

# Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung im oberen Toggenburg, Kanton St. Gallen

Autor(en): **Burga, Conradin A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **85 (1991)**

PDF erstellt am: **22.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-832749>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# **Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetations- entwicklung im oberen Toggenburg, Kanton St.Gallen**

Conradin A. Burga

PD Dr. Conradin A. Burga, Geographisches Institut der  
Universität Zürich, Winterthurerstraße 190, 8057 Zürich

## **Inhaltsverzeichnis**

Zusammenfassung . . . . .	28
1. Lage der Bohrstelle am unteren Schwendisee . . . . .	28
2. Stratigraphie . . . . .	29
3. Pollenanalytische Auswertung . . . . .	30
3.1. Diagramm-Abschnitte (Biozonen)	
3.2. Vegetationsentwicklung im Spätglazial und im Holozän	
4. Literatur . . . . .	42

## **Zusammenfassung**

Das an der westlichen Verlandungszone des unteren Schwendisees (oberes Toggenburg bei Wildhaus, Kanton St.Gallen, Schweiz) gebohrte Profil wurde pollenanalytisch untersucht. Der untere Profilabschnitt von 500–710 cm Tiefe umfaßt die Zeit von der Ältesten Dryas bis zum Boreal. Die spät- und postglaziale Vegetationsentwicklung im oberen Toggenburg erfolgte in den folgenden Etappen:

1. Praktisch vegetationslose Zeit kurz nach dem Abschmelzen der spät-eiszeitlichen Gletscher (Beginn Älteste Dryas).
2. Wermut-Steppe mit Meerträubel und zahlreiche lichtliebende Kräuter (Älteste Dryas).
3. Spätglaziale Wiederbewaldung durch Birke, Waldföhre und Arve. Die Sträucher (Weide, Wacholder, Sanddorn) bilden oft deren Vorphase (Bölling- und Alleröd-Interstadial).
4. Klimarückschlag während der Jüngeren Dryas: Schwacher Rückgang der Bäume, Zunahme der Kräuter.
5. Nacheiszeitliche Laubwaldentwicklung mit reichlich Hasel: zunächst dominieren Ulme und Linde, später Ulme und Eiche/Ahorn (Prä-boreal-Boreal).
6. Einwanderung und Ausbreitung der Fichte und Rückgang des Eichenmischwaldes (Älteres Atlantikum).
7. Ausbreitung der Tanne und Einwanderung der Buche (Jüngeres Atlantikum).
8. Ausbreitung der Buche und Rückgang der Tanne (Subboreal).
9. Rückgang von Fichte und Buche, erneute Tannen-Ausbreitung. Menschliche Beeinflussung der Vegetation durch Rodung, Ackerbau, Alpweide, Aufforstungen (Subatlantikum).

### **1. Lage der Bohrstelle am unteren Schwendisee**

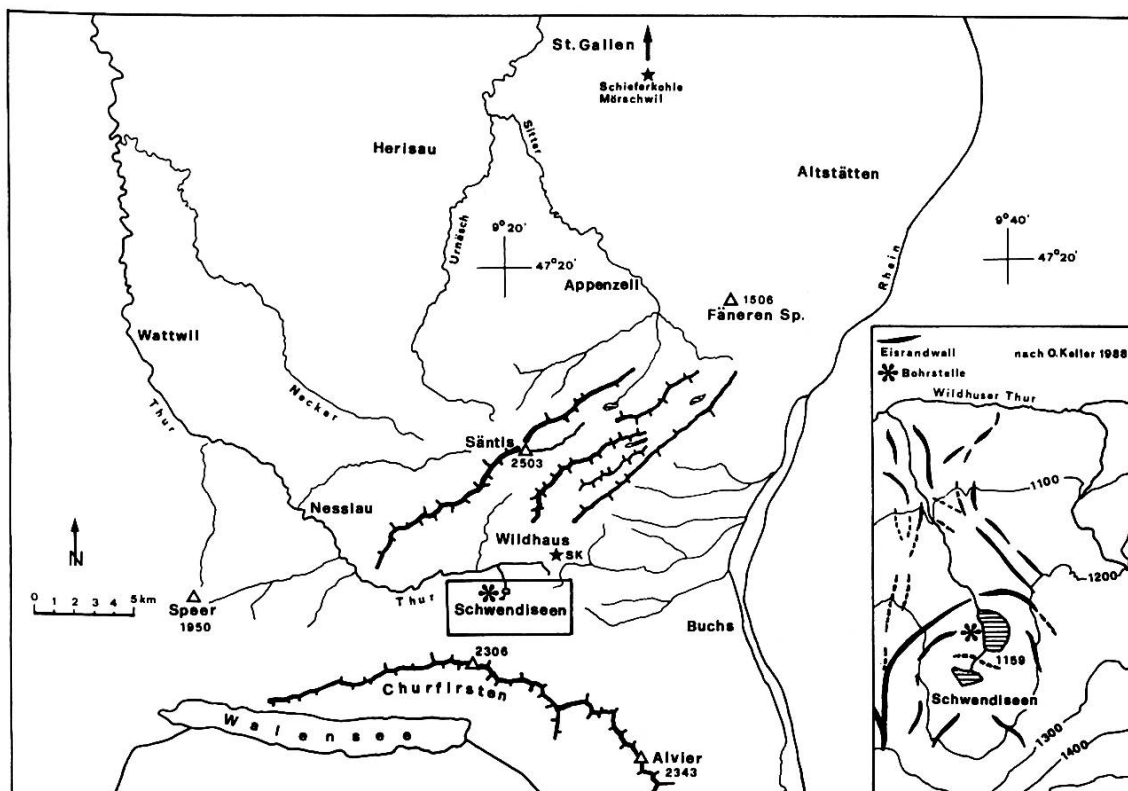
Beide Schwendiseen liegen in Kreide-Sedimenten (Säntis-Decke) im glazial ausgetieften ehemaligen Zungenbecken des Schwendi-Gletschers. Mehrere Endmoränen-Staffeln umschließen die beiden Seebecken. Nach O. Keller (1988) entspricht der die beiden Seebecken ehemals überdeckende späteiszeitliche Gletscherstand einer Schneegrenze von 1550 m ü.M. Chronologisch werden diese Gletscherstände von O.Keller zu den innersten Weißbad-Ständen (im Rheintal zum Feldkirch-

oder Sargans-Stadium) zugeordnet, was jedenfalls ein spätglaziales Alter zwischen 15 000 und 17 000 Jahre vor heute bedeutet (vgl. Fig. 1).

Am 18. Oktober 1984 wurden zwei etwas gegeneinander versetzte Profile in der westlichen Verlandungszone des unteren Schwendisees (1159 m ü.M.) erbohrt. Die Verlandungszone besteht hauptsächlich aus einem Cyperaceae-Schwingrasen, der stellenweise durch *Sphagnum* und Braunmoose ersetzt ist (Foto 1).

## 2. Stratigraphie

- 0– 15 cm Moostorf (*Sphagnum*, Braunmoose)
- 15 –380 cm Cyperaceae-Torf, schwach bis mäßig zersetzt
- 380 –395 cm stark zersetzter Torf, dunkelbraun-schwarz
- 395 –407 cm Übergang zu Kalkgyttja
- 407–425 cm Kalkgyttja mit Conchylien, ockergelb
- 425 –433 cm Moostorf, hellbraun



Figur 1  
Lage der Schwendisee im oberen Toggenburg und der Schieferkohle-Vorkommen.

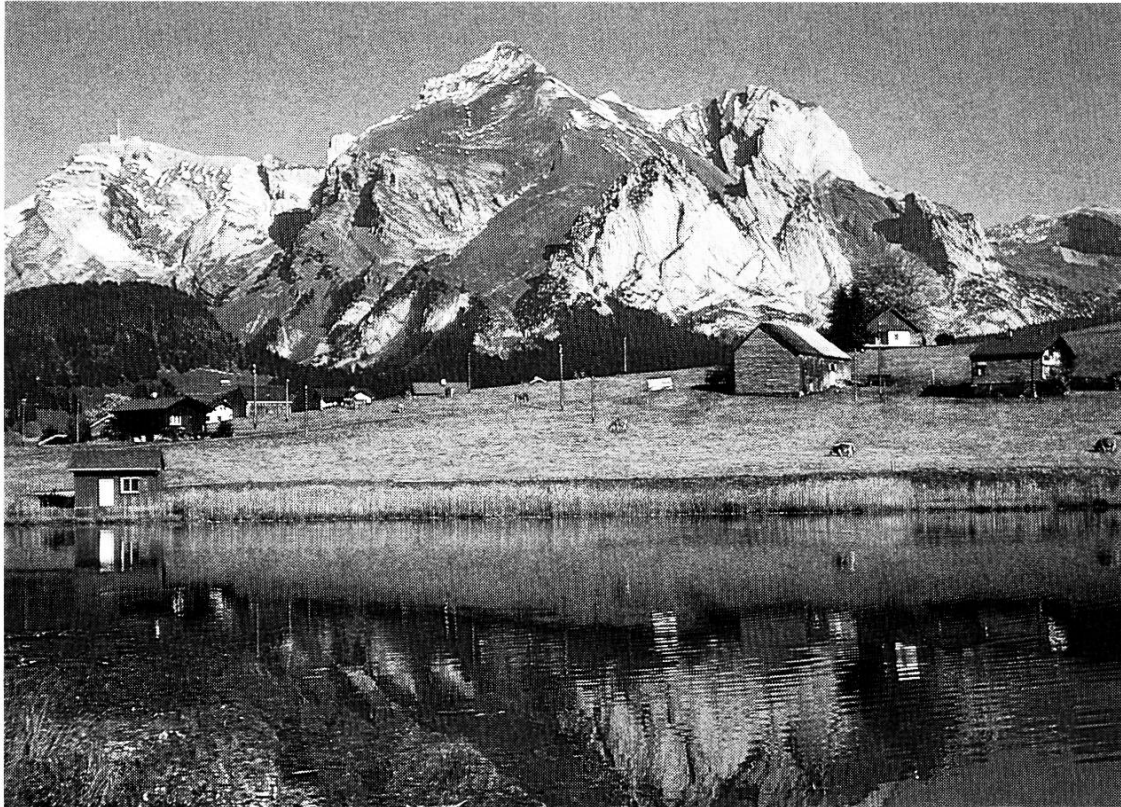


Foto 1

Ansicht des unteren Schwendisees mit Blick nach Nordosten zum Wildhauser Schafberg (Mitte) und dem Säntis-Gipfel (links). Aufnahme vom 18. Oktober 1984.

433 – 440 cm	Kalkgyttja, ockergelb
440–450 cm	Moostorf, hellbraun
450–460 cm	Kalkgyttja mit Conchylien
460–490 cm	Moostorf (Braunmoose), hellbraun
490–530 cm	Kalkgyttja mit Moosresten, grau
530 – 552 cm	Kalkgyttja mit Conchylien, ockergelb
552 – 680 cm	Ton, grau, plastisch
680–710 cm	Ton, grau, mit eckigen Steinchen im cm-Bereich

### 3. Pollenanalytische Auswertung

Der untersuchte Profilabschnitt von 500 bis 710 cm Tiefe wurde pollenanalytisch ausgewertet. Deren Resultate sind nachfolgend dargestellt (vgl. Pollendiagramm Fig. 2).

### 3.1. Diagramm-Abschnitte (Biozonen)

DA

- 1 Krautarme *Pinus sylvestris/mugo-Betula*-Phase mit umgelagerten Baumpollen (vegetationsfrei?).
- 2 Nichtbaumpollenreiche *Artemisia*-Gramineae-*Pinus*-Phase mit Steppezeigern: *Ephedra*, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, *Helianthemum*, Compositae (Wermut-Gänsefuß-Steppe).
- 3 Strauchreiche *Betula-Pinus sylvestris/mugo-Juniperus*-Gramineae-Phase (lichte Birken-Parkbestände mit Wacholder).
- 4 *Pinus sylvestris/mugo-Betula-Pinus cembra*-Gramineae-Phase mit ersten Arven-Beständen (lichter Föhrenwald).
- 5 Krautpollenreiche *Pinus sylvestris/mugo*-Gramineae-*Artemisia*-Phase (Föhrenwaldsteppe mit Arve).
- 6 Eichenmischwald-*Betula-Pinus sylvestris/mugo*-Phase mit *Abies*- und *Hedera*-Einwanderung (Laubwald, Eichenmischwald).
- 7 Eichenmischwald-*Corylus-Betula*-Gramineae-Phase mit *Abies*-Einwanderung und ersten *Picea*-Pollenfunden (haselreicher Laubwald).

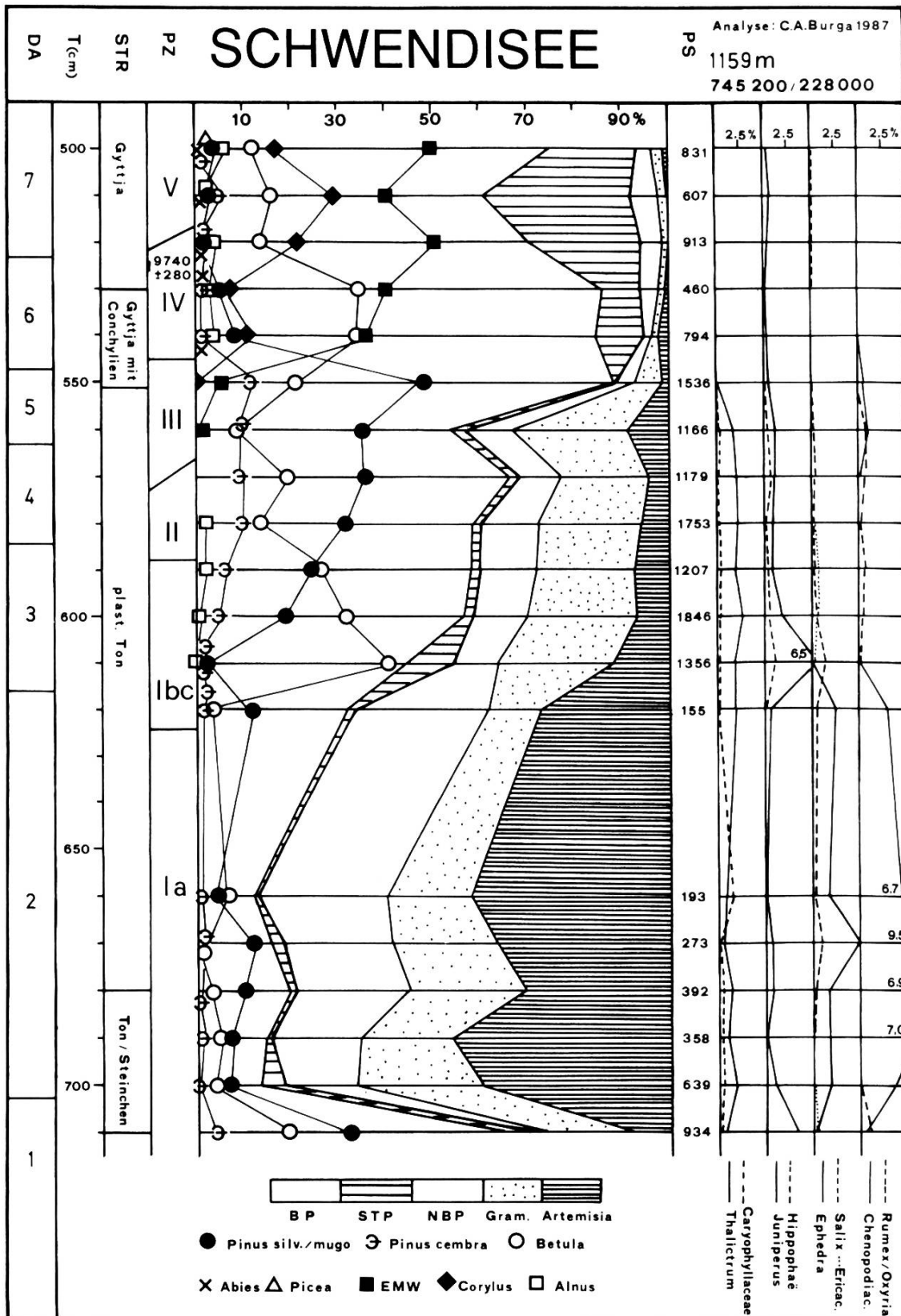
### 3.2. Vegetationsentwicklung im Spätglazial und im Holozän

Das Pollendiagramm widerspiegelt im wesentlichen fünf Etappen der spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung:

1. Praktisch vegetationslose Zeit (DA 1): Älteste Dryas (Ia), ca. 15 000 Jahre vor heute (= v.h.).
2. Entwicklung einer Wermutsteppen-Vegetation (DA 2): Älteste Dryas (Ia), ca. 14 000 bis 13 000 Jahre v.h.
3. Spätglaziale Wiederbewaldung durch Birke, Waldföhre und Arve (DA 3 und 4): Bölling (Ib)- und Alleröd (II)-Interstadial, ca. 13 000 bis 12 000 Jahre v.h.
4. Klimarückschlag (Kräuterphase, DA 5) während der Jüngeren Dryas (III), ca. 11 000 bis 10 200 Jahre v.h.
5. Nacheiszeitliche Laubwaldentwicklung (DA 6 und 7), nach 10 200 Jahren v.h.

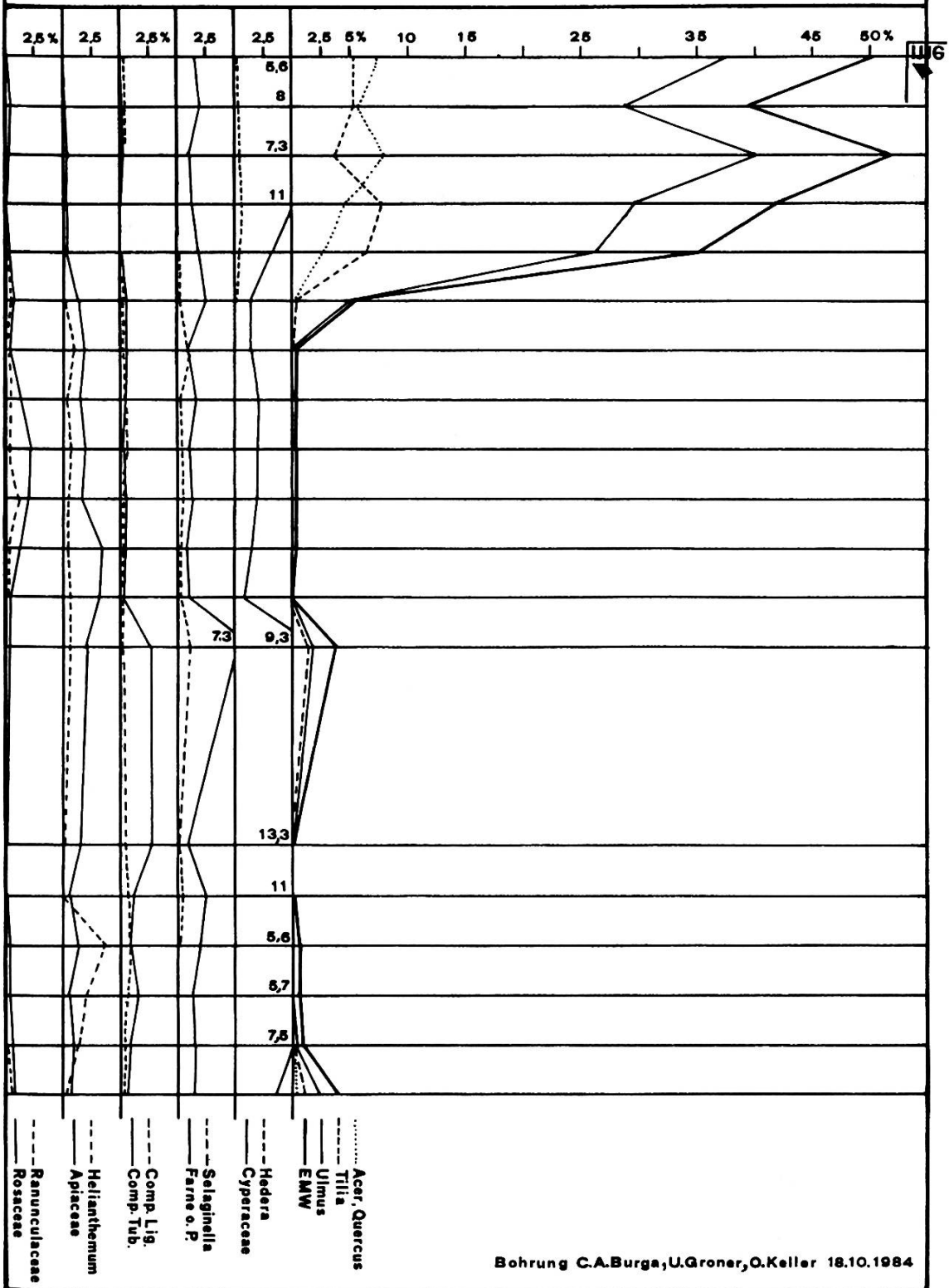
Nach dem Rückschmelzen des späteiszeitlichen Schwendi- bzw. Thurgletschers vor etwa 15 000 Jahren etablierten sich im oberen Toggenburg für rund 2000 Jahre Kräuter- und Grasfluren, welche aus typischen Vertretern einer Steppenvegetation bestanden.





Figur 2  
Pollendiagramm Schwendisee, 1159 m ü. M.  
Dachnowsky-Bohrung vom 18. Oktober 1984, Analyse: C. A. Burga 1987.

# Nebendiagramme



Es sind dies heliophile, wärmeliebende, oft konkurrenzschwache, sogenannte protokratische Florenelemente, wie *Ephedra*, *Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Helianthemum*, *Thalictrum* sowie gewisse *Compositae*. Interessant ist auch festzustellen, daß bereits von Anfang an *Cyperaceae*-Rasen am Seeufer vorhanden waren, wie dies die beträchtlichen Pollenfunde an der Basis des Profils bekunden.

Unsere heute bestandbildenden Waldbäume, wie Buche, Tanne, Fichte, Eiche, Ulme, Linde, Esche, Ahorn, befanden sich damals noch weit entfernt vom Toggenburg in ihren eiszeitlichen Refugien südöstlich, südlich und westlich der Alpen.

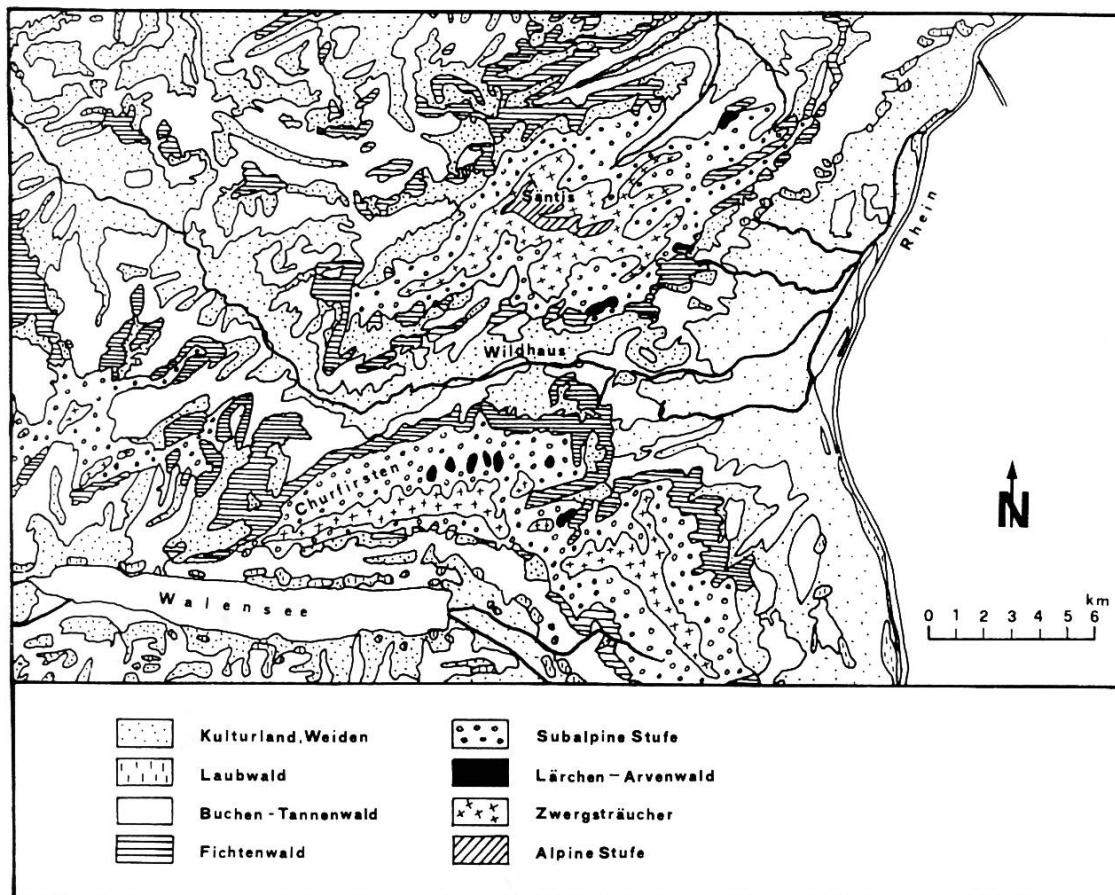
Näher im Gebiet waren die Waldföhre, die Birke und die Arve. Diese drei Holzarten wanderten als erste ins obere Toggenburg ein, und zwar in der Reihenfolge Birke – Waldföhre – Arve. Dies geschah zur Zeit der späteiszeitlichen Warmphasen (Bölling- und Alleröd-Interstadial) vor etwa 12 500 Jahren.

Besonders bemerkenswert ist das frühe Auftreten der *Ericaceae*, und zwar synchron zum Kurvenanstieg von *Pinus sylvestris* und *Pinus cembra*. Offensichtlich wanderten die subalpinen Nadelhölzer gemeinsam mit ihrem typischen Zwergstrauch-Unterwuchs ein. Es handelt sich hier vor allem um Pollen des Typus *Vaccinium* und *Calluna*. Dieses Phänomen konnte bisher eher selten in den Zentralalpen beobachtet werden (C. A. Burga, 1980, 1988).

Ferner ist das spätglaziale Auftreten der Arve (aber ohne Lärche) im oberen Toggenburg sehr bemerkenswert. Dieser zentralalpine Nadelbaum zeigt eine deutliche Einwanderungsbewegung seit Anfang des Bölling-Interstadial (Ib) mit einem Höhepunkt im Alleröd (II) und einem endgültigen Rückgang anfangs Postglazial. Sein häufiger Begleiter, die Lärche, wird durch erste Pollenfunde erst seit dem Boreal (DA 7, V), also rund 4000 Jahre später, sehr schwach dokumentiert. Sie fehlte also ganz während der späteiszeitlichen und frühholozänen Wiederbewaldungsphase.<sup>1)</sup> Die heute vorhandenen natürlichen, disjuncten Arvenbestände des Alvier-Churfürsten- und Säntis-Gebiets (vgl. Flora der Kantone St. Gallen und beider Appenzell von H. Seitter, 1989) sind somit als Spätglazial-Relikte zu deuten (vgl. Fig. 3).

Ob nun diese tatsächliche Tertiärrelikte sind, wie dies in der betreffenden Flora dargestellt wird, ist eher zu bezweifeln, denn die tieferen Teile

<sup>1)</sup> Nach der Flora von H. Seitter (1989) kommt die Lärche nur im Oberland und Alvier-Gebiet bis über Gams und am Säntis natürlich vor.



Figur 3  
Vegetationskarte zum Gebiet Säntis-Churfirsten-Alvier. Nach E. Schmid, 1949.

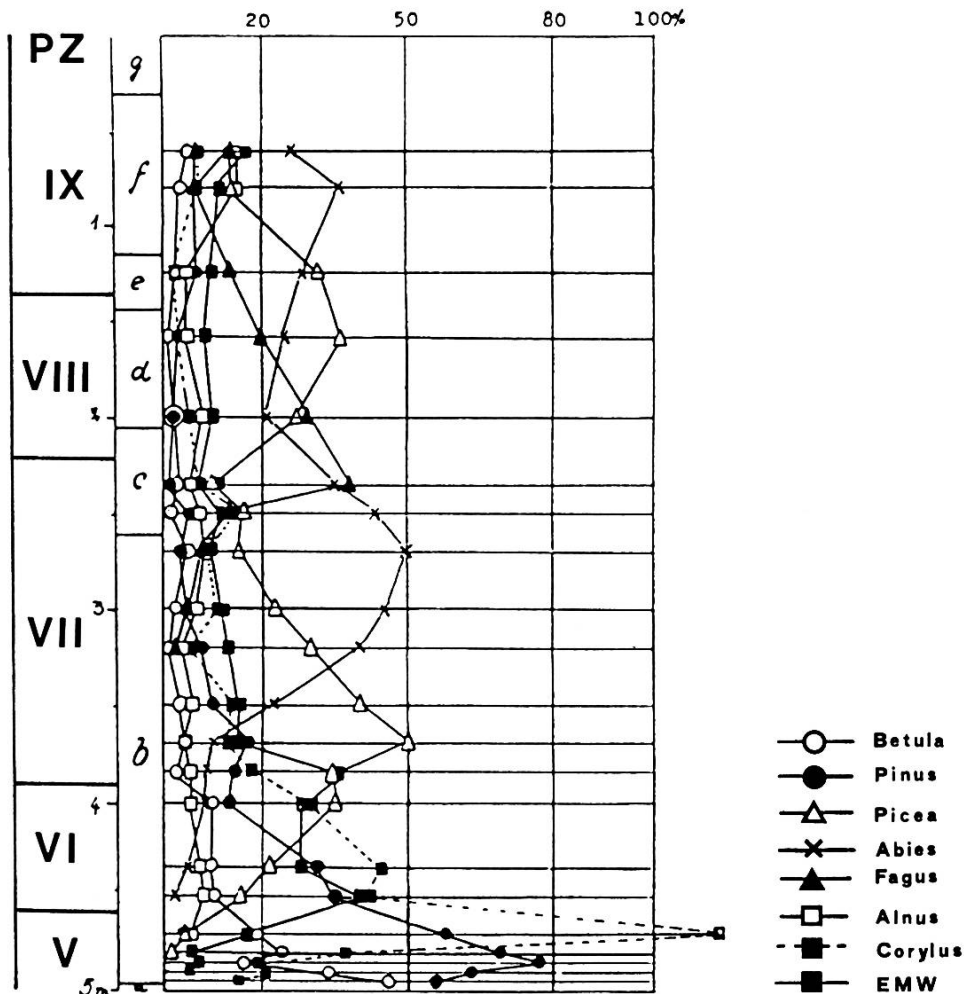
des Pollendiagramms und das nahegelegene Schieferkohle-Profil von Wildhaus-Egg (M. Welten, 1988) enthalten praktisch keine Arven-Pollen. Die geringen Arven-Prozentwerte im Profil Schwendisee liegen innerhalb der statistischen Trennschärfe von *Pinus sylvestris/mugo* und *Pinus cembra*.

Dieses deutliche frühe Auftreten der Arve ist jedenfalls sehr bemerkenswert, wenn wir bedenken, daß in den Zentralalpen Graubündens und des Wallis nur geringe Hinweise hierfür vorliegen (vgl. C.A. Burga 1988). Eine solche frühe Arven-Präsenz in den Voralpen könnte auf einen nordöstlichen Einwanderungsweg dieses Nadelbaumes hinweisen, für dessen Immigration bisher kaum Anhaltspunkte aus den Alpen vorliegen. Diese erste Wiederbewaldungsphase, welche in der Späteiszeit bis etwa in die heutige obere Montanstufe um 1200 m ü.M. des Toggenburgs gereicht haben dürfte, wurde nach einer kurzen, undeutlichen Phase des Klimarückschlags der Jüngeren Dryas (III) vom rasch eingewanderten

nacheiszeitlichen Laub(misch)wald abgelöst. Wie das Pollendiagramm zeigt, erreichten schon vor 9800 Jahren v.h. die Ulme und Linde (vorwiegend Winterlinde) beträchtliche Werte von 27% bzw. 7%. Außerdem spielten die Birke und dann besonders die nachrückende Hasel eine wichtige Rolle in der Zusammensetzung der Waldvegetation. Die Erlen (besonders *Alnus incana*), bereits im Spätglazial in einigen Spuren vorhanden, beginnen anfangs Postglazial sich deutlicher bemerkbar zu machen. Die Gegend der heutigen Schwendiseen war also während rund 2000 Jahren von praktisch reinen Laubwaldbeständen eingenommen. Dabei dominierte stets die Ulme über Winterlinde und Eiche/Ahorn. Letztere gewannen im Lauf des Boreals (V) etwas an Bedeutung. In der mitteleuropäischen Vegetationsgeschichte ist die am häufigsten festgestellte Einwanderungsabfolge der Eichenmischwald-Komponenten Ulme – Eiche – Linde. Das hier deutlich frühere Auftreten der Linde könnte im Zusammenhang mit der Föhntal-Situation des Gebiets und mit den voralpinen Klimaverhältnissen im allgemeinen stehen. Die heute das Waldbild prägenden Nadelhölzer (Fichte, Tanne) sind im vorliegenden Profilabschnitt noch kaum dokumentiert. Von *Abies* sind erste Pollenfunde im Präboreal (IV), von *Picea* erst Ende Boreal (V) zu verzeichnen.

Das erstmals von Paul Keller (1928) pollenanalytisch untersuchte Profil des unteren Schwendisees (vgl. Fig. 4) reicht in maximal 5 m Tiefe; stellt also sozusagen die Fortsetzung des vorliegenden tieferen Profilabschnitts dar. Die sich in diesem Pollendiagramm abzeichnende Tannen- und Fichteneinwanderung findet in P. Kellers Diagramm die Fortsetzung im Kurvenanstieg zunächst von *Picea* und etwas später von *Abies* im Älteren Atlantikum (VI), wobei zuerst die Fichte zur Dominanz gelangte. Der nachfolgenden Zeit des Jüngeren Atlantikums (VII), welche durch die Tanne beherrscht war, folgte das Subboreal (VIII) mit der Einwanderung und Ausbreitung der Rotbuche. Diese wurde aber während der darauffolgenden Periode menschlichen Einflusses (Subatlantikum, IX, X) zusammen mit der zeitweilig dominierenden Fichte und Tanne deutlich zurückgedrängt.

M. Welten (1988) erwähnt eine Tiefbohrung von 22,20 m am nördlichen Ende des Schwendisees, welche aber nicht weiter untersucht wurde. Von Paul Keller stammen die ersten und bisher ausgedehntesten pollenanalytischen Untersuchungen von Ostschweizer Mooren bzw. Seeablagerungen. 1926 veröffentlichte er seine Untersuchungen zu thurgauischen Mooren (Mooswangerried bei Sirnach, Buhwiler Torfried und Pfahlbau Niederwil bei Frauenfeld). In der Publikation von 1928



Figur 4  
 Pollendiagramm zum Schwendisee von P. Keller, 1928. Die zeitliche Gliederung des Diagramms wurde vom Autor vorgenommen und dem Diagramm links hinzugefügt.

über die nacheiszeitliche Waldentwicklung in der Ostschweiz befindet sich das Pollendiagramm zum Schwendisee, welches hier als Figur 4 wiedergegeben ist. Die Analyse der Sedimente des auf der anderen Talseite gelegenen Schönenbodensees ergaben eine zeitlich geringer lange Abfolge. Ebenso ist das von P. Keller untersuchte Munzenriet von geringer Aussagekraft. Das interessante Moor von Dreihütten nördlich Wildhaus wurde 1976 nochmals mit modernen Methoden von H.P. Wegmüller analysiert. Dieses Profil umfaßt die Zeit von der Jüngeren Dryas (III) bis Subatlantikum (IX, X). In den Profilen von Ballmoos bei Gais und Oberschan im Rheintal stellte H.P. Wegmüller auch Pollen von *Betula nana* für die Zeit der Ältesten Dryas (Ia) fest. Es ist dies eine schöne Bestätigung

für die noch in der Gegend östlich Gais im Foren-Moos (956 m ü.M.) vorkommende Zwergbirke als Glazialrelikt.

1928 publizierte P. Keller in seiner Dissertation ETH Zürich die Resultate über seine umfangreichen pollenanalytischen Untersuchungen im Mittelland, in den Voralpen und im Jura. Außer den schon früher veröffentlichten Thurgauer Mooren sind hier keine weiteren Ostschweizer Objekte enthalten. 1929 und 1935 folgten zwei Schriften zu Mooren des St.Galler Rheintals (Galgenmad, Büsmig und Saxerriet) und zu einem Torflager in der Stadt St.Gallen (Neugasse, Schulhaus St.Leonhard). Die Arbeit von 1933 behandelt die Wald- und Klimageschichte des Fürstentums mit Mooren bei Gossau, Flawil und Hauptwil. Die populärwissenschaftliche Veröffentlichung von 1934 zur Waldgeschichte des Untertoggenburgs bietet in origineller Weise in den vier Abbildungen «Momentaufnahmen» zum jeweiligen Vegetationszustand: Kiefern-, Eichenmischwald-, Buchen- und Tannenzeit.

Den bronzezeitlichen Waldverhältnissen bei St.Gallen widmet sich die Arbeit von H. Oberli (1956).

Die Figur 1 zeigt außer der Bohrstelle am unteren Schwendisee die beiden Schieferkohlen-Vorkommen bei Wildhaus-Egg und Mörschwil-Unterbüel. Beide Lokalitäten wurden mit modernen Methoden 1982 und 1988 von M. Welten pollenanalytisch untersucht. Diese Schieferkohlen-Profile, meistens als Lignite fossilisierte ehemalige Moorsedimente, dokumentieren einen wesentlich älteren Zeitabschnitt (Riß/Würm-Interglazial bis Mittel-/Hochwürm), über den wir weniger Details der Vegetationsentwicklung kennen. Der Grund liegt einmal in der schlechteren Konservierung der Sporomorphen (stärkere Inkohlung) und ferner in der wesentlich geringeren Anzahl von erhaltenen Untersuchungsstellen.

Die Profile von Mörschwil-Unterbüel zeigen im wesentlichen folgende Vegetationsentwicklung von der letzten Zwischeneiszeit seit etwa 125 000 Jahren v.h. bis kurz vor Beginn des würmeiszeitlichen Gletscherhochstandes: Während des Riß/Würm-Interglazials war das nordexponierte Südufer des Bodensees vorwiegend mit Edellaubhölzern und Tannenwäldern bestockt. Beigemengt waren *Taxus*, *Ilex*, *Hedera* und *Alnus*. Da und dort bestanden einige Flachmoore. Mit kühler werdendem Klima wurden die thermophilen Holzarten im Frühwürm (vor etwa 60 000 Jahren v.h.) durch Fichtenwald mit Föhre, Birke und Erika ersetzt. Im nachfolgenden Hochwürm wurde das Gebiet von Mörschwil durch Gletschereis überdeckt.

Das Pollenprofil von M. Welten (1988) der Lokalität Wildhaus-Egg soll einen Zeitraum von Riß-Spätglazial bis Frühwürm umfassen. Die Schieferkohle-Lagen wurden vom Bearbeiter als Riß/Würm-Interglazial interpretiert. Den Pollen- und Sporenfunden zufolge entwickelte sich zunächst eine Eichenmischwald-Vegetation mit Hasel, die etwas später durch Hainbuche und Tanne abgelöst wurde. Während der ganzen Wärme-Periode waren Erlen und etwas Birken vorhanden. Mit einem durchschnittlichen Anteil von 20 % kamen Föhre und Fichte vor. Die nachfolgenden Frühwürm-Interstadiale sind im wesentlichen durch Phasen von Föhre und Fichte, die dazwischen liegenden Stadiale dagegen durch Gramineae, Pteridophyta, *Artemisia*, Compositae u.a. Kräuter gekennzeichnet.

Wenn das Schieferkohleprofil von Wildhaus-Egg vom Bearbeiter richtig gedeutet wurde, ist der Raum des oberen Toggenburg zusammen mit dem vorliegenden Diagramm Schwendisee von der Rißeiszeit bis nahe unserer Gegenwart einzigartig vegetationsgeschichtlich dokumentiert, also über einen Zeitraum von rund 150 000 Jahren.

Zum Schluß soll die nachfolgende schematische Darstellung eine Übersicht zur Vegetationsentwicklung der letzten 150 000 Jahre vermitteln.



### Vegetationsentwicklung im oberen Toggenburg Riß-Eiszeit bis heute

Zeitliche Gliederung	Vegetation	Klima
Riß-Spätglazial ca. 150 000 Jahre v.h.	Föhren/Birkenwälder mit Steppenelementen	kühl-trocken
Riß/Würm-Interglazial ca. 125 000 Jahre v.h.	Eichenmischwald, Hainbuche, Föhren/Fichten/ Tannen-Wald mit Hasel, Erle und Birke	warm-feucht
Frühwürmglazial ca. 60 000 Jahre v.h.	Föhren/Fichtenwälder mit Birke, Erle, Sanddorn während der Interstadiale; Steppenvegetation zur Zeit der Stadiale	mäßig warm, trockener
Hochwürmglazial 18 000 bis 20 000 Jahre v.h.	keine Wälder, höchstens kleine Vegetationsinseln auf eisfreien Flächen mit Kräutern und Sträuchern. Das Gebiet war mehrheitlich durch Gletschereis bedeckt.	kalt
Spätwürmglazial ca. 15 000 bis 10 200 Jahre v.h.	Wermutsteppe, stellenweise noch vegetationslos	kühl-trocken
	erste Holzarten: Birken/Föhren-Parkwälder mit Wacholder und Sanddorn	wärmer und feuchter
	spätglaziale Wiederbewaldung durch Föhre, in höheren Lagen Einwanderung der Arve	mäßig warm
Jüngere Dryas (III) 11 000 Jahre v.h.	wermutreiche Föhren-Steppe, Rasengesellschaften	Klimarückschlag, kühler

Nacheiszeit 10 200 Jahre v.h. bis zur Gegenwart	Präboreal (IV) 10 200 Jahre v.h.	Laubmischwald, vorw. Ulme, Linde; Einwanderung von Efeu, Hasel und Erle, erste Anzeichen der Tanne	warm-gemäßigt, feuchter
	Boreal (V) 8800 Jahre v.h.	Haselreicher Laubwald, mehr Eiche und Ahorn, erste Anzeichen von Fichte	warm und trockener
	Älteres Atlantikum (VI) 7500 Jahre v.h.	Ausbreitung der Fichte, Rückgang des Eichenmischwaldes	warm und feucht
	Jüngeres Atlantikum (VII) 6000 Jahre v.h.	Ausbreitung der Tanne, Einwanderung der Buche	warm und feucht
	Subboreal (VIII) 4800 Jahre v.h.	Ausbreitung der Buche und Rückgang der Tanne	mäßig warm und feucht
	Subatlantikikum (IX, X) 2800 Jahre v.h.	Rückgang von Fichte und Buche, erneute Ausbreitung der Tanne. Menschliche Beeinflussung der Vegetation: Rodungen, Alpweiden, Ackerbau, Aufforstungen.	mäßig warm und feucht

Anmerkung: Die römischen Ziffern bezeichnen die Chronozonen (◁Pollenzonen) nach Firbas und anderen Autoren. Diese Zeitabschnitte korrespondieren mit den im Text und in den Pollendiagrammen verwendeten Bezeichnungen.

#### 4. Literatur

- BURGA, C. A. (1980): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schams und des San Bernardino-Paß-Gebietes (Graubünden, Schweiz). *Dissertationes Botanicae*, 56.
- BURGA, C. A. (1988): Swiss vegetation history during the last 18 000 years. *New Phytologist*, 110, 581–602.
- HANTKE, R. (1978–1983): *Eiszeitalter*. 1–3. Ott, Thun.
- HANTKE, R. (1991): *Landschaftsgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete*. Ott, Thun.
- HEIERLI, H. (1984): *Die Ostschweizer Alpen und ihr Vorland*. Sammlung geologischer Führer 75, Bornträger, Stuttgart.
- KELLER, O. (1988): Ältere spätwürmzeitliche Gletschervorstöße und Zerfall des Eisstromnetzes in den nördlichen Rhein-Alpen (Weißbad-Stadium/Bühl-Stadium). *Physische Geographie*, 27 (2 Bände).
- KELLER, P. (1926): Pollenanalytische Untersuchungen an einigen thurgauischen Mooren. *Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft*, 26, 106–126.
- KELLER, P. (1928): Beiträge zur Kenntnis der nacheiszeitlichen Waldentwicklung in der Ostschweiz, Beihefte zum Botanischen Centralblatt, 45, II, 181–219.
- KELLER, P. (1928): Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren und ihre florensgeschichtliche Deutung. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich*, 5.
- KELLER, P. (1929): Pollenanalytische Untersuchungen an einigen Mooren des St.Gallischen Rheintales. *Jahrbuch der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft*, 64, 82–96.
- KELLER, P. (1933): Wandlungen des Landschaftsbildes in prähistorischer Zeit. *Die Wald- und Klimageschichte des Fürstenlandes*. Arbeiten aus der prähistorischen Abteilung des Historischen Museums St.Gallen, I, 1–57.
- KELLER, P. (1934): *Die Geschichte des Waldes im Untertoggenburg*. *Untertoggenburger Neujahrsblätter*, 6, 1–7.
- KELLER, P. (1935): Untersuchungen an Torflagern in der Stadt St.Gallen. *Jahrbuch der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft*, 67, 83–94.
- OBERLI, H. (1956): Bronzezeitliche Waldverhältnisse bei St.Gallen. Ein Beitrag zur postglazialen Waldgeschichte der Ostschweiz. *Jahrbuch der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft*, 75, 3–25.

- SAXER, F. (1964): Geologische Karte Blatt 1075 Rorschach mit Erläuterungen. Schweizerische Geologische Kommission.
- SCHMID, E. (1949): Vegetationskarte der Schweiz in vier Blättern, 1:200 000, Blatt 2 Luzern-Zürich-St.Gallen-Chur. Kümmerly & Frey, Bern.
- SEITTER, H. (1989): Flora der Kantone St.Gallen und beider Appenzell. St.Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft, 2 Bände.
- WEGMÜLLER, H.P. (1976): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Thuralpen und im Faningebiet (Kantone Appenzell, St.Gallen, Graubünden/Schweiz). Botanische Jahrbücher für Systematik, 97, 2, 226–307.
- WELTEN, M. (1982): Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngeren Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, N.F., 156.
- WELTEN, M. (1988): Neue pollenanalytische Ergebnisse über das Jüngere Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz (Mittel- und Jungpleistozän). Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, N.F., 162.

## **Dank**

Den Herren Kollegen Oskar Keller und Urs Groner danke ich herzlich für die Hilfe beim Bohren.

