflächen (<1m<sup>2</sup>) vorhanden waren und die Schlenken in trockenen Jahren sogar oberflächlich austrocknen können. Die gelegentliche oberflächliche Austrocknung der Schlenken in Hochmooren ist ein natürlicher Prozess, der für Libellenarten einen hohen Stressfaktor darstellt. Im Gegensatz dazu wurden autochthone Individuen von *L. dubia* ausschließlich in Moorgewässern gefunden, die eine höhere Tiefe aufweisen und über den Sommer nicht austrocknen. Dies waren meist sekundär entstandene Gewässer wie alte Torfstiche oder durch Renaturierungsmaßnahmen entstandene, mit Wasser gefüllte Grabensperren. Die Unterschiede im Austrocknungsgrad und der Größe der Freiwasserfläche wurden daher für die Definition der beiden Moorgewässertypen herangezogen; diese Typen weisen deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Assoziationen und den Gewichtungsfaktoren auf, die wesentliche Faktoren für die Berechnung des Dragonfly Association Index (DAI) darstellen.

Bei den Ergebnissen ist bereits bei der Berechnung des DAI ersichtlich, dass unbeeinträchtigte Hochmoorgebiete, die Bulten und mit Wasser gefüllte Schlenken aufweisen, die gelegentlich austrocknen können, die Assoziationen A2 (Assoziationen der Moore ohne große offene Wasserflächen) und A4 (Assoziation anmooriger Gewässer mit emerser Vegetation) aufweisen. Moorgewässer mit größeren Freiwasserflächen beziehen hingegen eine weitere Assoziation (A1) für die Berechnung mit ein. Dadurch müssen solche Gewässer, um einen besseren libellenökologischen Zustand zu bekommen auch mehr Arten aufweisen.

Beim Vergleich der Hochmoorgewässer mit unterschiedlichen Zustandskategorien ist sofort ersichtlich, dass bereits Moore in Kategorie zwei (= höhere Abundanz von Latschen) einen schlechten libellenökologischen Zustand aufweisen. Ein wesentlicher Grund für die höheren DAI-Werte liegt in erhöhter Schattenbildung. Ein weiterer Grund liegt womöglich in der mechanischen Behinderung durch die dichten Latschenbestände, wodurch Libellen den Boden und somit ihre Plätze zur Eiablage schlechter erreichen können. Hingegen können Standorte der Kategorie 3 mit ihren lichten Moorbüscheln gut durchflogen werden. Eine weitere Erklärung für den schlechten libellenökologischen Zustand ist auch der extrem heiße und trockene Sommer 2015 ([www.zamg.at](http://www.zamg.at), 2016), der zu vermehrter Austrocknung führte und somit die Eiablage auf geeignetere Gebiete verlagerte.

te. Bei den Kategorien 4 und 5 handelt es sich um bereits sehr stark beeinflusste Moorgebiete, die zum Großteil komplett entwässert wurden, und somit keinen Lebensraum für die Libellenlarven bieten. Eine Analyse des libellenökologischen Zustandes der Probenpunkte 3 und 4 aus dem Tannermoor (Kategorie 1) zeigt DAI-Werte von 5,00, was einen libellenökologisch schlechten Zustand bedeutet. Bei einem persönlichen Gespräch mit Mag. Dr. Mario Pöstinger von der oberösterreichischen Umwelthanwaltschaft am 29.2.2016 wurde bestätigt, dass anhand von Pegelmessungen ersichtlich wurde, dass die Hydrologie des Tannermoores durch Drainagen stark beeinflusst ist. Aufgrund der Größe des Gebietes (> 100 ha) blieb zwar die Vegetation lange ohne große Beeinträchtigungen, die Bedingungen für Libellen waren hingegen nicht mehr ausreichend. In diesen Fall berücksichtigt der Einsatz von Libellen zur Bewertung von Moorgewässern sowohl die Hydrologie als auch die Vegetationsstruktur; Änderungen der Hydrologie könnten bereits frühzeitig erkannt werden. Die Probenpunkte 1 und 2 aus der Sepplau (ebenfalls Kategorie 1) haben einen DAI von 1,25 und 1,50, was auf einen sehr guten bis guten libellenökologischen Zustand schließen lässt. Jedoch werden diese Flächen allmählich immer kleiner, da der Latschenbestand immer dichter wird. Diese Flächen könnten aber durch richtiges Pflegemanagement erhalten bleiben und sogar wieder ausgeweitet werden. Auch bei der Daunerau könnten durch Renaturierungsmaßnahmen (Verschließen der Gräben) Sekundärbiotope entstehen (ähnlich wie in den Roten Auen), die Lebensräume für gefährdete Libellenarten, aber auch für andere Tier- und Pflanzenarten bieten. Dennoch ist zu bedenken, dass der Großteil der noch existierenden Moore im Granit- und Gneishochland stark beeinträchtigt ist. Es sollte rasch gehandelt werden, um fortschreitende Entwässerung zu stoppen und den Verlust von wichtigen Wasserflächen und Feuchtgebieten für Moorspezialisten zu unterbinden.

## 5.2 Arteninventar und Anpassung

Von den insgesamt 14 gesichteten Arten gehören fünf zu den Zygoptera und neun zu den Anisoptera. Unter den fünf Zygoptera-Arten ist nur *C. hastulatum* ein Moorspezialist, die anderen Kleinlibellen sind entweder Ubiquisten wie *P. nymphula* oder *C. puella*, die neben anderen Gewässern auch in Moorgewässern vorkommen, oder sie sind keine autochthonen Arten, wie im Fall von *P. pennipes*. Von dieser Art wurden zwei Individuen gefunden, die noch nicht die typische ausgereifte blaue Färbung besaßen. Daher ist rückzuschließen, dass Probenpunkt 17 kein Fortpflanzungsgewässer für die Art war, sondern

vielmehr als Reifungshabitat genutzt wurde. *C. viridis* ist normalerweise auch nicht an Moorgewässern anzutreffen. Das Vorhandensein von überhängenden Gehölzen am Gewässerrand bot aber günstige Voraussetzungen für die Eiablage am Probenpunkt 24 (Moorweiher). Dabei wurde beobachtet, dass die Weibchen die Eier nicht wie üblich in Weiden, sondern in junge Rotföhren stachen.

Auch unter den neun Anisoptera-Arten fanden sich Ubiquisten wie *L. depressa* und *L. quadrimaculata*. Von der Gattung *Aeshna* waren drei Arten vertreten: *A. grandis* und *A. cyanea* sind weit verbreitet und nützen ein breites Spektrum von Stillgewässern als Fortpflanzungshabitat. Auch *A. juncea* besiedelt in den nördlicheren Breiten und höheren Lagen beinahe alle Stillgewässer, jedoch ist sie in tieferen Lagen im mitteleuropäischen Raum stark an Moore gebunden. Aus diesem Grund ist es völlig legitim, *A. juncea* im Granit- und Gneishochland als Moorlibelle zu bezeichnen. Anders als erwartet wurde jedoch nur ein Individuum von *S. danae* im Untersuchungsgebiet gesichtet, obwohl diese Art häufig in anthropogen beeinflussten Mooren, in wasserführenden Regenerationsflächen oder auch in sauren fischfreien Gewässern vorkommt. Womöglich meidet *S. danae* stärker beschattete Gewässer und wurde deswegen nicht öfter gesichtet. *L. dubia* ist eine typische Moorart, die auf flutende Torfmoose angewiesen ist und im Untersuchungsgebiet unter den Großlibellen die häufigste Art war. Insgesamt wurde *L. dubia* an sechs Probenpunkten gesichtet, jedoch als autochthon eingestuft wurde sie nur bei der Grabensperre in den Roten Auen (Probenpunkt 23) und beim Moorweiher bei der Sepplau (Probenpunkt 24). *L. dubia* kommt an geeigneten Moorgewässern meist in hoher Abundanz vor, wobei diese Art dann kein Territorialverhalten mehr zeigt (Wildermuth & Martens, 2014). Die beiden Arten aus der Gattung *Somatochlora* wurden in der Sepplau nachgewiesen. Dabei handelt es sich um *S. alpestris* und *S. arctica*, die auf Hoch- und Übergangsmoore spezialisiert sind. Diese Arten besiedeln recht ähnliche Habitate, meist kleinere Schlenken ohne größere offene Wasserflächen (Prenn, 1935). Es kommt bei syntopem Auftreten oft vor, dass *S. arctica* von *S. alpestris* in ungünstigere Gewässer verdrängt wird (Wildermuth, 2013). Dies wäre auch eine Erklärung, warum *S. arctica* nur bei Probenpunkt 26 nachgewiesen wurde, wo *S. alpestris* fehlte. Im Quellmoorbereich in der Sepplau in Oberösterreich (Probenpunkt 27) wurde die Bodenständigkeit von *S. alpestris* durch Exuvienfunde belegt, die Bodenständigkeit von *S. arctica* als wahrscheinlich angenommen, da ein Weibchen seine Eier beim kleinen Übergangsmoorbereich bei der Sepplau (Probenpunkt 26) abgelegte. Es ist auch nicht auszuschließen, dass *S. arctica*

in den Probenpunkten 1, 2 und 27 bodenständig ist, da im Folgejahr (2016) eine Exuvie von *S. arctica* im Hochmoorbereich in Niederösterreich gefunden wurde. Auch in anderen Mooren können *S. arctica* und *S. alpestris* vorkommen. Nach Schwarz (2007) hat sich in den Roten Auen nach Sanierungsarbeiten 2006 neben *L. dubia* und *C. hastulatum* auch *S. arctica* in diesem Moor angesiedelt. Nach mehr als 30 Jahren wurde *S. arctica* in Oberösterreich, obwohl sie bereits als ausgestorben bzw. verschollen eingestuft wurde (Laister, 1996), wiedergefunden, obwohl es im Freiwald- und Weinsbergerwald davor noch keine Funde von *S. arctica* gab. Generell traten im Jahr 2015 diese zwei Arten nur in geringen Abundanzen auf. Grund dafür könnte das ausgeprägte Fluchtverhalten dieser Art in das umgebene Waldgebiet oder die aggressive Revierverteidigung der Männchen sein. Genauso in Betracht gezogen werden muss die Tatsache, dass Moorspezialisten durch die hohen Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht einen anderen Tagesrhythmus besitzen als Libellenarten an anderen Gewässertypen. Durch die dunkle Pigmentierung können sich sowohl *S. arctica* als *S. alpestris* in den Morgenstunden schneller aufwärmen und sind somit bereits früher am Fortpflanzungsgewässer anzutreffen; um Überhitzungen in der Mittagszeit zu vermeiden, verlassen sie diese und patrouillieren dann erst wieder am späteren Nachmittag. Aber auch der extrem trockene und heiße Sommer führte dazu, dass im Juli geeignete Laichgewässer bereits ausgetrocknet waren.

Unter den nachgewiesenen Libellenarten finden sich Ubiquisten, die auch Moorgewässer besiedeln, wie etwa *P. nymphula*, *C. puella*, *A. cyanea* und *L. quadrimaculata*. Besonders bei den Probenpunkten 23 und 24, die genug Wasser führten, das ganze Jahr nicht austrockneten und z. T. größere offene Wasserflächen aufwiesen, war die Artenzahl viel höher. An diesen Standorten fehlten *S. alpestris* und *S. arctica*, die solch offene Wasserflächen meiden. Eigentlich sind größere offene Wasserflächen in den Hochmooren des Granit- und Gneishochlandes sehr untypisch und meist ein Zeichen für anthropogene Einflüsse. Die Standorte, wo entweder *S. alpestris* oder *S. arctica* gesichtet wurden, wiesen geringe Artenanzahlen auf. Meist kamen diese beiden Arten zusammen mit *P. nymphula* und/oder *A. juncea* vor. Durch die starke Verinselung von Moorgebieten, die sich durch den hohen Zerstörungsgrad noch verstärkt hat, haben vor allem Großlibellen durch ihre bessere Mobilität einen Vorteil bei der Ausbreitung auf andere Moorgebiete (Dreyer, 1988). Echte Moorspezialisten müssen sich vor allem an die Extreme in Mooren anpassen. Dabei spielt vor allem die hohe Temperaturschwankung zwischen Tag und Nacht eine entscheidende Rolle. Für Moorlibellen sind vor allem drei Regulationsmechanismen

relevant. Zum einen können sie durch Gleitflüge die Flugmuskulatur abschalten, um weniger Wärme zu erzeugen. Bei den drei Gattungen *Somatochlora*, *Aeshna* und *Leucorrhinia* kann dieses Flugverhalten gut beobachtet werden. Zusätzlich können Odonata die Temperatur über den Haemolymphfluss regeln und auch ihre Aktivität in günstigere Tages- bzw. Jahreszeiten verschieben (May, 1987). Durch die starke Pigmentierung sind tyrphobionte Arten in Mooren nicht nur gut getarnt („background melanism“), sondern können auch ihre Flugaktivität vorverlegen, da sie früher aufgeheizt sind („thermopluvialer Melanismus“) (Kettlewell, 1973). Aber nicht nur Imagines müssen sich an diese stark schwankenden Temperaturen anpassen. Durch hohe Wassertemperaturen an der Oberfläche kann es zu Sauerstoffzehrung kommen, die den Gasaustausch bei den Larven erschwert. Eine raschere Entwicklung erschöpft die Nahrungsressourcen sehr schnell und kann zu einem Zusammenbruch der Population führen. Bei *L. dubia* ist die Entwicklung der jungen Larven komplett abhängig von der Tageslänge, während das letzte Larvenstadium nur mehr temperaturabhängig ist. Dadurch kommt es zu einer Synchronisation der schlupffreien Larven (Norling, 1976). Dies ist ein wichtiger Mechanismus, um eine erfolgreiche Reproduktion in isolierten Gebieten zu gewährleisten. Auch am Probenpunkt 24 wurde am 3. Juni 2015 *L. dubia* in hoher Anzahl beim Schlüpfen gesichtet, wobei ein Großteil der schlüpfenden Individuen sofort Pedatoren wie Vögeln, Reptilien (Schmidt, 1963), aber auch Ameisen zum Opfer fiel.

Ein weiterer wichtiger abiotischer Faktor in Mooren ist der saure pH-Wert (oftmals <4). Nach Schmidt (1963) ist die Verträglichkeit von saurem Humuswasser essentiell für die larvale Entwicklung. Bei Zuchtversuchen mit Eiern verschiedener Großlibellen-Arten in Medien mit verschiedenen pH-Werten (pH 2-14) konnten keine signifikanten Unterschiede in der Entwicklung der Larven festgestellt werden. (Lutz, 1984). Da der saure pH-Wert jedoch durchaus Einfluss auf die Vegetation und das Nahrungsangebot in Hochmooren hat, sind indirekte Auswirkungen des pH-Wertes nicht auszuschließen. Womöglich ist die geringe Libellendiversität in Hochmooren auch auf die Armut von dreidimensionalen Pflanzenstrukturen zurückzuführen, zumal viele Libellenarten in Mitteleuropa ihre Eier endophytisch in Röhricht oder andere senkrechten Pflanzenstrukturen ablegen (Dreyer, 1988).

### 5.3 Phänologie

Die Libellen werden aufgrund des unterschiedlichen zeitlichen Auftretens im Jahr in drei phänologische Gruppen eingeteilt. Die Winterlibellen mit nur einer Gattung (*Sympecma*) wurden im Untersuchungsgebiet nicht gesichtet. Grund dafür ist, dass die potentiell vorkommende Art *S. fusca* eher eine Tieflandart ist, die ihren Hauptverbreitungsschwerpunkt unter 700 m Seehöhe hat. Zwar wurde am 5.3.2007 ein weibliches Individuum von *S. fusca* im Randbereich der Roten Auen von M. Schwarz gesichtet, jedoch ist die Bodensständigkeit dieser Art nicht sicher (Schwarz, 2007). Zu den Frühjahrsarten zählen nach Schmidt (1985) jene Arten, die zwischen der ersten Maidekade und ersten Junidekade schlüpfen und ihre Hauptfortpflanzungszeit von der dritten Maidekade bis in die zweite Julidekade aufweisen. Nach Corbet (1956, 1957 a, b, 1962, 1999) und Corbet et al. (1960) sind all jene Libellen Frühjahrsarten, die eine Diapause im letzten Larvenstadium halten und dann relativ früh im Jahr meist mehr oder weniger synchronisiert schlüpfen und somit eine relativ kurze Schlupfperiode haben. Nach diesen Kriterien wurden *P. pennipes*, *P. nymphula*, *S. alpestris*, *S. arctica*, *L. quadrimaculata*, *L. depressa* und *L. dubia* als Frühjahrsarten klassifiziert, wobei *L. quadrimaculata* und *L. depressa* zu den frühen Frühjahrsarten zählen und *P. pennipes*, *P. nymphula*, *S. alpestris*, *S. arctica* und *L. dubia* zu den späten Frühjahrsarten. Anfang Juni wurden 22 Exuvien von *P. nymphula* gefunden, später nicht mehr; zu dieser Zeit waren auch schon 38 adulte Individuen am Gewässer. Die höchste Abundanz mit 232 Individuen wurde Anfang Juli beobachtet und flachte Ende Juli mit 91 Individuen bereits wieder ab, während zuletzt Mitte August nur mehr 14 Individuen gesichtet wurden. Ähnlich verhält sich das zeitliche Auftreten von *L. dubia*. Auch hier wurden Anfang Juni Exuvien gefunden (66), jedoch wurden Anfang Juli auch noch sieben Exuvien gefunden und Ende Juli noch eine. Die höchste Abundanz von Adulten von *L. dubia* wurde Anfang Juli mit 91 Individuen beobachtet und flachte ähnlich wie bei *P. nymphula* dann wieder ab. Nach Mitte August wurde die Art nicht mehr gesichtet. Diese beiden Arten weisen das typische jahreszeitliche Auftreten von Frühjahrsarten nach Schmidt (1985) auf. Auch das Phänomen der synchronisierten Emergenz wurde bei einigen Arten wie z. B. bei *P. nymphula* am 2. Juni 2015 bei der Grabensperre in den Roten Auen beobachtet. Am 3. Juni wurde am Moorweiher bei der Sepplau ein Massenschlupf von *L. dubia* registriert und am 5. Juni wurden mehrere Exuvien von *S. alpestris* im Quellmoorbereich in der Sepplau eingesammelt. Zu den Sommerarten zählen nach Schmidt (1985) jene Arten, die während der zweiten Junidekade bis zur ersten Augustde-

kade schlüpfen; die Hauptfortpflanzungszeit findet in der zweiten Julidekade bis in den September hinein statt. Nach Corbet (1956, 1957, 1962, 1999) und Corbet et al. (1960) fehlt den Larven des letzten Stadiums eine Diapause und die Emergenz findet relativ spät im Jahr statt, wodurch die Schlüpfperiode ausgedehnter als bei den Frühjahrsarten ist. Zu den Sommerarten gehören *C. viridis*, *C. puella*, *C. hastulatum*, *A. juncea*, *A. cyanea*, *A. grandis* und *S. danae*. Bei der Unterteilung der Sommerarten gehören *C. puella*, *C. hastulatum*, *A. juncea*, *A. cyanea*, *A. grandis* und *S. danae* zu den eigentlichen Sommerarten und *C. viridis* zu den späten Sommerarten. Obwohl *C. hastulatum* bereits Anfang Juni mit zwei Individuen gesichtet wurde und bereits nach Ende Juli fehlte, wurde diese Art trotzdem zu den Sommerarten gezählt, da die höchste Abundanz nicht Anfang Juli (29 Individuen), sondern Ende Juli (34 Individuen) dokumentiert wurde. Außerdem könnten die zwei Individuen, die Anfang Juni gesichtet wurden, sehr junge Individuen gewesen sein. Bei *A. juncea* wurden Anfang Juli zehn Exuvien gefunden, jedoch noch keine Adulten. Ende Juli wurden noch zwei Exuvien gefunden, und es fanden sich bereits 26 Adulte. Mitte August wurde noch eine Exuvie gefunden, und zu dieser Zeit konnte auch die höchste Abundanz mit 35 adulten Individuen beobachtet werden. Mitte September wurden noch 18 Individuen an den Fortpflanzungsgewässern gesichtet. Bei *C. viridis* wurden die ersten Adulten Mitte August mit zehn Individuen gesichtet, Mitte September noch 18. Die beobachtete Phänologie der Libellen im Untersuchungsgebiet stimmt mit Schmidt (1985) und Corbet (1956, 1957, 1962, 1999) im Wesentlichen überein, wobei bei manchen Arten das Datenmaterial nicht komplett ausreichend ist, um eine genaue Klassifizierung der phänologischen Gruppen vorzunehmen (z. B. die Sommerart *S. danae* mit nur einem Individuum Mitte August).

## **5.4 Gefährdung von Mooren und Libellen in Österreich**

Moore gehören neben Auen und Trockenrasen in Österreich zu den gefährdeten Biotoptypen ([www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at)). Vor allem durch Drainagen, den Abbau von Torf und die Kultivierung von Fichtenforsten, Beweidung und Eutrophierung wurden in Österreich bereits mehr als 90 % der Moore zerstört und von den restlichen vorhandenen Moorflächen sind bereits weniger als ein Drittel noch intakt. Durch die Beeinträchtigung der Hydrologie von Mooren und die damit einhergehende Zersetzung des Torfes werden aus Kohlenstoffsenken Kohlenstoffquellen (Grünig, 2010; Höper, 2010). Vor allem die Moore im Wald- und Mühlviertel sind stark beeinträchtigt. Zusätzlich zu den direkten

anthropogenen Beeinträchtigungen setzt ihnen auch der Klimawandel durch ansteigende Temperaturen und ausbleibende Sommerniederschläge stark zu (Niedermair et al., 2010). Die Änderung der Hydrologie hat starken Einfluss auf die Flora und Fauna von Mooren. Bereits künstlich geschaffene Moorweiher, die durch Torfabbau entstanden sind, weisen eine artenreichere Pflanzen- und Tierwelt auf. Libellen reagieren schnell auf diese Veränderungen. Während in kleineren und seichteren Wasserflächen hauptsächlich Arten vorkommen, die ihren Schwerpunkt in Mooren haben (*S. arctica*, *S. alpestris*, *C. hastulatum*, *S. subarctica*, *A. juncea* und *L. dubia*), kommen in größeren Moorweihern auch andere Libellenarten vor wie *A. cyanea*, *A. grandis*, *C. puella* und *L. quadrimaculata*. Dabei verschwinden jedoch gewisse Moorlibellenarten, die größere offene Wasserflächen meiden (Wildermuth, 1995).

In Österreich kommen 14 typische Moorlibellen vor, acht davon sind stenöke Moorarten (*A. subarctica*, *L. dubia*, *L. rubicunda*, *S. arctica*, *S. alpestris*, *Somatochlora flavomaculata* (VANDER LINDEN, 1825), *S. flaveolum* und *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840), die anderen sechs sind euryöke Moorarten (*L. virens*, *C. hastulatum*, *A. juncea*, *A. caerulea*, *L. pectoralis*, und *S. danae*). In den Mooren des Freiwaldes und Weinsbergerwaldes wurden im Jahr 2015 drei stenöke (*L. dubia*, *S. arctica* und *S. alpestris*) und drei euryöke (*C. hastulatum*, *A. juncea* und *S. danae*) Moorarten gesichtet. In den Mooren des Granit- und Gneishochlandes wurden bisher einige der zwölf Moorlibellen nicht nachgewiesen, wie etwa *A. subarctica*, *A. caerulea* und *N. speciosa*. Von den gesichteten Libellenarten sind laut Roter Liste Österreichs (2006) zwei (*A. juncea* und *S. danae*) als nicht gefährdet (LC...Least concern) eingestuft, eine Art (*S. alpestris*) mit drohender Gefährdung (NT...Near Threatened) und drei (*S. arctica*, *L. dubia* und *C. hastulatum*) als gefährdet (VU...Vulnerable) (Raab, 2006 b). Vergleicht man den Gefährdungsstatus von *S. alpestris* in verschiedenen Bundesländern, gilt diese Libellenart in Tirol als nicht gefährdet (Landmann, 2005), während sie in Niederösterreich und Oberösterreich vom Aussterben bedroht ist. Dabei stammen die letzten Nachweise von *S. alpestris* im Granit- und Gneishochland aus den 1980er Jahren (Raab & Chwala, 1997; Laister, 1996). Grund dafür ist, dass diese Art unter anderem eine alpine Moorart ist, ähnlich wie *A. caerulea* und *A. subarctica*, und ihr Hauptverbreitungsareal in den Alpen liegt. Des Weiteren hat Österreich im Alpenraum noch besser erhaltene Moore, die vorwiegend durch den Wintertourismus und Viehbeweidung gefährdet sind und weniger durch Entwässerung und Aufforstung mit Fichtenwäldern. Auch *S. arctica* ist in Niederösterreich

vom Aussterben bedroht und galt in Oberösterreich sogar als ausgestorben oder verschollen, wurde aber 2006 von Schwarz in den Roten Auen in Oberösterreich wieder nachgewiesen. In Niederösterreich ist *C. hastulatum* vom Aussterben bedroht und *A. juncea* und *L. dubia* gelten als gefährdet (Raab & Chwala, 1997). In Oberösterreich ist *L. dubia* stark gefährdet und *C. hastulatum* und *A. juncea* sind gefährdet (Laister, 1996). Die Vorkommen von Hochmooren begrenzen sich in Nieder- und Oberösterreich im Wesentlichen auf das Granit und Gneishochland und auf das Alpenvorland (Steiner, 2005). Alleine deswegen sind typische Moorarten in Nieder- und Oberösterreich echte Raritäten und neben bedrohten Libellenarten sind auch viele weitere Tier- und Pflanzenarten, die nur in Hochmooren vorkommen, sehr gefährdet.

## 5.5 Fazit

Die Sepplau ist ein wichtiges Reproduktionsgebiet für *C. hastulatum*, *L. dubia*, *A. juncea*, *S. alpestris*, *S. arctica* und eventuell auch *S. danae*. Da dieser Moorkomplex an der niederösterreichischen und oberösterreichischen Grenze liegt, ist das Gebiet für zwei Bundesländer von großem Interesse. Obwohl die Sepplau im Granit- und Gneishochland zu den besterhaltenden Hochmooren gehört, haben Untersuchungen ergeben, dass bereits dichtere Latschenbestände von Moorlibellen nicht mehr als geeignete Laichplätze angesehen werden. Aber auch die Flächen der Entwicklungsgewässer nehmen stark ab. Auch wenn in einem Moor kein direkter anthropogener Einfluss herrscht, kommt es durch das rasche Wachstum der Latschen aus libellenökologischer und bryologischer Sicht zu einer Verschlechterung des Moorzustandes. Durch die Schattenbildung kommen schattentolerantere Waldmoosarten wie z. B. *P. schreberi* auf, die Torfmoose verdrängen. Letztere sind essentiell für Hochmoore, da sie für ständige Wassersättigung und für den niedrigen pH in ihrer Umgebung sorgen. Bei dichten Latschenbeständen wäre das Schwenden der Latschen, obwohl sie unter Naturschutz stehen, eine wichtige Pflegemaßnahme, um Hochmoore langfristig erhalten zu können. Dennoch sollte darauf geachtet werden, dass solche durchgeführten Maßnahmen tyrphobionte bzw. tyrphophile (Libellen-)Arten fördern sollen und nicht Lebensraum für untypische Arten geschaffen werden; dabei stehen Primärhabitats vor Sekundärhabitaten (Buchwald & Schiel, 2002). Auch wenn es im Untersuchungsgebiet libellenökologisch wertvolle Hochmoore gibt, muss trotzdem darauf hingewiesen werden, dass der Großteil der beprobten Gebiete einen schlechten libellenökologischen Zustand aufwies und hier großer Handlungsbedarf besteht. Eine Studie aus

Finnland bestätigt, dass Drainagen sich negativ auf die Abundanz und den Artenreichtum von Libellen auswirken. Auch wird gezeigt, dass durch Renaturierungsmaßnahmen die Anzahl der Arten und deren Abundanz wieder steigen (Elo et al., 2015). Auch in einem Hochmoor bei Deutscheinsiedel wurden nach Renaturierungsmaßnahmen die Reproduktionsbedingungen für moortypische Libellen verbessert, wobei bereits wenige Jahre später auch die Bodenständigkeit von *S. alpestris* (in Deutschland vom Aussterben bedroht) belegt wurde (Olias & Günther, 2007). Eine kleine Erfolgsgeschichte im Untersuchungsgebiet sind die Roten Auen. Durch die Verschließung der Gräben entstanden Wasserflächen, die wichtige Lebensräume für *C. hastulatum*, *L. dubia* und *A. juncea* bieten und wahrscheinlich auch für *S. arctica* und *S. alpestris*, die leider 2015 nicht gesichtet wurden. Eine ähnliche Renaturierung mit Grabensperren wäre in der Daunerau gut vorstellbar. Der Dragonfly Association Index (DAI) für das Granit- und Gneishochland kann zwar keine Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet ersetzen, jedoch ist er eine gute faunistische Erweiterung zur Bewertung von Mooren. Jedoch muss dabei bedacht werden, dass die Artengarnitur von Libellen regional variieren kann und somit für ein anderes Gebiet, wie bspw. im Alpenraum, eine andere Libellenartenzusammensetzung in Mooren herrscht. Dabei ist es unabdingbar, die regionalen Unterschiede zu beachten (Donath, 1987; Schmidt, 1985). Also müsste für alpine Moorgewässer der DAI angepasst werden, um die in der Region vorkommenden Libellenarten zu berücksichtigen.

## 6 Literaturverzeichnis

- Askew R. R. (1988): *The Dragonflies of Europe*. – Harley Books, Colchester, Essex: 291pp.
- Bellmann H. (2013): *der Kosmos Libellenführer – Alle Arten Mitteleuropas Extra: Südeuropäische Arten*. – Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart: 319pp.
- Brauckmann C., Schöllmann L. & Sippel W. (2003): *Die fossilen Insekten, Spinnentiere & Eurypteriden von Hagen-Vorhalle*. – Geol. Paläont. Westf. 59: 89 pp.
- Buchwald R. & Schiel F.-J. (2002): *Möglichkeiten und Grenzen gezielter Artenschutzmaßnahmen in Mooren – dargestellt am Beispiel ausgewählter Libellenarten in Südwestdeutschland*. – TELMA 32: 161-174.
- Chovanec A. (1999): *Methoden für die Erhebung und Bewertung der Libellenfauna (Insecta: Odonata) – eine Arbeitsanleitung*. – Anax 2: 1-22.
- Chovanec A. & Waringer J. (2006): *Libellen als Bioindikatoren*. – In Raab R., Chovanec A. & Pennerstorfer J.: *Libellen Österreichs*. – Springer, Wien, New York: 311-322.
- Chovanec A., Waringer J., Wimmer R. & Schindler M. (2014): *Dragonfly Association Index – Bewertung der Morphologie von Fließgewässern der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer durch libellenkundliche Untersuchungen*. – BLFUW, Wien: 41 pp.
- Chovanec A., Schindler M., Waringer J. & Wimmer R. (2015): *Dragonfly Association Index (Insecta: Odonata) – a Tool for the Type-Specific Assessment of Lowland Rivers*. – River Research and Applications 31: 627-638.
- Corbet P. S. (1956): *The life-historie of Lestes sponsa (HANSEMANN) and Sympetrum striolatum (CHARPENTIER) (Odonata)*. – Tijdschrift voor Entomologie 99: 217-229.
- Corbet P. S. (1957 a): *The life-histories of two spring species of dragonfly (Odonata: Zygoptera)*. – Entomologist's Gazette 8: 79-90.
- Corbet P. S. (1957 b): *The life-history of the emperor dragonfly Anax imperator LEACH (Odonata: Aeshnidae)*. – Journal of Animal Ecology 26: 1-69.
- Corbet P. S. (1962): *A Biology of Dragonflies*. – Witherby, London: 247 pp.
- Corbet P. S. (1980): *Biology of Odonata*. – Ann. Rev. Entomol. 25: 189-217.
- Corbet P. S. (1999): *Dragonflies. Behaviour and Ecology of Odonata*. – Harley Books, Colchester, Essex: 829 pp.
- Corbet P. S., Longfield C. & Moore N. W. (1960): *Dragonflies*. – Collins, London: 260 pp.
- Dijkstra K.-D. B. (Hrsg.), Lewington R. (Illustrationen) (2014): *Libellen Europas – der Bestimmungsführer*. – Haupt, Bern: 320 pp.
- Donath H. (1987): *Vorschlag für ein Libellen-Indikatorsystem auf ökologischer Grundlage am Beispiel der Odonatenfauna der Niederlausitz*. – Ent. Nachr. Ber. 31: 213-217.
- Dreyer W. (1988): *Zur Ökologie der Hochmoorlibellen*. – Bonn. Zool. Beitr. 39: 147-152.
- Dušej G., Billing H., Bolzern H. & Hofer U. (1998): *Die Reptilien der Mooregebiete*. – In Handbuch Moorschutz in der Schweiz 1, 3.4.4: 13 pp.

- Elo M., Penttinen J. & Kotiaho J. S. (2015): The effect of peatland drainage and restoration on Odonata species richness and abundance. – *BMC Ecology* 15:11: 8 pp.
- Engel M. S. (1998): *Megatypus parvus* spec. No., a new giant dragonfly from the Lower Permian of Kansas (Protonata: Meganeuridae). – *Odonatologica* 27: 361-364.
- Frahm J.-P. und Frey W. (2004): *Moosflora* – 4. Auflage. – Ulmer, Stuttgart: 538 pp.
- Fraser F. C. (1957): A reclassification of the order Odonata, based on some new interpretations of the venation of the dragonfly wing. – *Handbook of the Royal Zoological Society of New South Wales* 12: 1-133.
- Fuchs K., Hacker W., Strauch M. (2007): Raumeinheit Freiwald und Weinsberger Wald. – Büro Grün Integral/Naturschutzabteilung Land OÖ 20: 95 pp.
- Granhall U. & Hofsten A. V. (1976): Nitrogenase Activity in Relation to Intracellular Organisms in *Sphagnum* Mosses. – *Physiol. Plant.* 36: 88-94.
- Grünig A. (2010): Biodiversität und Klima: Moore - vom Aschenputtel zur Prinzessin? – *Natur und Land* 2010\_1: 4-11.
- Haubner H. (2007): Die Moore des Bezirks Freistadt in Oberösterreich - Zustandserhebung und Managementvorschläge. – Diplomarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg: 278 pp.
- Heidemann H. und Seidenbusch R. (2002): Die Libellenlarven Deutschlands. – *die Tierw. Deutschl.* 72: 328 pp.
- Hintermann U. (1995): die Bedeutung der Moorlandschaften für den nationalen faunistischen Artenschutz. – In *Handbuch Moorschutz in der Schweiz* 1, 3.3.1: 10 pp.
- Höper H. (2010): Was bringt die Wiedervernässung von Mooren für den Klimaschutz? – *Natur und Land* 2010\_1: 11-13.
- Jacob U. (1969): Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen Ökologie und Verbreitung heimischer Libellen. – *Faunist. Abh. Staatl. Mus. Tierkunde Dresden* 2 (24): 197-239.
- Kaiser H. (1975): Räumliche und zeitliche Aufteilung des Paarungsplatzes bei Großlibellen (Odonata, Anisoptera). – *Verh. Ges. Ökol. Wien* 1975: 115-120.
- Kaiser H. (1985): Availability of receptive females at the mating place and mating chances of males in the dragonfly *Aeschna cyanea*. – *Behavioral Ecology and Sociobiology* 18: 1-7.
- Kettlewell B. (1973): *The Evolution of Melanism*. – Clarendon Press, Oxford.: 423 pp.
- Krisai R. (1980): Moore in Oberösterreich. Verbreitung, Entstehung, Vegetation. – *ÖKO.L* 1980\_3: 3-6.
- Krisai R. (1981): Spezialisten des Moores – „fleischfressende“ Pflanzen. – *ÖKO.L* 1981\_4: 6-9.
- Krisai R. (1988): Mühlviertler Moore – Ihre Entstehung und heutige Vegetation sowie die Waldgeschichte ihrer Umgebung. – *Kataloge d. OÖ. Landesmuseums MUE* 88: 51-56.
- Krisai R. (2005): Moore in Oberösterreich – Entstehung und heutiger Zustand / Mires in Upper Austria – development and present situation. – *Stapfia* 85: 41-54.
- Laister G. (1996): Verbreitungsübersicht und eine vorläufige Rote Liste der Libellen Oberösterreichs. – *Naturk. Jb. d. Stadt Linz* 40/41: 307-388.

- Landmann A. (2005): Rote Liste der Libellen Tirols. – In Landmann, A., G. Lehmann, F. Mungenast & H. Sonntag: Die Libellen Tirols. – Innsbruck, Wien (Berenkamp): 261-263.
- Lutz P. E. in: Corbet, P. S. (1984): Current topics in dragonfly biology. – Societas Internationalis Odonatologica Rapid Communications (Suppl.) 2: 46 pp.
- Macan T. T. (1964): The Odonata of a moorland fishpond. – Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie 49: 325-360.
- Martens A. (1989): Aggregation of tandems in *Coenagrion pulchellum* (Van der Linden, 1825) during oviposition (Odonata: Coenagrionidae). – Zoologischer Anzeiger 223: 124-128.
- May M. L. (1987): Thermal adaptations of dragonflies. – Odonatologica 1: 27-47.
- Müller H. (1999): Phänologie und Ökologie der Imagines von *Cordulegaster heros* THEISCHINGER, 1979 und *Cordulegaster bidentata* SELYS, 1843 (Insecta: Odonata) am Weidlingbach (Niederösterreich). – Diplomarbeit an der Universität Wien: 89 pp.
- Niedermair M., Plattner G., Egger G., Essl F., Kohler B., Zika M. (2010/2011): Moore im Klimawandel. – Studie des WWF Österreich, der ÖBf und des Umweltbundesamtes, Wien-Purkersdorf: 24 pp.
- Norling U. (1976): Seasonal regulation in *Leucorrhinia dubia* (Van der Linden) (Anisoptera, Libellulidae). – Odonatologica 3: 246-263.
- Olesen J. (1979): Prey capture in dragonfly nymphs (Odonata, Insecta): Labial protraction by means of a multi-purpose abdominal pump. – Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren 141: 81-96.
- Olias M. & Günther A. (2007): Alpen-Smaragdlibelle (*Somatochlora alpestris*) bodenständig im Hochmoor bei Deutscheinsiedel im Osterzgebirge – Entwicklung der Libellenfauna des Deutscheinsiedler Moores nach Revitalisierungsmaßnahmen. – Mitteilung des Naturschutzinstitutes Freiberg 3/2007: 40-45.
- Ottolenghi C. (1987): Reproductive behaviour of *Sympetrum striolatum* (Charp.) at an artificial pond in Northern Italy (Anisoptera: Libellulidae). – Odonatologica 16: 297-306.
- Pöstinger M. (2005): Sanierung des Moorökosystems “Rote Auen” / Restoration of the mire ecosystem “Rote Auen”. – Stapfia 85: 485-494.
- Prenn F. (1935): Zur Biologie von *Somatochlora arctica* Zett. und *Som. alpestris* Selys. – Aus der Tiroler Libellenfauna, Sitzungsberichte d. mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 144 3. u. 4: 119-130.
- Pritchard G. (1965): Prey capture by dragonfly larvae. – Can. J. Zool. 43: 271-289.
- Pritchard G. (1976): Further observations on the functional morphology of the head and mouthparts of dragonfly larvae. – Quaest. Entomol. 12: 89-114.
- Raab R. (2006 a): Verbreitung und Ökologie der Libellenarten in Österreich. – In Raab R., Chovanec A. & Pennerstorfer J.: Libellen Österreichs. – Springer, Wien, New York: 59-278.
- Raab R. (2006 b): Rote Liste der Libellen Österreichs – In Raab R., Chovanec A. & Pennerstorfer J.: Libellen Österreichs. – Springer, Wien, New York: 325-334.
- Raab R. & Chwala E. (1997): Libellen (Insecta: Odonata), Eine Rote Liste der in Niederösterreich gefährdeten Arten. – Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung Naturschutz, Wien: 91 pp.

- Raab R., Chovanec A., Pennerstorfer J. (2006): Libellen Österreichs. – Springer, Wien, New York: 342 pp.
- Rehfeldt G. E. (1991): The upright male position as an anti-predator response in *Coenagrion puella* (L.) (Zygoptera: Coenagrionidae). – *Odonatologica* 20: 69-74.
- Rehfeldt G. E. (1992): Aggregation during oviposition and predation risk in *Sympetrum vulgatum* L. (Odonata: Libellulidae). – *Behavioral Ecology and Sociobiology* 30: 317-322.
- Rüetschi J. (1992): Hochmoor-Gelbling – *Colias palaeno* (LINNAEUS, 1761). – In *Handbuch Moorschutz in der Schweiz* 1, 3.4.1: 6 pp.
- Rydin H. & Jeglum J. K. (2013): *The Biology of Peatlands – Second Edition*. – Oxford University Press: 382 pp.
- Sauberer N., Moser D. und Grabherr G. (2008): Biodiversität in Österreich, Räumliche Muster und Indikatoren der Arten- und Lebensraumvielfalt. – Haupt, Bern: 313 pp.
- Schmidt E. (1963): Biologisch-ökologische Untersuchungen an Hochmoorlibellen (Odonata). – *Z. Wiss. Zool.* 169: 313-386.
- Schmidt E. (1975): Zur Klassifikation des Eiablageverhaltens der Odonaten. – *Odonatologica* 4: 177-183.
- Schmidt E. (1985): Habitat inventarization, characterization and bioindication by a “representative spectrum of Odonata species (RSO)”. – *Odonatologica* 14: 127-133.
- Schwarz M. (2007): Wiederfund von *Somatochlora arctica* (ZETTERSTEDT 1840) (Odonata, Corduliidae) in Oberösterreich (Österreich). – *Beitr. Naturk. Oberösterreichs* 17: 303-307.
- Seehofer H., Steiner G. M., Langmair-Kovacs S., Plattner G., Dick G., Weber P. (2003): *Aktiv für Moore, Schutz und Renaturierung österreichischer Moore*. – WWF Österreich, Wien: 27 pp.
- Stark W. (1976): *Die Libellen der Steiermark und des Neusiedlerseegebietes in monographischer Sicht*. – Diss. Univ. Graz: 186 pp.
- Steiner G. M. (1985): Die Pflanzengesellschaften der Moore des österreichischen Granit- und Gneishochlandes. – *Ver. zool.-bot. Ges. Wien* 123: 99-142.
- Steiner G. M. (1992): *Österreichischer Moorschutzkatalog*. – Grüne Reihe des Lebensministeriums 1: 509 pp.
- Steiner G. M. (2005 a): Moore sind... – *Stapfia* 85: 1-4.
- Steiner G. M. (2005 b): Moortypen / Hydrogenetic classification of peatlands. – *Stapfia* 85: 5-26.
- Steiner G. M. (2005 c): Zum Verständnis der Ökohydrologie von Hochmooren / Towards an understanding of the ecohydrology of raised bogs. – *Stapfia* 85: 27-39.
- Steiner G. M. (2005 d): Die Moorverbreitung in Österreich / Distribution of mires in Austria. – *Stapfia* 85: 55-96.
- Steiner G. M. & Grünig A. (1997 a): Die hydrologischen Moortypen der Schweiz. – In *Handbuch Moorschutz in der Schweiz* 1, 3.1.1: 21 pp.
- Steiner G. M. & Grünig A. (1997 b): Moorhydrologie. – In *Handbuch Moorschutz in der Schweiz* 1, 3.1.2: 7 pp.

- Utzeri C. & Raffi R. (1983): Observations on the behaviour of *Aeshna affinis* (Vander Linden) at a dried-up pond (Anisoptera: Aeshnidae). – *Odonatologica* 12: 141-151.
- Waringer J. (2006): Biologie der Libellen. – In Raab R., Chovanec A. & Pennerstorfer J.: *Libellen Österreichs*. – Springer, Wien, New York: 5-34.
- Wesenberg-Lund C. (1943): *Biologie der Süßwasserinsekten*. – Springer, Berlin, Heidelberg: 682 pp.
- Wildermuth H. (1995): Kleingewässer in Mooren und ihre Bedeutung für Pflanzen und Tiere. – In *Handbuch Moorschutz in der Schweiz* 1, 3.3.2: 14 pp.
- Wildermuth H. (2013 a): Merkblätter Arten – Libellen – *Somatochlora arctica*. – Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Libellenschutz, CSCF info fauna, Neuenburg und Bundesamt für Umwelt, Bern: 5 pp.
- Wildermuth H. (2013 b): Merkblätter Arten – Libellen – *Leucorrhinia dubia*. – Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Libellenschutz, CSCF info fauna, Neuenburg und Bundesamt für Umwelt, Bern: 5 pp.
- Wildermuth H., Martens A. (2014): *Taschenlexikon der Libellen Europas – Alle Arten von den Azoren bis zum Ural im Porträt*. – Quelle und Meyer, Wiebelsheim: 824 pp.
- Zechmeister H. G. (1995): Feldschlüssel zur Bestimmung der in Österreich vorkommenden Torfmoose (Sphagnaceae). – *Verh. Zool.-bot. Ges. Wien* 132: 293-318.

## **Internetrecherche**

<http://www.deutschlands-natur.de/tierarten/tagfalter/hochoorgelbling/>  
(abgerufen am 14.5.2016)

[http://www.naturspektrum.de/db/spezies.php?art=plebejus\\_optilete](http://www.naturspektrum.de/db/spezies.php?art=plebejus_optilete)  
(abgerufen am 14.5.2016)

<http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/carnivore-pflanzen/12320>  
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1999  
(abgerufen am 14.5.2016)

[http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/lr\\_schutz/](http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/lr_schutz/)  
(abgerufen am 27.7.2016)

<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/jahresueckblick>  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
(abgerufen am 2.6.2016)

## Appendix

### Appendix 1: Typische Hochmoorpflanzen und -tiere aus dem Untersuchungsgebiet



Abbildung 31: a: *Vaccinium oxycoccos*, b: *Vaccinium vitis-idaea*, c: *Vaccinium uliginosum*, d: *Vaccinium myrtillus* (Foto: H. Holzweber).



Abbildung 32: a: *Sphagnum magellanicum*, b: *Andromeda polifolia*, c: *Sphagnum fallax* (Foto: H. Holzweber).

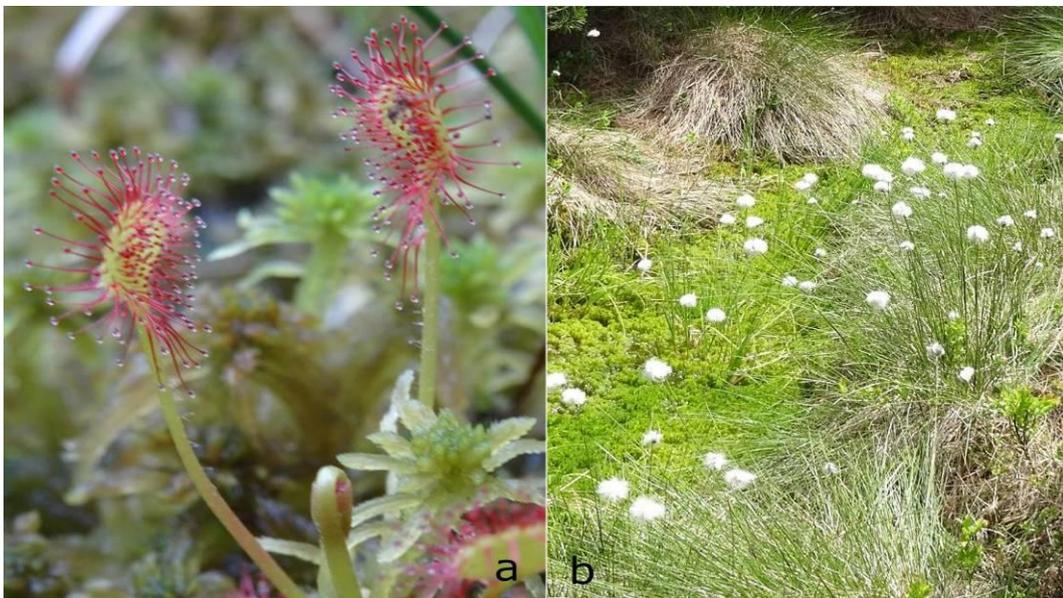


Abbildung 33: a: *Drosera rotundifolia*, b: *Eriophorum vaginatum* (Foto: H. Holzweber).



Abbildung 34: a: *Zootoca vivipara*, b: *Vipera berus*, c: *Dolomedes* sp., d: *Plebejus optilete*, e: *Colias palaeno* (Foto: H. Holzweber).



### Appendix 3: Belegfotos der gesichteten Libellenarten

Belege von *Aeshna cyanea* (Abbildung 35)

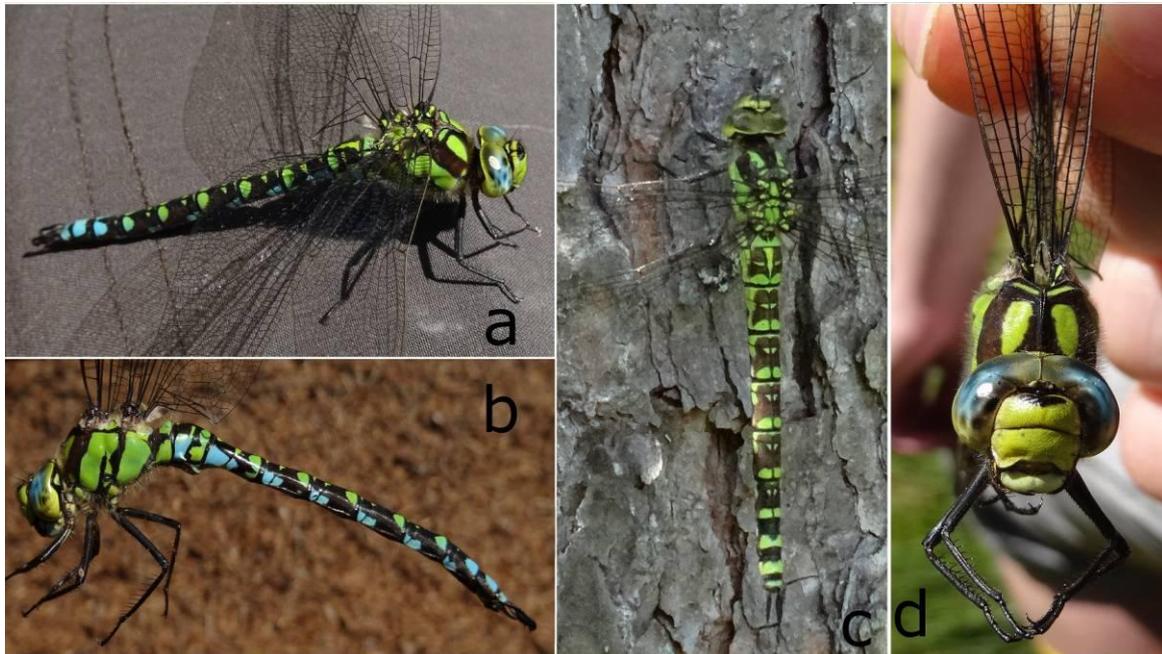


Abbildung 35: *Aeshna cyanea*: a: ♂, dorso-lateral, b: ♂, lateral, c: ♀, dorsal, d: ♂, frontal (Fotos: H. Holzweber).

Belege von *Aeshna juncea* (Abbildung 36)

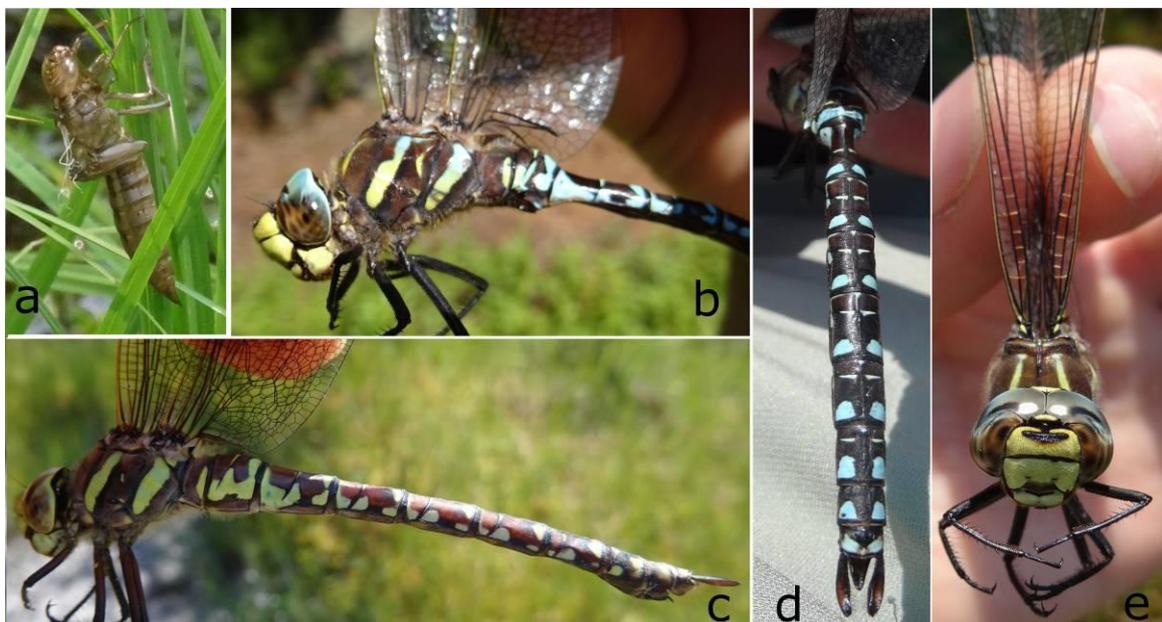


Abbildung 36: *Aeshna juncea*: a: Exuvie, b: ♂, Thorax lateral, c: ♀, lateral, d: ♂, Abdomen dorsal, e: ♂, frontal (Fotos: H. Holzweber).

Belege von *Coenagrion puella* (Abbildung 37)



Abbildung 37: *Coenagrion puella*: a: ♂, lateral, b: ♂, dorsal (Fotos: H. Holzweber).

Belege von *Coenagrion hastulatum* (Abbildung 38)

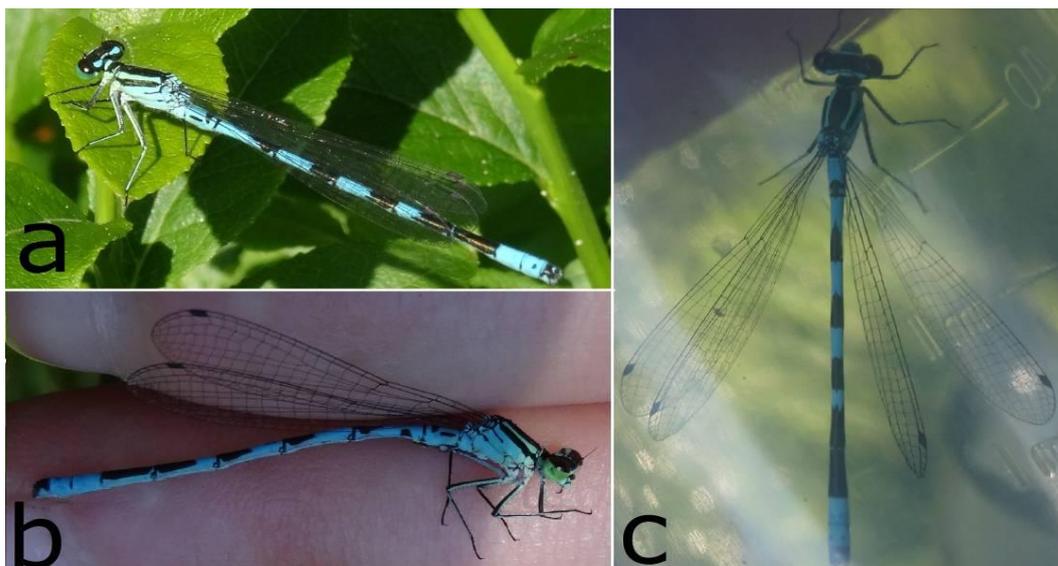


Abbildung 38: *Coenagrion hastulatum*: a: ♂, dorso-lateral, b: ♂, lateral, c: ♂, dorsal (Fotos: H. Holzweber).

Beleg von *Libellula quadrimaculata* (Abbildung 39)



Abbildung 39: *Libellula quadrimaculata*: ♂, dorso-lateral (Foto: H. Holzweber).

Beleg von *Libellula depressa* (Abbildung 40)



Abbildung 40: *Libellula depressa*: ♂, dorsal (Foto: H. Holzweber).

Belege von *Chalcolestes viridis* (Abbildung 41)

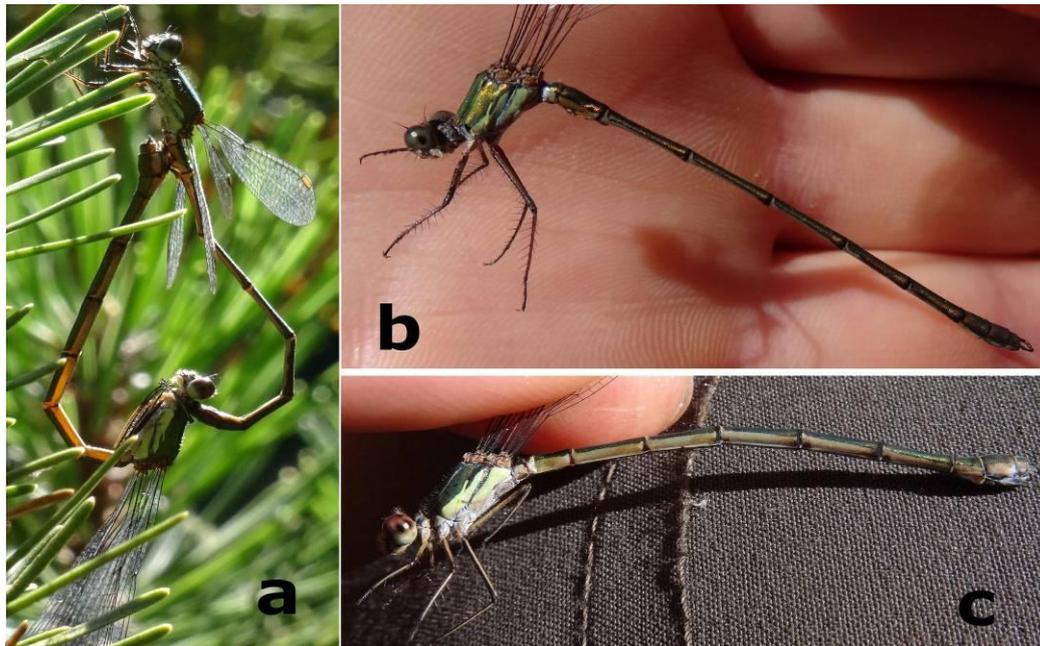


Abbildung 41: *Chalcolestes viridis*: a: Paarungsrad, b: ♂, lateral, c: ♀, lateral (Fotos: H. Holzweber).

Belege von *Leucorrhinia dubia* (Abbildung 42)



Abbildung 42: *Leucorrhinia dubia*: a: frisch geschlüpftes Individuum mit Exuvie, b: Paarungsrad, c: ♂, dorsal, d: ♀, dorso-lateral (Fotos: H. Holzweber).

Beleg von *Platycnemis pennipes* (Abbildung 43)



Abbildung 43: *Platycnemis pennipes*: ♀, lateral (Foto: H. Holzweber).

Belege von *Pyrrhosoma nymphula* (Abbildung 44)



Abbildung 44: *Pyrrhosoma nymphula*: a: frisch geschlüpftes ♀ mit Exuvie, b: Paarungsrund, c: Eiablage in Tandemposition (Fotos: H. Holzweber).

Beleg von *Sympetrum danae* (Abbildung 45)



Abbildung 45: *Sympetrum danae*: ♀, dorso-lateral (Foto: H. Holzweber).

Beleg von *Somatochlora arctica* (Abbildung 46)



Abbildung 46: *Somatochlora arctica*: ♀, lateral (Foto: H. Holzweber).

Belege von *Somatochlora alpestris* (Abbildung 47)

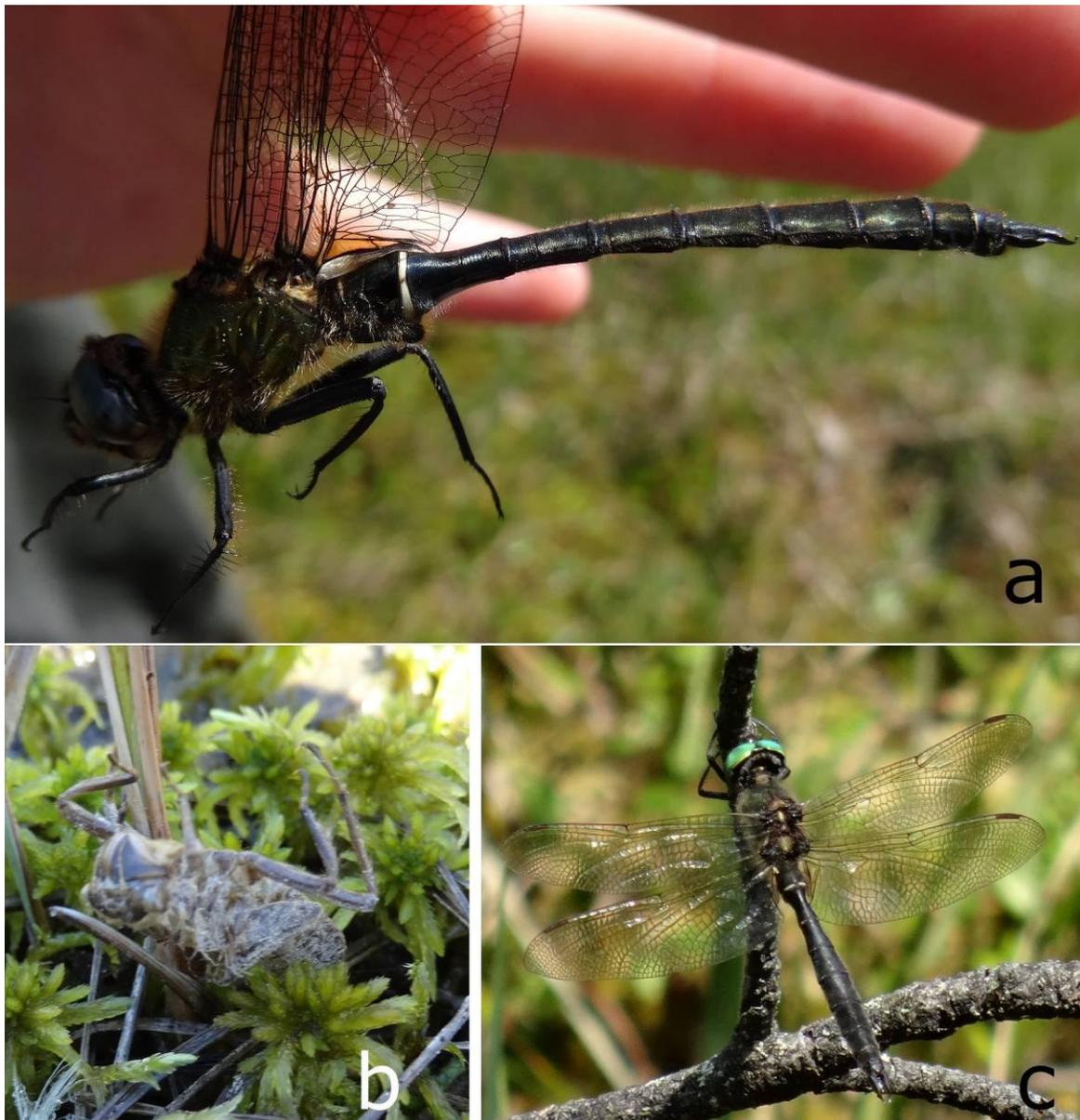


Abbildung 47: *Somatochlora alpestris*: a: ♂, lateral, b: Exuvie, c: ♂, dorsal (Fotos: H. Holzweber).