

# MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Vegetationsökologische Veränderungen der Moore im  
Klagenfurter Becken in den letzten 35 Jahren – Mögliche  
Erklärungsansätze

verfasst von | submitted by  
Christina Hofbauer BEd

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

Wien | Vienna, 2024

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree  
programme code as it appears on the  
student record sheet:

UA 199 502 520 02

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree  
programme as it appears on the student  
record sheet:

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

Betreut von | Supervisor:

ao. Univ.-Prof. i.R. Dr. Gert Michael Steiner

## **Zusammenfassung**

Moore sind stark gefährdete Feuchtgebiete mit potentiell torfbildender Vegetation. Da ihre Ökologie überwiegend von Wasser abhängig ist, üben steigende Temperaturen und ein daher verändertes Verdunstungs- und Niederschlagsregime einen großen Einfluss auf diese speziellen Ökosysteme aus. Ihre Fähigkeit, Torf zu akkumulieren und damit der Atmosphäre Kohlenstoff zu entziehen und zu speichern, wirkt sich allerdings dämpfend auf die Auswirkungen des Klimawandels aus. Moore spielen daher weltweit eine wichtige Rolle im Kohlenstoffhaushalt der Atmosphäre und damit beim Klimawandel.

Das Ziel dieser Untersuchung, die im Rahmen des Projektes „Erhalt und Wiederherstellung der Biodiversität in Mooren Österreichs“ stattfand, war, ob es möglich ist, aufgrund langfristiger Vergleiche der Vegetation herauszufinden, ob und wie weit sich der Klimawandel auf die Moore auswirkt.

Der Österreichische Moorschutzkatalog (Steiner 1992) enthält neben der Feststellung der Bedeutung, der Lokalitäten und der Schutzwürdigkeit der Moore auch eine detaillierte Beschreibung der Vegetation der 1550 in den Katalog aufgenommenen Objekte. Die 4550 Vegetationsaufnahmen für die Beschreibung der Pflanzengesellschaften stammen aus dem Zeitraum zwischen 1984 bis 1990, und dienen als Grundlagen für einen Vergleich über 35 bis 40 Jahre.

Im Jahr 2023 wurde die Vegetation von 23 national oder international bedeutenden Mooren des Klagenfurter Beckens erneut aufgenommen. Als Mittel zur Feststellung von Veränderungen wurden die Zeigerwerte von Landolt (2010) genutzt, die einen Einblick in die Veränderungen der Lichtmenge, der Feuchte, der Temperatur, dem Nährstoffgehalt, dem Humusgehalt und dem pH-Wert geben. Bei einigen hydrogenetischen Moortypen konnte man schon rein optisch eine starke Verbuschung oder Verschilfung feststellen. Die Analyse der Zeigerwerte deutet darauf hin, dass die Ursache dafür bei geringerer Feuchte und/oder höherem Nährstoffgehalt liegt. Der Vergleich verschiedener Moorlandschaften des Klagenfurter Beckens zeigt dabei in der gesamten Region ähnliche Veränderungen. Maßnahmen zum Schutz, dem Erhalt und der Renaturierung der Moore sind unumgänglich, will man diese besonderen Lebensräume und ihre Funktionen auch weiterhin unter den Bedingungen fortschreitenden Klimawandels erhalten.

## **Abstract**

Mires are highly endangered wetlands with potentially peat forming vegetation. Since their ecology is predominantly dependent on water, rising temperatures and therefore changing evaporation and precipitation regimes have a major impact on these special ecosystems. However, their ability to accumulate peat and thus remove and store carbon from the atmosphere has a mitigating effect on the effects of climate change. Mires therefore play an important role worldwide in the carbon budget of the atmosphere and thus in climate change.

The aim of this study, which took place as part of the project (Preservation and restoration of biodiversity in austrian mires), was whether and to what extent climate change is affecting the mires based on long-term comparisons of the vegetation.

The Austrian Mire Conservation Catalogue (Steiner 1992) contains, in addition to the determination of the significance, the locations and the need for protection of the mires, also a detailed description of the vegetation of the 1550 objects included in the catalogue. The 4550 vegetation relevées used to describe the plant communities come from the period between 1984 and 1990 and serve as the basis for a comparison over 35 to 40 years.

In 2023, the vegetation of 23 nationally or internationally important mires in the Klagenfurt Basin was recorded again. The indicator values from Landolt (2010) were used as a means of determining changes. They provide insight into changes in the amount of light, humidity, temperature, nutrient content, humus content and pH-value. In some hydrogenetic mire types, a higher density of bushes or reeds could be seen purely visually. The analysis of the indicator values suggests that the reason for this is lower moisture and/or higher nutrient content. A comparison of various mire landscapes in the Klagenfurt Basin shows similar changes throughout the entire region.

Measures to protect, preserve and renature the mires are essential if these special habitats and their functions are to continue to be preserved under the conditions of advancing climate change.

# Inhaltsverzeichnis

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| Zusammenfassung .....                       | 1  |
| Abstract .....                              | 2  |
| Inhaltsverzeichnis .....                    | 3  |
| 1. Einleitung .....                         | 6  |
| 1.1. Moorbegriff .....                      | 6  |
| 1.2. Bedeutung der Moore .....              | 6  |
| 2. Material und Methoden .....              | 8  |
| 2.1. Auswahl der Untersuchungsgebiete ..... | 8  |
| 2.2. Klagenfurter Becken .....              | 11 |
| 2.3. Schutzgebiete .....                    | 11 |
| 2.4. Vegetationsaufnahmen .....             | 13 |
| 2.5. Datenauswertung .....                  | 14 |
| 2.6. Aggregierung .....                     | 16 |
| 2.6.1. Hydrogenetische Moortypen .....      | 16 |
| 2.6.2. Moorlandschaften .....               | 18 |
| 2.6.3. Pflanzensoziologische Verbände ..... | 19 |
| 3. Ergebnisse .....                         | 20 |
| 3.1. Hydrogenetische Moortypen .....        | 20 |
| 3.1.1. Hochmoor .....                       | 20 |
| 3.1.2. Übergangsmoore .....                 | 21 |
| 3.1.3. Verlandungsmoore .....               | 23 |
| 3.1.4. Versumpfungsmoore .....              | 26 |
| 3.1.5. Kesselmoore .....                    | 28 |

|        |                                       |    |
|--------|---------------------------------------|----|
| 3.1.6. | Durchströmungsmoore .....             | 30 |
| 3.1.7. | Topogene Niedermoores .....           | 33 |
| 3.1.8. | Soligene Niedermoores .....           | 34 |
| 3.2.   | Moorlandschaften.....                 | 34 |
| 3.2.1. | Sattnitz .....                        | 34 |
| 3.2.2. | Ossiacher Tauern .....                | 36 |
| 3.2.3. | In der Nähe des Klopeinsees .....     | 37 |
| 3.2.4. | In der Nähe des Keutschachersees..... | 39 |
| 3.2.5. | Moore in der Mooskeuschen .....       | 41 |
| 3.2.6. | In der Nähe des Faakersees .....      | 42 |
| 3.3.   | Pflanzensoziologische Verbände .....  | 44 |
| 3.3.1. | Sphagnion medii .....                 | 44 |
| 3.3.2. | Caricion lasiocarpae .....            | 46 |
| 3.3.3. | Rhynchosporion albae .....            | 47 |
| 3.3.4. | Magnocaricion elatae.....             | 48 |
| 3.3.5. | Caricion davallianae .....            | 49 |
| 3.3.6. | Caricion fuscae .....                 | 50 |
| 3.3.7. | Phragmition communis .....            | 51 |
| 3.3.8. | Alnion glutinosae .....               | 52 |
| 4.     | Diskussion .....                      | 53 |
| 4.1.   | Was bedeuten die Ergebnisse? .....    | 53 |
| 4.2.   | Kritik an der Methode .....           | 56 |
| 4.3.   | Fazit.....                            | 59 |
| 5.     | Literaturverzeichnis .....            | 61 |

|      |                             |    |
|------|-----------------------------|----|
| 5.1. | Internetquellen .....       | 63 |
| 5.2. | Programme .....             | 63 |
| 5.3. | N2000 Managementpläne.....  | 63 |
| 6.   | Abbildungsverzeichnis ..... | 65 |
| 7.   | Tabellenverzeichnis .....   | 67 |

# **1. Einleitung**

## **1.1. Moorbegriff**

Bei der Definition des Begriffs "Moor" orientiert sich diese Arbeit an der Definition von Steiner (1992). Dabei wird die torfbildende Pflanzengesellschaft als Moor bezeichnet. Dies umfasst sowohl die torfbildende Vegetation als auch den Torf, unabhängig seiner Mächtigkeit. Joosten et al. (2017) nennen dies ebenfalls als die Definition eines Moores ("mire").

## **1.2. Bedeutung der Moore**

Essl et al. (2012) errechneten in einem Modell, dass die steigende Temperatur sowie die Veränderung der saisonalen Niederschläge zur Verschlechterung der hydrologischen Bedingungen der Moore führen wird. Geringere Niederschläge in den Sommermonaten führen zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels in den Mooren. Womit das Modell zeigen konnte, dass der Klimawandel für die Moore ein hohes Risiko darstellt (siehe Abbildung 1 & 2). Hochmoore, deren Wasserhaushalt von Niederschlagswasser abhängig ist, sind besonders gefährdet. Dawson et al. (2003) konnten zeigen, dass das Wasserstandsminimum im Sommer zukünftig niedriger sein wird als zur Zeit der Untersuchung. Sie konnten außerdem zeigen, dass der Klimawandel voraussichtlich mit den damit verbundenen Änderungen der Hydrologie zu einer Veränderung der Vegetation führen wird.

Längere Vegetationsperioden führen zu zunehmender Bewaldung. Moorflächen verwandeln sich dadurch in Moorwaldflächen (Essl et al. 2012).

Die Veränderungen des Klimas, vor allem die Änderung im Niederschlagsregime, stellen für die Moore zweifellos einen bedeutenden Faktor dar. Länger andauernde Trockenperioden oder katastrophale Starkregen wirken sich negativ auf die Integrität dieser Lebensräume aus. Moore gehören weltweit zu den stark gefährdeten Lebensräumen. Mit ihrer an den nassen Standort angepassten Flora und Fauna tragen sie erheblich zur Biodiversität bei.

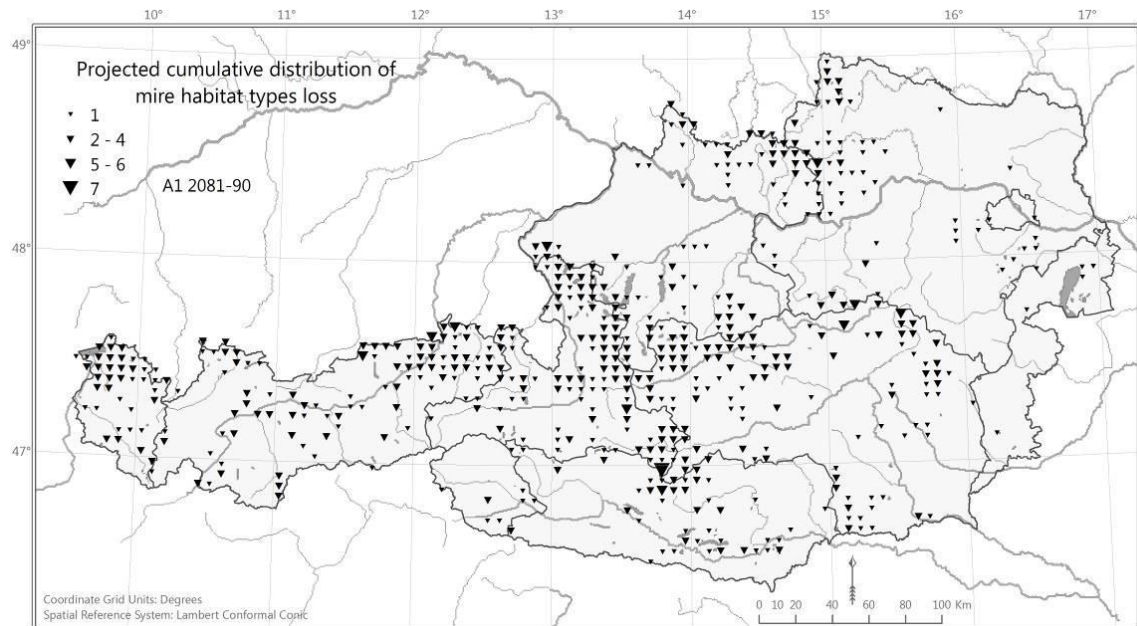


Abbildung 1 - Raster-Summenkarte der 9 Moorbiootypen Österreichs, die unter dem Klimawandelszenario A1 am Ende des 21. Jahrhunderts (2081-90) einem hohen klimatischen Risiko ausgesetzt sein werden (Essl et al., 2012)

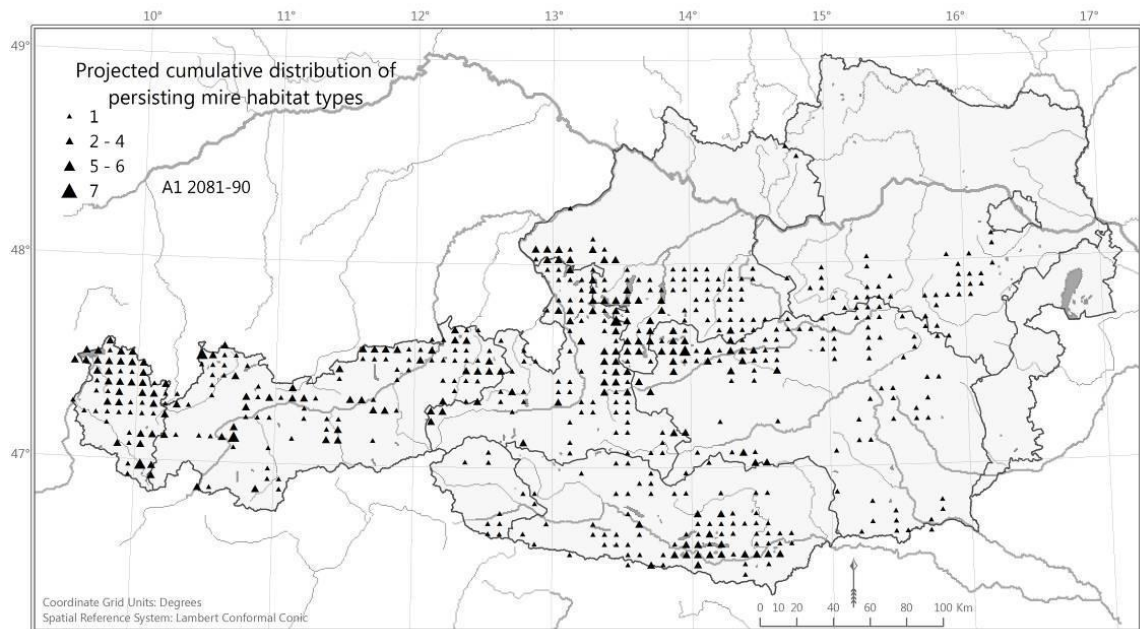


Abbildung 2 - Raster-Summenkarte der 9 Moorbiootypen Österreichs, die unter dem Klimawandelszenario A1 am Ende des 21. Jahrhunderts (2081-90) einem geringem klimatischen Risiko ausgesetzt sein werden. (Essl et al., 2012)

Moore nehmen 3% der Landfläche der Erde ein und speichern 30% des in Böden gespeicherten Kohlenstoffs (Joosten & Clarke, 2002, S. 32ff.). Sie stellen für seltene Arten einen wertvollen Lebensraum dar und spielen eine große Rolle in der Klimakrise, da sie eine große Menge Kohlenstoff speichern (Niedermaier et al. 2010). Hydrologisch gestörte Moore setzen CO<sub>2</sub> frei, da der Torf unter Sauerstoffeinfluss abgebaut wird. Die Wiedervernässung von Mooren kann dazu führen, dass diese Freisetzung gestoppt wird und bei weiterem Torfwachstum weiteres CO<sub>2</sub> gespeichert wird (Grünig 2010).

Die Veränderung des Latschenbestandes und der Zusammensetzung der Vegetation der letzten 70 Jahre in österreichischen Mooren kann sowohl durch den zunehmenden Eintrag atmosphärischen Stickstoffs als auch durch die vom Klimawandel bedingte Änderung der hydrogenetischen Verhältnisse verursacht werden (Nairz, 1999). Auch die Eutrophierung durch umgebende Flächen spielt hier eine Rolle (Bergamini et al., 2009, S.70ff.). Was letztendlich die Interpretation der Ergebnisse wesentlich schwieriger macht. Vermehrtes Latschenwachstum führt in Hochmooren zur Beschattung der Torfmoosbestände, die dadurch in relativ kurzer Zeit von Waldmoosen abgelöst werden. Das führt zu einer grundlegenden Veränderung der Bedingungen für die Zwergsträucher und Sauergräser: Die Ansäuerung und Vernässung der Standorte, die durch die Eigenschaften der Torfmoose erfolgen - Ansäuerung der Standorte durch Kationenaustausch aus dem Niederschlagswasser bzw. Wegfall der Wasserhaltekapazität der Torfmoose bis zum etwa 25-fachen der Biomasse (Van Breemen, 1995, Rydin, et al., 2013, S. 65ff.).

## **2. Material und Methoden**

### **2.1. Auswahl der Untersuchungsgebiete**

Im Rahmen des Projekts „Erhalt und Wiederherstellung der Biodiversität in Mooren Österreichs“ wurden mehr als 200 Moore in ganz Österreich ausgewählt, die vor etwa 35 Jahren im Rahmen des Moorschutzkatalogs aufgenommen wurden. Die Aufnahmen für den Moorschutzkatalog erfolgten zwischen 1988 und 1990 (Steiner, 1992, BMK, 2021, Geoökologie Universität Wien, 2022). Die Vegetation dieser Moore wurde im Sommer 2023 erneut untersucht. Untersucht

wurden für das Projekt jene Moore von nationaler oder internationaler Bedeutung, bei denen kein oder nur ein geringer anthropogener Einfluss besteht.

Steiner definierte Moore mit internationaler und nationaler Bedeutung wie folgt:

1. *„Internationale Bedeutung:*

*Europaweit seltene oder für Österreich einmalige Moortypen, Einzelmoore oder Moorgruppen mit besonders gutem Erhaltungszustand. Ihr Schutz muss vordringlich sein, da der Verlust auch nur eines dieser Feuchtbiootope bereits das Erlöschen des jeweiligen Typs bedeuten kann. Angestrebter Schutzstatus: Naturschutzgebiete“* (Steiner, G. M. ( 1992). Österreichischer Moorschutzkatalog. Styria-Medienservice, Moser, S. 19-20).

2. *„Nationale Bedeutung*

*Ähnlich wie in 1) aber häufiger, nicht so gut erhalten und meist kleiner. Trotzdem ist ihr Schutz dringlich, da sie wirtschaftlich, als Torflager oder Waldstandort interessant sind. Angestrebter Schutzstatus: Naturschutzgebiete“.* (Steiner, G. M. ( 1992). Österreichischer Moorschutzkatalog. Styria-Medienservice, Moser, S. 20)

Um den Umfang der Untersuchungen einzugrenzen, beschränkte sich die Auswahl außerdem auf leicht zugängliche Moore, in denen von Steiner (1992) im Rahmen des Moorschutzkatalogs zwei bis 14 Aufnahmen gemacht wurden. Für die Untersuchungen dieser Arbeit wurden zusätzlich zu diesen Standorten auch jene mit mehr als 14 und jene mit nur einer Vegetationsaufnahme untersucht.

Diese Arbeit umfasst jene 24 Moore aus dem Projekt, die im Klagenfurter Becken liegen. In einem dieser Moore, dem Höfleinmoor, konnten keine Aufnahmen gemacht werden, da das Moor im Sommer 2023 aufgrund von Starkregen komplett unter Wasser stand. Insgesamt wurden im Rahmen dieser Arbeit somit 23 Moore ausgewertet.

| Nummer   | Moорname                   | Nummer   | Moорname                |
|----------|----------------------------|----------|-------------------------|
| 57142903 | Moor i. d. Mooskeuschen NE | 57130801 | Mooswiesen/Oberferlach  |
| 57142901 | Moor i. d. Mooskeuschen NW | 57131201 | Moor in d.Dobrova S     |
| 57142904 | Moor i. d. Mooskeuschen SE | 57130701 | Mooswiesen/Finkenstein  |
| 57151201 | Höflein Moor               | 57131901 | Langes Moos             |
| 57152101 | Moor b.Hinterberg          | 57132201 | Moor am Stallhofenberg  |
| 57140701 | Keutschacher See E         | 57132401 | Moor b.Oberwinklern SW  |
| 57141401 | Moor W St.Margarethen      | 57131701 | Moor W Schmarotzwald    |
| 57151301 | Göltschacher Moor          | 57132001 | Ochsenmoos W            |
| 57151001 | Moor b.Stemeritsch         | 57161701 | Toteisloch N Obetschnik |
| 57150601 | Raunachmoos NE             | 57161801 | Turnersee-Verlandung E  |
| 57140101 | Moor SW Farrendorf E       | 57152301 | Littermoos am Kleinsee  |
| 57130902 | Drobollacher Moor S        | 57150701 | Moor am Tainacher Berg  |

*Tabelle 1 – Liste der ausgewählten Moore*



*Abbildung 3 – überflutetes Höfleinmoor*

## **2.2. Klagenfurter Becken**

Betrachtet man die Verbreitung der Moore in Österreich, kann man drei Regionen mit besonders vielen Mooren erkennen. Der Bregenzer Wald und das Salzkammergut sind geprägt durch die Steigungsregen am Nordrand der Alpen und eine dadurch bedingte große Anzahl an Hochmooren. Dagegen herrschen im vom Draugletscher geformten Klagenfurter Becken vor allem Niedermoore vor (Machold, et al. 2022, S. 27ff).

Das Klagenfurter Becken liegt zum größten Teil in der submontanen Höhenstufe, doch auch Bereiche der planar-kollinen, der tiefmontanen und mittelmontanen Höhenstufen sind dabei (Sauberer & Dullinger, 2008).

Das Klagenfurter Becken ist zwar die größte inneralpine Beckenlandschaft Österreichs, jedoch der kleinste Naturraum. Das illyrische Klima im Klagenfurter Becken wird bereits vom submediterranen Klima beeinflusst. Typisch für dieses Klima sind warme Sommer, ein spätes Niederschlagsmaximum und sehr kalte Winter (Walter & Lieht, 1960-1967). Die mittlere Jahresniederschlagssumme liegt zwischen 700 und 1300 mm. Der Wald- und Seenreichtum prägt die Kulturlandschaft, die von niedrigen Bergrücken durchzogen ist. Der Draugletscher hinterließ bei seinem Rückzug eine Eiszerfallslandschaft, die mit ihren Seen, Toteislöchern und Moränen eine wichtige Voraussetzung für die Moorbildung war (Sauberer & Dullinger, 2008). Die Höhenlagen variieren zwischen 350 und 1070 m. Den Untergrund des Klagenfurter Beckens bilden Lockersedimente, tertiäre Konglomerate und Schiefergebirge.

Die Moorbildung ist vor allem in feuchten Gebieten der submontanen und montanen Höhenstufen verbreitet. Der Jahresniederschlag ist einer der größten Einflussfaktoren auf die Moorbildung (Essl et al., 2008, S. 130ff.).

## **2.3. Schutzgebiete**

Einige der untersuchten Moore liegen in Schutzgebieten. Die Zuordnung der Moore zu den Schutzgebieten erfolgt anhand der Daten des Landes Kärnten (KAGIS). Am Ossiacher Tauern befindet sich seit 2018 das Europaschutzgebiet „SCI Moore am Ossiacher Tauern“. In diesem Schutzgebiet liegen das Lange

Moos, Das Moor W Schmarotzwald und das Moor bei Oberwinklern SW. Der Gebietsmanagementplan sieht vor, dass Maßnahmen ergriffen werden, um den Erhalt dieser Lebensräume zu gewährleisten. So ist im Moor bei Oberwinklern SW angedacht die Niedermoorfläche zu schwenden, um die Verbuschung zu verhindern. Zusätzlich soll ein Damm errichtet werden, der künstlich geschaffene Drainagegräben schließen und somit die Wiedervernässung unterstützen soll. Dieselben Maßnahmen sind auch für das Lange Moos vorgesehen. Für das Moor W Schmarotzwald sind ähnliche Maßnahmen geplant, jedoch wird argumentiert, dass das Schwenden auf den Randbereich beschränkt werden soll. Sowohl das Moor am Stallhofenberg als auch das Ochsenmoos liegen in keinem Schutzgebiet, wobei angedacht ist die Schutzgebiete auf diese Moore auszuweiten (Komposch, et al. 2022).

Das Keutschacher Seen-Tal ist ein Landschaftsschutzgebiet, in dem das Ostufer des Keutschacher Sees liegt und somit auch das Moor Keutschacher See E. Dieses Moor liegt außerdem im Ramsar-Gebiet „Moor- und Seenlandschaft Keutschach-Schiefling“. Dieses „Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung“ umfasst auch das Moor SW Farrendorf E. Das Moor W St. Margarethen ist ein eigenes Europaschutzgebiet, „SCI Moor bei St. Margarethen“. Im Gebietsmanagementplan wird beschrieben, dass ein Teil des Moores brach liegt und ein anderer Teil zweimal jährlich gemäht wird, um den Bestand geschützter Arten zu erhalten. Es ist vorgesehen, dass der brachliegende Teil geschwendet wird, um eine voranschreitende Verbuschung zu verhindern (Aigner, et al. 2022).

Auch einige der Moore nahe des Faaker Sees liegen in Schutzgebieten. Das Drobollacher Moor ist ein eigenes Naturschutzgebiet. Die Mooswiesen Oberferlach liegen im Landschaftsschutzgebiet Faaker See Ost. Die Mooswiesen Finkenstein haben sogar zwei Schutzgebietstitel. Teile des Finkensteiner Moors haben seit 2018 den Schutzstatus eines Europaschutzgebietes, „SCI Finkensteiner Moor“, und das gesamte Moor liegt im Naturschutzgebiet „Finkensteiner Moor“. Historische Wiesennutzung hat die Niedermoorflächen offengehalten. Das aktuelle Ausbleiben der Nutzung führt zu Verbuschung und Verschilfung. Einzelne Flächen außerhalb des ESG werden aktuell regelmäßig gemäht und das Niedermoor dadurch erhalten. Hohes Schilf und Gebüsche sind Zeiger einer hydrologischen Störung, die durch Entwässerungsgräben

entstanden. Das Anheben der Weganlage, sowie der Einlaufhöhe der Rohrdurchlässe soll hier Abhilfe schaffen. Der Managementplan sieht vor, dass die extensive Nutzung der Wiesen wieder aufgenommen wird. Zusätzlich sollen ein paar Flächen geschwendet und gefräst werden (Berchtold, et al. 2022). Das Moor in der Dobrova liegt als einziges Moor dieser Region in keinem Schutzgebiet.

Die Moore in der Gegend des Klopeiner Sees sind zum größten Teil ebenfalls geschützt. Das Littermoos liegt im Landschaftsschutzgebiet „Kleinsee“. Das Toteisloch N Obetschnik fällt noch in den Bereich des Landschaftsschutzgebiets „Gösselsdorfer See“. Der Turnersee hat sogar zwei Schutzgebietstitel. Das Landschaftsschutzgebiet „Turner See“ und das Europaschutzgebiet „SCI/ SPA Turner See“. Der Gebietsmanagementplan sieht hier keine größeren Maßnahmen vor. Es soll der Nährstoffeintrag in den See möglichst geringgehalten werden. Es ist angedacht in einem Teil des Niedermoorbereichs die Mahd von Schilf zu testen und die Auswirkung zu beobachten (Unglaub, 2005, S. 93ff.). Das Moor am Tainacher Berg sowie das Raunachmoos haben keinen Schutz. Gleiches gilt für die drei Moore in der Mooskeuschen und die drei Moore auf der Sattnitz.

Moor- und Sumpfflächen sowie Schilf- und Röhrichtbestände sind im Kärntner Naturschutzgesetz 2002 laut Paragraph 8 ex lege geschützt.

## **2.4. Vegetationsaufnahmen**

Die ausgewählten Moore wurden anhand der georeferenzierten Polygone aufgesucht und mit Hilfe der Artenlisten und der zusätzlichen Notizen von Gert Michael Steiner wurde versucht, die untersuchten Standorte von 1992 zu finden und die Vegetationsaufnahmen von damals zu wiederholen. Der Fokus wurde dabei daraufgelegt, alle charakteristischen Teilflächen der Moore aufzunehmen. Bei den Aufnahmen für den Moorschutzkatalog lag der Fokus auf der Ausweisung von Pflanzengesellschaften, wofür es notwendig war, in diesen charakteristischen Teilflächen mehrere kleine, vollkommen homogene Teilflächen aufzunehmen. Für das Resampling im Jahr 2023 wurden die Vegetation der größeren, charakteristischen Flächen erfasst und mit dem Artenbestand aller Detailaufnahmen verglichen. Die Flächengrößen der

Aufnahmen unterscheiden sich in den Aufnahmen von 1992 und 2023 daher stark. Die Flächen exakt wiederzufinden, war nicht immer möglich, da es aus den 1980er Jahren noch keine genauen Ortsangaben (GPS) gibt. Pinceloup, et al. (2020) waren mit einem ähnlichen Problem konfrontiert. Sie konnten anhand der vorhandenen Informationen die Aufnahmen in einem Radius von 30 bis 40 Metern wiederholen. Die Homogenität der Flächen erlaubte einen Vergleich trotz dieser Ungenauigkeit. Grünig, et al. (2004) untersuchten unterschiedliche Methoden für das Schweizer Moor-Monitoring. Die Ausweisung homogener Flächen mittels Delinierung auf Luftbildern mit anschließender Aufnahme repräsentativer Vegetation stellte sich als effektiver heraus als die systematische Platzierung der Plots. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass die Dokumentation einer vollständigen Artenliste mehr Informationen liefert und daher sinnvoller ist als eine begrenzte Artenliste, die den „observer bias“ geringer hält.

Die Bestimmung der homogenen Flächen erfolgte vor Ort. Für die Aufnahmen wurden alle Gefäßpflanzen und Moose dieser Flächen aufgelistet. Die Anzahl der Aufnahmen pro Moor orientierte sich an der Anzahl der Aufnahmen im Moorschutzkatalog, wobei darauf geachtet wurde, alle für das Moor charakteristischen Flächen zu inkludieren. Zusätzlich zu den Artnamen wurde der Deckungsgrad notiert. Dafür wurde eine dreistufige Skala genutzt (1...vorhanden (<5%), 2... selten (5-50%), 3...häufig (>50%)), da das Vorkommen einer Art mehr Aussagekraft hat als die Häufigkeit. Der Deckungsgrad wurde visuell geschätzt. Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach Fischer et al. (2008). Die Nomenklatur der Moose richtet sich nach der Checklist of Austrian Bryophytes von Köckinger, et al. (2022). Zur zukünftigen Lokalisierung der Untersuchungsflächen wurden die GPS-Koordinaten des Mittelpunkts, sowie die ungefähre Flächengröße festgehalten.

## **2.5. Datenauswertung**

Anschließend wurden die Artenlisten mit jenen aus der Moordatenbank von G.M. Steiner und K. Reiter bezüglich der auftretenden Arten, sowie der mittleren Zeigerwerte nach Landolt verglichen (Landolt et al., 2010). Dafür wurde das Programm VEGEDAZ verwendet (Küchler, 2022).

Die Zeigerwerte nach Landolt geben die Standortansprüche jeder Art in Form einer fünfteiligen (1-5) Skala des Indikatorwerts für Temperatur, Kontinentalität, Licht, Feuchte, pH, Nährstoffgehalt und Humuszahl an (Landolt et al., 2010, S. 16ff.). Für diese Arbeit wurden die Zeigerwerte Temperatur, Licht, Feuchte, pH, Nährstoffgehalt und Humus herangezogen. Die nachfolgende Tabelle beschreibt die Bedeutungen der einzelnen Werte.

| <b>Zeigerwert</b>        | <b>1</b> | <b>5</b>  |
|--------------------------|----------|-----------|
| <b>Feuchtigkeitszahl</b> | trocken  | nass      |
| <b>Reaktionzahl</b>      | sauer    | basisch   |
| <b>Nährstoffzahl</b>     | mager    | überdüngt |
| <b>Lichtzahl</b>         | Schatten | Licht     |
| <b>Temperaturzahl</b>    | kalt     | warm      |
| <b>Humuszahl</b>         | Rohboden | Torf      |

*Tabelle 2 – Bedeutung der Zeigerwerte nach Landolt (Landolt et al., 2010, S. 16-19)*

Mit der Nutzung der Zeigerwerte für die Arten kann man auf diese Weise die Veränderungen der Standortsfaktoren errechnen. So nennen Ivanova & Zolotova (2023) die Zeigerwerte von Landolt als Methode zur Darstellung der vegetationsökologischen Veränderungen, die beispielsweise durch den Klimawandel verursacht werden. Landolt argumentiert in seiner Arbeit, dass Zeigerwerte die enge realisierte Nische einer Art angeben. Die Kombination der Zeigerwerte aller Arten eines Standortes geben, bei ausreichender Artenanzahl (>11) eine zuverlässige Einschätzung der Standortverhältnisse. Eine generelle Analyse des Standortes anhand der Zeigerwerte empfiehlt er nicht, jedoch hebt er hervor, dass sich die Zeigerwerte für die Analyse der Entwicklung im Laufe der Zeit gut eignen (Landolt et al., 2010, S.13).

Für jede Aufnahmefläche wurden die mittlere Feuchtezahl, die mittlere Lichtzahl, die mittlere Nährstoffzahl, die mittlere Temperaturzahl, die mittlere Humuszahl,

sowie die mittlere Reaktionszahl berechnet. Dafür wurde mit Hilfe von VEGEDAZ das gewichtete arithmetische Mittel der Werte aller Arten einer Aufnahme berechnet (Küchler, 2022). Der Deckungsgrad der einzelnen Arten wurde bei der Berechnung berücksichtigt. Um die Vergleichbarkeit der Aufnahmen von G.M. Steiner und K. Reiter mit jenen dieser Arbeit sicherzustellen, wurden die Deckungsgrade der Moordatenbank an jene der aktuellen Aufnahmen angeglichen. Für den Moorschutzkatalog wurde mit der Braun-Blanquet-Skala gearbeitet. Dabei handelt es sich um eine siebenstufige Skala (r,+,1,2,3,4,5) (Braun-Blanquet, 1928, S. 39). Die Werte r, + und 1 entsprechen der 1 aus der dreistufigen Skala, die für die aktuellen Aufnahmen genutzt wurde. 2 und 3 wurden zusammengefasst und entsprechen der 2. Die beiden höchsten Werte der Braun-Blanquet-Skala wurden ebenfalls in eine Stufe zusammengefügt. Dank dieser Angleichung ist ein direkter Vergleich der Zeigerwerte möglich.

## **2.6. Aggregation**

Da pro Moor nur ein bis 21 Aufnahmen gemacht wurden, also durchschnittlich nur 8,5 Aufnahmen pro Moor, ist es schwierig für einzelne Moore aussagekräftige Ergebnisse zu bekommen. Zur Auswertung wurden daher die Moore nach unterschiedlichen Faktoren aggregiert. Die 23 Moore wurden sowohl nach hydrogenetischen Moortypen als auch nach ihrer geographischen Lage gruppiert. Zusätzlich wurden die Aufnahmen von Gert Michael Steiner den pflanzensoziologischen Verbänden zugeordnet.

### **2.6.1. Hydrogenetische Moortypen**

Succow und Joosten beschrieben 2001 die Wasserverfügbarkeit, dessen Herkunft, das Relief, sowie die Vegetation als Einflussfaktoren der Moorbildung. Abhängig von diesen Faktoren kann man die hydrogenetischen Moortypen unterscheiden. Es wird zwischen zwei Hauptmoortypen unterschieden. Ombrogene Moore entstehen unter direktem Einfluss von Niederschlag, minerogene Moore werden zusätzlich von Grundwasser gespeist. Zu den ombrogenen Mooren gehören die Regenmoore. Minerogene Moore, Niedermoore, können in topogene und soligene Moore geteilt werden (Succow & Joosten, 2001, S. 234ff.). Topogene Moore sind an bestimmte Geländeformen gebunden und entstehen bei unbewegtem Grundwasser. Soligene Moore

kommen hingegen an Hängen vor und werden von bewegtem Grundwasser gespeist (Steiner & Grünig, 1992, S. 2).

Zu den topogenen Mooren gehören Verlandungsmoore, Versumpfungsmoore, Überflutungsmoore und Kesselmoore (Steiner & Grünig, 1992, S. 2). Verlandungsmoore entstehen, wenn offene Gewässer verlanden. Das Verlanden kann vom ufernahen Boden oder vom Rand aus in Form eines Schwinggrases geschehen. Versumpfungsmoore entstehen durch den Anstieg des Grundwassers in Senken. Dieser Anstieg kann durch erhöhten Niederschlag, kühleres Klima oder durch Aufstauen des Wassers auftreten. Überflutungsmoore entstehen entlang von Gewässern in Bereichen, die regelmäßig und langandauernd überflutet werden. Diese Moore sind durch den schwankenden Wasserspiegel geprägt (Succow & Joosten, 2001). Kesselmoore entstanden nach Abschmelzen von Toteis in wärmeren Klimaphasen (Steiner & Grünig, 1992).

Zu den soligenen Mooren gehören Durchströmungsmoore, Überrieselungsmoore und Quellmoore (Steiner & Grünig, 1992). Durchströmungsmoore entstehen an Hängen mit ausreichend Wasserverfügbarkeit. Das Wasser sickert durch den gesamten Torfkörper. Schwankende Wasserstände in Durchströmungsmooren führen zu stärkerer Zersetzung des Torfs. Dies wiederum führt dazu, dass der Torf feinporiger und daher wasserundurchlässiger wird. Aus den Durchströmungsmooren entstehen so Überrieselungsmoore. Bei Überrieselungsmooren fließt das Wasser auf der Mooroberfläche. Quellmoore haben eine ähnliche Ökologie. Sie entstehen direkt über Quellaustritten und sind sehr kleinflächig (Succow & Joosten, 2001). Moore, die im Übergang zwischen Niedermoor und Hochmoor sind und daher sowohl rein von Niederschlag gespeiste Teile als auch von Grundwasser gespeiste Teile enthalten, werden als Übergangsmoore (Ombro-minerogene Moore) bezeichnet.

Für diese Arbeit wurden im ersten Schritt ombrogene, topogene und soligene Moore aggregiert. Im nächsten Schritt wurden die einzelnen hydrogenetischen Moortypen verglichen. Es wurden Verlandungsmoore, Versumpfungsmoore, Kesselmoore, Durchströmungsmoore, Übergangsmoore und ein Regenmoor untersucht.

### 2.6.2. Moorlandschaften

Zusätzlich zu der Aggregation nach hydrogenetischen Moortypen, wurden die Moore für diese Arbeit nach ihrer geographischen Lage gruppiert. Die Moore wurden in Moore auf der Sattnitz (1), Moore auf dem Ossiacher Tauern (2), Moore in der Nähe des Klopeinersees (3), Moore nahe dem Keutschacher See (4), Moore in der Mooskeuschen (5) und Moore nahe dem Faakersee (6) gegliedert. Die Einteilung der Moorlandschaften erfolgt anhand der Daten des Land Kärnten (KAGIS).

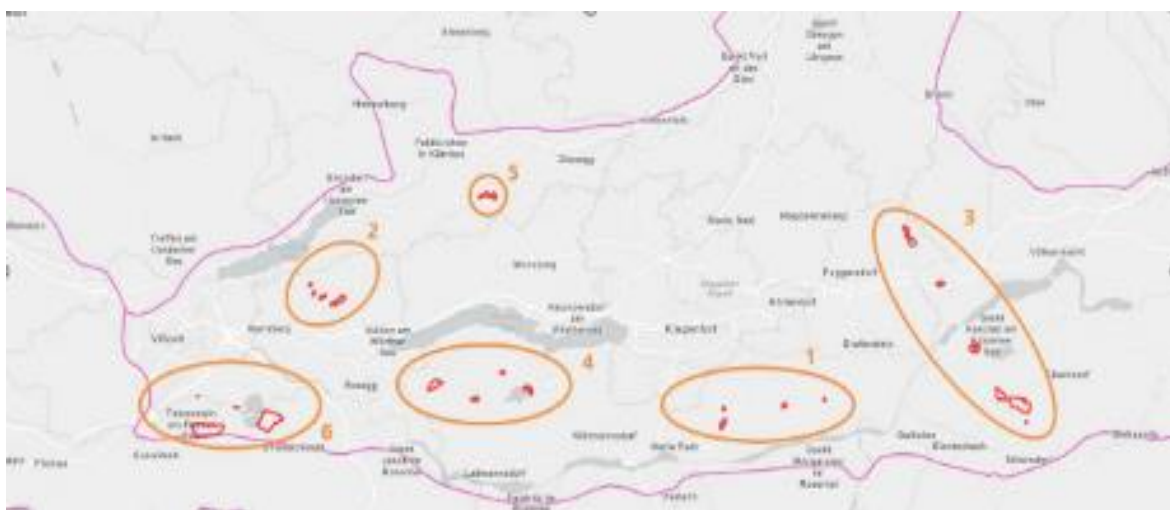


Abbildung 4 – Übersichtskarte der Moorlandschaften

Die Sattnitz ist ein Gebirgszug südlich von Klagenfurt und nördlich der Drau. Der Gebirgszug erstreckt sich von Grafenstein bis Velden im Süden Kärntens über eine Strecke von über 30 km. Die Gipfel der Sattnitz erreichen Höhen von 700 bis über 800 m.

Der Ossiacher Tauern ist ein Gebirgszug südlich des Ossiacher Sees. Er erstreckt sich von Feldkirchen bis Landskron. Sie erreichen eine Höhe von über 1000 m.

Die Region rund um den Klopeiner See liegt im Osten Kärntens. In unmittelbarer Nähe des Klopeiner Sees befinden sich zahlreiche weitere Seen, wie beispielsweise der Kleinsee, der Turner See und der Gösselsdorfer See. Die

Drau fließt nördlich des Klopeiner Sees. Neben einzelnen Erhöhungen liegt der Großteil dieses Gebiets auf etwas unter 500 m.

Der Keutschacher See liegt südlich des Wörthersees im Keutschacher Seental, südlich von Reifnitz und westlich von Klagenfurt. Der Keutschacher See liegt auf etwa 500 m. Nördlich des Keutschacher Sees liegt der Pyramidenkogel mit einer Höhe von 850 m. Das Moor W St. Margarethen liegt etwa auf halber Höhe zwischen dem Keutschacher See und dem Gipfel des Pyramidenkogels.

Die Moore in der Mooskeuschen liegen südlich des Maltschacher Sees knapp unter 600 m. Die drei Moore gehören zu einem Moorkomplex, der durch Straßen und Siedlungen aufgeteilt wurde.

Der Faakersee liegt süd-östlich von Villach und nord-östlich von Finkenstein. Der See liegt etwa auf einer Höhe von 550m. Die hier untersuchten Moore sind rund um Finkenstein verbreitet. Die beiden Moore Drobollacher Moor S und Mooswiesen Oberferlach liegen direkt am Faakersee. Die Mooswiesen Finkenstein sowie das Moor in der Dobrova S liegen etwas weiter westlich.

### 2.6.3. Pflanzensoziologische Verbände

Gert Michael Steiner hat jede Aufnahme dem passenden pflanzensoziologischen Verband zugeordnet und die dazugehörigen Zeigerwerte für diese Arbeit zur Verfügung gestellt. Es handelt sich hierbei um ungewichtete mittlere Zeigerwerte. Die Aufnahmen konnten 11 Verbänden zugeordnet werden, wobei einzelne Aufnahmen keinem dieser Verbände zugeordnet werden konnten oder nicht klar zuzuordnen waren. Drei dieser Verbände, *Vaccinio Piceion*, *Molinion caeruleae* und *Calthion palustris* waren nur in sehr geringer Anzahl in den Aufnahmen von 2023 oder 1992 vertreten, weshalb sie für diese Arbeit nicht ausgewertet wurden. Dem am stärksten vertretenen Verband *Caricion davallianae* konnten 69 Aufnahmen von 1992 und 62 Aufnahmen von 2023 zugeordnet werden. Das *Caricion lasiocarpae* ist mit 32 Aufnahmen von 1992 und 30 Aufnahmen von 2023 vertreten. Die Anzahl der Aufnahmen, die dem *Magnocaricion elatae* zugeordnet werden konnten, ist von 1992 bis 2023 von 25 auf 50 gestiegen. Für das *Rhynchosporion albae* hat die Anzahl hingegen von 20 Aufnahmen auf 3 Aufnahmen abgenommen. Dem *Caricion fuscae* konnten 14 Aufnahmen von

1992 und 16 Aufnahmen von 2023 zugeordnet werden. Beim Sphagnion medii waren es 15 (1992) und 12 Aufnahmen (2023). Das Phragmites communis war mit 9 (1992) beziehungsweise 8 Aufnahmen (2023) vertreten. Der Verband Alnion glutinosae umfasst in beiden Jahren 7 Aufnahmen.

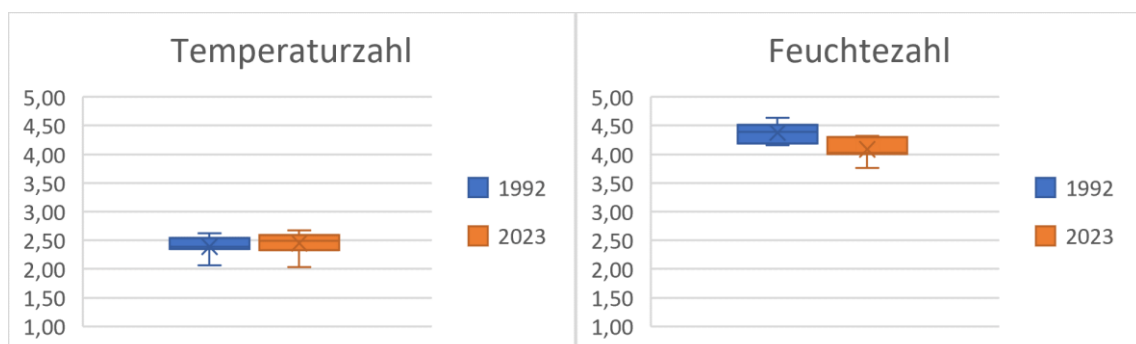
### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Hydrogenetische Moortypen

##### 3.1.1. Hochmoor

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen von 1992 und 2023 des Moores am Stallhofenberg zeigt eine deutliche Abnahme der mittleren Reaktionszahlen. Das arithmetische Mittel der Reaktionszahlen der Aufnahmen in diesem Moor ist von 1,29 auf 1,11 gesunken. Das Maximum zeigt einen großen Abfall von 1,62 auf 1,17. Auch das dritte Quartil ist deutlich gesunken, von 1,4 auf 1,17. Die mittleren Feuchtezahlen sind ebenfalls deutlich gesunken. Das Minimum ist von 4,16 auf 3,76 gefallen, der Median von 4,39 auf 4,03. Auch das Maximum ist um etwa 0,3 von 4,64 auf 4,32 gesunken. Die Vergleiche der Lichtzahlen zeigen vor allem im unteren Bereich eine Abnahme. Das Minimum ist von 3,6 auf 3,4 gefallen und der Median ist von 4 auf 3,67 gesunken. Das Maximum hingegen zeigt keine relevante Veränderung.

Die Vergleiche der mittleren Temperaturzahlen zeigen kaum Veränderungen. Das Maximum ist in den Aufnahmen von 2023 minimal höher als in jenen von 1992. Die Streuung der mittleren Nährstoffzahlen ist 2023 deutlich geringer als 1992. Das Minimum hat sich kaum verändert. Das Maximum hingegen ist von 1,62 auf 1,46 gesunken. Die mittleren Humuszahlen zeigen keine eindeutigen Veränderungen. Sowohl die Aufnahmen von 1992 als auch jene von 2023 haben nur sehr hohe mittlere Humuszahlen.



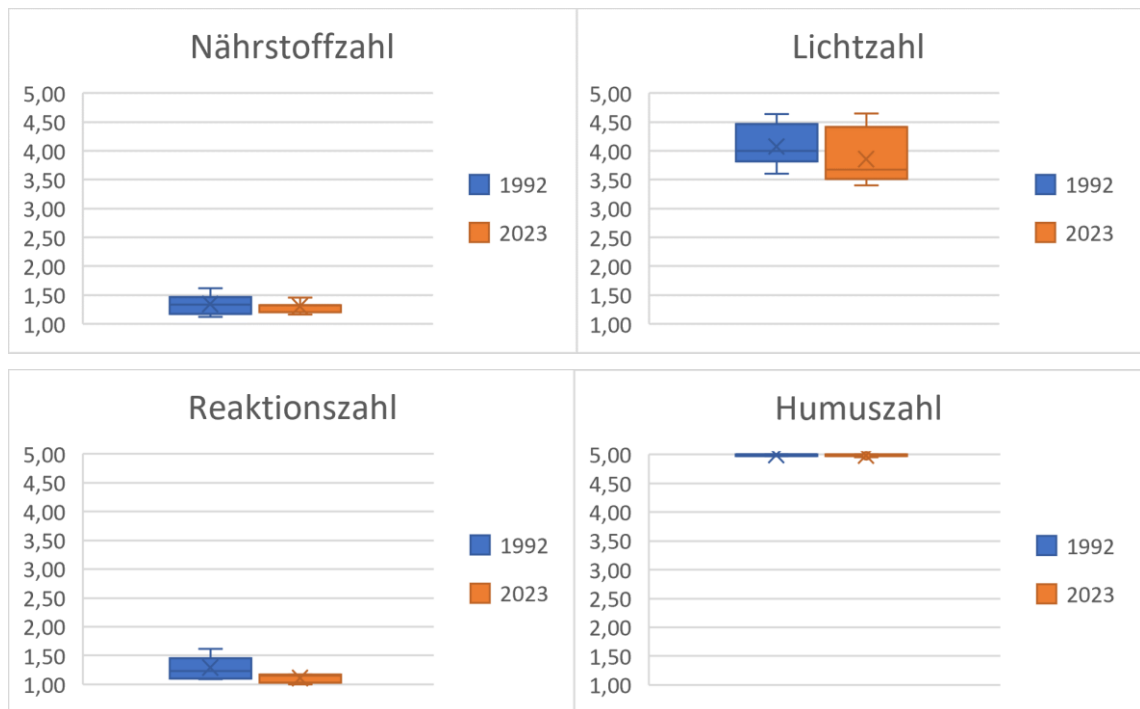


Abbildung 5 - mittlere Zeigerwerte des Hochmoores

Der Vergleich der Artenlisten zeigt ebenfalls deutliche Veränderungen. Es ist eine starke Abnahme von *Eriophorum angustifolium*, *Carex limosa* und *Sphagnum angustifolium* zu erkennen. *Eriophorum angustifolium* kam 1992 in 57% der Aufnahmen vor. 2023 war es in keiner Aufnahme zu finden. *Carex limosa* und *Sphagnum angustifolium* waren 1992 in 43% der Aufnahmen und verschwanden bis 2023 komplett. Deutlich zugenommen hat hingegen *Sphagnum magellanicum*. Das Torfmoos stieg von 29% der Aufnahmen zu 100% der Aufnahmen an.

Die Luftbilder zeigen keine erkennbare Veränderung.

### 3.1.2. Übergangsmoore

Im Vergleich der Zeigerwerte von 1992 und 2023 zeigt sich bei den Übergangsmooren ein leichter Anstieg der Temperaturzahl. Die mittleren Temperaturzahlen sind in diesen Mooren durchschnittlich um etwa 0,2 gestiegen. Die Streuung der mittleren Reaktionszahlen hat in den Übergangsmooren etwas abgenommen. Das Minimum ist von 1,1 auf 1,25 gestiegen und das Maximum ist von 3,93 auf 3,24 gefallen.

Der Vergleich der mittleren Feuchtezahlen der Aufnahmen von 1992 und 2023 zeigt eine minimale Abnahme. Das arithmetische Mittel ist von 4,21 auf 4,14 gesunken. In den Aufnahmen von 1992 gab es eine Fläche mit einer mittleren Lichtzahl, die deutlich unter den restlichen Werten lag. In den Aufnahmen von 2023 ist keine solche Fläche zu finden. Der Vergleich der mittleren Humuszahlen zeigt eine ähnliche Veränderung. Der niedrigste Ausreißer der mittleren Humuszahlen der Aufnahmen von 1992 ist in den Aufnahmen von 2023 nicht zu finden. Der Vergleich der mittleren Nährstoffzahlen zeigt keine erkennbare Veränderung.

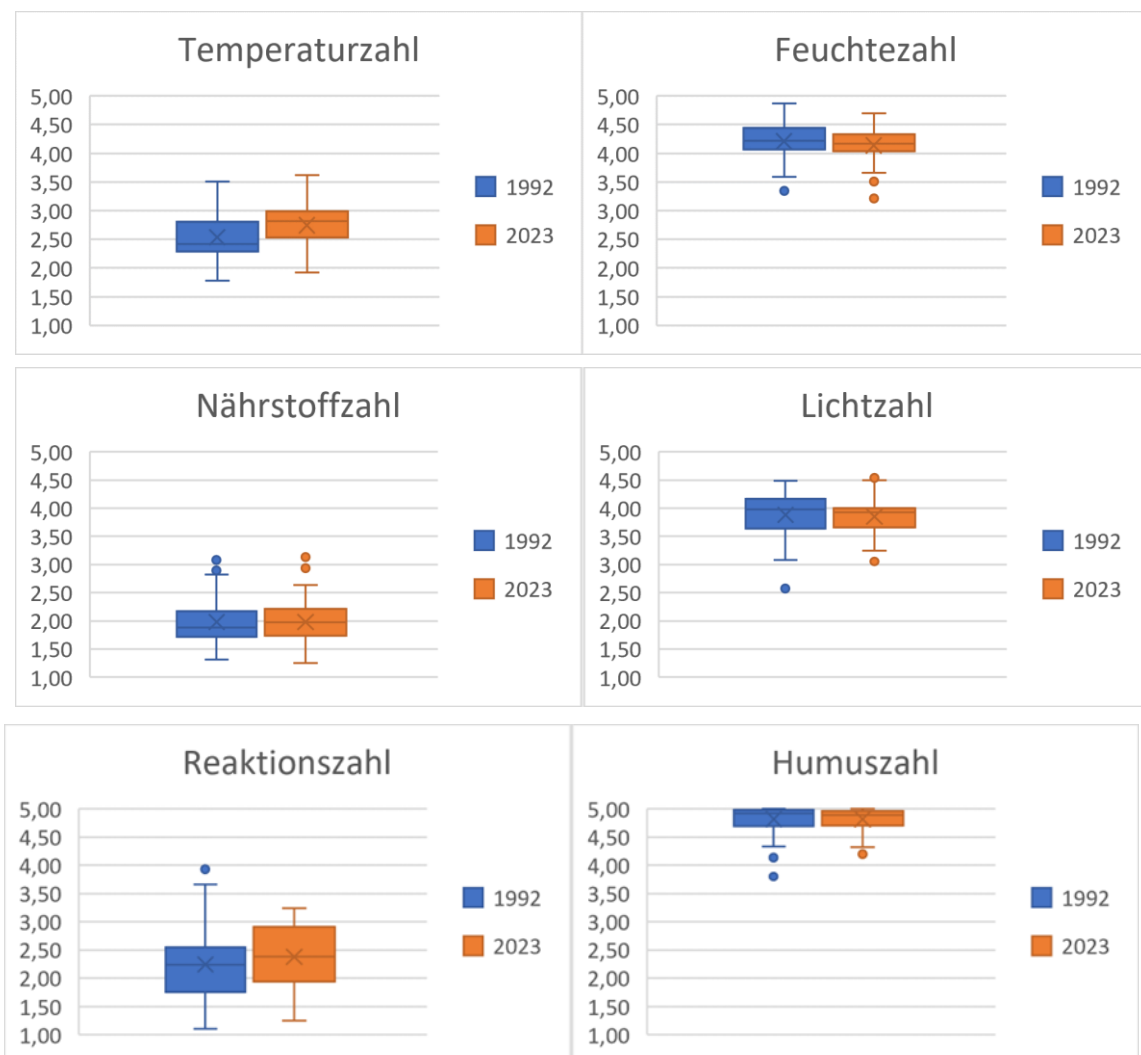


Abbildung 6 – mittlere Zeigerwerte der Übergangsmoore

Der Vergleich der Artenlisten zeigt ein vermehrtes Auftreten von *Frangula alnus*, *Pinus sylvestris* und *Molinia caerulea*, sowie einen Rückgang von *Sphagnum subsecundum* und *Carex rostrata*. *Molinia caerulea* kam 1992 in 68% der

Aufnahmeflächen vor. 2023 lag der Anteil bereits bei 93%. Der Faulbaum verbreitete sich von 28% der Aufnahmen in 49% der Flächen. *Pinus sylvestris* kam 1992 in 45% der Aufnahmen vor, 2023 in 71%. *Sphagnum subsecundum* verschwand bis 2023 komplett, obwohl es 1992 in 28% der Aufnahmeflächen gefunden wurde. Der Anteil der Aufnahmen mit *Carex rostrata* hat von 40% auf 16% abgenommen.

Die Luftbilder zeigen bei den meisten der Übergangsmoore keine erkennbare Veränderung. Das Moor am Tainacherberg ist im Laufe der 35 Jahre eindeutig verbuscht.

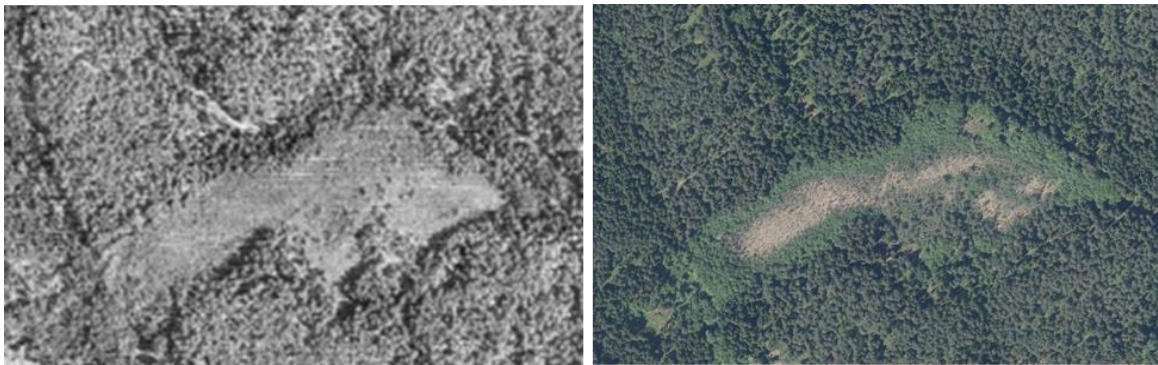


Abbildung 8 - Vergleich der Luftbilder des Moors am Tainacherberg 1994 (links) und 2022 (rechts)  
(Datenquelle: Landkärnten - KAGIS)

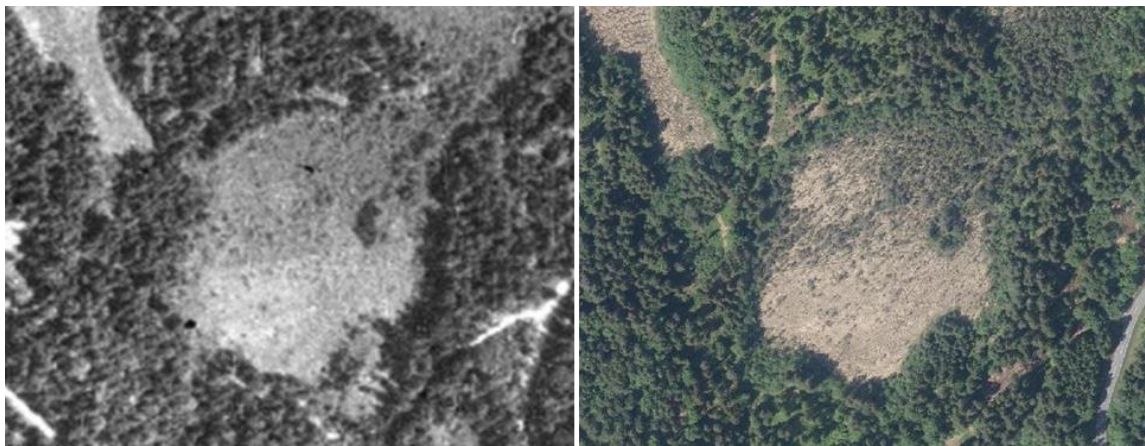
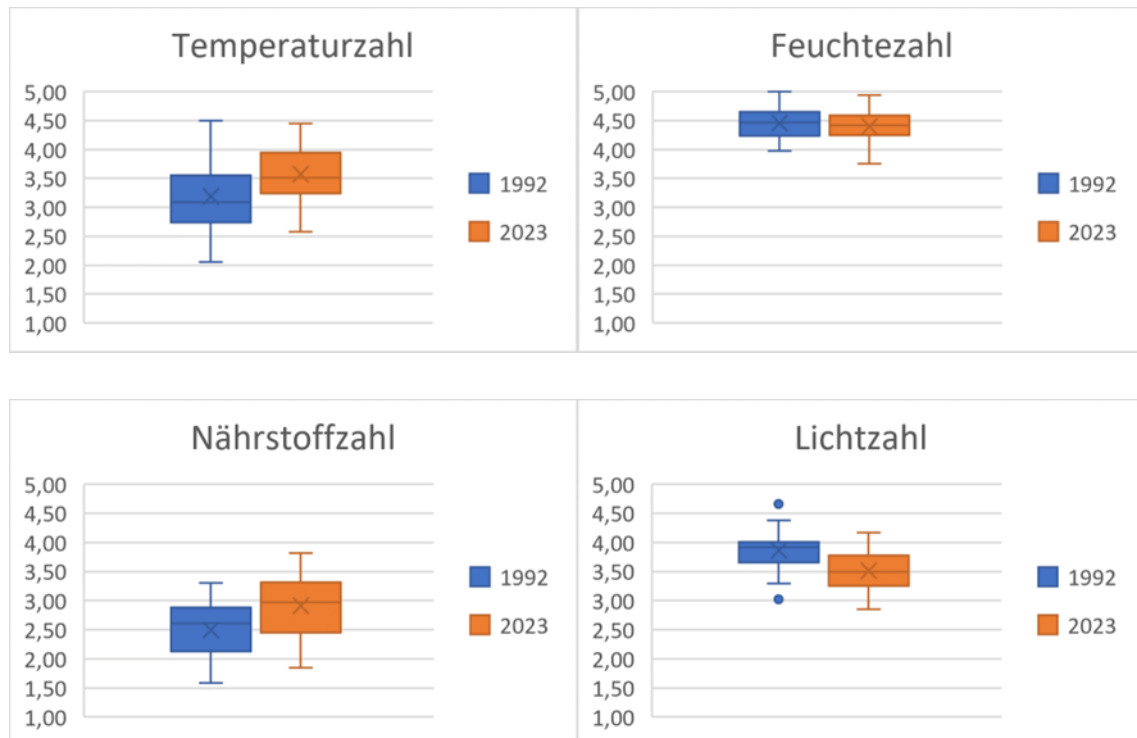


Abbildung 7 - Vergleich der Luftbilder des Moors bei Oberwinklern SW 1994 (links) und 2022 (rechts)  
(Datenquelle: Land Kärnten - KAGIS)

### 3.1.3. Verlandungsmoore

Der Vergleich der Aufnahmen von 1992 und 2023 zeigt bei den Verlandungsmooren deutliche Veränderungen der mittleren Zeigerwerte.

Die mittleren Nährstoffzahlen sind deutlich gestiegen, im Mittel von 2,5 auf 2,91. Das Minimum ist von 1,58 auf 1,84 gestiegen, der Median von 2,61 auf 2,97 und das Maximum von 3,3 auf 3,81. Das Minimum der mittleren Feuchtezahlen ist von 3,98 auf 3,76 gesunken. Die restlichen mittleren Feuchtezahlen zeigen keine Veränderung. Die niedrigen mittleren Temperaturzahlen zeigen einen Anstieg. Das Minimum ist deutlich von 2,05 auf 2,58, der Median von 3,09 auf 3,51 gestiegen. Das Maximum hingegen zeigt mit einer Abnahme von 4,50 auf 4,45 kaum Veränderungen. Die mittleren Lichtzahlen zeigen eine deutliche Abnahme. Das Minimum der mittleren Lichtzahlen ist von 3,0 auf 2,85 gesunken, der Median von 3,9 auf 3,5 und das Maximum von 4,66 auf 4,17. Das arithmetische Mittel zeigt eine durchschnittliche Abnahme um 0,31, von 3,89 auf 3,58. Die mittleren Humuszahlen zeigen im Vergleich von 1992 und 2023 eine minimale Abnahme. Das arithmetische Mittel ist von 4,71 auf 4,50 gesunken. Der Vergleich der mittleren Reaktionen zeigt einen minimalen Anstieg. Das Minimum ist von 1,67 auf 2,21 gestiegen. Der Median ist um 0,16 gestiegen. Das Maximum ist im Gegensatz dazu von 5 auf 4,88 gesunken.



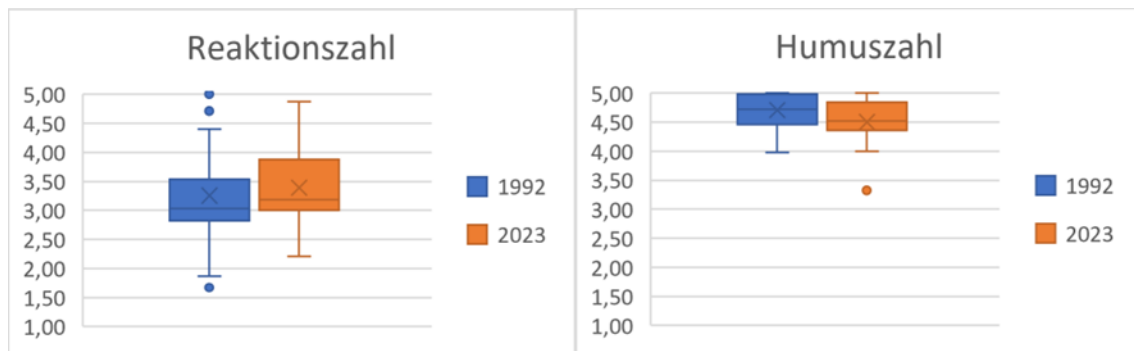


Abbildung 9 – mittlere Zeigerwerte der Verlandungsmoore

Der Vergleich der Artenlisten zeigt eine Zunahme an *Phragmites australis*, und *Alnus glutinosa*. 1992 lag der Anteil der Aufnahme­flächen mit *Phragmites australis* bei 14% und jener von *Alnus glutinosa* bei 16%. 2023 lagen beide Arten bei 71%. *Menyanthes trifoliata* und *Equisetum fluviatile* ist in den Aufnahmen von 2023 seltener zu finden als in den Aufnahmen von 1992. Der Anteil an Aufnahmen mit *Equisetum fluviatile* hat im Laufe der 35 Jahre von 47% auf 11% abgenommen. Jener Wert für *Menyanthes trifoliata* ist von 58% auf 26% gesunken.

Etwas geringere, jedoch immer noch deutliche Veränderungen sind bei *Frangula alnus*, *Lythrum salicaria* und der Gattung *Dactylorhiza* zu erkennen. *Frangula alnus* kam 1992 in 28% der Aufnahmen vor. 2023 lag der Wert bereits bei 63%. Der Anteil der Flächen mit *Lythrum salicaria* ist sogar von 14% auf 51% gestiegen. Die Gattung *Dactylorhiza* war 1992 vor allem durch *Dactylorhiza incarnata* vertreten. 2023 kam diese Gattung in keiner Aufnahme vor. Das entspricht einer Abnahme von 33%.



Abbildung 10 - Vergleich der Luftbilder des Littermoos von 1994 (links) und 2022 (rechts)

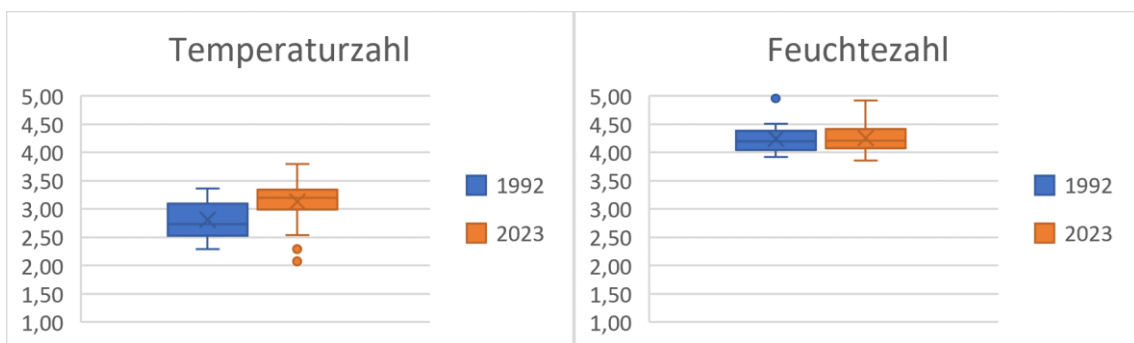
(Datenquelle: Land Kärnten –KAGIS)

Die Luftbilder zeigen unterschiedliche Veränderungen. Bei manchen Mooren ist eine Verbuschung zu erkennen, bei anderen ist keine sichtbare Entwicklung vorhanden.

#### 3.1.4. Versumpfungsmoore

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen der Versumpfungsmoore von 1992 und 2023 zeigt eine deutliche Zunahme der Temperaturzahlen. Der Median der mittleren Temperaturzahlen ist von 2,74 auf 3,2 gestiegen. Das Maximum ist von 3,37 auf 3,8 gestiegen. Das arithmetische Mittel der mittleren Temperaturzahlen ist um etwa 0,3 höher. Das Minimum der mittleren Temperaturzahlen ist hingegen von 2,29 auf 2,07 gesunken. Die mittleren Nährstoffzahlen zeigen ebenfalls einen deutlichen Anstieg. Das Minimum ist von 1,46 auf 1,73 gestiegen. Der Median zeigt eine Zunahme von 2,07 auf 2,42. Das Maximum zeigt die höchste Zunahme von 2,93 auf 3,55. Das arithmetische Mittel der mittleren Nährstoffzahlen ist von 2,15 auf 2,51 gestiegen. Die mittleren Humuszahlen zeigen beim Minimum eine deutliche Veränderung. Das Minimum der mittleren Humuszahlen ist von 3,91 auf 3,38 gesunken. Der Median zeigt mit einer Abnahme von 4,63 auf 4,53 nur geringe Veränderungen. Das Maximum ist von 5 auf 4,98 gesunken. Die mittleren Reaktionszahlen zeigen 2023 eine geringere Streuung um den Wert 3,25 als 1992, mit einzelnen Ausreißern nach oben und unten.

Die mittleren Lichtzahlen sowie die mittleren Feuchtezahlen zeigen keine relevanten Veränderungen.



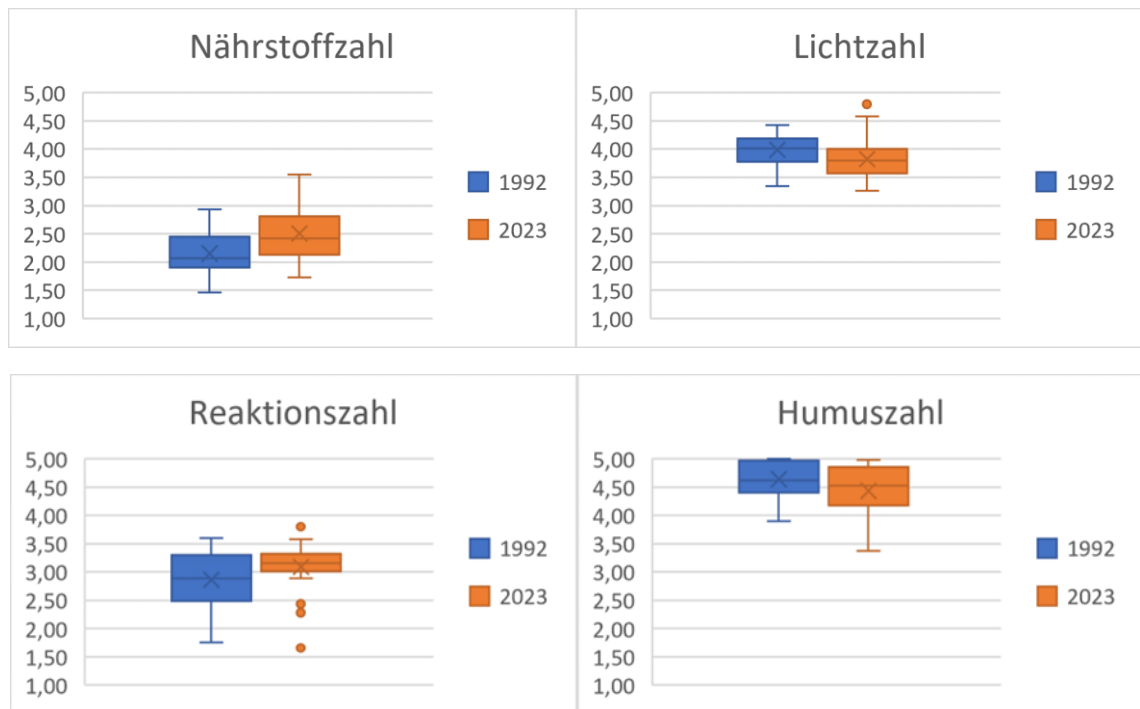


Abbildung 11 – mittlere Zeigerwerte der Versumpfungsmoore

Der Vergleich der Artenlisten der Versumpfungsmoore zeigt vor allem eine Zunahme von *Frangula alnus* und eine Abnahme von *Eriophorum angustifolium*. Der Anteil der Aufnahme­flächen mit *Frangula alnus* ist von 17% auf 66% gestiegen. *Eriophorum angustifolium* kam 1992 in 69% der Aufnahme­flächen vor, aber 2023 nur noch in 6% der Flächen. *Equisetum palustre*, *Rhynchospora alba* und *Sphagnum subsecundum* haben ebenfalls deutlich abgenommen. Der Anteil von *Equisetum palustre* ist von 62% auf 34% gesunken. Die Aufnahme­flächen mit *Rhynchospora alba* haben von 38% um 35% abgenommen. *Sphagnum subsecundum* kam 1992 in 31% der Flächen vor und verschwand bis 2023 komplett.



Abbildung 13 – Vergleich der Luftbilder des Moors SW Farrendorf E von 1994 (links) und 2022 (rechts)  
(Datenquelle: Land Kärnten KAGIS)



Abbildung 13 - Abbild Luftbild Moor in der Mooskeuschen 2022 (gemäht)  
(Datenquelle: Land Kärnten – KAGIS)

Die Luftbilder zeigen unterschiedliche Veränderungen. In einzelnen Mooren ist eine Verbuschung zu erkennen, in anderen sieht man keine Veränderungen und in einzelnen ist auf den Luftbildern klar zu erkennen, dass die Moorflächen gemäht und somit die Freiflächen offengehalten werden.

### 3.1.5. Kesselmoore

Die Vergleiche der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen der Kesselmoore von 1992 und 2023 zeigen bei den mittleren Nährstoffzahlen eine relevante Veränderung. Die Streuung der Nährstoffzahlen war 2023 geringer. Das Minimum ist von 1,28 auf 1,56 gestiegen und das Maximum von 3,65 auf 3,43 gesunken. 2023 waren bei den mittleren Feuchtezahlen und den mittleren Humuszahlen

mehr Ausreißer nach unten zu erkennen als 1992. Bei den mittleren Lichtzahlen hingegen hat die Anzahl der unteren Ausreißer abgenommen. Die mittleren Temperaturzahlen zeigen von 1992 bis 2023 beim Minimum eine Abnahme von 2,38 auf 1,91.

Die Vergleiche der restlichen mittleren Zeigerwerte zeigen keine eindeutige Veränderung.

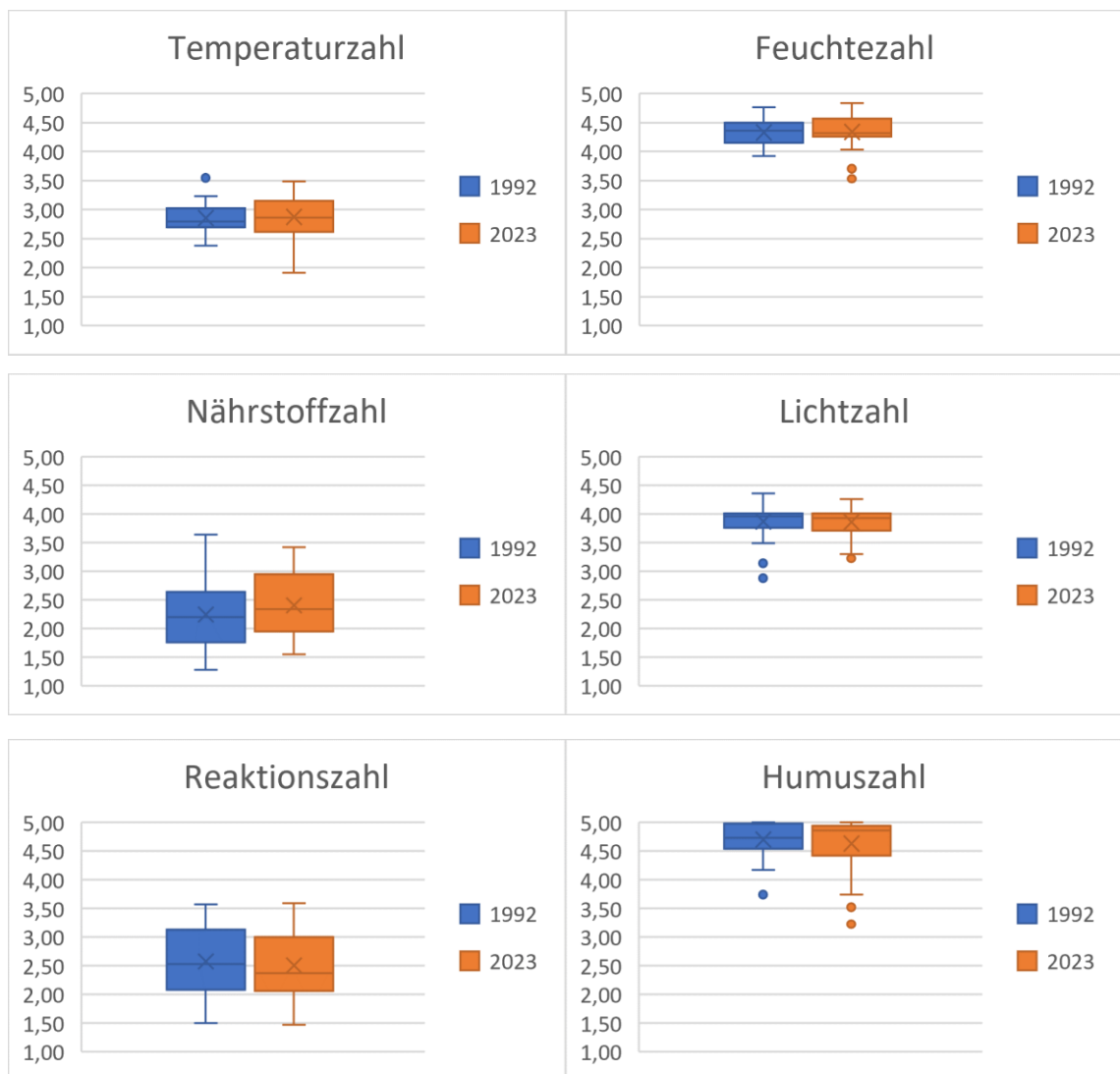


Abbildung 14 - mittlere Zeigerwerte der Kesselmoore

Die Vergleiche der Artenlisten zeigen eine Zunahme von *Lysimachia vulgaris* und *Betula pubescens*. Die Moor-Birke war 1992 in 3% der Aufnahme­flächen zu finden. 2023 wuchs sie bereits in der Hälfte der Aufnahme­flächen. *Lysimachia vulgaris* war 1992 in 13% der Aufnahmen. Im Laufe der 35 Jahre hat sie sich auf 59% der Aufnahme­flächen ausgebreitet. *Pinus sylvestris* zeigt ebenfalls eine

eindeutige Veränderung. Der Anteil der Flächen mit *Pinus sylvestris* ist von 19% auf 50% gestiegen. Es ist außerdem eine Abnahme von *Betula pendula* und *Scorpidium revolvens* zu erkennen. Beide Arten waren 2023 in 32% weniger Flächen zu finden als 1992.

Die Luftbilder aller Kesselmoore zeigen keine sichtbaren Veränderungen.

#### 3.1.6. Durchströmungsmoore

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen von 1992 und 2023 der Durchströmungsmoore zeigen deutliche Veränderungen. Der Vergleich der mittleren Temperaturzahlen zeigt in den unteren Werten eine starke Zunahme. Das Minimum ist von 1,5 auf 2,23 gestiegen. Der Median ist von 2,92 auf 3,13 leicht gestiegen. Das Maximum der mittleren Temperaturzahlen ist gleichgeblieben.

Die mittleren Lichtzahlen haben von 1992 bis 2023 leicht abgenommen. Das arithmetische Mittel der mittleren Lichtzahlen ist von 3,96 auf 3,71 gesunken. Das Minimum zeigt keine Veränderung. Der Median hat von 3,96 auf 3,73 abgenommen und das Maximum von 4,96 auf 4,7.

Der Vergleich der mittleren Nährstoffzahlen zeigt beim Minimum eine deutliche Veränderung. Dieses ist von 1,55 auf 2,02 gestiegen. Von 1992 bis 2023 ist die Anzahl der oberen Ausreißer der mittleren Nährstoffzahlen gesunken.

Die mittleren Reaktionszahlen der Aufnahmen von 2023 streuen weniger stark als jene von 1992. Das Minimum ist von 2,07 auf 2,64 angestiegen und das Maximum ist von 4,93 auf 3,79 gesunken. Die mittleren Feuchtezahlen sind durchschnittlich um 0,28 gesunken. Das arithmetische Mittel ist von 4,22 auf 3,94 gesunken. Die Abnahme ist gleichmäßig auf alle Werte verteilt.

Der Vergleich der mittleren Humuszahlen zeigt keine deutlichen Veränderungen.

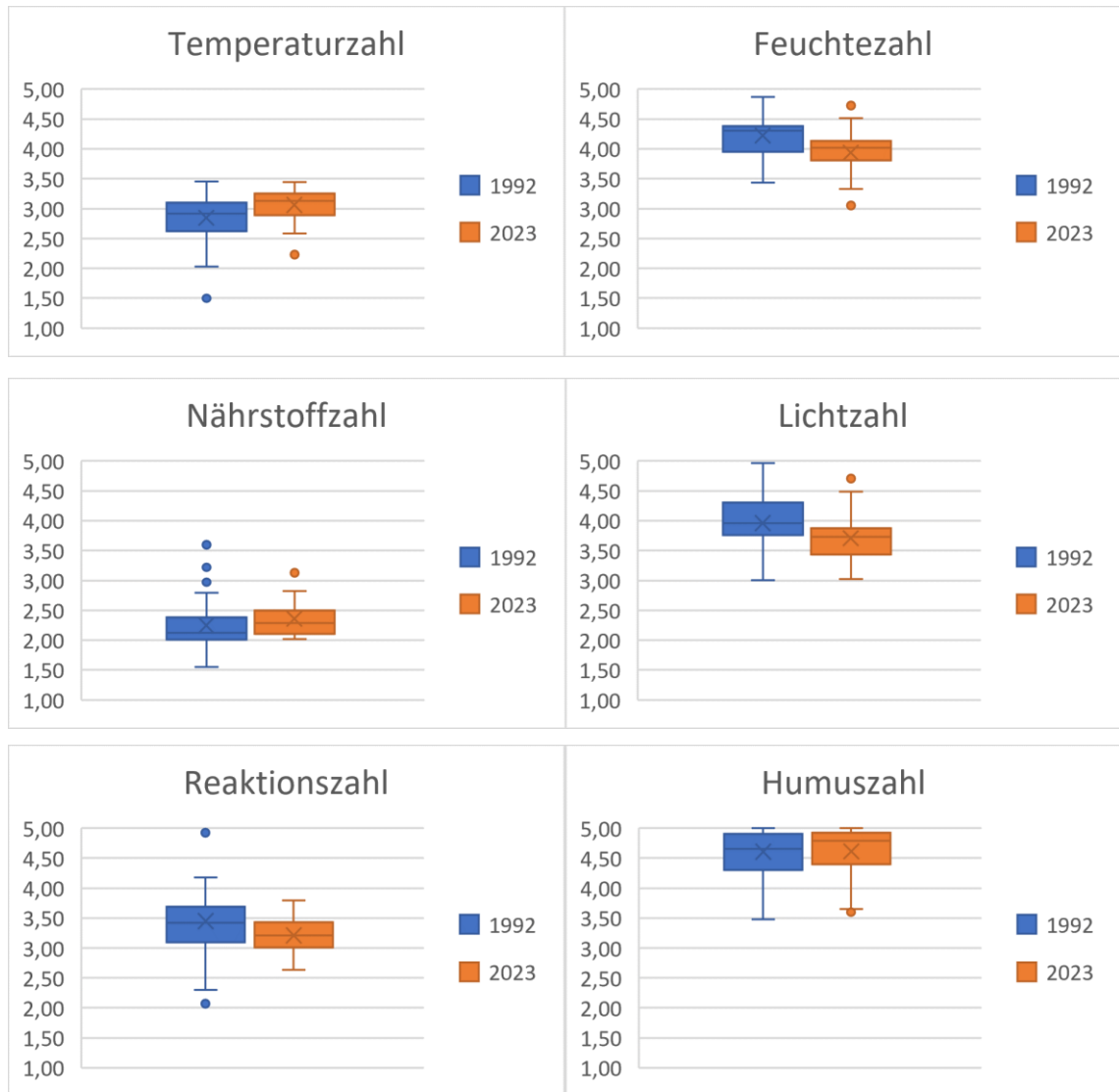


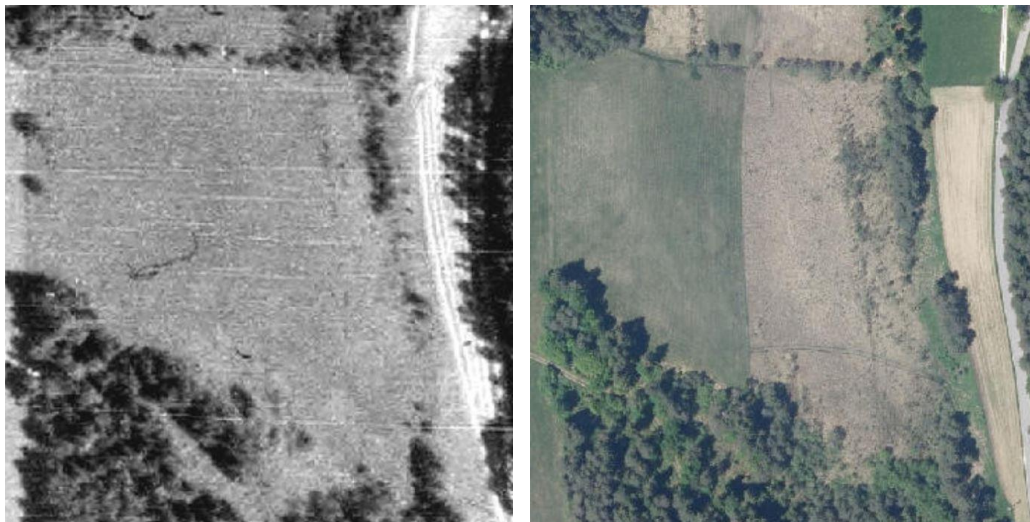
Abbildung 15 - mittlere Zeigerwerte der Durchströmungsmoore

Der Vergleich der Artenlisten der Durchströmungsmoore zeigt eine deutliche Zunahme von *Cirsium palustre* und *Galium uliginosum*. Beide Arten sind 2023 in 43% mehr der Aufnahme­flächen gewachsen. Der Anteil der Aufnahmen mit *Cirsium palustre* stieg von 17% auf 60%, jener von *Galium uliginosum* von 14% auf 57%. In 60% der Aufnahme­flächen von 2023 kam *Frangula alnus* vor. 1992 waren es nur 26%. Eine Abnahme kann hingegen bei *Scorpidium revolvens* erkannt werden. 1992 lag der Anteil der Aufnahme­flächen mit *Scorpidium revolvens* bei 51%. 2023 lag dieser Wert bei 20%.

Die Luftbilder der Durchströmungsmoore zeigen alle Verbuschung von 1992 bis 2023. Ausgenommen von dieser Veränderung sind Flächen, die regelmäßig gemäht werden. Spuren davon sind ebenfalls auf den Luftbildern zu erkennen.



*Abbildung 17 - Vergleich der Luftbilder des Göltzscher Moors von 1994 (links) und 2022 (rechts)  
(Datenquelle: Land Kärnten – KAGIS)*

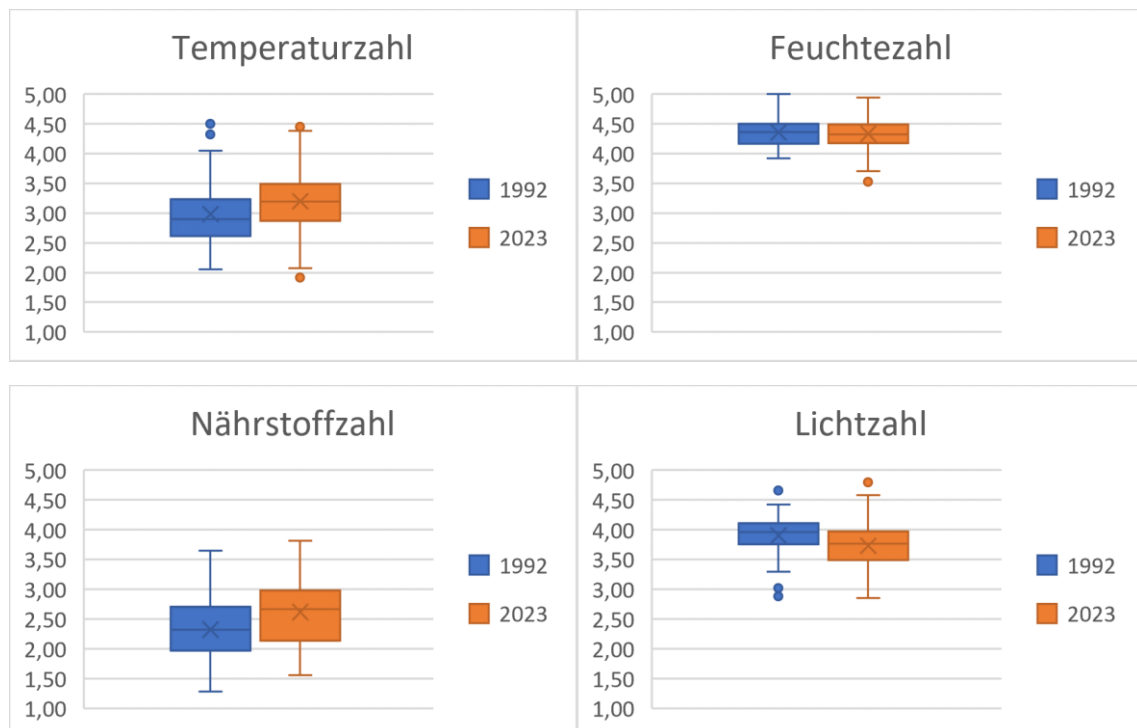


*Abbildung 16 - Vergleich der Luftbilder des Raunachmoos von 1988 (links) und 2022 (rechts) (gemäht)  
(Datenquelle: Land Kärnten – KAGIS)*

### 3.1.7. Topogene Niedermooore

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen der topogenen Niedermooore von 1992 und 2023 zeigt die größte Veränderung bei den mittleren Nährstoffzahlen. Das Minimum der mittleren Nährstoffzahlen ist von 1,28 auf 1,56 gestiegen. Der Median hat von 2,33 auf 2,67 zugenommen und das Maximum ist von 3,65 auf 3,81 angewachsen. Der Median der mittleren Temperaturzahlen ist von 1992 bis 2023 von 2,9 auf 3,2 gestiegen. Maximum und Minimum der mittleren Temperaturzahlen zeigt keine relevanten Veränderungen. Die mittleren Feuchtezahlen zeigen nur beim Minimum eine deutliche Änderung. Das Minimum ist von 3,92 auf 3,53 stark gesunken. Der Vergleich der mittleren Lichtzahlen zeigt eine Veränderung des Medians von 3,97 auf 3,77. Bei den mittleren Humuszahlen ist das Minimum von 3,75 auf 3,23 gesunken. Das Maximum lag in beiden Jahren bei 5. Der Vergleich der mittleren Humuszahlen zeigt ebenfalls eine Abnahme beim Minimum von 3,75 auf 3,23.

Beim Vergleich der mittleren Reaktionszahlen kann man keine relevante Veränderung erkennen.



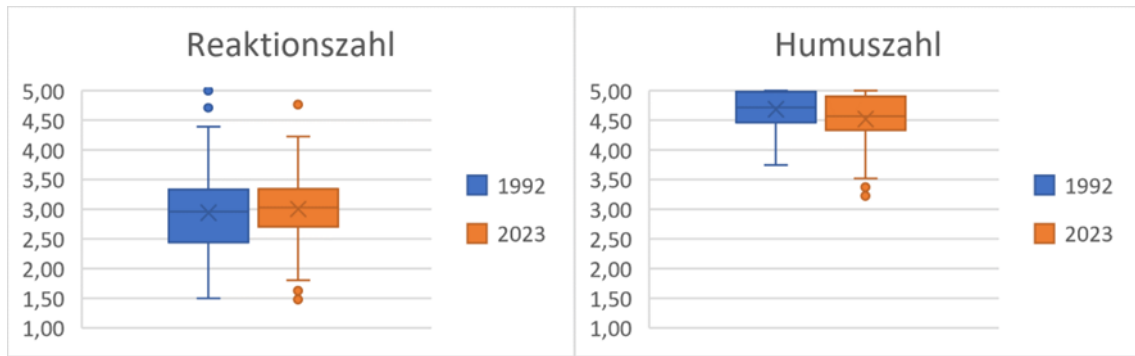


Abbildung 18 - mittlere Zeigerwerte der topogenen Niedermoore

Der Vergleich der Artenlisten von 1992 und 2023 zeigt vor allem eine Zunahme von *Frangula alnus*. Der Anteil der Aufnahme­flächen, in denen 1992 *Frangula alnus* gefunden wurde, lag bei 21%. 2023 lag dieser Wert bereits bei 57%.

Auf den Luftbildern sind unterschiedliche Veränderungen erkennbar. Manche topogenen Niedermoore zeigen keine erkennbare Veränderung, andere verbuschten von 1992 bis 2023.

### 3.1.8. Soligene Niedermoore

Zu den soligenen Niedermooren gehören Durchströmungsmoore, Überrieselungsmoore und Quellmoore. In den Aufnahmen von 2023 finden sich davon nur Durchströmungsmoore. Aus diesem Grund sind die Vergleiche der mittleren Zeigerwerte, Artenlisten und Luftbildern der soligenen Niedermoore gleich mit den Vergleichen der Durchströmungsmoore.

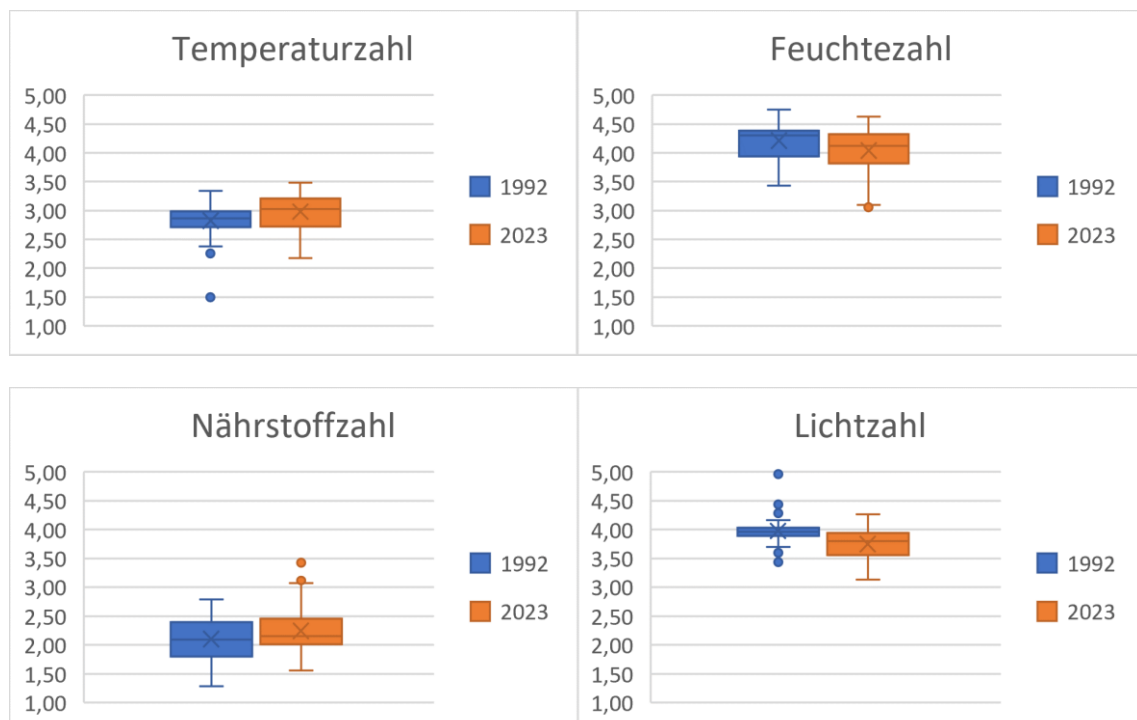
## 3.2. Moorlandschaften

### 3.2.1. Sattnitz

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen von 1992 und 2023 der Moore auf der Sattnitz zeigen deutliche Veränderungen. 1992 gab es in den Aufnahmen einen unteren Ausreißer bei den mittleren Temperaturzahlen, der deutlich unter den restlichen Werten lag. 2023 lag das Minimum näher an den restlichen Werten. Das Minimum ist von 1992 bis 2023 von 1,5 auf 2,18 gestiegen. Das arithmetische Mittel der mittleren Temperaturzahlen hat von 2,82 auf 2,98 zugenommen. Die mittleren Feuchtezahlen haben sich von 1992 bis 2023 kaum verändert. Das Minimum ist von 3,44 auf 3,06, der Median von 4,3

auf 4,13 und das Maximum von 4,75 auf 4,63 gesunken. Das arithmetische Mittel ist von 4,21 auf 4,04 gesunken. Die mittleren Nährstoffzahlen sind von 1992 bis 2023 etwas gestiegen. Das Minimum hat von 1,28 auf 1,56 zugenommen. Das Maximum ist von 2,79 auf 3,43 angewachsen. Der Median hat sich nicht relevant verändert. Das arithmetische Mittel ist von 2,1 auf 2,24 gestiegen. Der Vergleich der mittleren Lichtzahlen zeigt deutliche Veränderungen. Das Minimum ist von 3,44 um 0,3 auf 3,14 gesunken. Der Median ist nur gering von 3,96 auf 3,8 gesunken. Das Maximum hat von 1992 bis 2023 stark abgenommen. Es ist von 4,96 auf 4,26 gefallen. Durchschnittlich haben die mittleren Lichtzahlen von 3,98 auf 3,75 abgenommen. Die mittleren Reaktionszahlen haben sich im oberen Bereich verändert. Der Median ist von 3,14 auf 2,87 und das Maximum von 4,93 auf 3,79 gesunken. Die mittleren Humuszahlen haben sich im Laufe der 35 Jahre kaum verändert. Das arithmetische Mittel ist von 4,67 auf 4,66 gesunken.

Der Vergleich der Artenlisten der Aufnahmen von 1992 und 2023 der Moore auf der Sattnitz zeigt eine Abnahme von *Scorpidium revolvens* und eine Zunahme von *Frangula alnus*. Der Anteil der Aufnahmeflächen mit *Scorpidium revolvens* ist von 49% auf 10% gesunken. Der Anteil der Aufnahmeflächen mit *Frangula alnus* ist hingegen von 10% auf 57% gestiegen. *Betula pubescens* kam in den Aufnahmen von 2023 deutlich häufiger vor als 1992. Der Anteil dieser Art ist von 2% auf 38% gestiegen.



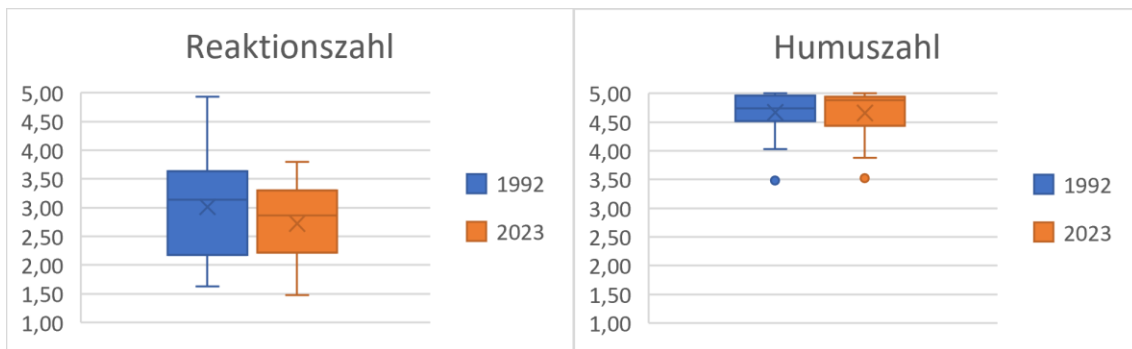
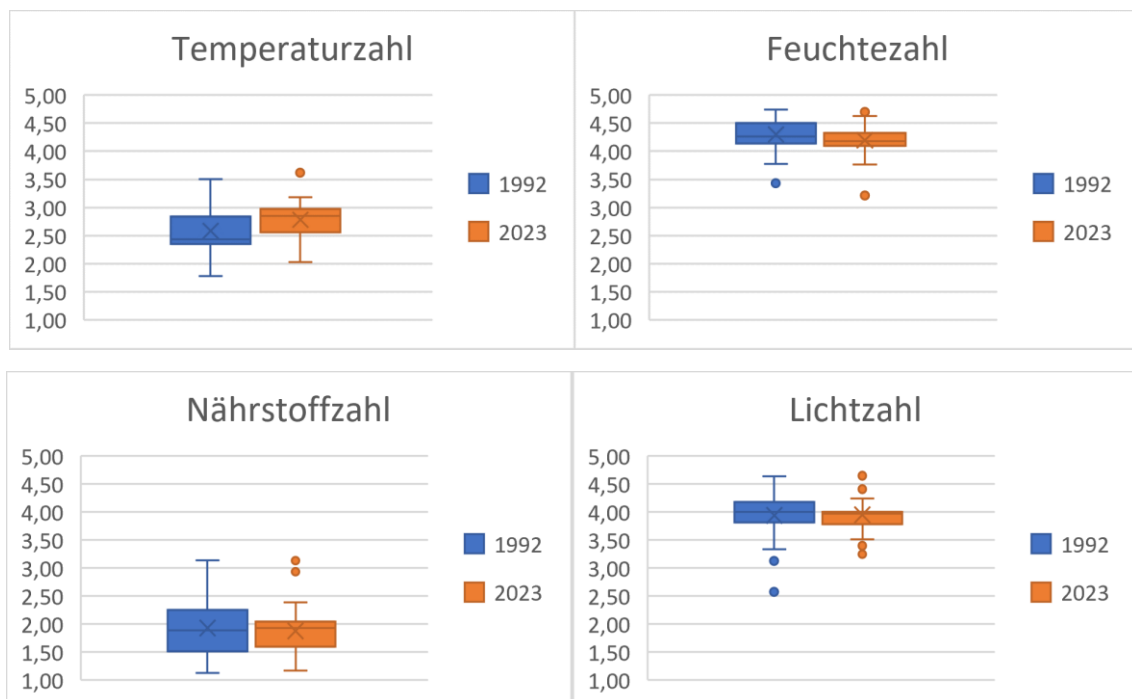


Abbildung 19 - mittlere Zeigerwerte der Moore auf der Sattnitz

Die Luftbilder zeigen unterschiedliche Veränderungen. Das Göltshacher Moor ist im Laufe der 35 Jahre verbuscht. Das Moor bei Stemeritsch und das Moor bei Hinterberg zeigen keine, auf Satellitenbildern erkennbaren, Änderungen.

### 3.2.2. Ossiacher Tauern

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen von 1992 und 2023 der Moore auf dem Ossiacher Tauern zeigt nur geringe Veränderungen. Die mittleren Temperaturzahlen sind durchschnittlich von 2,59 auf 2,79 gestiegen. Vor allem Aufnahmen mit niedrigeren mittleren Temperaturzahlen haben sich verändert. Das Minimum ist von 1,78 auf 2,03 gestiegen und der Median von 2,43 auf 2,85. Die mittleren Feuchtezahlen haben sich kaum verändert. Das Minimum ist von 3,43 auf 3,22 gefallen. Die weiteren Werte zeigen keine relevante Veränderung.



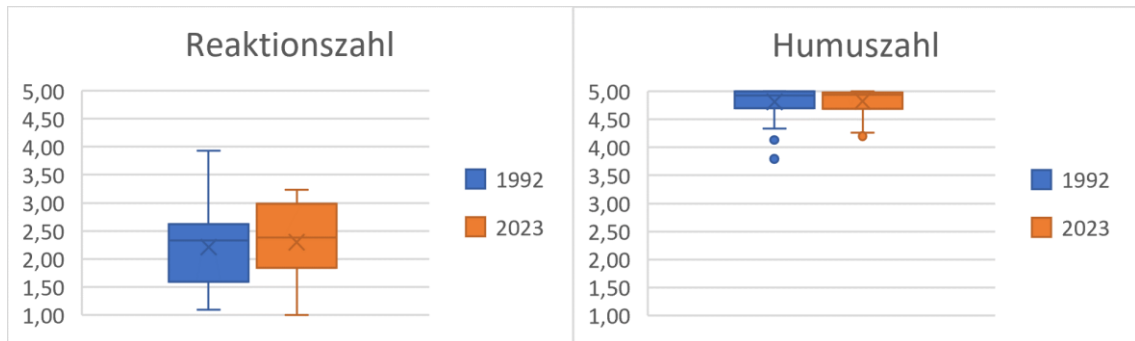


Abbildung 20 - mittlere Zeigerwerte der Moore auf den Ossiacher Tauern

Die mittleren Lichtzahlen haben sich ebenfalls nur im unteren Bereich verändert. Das Minimum ist von 2,58 auf 3,25 stark gestiegen. Durchschnittlich haben sich die mittleren Lichtzahlen kaum verändert. Das arithmetische Mittel ist von 3,94 auf 3,95 gestiegen. Die mittleren Reaktionszahlen zeigen bei den hohen Werten eine Veränderung. Das Maximum ist von 3,93 auf 3,24 gesunken. Im Mittel sind die mittleren Reaktionszahlen jedoch um 0,08 von 2,21 auf 2,3 gestiegen. Die mittleren Humuszahlen haben sich kaum verändert. 1992 gab es eine Aufnahme mit einem unteren Ausreißer mit dem Wert 3,8. 2023 lag der niedrigste mittlere Wert bei 4,2.

Der Vergleich der Artenlisten der Aufnahmen von 1992 und 2023 zeigt, dass 1992 *Carex rostrata* häufiger in Aufnahmeflächen vorkam. Der Anteil der Aufnahmeflächen mit *Carex rostrata* ist von 46% auf 13% gesunken.

Auf den Luftbildern sind in allen Mooren auf dem Ossiacher Tauern keine sichtbaren Veränderungen zu erkennen.

### 3.2.3. In der Nähe des Klopeinersees

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte von 1992 und 2023 der Moore in der Nähe des Klopeinersees zeigt geringe Veränderungen. Die mittleren Feuchtezahlen, sowie die mittleren Temperaturzahlen haben sich kaum verändert. Das arithmetische Mittel der mittleren Feuchtezahlen ist von 4,39 auf 4,27 gesunken, jenes der mittleren Temperaturzahlen ist von 2,96 auf 3,12 gestiegen. Der Vergleich der mittleren Nährstoffzahlen zeigt eine deutliche Zunahme der höheren Werte. Der Median ist von 2,22 auf 2,67 um fast 0,5 gestiegen. Das Maximum ist von 3,65 auf 3,81 angestiegen. Das Minimum der

mittleren Lichtzahlen ist 2023 um 0,17 auf 3,06 gestiegen. Der Median und das Maximum haben sich kaum verändert. Das arithmetische Mittel ist von 3,87 auf 3,68 gesunken. Die mittleren Reaktionszahlen streuten 2023 weniger um den Mittelwert. Das Minimum ist von 1,37 auf 1,66 gestiegen. Das Maximum ist hingegen von 5 auf 4,76 gesunken. Im Mittel sind die mittleren Reaktionszahlen von 2,98 auf 3,12 gestiegen. Bei den mittleren Humuszahlen hat sich nur das Minimum relevant verändert. Es ist von 3,75 auf 3,23 gesunken.

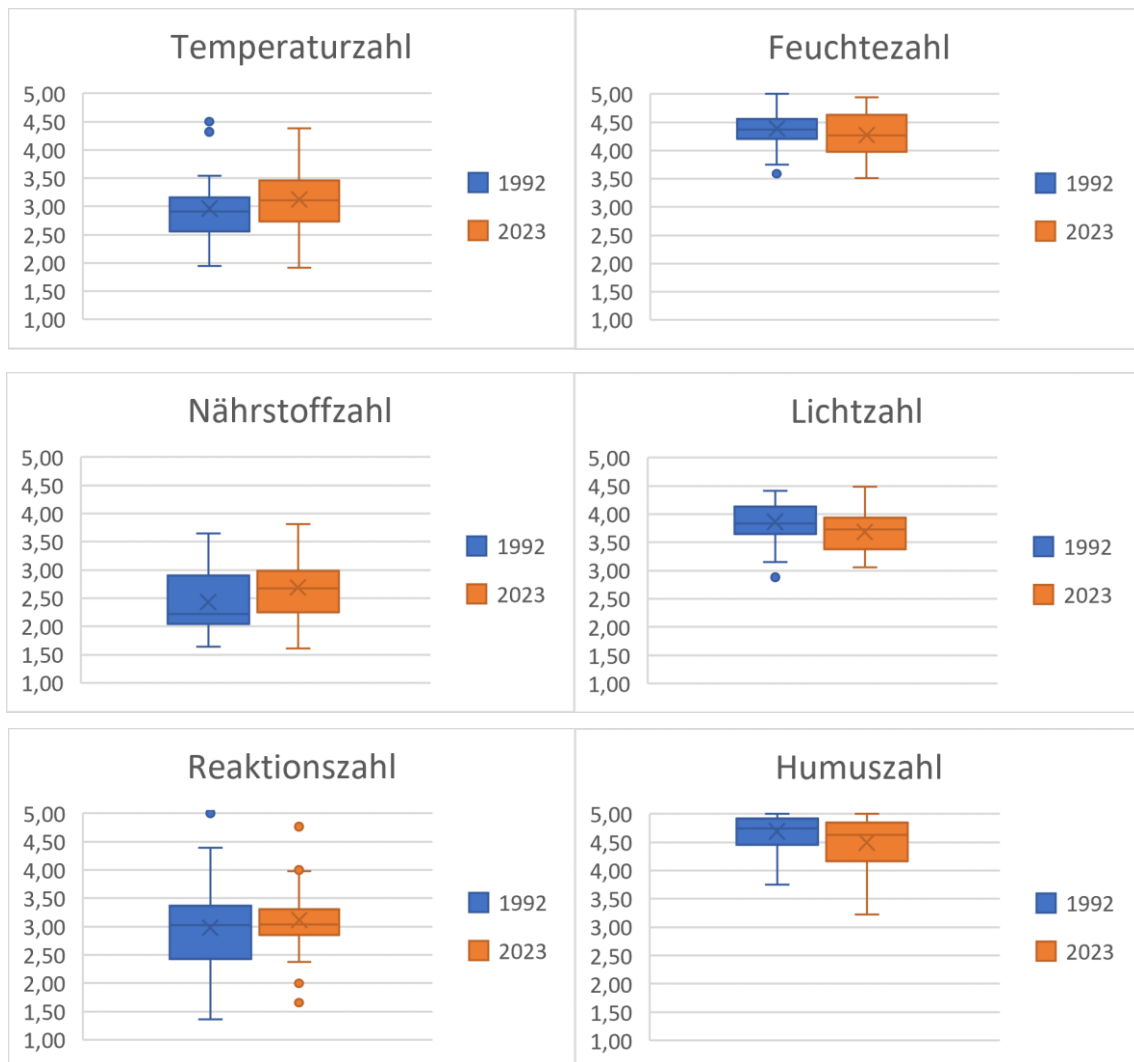


Abbildung 21 - mittlere Zeigerwerte der Moore in der Nähe des Klopeinersees

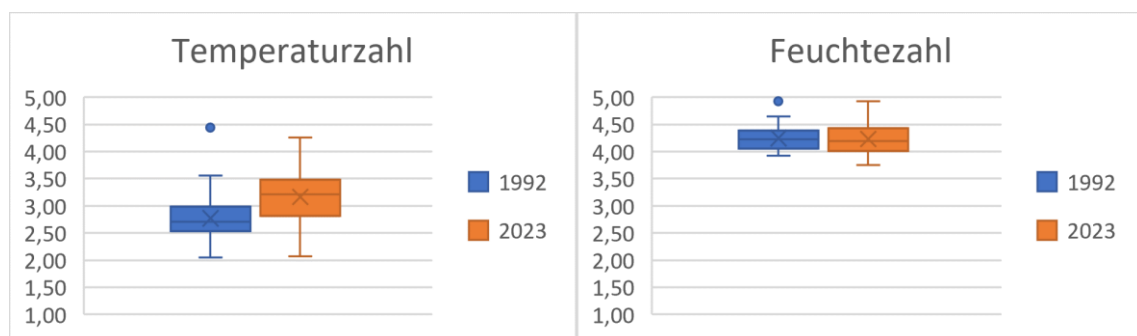
Der Vergleich der Artenlisten zeigt eine deutliche Abnahme von *Valeriana dioica*. Der Anteil der Aufnahmeflächen mit dieser Art ist von 59% auf 11% gesunken. Bei *Scorpidium revolvens* kann ebenfalls ein Rückgang erkannt werden. 1992 kam diese Art in 32% der Aufnahmeflächen vor. 2023 konnte diese Art in keiner der Aufnahmeflächen gefunden werden.

Der Vergleich der Luftbilder zeigt unterschiedliche Veränderungen. Das Moor am Tainacherberg ist im Laufe der 35 Jahre deutlich verbuscht. Die Luftbilder des Littermoos am Kleinsee zeigen ebenfalls Verbuschung. Auf den Luftbildern des Moores am Turnersee E und des Toteislochs nördlich Obetschnik sind keine Veränderungen erkennbar. Das Raunachmoos NE wird regelmäßig gemäht, was auf den Luftbildern deutlich zu erkennen ist.

#### 3.2.4. In der Nähe des Keutschachersees

Der Vergleich der Zeigerwerte der Aufnahmen von 1992 und 2023 der Moore in der Nähe des Keutschachersees zeigen deutliche Veränderungen bei den mittleren Temperaturzahlen, Nährstoffzahlen und Reaktionszahlen. Die mittleren Temperaturzahlen lagen 2023 höher als 1992. Der Median ist von 2,71 auf 3,21 gestiegen. Das Maximum hingegen ist von 4,44 auf 4,26 gesunken. Das arithmetische Mittel ist von 2,77 auf 3,17 angestiegen. Die mittleren Nährstoffzahlen lagen 2023 durchschnittlich um 0,34 höher. Das Minimum ist von 1,46 auf 1,73 und der Median von 2,01 auf 2,35 gestiegen. Das Maximum der mittleren Nährstoffzahlen ist von 3,24 auf 3,74 gestiegen. Die mittleren Lichtzahlen haben sich kaum verändert. Das Minimum ist von 3,02 auf 2,85 gesunken, der Median von 4,02 auf 3,74. Das Maximum hingegen ist von 4,66 auf 4,79 gestiegen. Die Streuung der mittleren Reaktionszahlen hat von 1992 bis 2023 abgenommen. Einzelne Ausreißer führen dazu, dass das Minimum beider Jahre gleichgeblieben ist. Das Maximum hat von 4,82 auf 4,22 abgenommen. Der Vergleich der mittleren Humuszahlen zeigt beinahe keine Veränderung. 2023 lag ein Wert deutlich unter den anderen und auch deutlich unter den Werten von 1992.

Die mittleren Feuchtezahlen haben sich von 1992 bis 2023 kaum verändert.



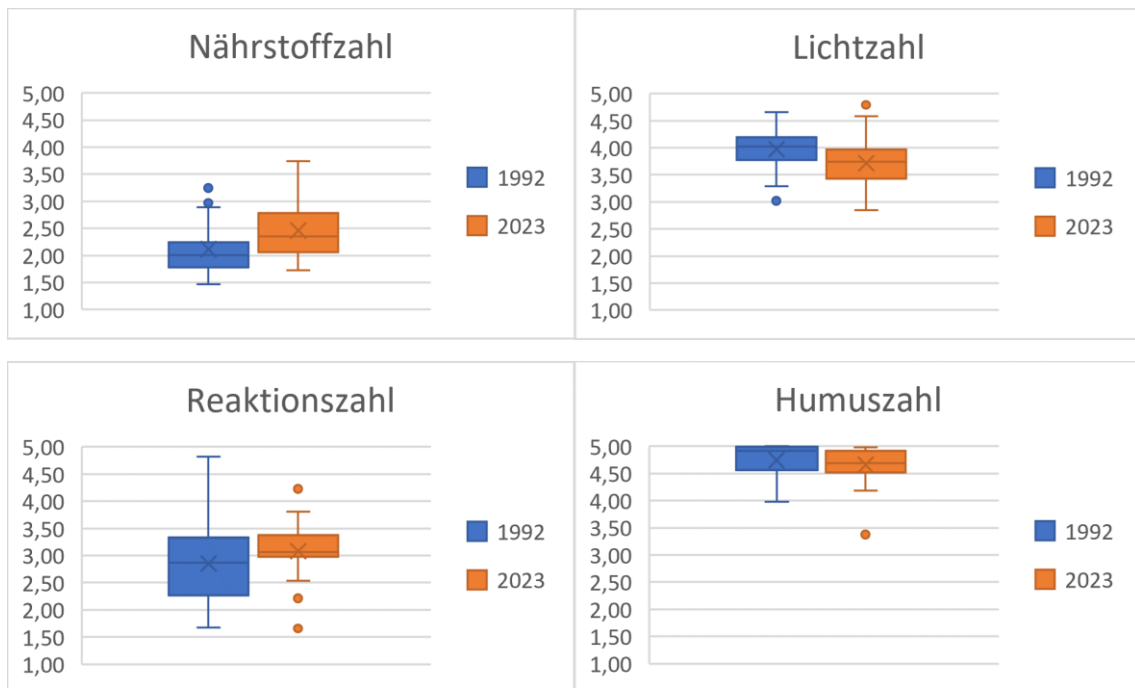


Abbildung 22 - mittlere Zeigerwerte der Moore in der Nähe des Keutschachersees

Der Vergleich der Artenlisten zeigt 2023 eine Zunahme von *Alnus glutinosa* und *Lythrum salicaria*. Der Anteil der Aufnahme­flächen mit *Alnus glutinosa* stieg von 16% auf 73% an. Der Anteil von *Lythrum salicaria* lag 1992 bei 8% und stieg bis 2023 auf 53%. Es kann zusätzlich eine Abnahme von *Eriophorum angustifolium* erkannt werden. 1992 lag der Anteil der Aufnahmen mit *Eriophorum angustifolium* bei 47%. 2023 lag dieser Wert bei 7%. *Frangula alnus* kam 2023 ebenfalls deutlich häufiger vor als 1992. Diese Art konnte 1992 in 32% der Aufnahme­flächen beobachtet werden. 2023 wuchs *Frangula alnus* bereits in 73% der Flächen.

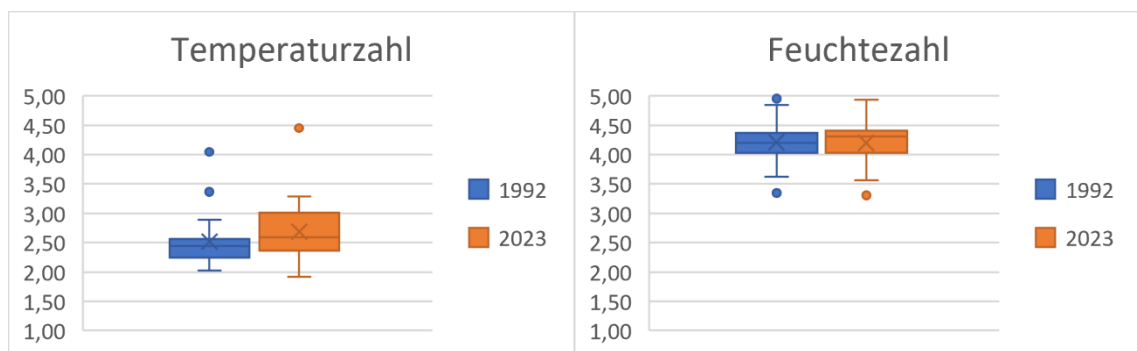
Die Luftbilder zeigen bei einzelnen Mooren in der Nähe des Keutschacher Sees deutliche Verbuschung, so zum Beispiel das Ostufer des Keutschacher Sees und das Moor SW Farrendorf E. Das Moor westlich von St. Margarethen wird zum Teil, wie anhand der Luftbilder zu erkennen ist, regelmäßig gemäht und die Verbuschung somit verhindert. Jene Teile, die nicht regelmäßig gemäht werden, zeigen auf den Luftbildern keine erkennbare Veränderung.



Abbildung 23 – Vergleich der Luftbilder des Moores Keutschachersee E von 1994 (links) und 2022 (rechts)  
(Datenquelle: Land Kärnten – [KAGIS](#))

### 3.2.5. Moore in der Mooskeuschen

Der Vergleich der Aufnahmen der Moore in der Mooskeuschen von 1992 und 2023 zeigt nur geringe Veränderungen. Die mittleren Temperaturzahlen waren 2023 durchschnittlich um 0,17 von 2,52 auf 2,69 gestiegen. Die größte Veränderung liegt beim Maximum bei einer Zunahme von 4,05 auf 4,45. Die mittleren Lichtzahlen streuten 2023 weniger um das arithmetische Mittel als 1992. Das Minimum ist von 3,09 auf 3,45 gestiegen. Der Median und das Maximum haben hingegen abgenommen, der Median von 3,92 auf 3,74, das Maximum von 4,48 auf 4,2. Die mittleren Feuchtezahlen, Nährstoffzahlen, Reaktionszahlen und Humuszahlen haben sich im Laufe der 35 Jahre kaum verändert.



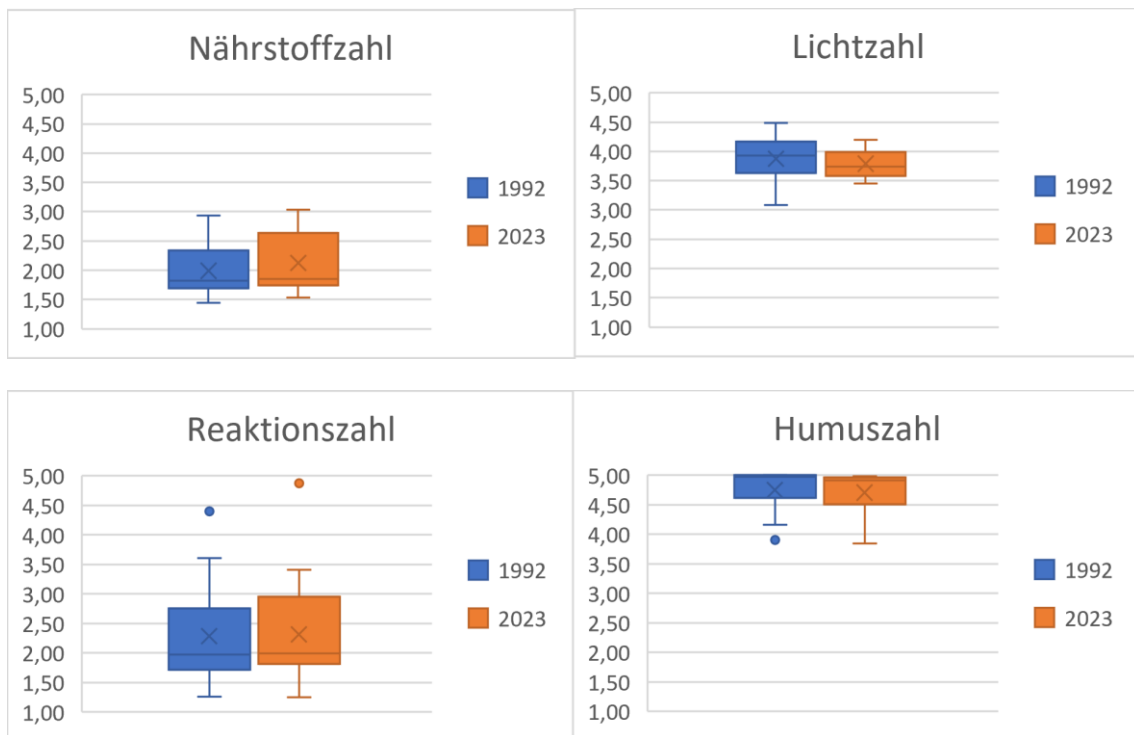


Abbildung 24 - mittlere Zeigerwerte der Moore in der Mooskeuschen

Der Vergleich der Artenlisten zeigt keine großen Veränderungen. Es kann jedoch erkannt werden, dass die Anteile der Aufnahmeflächen mit *Carex nigra* und mit *Eriophorum angustifolium* von 1992 bis 2023 abgenommen haben. 1992 lagen diese Anteile beider Arten bei 55% und fiel für beide Arten bis 2023 auf 24%.

Auf den Luftbildern kann keine klare Veränderung erkannt werden, wobei bei dem Moor in der Mooskeuschen NW (Abbildung Nr. 10) erkannt werden kann, dass die Freifläche gemäht wurde und somit die Verbuschung verhindert wurde.

### 3.2.6. In der Nähe des Faakersees

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen von 1992 und 2023 der Moore in unmittelbarer Nähe des Faakersees zeigt vor allem bei den mittleren Humuszahlen und den mittleren Reaktionszahlen Veränderungen. Die mittleren Temperaturzahlen haben sich kaum verändert. 1992 gab es einen oberen Ausreißer, der 2023 nicht mehr dabei war. Die mittleren Feuchtezahlen haben sich nur gering verändert. Das Maximum hat von 4,96 auf 4,76 abgenommen. Das arithmetische Mittel ist nur von 4,45 auf 4,3 gesunken. Die mittleren Nährstoffzahlen haben sich im mittleren und unteren Bereich verändert. Das Minimum ist von 1,95 auf 2,06 gestiegen. Der Median ist von 2,64 auf 2,79

gestiegen. Der Vergleich der mittleren Lichtzahlen zeigt eine Abnahme. Der Median ist von 3,88 auf 3,6 gesunken, das Maximum ist hingegen von 4,56 auf 4,7 gestiegen. 2023 war eine Aufnahme mit einem oberen Ausreißer dabei, die 1992 nicht so hoch war. Der Vergleich der mittleren Reaktionszahlen zeigt eine deutliche Veränderung des Minimums, das von 2,65 auf 2,93 gestiegen ist. Zusätzlich ist bei den Aufnahmen von 2023 ein Wert, der deutlich über den restlichen Werten liegt. 1992 gab es keine Aufnahme mit einem so hohen Wert. Die mittleren Humuszahlen haben sich im Laufe der 35 Jahre im unteren Bereich deutlich verändert. Das Minimum ist von 4,05 auf 3,64 und der Median von 4,62 auf 4,47 gesunken. Das Maximum ist in beiden Jahren bei 5 gelegen. Das arithmetische Mittel ist um 0,19 von 4,64 auf 4,45 gesunken.

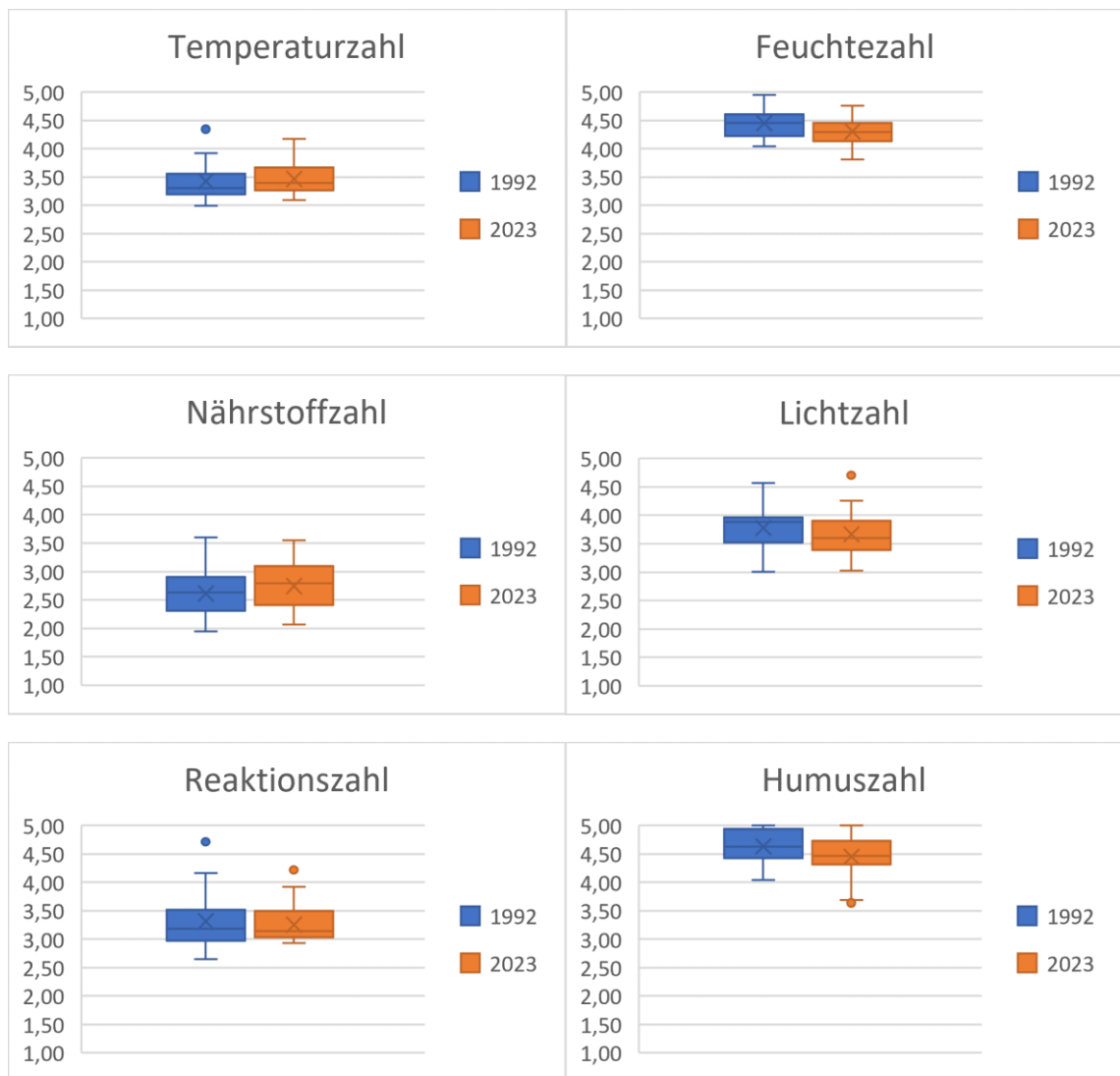


Abbildung 25 - mittlere Zeigerwerte der Moore in der Nähe des Faakersees

Der Vergleich der Artenlisten zeigt, dass 2023 in deutlich mehr Aufnahmen *Frangula alnus*, *Phragmites australis* und *Pinus sylvestris* gefunden wurde. Der Anteil der Aufnahmeflächen mit *Frangula alnus* ist von 12% auf 66% gestiegen. *Pinus sylvestris* kam 1992 in 15% der Flächen vor. 2023 lag dieser Anteil bei 52%. *Phragmites australis* kam 1992 in nur 19% der Aufnahmeflächen vor. 2023 lag dieser Wert schon bei 76%. Eine deutliche Abnahme kann bei *Equisetum fluviatile* und *Mentha arvensis* erkannt werden. *Mentha arvensis* kam 1992 in 38% der Aufnahmen vor. 2023 konnte diese Art in keiner der Aufnahmeflächen gefunden werden. Der Anteil der Aufnahmeflächen mit *Equisetum fluviatile* lag 1992 bei 54% und fiel bis 2023 auf 7% ab. Bei *Molinia caerulea* kann eine Zunahme erkannt werden. Der Anteil der Aufnahmeflächen mit dieser Art stieg von 46% auf 72%.

Die Vergleiche der Luftbilder zeigen bei keinem der Moore nahe des Faaker Sees eine eindeutige Veränderung. Es kann davon ausgegangen werden, dass einige dieser Moore regelmäßig gemäht werden und damit die Verbuschung verhindert wird.

### 3.3. Pflanzensoziologische Verbände

#### 3.3.1. Sphagnion medii

Die Vergleiche der Zeigerwerte der Aufnahmen, die dem Verband *Sphagnion medii* zugeordnet wurden, zeigen deutliche Veränderungen. Das arithmetische Mittel der mittleren Temperaturzahlen ist zwischen 1992 und 2023 von 2,72 auf 2,49 gesunken. Das arithmetische Mittel der mittleren Feuchtezahlen hat sogar von 4,12 auf 3,78 abgenommen. Der Vergleich der mittleren Lichtzahlen zeigt vor allem im unteren Bereich starke Veränderungen. Das Minimum ist von 3,15 um 0,6 auf 3,75 gestiegen. Das Maximum hat von 4,05 auf 4,25 um nur 0,2 zugenommen. Im Durchschnitt sind die mittleren Lichtzahlen um 0,17 gestiegen. 2023 haben die mittleren Nährstoffzahlen deutlich weniger um den Mittelwert gestreut als 1992. Die mittleren Reaktionszahlen zeigen hauptsächlich im mittleren und oberen Bereich starke Veränderungen. Der Median ist von 1,94 auf 1,24 um 0,7 gesunken. Das Maximum hat von 2,55 auf 1,8 sogar um 0,75 abgenommen. Im Durchschnitt sind die mittleren Reaktionszahlen nur um 0,55 gesunken. Die Artenzahl hat von 1992 bis 2023 deutlich abgenommen.

Durchschnittlich lag die Anzahl der Arten pro Aufnahme 1992 bei 11,5, 2023 nur noch bei 6,7.

Die Anzahl der Aufnahmen, die diesem Verband zugeordnet werden können, hat sich im Laufe der 35 Jahre nicht stark verändert.

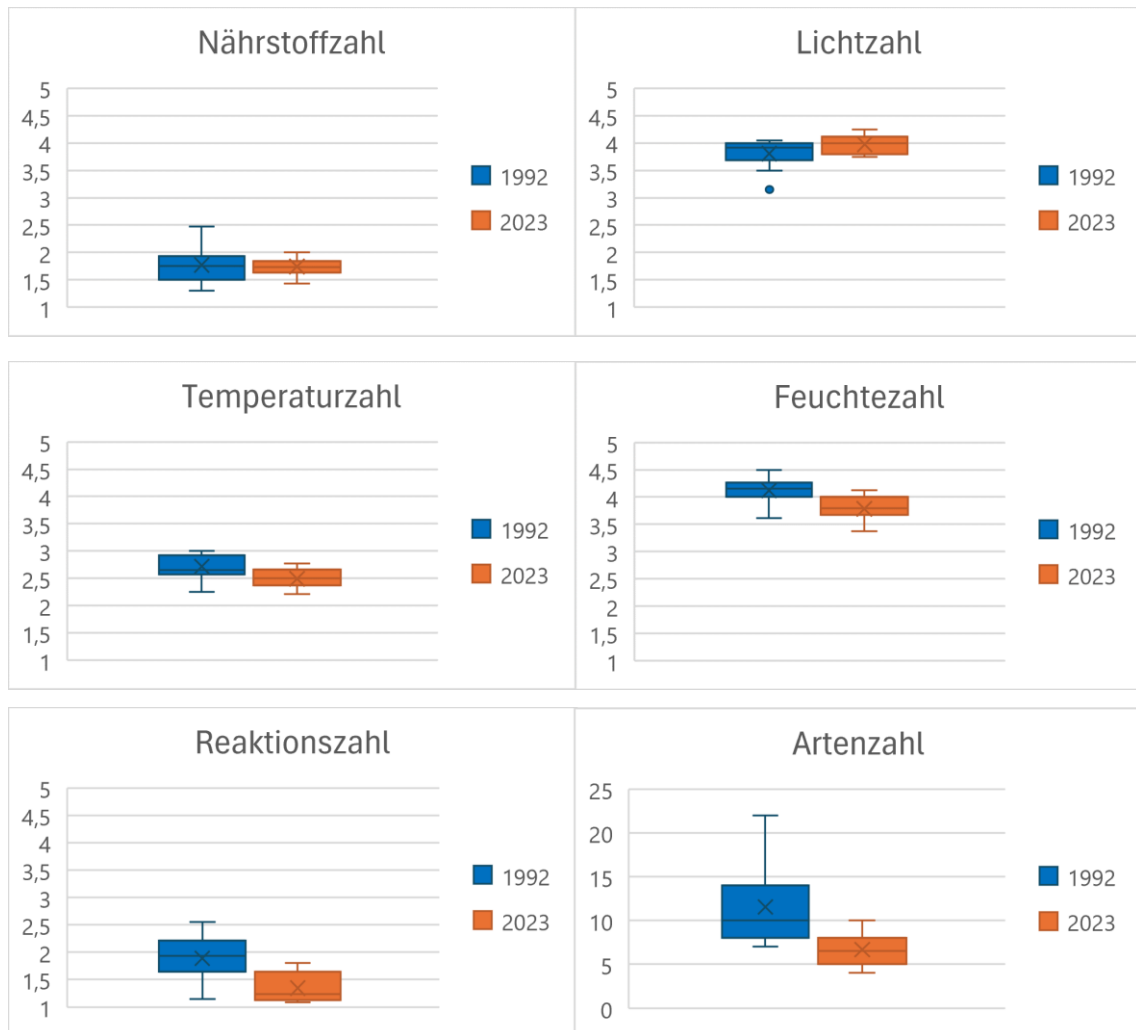


Abbildung 26 - mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes *Sphagnion medii* (1992 n=15, 2023 n=12)

### 3.3.2. Caricion lasiocarpae

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen, die dem Verband *Caricion lasiocarpae* zugeordnet wurden, zeigt keine großen Veränderungen. Die Streuung der mittleren Nährstoffzahlen um den Mittelwert hat von 1992 bis 2023 abgenommen. Auch die Anzahl der Arten pro Aufnahme streut 2023 geringer um den Mittelwert. Das Minimum der mittleren Feuchtezahlen hat leicht abgenommen. Es ist von 3,95 auf 3,71 gesunken. 1992 gab es eine Aufnahme mit einer besonders hohen mittleren Lichtzahl. Diesen hohen Wert gab es 2023 nicht. Das Maximum ist daher von 4,5 auf 4,1 gefallen. Die mittleren Temperaturzahlen, sowie die mittleren Reaktionszahlen zeigen keine deutliche Veränderung.

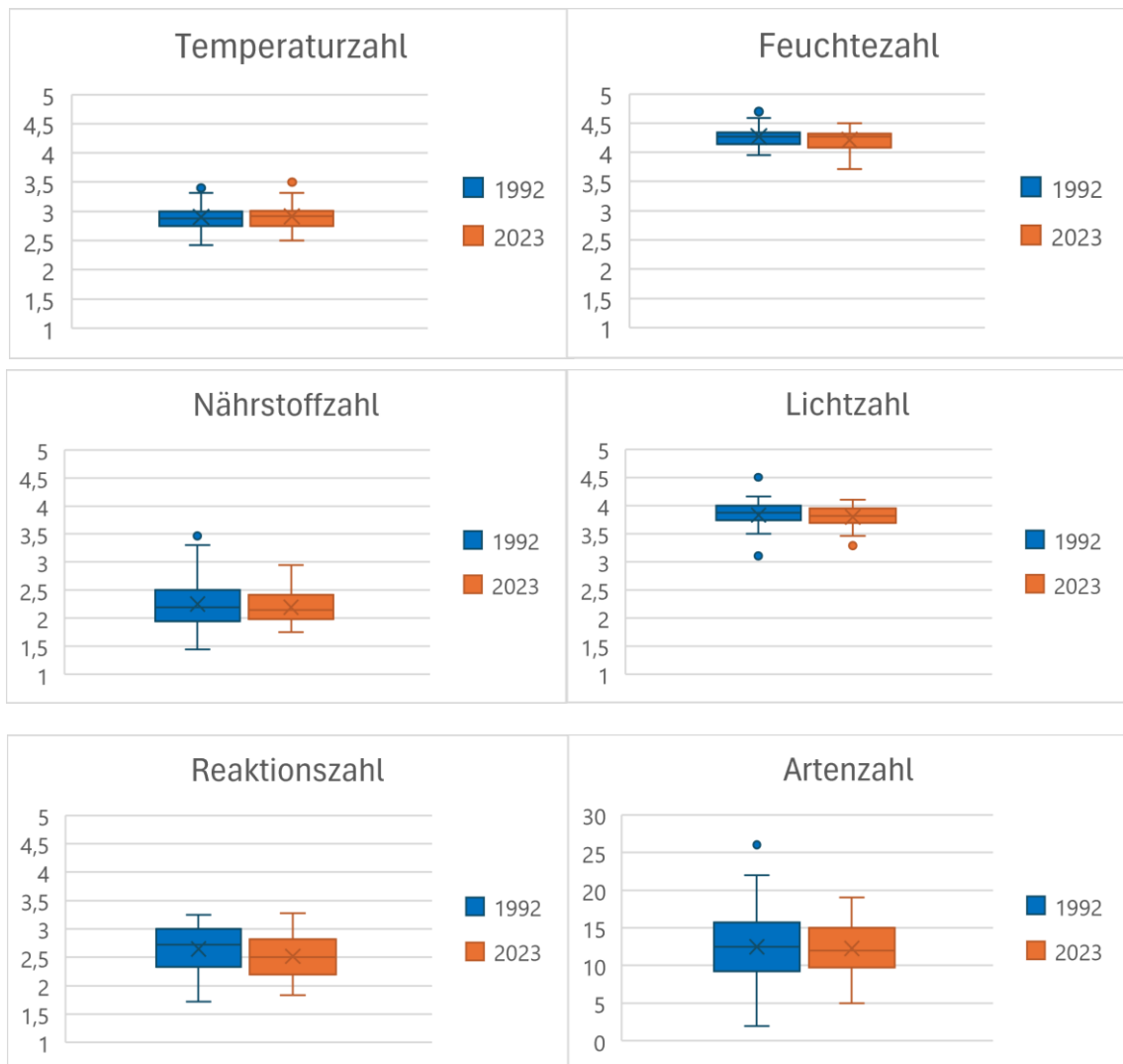
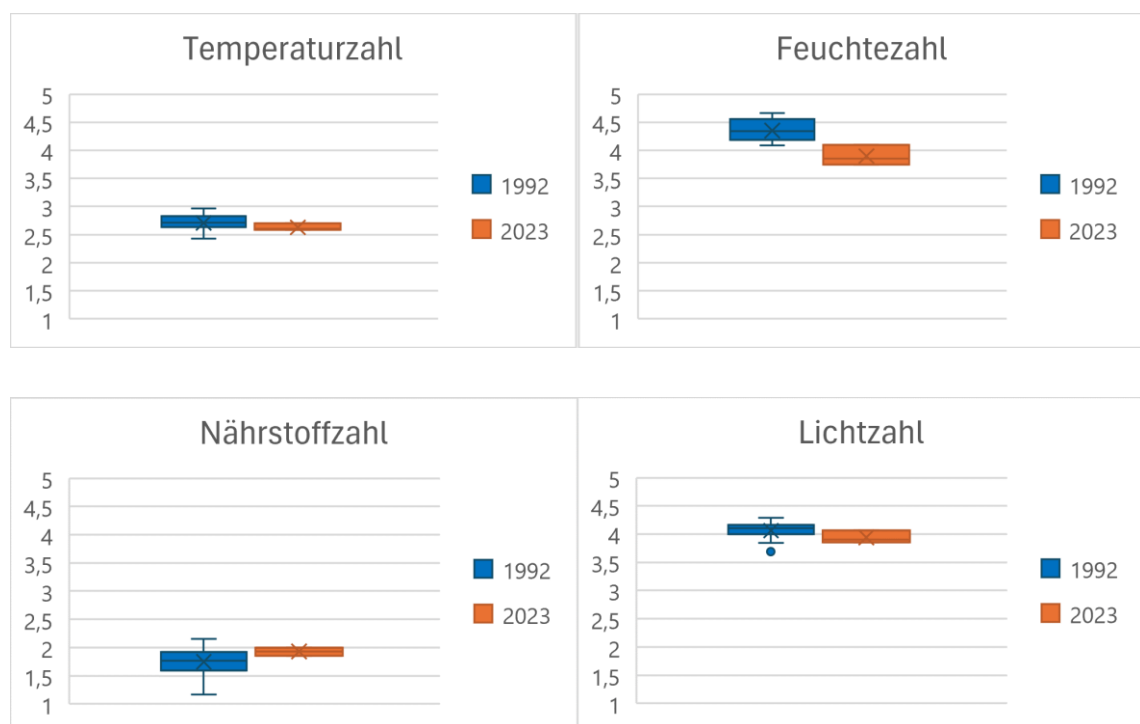


Abbildung 27 - mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes *Caricion lasiocarpae* (1992 n=32, 2023 n=30)

### 3.3.3. Rhynchosporion albae

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen, die dem Verband Rhynchosporion albae zugeordnet werden können, zeigt deutliche Veränderungen. Die mittleren Feuchtezahlen haben von 1992 bis 2023 stark abgenommen. Das Minimum ist von 4,08 auf 3,75 gesunken. Das Maximum hat von 4,67 auf 4,1 abgenommen. Durchschnittlich sind die mittleren Feuchtezahlen von 4,35 auf 3,9 gesunken. Eine deutliche Veränderung zeigen die mittleren Nährstoffzahlen. Die Streuung dieser Werte hat deutlich abgenommen. Das Minimum ist von 1992 bis 2023 von 1,17 auf 1,86 gestiegen. Das Maximum hingegen hat von 2,15 auf 2 abgenommen. Die Streuung der mittleren Reaktionszahlen hat ebenfalls abgenommen. Die stärkste Veränderung zeigt die Anzahl der Aufnahmen, die diesem Verband zugeordnet werden können. 1992 gab es 20 Aufnahmen. 2023 waren es nur noch drei. Die mittleren Temperatur-, Licht- und Artenzahlen haben sich nicht signifikant verändert.



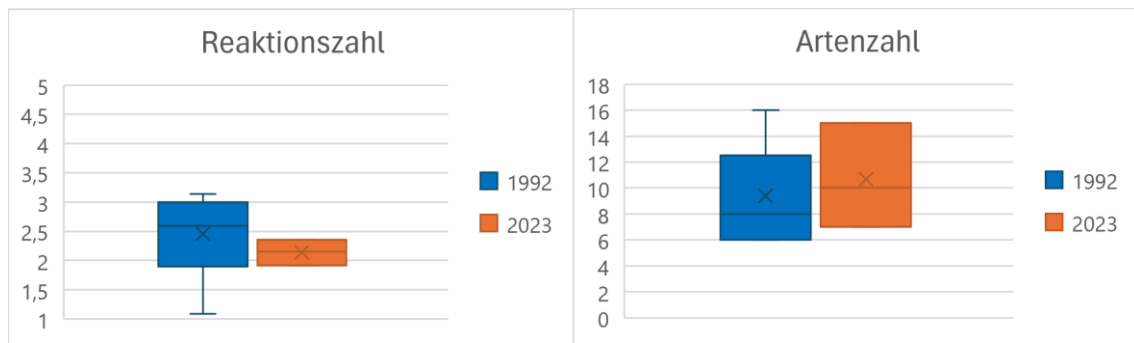
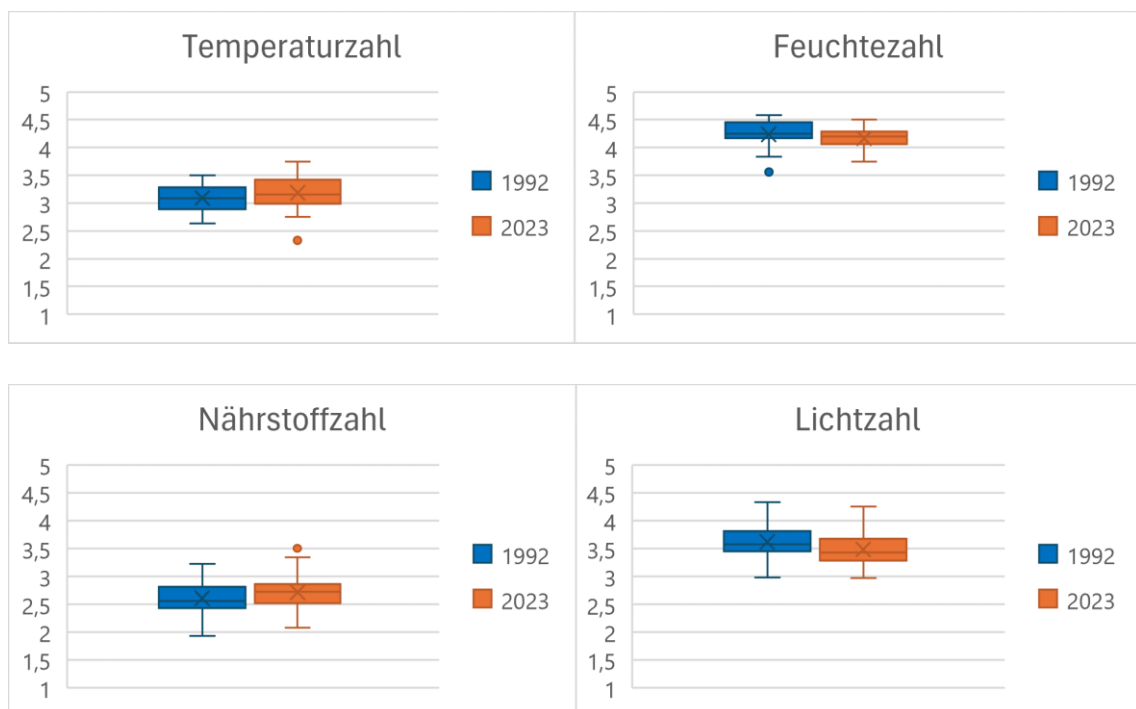


Abbildung 28- mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes *Rhynchosporion albae* (1992 n=20, 2023 n=3)

### 3.3.4. Magnocaricion elatae

Die Vergleiche der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen von 1992 und 2023, die dem Verband *Magnocaricion elatae* zugeordnet wurden, zeigen keine deutlichen Veränderungen. Die Anzahl der Aufnahmen, die diesem Verband zugeordnet werden können, hat sich jedoch stark verändert. 1992 konnten 25 Aufnahmen zugeteilt werden. 2023 waren es mit 50 doppelt so viele.



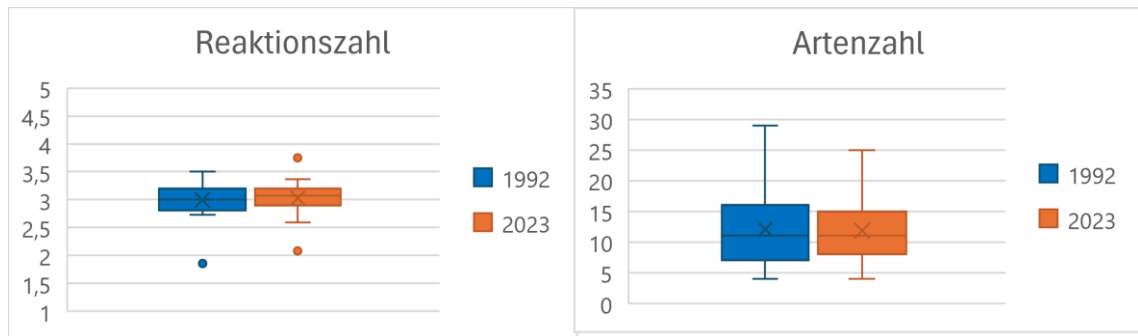
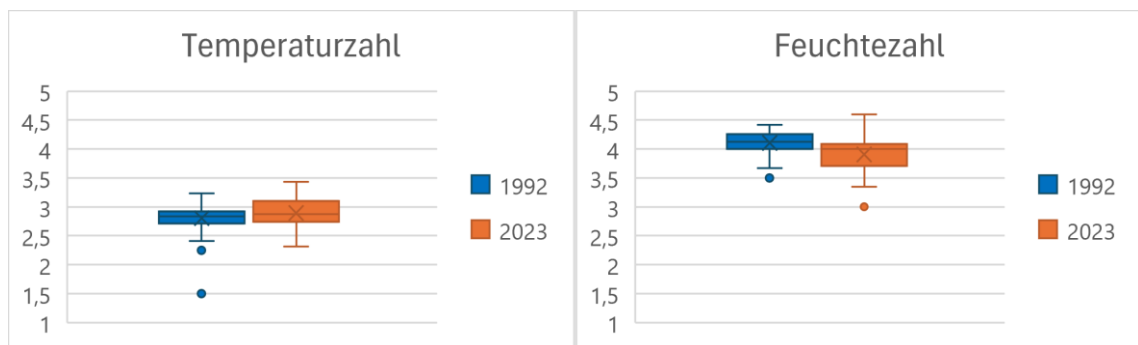


Abbildung 29- mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes *Magnocaricion elatae* (1992 n=25, 2023 n=50)

### 3.3.5. Caricion davallianae

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen, die dem Verband *Caricion davallianae* zugeordnet werden können, zeigt deutliche Veränderungen. Die mittleren Feuchtezahlen haben von 1992 bis 2023 abgenommen. Das Minimum ist von 3,5 auf 3 gesunken. Das Maximum hingegen ist von 4,42 auf 4,6 gestiegen. Durchschnittlich haben die mittleren Feuchtezahlen um 0,21 abgenommen. Die mittleren Lichtzahlen sind im Laufe der 35 Jahre ebenfalls gesunken. Das Minimum ist von 3,38 auf 3,08 gesunken, das Maximum von 4,75 auf 4,33. Durchschnittlich haben die mittleren Lichtzahlen von 3,8 auf 3,64 abgenommen. Der Vergleich der mittleren Reaktionszahlen zeigt im oberen Bereich eine Veränderung. Das Maximum ist von 4,5 auf 3,55 um fast einen ganzen Wert gesunken. Durchschnittlich haben die mittleren Reaktionszahlen nur um 0,15 abgenommen. 1992 gab es eine Aufnahme mit einer besonders niedrigen Temperaturzahl. Diesen niedrigen Wert gab es 2023 in keiner Aufnahme. Die mittleren Nährstoffzahlen, sowie die Artenzahl haben sich kaum verändert.



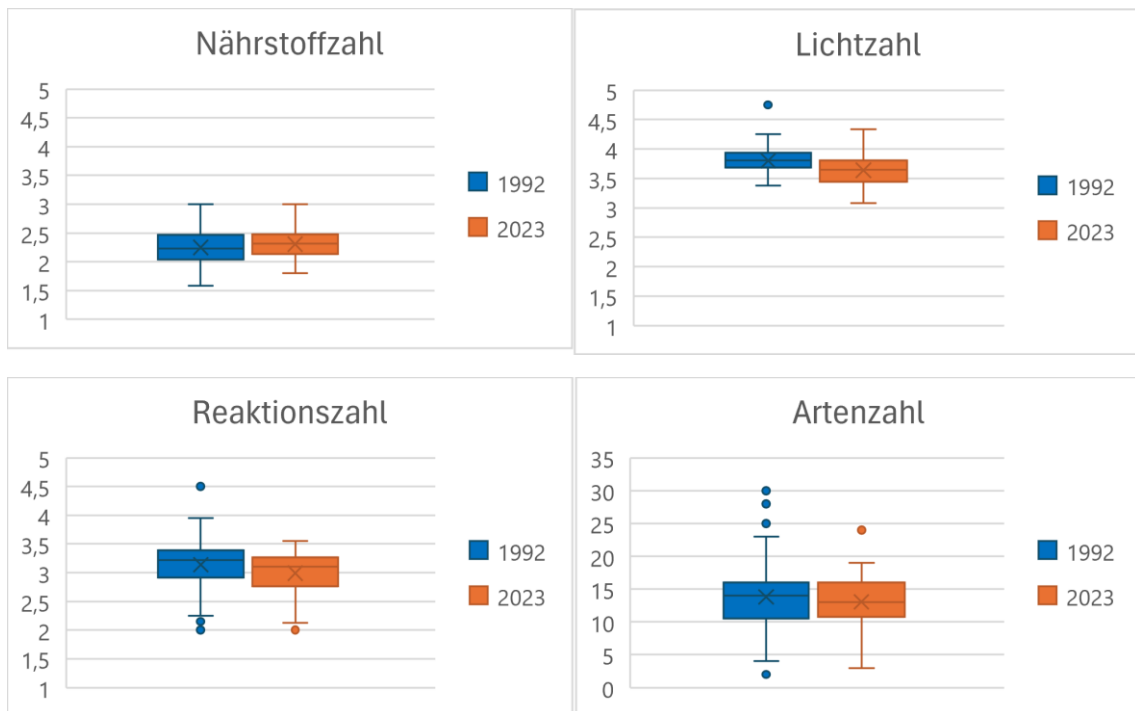
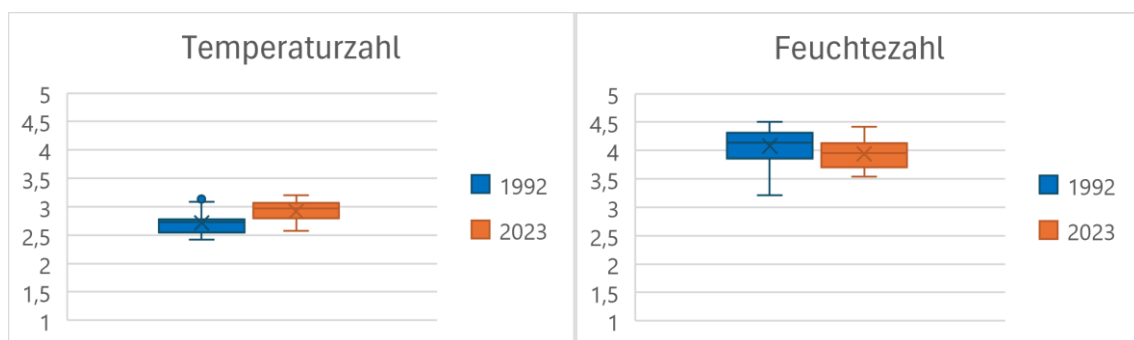


Abbildung 30 - mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes *Caricion davallianae* (1992 n=69, 2023 n=62)

### 3.3.6. Caricion fuscae

Der Vergleich der Zeigerwerte der Aufnahmen, die dem Verband *Caricion fuscae* zugeordnet wurden, zeigt klare Veränderungen. Die mittleren Temperaturzahlen haben von 1992 bis 2023 um 0,2 abgenommen. Die mittleren Feuchtezahlen haben sich im unteren Bereich stark verändert. Das Minimum ist von 3,21 auf 3,54 gestiegen. Trotz dieses starken Anstiegs haben die mittleren Feuchtezahlen durchschnittlich abgenommen. Das arithmetische Mittel ist von 4,08 auf 3,94 gesunken. Die mittleren Nährstoffzahlen sind von 1992 bis 2023 durchschnittlich von 2,03 auf 2,21 gestiegen. 2023 gab es eine Aufnahme mit einer besonders hohen Artenzahl. 1992 gab es keinen so hohen Wert. Die mittleren Licht- und Reaktionszahlen zeigen im Laufe der 35 Jahre keine starke Veränderung.



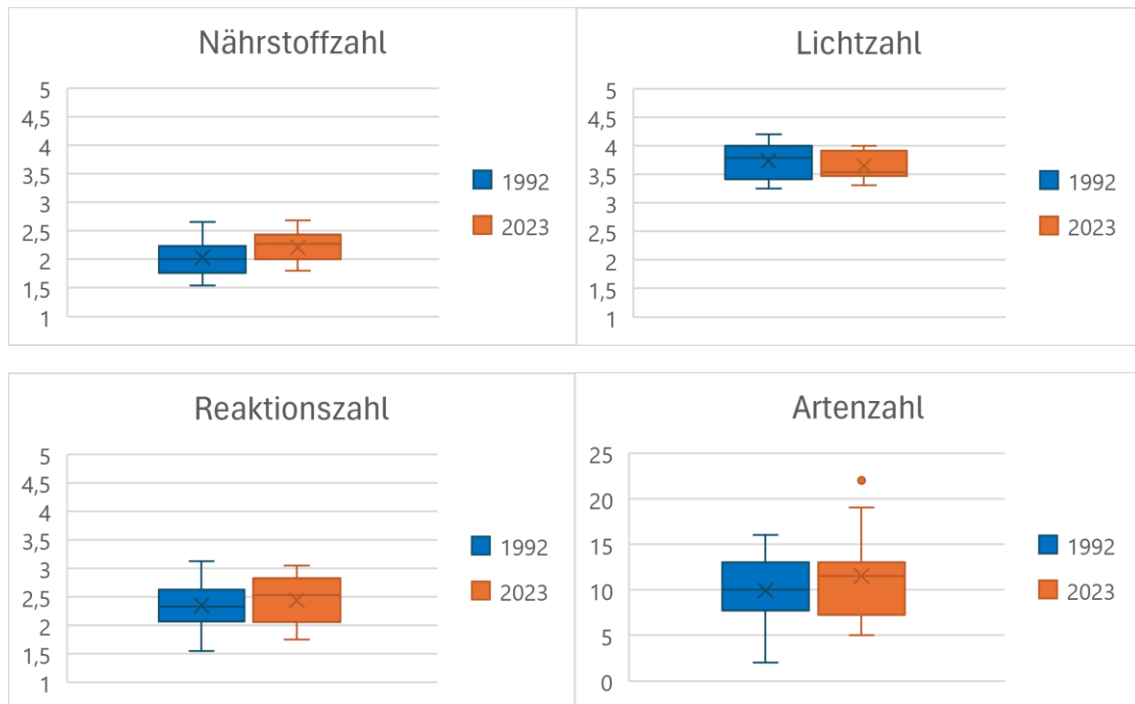


Abbildung 31 - mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes *Caricion fuscae* (1992 n=14, 2023 n=16)

### 3.3.7. Phragmition communis

Die Vergleiche der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen, die dem Verband *Phragmition communis* zugeordnet werden können, zeigen deutliche Veränderungen. Die mittleren Feuchtezahlen sind durchschnittlich von 4,58 auf 4,42 gesunken. Das arithmetische Mittel der mittleren Lichtzahlen ist von 3,57 auf 3,39 gesunken, wobei die stärkste Veränderung im oberen Bereich stattgefunden hat. Das Maximum ist von 4 auf 3,67 gesunken. Die mittleren Reaktionszahlen streuten 2023 weniger als 1992. Das Minimum stieg von 2,97 auf 3,13 und das Maximum fiel von 5 auf 4. Durchschnittlich haben sich die mittleren Reaktionszahlen nur leicht verändert. Das arithmetische Mittel ist von 3,69 auf 3,43 gesunken. Die Anzahl der Arten pro Aufnahme ist von 1992 bis 2023 durchschnittlich von 5,56 auf 8,25 gestiegen. Die mittleren Temperatur- und Nährstoffzahlen zeigen keine signifikante Veränderung.

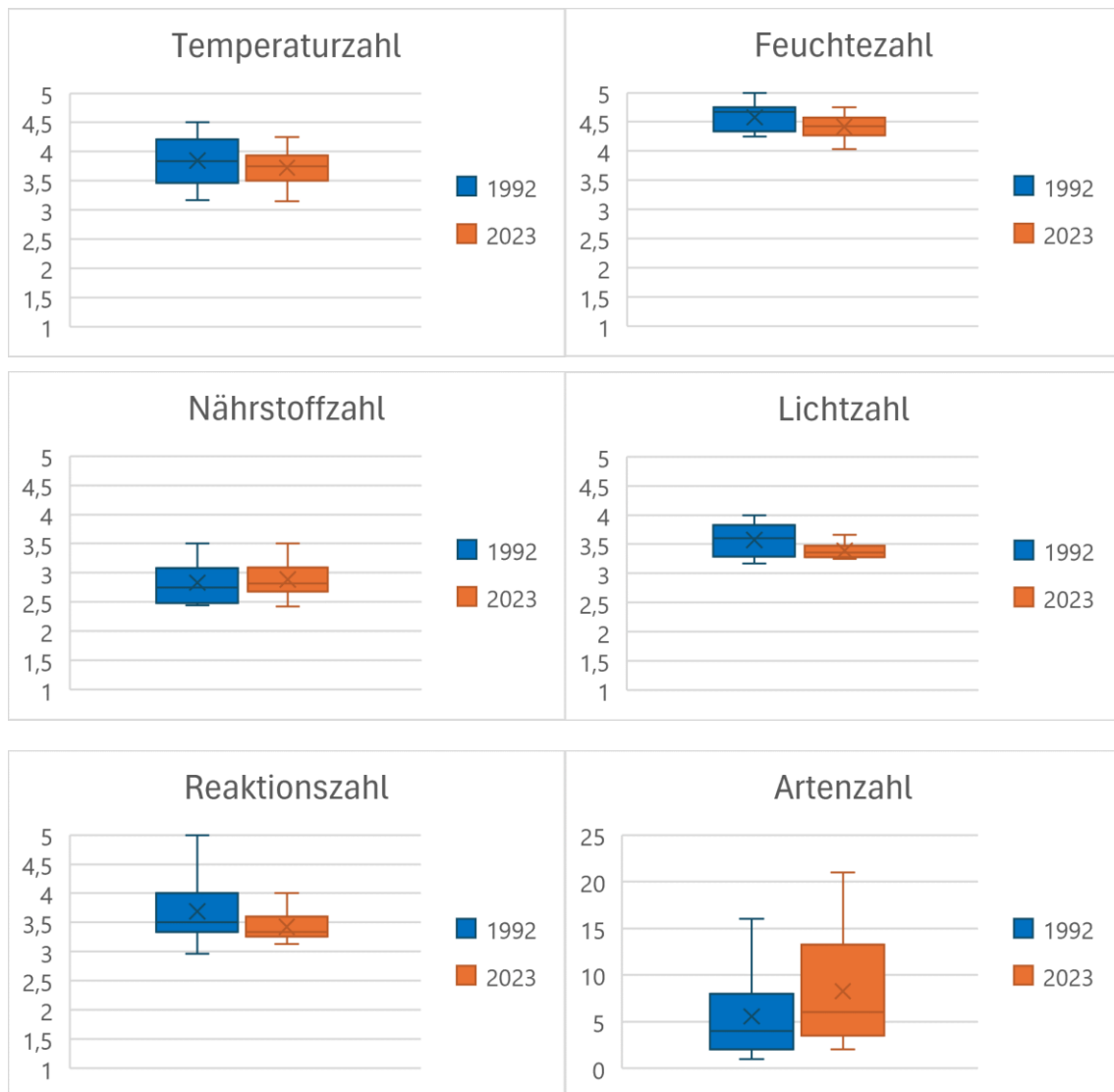


Abbildung 32 - mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes *Phragmites communis* (1992 n=9, 2023 n=8)

### 3.3.8. Alnion glutinosae

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Aufnahmen, die dem Verband *Alnion glutinosae* zugeordnet werden können, zeigt geringe Veränderungen. Die mittleren Temperaturzahlen haben von 1992 bis 2023 durchschnittlich von 3,23 auf 3,37 zugenommen. Die mittleren Feuchtezahlen, sowie die mittleren Nährstoffzahlen streuten 2023 weniger um den Mittelwert als 1992. Bei den mittleren Reaktionszahlen hat sich nur das Minimum verändert. Es ist von 2,57 auf 2,88 gestiegen. Die mittleren Lichtzahlen zeigen im Laufe der 35 Jahre keine Veränderung. Die Anzahl der Arten pro Aufnahme hat sich von 1992 bis 2023 ebenfalls kaum verändert.

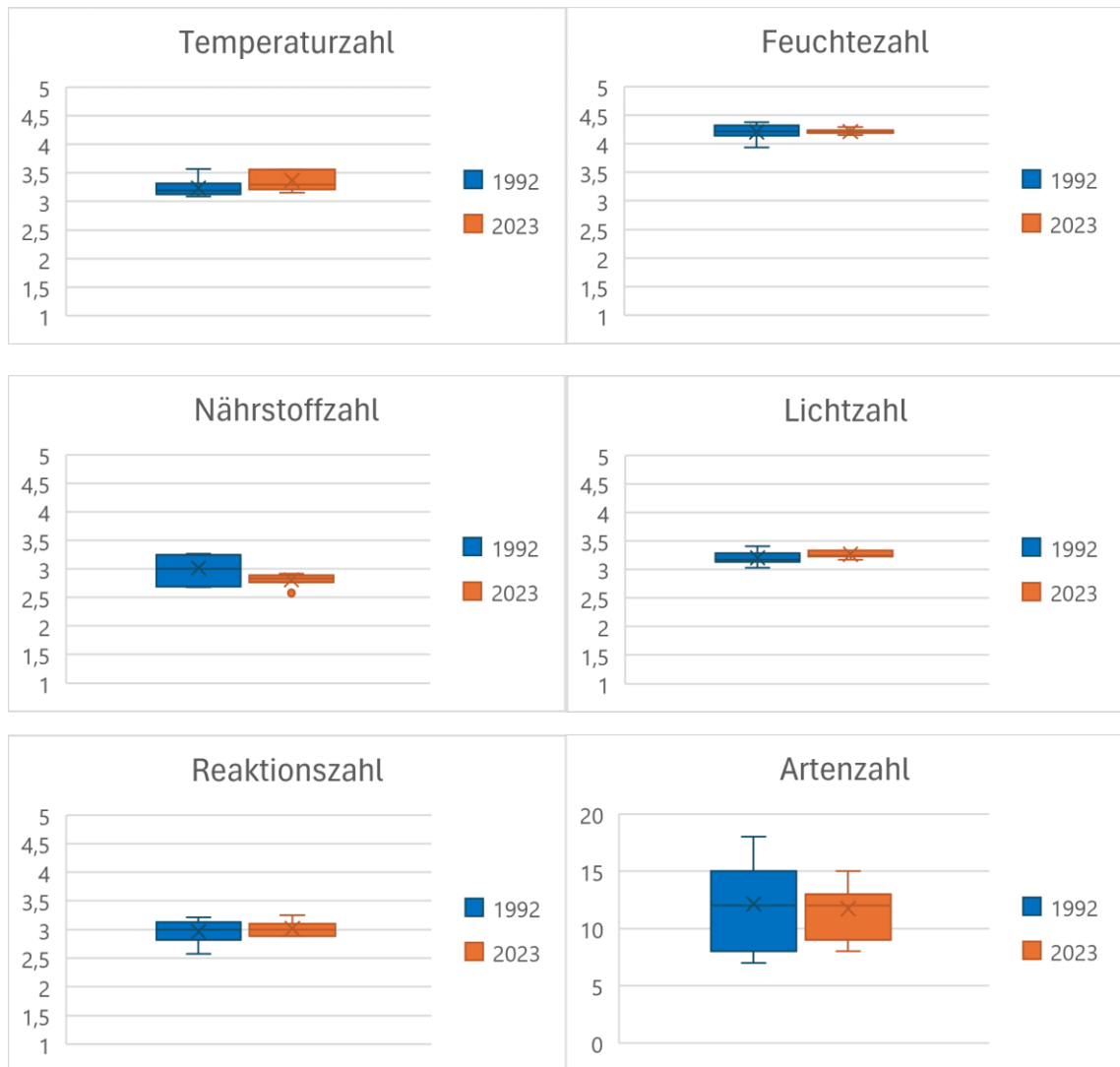


Abbildung 33 – mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes *Alnion glutinosae* (1992 n=7, 2023 n=7)

## 4. Diskussion

### 4.1. Was bedeuten die Ergebnisse?

Der Vergleich der hydrogenetischen Moortypen zeigt, dass vor allem die Hochmoore und die Durchströmungsmoore trockener geworden sind. Verbuschung beziehungsweise Verschilfung kann man vor allem bei Hochmooren und Verlandungsmooren beobachten. Dies ist jedoch auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen. Die Hochmoore verbuschen aufgrund der geringeren Feuchtigkeit, wohingegen die Verlandungsmoore aufgrund von erhöhtem Nährstoffeintrag verbuschen bzw. verschilfen. In den Versumpfungsmooren kann ebenfalls eine Erhöhung des Nährstoffgehalts

erkannt werden. Übergangsmoore und Kesselmoore zeigen keine große Veränderung. Der Blick auf alle topogenen Niedermoores zeigt im Durchschnitt ebenfalls einen Nährstoffzuwachs. Bergamini et al. konnten 2009 bereits zeigen, dass in kalkreichen Niedermoores der Schweiz von 1995 bis 2005/2006 die Feuchtigkeit abgenommen hat, der Nährstoffgehalt gestiegen und die Lichtverfügbarkeit gesunken ist. Sie konnten zeigen, dass in diesen Moores vor allem Laubmoose von starkem Rückgang betroffen waren. Die untersuchten Moore wurden jährlich gemäht oder wurden beweidet. Sie konnten zeigen, dass beweidete Moore stärker vom Laubmoosrückgang betroffen waren.

Der Vergleich der einzelnen Moorlandschaften zeigt keinen so großen Unterschied. Die Moore auf der Sattnitz sind etwas mehr verbuscht. Auch die Moore in der Nähe des Keutschacher Sees zeigen diese Veränderung. Auf der Sattnitz ist diese Veränderung auf die geringere Feuchtigkeit zurückzuführen, bei den Moores in der Nähe des Keutschacher Sees liegt die Ursache jedoch im erhöhten Nährstoffeintrag. Der Nährstoffeintrag kommt einerseits von der Badenutzung andererseits von den anschließenden landwirtschaftlich genutzten Flächen. Bei den Moores in der Mooskeuschen kann man beobachten, dass die Lichtzahl weniger streut. Das kann mit Verbuschung und gleichzeitig gemähten Anteilen erklärt werden. Die Moore in der Nähe des Faaker Sees sind etwas trockener geworden. Die Moore auf dem Ossiacher Tauern, sowie jene in der Nähe des Klopeiner Sees zeigen keine relevanten Veränderungen.

Der Vergleich der pflanzensoziologischen Verbände zeigt ein ähnliches Bild, wie die anderen Vergleiche. Die Feuchtigkeit und die Lichtverfügbarkeit nehmen ab. Der mittlere Nährstoffgehalt nimmt zu. Die extreme Abnahme der Anzahl der Aufnahmen, die dem Verband *Rhynchosporion albae* zugeordnet werden können, könnte in direktem Zusammenhang mit der geringeren Feuchtigkeit liegen, da häufige Gesellschaften, wie das *Caricetum limosae* in Schlenken vorkommen, die es 2023 nicht mehr gab. Gesellschaften des Verbandes *Magnocaricion elatae* kommen mit schwankenden Grundwasserspiegeln besser zurecht, was den Anstieg der Aufnahmen in diesem Verband erklären könnte. Die Aufnahmen des Verbandes *Sphagnion medii* zeigen zwar den Feuchtigkeitsrückgang, jedoch bleibt die Lichtverfügbarkeit und die saure Umgebung erhalten. Die Torfmoose, die diese Standorte prägen, konservieren

eine gewisse Standortqualität. Dies kann man auch in den verbliebenen Aufnahmen des *Rhynchosporion albae* erkennen.

Die zunehmende Trockenheit und die damit verbundene Verbuschung kann zumindest teilweise mit dem Klimawandel und dem damit einhergehenden veränderten Niederschlagsregime erklärt werden. Der erhöhte Nährstoffeintrag und die ebenfalls damit einhergehende Verbuschung wiederum kann wohl kaum auf den Klimawandel zurückgeführt werden. Es ist aber bekannt, dass die Zunahme von  $\text{NO}_x$  in der Atmosphäre ein verstärktes Wachstum der Bäume bewirkt, und Vergleiche mit alten Luftbildern zeigen das auch für die Latschen auf den Hochmooren.

Der Vergleich der Artenliste aller Moore zeigt eine extrem starke Veränderung bei einzelnen Arten. *Frangula alnus*, *Phragmites australis* und *Pinus sylvestris* zeigen eine sehr starke Zunahme. *Frangula alnus* kann sich besonders gut verbreiten, wenn eine hydrologische Störung vorhanden ist. Mit einer Feuchtezahl von nur 3,5 ist es für *Frangula alnus* in intakten Mooren meist zu feucht. *Frangula alnus* braucht zwar in der gesamten Wachstumsphase Wasser, verträgt jedoch keine Staunässe (Landolt et al., 2010, S. 37ff.). Diese Art führt dazu, dass sich die abiotischen Faktoren des Lebensraums verändern. Die Lichtverfügbarkeit, der PH-Wert des Bodens, sowie die Anzahl an Bulten nimmt in Mooren, die von *Frangula alnus* durchwachsen sind, ab. Außerdem werden moortypische Arten verdrängt (Fiedler & Landis, 2012, S. 4ff.). Die Zunahme von *Phragmites australis* ist weniger mit der zunehmenden Trockenheit, als mit dem Anstieg der Nährstoffzahl zu erklären. *Phragmites australis* gilt als Nährstoffzeiger und wächst mit einer Nährstoffzahl von 4 in nährstoffreichen Gebieten besonders gut (Landolt et al., 2010, S. 37ff.). Güsewell und Edwards konnten 1999 feststellen, dass der durch *Phragmites australis* entstehende Schatten keinen direkten Einfluss auf die Artenvielfalt in Niedermooren hat. Den sekundären Einfluss konnten sie jedoch nicht bestimmen. Im Gegensatz zu diesen Arten haben *Eriophorum angustifolium* und *Scorpidium revolvens* stark abgenommen. Für beide Arten ist dies mit dem Absinken der Feuchtigkeitszahl zu erklären, da beide Arten an besonders feuchten Standorten vorkommen. Die Feuchtigkeitszahl liegt für *Scorpidium revolvens* bei 5 und für *Eriophorum angustifolium* bei 4,5 (Landolt et al., 2010, S. 37ff.).

Konkrete Aussagen über die Entwicklung der Moore zu treffen ist schwierig, da alle Standorte stark vom Menschen beeinflusst sind. Einige der Moore werden, wie in den ESG-Managementplänen festgehalten wurde, als Schutzmaßnahme zur Erhaltung der offenen Moorflächen gemäht. Ohne diese Mahd würden sie wohl eine deutliche Veränderung zeigen. In einigen Mooren dient das Schwenden dem Entfernen von überschüssigem Gehölz, das zu einer rascheren Verbuschung beitragen würde. Auch der menschliche Einfluss am Nährstoffregime ist groß. Womit eine Aussage über den Einfluss des Klimawandels beinahe unmöglich ist. In vielen Mooren wurden bereits vor langer Zeit Gräben zur Entwässerung gegraben. Diese Gräben führen laufend dazu, dass der Wasserstand im Moor sinkt. Das Verschließen dieser Gräben ist für den langfristigen Erhalt der Moore wohl unumgänglich. Nichtsdestotrotz macht es die Erforschung des Einflusses des Klimawandels sehr schwierig.

#### **4.2. Kritik an der Methode**

Das Ziel dieser Arbeit war es die Aufnahmen von Gert Michael Steiner zu wiederholen und einen genauen Vergleich aufzustellen (Steiner, 1992). Mit diesem Ziel im Blick wurden die Notizen von Gert Michael Steiner durchgearbeitet und alle möglichen Informationen zu den Aufnahmeflächen herausgeschrieben. Jedes Moor war mit einem Polygon auf der Karte markiert. Zusätzlich waren teilweise kurze Beschreibungen zu den einzelnen Aufnahmeflächen, wie zum Beispiel „im Norden“ oder „Freifläche“, verfügbar. Die Artenlisten der einzelnen Aufnahmeflächen dienten ebenfalls als Anhaltspunkt. Im Rahmen der Feldarbeit wurde schnell klar, dass das Wiederfinden der exakten Standorte anhand der Artenliste und der kurzen Notizen unmöglich ist. Trotz akribischer Vorbereitung gemeinsam mit Gert Michael Steiner waren die unterschiedlichen Teilflächen oft zu ähnlich zueinander und allein anhand der Kurzbeschreibung von 1992 nicht identifizierbar. In einzelnen Mooren konnte erahnt werden welche Aufnahme zu welcher Fläche passt, jedoch war das die Ausnahme. Die Feldarbeit wurde daher so angepasst, dass möglichst alle charakteristischen Teilflächen eines Moores aufgenommen wurden, um eine adäquate Repräsentation des Moores sicherzustellen. Die Aufnahmen für den Moorschutzkatalog wurden in der Absicht gemacht, Pflanzengesellschaften zu beschreiben, und nicht um die gesamte Vegetation einzelner Moore für ein Monitoring zu dokumentieren, weshalb aus

methodischen Gründen häufiger viele kleine Flächen mit großer Homogenität aufgenommen wurden als charakteristische, große Flächen. Außerdem wurden eher mehr Aufnahmen in verschiedenen Mooren desselben Typs gemacht, als in einem Moor, um die Breite einer Gesellschaft besser zu erfassen. Dies könnte natürlich das Ergebnis der Vergleiche beeinflusst haben. Trotzdem ermöglicht auch eine Kurzbeschreibung gemeinsam mit einer vollständigen Artenliste in den meisten Fällen ein Wiederfinden der Vergleichsflächen, sofern sich diese nicht so stark verändert haben, dass die Artenlisten nicht mehr brauchbar sind. Gerade bei Niedermooren mit starkem anthropogenem Einfluss durch Mahd oder Nährstoffeintrag ist das im Laufe von 40 Jahren durchaus möglich. Douda et al. untersuchten 2023 den Einfluss des sogenannten „observer errors“. Dabei beschrieben sie, dass subjektive Aufnahmemethoden, sowie das Können des Forschenden und die bevorzugte Aufnahmemethode, Fehlerursachen bei Vergleichen über längere Zeiträume darstellen können. Aus diesem Grund wurde auch auf einen direkten Vergleich der einzelnen Aufnahmen verzichtet und die Zeigerwerte nach Landolt als Grundlage der Analyse gewählt. Beim „historical observer error“ gehen sie darauf ein, dass die genaue Methode und das exakte Vorgehen des Forschers der historischen Daten nicht bekannt ist und deshalb auch nicht exakt wiederholt werden kann (Douda et al., 2023). Zusätzlich können Fehler entstehen, wenn Daten von unterschiedlichen Personen aufgenommen werden. Die Aufnahmen im Klagenfurter Becken wurden alle von derselben Person gemacht. Von großem Vorteil war, dass die Aufnahmen von 1992 von Gert Michael Steiner erstellt wurden, der bei der Planung der 2023er Aufnahmeperiode stark beteiligt war. Zusätzlich hat die Forschende die Methode der Vegetationsaufnahmen von ihm gelernt, weshalb starke Ähnlichkeiten im Vorgehen vorhanden sind. Die Unterschiede in der Kompetenz und Erfahrung der Forschenden kann ebenfalls Einfluss auf die Ergebnisse haben. Morrison (2021, S. 583) empfiehlt immer mehrere Personen in eine Aufnahmefläche zu schicken, um den „observer error“ gering zu halten.

Die vorangehende Analyse der Untersuchungsgebiete mit Hilfe von Luftbildern kann dabei helfen, Fehler bei der Eingrenzung der Untersuchungsflächen einzuschränken. CIR-Bilder, infrarot-Farbbilder, können hier beispielsweise eingesetzt werden (Ginzler & Steiner in Traxler, 1997, S. 354-357). Mittlerweile

sind Fernerkundungsmethoden auf Grund hochauflösender Satellitenbilder und Laserscans weiter fortgeschritten. In großen Mooren ist es im Rahmen der Feldarbeit schwierig homogene Flächen zu erkennen.

Eine weitere Fehlerquelle, die Douda et al. (2023) erwähnen, ist der saisonale Unterschied der Vegetation. Vor allem der Deckungsgrad einzelner Arten kann sich im Laufe der Vegetationsperiode stark verändern. Einzelne Arten können auch noch nicht gewachsen oder schon wieder verschwunden sein. Der Zeitpunkt der Aufnahmen spielt daher beim Vergleich eine große Rolle (Traxler, 1997, S. 75). Die Aufnahmen für diese Arbeit wurden im Laufe der Vegetationsperiode aufgenommen. Eine Anpassung an die Daten der ursprünglichen Aufnahmen war nicht möglich, da einige behördliche Genehmigungen erst im Laufe der Feldarbeit ausgestellt wurden und sich danach gerichtet werden musste.

Die visuelle Deckungsschätzung stellt ebenfalls eine mögliche Fehlerursache dar. Der Inter-Bearbeitungsfehler beschreibt die Unterschiede in der Schätzung unterschiedlicher Forscher:innen. Der Intra-Bearbeitungsfehler gibt die Variation der Schätzungen derselben forschenden Person an. Der durchschnittliche Schätzungsfehler liegt bei 8%. Da in dieser Arbeit eine grobe Skala genutzt wird (<5%, 5-50%, >50%), gleicht diese den Schätzungsfehler aus. Eine feinere Skala liefert zwar genauere Ergebnisse, ist jedoch, vor allem bei großen Aufnahmeflächen fehleranfälliger. Für große Flächen eignet sich eine grobe Skala besser (Traxler, 1997, S. 102-111).

Ein Veränderungsfaktor, der bei dieser Forschung nicht untersucht wurde, ist die Änderung der Flächenverhältnisse der einzelnen homogenen Flächen. Der Anteil der Flächen mit dichtem Baumwuchs oder auch der Anteil der Flächen mit Schlenken können eindeutige Indikatoren für die Veränderung von Mooren sein. Der Abfall des Wasserspiegels korreliert mit der Zunahme der Verbuschung. Die Erfassung der Flächengröße der einzelnen homogenen Flächen wäre daher von großer Bedeutung. Einen groben Eindruck dieser Veränderungen kann man sich anhand der eingefügten Luftbilder machen. Jauhiainen et al. konnten 2007 zeigen, dass die Auswertung von Luftbildern für das Monitoring von Moorflächen in Finnland auswertbare Ergebnisse geliefert hat. Die Unterscheidung von

kleinskaligen Flächen war nicht möglich, jedoch konnten verbuschte Flächen klar von freien Flächen unterschieden werden. Szporak-Wasilewska, et al. erzielten 2021 mit dem Einsatz diverser Technologien genauere Ergebnisse und konnten Flächen besser unterscheiden. Die Zunahme des Latschenwuchses in Hochmooren ist beispielsweise ein Störungszeiger, der mit Hilfe von Luftbildern analysiert werden kann. In dieser Arbeit ist die Zunahme der Latschen nicht berücksichtigt worden. Es wurden grobe Flächenangaben aufgenommen und auch in den Aufnahmen von Steiner findet man für einige Flächen grobe Flächenangaben, jedoch reicht dies nicht aus, um Vergleiche aufzustellen.

#### **4.3. Fazit**

Die Modellierungen verschiedener Klimaszenarien zeigen, dass Moore einem hohen bis sehr hohen klimatischen Risiko ausgesetzt sind. Vor allem Hochmoore, die ausschließlich von Niederschlagswasser gespeist werden, sind bedroht. Das stimmt nur, wenn der Latschenwuchs die Torfmoose durch vermehrte Beschattung verdrängt. Sonst sind die Hochmoore, solange es einen Wasserüberschuss gibt ziemlich resilient!! Niedermoore sind nicht so sehr vom Niederschlag abhängig. Bei ihnen besteht das Risiko, dass das Grundwasser vom Klimawandel negativ beeinflusst wird (Essl et al., 2012, S. 34ff.). Die untersuchten Moore, hauptsächlich Niedermoore, zeigten im Mittel zunehmende Trockenheit, Verbuschung und damit verbunden eine Abnahme der Lichtmenge, sowie eine Zunahme des Nährstoffgehalts. Teilweise können diese Veränderungen mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht werden. Renaturierungs- und Schutzmaßnahmen sind daher besonders wichtig. Moore stellen einen wichtigen Lebensraum dar und liefern einen wertvollen Beitrag zur Biodiversität Österreichs. Regelmäßige Mahd, situationsabhängiges Schwenden und andere Maßnahmen sind notwendig, um die meisten Niedermoore zu erhalten. Bergamini et al. (2009) konnten zeigen, dass jährliche Mahd zu geringerem Artenverlust führt als Weidenutzung. Regelmäßiges Monitoring ist wichtig, um den Zustand der Moore im Blick zu behalten. Moore müssen nicht nur vor dem Klimawandel geschützt werden, sondern können auch einen Beitrag im Kampf gegen den Klimawandel leisten. Intakte Moore speichern große Mengen an CO<sub>2</sub>, das bei sinkendem Wasserstand und damit verbundener Zersetzung des Torfes wieder freigesetzt wird (Essl et al., 2012, Grünig & Steiner,

2010). Wiedervernässte Moore können wieder  $\text{CO}_2$  aufnehmen und bei wachsender Torfschicht laufend  $\text{CO}_2$  binden (Grünig & Steiner, 2010).

## 5. Literaturverzeichnis

- Bergamini, A., Peintinger, M., Fakheran, S., Moradi, H., Schmid, B., & Joshi, J. (2009). Loss of habitat specialists despite conservation management in fen remnants 1995–2006. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 11(1), 65–79.
- Braun-Blanquet, J. (1928). *Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde*. Berlin: Springer.
- Dawson, T. P., Berry, P. M., & Kampa, E. (2003). Climate change impacts on freshwater wetland habitats. *Journal for Nature Conservation*, 11(1), 25–30.
- Douda, J., Doudová, J., Holešťová, A., Chudomelová, M., Vild, O., Boublík, K., ... & Hédli, R. (2023). Historical sampling error: A neglected factor in long-term biodiversity change research. *Biological Conservation*, 286, 110317.
- Essl, F., Dullinger, S., Moser, D., Kleinbauer, I. (2012). MoorClim: Moore in Österreich – zwischen Klimastress und Beitrag zum aktiven Klimaschutz.
- Essl, F., Willner, W., Egger, G., Ellmauer, T., Steiner, G.M., Moser, D. (2008) Diversitätsmuster der Wälder, Moore, Feucht-und Trockenwiesen in Österreich - ein erster Überblick In: *Biodiversität in Österreich. Räumliche Muster und Indikatoren der Arten-und Lebensraumvielfalt*, (122–143)
- Fiedler, A. K., & Landis, D. A. (2012). Biotic and abiotic conditions in Michigan prairie fen invaded by glossy buckthorn (*Frangula alnus*). *Natural Areas Journal*, 32(1), 41–53.
- Fischer, M. A., Oswald, K., & Adler, W. (2008). *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberöstr. Landesmuseen.
- Ginzler, C., Steiner, G.M. (1997). Moor-Monitoring. In: Traxler, A. (1997). Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings: Methoden, Praxis, angewandte Projekte. A. Methoden. Umweltbundesamt.
- Grünig, A. (2010). Moore: vom Aschenputtel zur Prinzessin? *Natur und Land*, 96/1, 4–11.
- Grünig, A., Steiner, G. M., Ginzler, C., Graf, U., & Küchler, M. (2004). Approaches to Swiss mire monitoring. *International Peat Journal*, 12, 55–73.
- Güsewell, S., & Edwards, P. (1999). Shading by *Phragmites australis*: a threat for species-rich fen meadows?. *Applied Vegetation Science*, 2(1), 61–70.
- Ivanova, N., & Zolotova, E. (2023). Landolt Indicator Values in Modern Research: A Review. *Sustainability*, 15(12), 9618.

- Jauhiainen, S., Holopainen, M., & Rasinmäki, A. (2007). Monitoring peatland vegetation by means of digitized aerial photographs. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22(2), 168–177.
- Joosten, H., & Clarke, D. (2002). Wise use of mires and peatlands. *International mire conservation group and international peat society*, 304.
- Joosten, H., Tanneberger, F., & Moen, A. (2017). *Mires and peatlands of Europe*. Schweizerbart.
- Landolt, E., Bäumler, B., Ehrhardt, A., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmler, W., ... & Wohlgemuth, T. (2010). *Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen*. Haupt.
- Machold, C., Schröck, C., Glatzel, S., & Lorenz, J. (2022). MOORSTRATEGIE ÖSTERREICH 2030+: MOORE FÜR KÜNFTIGE GENERATIONEN ERHALTEN.
- Morrison, L. W. (2021). Nonsampling error in vegetation surveys: understanding error types and recommendations for reducing their occurrence. *Plant Ecology*, 222(5), 577–586.
- Nairz, S. (1999). Vegetationsökologische Untersuchungen am Hochmoor Rotmoos bei Weichselboden/Steiermark. 1. Wien.
- Niedermair, M., Plattner, G., Egger, G., Essl, F., Kohler, B., & Zika, M. (2011). Moore im Klimawandel. *Studie des WWF Österreich, der Österreichischen Bundesforste und des Bundesumweltamt*.
- Pinceloup, N., Poulin, M., Brice, M. H., & Pellerin, S. (2020). Vegetation changes in temperate ombrotrophic peatlands over a 35 year period. *PLoS One*, 15(2), e0229146.
- Rydin, H., Jeglum, J. K., & Bennett, K. D. (2013). *The biology of peatlands*, 2e. OUP Oxford.
- Sauberer, N., & Dullinger, S. (2008). Naturräume und Landschaftsgeschichte Österreichs: Grundlage zum Verständnis der Muster der Biodiversität. *Biodiversität in Österreich. Räumliche Muster und Indikatoren der Arten-und Lebensraumvielfalt*, 16–46.
- Steiner, G. M. (1992). *Österreichischer Moorschutzkatalog*. Styria-Medienservice, Moser.
- Steiner, G. M., & Grünig, A. (1992). Die hydrologischen Moortypen der Schweiz. In: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)(Hrsg.)(1992B): *Handbuch Moorschutz in der Schweiz*. Bern.
- Szporak-Wasilewska, S., Piórkowski, H., Ciężkowski, W., Jarzombkowski, F., Ślawik, Ł., & Kopeć, D. (2021). Mapping alkaline fens, transition mires and quaking bogs using airborne hyperspectral and laser scanning data. *Remote Sensing*, 13(8), 1504.

- Succow, M., & Joosten, H. (2001). *Landschaftsökologische Moorkunde: Vol. 2., völlig neu bearbeitete Aufl.* Schweizerbart.
- Traxler, A. (1997). Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings: Methoden, Praxis, angewandte Projekte. A. Methoden. Umweltbundesamt.
- Van Breemen, N. (1995). How Sphagnum bogs down other plants. *Trends in ecology & evolution*, 10(7), 270–275.
- Walter, H. & Lieht, H. (1960-1967). Klimadiagramm-Weltatlas. Fischer, Jena.

### **5.1. Internetquellen**

- Checklist of Austrian Bryophytes von Köckinger H., Schröck C., Krisai, R. and Zechmeister H.G (2022)  
abgerufen am 17.08.2024, unter <https://cvl.univie.ac.at/projekte/moose/>
- KAGIS (2022): Abfragen zu sektoralen Themen (Waldentwicklungsplan, Forstliches Wuchsgebiet, Schutzgebiete, Biotopkataster). Land Kärnten – KAGIS  
abgerufen am 10.08.2024, unter <https://kagis.ktn.gv.at/>
- Moore, deren Erhalt und Wiederherstellung der Biodiversität in Österreich, BMK  
abgerufen am 15.08.2024, unter  
[https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/naturschutz/biol\\_vielfalt/biodiversitaetsfonds/foerderung-2021/projekte/moore\\_erhalten.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/naturschutz/biol_vielfalt/biodiversitaetsfonds/foerderung-2021/projekte/moore_erhalten.html)
- Projekt “Erhalt und Wiederherstellung der Biodiversität in Mooren Österreichs“  
abgerufen am 16.08.2024, unter  
<https://geographie.univie.ac.at/arbeitsgruppen/geooekologie/forschung/laufende-projekte/biodiversitaet-in-mooren/>

### **5.2. Programme**

- Küchler, M., 2022: VEGEDAZ (Version 2022)

### **5.3. N2000 Managementpläne**

#### Ossiacher Tauern

- Komposch, Ch., Egger, G., Komposch, H., Keusch, Ch., Preinstorfer, S., Dubbert, M., Lorber, L., Volkmer, J., Waldner, L. & Lamprecht, J. (2022). Natura-2000-Gebietsmanagementplan Moore am Ossiacher Tauern. Graz (ÖKOTEAM –

Institut für Tierökologie und Naturraumplanung, TB Harald Komposch),  
Klagenfurt (Naturraumplanung Egger, oekotop – IB für Biologie und  
Geoinformatiker), 84 S. + Anhang

#### St Margarethen

Aigner, S., Pleschberger, A., Dubbert, M. (2022). Natura 2000-  
Gebietsmanagementplan Moor bei St. Margarethen. Köttmannsdorf, 30 S. +  
Anhang

#### Turnersee

Unglaub, R. (2005). IPAM Toolbox. Tools and Pilot Actions for Management  
Plans. Management plans for 7 Natura 2000 Sites in Carinthia -  
Managementpläne für 7 Kärntner Natura 2000-Gebiete. Study commissioned  
by: Office of the Carinthian Government Dept. 20, Execution: Archi Noah,  
Miklauzhof, 404 S. + Anhang

#### Finkensteiner Moor

Berchtold, A., Kerschbaumer, N., Olinowetz, J., Keusch, C., Schwager, P.,  
Komposch, C., Lamprecht, J., Lorber, L., Knappinger, J. (2022). Natura 2000-  
Gebietsmanagementplan Finkensteiner Moor. Klagenfurt, 63 S. + Anhang

## 6. Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Abbildung 1 - Raster-Summenkarte der 9 Moorbiotoptypen Österreichs, die unter dem Klimawandelszenario A1 am Ende des 21. Jahrhunderts (2081-90) einem hohen klimatischen Risiko ausgesetzt sein werden (Essl et al., 2012) .....     | 7         |
| Abbildung 2 - Raster-Summenkarte der 9 Moorbiotoptypen Österreichs, die unter dem Klimawandelszenario A1 am Ende des 21. Jahrhunderts (2081-90) einem geringem klimatischen Risiko ausgesetzt sein werden. (Essl et al., 2012) ..... | 7         |
| Abbildung 3 – überflutetes Höfleinmoor .....                                                                                                                                                                                         | 10        |
| Abbildung 4 – Übersichtskarte der Moorlandschaften .....                                                                                                                                                                             | 18        |
| Abbildung 5 - mittlere Zeigerwerte des Hochmoores .....                                                                                                                                                                              | 21        |
| Abbildung 6 – mittlere Zeigerwerte der Übergangsmoore .....                                                                                                                                                                          | 22        |
| Abbildung 7 - Vergleich der Luftbilder des Moors bei Oberwinklern SW 1994 (links) und 2022 (rechts) (Datenquelle: Land Kärnten - KAGIS) .....                                                                                        | 23        |
| Abbildung 8 - Vergleich der Luftbilder des Moors am Tainacherberg 1994 (links) und 2022 (rechts) (Datenquelle: Landkärnten - KAGIS) .....                                                                                            | 23        |
| Abbildung 9 – mittlere Zeigerwerte der Verlandungsmoore .....                                                                                                                                                                        | 25        |
| <i>Abbildung 10 - Vergleich der Luftbilder des Littermoos von 1994 (links) und 2022 (rechts) (Datenquelle: Land Kärnten –KAGIS) .....</i>                                                                                            | <i>25</i> |
| Abbildung 11 – mittlere Zeigerwerte der Versumpfungsmoore .....                                                                                                                                                                      | 27        |
| Abbildung 13 – Vergleich der Luftbilder des Moors SW Farrendorf E von 1994 (links) und 2022 (rechts) (Datenquelle: Land Kärnten KAGIS) .....                                                                                         | 28        |
| Abbildung 13 - Abbild Luftbild Moor in der Mooskeuschen 2022 (gemäht) (Datenquelle: Land Kärnten – KAGIS) .....                                                                                                                      | 28        |
| Abbildung 14 - mittlere Zeigerwerte der Kesselmoore .....                                                                                                                                                                            | 29        |
| Abbildung 15 - mittlere Zeigerwerte der Durchströmungsmoore .....                                                                                                                                                                    | 31        |
| Abbildung 17 - Vergleich der Luftbilder des Göltzschacher Moors von 1994 (links) und 2022 (rechts) (Datenquelle: Land Kärnten – KAGIS) .....                                                                                         | 32        |

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 16 - Vergleich der Luftbilder des Raunachmoos von 1988 (links) und 2022 (rechts) (gemäht)<br>(Datenquelle: Land Kärnten – KAGIS) .....     | 32 |
| Abbildung 18 - mittlere Zeigerwerte der topogenen Niedermoore .....                                                                                  | 34 |
| Abbildung 19 - mittlere Zeigerwerte der Moore auf der Sattnitz .....                                                                                 | 36 |
| Abbildung 20 - mittlere Zeigerwerte der Moore auf den Ossiacher Tauern .....                                                                         | 37 |
| Abbildung 21 - mittlere Zeigerwerte der Moore in der Nähe des Klopeinensees .....                                                                    | 38 |
| Abbildung 22 - mittlere Zeigerwerte der Moore in der Nähe des Keutschachersees .....                                                                 | 40 |
| Abbildung 23 – Vergleich der Luftbilder des Moores Keutschachersee E von 1994 (links) und 2022 (rechts)<br>(Datenquelle: Land Kärnten – KAGIS) ..... | 41 |
| Abbildung 24 - mittlere Zeigerwerte der Moore in der Mooskeuschen.....                                                                               | 42 |
| Abbildung 25 - mittlere Zeigerwerte der Moore in der Nähe des Faakersees .....                                                                       | 43 |
| Abbildung 26 - mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes Sphagnion medii (1992 n=15, 2023<br>n=12).....                                       | 45 |
| Abbildung 27 - mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes Caricion lasiocarpae (1992 n=32, 2023<br>n=30).....                                  | 46 |
| Abbildung 28- mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes Rhynchosporion albae (1992 n=20, 2023<br>n=3).....                                    | 48 |
| Abbildung 29- mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes Magnocaricion elatae (1992 n=25, 2023<br>n=50).....                                   | 49 |
| Abbildung 30 - mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes Caricion davallianae (1992 n=69, 2023<br>n=62 .....                                  | 50 |
| Abbildung 31 - mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes Caricion fuscae (1992 n=14, 2023 n=16)<br>.....                                      | 51 |
| Abbildung 32 - mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes Phragmition communis (1992 n=9,<br>2023 n=8).....                                    | 52 |
| Abbildung 33 – mittlere Zeigerwerte der Aufnahmen des Verbandes Alnion glutinosae (1992 n=7, 2023<br>n=7).....                                       | 53 |

## 7. Tabellenverzeichnis

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1 – Liste der ausgewählten Moore .....                                            | 10 |
| Tabelle 2 – Bedeutung der Zeigerwerte nach Landolt (Landolt et al., 2010, S. 16-19) ..... | 15 |