

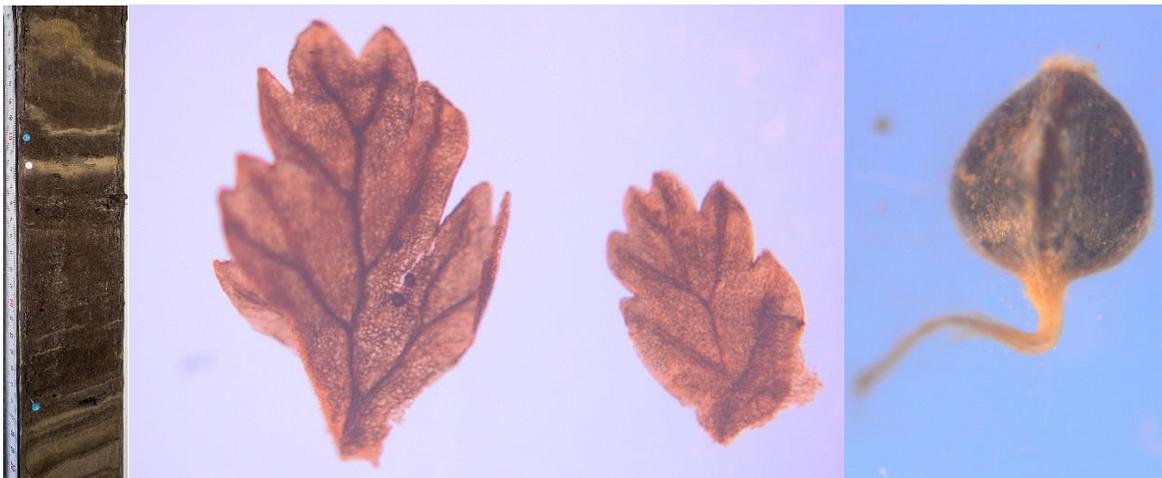
**Pflanzengroßrestanalytische Rekonstruktion
der spätglazialen und holozänen Floren- und
Vegetationsgeschichte im und in der
Umgebung des Sulzkarsees (Nationalpark
Gesäuse, Steiermark, Österreich)**

Masterarbeit

Moritz Valentin Ladurner

(Matrikelnummer: 11723113)

Zur Erlangung des akademischen Grades des Master of Science



Vorgelegt am Institut für Botanik der Universität Innsbruck

bei Ao. Univ.-Prof. Dipl. Biol. Dr. Jean Nicolas Haas

Innsbruck, Februar 2023

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	3
2. Einleitung und Fragestellung	4
3. Das Untersuchungsgebiet	5
3.1. Der Sulzkarsee	5
3.2. Geologie und Geomorphologie	6
3.3. Vegetation	8
4. Material und Methoden	11
4.1. Entnahme des Bohrkerns	11
4.2. Probenentnahme	12
4.3. Probenaufbereitung	15
4.4. Makrorestbestimmung	16
4.5. Darstellung der Ergebnisse	17
4.6. Radiokarbon (¹⁴ C) – Datierungen	17
5. Ergebnisse	19
5.1. Altersbestimmung mittels C14 – Analyse	19
5.1.1. Alters – Tiefen – Modell	20
5.2. Makrorestanalyse	21
5.2.1. Resultate der Makrorestanalysen	24
5.2.2. Detailgrafik Bäume und Sträucher	31
5.2.3. Detailgrafik Gräser	31
5.2.4. Detailgrafik Vegetativ indet.	33
5.2.5. Detailgrafik Kryptogamen	34
5.2.6. Detailgrafik Fauna	35
5.2.7. Detailgrafik Minerogene Partikel und Mikroplastik	36
6. Diskussion	37
6.1. Generelle Floren- und Vegetationsentwicklung und mögliche bronzezeitliche Almwirtschaft seit 3500 Jahren	37
6.2. Hinweise auf einen Neuzeitlichen Human Impact	39
6.3. Sedimentationswechsel und „Event-Lagen“	40
6.4. Einwanderungsgeschichte der Fichte und Weißtanne aus ihren glazialen Rückzugsgebieten	41
6.5. Heute nicht mehr vor Ort vorkommende Pflanzenarten	41
6.6. Sedimentationswechsel und „Event-Lagen“	42
7. Ausblick	43
8. Danksagung	44
9. Literatur	44
10. Anhang	47

1. Zusammenfassung

Aus einem etwa 5.9m langen Sediment-Bohrkern aus dem Sulzkarsee wurden 41 Proben entnommen und auf ihren Makrorestgehalt untersucht. Die C14-Datierungen organischen Materials und das daraus erstellte Alters-Tiefen-Modell ergaben für die unterste Probe aus 571cm Tiefe ca. 14 000 Jahre cal. BP. und für die oberste Probe aus 11.6cm Tiefe -12 Jahre cal. BP. Während von 571cm bis 545.6cm kaum Vegetation, sondern hauptsächlich Erosion, belegt durch zahlreiche minerogene Partikel, vorherrschte, sind die *Betula nana*-Fruchtfunde in der Tiefe von 552.6 cm (ca. 12770 Jahre cal. BP) außergewöhnlich, da es sich dabei um eine Spätglazialrelikt-Pflanze handelt, die heute lokal nicht mehr vorkommt. Mit Einwanderung der Fichte ab ca. 11300 Jahre cal. BP entwickelte sich ein immer dichter werdender Wald um den Sulzkarsee. Von 495.8cm (ca. 9380 Jahre cal. BP) bis 402.8cm (4080 Jahre cal. BP) findet sich die größte Anzahl waldtypischer Makroreste, was belegt, dass der Sulzkarsee zu dieser Zeit von einem dichten Wald umgeben war. Zusätzlich fanden sich in diesen Proben viel Insekten-Chitin und Teile limnischer Fauna. Die Weißtanne (*Abies alba*) wanderte um 6780 Jahre cal. BP in das Sulzkar ein. Ab 3300–3000 Jahre cal. BP (Bronzezeit) nehmen die waldtypischen Makroreste ab, möglicherweise als Resultat der dann höheren Sedimentationsrate oder als Resultat der Baum-Reduktion aufgrund der zeitgleichen Rotmoos-2-Klimaverschlechterung. Um 2500 Jahre cal. BP scheint der Wald wieder etwas dichter geworden zu sein, wobei das Vorkommen von Halmen und Moosen auf Lichtungen im Wald, bzw. eventuell den Sulzkarsee umgebende Feuchtgebiete hindeuten könnte. Von 1800–1300 Jahre cal. BP (Römerzeit bis Frühmittelalter) nimmt die Dichte des Waldes erneut ab, was auf anthropogene Einflüsse oder Klimaveränderungen zurückzuführen sein könnte. Wenige waldtypische Makroreste und viele Wurzeln implizieren einen lichten Wald mit Waldlichtungen und Erosion. Eine Zunahme der *Picea abies* und *Larix decidua* Nadeln von ca. 900 bis 650 Jahre cal. BP weist darauf hin, dass der Wald um den Sulzkarsee wieder etwas dichter wurde. Ab 400 Jahre cal. BP ist eine starke Abnahme der Makroreste zu verzeichnen. Der Wald scheint sich gelichtet zu haben, wahrscheinlich durch Kahlschlag für die Holzkohleproduktion im Zusammenhang mit den Aktivitäten der Besitzer der Sulzbachseeregion (Kloster Admont). Aufgrund der stärkeren Komprimierung tiefer liegender Schichten decken diese einen größeren Zeitraum ab. Die oberen Sedimente enthalten generell weniger Makroreste. *Daphnia*-Dauerstadien wurden auch in den obersten Proben gefunden, was belegt, dass sie erst seit dem Hinzufügen der Elritzen-Fische in den 1970er Jahren und wegen entsprechendem Fraß der Fische im Sulzkarsee fast verschwunden sind. *Chara*-Oosporen und *Potamogeton natans*-Samen legen eine Besiedelung des Sulzkarsees mit Wasserpflanzen ab 7300–6800 Jahre cal. BP nahe. *Nuphar lutea* deutet auf eine Eutrophierung des Sees ab 281 Jahre cal. BP hin, womöglich durch den Eintrag von Exkrementen durch Weidevieh, auch wenn diese Pflanze heute im Sulzkarsee nicht mehr vorkommt.

2. Einleitung und Fragestellung

Der Sulzkarsee befindet sich im Nationalpark Gesäuse in der Steiermark (Österreich). In den Jahren 2016 bis 2018 wurde das Wasser aus dem Sulzkarsee gepumpt, um die sich stark vermehrenden Elritzen-Fische zu entfernen. Vor dem Einsetzen der Elritzen in den 1970er Jahren war der Sulzkarsee ein Laichplatz für Amphibien, die danach durch die Elritzen verdrängt wurden. Im Zuge der Renaturierungsmaßnahmen wurden mehrere Sediment-Bohrkerne aus dem Seegrund entnommen. Im Sediment eines Sees lagern sich Makroreste tierischen und pflanzlichen Ursprungs, die sowohl aus dem See als auch aus der unmittelbaren Umgebung stammen können, ab. Vorausgesetzt, dass die Sedimente ungestört Schicht für Schicht abgelagert wurden, kann anhand von Radiokarbondaten an Makroresten das Alter der Schichten bestimmt und die Entwicklung der Flora und Fauna um den See rekonstruiert werden. In der dieser Masterarbeit vorangegangenen Bachelorarbeit (Ladurner 2020) wurden die Makroreste in zwölf Proben aus dem Hauptbohrkern („Master core“) gezählt und bestimmt. Im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit sollen bereits gewonnene Erkenntnisse vertieft, neue Details ergänzt und durch mehr analysierte Proben die Auflösung und somit die Vegetationsrekonstruktion verbessert werden.

In einem See kommen nicht nur Makroreste der limnischen Flora und Fauna vor, sondern vor allem sehr viele Makroreste von terrestrisch wachsenden Pflanzen wie Nadeln von Koniferen oder Holz, die in den See gespült wurden. Dadurch kann man die Art der vergangenen Vegetation in unmittelbarer Umgebung des Sees ermitteln. In Hallstatt wurde ein Moor-Bohrkern (Knierzinger et. al. 2021a) und im Eisenerz-Gebirge ein Seesediment-Bohrkern (Knierzinger et. al. 2021b) auf Spuren menschlicher Aktivitäten untersucht. Zwei weitere Arbeiten befassten sich mit Bohrkernen aus dem Oberen Moor auf der Sulzkaralm (Drescher-Schneider 2007 & 2022).

Anhand der Makroreste aus dem Bohrkern des Sulzkarsees soll in der vorliegenden Arbeit die spätglaziale und holozäne Vegetationsentwicklung im und um den Sulzkarsee rekonstruiert werden. Die Vegetation und Fauna der Vergangenheit zeigen frühere ökologische Bedingungen, klimatische Veränderungen und anthropogene Einflüsse auf. Durch Interpretation der Veränderungen in Häufigkeit und Artzusammensetzung der Makroreste soll ein Grundriss der Vegetationsgeschichte und Entwicklung der Flora und Fauna am Sulzkarsee in den letzten 14 000 Jahren erstellt werden.

3. Das Untersuchungsgebiet

3.1. Der Sulzkarsee

Der Sulzkarsee befindet sich auf 1446m Meereshöhe im Nationalpark Gesäuse in der Steiermark (Steirische Kalkalpen, Ennstal, Abb. 1). Es handelt sich um einen kleinen Gebirgssee glazialen Ursprungs, der in die Moränenlandschaft der Sulzkaralm eingebettet liegt (Abb. 2a, b). Durch die abdichtende Wirkung toniger Lagen im Moränenmaterial wurde die Entstehung des Sulzkarsees begünstigt (Jersabek und Schabetsberger 2010).

Der Sulzkarsee hat nur einen kleinen, natürlichen Zufluss und einen kleinen Abfluss (Abb. 3). Der See zeigt heute jährlich bis zu 2m Schwankungen des Seespiegels, aber er trocknet nie komplett aus. An der tiefsten Stelle ist er 7m tief. Der Sulzkarsee hat eine Oberfläche von 0,67 ha und ein maximales Volumen von 21450m³ im Frühling bei höchstem Wasserstand. Der Sulzkarsee weist einen hohen Nährstoffgehalt für einen See in dieser Höhe auf (Schabetsberger et. al. 2019).

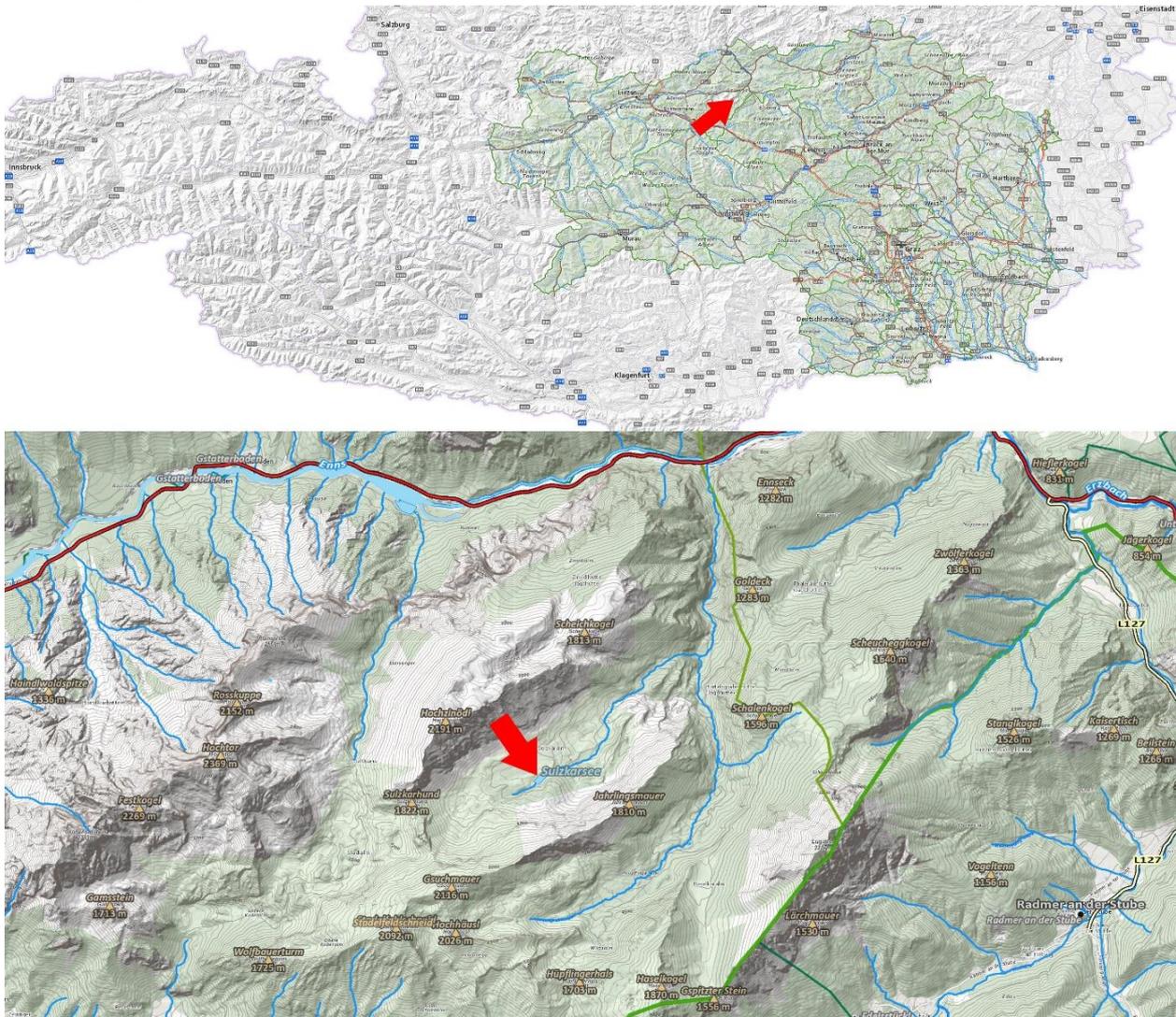


Abb. 1: Geografische Karte der Steiermark mit Ausschnitt zur Veranschaulichung der Lage des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). Der rote Pfeil markiert den Sulzkarsee. GIS-Steiermark Digitaler Atlas Steiermark 2020.



Abb. 2a: Aufnahme des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) (Foto R. Schabetsberger 12/2020).

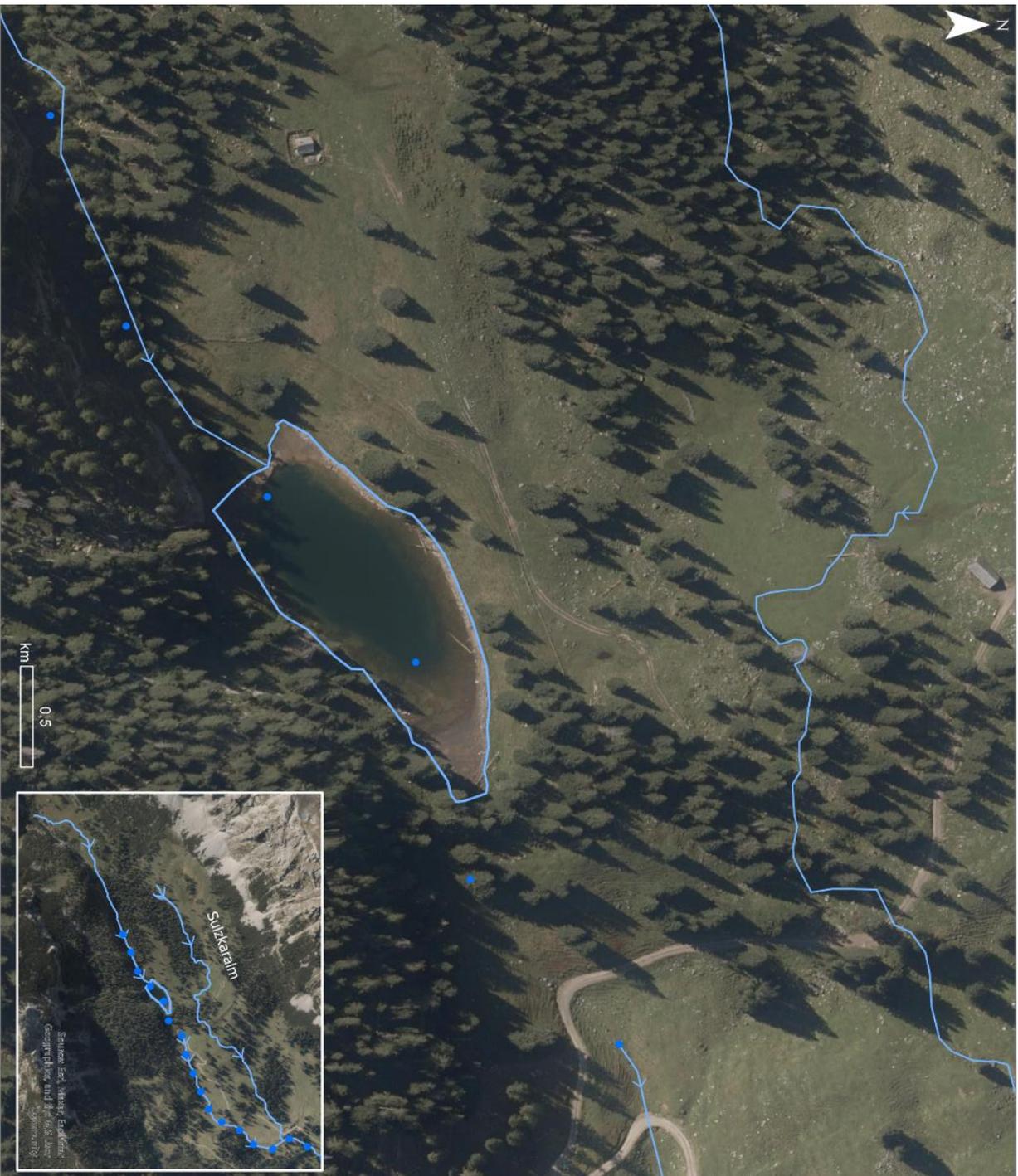


Abb. 2b: Aufnahme des zugefrorenen Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) (Foto R. Schabetsberger 11/2016).

In den 1970er Jahren erfolgte der Besatz des Sulzkarsees mit Fischen, und zwar mit Salmoniden und Elritzen (*Phroxinus phroxinus*), was den ökologischen Zustand des Sees stark veränderte. Die Elritzen ernähren sich von Zooplankton und Amphibienlarven, wodurch die Amphibien verdrängt wurden (Schabetsberger et. al. 2020). Um einen naturnahen Zustand wiederherzustellen, sollten die Elritzen daher entfernt werden. Zwischen 2016 und 2018 wurden insgesamt 45000 Elritzen abgefischt und in den Zeller See umgesiedelt, aus dem sie ursprünglich stammten. Durch eine Saugleitung wurde der Wasserspiegel des Sees um drei Meter abgesenkt. Im Oktober 2018 wurde der See mit drei Schmutzwasserpumpen komplett ausgepumpt und der Schlamm mit Branntkalk vermischt, um durch die Erhöhung des pH-Werts die letzten Elritzen abzutöten (Schabetsberger et. al. 2019). Im Frühling 2019 wurde jedoch entdeckt, dass einige Elritzen dieses Verfahren überlebt hatten, und sich wieder zu vermehren begannen (Schabetsberger et. al. 2020).

3.2. Geologie und Geomorphologie

Der Sulzkarsee befindet sich in einer flachen Wanne von maximal 7 Meter Tiefe (gemessen am 5.9.2003), die sich ohne erwähnenswerte Unregelmäßigkeiten in Südwest – Nordost – Richtung erstreckt. Der Sulzkarsee (Abb. 4) liegt im Moränenbereich und grenzt an die Kalkumrahmung an (Pavuzá und Stummer 2004).



Sulzkarsee Zu-/Abfluss

- Kilometrierung (Stmk)
- Sulzkarsee
- Oberflächengewässer


 Nationalpark Gesäuse GmbH
 Bearbeitung: Alexander Mairinger
 Stand: 10.01.2023
 Koord. Syst.: UTM 33N
 Dateiname: sulzkarsee

Abb. 3: Gewässerkarte des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) mit Oberflächengewässern (Bächen) und dem Sulzkarsee markiert in blau. Der Ausschnitt zeigt einen Überblick der Bäche im Sulzkaralm-Gebiet. Abbildung erstellt von A. Mairinger 2023.

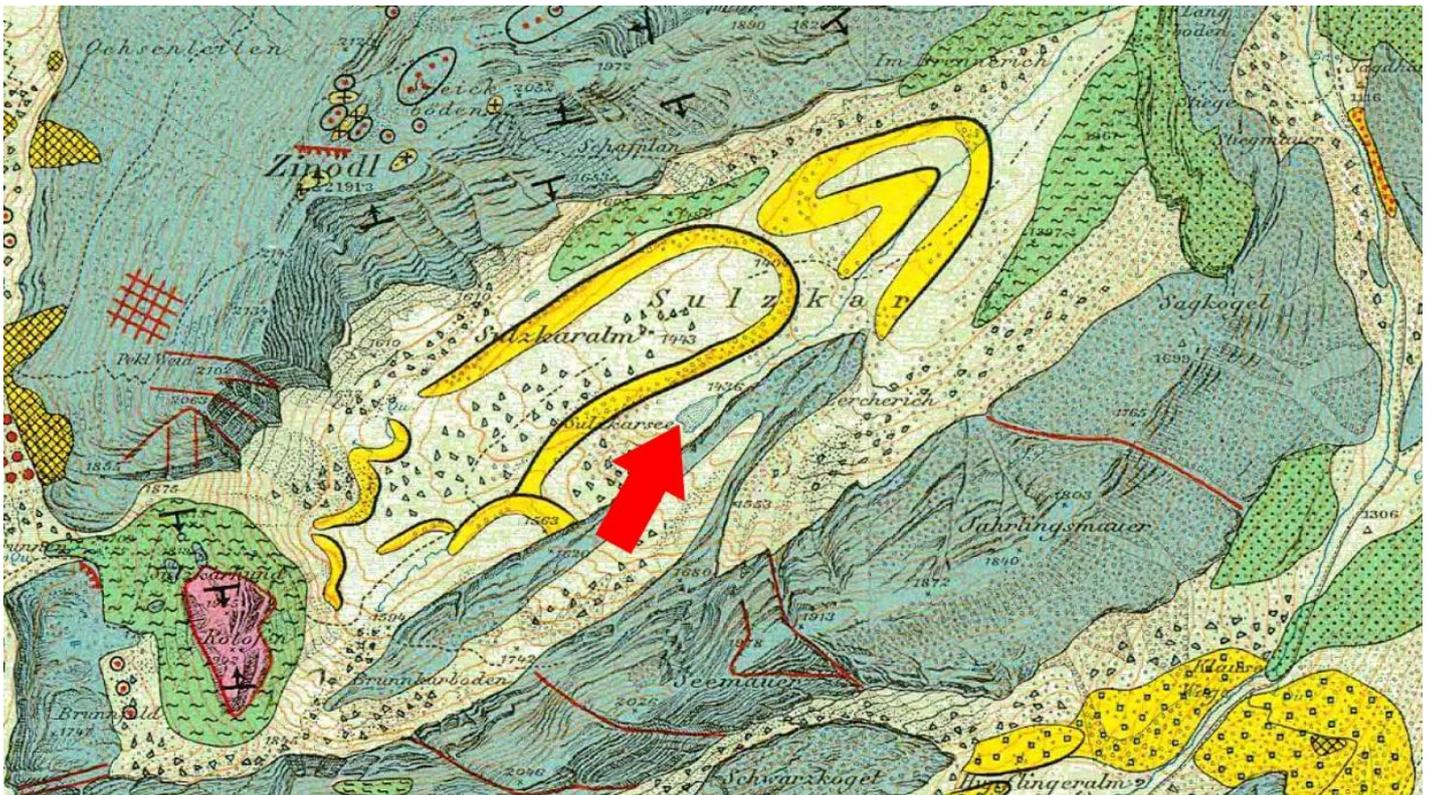


Abb. 4: Ausschnitt aus der „Geologischen Karte der Gesäuseberge von Ampferer“ (1935). Die Lage des Sulzkarsees in der Bildmitte wird durch den roten Pfeil markiert. Legende: Blau = Dachsteinkalke, Gelb = Obere und untere Endmoränen der Schlussvereisung, Hellgrün = Hang- und Bachschuttkegelverhüllungen, Grün Wellen = Fleckenmergel, Grüne Punkte = Lias-Krinoidenkalke.

3.3. Vegetation

Die Vegetationskarte in den Abbildungen 5 und 6 zeigt die aktuelle Vegetation rund um den Sulzkarsee, die überwiegend aus subalpinen Hochstauden-Fichtenwäldern und sonnseitigen Rotföhren-Buchenwald-Übergängen besteht. Etwas weiter entfernt befinden sich an einer Stelle subalpine lärchenreiche Sukzessionen. Die im Gebiet vorkommenden subalpinen Kalk-Hochstauden-Fichtenwälder wachsen sowohl auf lehmhaltigen Böden als auch auf reinen Rendzinen und gehören zum *Adenostylo alliariae–Piceetum* (Zimmermann und Kreiner 2012).

Als Sukzessions- und Degradationsstadien kommen sonnseitige Rotföhren-Buchenwald-Übergänge vor. Pflanzensoziologisch handelt es sich um ein in der Baumschicht von der Fichte dominiertes *Calamagrostio variae–Piceetum carduetosum deflorati* (Zimmermann und Kreiner 2012).

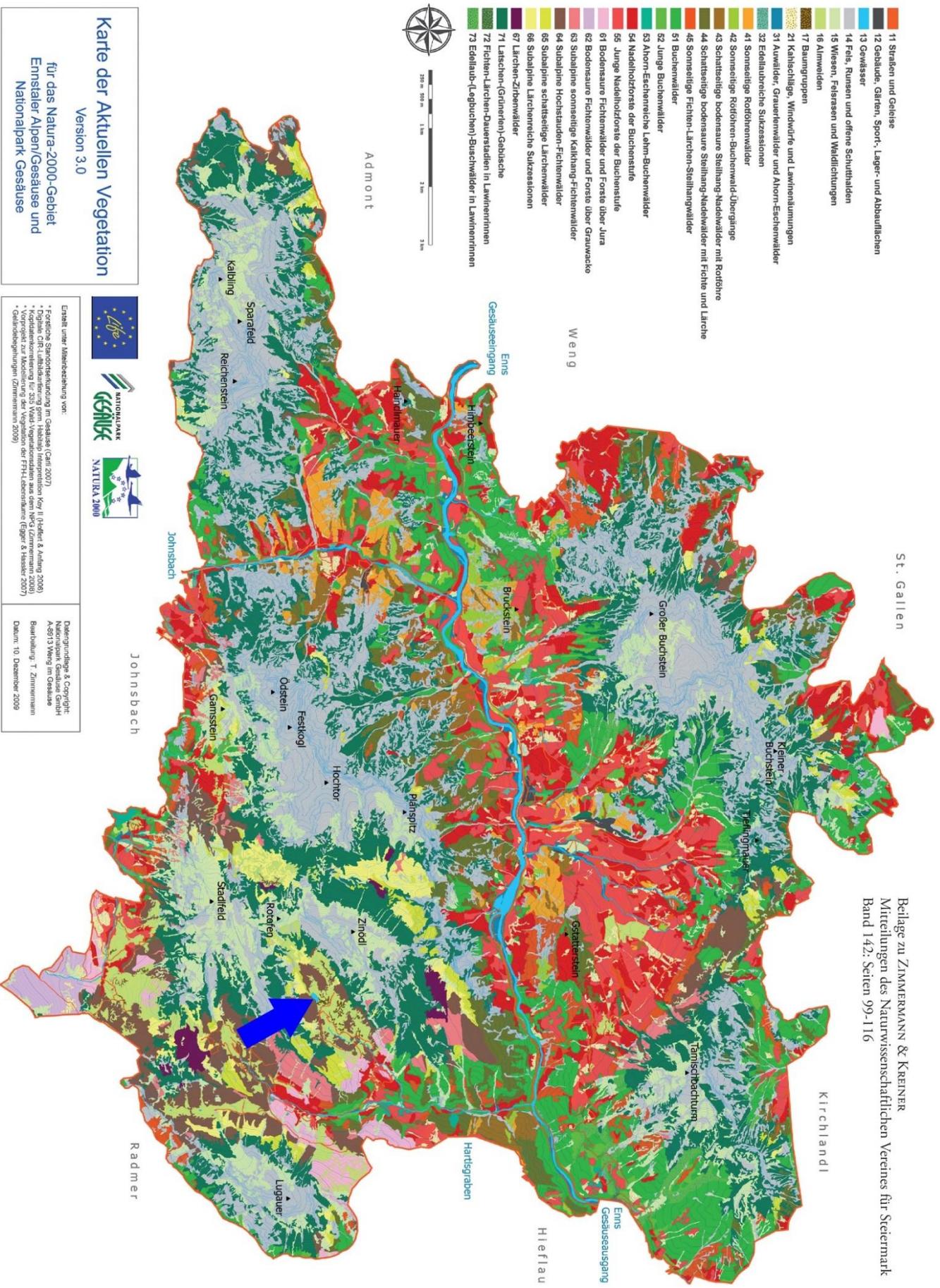


Abb. 5: Vegetationskarte des Nationalparks Gesäuse, luftbildbasierte Karte der aktuellen Vegetation erstellt von Zimmermann und Kreiner (2012). Der Sulzkarsee befindet sich unten rechts in der Karte, markiert durch einen blauen Pfeil.

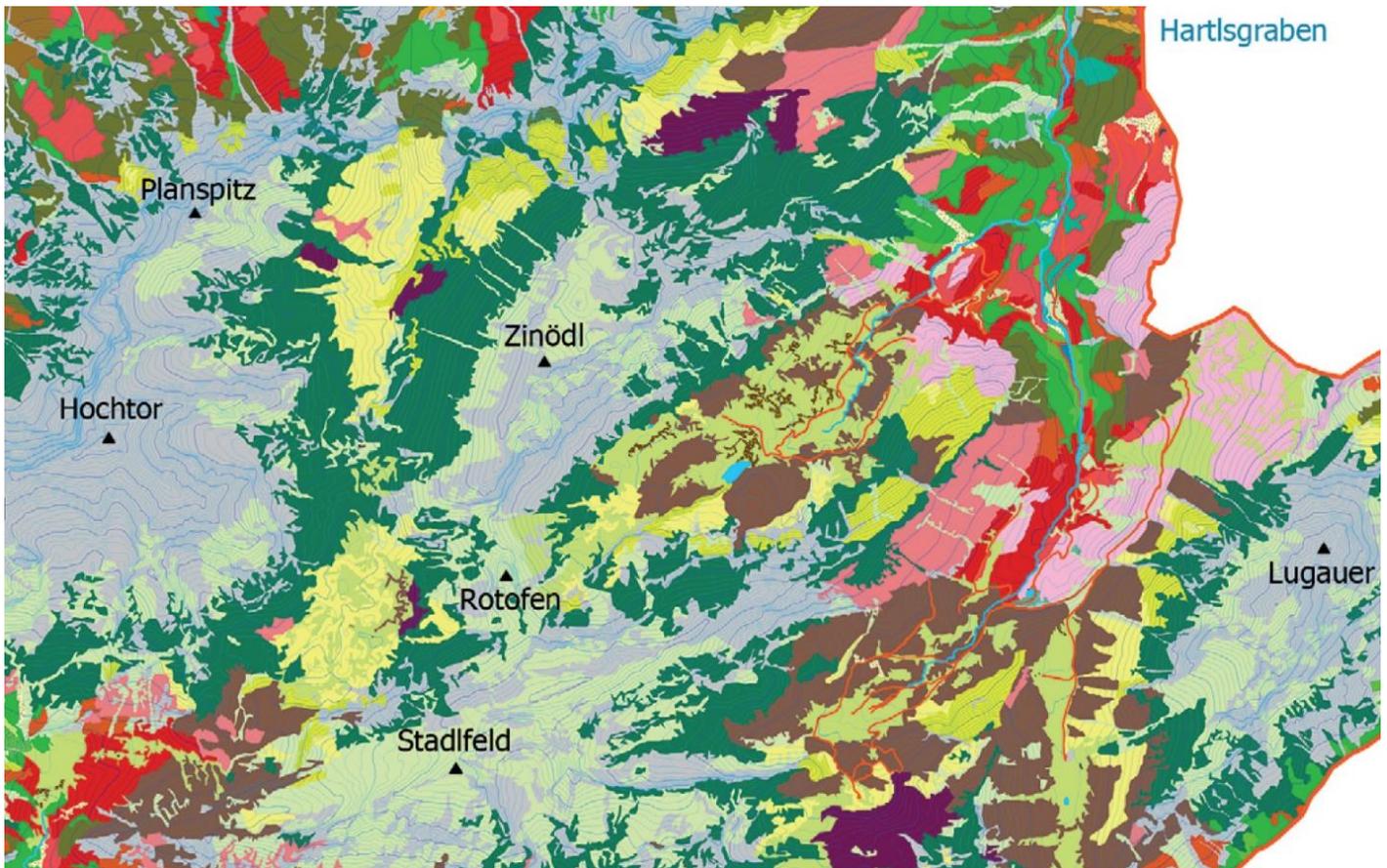


Abb. 6: Ausschnitt aus der Vegetationskarte des Nationalparks Gesäuse, luftbildbasierte Karte der aktuellen Vegetation, erstellt von Zimmermann und Kreiner (2012). Bei dem hellblauen Fleck in der Bildmitte handelt es sich um den Sulzkarsee. Für die Bedeutung der farblich ausgewiesenen Flächen siehe die Abb. 5.

4. Material und Methoden

4.1. Entnahme des Bohrkerns

Die Entnahme der Bohrkern aus dem Seeboden des Sulzkarsees erfolgte im Sommer 2019 mittels einer schwimmenden Plattform (ein Jahr nach dem Ablassen des Wassers in den Jahren 2016 bis 2018; Abb. 7a) im wieder Wasser führenden Sulzkarsee (Abb. 7b). Zwei der Bohrkern (Sulz19-1 und Sulz19-2) wurden schwächer komprimiert, da der Bohrkopf nur durch das Fallgewicht in den Boden getrieben wurde. Bei den anderen beiden Bohrkern wurde der Bohrkopf eingehämmert und der Bohrkern in drei Teilen entnommen (Entnahmestellen siehe Abb. 8). Der Bohrkern Sulz19-3 reicht bis etwa 6,3m Tiefe. Der Bohrkern Sulz-19-4 wurde höhenversetzt entnommen, um die fehlenden Teile an den Übergängen zwischen den drei Teilen von Sulz19-3 ausfüllen zu können. Es wurde ein UWITEC Bohrer mit 86mm Durchmesser verwendet. Die Bohrkern wurden der Länge nach halbiert, fotografiert und die physikalischen Eigenschaften vermessen (Fotos und Namen der Bohrkern in Abb. 9).

Eine Hälfte der Bohrkern wurde in der Austrian Core Facility am Institut für Geologie der Universität Innsbruck nicht-destruktiv für sedimentologische Analysen in hoher Auflösung gescannt. Die obersten 50 cm der Bohrkern konnten nicht verwendet werden, da die Sedimentschichten durch Austrocknung, kleine Rutschungen und Betreten nach dem Auspumpen des Sulzkarsees zu stark gestört waren.

Im Oktober 2021 wurde ein zusätzlicher, etwa 50cm langer

Bohrkern an einer weniger tiefen Stelle im Nordwesten des Sees entnommen (Abb. 8, rotes Dreieck nahe der Nummer 4). Dadurch sollen zusätzliche Informationen in den obersten, jüngsten Sedimentschichten gewonnen werden können.

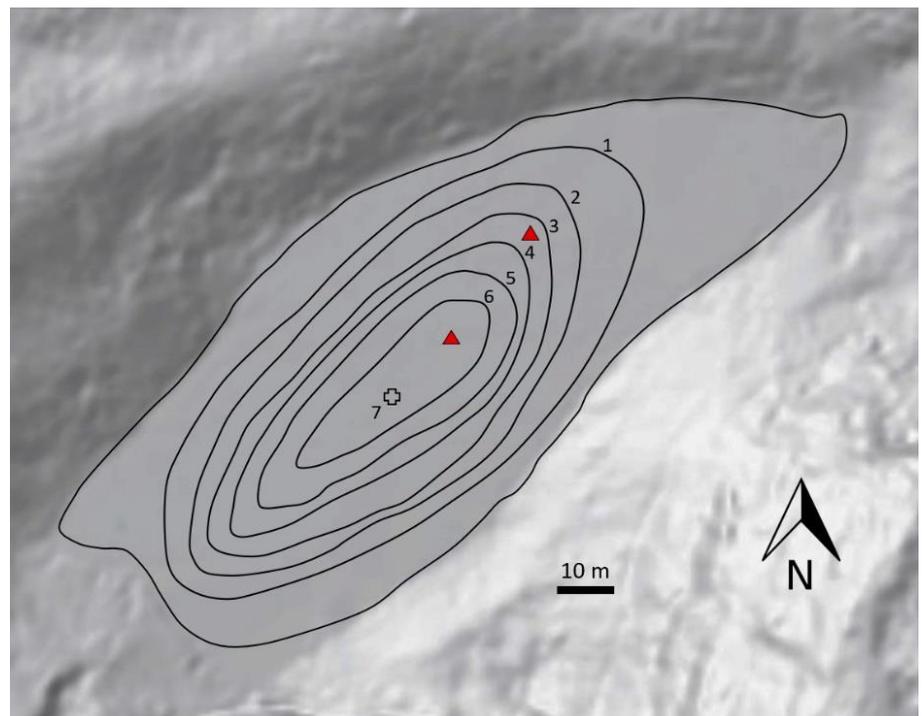


Abb. 8: Bathymetrische Karte des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) mit den Entnahmestellen der Bohrkern 2019 (mittig, tiefste Stelle im See) und 2021 (geringere Wassertiefe im Nordwesten des Sees) markiert durch rote Dreiecke. Abbildung erstellt von R. Schabetsberger 2023.

4.2. Probenentnahme

Aus den halbierten und vermessenen Bohrkernen wurden repräsentative Schichten oder Teile von Schichten in ca. 1cm dicken Scheiben entnommen (Abb. 10a, b und 11). Es wurden ausschließlich Proben aus dem Hauptbohrkern („Master Core“ Sulz19-3) entnommen und untersucht (Abb. 9). Die drei, jeweils zwei Meter langen Teile des Bohrkerns wurden unter Berücksichtigung der Referenzschichten auf den Fotos der Bohrkerns mit selbstklebenden Messbändern versehen, damit die entnommenen Proben benannt und zugeordnet werden können. Die Probenentnahme erfolgte mithilfe von zwei dünnen Stahlscheiben, die im Abstand von ungefähr einem Zentimeter in das Sediment gesteckt und mit der Probe dazwischen wieder entnommen wurden (Abb. 12). Zur Vermeidung von Kontaminationen wurden ein bis zwei Millimeter des äußeren Rands jeder Probe entfernt. Von jeder Probe wurde eine geringe Menge entfernt, die später für chemische Analysen und die Bestimmung des Diatomeengehalts verwendet wurde. Über die gesamte Länge des Bohrkerns Sulz19-3 wurden 85 Proben entnommen, davon 41 mit 1cm³ großen palynologischen Proben.

Die durch die Probenentnahme entstandenen Lücken wurden mit Papier gefüllten Plastiksäckchen als Platzhalter aufgefüllt. Die beprobten Bohrkerns wurden zum Schutz vor Austrocknung und Kontamination anschließend wieder in Frischhaltefolie verpackt und in Plastikbeutel eingeschweißt. Die Bohrkerns wurden im Kühlraum der AG Karin Koinig (Institut für Ökologie der Universität Innsbruck) bei 4°C gelagert. Zusätzlich zu den zwölf für die vorhergehende Bachelorarbeit analysierten Proben (Ladurner 2020) wurden weitere 25 Proben ausgewählt, deren Makrorestgehalt hier analysiert wurde. Vier Proben waren zudem im Januar 2021 im Rahmen einer paläoökologischen Übung für Masterstudierende untersucht worden und wurden für die vorliegende Masterarbeit ebenfalls mit aufgenommen. Alle weiteren Proben sind bei 4°C im Kühlraum der AG J.N. Haas im Institut für Botanik der Universität Innsbruck gelagert.

Gravity Cores with Hammer action
density, Magnetics density, Magnetics

MASTER CORE
Piston Core
density, Magnetics
split, high resl. photos
ITRAX, C/N, DD, DW
pollen, macros, diatoms

Piston Core
density, Magnetics

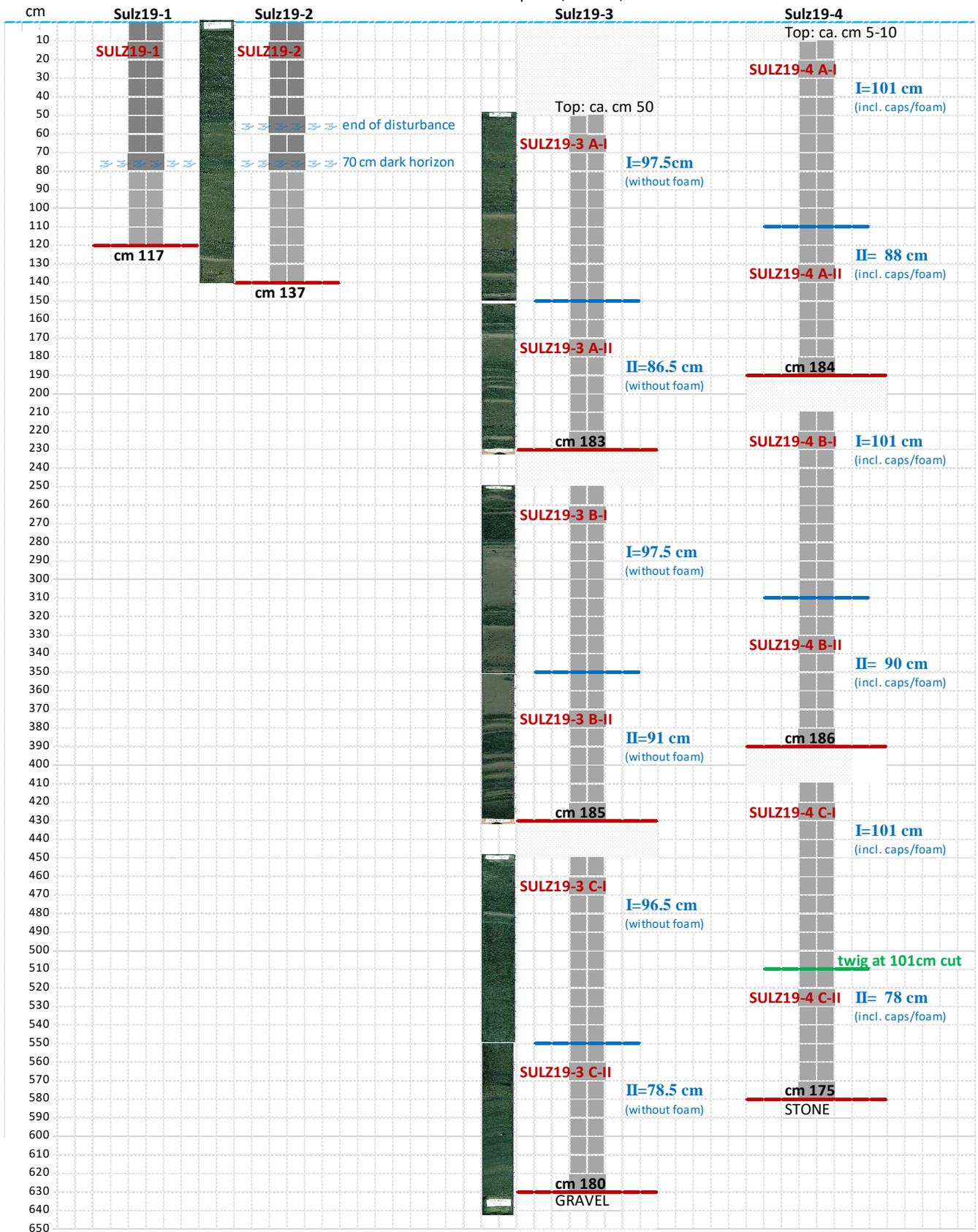


Abb. 9: Übersicht der vier 2019 aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) entnommenen Sediment-Bohrkerne mit Tiefe und Namen der Bohrkernteile. Darstellung von Karin Koinig, 2019.



Abb. 10a und 10b: Erste Hälfte und zweite Hälfte des zweiten Bohrkernteils aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich): SULZ19 3B-I und 3B-II mit durch Stecknadeln für die Entnahme markierten Schichten vor der Probenentnahme. Organische Schichten sind dunkel, anorganische eher hell (Foto Moritz V. Ladurner 02/2020).

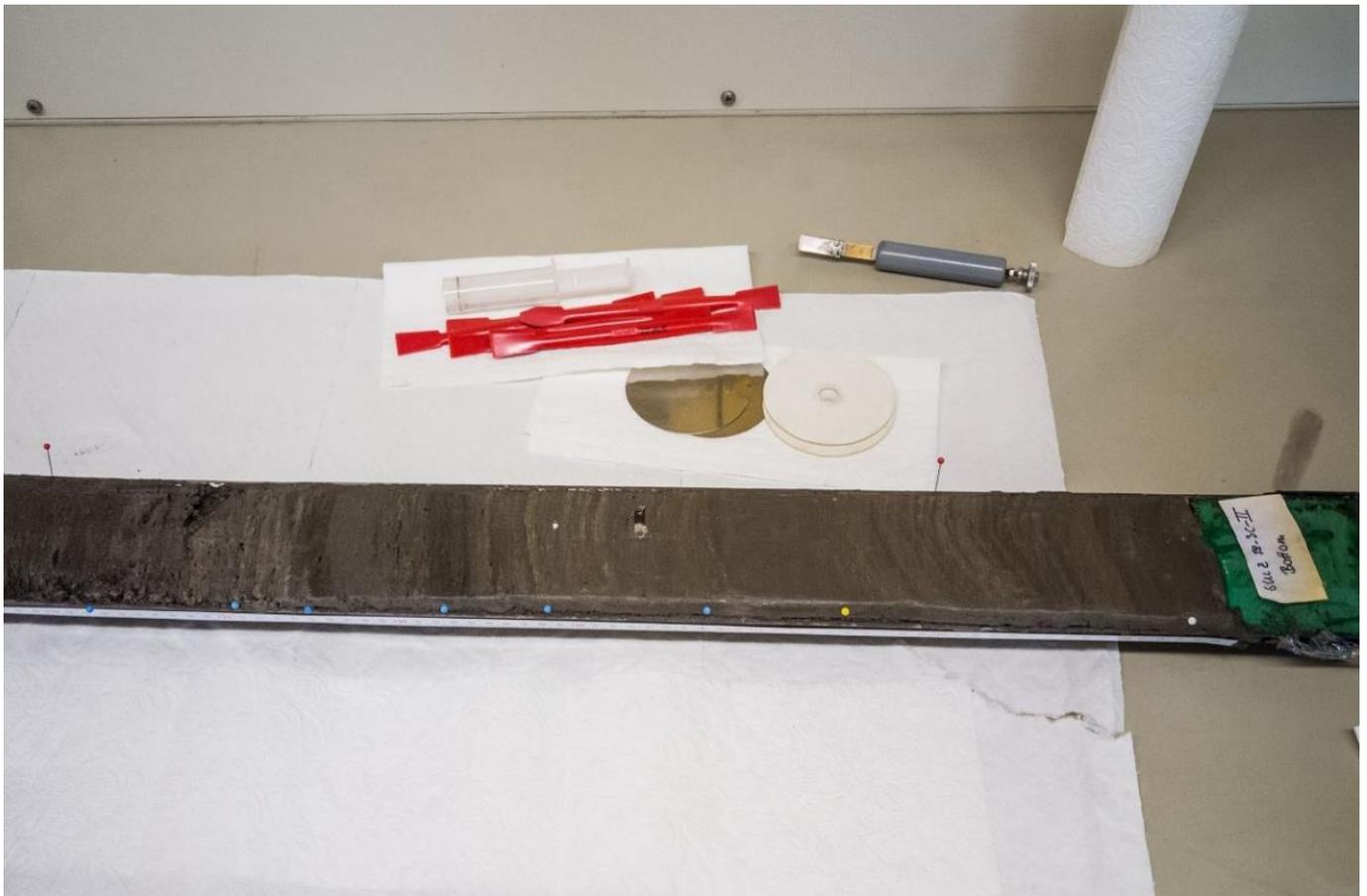


Abb. 11: Gesamtansicht des Bohrkerne SULZ19 3C – II aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich), unteres Ende des gesamten Bohrkerne, hauptsächlich anorganische Schichten; Im Hintergrund die Werkzeuge zur Probenentnahme: Modifizierte Spritze für die Entnahme von Diatomeenproben, mehrere Spatel, Ausstecher für 1cm³ große palynologischen Proben, zwei Probenentnahmescheiben aus Stahl, zwei Unterlagescheiben aus Plastik, Küchenpapier (Foto Moritz V. Ladurner 02/2020).



Abb. 12: Die Sediment-Probe aus der Tiefe 216.1 cm aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) nach der Entnahme auf einer der stählernen Probenentnahmescheiben. Unter der Stahlscheibe befindet sich eine runde weiße Plasticscheibe, um Kontaminationen für die späteren C-N-Analysen zu vermeiden. Rechts das Säckchen für die Diatomeenprobe (Foto Moritz V. Ladurner 02/2020).

4.3. Probenaufbereitung

Das Ausschlämmen der Proben erfolgte im Makrofossillabor am Institut für Botanik der Universität Innsbruck. Die 29 Proben wurden aus den 2020 entnommenen Proben ausgesucht (alle Proben siehe Tabelle A1 im Anhang) und vor dem Ausschlämmen von jeder Probe ein Kubikzentimeter für die palynologischen Proben entnommen, deren palynologischer Gehalt im Rahmen einer weiteren Arbeit in der Zukunft eruiert werden soll. Als erstes wurden das Gewicht und das Leergewicht des Säckchens jeder Probe bestimmt. Das Volumen wurde durch Wasserverdrängung des Sediments in einem Messkolben gemessen. Für das Ausschlämmen wurde jeweils eine Probe in das oberste, weitmaschigste Sieb eines Stapels von vier der Größe nach geordneten Analysensieben mit den Maschenweiten 1000 μ m, 500 μ m, 250 μ m und 125 μ m gegeben. Durch einen Wasserstrahl mit manuell angepasstem Druck wurde das Sediment zerkleinert und ausgewaschen, wobei die Makroreste, die größer als die Maschenweite des Siebs waren, im Drahtgeflecht hängen blieben (Abb. 13). Der Wasserstrahl sollte genau den richtigen Druck haben, um kleine Sedimentknollen zu zerkleinern, aber nicht die Makroreste zu beschädigen. Nach gründlichem Waschen wurden die Makroreste aus jedem Sieb mit destilliertem Wasser in je ein transparentes Plastikgefäß gespült,

womit man vier Fraktionsgrößen pro Probe erhielt. Die Plastikgefäße mit den Makroresten wurden bei 4°C gelagert.



Abb. 13: Ausschlämmen einer Probe aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) im 1000µm Sieb, darunter befinden sich die kleineren Siebe 500µm, 250µm und 125µm. Sedimentpartikel, Pollen und organische Reste kleiner als 125µm werden in den Abfluss gespült (Foto Moritz V. Ladurner 03/2022).

4.4. Makrorestbestimmung

Von jeder Probe wurden die Fraktionsgrößen 1000µm und 500µm nacheinander in einer Petrischale unter dem Stereomikroskop untersucht. Die Fraktion 250µm der zwölf Proben aus der Bachelorarbeit und weiterer vier Proben wurde ebenfalls gezählt. Die restlichen 250µm Fraktionen sowie die 125µm Fraktionen wurden aus Zeitgründen nicht analysiert. Die bestimmbaren Makroreste wurden danach mittels Federpinzette aus der Petrischale in Probenschächtelchen überführt. Für gleiche oder ähnliche Makroreste, z.B. „Nadeln von *Larix*“ oder „Blatt indet.“ wurde je ein Schächtelchen verwendet, das mit „SULZ“, der Probennummer, dem Namen der Makroreste und der Fraktionsgröße beschriftet wurde. Alle Makrorestfunde wurden zudem fotografiert (siehe Resultate, sowie die Tafeln 1 bis 3 im Anhang). Zunächst wurden die Probenschächtelchen nach den Probennummern sortiert und später nach der Art der Makroreste umsortiert. Bei mehr als 100 Makroresten derselben Art in einer Probe wurden diese nicht mehr einzeln entnommen, sondern auf einem Quadratzentimeter

ausgezählt und anhand der Fläche der Petrischale die Anzahl hochgerechnet. Mit zunehmender Anzahl der Makroreste fallen kleine Abweichungen durch Schätzungen weniger ins Gewicht. Mit Gewicht und Volumen wurde für jede Tiefe bzw. Probe die Dichte der Proben (siehe Tabelle A2 & A3) und mittels Volumina die Anzahl der Makroreste für ein einheitliches Volumen von 15cm³ berechnet.

4.5. Darstellung der Ergebnisse

Eine Liste der Bezeichnungen aller gefundenen Makroreste wurde in Excel erstellt, geordnet und die Anzahl der Makroreste in jeder Probe eingegeben (Tabelle A4). In einer zweiten Tabelle wurde die Anzahl der Makroreste mit der Formel $P_n = P / V \times 15$ (P_n =Probe normiert, P =Probe, V =Volumen) auf 15cm³ standardisiert (Tabelle A5).

Die Tiefenangaben aus Kern Sulz19-3 wurden von Julia Rechenmacher (Institut für Geologie der Universität Innsbruck) in die absolute „Composite Tiefe“ umgerechnet, indem die Lücken zwischen den Bohrkernteilen im Kern Sulz19-3 durch entsprechende Teile aus dem versetzt entnommenen Kern Sulz19-4 aufgefüllt wurden. Die obersten 50cm Sediment, welche zu stark durch die vorhergehende Seewasserentleerung beeinflusst waren, wurden für die „Composite Tiefe“ nicht berücksichtigt und stattdessen der Nullpunkt am obersten Rand des Kerns angesetzt. Anders als in der Bachelorarbeit (Ladurner 2020), in der die absolute Tiefe verwendet wurde, wird nun mit der „Composite Tiefe“ gearbeitet. Eine Umrechnungstabelle der absoluten Tiefe der Proben in „Composite Tiefe“ findet sich im Anhang (Tabelle A3).

Die Diagramme wurden mit *Tilia*, einem speziellen Computer-Programm für die Erstellung von Pollen- und Makrorestdiagrammen, erstellt. Die Makroreste wurden als Gesamtdiagramm und mehrere Teildiagramme für verschiedene Gruppen von Makroresten dargestellt. Mit einer statistischen CONISS-Cluster-Analyse wurde das Gesamtdiagramm in elf lokale Makrofossilzonen eingeteilt.

Einige gut erhaltene Teile der wichtigsten Makroreste wurden unter dem Stereomikroskop Olympus SZX9 mit der montierten Kamera Olympus UC30 mit Anschluss an einen Computer fotografiert.

4.6. Radiokarbon (¹⁴C) – Datierungen

Eine C14-Altersbestimmung erfordert organisches Material mit mindestens 2 mg Trockengewicht. Zusätzlich zu den bereits von 2020 vorhandenen sieben Datierungen wurden weitere sechs Radiokarbon-Datierungen durchgeführt. Dafür wurden einige Fichtennadeln, Knospenschuppen, Flechtenteile und andere Makroreste aus den Probenschächtelchen entnommen (Organisches Material siehe Tab. 1).

Für die Datierung der Probe aus 588,5cm Tiefe wurden einige Zapfenschuppen eines intakten Zapfens verwendet. Die unterste Probe enthielt nur wenig organisches Material, doch die Flechtenteile, eine Knospenschuppe sowie Blatt- und Holzteile reichten für eine Datierung aus. Anzahl und Typ der entnommenen Makroreste, das Gewicht und die Tiefe wurden notiert (Tab. 1). Die Makroreste wurden in kleinen Glasbehältern luftgetrocknet. Die Proben für die C14-Bestimmung wurden danach in diesen Gläschen mit vorher bestimmtem Leergewicht zum Radiokarbonlabor LARA an der Universität Bern (Schweiz) geschickt.

Tabelle 1: Liste der organischen Reste aus 13 Sedimentproben des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Österreich), die für die C14-Datierungen in verschiedenen Tiefen verwendet wurden.

Code	Depth in Lake Sediment	Composite Depth	Material	Weight (mg)
6_Haas_08_20_Sulzkar_57	57 cm	11.6 cm	3 <i>Picea abies</i> Needles	3
5_Haas_08_20_Sulzkar_109.5	109.5 cm	64.1 cm	6 <i>Picea abies</i> Needle parts, 1 Pinaceae Seed, 2 Bud scales indet.	2
4_Haas_08_20_Sulzkar_201	201 cm	156.1 cm	5 <i>Picea abies</i> Needles	6
Sulz_5 261.9cm 04_2022	261.9 cm	213.5 cm	3 <i>Picea abies</i> Needles, 1 <i>P. cembra</i> Needle, 1 bud scale, 8 Pinaceae periderm parts	3.4
3_Haas_08_20_Sulzkar_343.5	343.5 cm	295.1 cm	5 <i>Picea abies</i> Needles	6
Sulz_4 352cm 04_2022	352 cm	303.6 cm	10 <i>Picea abies</i> Needles	5.5
Sulz_1 401cm 04_2022	401 cm	352.6 cm	7 <i>Picea abies</i> Needles	9.9
2_Haas_08_20_Sulzkar_432.5	432.5 cm	384.1 cm	5 <i>Picea abies</i> Needles	8
Sulz_3 457.7cm 04_2022	457.7 cm	408.5 cm	10 <i>Picea abies</i> Needles	10.1
Sulz_2 530cm 04_2022	530 cm	478.1 cm	10 <i>Picea abies</i> Needles	6.5
1_Haas_08_20_Sulzkar_560	560 cm	508.1 cm	3 <i>Picea abies</i> Needles	5
7_Haas_08_20_Sulzkar_588.5	588.5 cm	536.6 cm	5 cone scales cf. <i>Larix decidua</i> / <i>Pinus cembra</i>	18
Sulz_6 622.4cm 04_2022	622.4 cm	571 cm	6 c.f. Lichenes parts, 1 bud scale, 6 leaf remains, 2 Substantia Lignosa parts	2.1

5. Ergebnisse

5.1. Altersbestimmung mittels C14 – Analyse

Das Alter von organischem Material aus bestimmten Proben wurde mittels C14 – Bestimmung ermittelt. Die Ergebnisse der Datierung finden sich in Tabelle 2 und Abb. 14. Die Tiefen wurden in absoluter Tiefe und „Composite-Tiefe“, die in den Diagrammen verwendet wird, angegeben.

Tabelle 2: Altersergebnisse der Radiokarbon-Datierungen an den 13 ausgewählten Pflanzengroßrest-Proben (siehe Tab. 1) aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich).

Abkürzungen: BE = LARA Labor Universität Bern, cal. BP = Before Present = vor 1950 n. Chr..

Lab code	Sample label	Depth [cm]	Comp. Depth [cm]	Age_uncal. (y BP)	±1 s (y)	Fin. C cont. (µgC)	2-σ ranges	Age_cal (y cal. BP)
BE-13682.1.1	6_Haas_08_20_Sulzkar_57	57	11,6	213	15	802	1777-1798AD	186
BE-13681.1.1	5_Haas_08_20_Sulzkar_109.5	109.5	64,1	281	28	345	1508-1593AD	368
BE-13680.1.1	4_Haas_08_20_Sulzkar_201	201	156,1	1220	16	986	784-880AD	1142
BE-18328.1.1	Sulz_5 261.9cm	261.9	213,5	1898	23	990	104-214AD	1802
BE-13679.1.1	3_Haas_08_20_Sulzkar_343.5	343.5	295,1	2414	16	989	541-408BC	2433
BE-18327.1.1	Sulz_4 352cm	352	303,6	2514	25	985	651-545BC	2600
BE-18324.1.1	Sulz_1 401cm	401	352,6	2925	25	988	1215-1046BC	3071
BE-13678.1.1	2_Haas_08_20_Sulzkar_432.5	432.5	384,1	3078	16	990	1410-1284BC	3321
BE-18326.1.1	Sulz_3 457.7cm	457.7	408,5	3935	26	994	2492-2341BC	4393
BE-18325.1.1	Sulz_2 530cm	530	478,1	7016	33	998	5985-5828BC	9040
BE-13677.1.1	1_Haas_08_20_Sulzkar_560	560	508,1	9201	21	989	8478-8303BC	10349
BE-13683.1.1	7_Haas_08_20_Sulzkar_588.5	588.5	536,6	10044	27	989	9790-9449BC	11554
BE-18329.1.1	Sulz_6 622.4cm	622.4	571	12304	92	189	12698-12100BC	14377

5.1.1 Alters–Tiefen–Modell

Das Alters–Tiefen–Modell für die „Composite Tiefen“ der 13 datierten Proben ist in Abbildung 14 zu sehen. Die obersten 50cm des Bohrkernes SULZ-19-3 wurden nicht berücksichtigt, und der Nullpunkt bei 50cm Sedimenttiefe gesetzt, da nach dem Ablassen des Sulzkarsees das Sediment durch sekundäre Rutschungen, bzw. Begehung oder Austrocknung durchmischt und beeinflusst wurde und die Bohrkernentnahme erst danach erfolgte. Auf der x-Achse wurde das Alter in cal. years BP (kalibrierte Jahre vor 1950 n. Chr.) und auf der y-Achse die „Composite-Tiefe“ des zusammengesetzten Bohrkerns (composite core) eingetragen.

Das Alters–Tiefen–Modell wurde von Julia Rechenmacher mit dem Modellierungs-Skript *Bacon* (Version 2.5.8) in *R-Studio* erstellt (Blaauw and Christen 2011). Die grauen Querstreifen stellen Eventlagen dar, bei denen viel Sediment innerhalb kurzer Zeit abgelagert wurde. Die blauen Markierungen markieren die C14-Datierungen mit Fehlerindikatoren. Datierungen innerhalb von Eventlagen wurden mitberücksichtigt. Innerhalb von Eventlagen wurde ein konstantes Alter angenommen, da die Zeit der Ablagerung von Eventlagen (wenige Tage) im Vergleich zum Alter der Proben vernachlässigbar kurz ist.

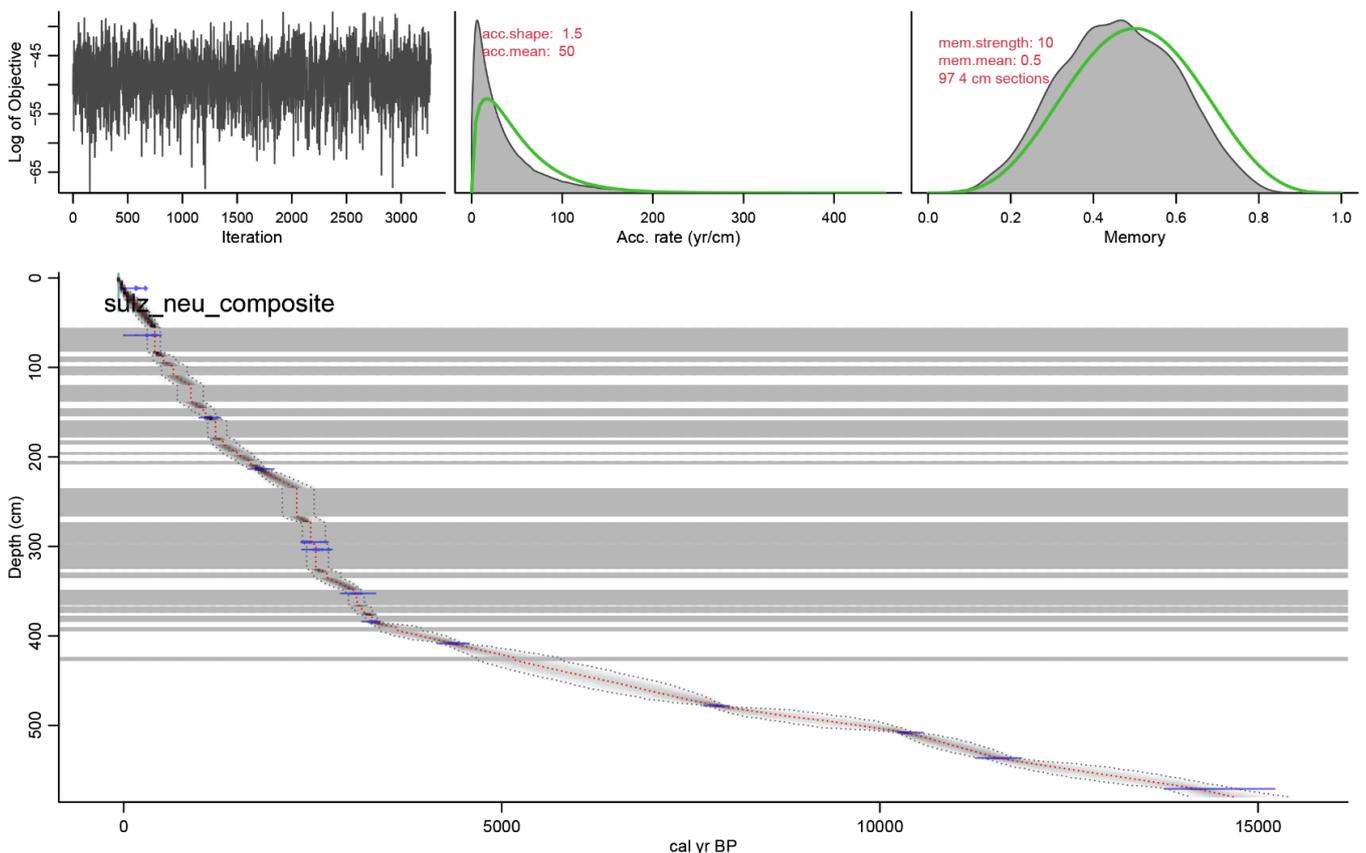


Abb. 14: Alters-Tiefen-Modell des Bohrkerns aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) erstellt aus 13 Proben, deren Alter durch C14-Datierungen ermittelt wurden (Details siehe Tabelle 4), Alter in Jahre cal. BP (vor 1950 n. Chr.). Die grauen Querstreifen markieren Eventlagen, die blauen Markierungen stehen für die C14-Datierungen und deren Kalibrations-Standardabweichungsbereiche. Grafik J. Rechenmacher 2022.

5.2. Makrorestanalyse

Abbildung 15 zeigt ein Sporangium mit Sporen der Gattung *Athyrium* aus 295.1 cm Sedimenttiefe. Die folgenden elf Abbildungen (Abb. 16 – 26), sowie die Tafeln 1 bis 3 im Anhang, zeigen gut erhaltene Beispiele unterschiedlicher Makroreste aus den analysierten Proben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). Weitere Abbildungen der Makroreste finden sich im Anhang 7 – 9. In der Tiefe 552.6 cm (12772 Jahre cal. BP, Spätglazial, bzw. Jüngere Dryaszeit) wurde eine *Betula nana* Frucht (Zwergbirke; Abb. 22) gefunden, was auf einen Moorstandort in der Nähe des Sulzkarsees hinweist. Es könnte sich allerdings hier auch um eine Frucht von *Betula humilis* oder eines kleinfrüchtigen Hybrids aus *Betula nana* und *Betula pubescens/pendula* handeln, was aufgrund der fehlenden Flügel nicht eindeutig ist. Die unterste Probe aus 571 cm Tiefe enthielt einige Flechtenteile (cf. Lichenes), von denen Querschnitte unter dem Mikroskop fotografiert wurden (Abb. 27 und 28). In der Probe aus 558.6 cm Sedimenttiefe (13244 Jahre cal. BP) wurden ebenfalls Flechtenteile (cf. Lichenes) gefunden.

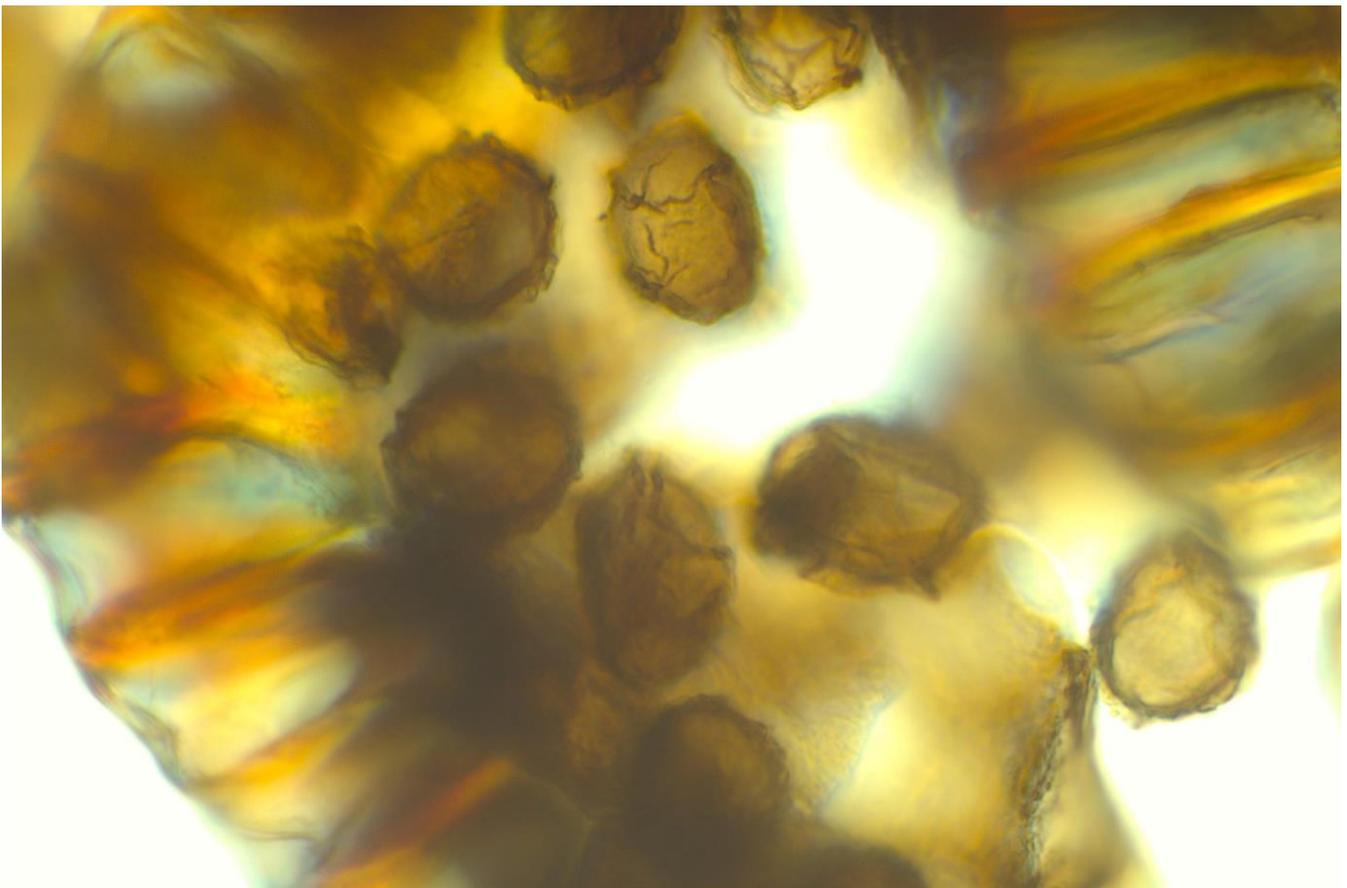


Abb. 15: Sporangium mit Sporen der Gattung *Athyrium* aus 295.1 cm Sedimenttiefe aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). Sporen mit Velum, rechts und links rippenartige Struktur des Anulus sichtbar. Mikroskop-Foto M.V. Ladurner 2020.

20µm



Abb. 16: *Picea abies*-Nadeln aus der Tiefe 440.1cm (Alter 5831 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2020.

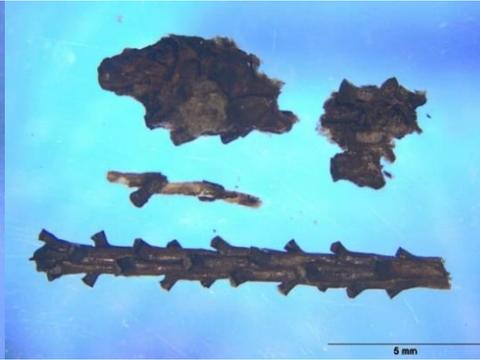


Abb. 17: *Picea abies*-Zweig aus der Tiefe 440.1cm (Alter 5831 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2020.



Abb. 18: Mikrosporophyllteile aus der Tiefe 216.1 cm (Alter 1854 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2020.



Abb. 19: *Larix decidua*-Nadeln aus der Tiefe 558.6 cm (Alter 13244 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2022.



Abb. 20: Halme indet. aus der Tiefe 216.1 cm (Alter 1854 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2020.



Abb. 21: Bryophyta aus der Tiefe 384.1 cm (Alter 3295 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2020.



Abb. 22: *Betula nana*-Frucht aus der Tiefe 552.6cm (Alter 12772 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2023.



Abb. 23: Insekten-Chitin aus der Tiefe 440.1cm (Alter 5831 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2020.

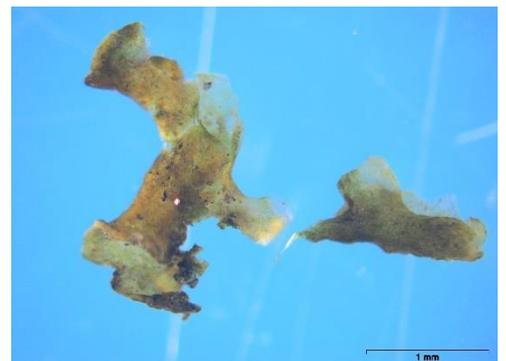


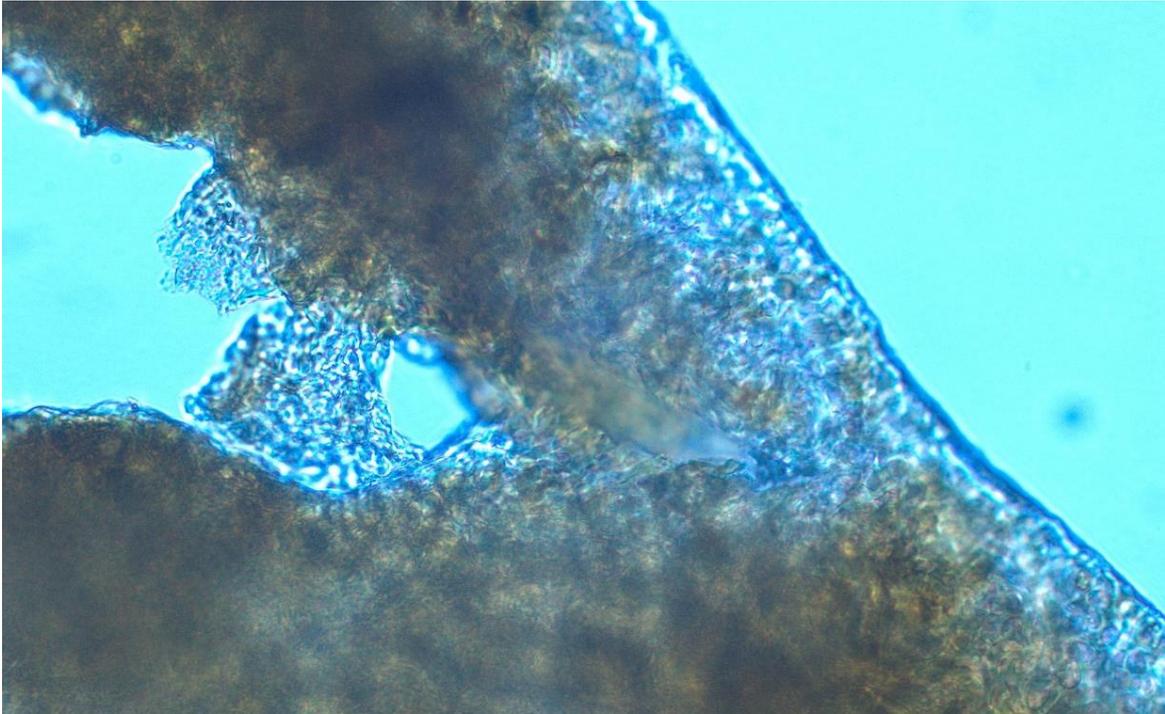
Abb. 24: *Nephelis octoculata* Eier aus der Tiefe 558.6 cm (Alter 13244 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2022.



Abb. 25: *Potamogeton natans* Same aus der Tiefe 468.1cm (Alter 7294 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2022.

Abb. 26: cf. Lichenes aus der Tiefe 571cm (Alter 14202 Jahre cal. BP). Foto M.V. Ladurner 2020.





50µm

Abb. 27: Mikroskopische Aufnahme durch einen Querschnitt eines Flechtenteils (cf. Lichenes) aus 571 cm Sedimenttiefe (Alter 14202 Jahre cal. BP) aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). In Braun die Grünalgen-Schicht umgeben von der transparenten Schicht der Pilzhyphen. Mikroskop-Foto M.V. Ladurner 2022.



100µm

Abb. 28: Mikroskopische Aufnahme durch einen Querschnitt eines Flechtenteils (cf. Lichenes) aus 571 cm Sedimenttiefe (Alter 14202 Jahre cal. BP) aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). In Braun die Grünalgen-Schicht, transparent die Pilzhyphen. Fortsätze könnten Isidien sein. Mikroskop-Foto M.V. Ladurner 2020.

5.2.1. Resultate der Makrorestanalysen

Im Gesamtdiagramm der Makroreste (Abb. 29: > 500 µm, Abb. 30: 250–500 µm, Abb. 31: Synthesediagramm) sind auf der x-Achse Namen und Anzahl der Makroreste und auf der y-Achse „Composite-Tiefe“ und Alter aufgetragen. Die Makroreste wurden einigen Gruppen, z.B. Gräser oder Fauna, zugeordnet, die im Diagramm eine eigene Farbe bekamen und deren Bezeichnung oberhalb der Namen der Makroreste aufgeführt ist. Auf Basis der CONISS-Cluster-Analyse in Tilia konnten die 41 Proben in elf lokale Makrofossilzonen (LMFZ) eingeteilt werden. Lokale Makrofossilzonen unterscheiden sich statistisch signifikant durch Art und Anzahl der Makroreste.

In der lokalen Makrofossilzone 1 (**LMFZ – 1**) befinden sich die untersten vier Proben aus den Tiefen 545.6 cm (12229 Jahre cal. BP), 552.6 cm (12772 Jahre cal. BP), 558.6 cm (13244 Jahre cal. BP) und 571 cm (14202 Jahre cal. BP). Sie ist charakterisiert durch das Fehlen walddtypischer Makroreste, viele *Daphnia*-Ephippia, und sowohl > 1mm als auch > 0.5mm große minerogene Partikel.

In **LMFZ – 2** mit den drei Proben aus 508.1 cm (10320 Jahre cal. BP), 519.6 cm (10845 Jahre cal. BP) und 530.6 cm (11309 Jahre cal. BP) Tiefe finden sich mehr walddtypische Makroreste (Nadeln, Substantia lignosa bzw. Holzreste), einige Chitin- und Coleopterateile sowie *Daphnia*-Ephippia und viele > 0.5mm grosse minerogene Partikel.

LMFZ – 3 enthält zehn Proben von 495.8 cm (9377 Jahre cal. BP) bis 402.8 cm (4080 Jahre cal. BP) und ist gekennzeichnet durch eine konstant hohe Anzahl walddtypischer Makroreste, insbesondere *Picea abies* Nadeln, Pinaceae Knospenschuppen und Pinaceae-Mikrosporophylle, Nadeln indet. und Substantia lignosa. Des Weiteren finden sich eine hohe Dichte an Blattresten, vegetativen Resten und Chitin sowie einige Moosstängel (Bryophyta Stämmchen) und Koprolithen. Im Vergleich zur vorhergehenden Zone nehmen die Daphnienzahl und die minerogenen Partikel stark ab.

LMFZ – 4 besteht aus den beiden Proben 363.6 cm (3087 Jahre cal. BP) und 384.1 cm (3295 Jahre cal. BP) mit abnehmender Anzahl walddtypischer Makroreste, einigen vegetativen Resten, Moosstängeln und wenigen Daphnien. Ab LMFZ – 4 aufwärts sind keine minerogene Partikel mehr auffindbar.

LMFZ – 5 enthält die beiden Proben aus 324.6 cm (2540 Jahre cal. BP) und 352.6 cm (3055 Jahre cal. BP) Tiefe, in denen sich hauptsächlich Fichtennadeln (*Picea abies* N), Pinaceae Knospenschuppen, Holzreste und Blattreste sowie wenige Daphnien und Chitin befinden.

In **LMFZ – 6**, bestehend aus den Proben 275.3 cm (2475 Jahre cal. BP), 285.6 cm (2475 Jahre cal. BP), 295.1 cm (2475 Jahre cal. BP), 303.6 cm (2540 Jahre cal. BP) und 321.1 cm (2540 Jahre cal. BP) sind vor allem im mittleren Bereich einige walddtypische Makroreste, darunter etwa 845 Holzteile, Halme, Blattreste und Moosstängel vorzufinden. Zusätzlich gibt es einige (mykorrhizierte) Wurzeln, Chitin und *Daphnia*-Ephippia.

Die Probe aus 242.1 cm (2287 Jahre cal. BP) Tiefe konnte keiner Makrofossilzone zugeordnet werden, da sie fast keine Makroreste enthält.

Die drei Proben aus den Tiefen 216.1 cm (1854 Jahre cal. BP), 213.5 cm (1798 Jahre cal. BP) und 182 cm (1301 Jahre cal. BP) der **LMFZ – 7** enthalten *Picea abies*- und *Larix decidua*-Nadeln, Knospenschuppen, Substantia lignosa, Blattreste und Moosstängel sowie einige Chitin-Teile und *Daphnia*-Ephippia.

LMFZ – 8, bestehend aus den Proben 165.9 cm (1214 Jahre cal. BP), 156.1 cm (1133 Jahre cal. BP) und 152.5 cm (1096 Jahre cal. BP), enthält wenige walddtypische Makroreste aber viele Halme indet., vegetative Teile, Wurzeln, mykorrhizierte Wurzeln, Bryophyta Stängel und Blättchen sowie Chitin.

Die drei Proben aus den Tiefen 121.1 cm (888 Jahre cal. BP), 109.1 cm (674 Jahre cal. BP) und 100.6 cm (656 Jahre cal. BP), die zur **LMFZ – 9** gehören, sind gekennzeichnet durch insgesamt wenige walddtypische Makroreste, darunter einige *Picea abies*- und *Larix decidua*-Nadeln. Hinzu kommen eine geringe Zahl von Blattresten, vegetativen Resten, Chitin und *Daphnia*-Ephippia.

LMFZ – 10 (71.1 cm, 413 Jahre cal. BP; 64.1 cm, 413 Jahre cal. BP) und **LMFZ – 11** (42.8 cm, 281 Jahre cal. BP; 29.6 cm, 154 Jahre cal. BP; 11.6 cm, -12 Jahre cal. BP) enthalten äußerst geringe Zahlen walddtypischer Makroreste. LMFZ – 10 weist einige Wurzeln und Moosstängel auf, während LMFZ – 11 Halme und Blattreste enthält.

Der gute Erhaltungszustand der Makroreste aus dem Sulzkarsee ist erwähnenswert, da dies keineswegs die Regel für Makroreste aus Mooren und Seen ist. Die meisten Makroreste auch aus den tieferen Schichten sind wenig zersetzt und im Allgemeinen gut bestimmbar.

Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich)

Diagramm der Makroreste >500µm
 Moritz Valentin Ladurner 2022

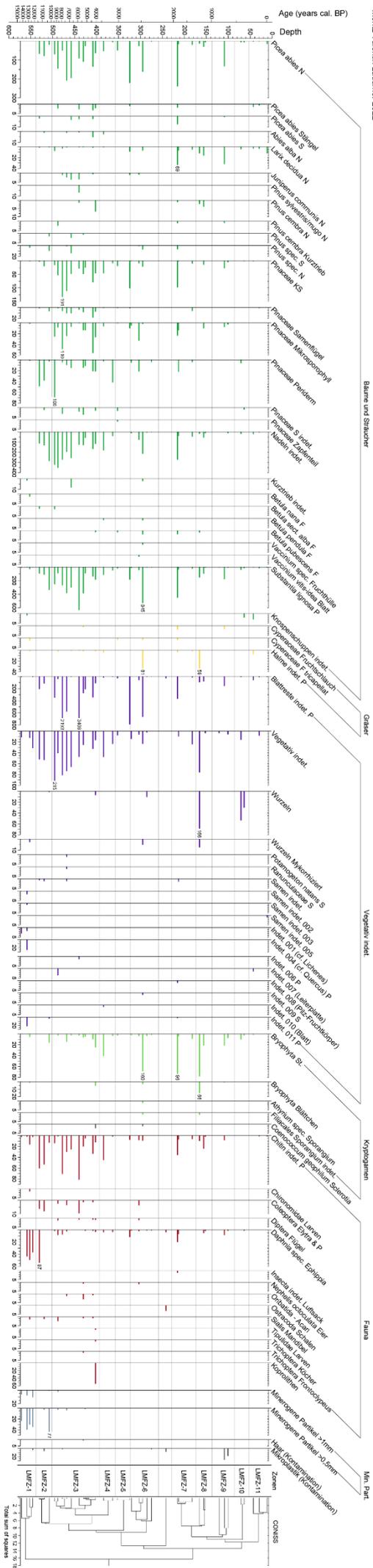


Abb. 29: Gesamtdiagramm der gefundenen Makroreste in 41 analysierten Proben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). y-Achse mit Composite-Tiefe und Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste pro 15 cm³ Sediment. Entsprechend der Gruppenzugehörigkeit von Makroresten haben die Balken jeweils eine andere Farbe. Rechts im Diagramm ist die Einteilung des Diagramms in 11 lokale Makrofossilzonen (LMFZ) anhand der CONISS-Analyse von Tilia zu sehen.

Sulzkarsee Makroreste 250 - 500µm

Diagramm der Makroreste
Moritz / Isenm. Laduner 2022

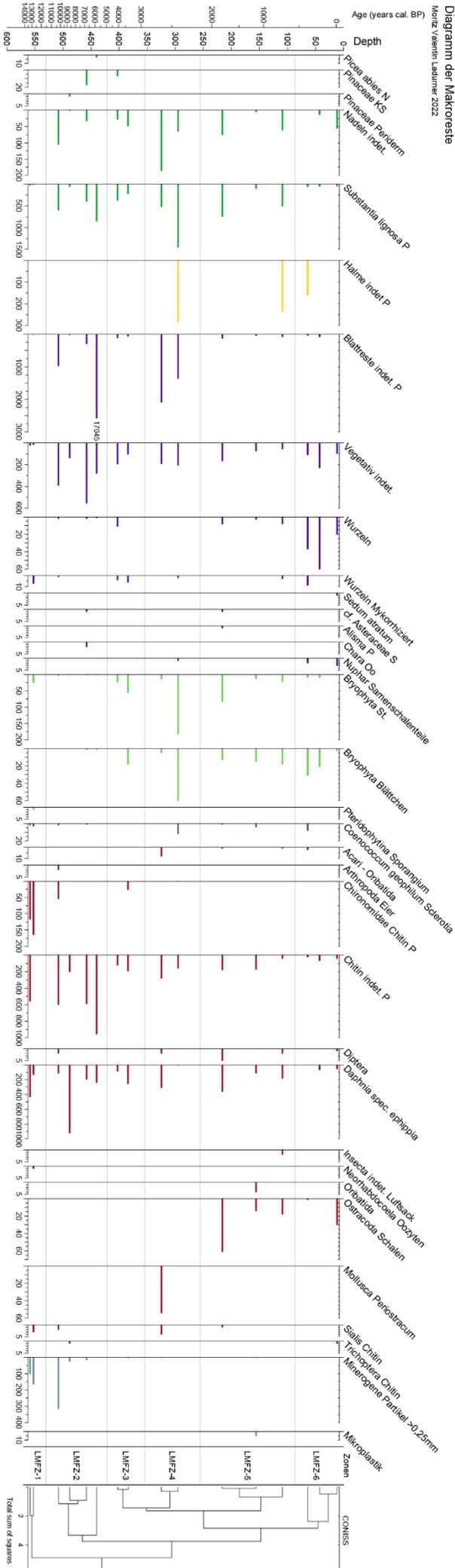


Abb. 30: Diagramm der Makroreste aus der Fraktion 250 – 500 µm von 16 Proben der 41 insgesamt analysierten Proben (11.6 cm, 42.8 cm, 64.1 cm, 109.1 cm, 156.1 cm, 216.1 cm, 295.1 cm, 324.6 cm, 384.1 cm, 402.8 cm, 440.1 cm, 458.1 cm, 488.1 cm, 508.1 cm, 552.6 cm, 558.6 cm) aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich), y-Achse mit Composite-Tiefe und Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste.

Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich)

Synthesediagramm der Makroreste
Moritz Valentin Ladurner 2022

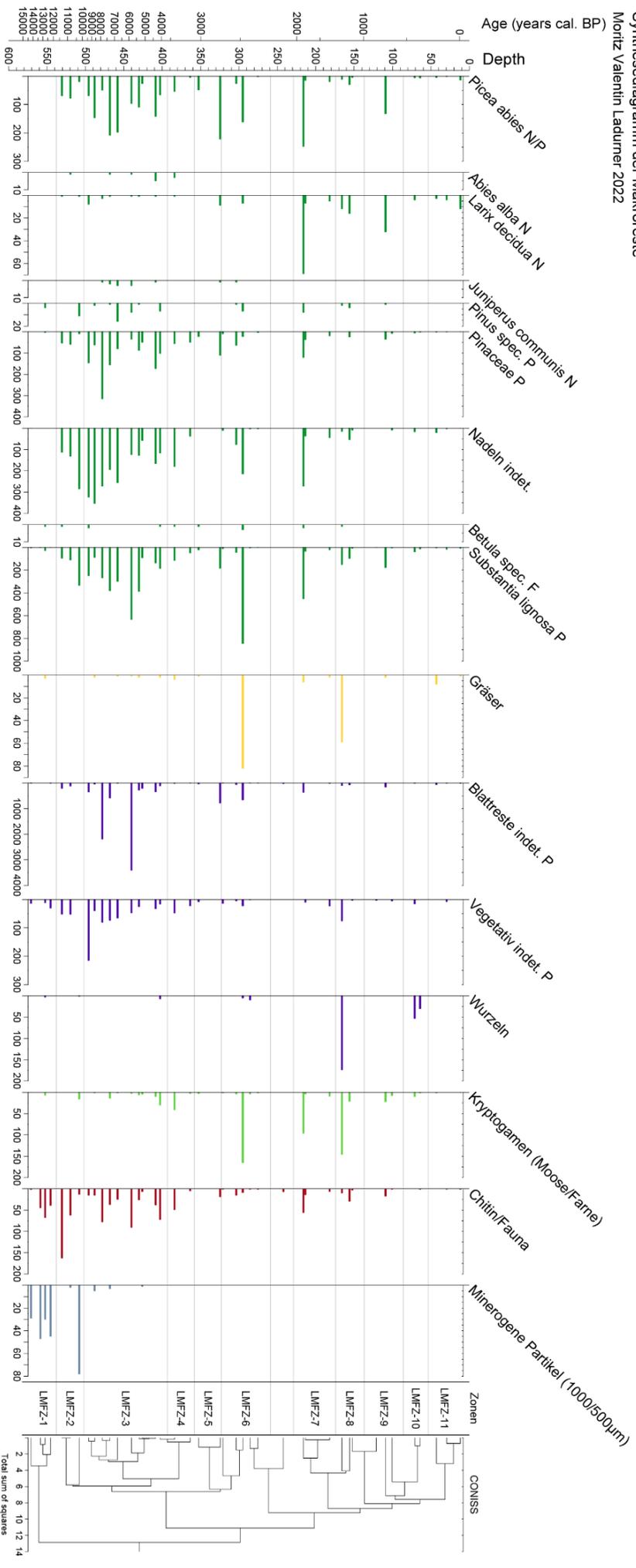


Abb. 31: Synthesediagramm der Makroreste aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich), y-Achse mit Composite-Tiefe und Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste. Makroreste der gleichen Art bzw. Kategorie, z.B. *Picea abies* Nadeln und Reste oder Vegetativ indet. wurden zu einer Kategorie zusammengefasst, um allgemeine Trends besser sichtbar zu machen. Einige häufige Makroreste wie *Substantia lignosa* und Blattreste oder Makroreste, die mit keiner anderen Kategorie zusammengefasst werden konnten, sind gleich wie im Gesamtdiagramm dargestellt.

Das Diagramm der Makroreste von 250 bis 500µm (Abb. 30) enthält alle Makroreste der 250µm-Sieb-Fraktion. Diese wurden in einem getrennten Diagramm dargestellt, da bestimmte Makroreste in großer Anzahl, z. B. Blattreste, die Verhältnisse zwischen den Proben stark beeinflussen würden. Außerdem wurde die 250µm Fraktion lediglich für 16 der 41 insgesamt analysierten Proben (11.6 cm, 42.8 cm, 64.1 cm, 109.1 cm, 156.1 cm, 216.1 cm, 295.1 cm, 324.6 cm, 384.1 cm, 402.8 cm, 440.1 cm, 458.1 cm, 488.1 cm, 508.1 cm, 552.6 cm, 558.6 cm) ausgelesen. Dadurch enthalten diese Proben eine insgesamt höhere Anzahl von Makroresten und würden die Trends im Diagramm verfälschen. Ein Diagramm aller Makroreste >250µm findet sich im Anhang (Abbildung A1). Waldtypische Makroreste wie Stängel, Nadeln oder Pinaceae Samen wurden in der 250µm-Fraktion aufgrund ihrer Größe nicht mehr gefunden. Die waldtypischen Makroreste beschränken sich auf wenige bestimmbar Nadeln, Knospenschuppen, Nadelreste bzw. Nadeln indet. und Substantia lignosa. In 440.1 cm Tiefe (5831 Jahre cal. BP) wurden (hochgerechnet) etwa 17000 Blattreste gefunden. Nadelreste, unbestimmte vegetative Teile, Holzreste und Chitin finden sich bis auf wenige Ausnahmen in allen 16 Proben. Die Proben aus 11.6 cm (-12 Jahre cal. BP), 42.8 cm (281 Jahre cal. BP) und 64.1 cm (413 Jahre cal. BP) Tiefe enthalten 20 – 60 Wurzelteile. Bryophyta Stängel und Blättchen wurden vor allem ab 402.8 cm (4080 Jahre cal. BP) Tiefe aufwärts gefunden.

Etwa 5 – 10 *Coenococcum geophilum* Sclerotia gibt es in jeder der Proben aus den Tiefen 295.1 cm (2475 Jahre cal. BP), 156.1 cm (1133 Jahre cal. BP) und 64.1 cm (413 Jahre cal. BP). In den Proben aus 216.1 cm (1854 Jahre cal. BP), 156.1 cm (1133 Jahre cal. BP), 109.1 cm (674 Jahre cal. BP) und 11.6 cm (-12 Jahre cal. BP) Tiefe wurden ca. 20–40 Ostracoda-Schalen gefunden.

Etwa 50 Mollusca-Periostraca wurden in 324.6 cm (2540 Jahre cal. BP) Tiefe gefunden. *Daphnia*-Ephippia wurde in fast allen Proben bis in 42.8 cm (281 Jahre cal. BP) und 11.6 cm (-12 Jahre cal. BP) Tiefe gefunden. Größere *Daphnia*-Dauerstadien bleiben zwar auch im 500µm-Sieb hängen, sind aber ansonsten eher der 250µm-Fraktion zuzuordnen. Oberhalb der Probe aus 458.1 cm (6782 Jahre cal. BP) Tiefe waren in den Proben keine minerogenen Partikel mehr feststellbar.

Im Synthesediagramm der Makroreste (Abb. 31) wurden alle Makroreste gleicher oder ähnlicher Art zu einer Kategorie zusammengefasst, z. B. *Picea abies* und Kryptogamen (Moose, Farne). Dadurch lassen sich allgemeine Trends besser erkennen. Einige häufige Makroreste wie Substantia lignosa und Blattreste oder Makroreste, die mit keiner anderen Kategorie zusammengefasst werden konnten, sind gleich wie im Gesamtdiagramm dargestellt.

Alle gefundenen Makroreste der beiden Fraktionsgrößen >500µm und 250–500µm wurden für jede Probe summiert und in einem Total-Summendiagramm dargestellt (Abb. 32). Die insgesamt makrorestreichste Probe ist jene in 440.1 cm (5831 Jahre cal. BP) Tiefe mit etwa 4500 Makroresten

>500µm und 20000 Makroresten der Fraktion 250–500µm. Die beiden Spitzen bei 440.1 cm (5831 Jahre cal. BP) und 478.1 cm (7827 Jahre cal. BP) sind größtenteils auf die hohe Zahl an Blattresten zurückzuführen. Die vier untersten Proben weisen eine geringe Anzahl von Makroresten auf. Die Anzahl steigt bis zur Probe 440.1 cm (5831 Jahre cal. BP) und sinkt dann wieder. Die beiden Proben aus 295.1 cm (2475 Jahre cal. BP) und 216.1 cm (1854 Jahre cal. BP) stellen zwei weitere Spitzen dar, zwischen denen sich die drei Proben 285.6 cm (2475 Jahre cal. BP), 275.3 cm (2475 Jahre cal. BP) und 242.1 cm (2287 Jahre cal. BP) mit sehr wenigen Makroresten befinden. Darüber fallen die Summen stark ab und in den obersten sechs Proben ab 100cm Tiefe sind nur noch sehr wenige Makroreste enthalten. Die Spitzen bei den Summen der >500µm Makroreste zeigen sich auch in den Summen der 250 – 500µm Makroreste.

Sulzkarsee Makroreste Summen

Summen >500 und >250µm

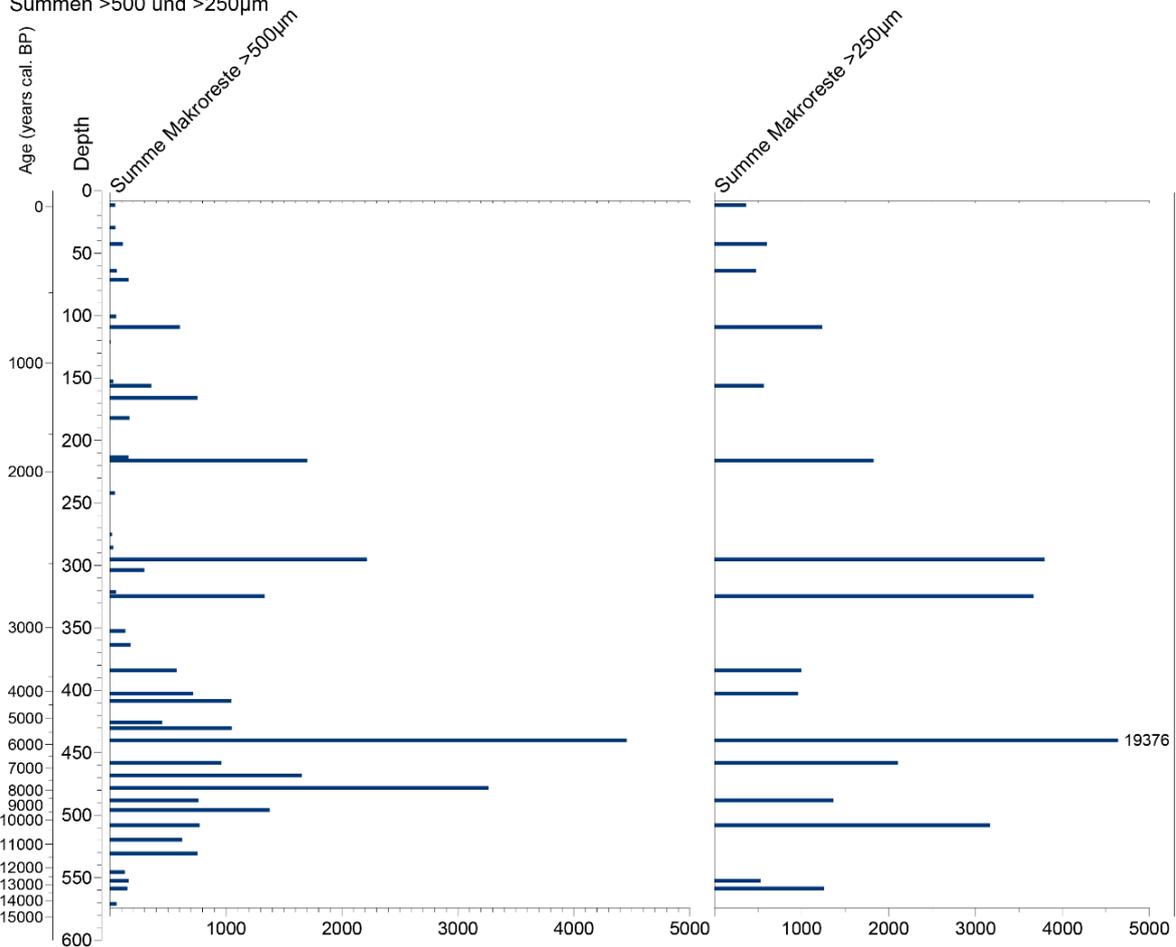


Abb. 32: Grafik der Summen aller gefundenen Makroreste für die beiden Fraktionsgrößen >500µm und 250–500µm aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich), y-Achse mit Composite-Tiefe und Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste.

5.2.2. Detailgrafik Bäume und Sträucher

Das Diagramm der Makroreste von Bäumen und Sträuchern (Abb. 33) zeigt, dass die Makrofossilzone 1 kaum Makroreste von Bäumen und Sträuchern enthält, außer den Funden von *Betula nana*, während in LMfZ – 3 die höchste Dichte walddtypischer Makroreste (u.a. *Picea abies*-Nadeln; Pinaceae-Knospenschuppen, Mikrosporophylle, Samenflügel und Periderm; Nadeln indet.; *Substantia lignosa*) vorzufinden ist. LMfZ – 2, LMfZ – 6 und LMfZ – 7 enthalten ebenfalls jeweils über 50 bis einige hundert *Picea abies*-Nadeln, Pinaceae-Knospenschuppen, Nadeln indet. bzw. Nadelreste und Holzreste (*Substantia lignosa*). In LMfZ – 3 gibt es diverse *Pinus cembra*- und *Pinus*-Nadeln, *Abies alba*- und *Juniperus communis*-Nadeln sowie Stängel und Samen von *Picea abies* und Pinaceae. Die LMfZ 3 bis 8 enthalten vereinzelt Früchte von *Betula pendula* und *Betula pubescens*. LMfZ – 4 und – 5 enthalten etwas weniger Makroreste von Bäumen und Sträuchern. *Vaccinium*-Reste fanden sich interessanterweise nur in der LMfZ – 6. Die höchste Zahl von *Larix decidua*-Nadeln findet sich in LMfZ – 7 (69) und in LMfZ – 9 (ca. 30). In den LMfZ – 8 und – 9 nimmt die Dichte an Makroresten von Bäumen und Sträuchern ab, um sich in LMfZ – 10 und 11 auf vereinzelte Vorkommen zu beschränken.

5.2.3. Detailgrafik Gräser

Die Makroreste von Gräsern (Abb. 34) setzen sich aus unbestimmten Halmen, Cyperaceae-Fruchtschläuchen und -Früchten zusammen. Ein bis zwei Cyperaceae-Fruchtschläuche stammen aus den Tiefen 430.3 cm (5336 Jahre cal. BP), 216.1 cm (1854 Jahre cal. BP) und 109.1 cm (674 Jahre cal. BP). In den Proben aus den Tiefen 558.6 cm (13244 Jahre cal. BP), 352.6 cm (3055 Jahre cal. BP), 295.1 cm (2475 Jahre cal. BP) und 216.1 cm (1854 Jahre cal. BP) fanden sich jeweils tricapellate Cyperaceen-Früchte. In 295.1 cm (2475 Jahre cal. BP) und 165.9 cm (1214 Jahre cal. BP) Tiefe wurden etwa 80 bzw. 60 unbestimmbare Halme gefunden. Einige solcher Halme gab es auch in LMfZ – 3, 7 und 11.

Bäume und Sträucher - Sulzkarsee

Diagramm der Makroreste
Moritz Valentin Ladurner 2022

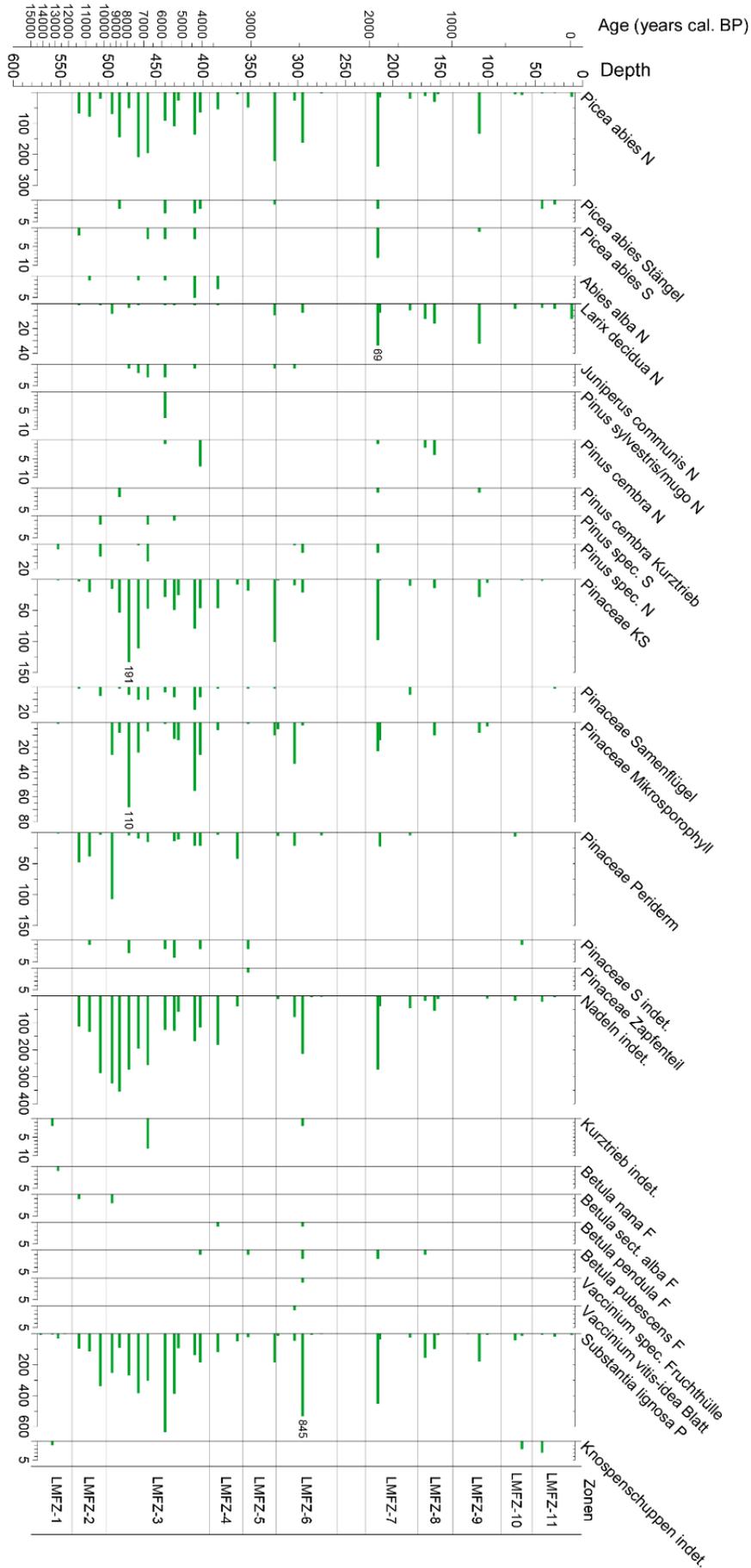


Abb. 33: Detailgrafik der Makroreste von Bäumen und Sträuchern aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich), y-Achse mit Composite-Tiefe und Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste.

Gräser - Sulzkarsee

Diagramm der Makroreste
Moritz Valentin Ladumer 2022

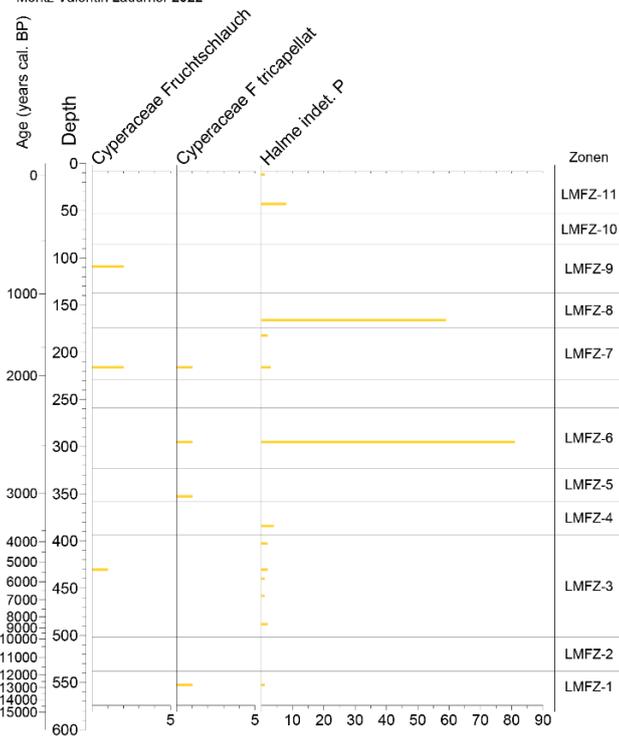


Abb. 34: Detailgrafik der Makroreste der Sauergräser (Cyperaceae) und unbestimmter Halme aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich), y-Achse mit Composite-Tiefe und Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste pro 15 cm³ Sediment.

5.2.4. Detailgrafik Vegetativ indet.

In der Detailgrafik der Vegetativ indet. (Abb. 35) wurden verschiedene pflanzliche Makroreste ohne genaue Artzugehörigkeit und einige wenige, bestimmte Krautpflanzenreste zusammengefasst. Zu den häufigsten unbestimmten Makroresten, die in fast allen Proben vorkommen, gehören Blattreste und Vegetativ indet. Bei den Blattresten handelt es sich um kleine Stücke von Blättern, deren Artzugehörigkeit aufgrund ihrer geringen Größe und

zerstückelter Blattnerven nicht bestimmbar ist. Am meisten Blattreste (2200 und 3500) und vegetativ indet. (ca. 215) findet man in LMFZ – 3. In LMFZ – 8 und 10 sind viele Wurzeln, und in LMFZ – 1, 6 und 8 auch mykorrhizierte Wurzeln vorzufinden. In 468.1 cm (7294 Jahre cal. BP) Tiefe wurden ein

Vegetativ indet. - Sulzkarsee

Diagramm der Makroreste
Moritz Valentin Ladumer 2022

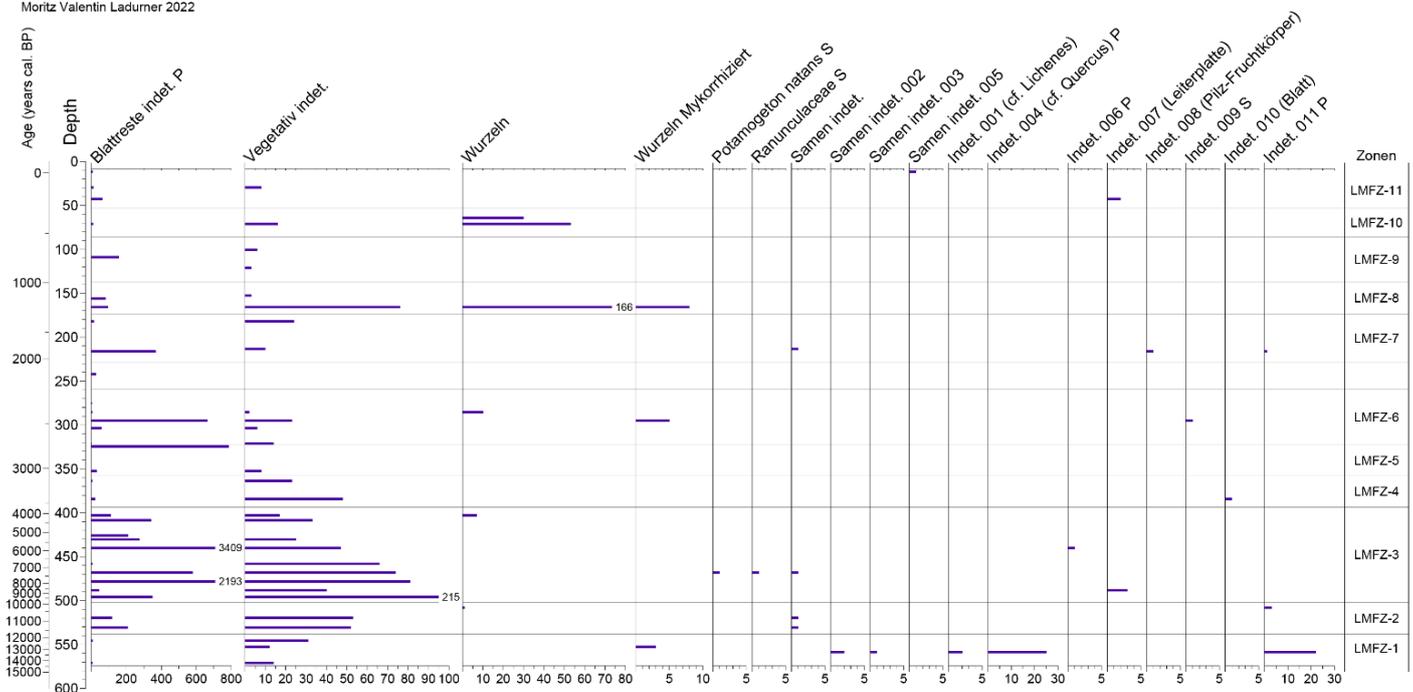


Abb. 35: Detailgrafik der unbestimmten Makroreste (Vegetativ indet.) ohne genau festgelegte Artzugehörigkeit, und einiger bestimmter Krautpflanzenreste aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich), y-Achse mit Composite-Tiefe & Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste pro 15 cm³ Sediment.

Potamogeton natans-Samen, ein Ranunculaceae Samen und einige unbestimmte Samen gefunden. Unbestimmte Samen, unbestimmte Teile und Blätter gleichen Typs wurden zusammengefasst und durchnummeriert.

5.2.5. Detailgrafik Kryptogamen

In der Detailgrafik der Kryptogamen (Abb. 36) wurden Bryophyta-Stängel und Blättchen (Moose) sowie Farnsporangien (Filiacales) zusammengefasst. Die meisten Moosstängel finden sich in den Tiefen 295.1 cm (2475 Jahre cal. BP), 216.1 cm (1854 Jahre cal. BP) und 165.9 cm (1214 Jahre cal. BP). In den anderen Zonen gibt es weniger Moosstängel, auch wenn die Moosstängel in der LMFZ – 1 von größerem Interesse sind, da sie zusammen mit Cyperaceen und *Betula nana* vorkommen, und somit auf nahe Moorbereiche rund um den Sulzkarsee hinweisen. In 295.1 cm (2475 Jahre cal. BP) Tiefe wurden Filiacales Sporangien gefunden und eines davon anhand der Sporen als *Athyrium*-Sporangium bestimmt. Die Probe aus 165.9 cm (1214 Jahre cal. BP) Tiefe enthielt ein weiteres Farnsporangium und mehr als 60 Bryophyta-Blättchen. In 109.1 cm Sedimenttiefe (Alter 674 Jahre cal. BP) wurde ein Wedelteil von *Cystopteris* (siehe Anhang Tafel 1) gefunden.

Kryptogamen (Bryophyta und Filiacales) - Sulzkarsee

Diagramm der Makroreste
Moritz Valentin Ladurner 2022

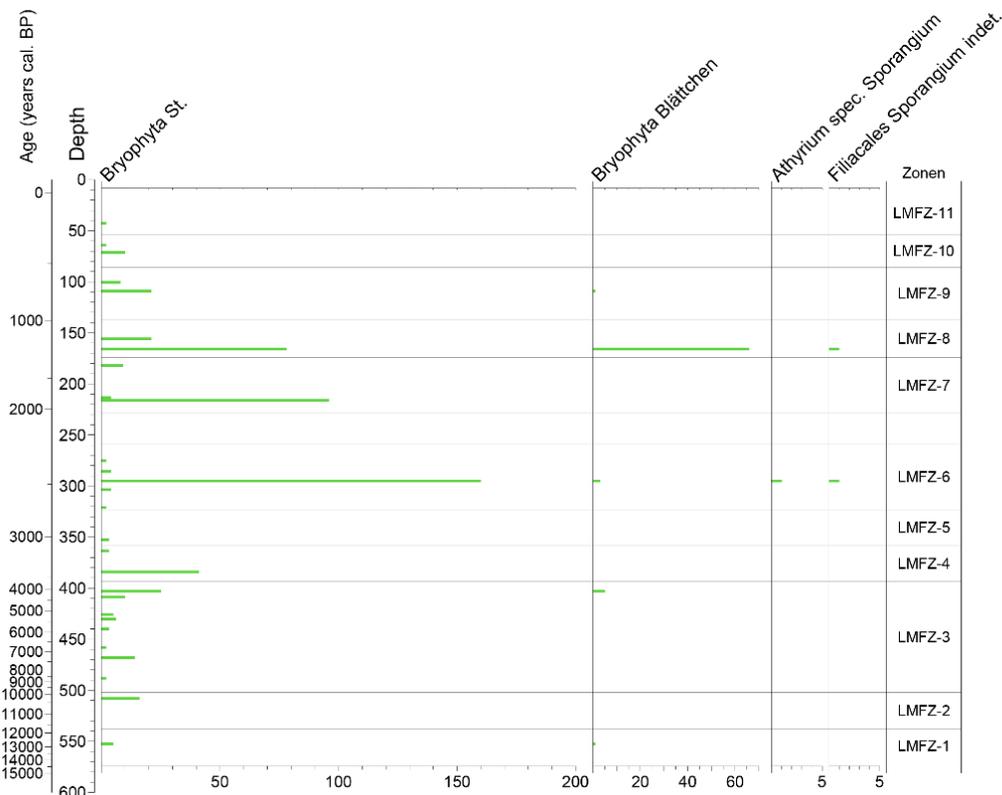


Abb. 36: Detailgrafik der Makroreste von Kryptogamen (Bryophyta – Moose, und Filiacales – Farne) aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich), y-Achse mit Composite-Tiefe und Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste pro 15 cm³ Sediment.

5.2.6. Detailgrafik Fauna

Tierische Makroreste (Abb. 37) umfassen Chitin, *Daphnia*-Ephippia sowie diverse Insekten-Teile und -Larven. Die meisten Chitin-Teile wurden in den Proben der LMFZ – 2, 3 und 4 gefunden. In LMFZ – 7 und 8 waren ebenfalls einige Chitin-Teile zu finden, während in LMFZ – 10 keine gefunden wurden. In LMFZ – 2 und 3 wurden einige Coleoptera-Elytren und Teile und in LMFZ – 2 auch Diptera-Flügel gefunden. *Daphnia*-Ephippia ist hauptsächlich in den drei Proben der LMFZ – 1 und in der untersten Probe der LMFZ – 2 (530.6 cm, 11309 Jahre cal. BP) anzutreffen. In den darüberliegenden Proben ist das *Daphnia*-Vorkommen stark reduziert und in LMFZ – 11 wurden keine mehr gefunden. LMFZ – 2 enthält außerdem *Nepheles octoculata*-Eier, Oribatida Acari, Sialis-Mandibeln, Tipulidae-Larven, Trichoptera-Larvenreste und unbestimmte Koprolithen. In 242.1 cm (2287 Jahre cal. BP) Tiefe waren Ostracoda-Schalen auffindbar.

Fauna - Sulzkarsee

Diagramm der Makroreste
Moritz Valentin Ladurner 2022

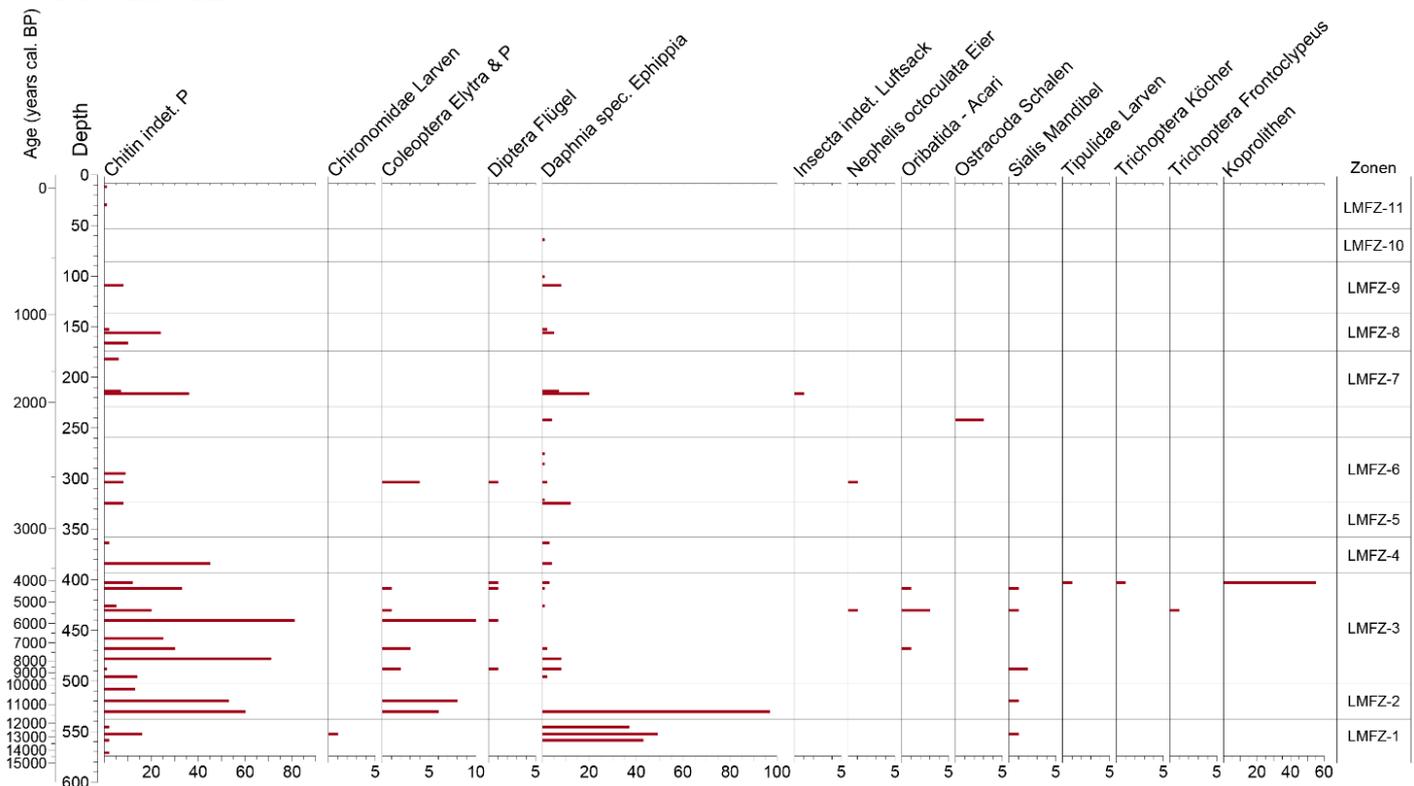


Abb. 37: Detailgrafik der Faunen-Makroreste (Chitinreste von Insecta und *Daphnia*-Ephippia (Dauerstadien) aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich), y-Achse mit Composite-Tiefe und Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste pro 15 cm³ Sediment.

5.2.7. Detailgrafik Minerogene Partikel und Mikroplastik (Kontamination)

Die meisten minerogenen Partikel (Abb. 38) sind in LMFZ – 1 und 2 enthalten, wobei es in LMFZ – 1 minerogene Partikel der Fraktionen größer als 1mm und größer als 0.5mm gibt, jedoch in LMFZ – 2 hauptsächlich minerogene Partikel größer als 0.5mm enthalten sind. In LMFZ – 3 findet man sie nur noch vereinzelt und in den darauffolgenden Zonen überhaupt nicht mehr. *Coenococcum geophilum*-Sclerotia (die Fruchtkörper eines Boden-Pilzes) kamen in den Tiefen 402.8 cm (4080 Jahre cal. BP) und 295.1 cm (2475 Jahre cal. BP) vor und deuten hiermit auf Erosionsprozesse hin. In mehreren Proben wurden zudem Mikroplastik-Teile und in einer Probe ein Haar gefunden. Dabei handelt es sich höchstwahrscheinlich um Kontaminationen bei der Bohrkern- oder Probenentnahme, bzw. beim Schlämmen oder Auszählen der Proben.

Minerogene Partikel und Kontamination - Sulzkarsee

Diagramm der Makroreste
Moritz Valentin Ladurner 2022

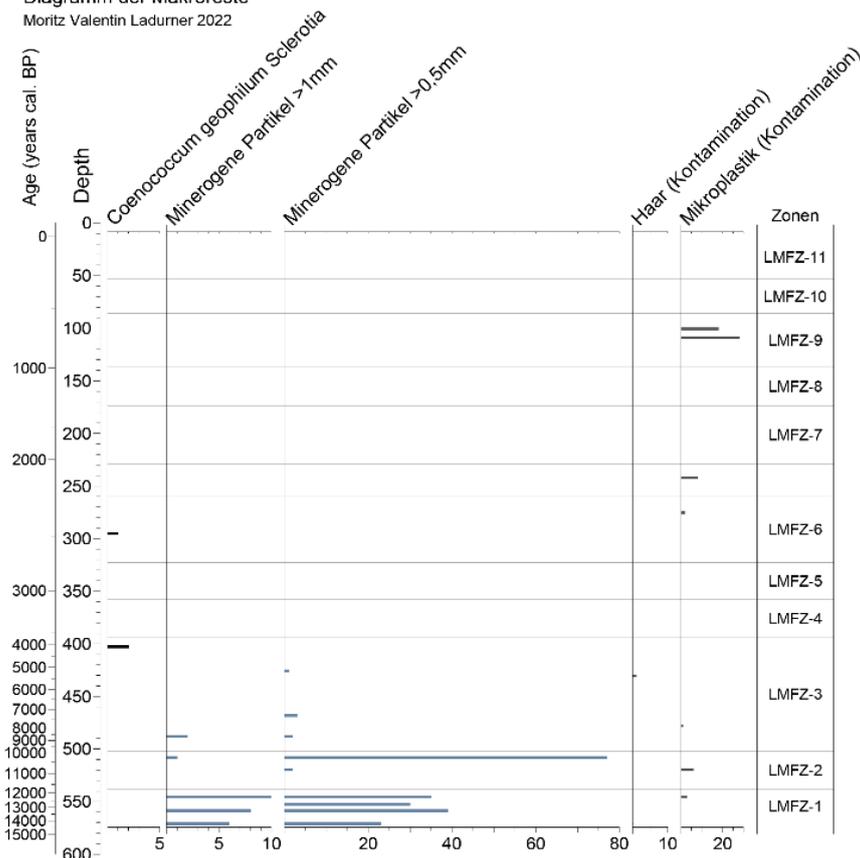


Abb. 38: Detailgrafik der minerogenen Partikel und der Kontaminationen aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich), y-Achse mit Composite-Tiefe und Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste pro 15 cm³ Sediment.

6. Diskussion

6.1. Generelle Floren- und Vegetationsentwicklung und mögliche bronzezeitliche Almwirtschaft seit 3500 Jahren

Die Einteilung des Diagramms in elf lokale Makrofossilzonen basiert auf der statistischen Cluster-Analyse betreffend die Anzahl und Zusammensetzung der Makroreste, die sich in Abhängigkeit von der Zeit ändert und auf die vorherrschende Vegetation schließen lässt.

LMFZ – 1 mit den vier Proben 571 cm (14202 Jahre cal. BP), 558.6 cm (13244 Jahre cal. BP), 552.6 cm (12772 Jahre cal. BP) und 545.6 cm (12229 Jahre cal. BP) ist geprägt durch Erosion und kaum Vegetation, wie die minerogenen Partikel (>1mm 6-10, >0.5mm 20-40) und einzelne vegetative Reste und Flechten (Lichenes) belegen. Die *Daphnia*-Dauerstadien lassen auf ein zahlreiches Vorkommen von *Daphnia* im See schließen.

In LMFZ – 2 sind die drei Proben aus 530.6 cm (11309 Jahre cal. BP), 519.6 cm (10845 Jahre cal. BP) und 508.1 cm (10320 Jahre cal. BP) Tiefe enthalten. Einige Nadeln, Holzreste und Blattreste zeigen, dass sich in dieser Zeit ein aufkommender Wald um den Sulzkarsee entwickelte. Die ersten Fichten-Makrorestfunde deuten auf die Immigration der Fichte in das Sulzkaralmgebiet in der Zeit um 11300 Jahre cal. BP hin, was sich mit der für diesen Teil der Alpen bekannten Chronologie deckt (Ravazzi 2002). In dieser Zone kommen vor allen 0.5mm große, und kaum 1mm große minerogene Partikel vor. Die Reduktion der Korngröße könnte auf Verwitterung oder Bodenbildungsprozesse zurückgeführt werden. Eine weitere mögliche Erklärung wäre die Distanz der Erosionsprozesse, da bei einer weiter entfernten Erosion mehr kleine und weniger große minerogene Teile abgelagert werden. Das Daphnien-Vorkommen reduziert sich von 97 in 530.6 cm Tiefe auf 0 in den beiden darauffolgenden Proben. Ab 11000 Jahre cal. BP ist *Daphnia* offenbar nicht mehr so häufig im See.

LMFZ – 3 umfasst zehn Proben von 495.8 cm (9377 Jahre cal. BP) bis 402.8 cm (4080 Jahre cal. BP) deren hohe Dichte walddtypischer Makroreste auf einen dichten Wald um den Sulzkarsee schließen lässt. Wie die Fichtennadeln, -stängel und -samen, Pinaceae Knospenschuppen, Mikrosporophylle und Periderm sowie Nadeln, Holzreste und viele Blattreste (3400, 2200) belegen, war der Wald zu dieser Zeit am dichtesten, mit vielen terrestrischen Insekten (Chitin indet, Coleoptera, Diptera) und einigen limnischen Arthropoden (Sialis, Trichoptera, Tipulidae). *Daphnia* ist in LMFZ – 3 und den darüber liegenden Zonen nur noch in geringen Zahlen zu finden. In dieser Zone beginnt die Dominanz der Fichte, ähnlich wie für den Zeitraum von 9500–4500 Jahre cal. BP beschrieben von Drescher-Schneider (2022).

In LMFZ – 4 mit den Proben 384.1 cm (3295 Jahre cal. BP) und 363.6 cm (3087 Jahre cal. BP) nehmen die walddtypischen Makroreste ab. Die Dichte des Waldes scheint etwas abgenommen zu haben, Moose und Insekten kommen jedoch weiterhin vor. Der Grund für den Rückgang der Dichte des Waldes könnten verschiedene Klimaschwankungen von 3500 bis 1100 cal. BP (1500 BC–900 AD) sein (Drescher-Schneider 2022). Eine Kaltphase von 3500 bis 3200 Jahre cal. BP wurde auch von Haas et. al. (1998) nachgewiesen. Allerdings werden die subalpinen Höhen im Alpenraum bekanntermaßen ab ca. 3500 cal. BP, d.h. ab der Bronzezeit, auch verstärkt durch den Menschen und seine Haustiere genutzt (Dietre et al. 2020; Knierzinger 2021a & b; Drescher-Schneider 2022). Der nachgewiesene Rückgang des Waldes könnte daher auch mit der beginnenden Almwirtschaft im Sulzkargebiet zusammenhängen.

In der Probe 352.6 cm (3055 Jahre cal. BP) aus LMFZ – 5 finden sich wenige walddtypische Makroreste aber die Dichte des Waldes nimmt immer wieder mal zu, wie erhöhte Zahlen von Fichtennadeln, Knospenschuppen, Holzresten und Blattresten in der Probe 324.6 cm (2540 Jahre cal. BP) belegen. Am Beginn der LMFZ – 6, die sich von 321.1 cm bis 275.3 cm über den Zeitraum 2540–2475 Jahre cal. BP erstreckt, scheint sich der Wald somit etwas erholt zu haben. Das Vorkommen von unbestimmbaren Halmen (ca. 80) und Moosen (ca. 160) könnte auf Lichtungen im Wald, bzw. auf Moorflächen in der Umgebung des Sulzkarsees hindeuten.

Zwischen ungefähr 300 und 240 cm Sedimenttiefe befinden sich zwei Eventlagen (siehe Altersmodell, Abb. 14), womit in diesen Tiefen innerhalb kurzer Zeit viel Sediment mit wenigen Makroresten abgelagert wurde. Als zusätzlicher Indikator für die Bodenerosion finden sich in 295.1 cm (2475 Jahre cal. BP) Tiefe der 250µm Fraktion etwa zehn *Coenococcum geophilum* Sclerotia. Die Probe 242.1 cm (2287 Jahre cal. BP) befindet sich offenbar ebenfalls in einer anorganischen Schicht bzw. Eventlage, da sie weniger als zehn Blattreste, *Daphnia*-Ephippia und Ostracoda enthält. Infolgedessen konnte sie durch die Cluster-Analyse keiner Makrofossilzone zugeordnet werden.

Während in 216.1 cm Tiefe um 1854 Jahre cal. BP noch relativ viele walddtypische Makroreste zu sehen sind, nimmt die Dichte des Waldes in den darauffolgenden beiden Proben der LMFZ – 7 stark ab (213.5 cm – 1798 Jahre cal. BP und 182 cm – 1301 Jahre cal. BP). Die abnehmende Waldbedeckung ist möglicherweise auf anthropogene Einflüsse (Römerzeit bis Mittelalter) oder Klimaveränderungen zurückzuführen. In 216.1 cm (1854 Jahre cal. BP) Tiefe wurden 69 *Larix decidua* Nadeln, ca. 200 *Picea abies* Nadeln und ca. 100 Bryophyta Stängel gezählt, während in 213.1 cm (1798 Jahre cal. BP) trotz lediglich 50 Jahre Unterschied nur noch ein Bruchteil der Makroreste zu finden ist.

Die wenigen walddtypischen Makroreste in den drei Proben 165.9 cm (1214 Jahre cal. BP), 156.1 cm (1133 Jahre cal. BP) und 152.5 cm (1096 Jahre cal. BP) aus LMFZ – 8 weisen auf einen lichten Wald hin. Unbestimmbare Halme und Moosstängel implizieren möglicherweise wiederum das Vorhandensein von Waldlichtungen und/oder Moorflächen. Die etwa 170 Wurzeln sind ein Indikator für Erosion, womöglich wurden sie aus offenen Flächen eingeschwemmt. Ein weiterer Indikator für Erosion sind die fünf in 156.1 cm Tiefe (1133 Jahre cal. BP) der 250µm Fraktion gefundenen *Coenococcum geophilum* Sclerotia. Dieser Mykorrhiza- bzw. Bodenzpilz weist auf Bodeneintrag hin (Vincze et. al. 2017).

Eine Zunahme der *Picea abies* und *Larix decidua* Nadeln von 888 bis 656 Jahre cal. BP in LMFZ – 9 weist darauf hin, dass der Wald wieder etwas dichter wurde.

Die Makrofossilzonen 10 und 11 ab 413 Jahre cal. BP (= AD 1537) sind durch eine starke Abnahme der gefundenen Anzahl der Makroreste insgesamt, und speziell der walddtypischen Makroreste gekennzeichnet. Der Wald scheint sich stark gelichtet zu haben, wahrscheinlich menschenverursacht durch Kahlschlag. 40–60 Wurzeln in LMFZ – 10 zusammen mit etwa zehn *Coenococcum geophilum* Sclerotia in 64.1 cm Tiefe (1133 Jahre cal. BP) der 250µm Fraktion weisen wiederum auf erosive Prozesse hin.

In LMFZ – 11 scheint der Wald wieder leicht zuzunehmen, da einige Nadeln mehr als in LMFZ – 10 feststellbar sind. Die geringere Anzahl der Makroreste könnte dadurch bedingt sein, dass die oberen Sedimente eine schwächere Komprimierung als tiefer liegende Schichten aufweisen, wodurch tiefer liegende Schichten bei gleicher Sedimentdicke einen größeren Zeitraum abdecken.

Interessant ist auch der Fund von *Sedum* in der obersten Makrofossilzone, denn er weist auf ein trockenes Habitat hin. Der in 11.6 cm (-12 Jahre cal. BP) Tiefe gefundene *Sedum atratum* (Fund auf den Abbildungen nicht aufgeführt) stammt wahrscheinlich von den Felsen oberhalb des Sulzkarsees (siehe Artenliste Tribsch 2020). *Sedum atratum* (Dunkler Mauerpfeffer) ist die häufigste *Sedum*-Art im Gebirge und besiedelt vor allem Schutt und Geröllhalden (Vincze et. al. 2017).

6.2. Hinweise auf einen Neuzeitlichen Human Impact

Der Bestandeswechsel um 500 Jahre cal. BP mit deutlich weniger walddtypischen Makroresten könnte auf einen Kahlschlag und einen sehr viel weniger dichten Wald hindeuten. Historische Aufzeichnungen belegen, dass der Wald im Sulzkar um 1500 n. Chr. dem Kloster Admont gehörte.

Kaiser Maximilian war berechtigt, in den Wäldern im Sulzkar und Hartelsgraben unbegrenzt Holz zu schlägern, um Holzkohle für seine Eisenwerke zu produzieren (Hasitschka 2004). Im unteren Teil des Sulzkars wurde nachweislich Holz geschlagen (Hasitschka 2004). Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass der beobachtete Biodiversitätswechsel auf menschlichen Einfluss zurückzuführen ist. Das Gesäuse gehörte vom späten 11. Jahrhundert bis zum Verkauf an die Steiermärkischen Landesforste 1936 dem Stift Admont (Hasitschka 2004). Das Sulzkar wurde erstmals 1434 n. Chr. in den Schriften erwähnt, 1499 n. Chr. in Zusammenhang mit Waldnutzung, also ziemlich zeitgleich mit der starken Abnahme der Makroreste in den analysierten Proben, wenn man die Standardabweichung des Alters-Tiefen-Modells berücksichtigt. Über eine etwaige Nutzung im vorhergehenden Mittelalter ist bisher nichts bekannt (Hasitschka 2004), diese kann hier aber nicht ausgeschlossen werden.

6.3. Sedimentationswechsel und „Event-Lagen“

Im Altersmodell ist bei etwa 3000 Jahre cal. BP (ca. 380cm) ein Knick in der Sedimentationsrate zu erkennen. Der Zeitraum von 3000 bis 0 Jahre cal. BP umfasst etwa 400 cm Sediment, während im Zeitraum von 14 000 Jahre bis 3000 cal. BP in etwa 180 cm Sediment (390cm – 570cm) abgelagert worden ist (Tab. 2 und Abb. 14). Die oberen Sedimentschichten sind somit auch wahrscheinlich weniger stark komprimiert, sodass sie einen kürzeren Zeitraum umfassen und generell deutlich weniger Makroreste in den Proben enthalten sind (Abb. 32). Da die Schichten im unteren Teil des Bohrkerns stärker komprimiert sind, liegt die Vermutung nahe, dass diese deshalb mehr Jahre und mehr Makroreste pro Zentimeter Probe enthalten (Abb. 14). Obwohl die absolute Anzahl der Makroreste oberhalb von 440 cm Tiefe generell zurückgeht, zeigt die Art der gefundenen Makroreste weiterhin die Zusammensetzung der Vegetation und deren ökologische Veränderungen. Zudem befanden sich 13 der 41 analysierten Proben in „Event-Lagen“, d.h. in anorganisch geprägten Schichten, die wahrscheinlich durch Extremereignisse (Murgänge, Stein- oder Schneelawinen, Bachhochwasser o.ä.) hervorgerufen wurden. Die sedimentologische Analyse dieser Schichten und deren genaue Zusammensetzung wird hier in Zukunft möglicherweise Aufschluss über diese Prozesse geben. Interessanterweise ist bei den Proben aus den Tiefen 285,6 cm, 275.3cm und 242.1 cm (2287 Jahre cal. BP) deren Zugehörigkeit zu solchen „Event-Lagen“ auch am geringen Makrorestgehalt erkennbar, der somit nicht dem allgemeinen Ablagerungs-Trend folgt.

6.4. Einwanderungsgeschichte der Fichte und Weißtanne aus ihren glazialen Rückzugsgebieten

Das älteste makrorestanalytische Vorkommen von *Picea abies*- und *Abies alba*-Nadeln in den Proben entspricht in etwa dem zu erwartenden Einwanderungszeitpunkt dieser Baumarten in das Sulzkargebiet. Die Fichte (*Picea abies*) wanderte nach der Späteiszeit in den Alpen vor 11 600 Jahren aus ihren Refugien nördlich von Venedig wieder nach Österreich ein (Ravazzi 2002) und war in den Sulzkarsee-Proben um 11300 Jahre cal. BP erstmals feststellbar, bzw. nachweisbar.

Die Weißtanne (*Abies alba*) hingegen, wanderte aus den Eiszeitrefugien in Sizilien via den Apennin, dem westlichen Norditalien, den Südalpen und dem Osten Frankreichs (Rhonetal), bzw. über die Schweiz wieder nach Österreich ein (Burga und Perret 1998; Tinner et al. 2018), wodurch sie das Sulzkaralmgebiet erst einige Jahrtausende Jahre später, nämlich um 6780 Jahre cal. BP, erreichte. Bei der *Abies alba* Nadel in 519.6 cm Tiefe muss es sich demnach vermutlich um eine Kontamination handeln, sodass diese Nadel bei der Bohrkern- oder Probenentnahme eingebracht wurde, da um 10845 Jahre cal. BP *Abies alba* noch nicht aus den Eiszeitrefugien eingewandert sein kann. Das zweite Vorkommen einer *Abies alba* Nadel bei 458.1 cm und einem durch die C14-Analyse ermittelten Alter von 6782 Jahre cal. BP entspricht in etwa dem erwartbaren Einwanderungszeitpunkt der Tanne nach Zentral-Österreich.

6.5. Heute nicht mehr vor Ort vorkommende Pflanzenarten

Alle in den Makrofossilproben gefundenen Baumarten – außer der Zwergbirke (*Betula nana*) und der Moorbirke (*Betula pubescens*) – sind heute noch rund um den Sulzkarsee zu finden (siehe Artenliste Tribsch 2020). Eine Hypothese zur Erklärung des Vorkommens von Zwerg- und Moorbirken in diesem Zeitraum wäre, dass der Seespiegel tiefer lag und am Rand des Sees Mooregebiete vorkamen. Dafür sprechen die etwa 0.5 bis 1 m unter dem heutigen Wasserspiegel vorhandenen Seebänke am Rand der steilen Seeflanken (Litorale), deren Alter wir leider nicht kennen. Für Moorflächen sprechen aber auch das gleichzeitige Vorkommen von Cyperaceen-Früchten zusammen mit den Funden der Zwerg- und Moorbirken.

Heute sind keine *Betula nana* Bestände vor Ort bekannt, historisch sind Vorkommen jedoch aus dem nahen Ennstal (bei Admont?) bekannt (persönliche Mitteilung Andreas Tribsch, Universität Salzburg, 2020). Als Alternative wären diese Fruchtfunde auch zu *Betula humilis* oder zu einem Hybriden zwischen Birkenarten zu stellen, da leider die Fruchtblätter am subfossilen Fund fehlen, um eine genaue Artbestimmung durchzuführen. *Betula humilis* gibt es auch heute noch in der Nähe (Schoberpass) mit entsprechenden Beständen.

Relevant sind in diesem Zusammenhang auch die Fruchtfunde der Moorbirke (*Betula pubescens*), die sich in fünf Proben von 408.5 cm bis 165.9 cm (4349–1214 Jahre cal. BP) fanden, und die heute ebenfalls im Gebiet um den Sulzkarsee fehlt, jedoch somit auf das Vorhandensein von Mooren mit entsprechenden Moorbirken-Beständen in der Nähe hinweist.

In den drei Proben 295.1cm, 216.1cm und 165.9cm (2475 – 1214 Jahre cal. BP) finden sich zusätzlich zu den Moorbirken 80–160 Moosstängel, was den drei zahlreichsten Vorkommen entspricht und die Hypothese des Vorhandenseins von Mooren stützt.

6.6. Wasserpflanzen und aquatische Tiere im Sulzkarsee, gestern und heute

Während in der 1000 und 500µm-Fraktion bis auf einen *Potamogeton natans*-Samen keine Reste von Wasserpflanzen gefunden wurden, waren in der 250µm-Fraktion einzelne zu finden, z.B. Funde von Alismataceae, *Chara*-Oosporen und *Nuphar*-Samenschalenteile. Für Sedimente aus einem See ist das Vorkommen von Wasserpflanzenresten in den Proben aus dem Sulzkarsee sehr gering, auch wenn nur 41 jeweils ein Zentimeter dicke Sedimentschichten untersucht wurden. Reste tierischer aquatischer Organismen fanden sich hauptsächlich in Form von *Daphnia*-Ephippia und Ostracoda-Schalen, sowie einzelner Teile von Mollusca, Oribatida und Trichoptera.

In den Makroresten größer 500µm gibt es in den obersten beiden Makrofossilzonen fast keine *Daphnia*-Dauerstadien mehr, während diese in den 250–500µm-Fractionen auch in den Tiefen 42.8 cm (281 Jahre cal. BP) und 11.6 cm (-12 Jahre cal. BP) noch gefunden wurden. *Daphnia*-Arten waren 1970 – vor dem Hinzufügen der Elritzen-Fische – den durchgeführten Untersuchungen zufolge noch im Sulzkarsee zu finden, kommen aber heute kaum noch vor (Schabetsberger et al. 2018). Das reichliche Vorkommen von *Daphnia*-Arten (Wasserflöhe) bis noch vor wenigen hundert Jahren konnte durch die vorliegenden Analysen der Sedimentproben bestätigt werden.

Von den Ostracoden wurde lediglich der innere Teil der Schale gefunden, die äußere Kalkschale hat sich im Verlauf der Zeit und wegen der chemischen Bedingungen im See offenbar aufgelöst. Anhand der Kalkschale könnten Analysen des Mineralien- und Nährstoffgehalts des Wassers und Artbestimmungen durchgeführt werden, was somit nicht möglich sein wird. Die Schalenzusammensetzung der Ostracoden kann als paläoökologischer Proxy für Rückschlüsse auf Umweltbedingungen verwendet werden, jedoch sind noch nicht alle der komplexen Faktoren vollständig erforscht (Börner et. al. 2013). Möglicherweise enthalten Sedimentkerne aus den näher zum Litoral liegenden Seegebieten jedoch erhaltene Kalkschalen, zukünftige Untersuchungen solcher Kerne werden dies zeigen. Die Auflösung der Ostracoda-Kalkschalen könnte zudem eine mögliche Erklärung dafür liefern, wieso in den Seesedimenten kaum Muscheln und Schnecken gefunden

wurden. Wenn deren Kalkschale sich auflöst, bleiben nur wenige Mollusken-Reste übrig, die gefunden und bestimmt werden könnten.

Chara (Armleuchteralgenart) und *Potamogeton natans* (Schwimmendes Laichkraut) sind Pionierpflanzen, die kaltes, basisches Wasser mit viel Ca und Mg kolonialisieren (Gałka et. al. 2020). *Chara* Oosporen sind charakteristisch für die erste Phase der Makrophyten-Sukzession (Gałka et. al. 2020). Folglich scheint laut den bisherigen Makrorestanalysen der Sulzkarsee spätestens ab 7300–6800 Jahre cal. BP von Wasserpflanzen besiedelt worden zu sein, vermutlich aber bereits viel früher, nur sind in den älteren, analysierten Proben keine solchen Funde gemacht worden. Bei *Alisma* handelt es sich wahrscheinlich um *Alisma plantago-aquatica* (Gewöhnlicher Froschlöffel) aus der Familie der Alismataceae (Froschlöffelgewächse). Die *Nuphar* Samenschalenteile stammen wohl von *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) aus der Familie der Nymphaeaceae (Seerosengewächse). *Nuphar* und *Potamogeton natans* (Schwimmendes Laichkraut) können Indikatoren für einen eutrophen See mit nährstoffreichem Wasser sein (Fajer et. al. 2012). Da *Potamogeton natans* bereits um 7300 Jahre cal. BP. vorkommt, erscheint eine Eutrophierung nur über Erosionsprozesse möglich. Für das Vorkommen von *Nuphar lutea* ab 281 Jahre cal. BP (42.8 cm) wäre zudem eine Eutrophierung des Sulzkarsees durch die Einschwemmung von Nährstoffen, z.B. durch die Ablage von Exkrementen von Weidevieh rund um den Sulzkarsee durchaus möglich. Sowohl *Nuphar lutea* als auch *Potamogeton natans* kommen unseres Wissens heute im Sulzkarsee nicht mehr vor.

7. Ausblick

Durch die für diese Arbeit analysierten Proben konnte die zeitliche Auflösung zur Floren- und Vegetationsrekonstruktion bereits deutlich verbessert werden, aber in einigen Bereichen bestehen trotzdem noch Lücken. Die Auswahl weiterer Proben sollte auch unter Berücksichtigung der Eventlagen erfolgen, zum Beispiel könnte man vor allem Proben am Beginn und Ende sowie zwischen den Eventlagen zur Analyse auswählen. Einige vegetative Reste und unbestimmte Samen könnten mithilfe von weiterer Bestimmungsliteratur und zusätzlichem Referenzmaterial möglicherweise bestimmt werden, was jedoch den zeitlichen Rahmen dieser Masterarbeit bei weitem überschritten hätte. Da einige Samen und kleinere Makroreste, unter anderem auch von Wasserpflanzen, hauptsächlich in der 250µm Fraktion vorkommen, müsste man diese für alle weiteren Proben ebenfalls durchsehen. In der 125µm Fraktion könnten ebenfalls auch noch bestimmbare Samen vorkommen, jedoch sind diese zwischen den dominierenden vegetativen Resten, Blattresten und Sedimentpartikeln oft schwierig zu finden. Man müsste einige 125µm Fraktionen ansehen, um entscheiden zu können, ob sich der erhebliche zeitliche Aufwand lohnt. Bei sehr kleinen Teilen wäre zur Entnahme eine Pipette, anstatt der Federpinzette zu empfehlen.

8. Danksagung

Diese Arbeit wurde mit viel Sorgfalt und Engagement verfasst und wäre in dieser Form ohne wertvolle Hilfe und Unterstützung von Anderen nicht zustande gekommen.

Großer Dank gebührt meiner Familie, die einen maßgeblichen Beitrag zur Begleitung meines Studiums und meiner Arbeit geleistet hat.

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Dr. Jean Nicolas Haas für seine fachkundigen Ratschläge und Anregungen. Er zeigte stets Interesse an meiner Arbeit. Ich schätze sein großes Bemühen, im schriftlichen und mündlichen Austausch mit mir zu bleiben, und auf meine Fragen mit seinem umfassenden und fundierten Wissen zu antworten.

Ich bedanke mich aufrichtig bei Dr. Karin Koinig (Institut für Ökologie der Universität Innsbruck), die die Probenentnahme organisiert, und nützliche Unterlagen für mich bereitgestellt hat. Vielen Dank auch an Werner Kofler (Institut für Botanik der Universität Innsbruck) für seine gute Organisation im Labor und die Unterstützung bei meiner Laborarbeit und an Dr. Konrad Pagitz für die Bestimmung einiger Pflanzenreste. Danke an Dr. Robert Schabetsberger (Universität Salzburg) für die Bereitstellung von Fotos und von Literatur, und an Alexander Maringer (Nationalpark Gesäuse) für die Erstellung der Gewässerkarte des Sulzkarsees. Zudem möchte ich Julia Rechenmacher (Institut für Geologie der Universität Innsbruck) für die Umrechnung der Sediment-Tiefen und für die Erstellung des Alters-Tiefen-Modells danken. Ich bedanke mich auch bei Gry Björg Larsen (Institut für Ökologie der Universität Innsbruck), die mir in einer Computer-Frage behilflich war. Weiters danke ich Dr. Benjamin Dietre (Institut für Botanik der Universität Innsbruck) für die Erstellung eines vorläufigen Alters-Tiefen-Modells vor der Erstellung des finalen Altersmodells durch Julia Rechenmacher. Zudem bedanke ich mich bei Richard Niederreiter und seinem Team für die Bohrkernentnahme und bei MSc. Brigitte Hechenblaickner für die Hilfe bei der Sediment-Beprobung im Jahre 2020.

9. Literatur

Ampferer O. (1935): Geologische Karte der Gesäuseberge. Geologische Bundesanstalt, Wien.

<https://www.nationalpark.co.at/de/naturraum/52-naturraum/1745-zur-geologie-und-geomorphologie-des-ges%C3%A4uses> (Abruf: 01.10.2020).

Börner N., De Baere B., Yang Q., Jochum K., Frenzel P., Andreae M., Schwalb A. (2013): Ostracod shell chemistry as proxy for paleoenvironmental change. *Quaternary International* 313–314: 17–37.

- Blaauw M., Christen J.A. (2011): Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process. *Bayesian Anal.* 6,3: 457–474.
- Burga C. und Perret R. (1998): *Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter*. Ott Verlag, Thun, 832 Seiten.
- Dietre B., Reitmaier T., Walser C., Warnk T., Unkel I., Hajdas I., Lambers K., Reidl D., Haas J.N. (2020): Steady transformation of primeval forest into subalpine pasture during the Late Neolithic to Early Bronze Age (2300–1700 BC) in the Silvretta Alps, Switzerland. *The Holocene* 30,3: 355–368.
- Drescher-Schneider R. (2007): Spät- und postglaziale Vegetationsentwicklung im Oberen Moor – Sulzkaralm, Nationalpark Gesäuse. Kainbach bei Graz. Online-Veröffentlichung:
https://www.parks.at/npg/pdf_public/2019/12783_20191107_083911_DrescherSchneider_2007_Spaet_und_postglaziale_Vegetationsentwicklung_im_Oberen_Moor_Sulzkaralm.pdf
- Drescher-Schneider R. (2022): Die spät- und postglaziale Vegetationsentwicklung im „Oberen Moor“ auf der Sulzkaralm am Fuß der Jahrlingsmauer (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark*. 152: 97–128.
- Fajer M., Waga J., Rzętała M., Szymczyk A., Nita M., Machowski R., Rzetala M., Ruman M. (2012): The Late Vistulian and Holocene evolution of Jezioro Lake: A record of environmental change in southern Poland found in deposits and landforms. *Journal of Paleolimnology* 48: 651–667.
- Gałka M., Lewandowska A., Niedzielski P., Sim T.G., Swindles G.T., Szczurek G. (2020): Late Glacial and early Holocene development of an oxbow lake in Central Europe (Poland) based on plant macrofossil and geochemical data. *The Holocene* 30,1: 178–189.
- GIS-Steiermark Digitaler Atlas Steiermark (2020) <https://gis.stmk.gv.at/wgportal/atlasmobile> (Abruf: 03.12.2020).
- Haas J.N., Richoz I., Tinner W., Wick L. (1998): Synchronous Holocene climatic oscillations recorded on the Swiss Plateau and at timberline in the Alps. *The Holocene* 8,3: 301–309.
- Hasitschka J. (2004): *Die Geschichte der Sulzkaralm*. Im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH. Admont. S.20. Online-Veröffentlichung:
<https://www.nationalpark.co.at/forschung/veroeffentlichungen/77-geschichte-und-historisches/3013-die-geschichte-der-sulzkaralm?lang=de>
- Jersabek C.D. und Schabetsberger R. (2010): Gewässerökologische Bestandsaufnahme des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse). Zur Problematik des Fischbesatzes von Gebirgsseen. *Österreichs Fischerei* 63: 134–145.
- Knierzinger W., Festi D., Limbeck A., Horak F., Brunnbauer L., Drollinger S., Wagreich M., Huang J.-J. S., Strasser M., Knorr K.-H., Reschreiter H., Gier S., Kofler W., Herzig C., Kowarik K. (2021a): Multi-proxy analyses of a minerotrophic fen to reconstruct prehistoric periods of human activity

- associated with salt mining in the Hallstatt region (Austria). *Journal of Archaeological Science: Reports* 36: 102813.
- Knierzinger W., Huang J.-J. S., Strasser M., Knorr K.-H., Drescher-Schneider R., Wagreich M. (2021b): Late Holocene periods of copper mining in the Eisenerz Alps (Austria) deduced from calcareous lake deposits. *Anthropocene* 33: 100273.
- Ladurner M.V. (2020): Spätglaziale und holozäne Vegetationsentwicklung am Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). Bachelorarbeit Institut für Botanik, Universität Innsbruck.
- Pavuz R. und Stummer G. (2004): Pilotprojekt Sulzkaralm. Teilprojekt Geologie/Hydrologie/Karst- u. Höhlenkunde des Sulzkarsees und seiner Umgebung. Endbericht 2003-2004, Naturhistorisches Museum in Wien – Karst- und höhlenkundliche Abteilung. Im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH. Wien.
- Ravazzi C. (2002): Late Quaternary history of spruce in southern Europe. *Review of Palaeobotany and Palynology* 120,1–2: 131–177.
- Schabetsberger R., et al. (2018): Pulling the plug - Restoration of the Lake Sulzkarsee (Styria, Austria), an alpine lake degraded by fish introduction. Unpublizierter Projektantrag.
- Schabetsberger R., Kreiner D., Jersabek C., Maringer A., Delvai M., Wölger H. (2019): Endbericht: Entfernung des Elritzenbestandes im Sulzkarsee, Nationalpark Gesäuse. Online-Veröffentlichung: https://www.parks.at/npg/pdf_public/2019/37327_20191031_071909_SchabetsbergerKreineretal2018-EntfernungdesElritzenbestandesimSulzkarsee.pdf
- Schabetsberger R., Bachnetzer T., Wächter E., Kaltenbrunner M. (2020): Das Sulzkar – von alten Zeiten und kleinen Fischen. Im Geis – Das Nationalpark Gesäuse Magazin. Winter 2020, 4–7.
- Tinner et al. (2018): Tinner W., van der Knaap W.O. (Pim), Conedera M., Ammann B. (2018): Invasionen und Zusammenbrüche von Baumarten nach der Eiszeit. *Schweiz. Z. Forstwes.* 169,2: 60–68.
- Tribsch A. (2020) Sulzkarsee, NP Gesäuse – floristic composition of the area around lake (catchment area). Unpubliziert.
- Vincze I. et al. (2017): Holocene treeline and timberline changes in the South Carpathians (Romania): climatic and anthropogenic drivers in the southern slopes of the Retezat Mountains. *The Holocene* 27,11: 1613–1630.
- Zimmermann T. und Kreiner D. (2012): Karte der aktuellen Vegetation Version 3.0 für das Natura-2000-Gebiet Ennstaler Alpen/Gesäuse und Nationalpark Gesäuse. Beilage zu Zimmermann & Kreiner (2012): Luftbildbasierte Modellierung der Aktuellen Waldvegetation für das Natura-2000-Gebiet Ennstaler Alpen & Nationalpark Gesäuse (Nördliche Kalkalpen, Steiermark). *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark* Band 142: 89–106. (Abruf: 10.02.2023).

10. Anhang

Im Anhang sind folgende Tabellen und Bilder enthalten:

- **Anhang 1** (Seite 48 – 50):
Tabelle A1: Entnommene und in dieser Masterarbeit analysierte Proben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) mit Tiefenangaben und Kommentaren zu Aussehen und Konsistenz der Schichten.
- **Anhang 2** (Seite 51 – 52):
Tabelle A2: Details zu den 41 bearbeiteten Proben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) mit Gewicht, Volumen und Dichte.
- **Anhang 3** (Seite 53):
Tabelle A3: Umrechnungstabelle der absoluten Tiefe aus Kern Sulz19-3 in „Composite Tiefe“, die eine zusammengesetzte Tiefe von Sulz19-3 mit fehlenden Stücken ergänzt aus dem Kern Sulz19-4 darstellt.
- **Anhang 4** (Seite 54):
Abbildung A1: Gesamtdiagramm aller Makroreste >250µm der 41 bearbeiteten Proben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich)
- **Anhang 5** (Seite 55 – 58):
Tabelle A4: Vierteilige Tabelle aller gefundenen Makroreste aus den 41 makrorestanalytisch bearbeiteten Sedimentproben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) in absoluten Zahlen.
- **Anhang 6** (Seite 59 – 62):
Tabelle A5: Vierteilige Tabelle aller gefundenen Makroreste aus den 41 makrorestanalytisch bearbeiteten Sedimentproben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) bezogen auf 15cm³.
- **Anhang 7** (Seite 63– 65):
Tafel 1: Fotos der gefundenen Makroreste von Bäumen und Sträuchern aus den Sedimenten des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). Alle Fotos von M.V. Ladurner, 2020.
- **Anhang 8** (Seite 66 – 68):
Tafel 2: Fotos der gefundenen Makroreste von Sauergräsern, Farnen und Vegetativen Resten aus den Sedimenten des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich).
Alle Fotos von M.V. Ladurner, 2020 und 2022.
- **Anhang 9** (Seite 69 – 70):
Tafel 3: Fotos der gefundenen Makroreste von Insekten und Anderem aus den Sedimenten des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). Alle Fotos von M.V. Ladurner, 2020.

Tabelle A1: Entnommene und in dieser Masterarbeit analysierte Proben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) mit Angaben der absoluten Tiefe und Kommentaren zu Aussehen und Konsistenz der Schichten.

Sample code raw	Nr	CORE	top cm	bot cm	mid cm	mid cm Gesamt	Composite cm	Full Code	comment
SULZ19-001	1	3A-I	6,5	7,5	7,0	57,0	11,6	SULZ19- 3A-I- 7 cm	distinctly clayey layer, but not completely inorganic
SULZ19-014	14	3A-I	24,5	25,5	25,0	75,0	29,6	SULZ19- 3A-I- 25 cm	organic layer, homogeneous, from upper core section
SULZ19-003	3	3A-I	37,7	38,7	38,2	88,2	42,8	SULZ19- 3A-I- 38,2 cm	organic layer, big macros visible, layer slightly bent
SULZ19-007	7	3A-I	59,0	60,0	59,5	109,5	64,1	SULZ19- 3A-I- 59,5 cm	inorganic, clayey layer, dark grey, homogeneous
SULZ19-008	8	3A-I	66,0	67,0	66,5	116,5	71,1	SULZ19- 3A-I- 66,5 cm	inorganic, clayey layer, dark grey, homogeneous
SULZ19-012	12	3A-I	95,5	96,5	96,0	146,0	100,6	SULZ19- 3A-I- 96 cm	clayey, inorganic layer, bright grey
SULZ19-017	17	3A-II	103,5	104,5	104,0	154,0	109,1	SULZ19- 3A-II- 104 cm	organic-dark intermixed with clayey layers, several macros,
SULZ19-019	19	3A-II	115,5	116,5	116,0	166,0	121,1	SULZ19- 3A-II- 116 cm	clayey-bright grey layer
SULZ19-024	24	3A-II	146,2	148,5	147,4	197,4	152,5	SULZ19- 3A-II- 147,35 cm	clayey-bright grey layer, hard to get out (viscous, sticky)
SULZ19-025	25	3A-II	150,5	151,5	151,0	201,0	156,1	SULZ19- 3A-II- 151 cm	organic-dark layer with several macros
SULZ19-027	27	3A-II	160,3	161,2	160,8	210,8	165,9	SULZ19- 3A-II- 160,75 cm	organic layer, several macros
SULZ19-030	30	3A-II	176,4	177,4	176,9	226,9	182	SULZ19- 3A-II- 176,9 cm	almost pure clay, macros at margin
SULZ19-033	33	3B-I	11,4	12,4	11,9	261,9	213,5	SULZ19- 3B-I- 11,9 cm	clayey layer, ca. 1cm, (this clay intersects organic-black core section)
SULZ19-034	34	3B-I	14,0	15,0	14,5	264,5	216,1	SULZ19- 3B-I- 14,5 cm	organic, orange-black, visible macros
SULZ19-037	37	3B-I	40,0	41,0	40,5	290,5	242,1	SULZ19- 3B-I- 40,5 cm	centre of clay section (ca. 29.5-61/62.5 cm), bright grey
SULZ19-042	42	3B-I	73,1	74,2	73,7	323,7	275,3	SULZ19- 3B-I- 73,65 cm	top and most clayey layer of section, increasing clay (ca. 91-73cm), bright grey

SULZ19-043	43	3B-I	83,5	84,5	84,0	334,0	285,6	SULZ19- 3B-I- 84 cm	centre section with gradual increase in clay (ca. 91-73cm), dark grey, some macros
SULZ19-045	45	3B-I	93,0	94,0	93,5	343,5	295,1	SULZ19- 3B-I- 93,5 cm	organic, blackish layer (erinnert an "Erde"); several macros
SULZ19-047	47	3B-II	101,5	102,5	102,0	352,0	303,6	SULZ19- 3B-II- 102 cm	clay layer (ca. 97-122 cm), bright grey, with black intrusion
SULZ19-048	48	3B-II	119,0	120,0	119,5	369,5	321,1	SULZ19- 3B-II- 119,5 cm	clay layer (ca. 97-122 cm), bright grey, macros in-between
SULZ19-049	49	3B-II	122,5	123,5	123,0	373,0	324,6	SULZ19- 3B-II- 123 cm	mainly organic, blackish layer, bent, at onset of clay (ca. 97-122 cm) which was included in lowest part of section
SULZ19-054	54	3B-II	150,5	151,5	151,0	401,0	352,6	SULZ19- 3B-II- 151 cm	mixed layer: clay dark grey + organic black, slightly bent (sits in-between organic layers), some macros
SULZ19-056	56	3B-II	161,5	162,5	162,0	412,0	363,6	SULZ19- 3B-II- 162 cm	clay layer, dark grey, bent layer (this section shows rapid changes between black-organic and clay)
SULZ19-059	59	3B-II	182,0	183,0	182,5	432,5	384,1	SULZ19- 3B-II- 182,5 cm	organic-black layer, distinctly bent layer, cut tries to follow bent
SULZ19-061	61	3C-I	1,5	2,5	2,0	452,0	402,8	SULZ19- 3C-I- 2 cm	mixed layer: organic with some clay, several macros
SULZ19-062	62	3C-I	7,2	8,2	7,7	457,7	408,5	SULZ19- 3C-I- 7,7 cm	mixed layer: mainly organic, black-orange brown, little bit of clay, several macros
SULZ19-065	65	3C-I	27,3	28,3	27,8	477,8	425,9	SULZ19- 3C-I- 27,8 cm	clayey layer with some organic material at the margin
SULZ19-067	67	3C-I	31,6	32,8	32,2	482,2	430,3	SULZ19- 3C-I- 32,2 cm	clayey layer with organic below and atop, some white calcareous particles (Æ8mm)

SULZ19-068	68	3C-I	41,5	42,5	42,0	492,0	440,1	SULZ19- 3C-I- 42 cm	organic layer, dark black-brown, several macros (incl. a twig)
SULZ19-070	70	3C-I	59,5	60,5	60,0	510,0	458,1	SULZ19- 3C-I- 60 cm	organic layer, orange/black, several macros - incl. a piece of soft wood
SULZ19-071	71	3C-I	69,5	70,5	70,0	520,0	468,1	SULZ19- 3C-I- 70 cm	organic layer, homogeneous, several macros
SULZ19-072	72	3C-I	79,5	80,5	80,0	530,0	478,1	SULZ19- 3C-I- 80 cm	organic layer, homogeneous, several macros
SULZ19-073	73	3C-I	89,5	90,5	90,0	540,0	488,1	SULZ19- 3C-I- 90 cm	organic layer, homogeneous, several macros, cut was wedge-shaped: narrower at bottom
SULZ19-074	74	3C-II	96,8	98,5	97,7	547,7	495,8	SULZ19- 3C-II- 97,65 cm	organic layer next to split of core, few macros
SULZ19-076	76	3C-II	109,5	110,5	110,0	560,0	508,1	SULZ19- 3C-II- 110 cm	organic-black layer, somewhat mottled
SULZ19-078	78	3C-II	121,0	122,0	121,5	571,5	519,6	SULZ19- 3C-II- 121,5 cm	mixed layer: grey-white-black, less organic than above and below
SULZ19-080	80	3C-II	132,0	133,0	132,5	582,5	530,6	SULZ19- 3C-II- 132,5 cm	several very thin layers grey-white-black
SULZ19-082	82	3C-II	147,0	148,0	147,5	597,5	545,6	SULZ19- 3C-II- 147,5 cm	clay layer, black-dark grey mix, white particles, below stone
SULZ19-083	83	3C-II	154,0	155,0	154,5	604,5	552,6	SULZ19- 3C-II- 154,5 cm	clay layer, dark grey, cut wedge shaped (at outer edge narrower than at centre)
SULZ19-084	84	3C-II	160,0	161,0	160,5	610,5	558,6	SULZ19- 3C-II- 160,5 cm	clay layer, dark grey, with white (calcareous) particles, viscous, macros: bottom reference layer
SULZ19-085	85	3C-II	171,9	172,9	172,4	622,4	571	SULZ19- 3C-II- 172,4 cm	clayey layer with black/organic narrow bands

Tabelle A2: Details zu den 41 bearbeiteten Proben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) mit Gewicht, Volumen und Dichte.

Probe Nr.	Tiefe gesamt [cm]	Composite Tiefe [cm]	Gewicht gesamt [g]	Tara Säckchen [g]	Gewicht Probe netto [g]	Volumen [cm ³]	Dichte [g/cm ³]
1	57,0	11,6	20,03	2,0379	17,99	15	1,199
14	75,0	29,6	22,95	2,82	20,13	17	1,184
3	88,2	42,8	13,86	2,0542	11,81	10	1,181
7	109,5	64,1	21,50	1,898	19,6	15	1,307
8	116,5	71,1	25,58	1,35	24,23	18	1,346
12	146,0	100,6	24,46	2,86	21,60	16	1,350
17	154,0	109,1	23,12	1,8741	21,25	18	1,181
19	166,0	121,1	17,61	2,83	14,78	9	1,642
24	197,4	152,5	13,61	3,09	10,52	9	1,169
25	201,0	156,1	16,80	2,3677	14,43	12	1,203
27	210,8	165,9	19,91	2,73	17,18	14	1,227
30	226,9	182	22,54	2,98	19,56	15	1,304
33	261,9	213,5	16,93	3,05	13,88	11	1,262
34	264,5	216,1	20,68	2,4014	18,28	16	1,143
37	290,5	242,1	32,87	3,16	29,71	20	1,486
42	323,7	275,3	30,84	3,04	27,80	19	1,463
43	334,0	285,6	32,69	3,05	29,64	21	1,411
45	343,5	295,1	21,26	2,2798	18,98	15	1,265
47	352,0	303,6	27,26	3,05	24,21	17	1,424
48	369,5	321,1	27,38	3,81	23,57	16	1,473
49	373,0	324,6	18,56	2,3187	16,24	14	1,160
54	401,0	352,6	25,68	2,78	22,90	18	1,272
56	412,0	363,6	17,09	3,30	13,79	9	1,532
59	432,5	384,1	22,45	2,3111	20,14	17	1,185

61	452,0	402,8	27,19	3,06	24,13	20	1,207
62	457,7	408,5	28,98	3,12	25,86	23	1,124
65	477,8	425,9	18,91	2,78	16,13	12	1,344
67	482,2	430,3	33,44	3,10	30,34	25	1,214
68	492,0	440,1	25,10	1,9747	23,13	22	1,051
70	510,0	458,1	14,97	2,98	11,99	13	0,922
71	520,0	468,1	16,91	2,60	14,31	13	1,101
72	530,0	478,1	19,03	2,77	16,26	14	1,161
73	540,0	488,1	16,57	3,02	13,55	13	1,042
74	547,7	495,8	14,80	3,08	11,72	10	1,172
76	560,0	508,1	25,58	1,9042	23,68	20	1,184
78	571,5	519,6	17,66	2,95	14,71	13	1,132
80	582,5	530,6	29,81	3,12	26,69	22	1,213
82	597,5	545,6	22,14	3,23	18,91	13	1,455
83	604,5	552,6	17,11	2,88	14,23	11	1,294
84	610,5	558,6	29,56	2,0257	27,53	18	1,529
85	622,4	571	27,15	3,05	24,10	15	1,607

Tabelle A3: Umrechnungstabelle der absoluten Tiefe aus dem Kern Sulz19-3 aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) in „Composite Tiefe“, die eine zusammengesetzte Tiefe von Sulz19-3 mit fehlenden Stücken ergänzt aus dem Kern Sulz19-4 darstellt.

Tiefe[cm]	Kern Tiefe ID	Tiefe ohne Steckmasse [cm]	Tiefe mit Steckmasse [cm]	Composite Tiefe [cm]	Absolutes Alter [Jahre cal. BP]
57	SULZ19- 3A-I- 7 cm	7	10,1	11,6	-12
75	SULZ19- 3A-I- 25 cm	25	28,1	29,6	154
88,2	SULZ19- 3A-I- 38,2 cm	38,2	41,3	42,8	281
109,5	SULZ19- 3A-I- 59,5 cm	59,5	62,6	64,1	413
116,5	SULZ19- 3A-I- 66,5 cm	66,5	69,6	71,1	413
146	SULZ19- 3A-I- 96 cm	96	99,1	100,6	656
154	SULZ19- 3A-II- 104 cm	6,6	6,6	109,1	674
166	SULZ19- 3A-II- 116 cm	18,6	18,6	121,1	888
197,4	SULZ19- 3A-II- 147,35 cm	49,95	49,95	152,5	1096
201	SULZ19- 3A-II- 151 cm	53,6	53,6	156,1	1133
210,8	SULZ19- 3A-II- 160,75 cm	63,36	63,36	165,9	1214
226,9	SULZ19- 3A-II- 176,9 cm	79,5	79,5	182	1301
261,9	SULZ19- 3B-I- 11,9 cm	11,9	15,5	213,5	1798
264,5	SULZ19- 3B-I- 14,5 cm	14,5	18,1	216,1	1854
290,5	SULZ19- 3B-I- 40,5 cm	40,5	44,1	242,1	2287
323,7	SULZ19- 3B-I- 73,65 cm	73,65	77,25	275,3	2475
334	SULZ19- 3B-I- 84 cm	84	87,6	285,6	2475
343,5	SULZ19- 3B-I- 93,5 cm	93,5	97,1	295,1	2475
352	SULZ19- 3B-II- 102 cm	4,6	4,6	303,6	2540
369,5	SULZ19- 3B-II- 119,5 cm	22,1	22,1	321,1	2540
373	SULZ19- 3B-II- 123 cm	25,6	25,6	324,6	2540
401	SULZ19- 3B-II- 151 cm	53,6	53,6	352,6	3055
412	SULZ19- 3B-II- 162 cm	64,6	64,6	363,6	3087
432,5	SULZ19- 3B-II- 182,5 cm	85,1	85,1	384,1	3295
452	SULZ19- 3C-I- 2 cm	2	7,6	402,8	4080
457,7	SULZ19- 3C-I- 7,7 cm	7,7	13,3	408,5	4349
477,8	SULZ19- 3C-I- 27,8 cm	27,8	33,4	425,9	5177
482,2	SULZ19- 3C-I- 32,2 cm	32,2	37,8	430,3	5336
492	SULZ19- 3C-I- 42 cm	42	47,6	440,1	5831
510	SULZ19- 3C-I- 60 cm	60	65,6	458,1	6782
520	SULZ19- 3C-I- 70 cm	70	75,6	468,1	7294
530	SULZ19- 3C-I- 80 cm	80	85,6	478,1	7827
540	SULZ19- 3C-I- 90 cm	90	95,6	488,1	8635
547,7	SULZ19- 3C-II- 97,65 cm	1,75	1,75	495,8	9377
560	SULZ19- 3C-II- 110 cm	14,1	14,1	508,1	10320
571,5	SULZ19- 3C-II- 121,5 cm	25,6	25,6	519,6	10845
582,5	SULZ19- 3C-II- 132,5 cm	36,6	36,6	530,6	11309
[588,5]	SULZ19- 3C-II- 138,5 cm	42,6	42,6	C14 [536,6]	11583
597,5	SULZ19- 3C-II- 147,5 cm	51,6	51,6	545,6	12229
604,5	SULZ19- 3C-II- 154,5 cm	58,6	58,6	552,6	12772
610,5	SULZ19- 3C-II- 160,5 cm	64,6	64,6	558,6	13244
622,5	SULZ19- 3C-II- 172,9 cm	77	77	571	14202

Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich)

Gesamtdiagramm der Makroreste >250µm

Monie, Valentin Ladurner 2022

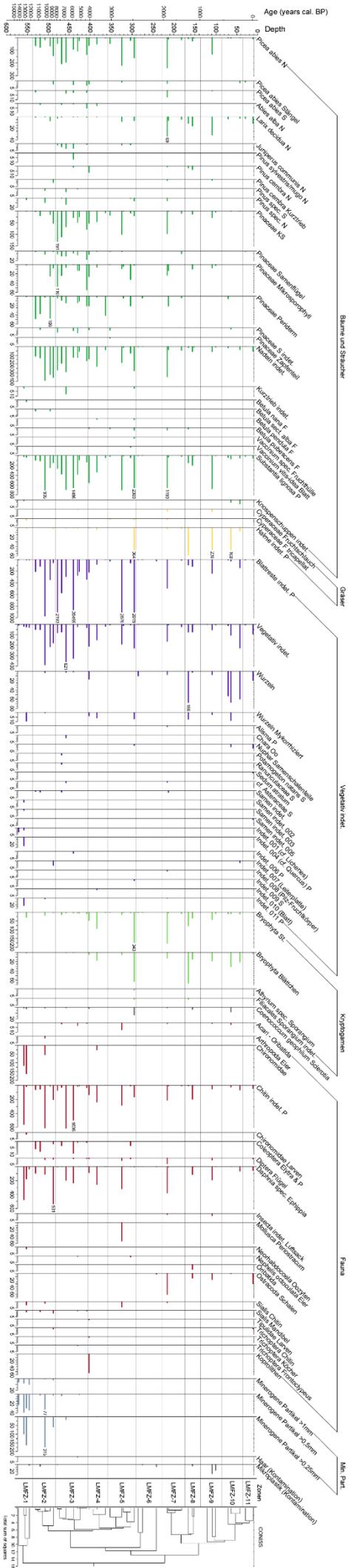


Abbildung A1: Gesamtdiagramm aller Makroreste >250µm in 41 analysierten Proben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). y-Achse mit Composite-Tiefe und Alter, x-Achse mit Namen und Anzahl der Makroreste pro 15 cm³ Sediment. Entsprechend der Gruppenzugehörigkeit von Makroresten haben die Balken jeweils eine andere Farbe. Rechts im Diagramm ist die Einteilung des Diagramms in 11 lokale Makrofossilzonen (LMFZ) anhand der CONISS-Analyse von Tilia zu sehen.

Tabelle A4: 1. Teil der Tabelle aller gefundenen Makroreste aus den 41 makrorestanalytisch bearbeiteten Sedimentproben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) in absoluten Zahlen.

Tiefe [cm]	Volumen [cm ³]	Gruppe	11,6	29,6	42,8	64,1	71,1	100,6	109,1	121,1	152,5	156,1	165,9	182	213,5	216,1	242,1	275,3	285,6	295,1	303,6	321,1	324,6	
Picea abies N	TREE/SHRUB	14	1	2	7	7	0	159	0	3	24	11	20	11	255	0	2	0	0	162	29	0	206	
Picea abies Stängel	TREE/SHRUB	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
Picea abies S	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Abies alba N	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larix decidua N	TREE/SHRUB	12	4	2	0	5	0	38	0	0	13	11	5	5	74	0	0	0	0	7	0	0	0	8
Juniperus communis N	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pinus sylvestris/mugo N	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus cembra N	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus cembra Kurztrieb	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus spec. S	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus spec. N	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7	1	0	0	0
Pinaceae KS	TREE/SHRUB	0	0	1	1	0	0	5	33	0	11	0	0	10	1	104	0	0	0	21	10	1	0	94
Pinaceae Samenflügel	TREE/SHRUB	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pinaceae Mikrosporophyll	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	3	9	0	0	8	0	0	10	25	0	0	0	0	2	37	5	9	9
Pinaceae Periderm	TREE/SHRUB	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	5	0	0	24	5	0	0
Pinaceae S indet.	TREE/SHRUB	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinaceae Zapfenteil	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nadeln indet.	TREE/SHRUB	0	4	14	0	20	10	0	0	0	43	15	45	27	290	0	0	3	6	214	87	12	0	0
Kurztrieb indet.	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Betula nana F	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betula sect. alba F	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betula pendula F	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Betula pubescens F	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
Vaccinium spec.	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Fruchthülle																								
Vaccinium vitis-idea Blatt	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Substantia lignosa P	TREE/SHRUB	8	19	3	14	47	5	212	1	4	78	142	22	25	481	0	0	3	7	845	50	13	172	0
Knospenschuppen indet.	TREE/SHRUB	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyperaceae	GRAS	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fruchtschlauch																								
Cyperaceae F tricapellat	GRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Halm indet. P	GRAS	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	55	2	0	3	0	0	0	0	81	0	0	0	0
Blattreste indet. P	TREE/SHRUB	7	12	41	0	11	0	189	0	0	65	89	13	0	393	35	2	4	664	67	1	734	0	0
Vegetativ indet.	INDET. VEG.	0	9	0	0	19	6	0	2	2	0	71	24	7	0	0	0	0	3	23	7	15	0	0
Wurzeln	TREE/SHRUB	0	0	0	0	30	64	0	0	0	0	155	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
Wurzeln Mykorrhiziert	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Potamogeton natans S	INDET. VEG.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle A4: 2. Teil der Tabelle aller gefundenen Makroreste aus den 41 makrorestanalytisch bearbeiteten Sedimentproben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) in absoluten Zahlen.

Tiefe [cm]	Gruppe	11,6	29,6	42,8	64,1	71,1	100,6	109,1	121,1	152,5	156,1	165,9	182	213,5	216,1	242,1	275,3	285,6	295,1	303,6	321,1	324,6
Ranunculaceae S	INDET. VEG.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samen indet.	INDET. VEG.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Samen indet. 002	INDET. VEG.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samen indet. 003	INDET. VEG.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samen indet. 005	INDET. VEG.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
indet. 001 (cf. Lichenes)	INDET. VEG.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
indet. 004 (cf. Quercus) P	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
indet. 006 P	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
indet. 007 (Leiterplatte)	INDET. VEG.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
indet. 008 (Pilz-Fruchtkörper)	FUNGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
indet. 009 S	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
indet. 010 (Blatt)	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
indet. 011 P	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bryophyta St.	BRYOPHYTA	0	0	1	2	12	8	25	0	0	17	73	9	3	102	0	2	5	160	4	2	0
Bryophyta Blättchen	BRYOPHYTA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	62	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Athyrium spec. Sporangium	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Filicales Sporangium indet.	TREE/SHRUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Coenococcum geophilum Sclerotia	FUNGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Chitin indet. P	ZOOLOG.	1	1	0	0	0	0	10	0	1	19	9	6	5	38	0	0	0	9	9	9	7
Chironomidae Larven	ARTHROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera Elytra & P	ARTHROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Diptera Flügel	ARTHROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Daphnia spec. Ehippia	ARTHROPODA	0	0	0	1	0	1	10	0	1	4	0	0	5	21	5	1	1	0	0	2	1
Insecta indet. Luftsack	ARTHROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Nepheleis octoculata Eier	ZOOLOG.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Oribatida - Acari	ZOOLOG.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda Schalen	ARTHROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Sialis Mandibel	ARTHROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipulidae Larven	ARTHROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera Köcher	ARTHROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera Frontoclypeus	ARTHROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Koprolithen	ZOOLOG.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minerogene Partikel >1mm	MINERO-GENIC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minerogene Partikel >0,5mm	MINERO-GENIC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haar (Kontamination)	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mikroplastik (Kontamination)	OTHER	0	0	0	0	0	19	33	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	0	0

Tabella A4: 3. Teil der Tabelle aller gefundenen Makroreste aus den 41 makrorestanalytisch bearbeiteten Sedimentproben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) in absoluten Zahlen.

Tiefe [cm]	352,6	363,6	384,1	402,8	408,5	425,9	430,3	440,1	458,1	468,1	478,1	488,1	495,8	508,1	519,6	530,6	545,6	552,6	558,6	571
Volumen [cm³]	18	9	17	20	23	12	25	22	13	13	14	13	10	20	13	22	13	11	18	15
Picea abies N	58	3	61	85	208	21	181	134	169	180	47	125	46	27	68	98	0	0	0	0
Picea abies Stängel	0	0	0	3	5	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Picea abies S	0	0	0	0	4	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abies alba N	0	0	3	0	8	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Larix decidua N	0	0	1	0	2	0	1	1	0	1	3	0	5	1	0	2	0	0	0	0
Juniperus communis N	0	0	0	0	1	0	0	5	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus sylvestris/mugo N	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus cembra N	0	0	0	9	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus cembra Kurztrieb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus spec. S	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Pinus spec. N	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
Pinaceae KS	22	5	52	61	121	20	81	41	41	96	178	46	10	0	17	4	0	1	0	0
Pinaceae Samenflügel	1	0	1	10	28	0	14	6	9	9	6	1	0	9	0	2	0	0	0	0
Pinaceae	1	0	7	35	85	11	22	1	6	21	103	7	17	0	0	0	0	1	0	0
Mikrosporophyll																				
Pinaceae Periderm	0	25	3	28	32	9	24	0	13	8	4	0	71	4	33	71	0	1	0	0
Pinaceae S indet.	2	0	0	2	0	0	6	3	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Pinaceae Zapfenteil	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nadeln indet.	0	23	204	155	254	46	214	183	222	169	254	306	215	380	114	165	0	0	0	0
Kurztrieb indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Betula nana F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Betula sect. alba F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Betula pendula F	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betula pubescens F	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vaccinium spec. Fruchtlilie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vaccinium vitis-idea Blatt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substantia lignosa P	25	29	132	246	209	73	645	930	260	331	249	77	167	446	97	140	1	21	4	6
Knospenschuppen indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Cyperaceae Fruchtschlauch	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyperaceae F tricapellet	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Halme indet. P	0	0	5	2	0	0	3	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
Blattreste indet. P	36	2	23	148	525	168	458	5000	4	501	2047	37	232	0	101	303	6	0	0	5
Vegetativ indet.	9	14	54	22	50	0	42	69	57	64	76	35	143	0	46	76	27	9	0	11
Wurzeln	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Wurzeln Mykorrhiziert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Potamogeton natans S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella A4: 4. Teil der Tabelle aller gefundenen Makroreste aus den 41 makrorestanalytisch bearbeiteten Sedimentproben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) in absoluten Zahlen.

Tiefe [cm]	352,6	363,6	384,1	402,8	408,5	425,9	430,3	440,1	458,1	468,1	478,1	488,1	495,8	508,1	519,6	530,6	545,6	552,6	558,6	571
Ranunculaceae S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samen indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samen indet: 002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samen indet: 003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samen indet: 005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indet: 001 (cf. Lichenes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indet: 004 (cf. Quercus) P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indet: 006 P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indet: 007 (Leiterplatte)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indet: 008 (Pilz-Fruchtkörper)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indet: 009 S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indet: 010 (Blatt)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indet: 011 P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bryophyta St.	3	2	46	33	15	4	10	4	2	12	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Bryophyta Blättchen	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Athyrium spec. Sporangium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filicales Sporangium indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coenococcum geophilum Sclerotia	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chitin indet. P	0	1	51	16	51	4	33	119	22	26	66	1	9	17	46	88	2	12	2	2
Chironomidae Larven	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera Elytra & P	0	0	0	0	2	0	2	14	0	3	0	2	0	0	7	9	0	0	0	0
Diptera Flügel	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Daphnia spec. Ephippia	0	2	4	4	2	1	0	0	2	2	7	7	1	0	0	142	32	36	52	0
Insecta indet. Luftsack	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nepheles octoculata Eier	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oribatida - Acari	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda Schalen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sialis Mandibel	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
Tipulidae Larven	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera Köcher	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera Frontoclypeus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Koprolithen	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minerogene Partikel >1mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	9	0	9	6
Minerogene Partikel >0,5mm	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	2	0	103	2	0	30	22	47	23
Haar (Kontamination)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mikroplastik (Kontamination)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	3	0	0	0

Tabelle A5: 1. Teil der Tabelle aller gefundenen Makroreste aus den 41 makrorestanalytisch bearbeiteten Sedimentproben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) bezogen auf 15cm³.

Tiefe (cm)	Gruppe	11,6	29,6	42,8	64,1	71,1	100,6	109,1	121,1	152,5	156,1	165,9	182	213,5	216,1	242,1	275,3	285,6	295,1	303,6	321,1	324,6
Volumen [cm ³]		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Picea abies N	TREE/SHRUB	14,00	0,88	3,00	7,00	5,83	0,00	132,50	0,00	5,00	30,00	11,79	20,00	15,00	239,06	0,00	1,58	0,00	162,00	25,59	0,00	220,71
Picea abies Stängel	TREE/SHRUB	0,00	0,88	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07
Picea abies S	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abies alba N	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Larix decidua N	TREE/SHRUB	12,00	3,53	3,00	0,00	4,17	0,00	31,67	0,00	0,00	16,25	11,79	5,00	6,82	69,38	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	8,57
Juniperus communis N	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	1,07
Pinus sylvestris/mugo N	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinus cembra N	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,75	2,14	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinus cembra Kurztrieb	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinus spec. S	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinus spec. N	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,56	0,00	0,00	0,00	7,00	0,88	0,00	0,00
Pinaceae KS	TREE/SHRUB	0,00	0,00	1,50	1,00	0,00	4,69	27,50	0,00	0,00	13,75	0,00	10,00	1,36	97,50	0,00	0,00	0,00	21,00	8,82	0,94	100,71
Pinaceae Samenflügel	TREE/SHRUB	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07
Pinaceae	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81	7,50	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	13,64	23,44	0,00	0,00	0,00	2,00	32,65	4,69	9,64
Mikrosporophyll																						
Pinaceae Periderm	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	5,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	21,82	0,00	0,00	3,95	0,00	0,00	21,18	4,69	0,00
Pinaceae S indet.	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinaceae Zapfenteil	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nadeln indet.	TREE/SHRUB	0,00	3,53	21,00	0,00	16,67	9,38	0,00	0,00	10,00	53,75	16,07	45,00	36,82	271,88	0,00	2,37	4,29	214,00	76,76	11,25	0,00
Kurztrieb indet.	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
Betula nana F	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Betula sect. alba F	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Betula pendula F	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Betula pubescens F	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	0,00	0,00	1,88	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
Vaccinium spec.	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Fruchthülle																						
Vaccinium vitis-idea Blatt	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00
Substantia lignosa P	TREE/SHRUB	8,00	16,76	4,50	14,00	39,17	4,69	176,67	1,67	6,67	97,50	152,14	22,00	34,09	450,94	0,00	2,37	5,00	845,00	44,12	12,19	184,29
Knospenschuppen indet.	TREE/SHRUB	0,00	0,00	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyperaceae	GRAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fruchtschlauch Cyperaceae F	GRAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
tricapellat																						
Halm indet. P	GRAS	1,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,93	2,00	0,00	2,81	0,00	0,00	0,00	81,00	0,00	0,00	0,00
Blattreste indet. P	TREE/SHRUB	7,00	10,59	61,50	0,00	9,17	0,00	157,50	0,00	81,25	95,36	13,00	0,00	368,44	26,25	1,58	2,86	664,00	59,12	0,94	786,43	
Vegetativ indet.	INDET. VEG.	0,00	7,94	0,00	0,00	15,83	5,63	0,00	3,33	3,33	0,00	76,07	24,00	9,55	0,00	0,00	0,00	2,14	23,00	6,18	14,06	0,00
Wurzeln	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	30,00	53,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	166,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wurzeln Mykorrhiziert	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00
Potamogeton natans S	INDET. VEG.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle A5: 2. Teil der Tabelle aller gefundenen Makroreste aus den 41 makrorestanalytisch bearbeiteten Sedimentproben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) bezogen auf 15cm³.

Tiefe [cm]	Gruppe	11,6	29,6	42,8	64,1	71,1	100,6	109,1	121,1	152,5	156,1	165,9	182	213,5	216,1	242,1	275,3	285,6	295,1	303,6	321,1	324,6
Ranunculaceae S	INDET. VEG.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Samen indet.	INDET. VEG.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Samen indet. 002	INDET. VEG.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Samen indet. 003	INDET. VEG.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Samen indet. 005	INDET. VEG.	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 001 (cf. Lichenes)	INDET. VEG.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 004 (cf. Quercus) P	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 006 P	OTHER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 007 (Leiterplatte)	INDET. VEG.	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 008 (Pilz-Fruchtkörper)	FUNGI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 009 S	OTHER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 010 (Blatt)	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 011 P	OTHER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bryophyta St.	BRYOPHYTA	0,00	0,00	1,50	2,00	10,00	7,50	20,83	0,00	0,00	21,25	78,21	9,00	4,09	95,63	0,00	1,58	3,57	160,00	3,53	1,88	0,00
Bryophyta Blättchen	BRYOPHYTA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	66,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00
Athyrium spec. Sporangium	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Filicales Sporangium indet.	TREE/SHRUB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Coenococcum geophilum	FUNGI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Sclerotia	FUNGI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Chitin indet. P	ZOOLOG.	1,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	8,33	0,00	1,67	23,75	9,64	6,00	6,82	35,63	0,00	0,00	0,00	9,00	7,94	0,00	7,50
Chironomidae Larven	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coleoptera Elytra & P	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53	0,00
Diptera Flügel	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00
Daphnia spec. Ehippia	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,94	8,33	0,00	1,67	5,00	0,00	0,00	6,82	19,69	3,75	0,79	0,71	0,00	1,76	0,94	11,79
Insecta indet. Luftsack	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00
Nepheleis octoculata Eier	ZOOLOG.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acari - Oribatida	ZOOLOG.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ostracoda Schalen	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sialis Mandibel	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tipulidae Larven	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trichoptera Köcher	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trichoptera	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Frontoclypeus	ARTHROPODA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koprolithen	ZOOLOG.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Minerogene Partikel >1mm	MINEROGENIC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Minerogene Partikel >0,5mm	MINEROGENIC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Haar (Kontamination)	OTHER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mikroplastik (Kontamination)	OTHER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,81	27,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle A5-3: Teil der Tabelle aller gefundenen Makroreste aus den 41 makrorestanalytisch bearbeiteten Sedimentproben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) bezogen auf 15cm³.

Tiefe [cm]	352,6	363,6	384,1	402,8	408,5	425,9	430,3	440,1	458,1	468,1	478,1	488,1	495,8	508,1	519,6	530,6	545,6	552,6	558,6	571
Volumen [cm ³]	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Picea abies N	48,33	5,00	53,82	63,75	135,65	26,25	108,60	91,36	195,00	207,69	50,36	144,23	69,00	20,25	78,46	66,82	0,00	0,00	0,00	0,00
Picea abies Stängel	0,00	0,00	0,00	2,25	3,26	0,00	0,00	2,73	0,00	0,00	0,00	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Picea abies S	0,00	0,00	0,00	0,00	2,61	0,00	0,00	2,73	3,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Abies alba N	0,00	0,00	2,65	0,00	5,22	0,00	0,00	0,68	0,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Larix decidua N	0,00	0,00	0,88	0,00	1,30	0,00	0,60	0,68	0,00	1,15	3,21	0,00	7,50	0,75	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00
Juniperus communis N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	3,41	3,46	2,31	1,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinus sylvestris/mugo N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinus cembra N	0,00	0,00	0,00	6,75	0,00	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinus cembra Kurztrieb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinus spec. S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinus spec. N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,85	1,15	0,00	0,00	0,00	9,75	0,00	0,00	0,00	4,09	0,00	0,00
Pinaceae KS	18,33	8,33	45,88	45,75	78,91	25,00	48,60	27,95	47,31	110,77	190,71	53,08	15,00	0,00	19,62	2,73	0,00	1,36	0,00	0,00
Pinaceae Samenflügel	0,83	0,00	0,88	7,50	18,26	0,00	8,40	4,09	10,38	10,38	6,43	1,15	0,00	6,75	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinaceae	0,83	0,00	6,18	26,25	55,43	13,75	13,20	0,68	6,92	24,23	110,36	8,08	25,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00
Mikrosporophyll																				
Pinaceae Periderm	0,00	41,67	2,65	21,00	20,87	11,25	14,40	0,00	15,00	9,23	4,29	0,00	106,50	3,00	38,08	48,41	0,00	1,36	0,00	0,00
Pinaceae S.Indet.	1,67	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	3,60	2,05	0,00	0,00	3,21	0,00	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinaceae Zapfenteil	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nadeln indet.	0,00	38,33	180,00	116,25	165,65	57,50	128,40	124,77	256,15	195,00	272,14	353,08	322,50	285,00	131,54	112,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Kurztrieb indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
Betula nana F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00
Betula sect. alba F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00
Betula pendula F	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Betula pubescens F	0,83	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vaccinium spec.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fruchthülle																				
Vaccinium vitis-idea Blatt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Substantia lignosa P	20,83	48,33	116,47	184,50	136,30	91,25	387,00	634,09	300,00	381,92	266,79	88,85	250,50	334,50	111,92	95,45	1,15	28,64	3,33	6,00
Knospenschuppen indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00
Cyperaceae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fruchtschlauch																				
Cyperaceae F	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00
tricapellat																				
Halm indet. P	0,00	0,00	4,41	1,50	0,00	0,00	1,80	0,68	1,15	0,00	0,00	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00
Blattreste indet. P	30,00	3,33	20,29	111,00	342,39	210,00	274,80	3409,09	4,62	578,08	2193,21	42,69	348,00	0,00	116,54	206,59	6,92	0,00	0,00	5,00
Vegetativ indet.	7,50	23,33	47,65	16,50	32,61	0,00	25,20	47,05	65,77	73,85	81,43	40,38	214,50	0,00	53,08	51,82	31,15	12,27	0,00	11,00
Wurzeln	0,00	0,00	0,00	6,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wurzeln Mykorrhiziert	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,73	0,00	0,00
Potamogeton natans S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle A5: 4. Teil der Tabelle aller gefundenen Makroreste aus den 41 makrorestanalytisch bearbeiteten Sedimentproben aus dem Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich) bezogen auf 15cm³.

Tiefe [cm]	352,6	363,6	384,1	402,8	408,5	425,9	430,3	440,1	458,1	468,1	478,1	488,1	495,8	508,1	519,6	530,6	545,6	552,6	558,6	571
Ranunculaceae S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Samen indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00
Samen indet. 002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
Samen indet. 003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83
Samen indet. 005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 001 (cf. Lichenes)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
Indet. 004 (cf. Quercus) P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00
Indet. 006 P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 007 (Leiterplatte)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 008 (Pflz-Fruchtkörper)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 009 S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 010 (Blatt)	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indet. 011 P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,67
Bryophyta St.	2,50	3,33	40,59	24,75	9,78	5,00	6,00	2,73	2,31	13,85	0,00	2,31	0,00	15,75	0,00	0,00	0,00	0,00	5,45	0,00
Bryophyta Blättchen	0,00	0,00	0,00	5,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	0,00
Athyrium spec.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sporangium																				
Filicales Sporangium indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coenococcum geophilum	0,00	0,00	0,00	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sclerotia																				
Chitin indet. P	0,00	1,67	45,00	12,00	33,26	5,00	19,80	81,14	25,38	30,00	70,71	1,15	13,50	12,75	53,08	60,00	2,31	16,36	1,67	2,00
Chironomidae Larven	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	0,00
Coleoptera Elytra & P	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00	1,20	9,55	0,00	3,46	0,00	2,31	0,00	0,00	8,08	6,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Diptera Flügel	0,00	0,00	0,00	0,75	0,65	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Daphnia spec. Ephippia	0,00	3,33	3,53	3,00	1,30	1,25	0,00	0,00	0,00	2,31	7,50	8,08	1,50	0,00	0,00	96,82	36,92	49,09	43,33	0,00
Insecta indet. Luftsack	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nepheleis octoculata Eier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aeari - Oribatida	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	3,00	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ostracoda Schalen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Statis Mandibel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00
Tipulidae Larven	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trichoptera Köcher	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trichoptera Frontoclypeus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koprolithen	0,00	0,00	0,00	54,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mirerogene Partikel >1mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	0,00	0,75	0,00	10,38	0,00	7,50	0,00	6,00
Mirerogene Partikel >0,5mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	3,46	0,00	2,31	0,00	77,25	2,31	34,62	0,00	30,00	39,17	23,00
Haar (Kontamination)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mikroplastik (Kontamination)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	0,00	0,00	0,00	5,77	0,00	3,46	0,00	0,00	0,00

Tafel 1: Fotos der gefundenen Makroreste von Bäumen und Sträuchern aus den Sedimenten des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich).
 Alle Fotos von M.V. Ladurner, 2020.



Picea abies-Nadeln aus 216.1 cm Sedimenttiefe
 (Alter 1854 Jahre cal. BP).



Abies alba-Nadeln aus 384.1 cm Sedimenttiefe
 (Alter 3295 Jahre cal. BP).



Picea abies-Stängel aus 216.1 cm Sedimenttiefe
 (Alter 1854 Jahre cal. BP).



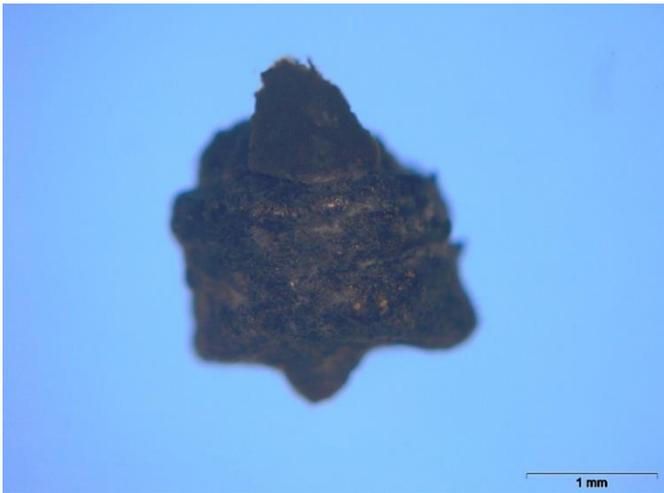
Pinus sylvestris/mugo-Nadeln aus 440.1 cm
 Sedimenttiefe (Alter 5831 Jahre cal. BP).



Larix decidua-Nadeln aus 156.1 cm Sedimenttiefe
 (Alter 1133 Jahre cal. BP).



Pinus cembra-Nadeln aus 156.1 cm
 Sedimenttiefe (Alter 1133 Jahre cal. BP).



Wedelteil von *Cystopteris* aus 109.1 cm Sedimenttiefe (Alter 674 Jahre cal. BP).



Picea-Samen aus 216.1 cm Sedimenttiefe (Alter 1854 Jahre cal. BP).



Pinaceae-Mikrosporophyllteile aus 216.1 cm Sedimenttiefe (Alter 1854 Jahre cal. BP).



Pinaceae-Knospenschuppen aus 324.6 cm Sedimenttiefe (Alter 2540 Jahre cal. BP).



Betula pendula-Frucht aus 384.1 cm Sedimenttiefe (Alter 3295 Jahre cal. BP).



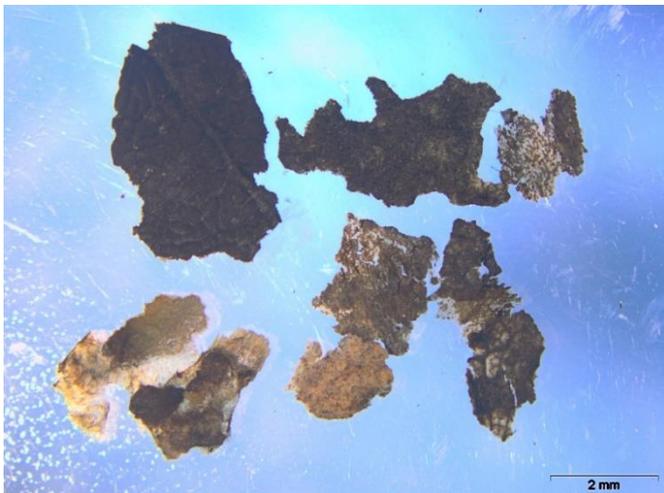
Substantia lignosa-Teile aus 508.1 cm Sedimenttiefe (Alter 10320 Jahre cal. BP).



Betula pubescens-Frucht aus 352.6 cm Sedimenttiefe (Alter 3055 Jahre cal. BP).



Betula pendula- (links) und *B. pubescens*-Frucht (rechts) aus 295.1 cm Sedimenttiefe (Alter 2475 Jahre cal. BP).



Blattreste aus 109.1 cm Sedimenttiefe (Alter 674 Jahre cal. BP).



Knospenschuppe indet. aus 558.6 cm Sedimenttiefe (Alter 13244 Jahre cal. BP).



Pinaceae-Periderm aus 508.1 cm Sedimenttiefe (Alter 10320 Jahre cal. BP).



Samen von *Pinus* aus 508.1 cm Sedimenttiefe (Alter 10320 Jahre cal. BP).

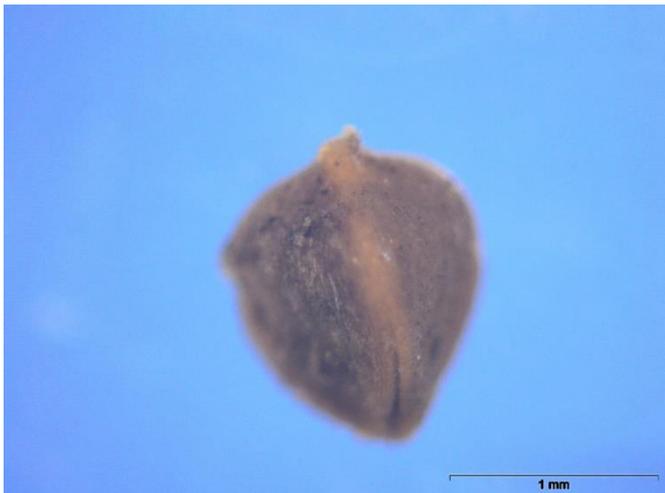
Tafel 2: Fotos der gefundenen Makroreste von Sauergräsern, Farnen und Vegetativen Resten aus den Sedimenten des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). Alle Fotos von M.V. Ladurner, 2020 und 2022.



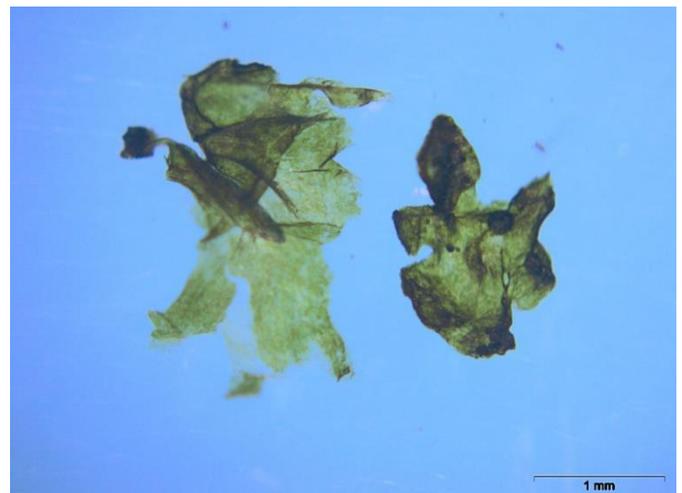
Cyperaceae-Fruchtschläuche aus 216.1 cm Sedimenttiefe (Alter 1854 Jahre cal. BP).



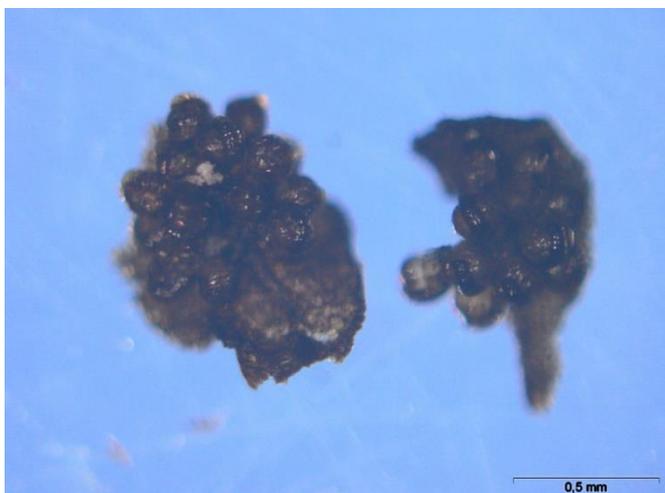
Halme indet. aus 295.1 cm Sedimenttiefe (Alter 2475 Jahre cal. BP).



Cyperaceae-Frucht tricapellat aus 216.1 cm Sedimenttiefe (Alter 1854 Jahre cal. BP).



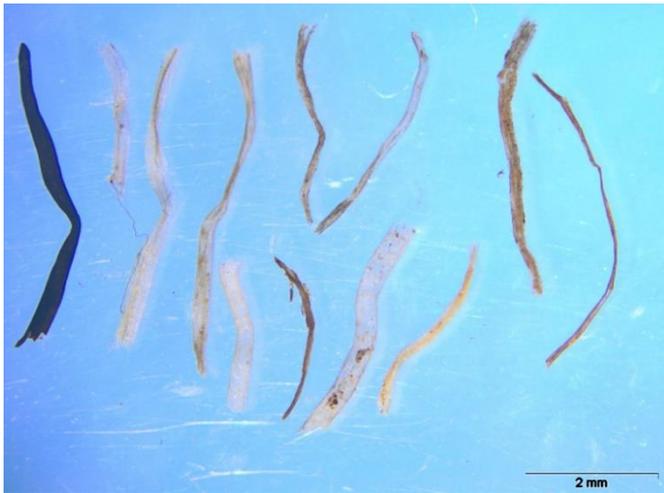
c.f. Lichenes (Indet 001) aus 558.6 cm Sedimenttiefe (Alter 13244 Jahre cal. BP).



Filicales-Sporangia aus 295.1 cm Sedimenttiefe (Alter 2475 Jahre cal. BP).



Indet 007 Leiterplatte aus 42.8 cm Sedimenttiefe (Alter 281 Jahre cal. BP).



Wurzeln aus 64.1 cm Sedimenttiefe
(Alter 413 Jahre cal. BP).



Mykorrhizierte Wurzeln aus 216.1 cm
Sedimenttiefe (Alter 1854 Jahre cal. BP).



Bryophyta aus 216.1 cm Sedimenttiefe
(Alter 1854 Jahre cal. BP).



Bryophyta aus 216.1 cm Sedimenttiefe
(Alter 1854 Jahre cal. BP).



Bryophyta-Blättchen (von Braunmoosen, Amblystegiaceae)
aus 295.1 cm Sedimenttiefe (Alter 2475 Jahre cal. BP).



Vaccinium-Fruchthülle aus 295.1 cm Sedimenttiefe
(Alter 2475 Jahre cal. BP).



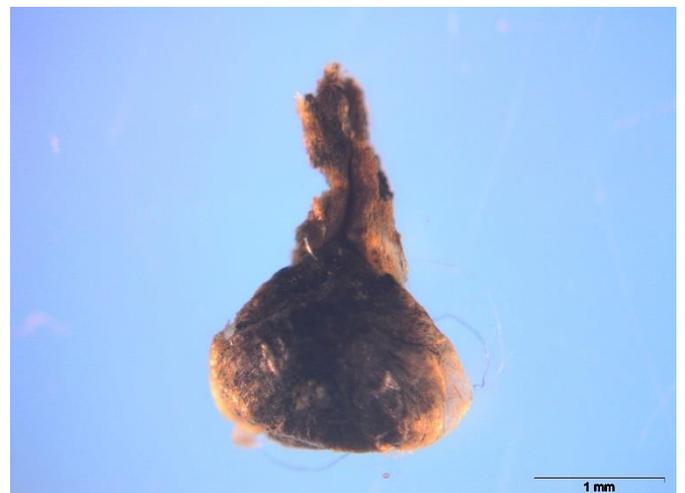
Blatt indet. aus 165.9 cm Sedimenttiefe
(Alter 1214 Jahre cal. BP).



Juniperus communis-Nadel aus 303.6 cm
Sedimenttiefe (Alter 2540 Jahre cal. BP).



Vaccinium vitis-idea-Blatt aus 303.6 cm
Sedimenttiefe (Alter 2540 Jahre cal. BP).



Samen indet. aus 468.1 cm Sedimenttiefe
(Alter 7294 Jahre cal. BP).



Samen indet. aus 519.6 cm Sedimenttiefe
(Alter 10845 Jahre cal. BP).



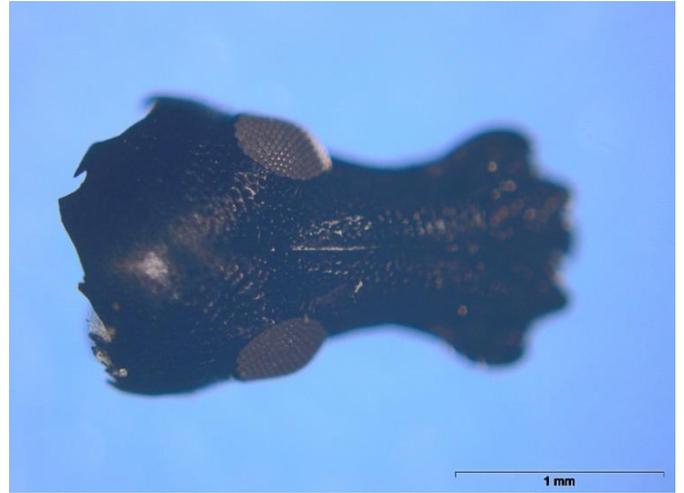
c.f. Lichenes aus 571 cm Sedimenttiefe
(Alter 14202 Jahre cal. BP).

Tafel 3: Fotos der gefundenen Makroreste von Insekten und Anderem aus den Sedimenten des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich).

Alle Fotos von M.V. Ladurner, 2020.



Insekten-Chitin (Coleoptera) aus 384.1 cm Sedimenttiefe (Alter 3295 Jahre cal. BP).



Insekten-Chitin (c.f. Coleoptera-Kopfteil) aus 440.1 cm Sedimenttiefe (Alter 5831 Jahre cal. BP).



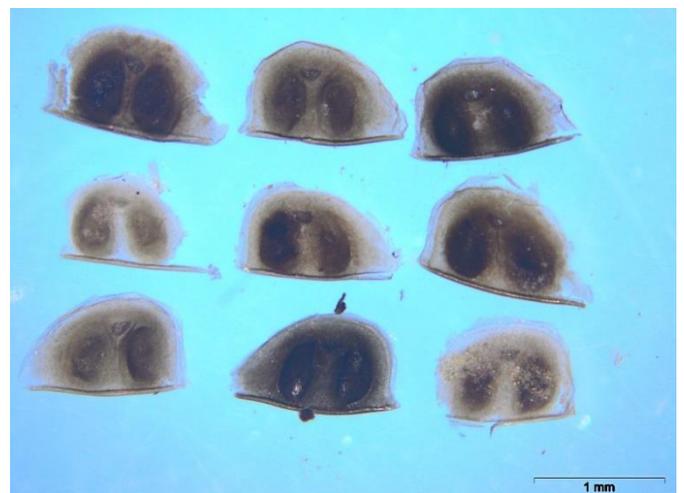
Coleoptera-Chitin aus 440.1 cm Sedimenttiefe (Alter 5831 Jahre cal. BP).



Diptera-Flügel aus 440.1 cm Sedimenttiefe (Alter 5831 Jahre cal. BP).



Luftsack Insecta aus 216.1 cm Sedimenttiefe (Alter 1854 Jahre cal. BP).



Daphnia-Ephippia aus 558.6 cm Sedimenttiefe (Alter 13244 Jahre cal. BP).



c.f. Pilz Fruchtkörper (Indet 008) aus 216.1 cm Sedimenttiefe (Alter 1854 Jahre cal. BP).



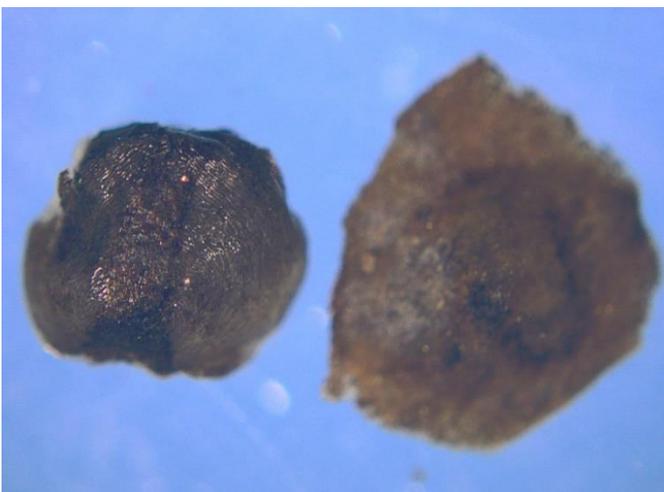
Coenococcum geophilum-Sklerotium aus 295.1 cm Sedimenttiefe (Alter 2475 Jahre cal. BP).



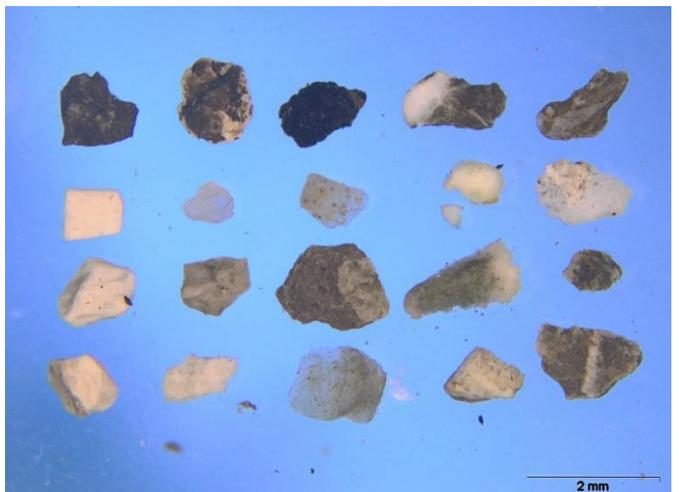
Indet 005 Samen aus 11.6 cm Sedimenttiefe (Alter -12 Jahre cal. BP).



Indet 003 Samen aus 558.6 cm Sedimenttiefe (Alter 13244 Jahre cal. BP).



Indet 006 aus 440.1 cm Sedimenttiefe (Alter 5831 Jahre cal. BP).



Minerogene Partikel aus 508.1 cm Sedimenttiefe (Alter 10320 Jahre cal. BP).