© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte im Wildnisgebiet Dürrenstein

Arthur Brande, Karl Splechtna
& Stefan Zerbe

Zusammenfassung

Die vier pollenanalytischen Untersuchungspunkte liegen östlich des Dürrenstein-Massivs zwischen 1100 und 1400 m Höhe in der Fichten-Tannen-Buchenstufe. Nach der im Diagramm Rotmösel erfassten Ausbildung des Klimaxwaldes vor 4000 Jahren zeigen alle Diagramme eine regionale Buchendominanz. Ein erster rodungsbedingter Buchenrückgang liegt in der Römerzeit (Bärwies) bzw. in Mittelalter und Neuzeit (Grubwies Moor und Doline, Rotmösel). Auch der nachfolgende, sehr einschneidende Tannenrückgang ist an den Untersuchungspunkten zeitverschoben mit einer Differenz von 1200 Jahren bis in das 18./19. Jahrhundert (Rotmösel). Die mit der Waldauflichtung einhergehende Almweidenutzung mit Weidezeigern wie Wacholder, Eisenhut, weiteren Kräutern sowie Gräsern kommt je nach Standort zeitlich und örtlich unterschiedlich zum Ausdruck, ebenso die Ausdehnung der Latschengebüsche. Die Entstehung und Entwicklung der untersuchten Moore ist topo-klimatogen (Rotmösel), soligen (Bärwies) und topo-soligen (Grubwies) im Zeitraum vom Subboreal (Späte Wärmezeit) bis Subatlantikum (Ältere Nachwärmezeit). Eine anthropogene Entstehung der Moore ist auszuschließen.

Abstract

Pollen analyses were conducted at four sites east of the Dürrenstein mountain massif, between 1100 and 1400 m elevation and within the natural spruce-fir-beech belt. The pollen diagrams display that the climax forest was formed 4000 years ago (Rotmösel), followed by a regional beech dominance before the onset of human impact. A first regression of beech due to cuttings is found during Roman times (Bärwies), resp. medieval and modern times (Grubwies sites, Rotmösel). Subsequently, a very strong regression of fir occurs diachronically at the sites with a difference of about 1200 years and up to the 18th/19th century (Rotmösel). Mountain pasture after and together with forest clearance is documented by indicators such as juniper, aconite, other herbs and grasses. The expansion of the mountain pine shrub belt depending on site and time conditions is shown by the increase of pine pollen amount. The origin and development of the investigated mires is found to be topo-climatogene (Rotmösel), soligene (Bärwies) or topo-soligene (Grubwies). It covers a time span from the Subboreal to the Older Subatlantic chronozone, i.e. the late warmperiod of the Holocene to the older part of the post-warm period. The results do not point to an anthropogenic origin of mire formation at all.

1. Einleitung

Die pollenanalytischen Untersuchungen an der TU Berlin waren Teil des niederösterreichischen EU-Life-Projektes „Wildnisgebiet Dürrenstein“ (1997 - 2001; vgl. Ripl et al. 2004). Sie schließen methodisch und inhaltlich an frühere Arbeiten und Publikationen vor allem von Prof. Dr. Friedrich Kral in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Hannes Mayer (Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur, Wien) an. Sie stützen sich somit auf deren umfangreiche Erfahrungen in der Ausarbeitung und Interpretation zahlreicher Pollendiagramme zur natürlichen und anthropogenen Waldgeschichte im mittleren und östlichen Alpenraum unter den wechselnden klima- und nutzungsgeschichtlichen Bedingungen der Nacheiszeit (ursprüngliche Waldzusammensetzung und ihre Entstehung, Höhenstufendifferenzierung, Standorteigenschaften, klimatische und anthropogene Schwankungen der Waldgrenzen, Walddegradation durch Almweide und Holznutzung u.a.). Für die hier vorgelegten Pollendiagramme Bärwies aus dem Wildnisgebiet Dürrenstein und Grubwies sowie Rotmösel aus den östlich anschließenden Teilflächen konnten daher viele Einzelangaben zum Zeigerwert der Pollentypen und zur Pollenherkunft aus den verschiedenen Höhenstufen und Standorten der Arbeit von Kral & Mayer (1968) mit den dort veröffentlichten Pollendiagrammen Rotmösel und Rothwald und weiteren Publikationen der Autoren entnommen werden. Die obere Hälfte der Torfabfolge im Rotmösel wurde bereits von Kral pollenanalytisch untersucht (Kral & Mayer 1968), allerdings ohne ^{14}C-Daten zur zeitlichen Gliederung der Vegetationsentwicklung. Ein Vergleich beider Pollendiagramme und ihrer Unterschiede findet sich bei Brande et al. (2002).

Im Folgenden werden die vier Pollendiagramme erstmals vollständig und im wechselseitigen Zusammenhang vorgestellt. Die Untersuchung Rotmösel ist im Rahmen einer Übersicht zur Waldentwicklung des Nordostalpenraumes gesondert behandelt worden (Brande et al. 2002), außerdem eine kurze Übersicht im Endbericht des Forschungsprojektes (Brande 2004a) und ein Vergleich mit den Untersuchungen der Bärwies im Arbeitskreis Vegetationsgeschichte (Tagung Innsbruck, Brande & Splechtna 2005).

© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

2. Das Untersuchungsgebiet

Zur Auswertung der Pollendiagramme sind insbesondere die Nutzungsgeschichte und die aktuellen Vegetationstypen des Gebietes von Bedeutung. Eine kurze Übersicht zur Geschichte der Waldnutzung im Dürrensteingebiet, besonders zum Waldverlust zwischen 1782 und 1875, geben Splechtna & Splechtna (2016) mit Hinweisen auf die zugrunde liegenden detaillierten Publikationen.

Die Vegetation im Dürrensteingebiet zeichnet sich durch Wälder aus, die im Kernbereich (Urwald Rothwald) nie bewirtschaftet wurden. In den Randbereichen (Erweiterungsgebieten) wurde die Bewirtschaftung eingestellt. Oberhalb der Waldgrenze gedeihen Latschengebüsche und alpine Matten. Der folgenden Darstellung liegen die umfassenden Studien von Zukrigl et al. (1963), Mayer et al. (1979), Mayer & Neumann (1981) und Carli (2007) über den Urwald Rothwald und die Kartierung der FFH-Lebensraumtypen von Splechtna & König (2001) zugrunde. Die hier vorgestellte Übersicht ist die gekürzte Fassung einer pflanzensoziologisch-vegetationsökologischen Beschreibung.

Bergwälder

Ein Großteil des Dürrensteingebietes bzw. des Urwaldes Rothwald wird von unterschiedlichen standörtlichen Ausprägungen des für den nordöstlichen Alpenraum typischen Fichten-Tannen-Buchenwalds bestockt (Abb. 1).

Die drei Assoziationen auf Kalkbraunlehmböden unterscheiden sich deutlich in der Kraut- und Moosschicht (Willner & Grabherr 2007) und weisen die Hauptbaumarten Fichte, Tanne und Buche in verschiedenen Mischungsanteilen auf. Die Buche ist die dominierende Baumart mit starker Verjüngung in der Kraut- und Strauchschicht. Vereinzelt sind Bergahorn und Bergulme beigemischt. Auffällig ist in den Urwaldresten das weitgehende Fehlen von Pionierbaumarten wie Birke und Eberesche. An hochmontanen, schneereichen Hängen gedeihen Buchenwälder des Aceri-Fagetum. Die Fichte ist hier kaum vertreten.

Abb. 1: Fichten-Tannen-Buchenwald im Großen Urwald am Rothausbach. (Foto: A. Brande)

Der Orchideen-Kalk-Buchenwald tritt nur auf besonders flachgründigen und sonnenseitigen Dolomitrücken auf. Die Buche dominiert hier, zeigt aber auf den verhagerten Rücken oftmals geringen Wuchs. Bergahorn, Fichte und Wald-Kiefer können beigemischt sein.

In den Schuttkegeln unterhalb von Felswänden stocken kleinflächige Schlucht- bzw. Hangwälder mit Bergahorn, Esche und Bergulme. Splechtna & König (2001) schätzen die Natürlichkeit der Bestände aufgrund der schwierigen Nutzungsbedingungen als sehr hoch ein.

Subalpine bodensaure Fichtenwälder sind im Gebiet relativ selten, da die Fichten-Tannen-Buchenwälder weit hinaufreichen, an der Baumgrenze aber durch Weidenutzung zurückgedrängt wurden. Sie gedeihen auf steilen und grobblockigen Rücken und Rippen mit Säure- und Rohhumuszeigern in der Krautschicht. Neben Fichte kommen vereinzelt Lärche, Buche und Bergahorn vor. Eine besondere Ausprägung zeigen die „Hochstauden-Fichtenwälder“ auf den Hochplateaus (Mucina et al. 1993). Dieser lichte Waldtyp ist vielfach durch Beweidung und damit einen Nährstoffeintrag überformt, so dass die Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) flächig auftritt, z.B. auf der Grubwiesalm. Bei fast allen Fichtenwäldern im Gebiet muss von einer historischen bzw. aktuellen Beweidung ausgegangen werden. Kleinflächig treten der Blockfichtenwald und auf Waldgrenzstandorten wie Felskanten der Kalkfels-Fichtenwald auf.

Subalpine Latschengebüsche

Die Gipfel- und Hangbereiche oberhalb der Baumgrenze werden von drei Assoziationen der Latschengebüsche bestockt (Abb. 2). Sie sind durch die historische Weidenutzung und damit einhergehende Rodungen begünstigt und über ihre natürliche Verbreitung hinaus im Gebiet ausgedehnt.

© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Abb. 2: Latschengebüsch, Kalkfels-Fichtenwald und Seggenrasen am Sperriedel und Dürrensteingipfel. (Foto: F. Haudum, Wilhering)

Abb. 3: Almweide auf der Grubwies. (Foto: A. Brande)

Alpine und subalpine Rasen

Oberhalb der Waldgrenze und durch historische Weidenutzung nach vorheriger Rodung in die unteren Höhenlagen verschoben, finden sich alpine und subalpine Kalkrasen, vor allem Horstseggen-, Rostseggen- und Polsterseggen-Rasen, wobei erstere den flächenmäßig größten Anteil einnehmen. Splechtna & König (2001) stellen auch die Hochgrasfluren zu den Kalkrasen und verweisen auf die floristisch-soziologische Verwandtschaft zum Rostseggenrasen.

Montane Borstgrasrasen mit einer artenreichen Begleitflora (Abb. 3) sind auf der Grubwiesalm anzutreffen (Grabherr & Zechmeister 1998). Mit Blick auf die Artenvielfalt heben Splechtna & König (2001) die Bedeutung dieses Vegetationstyps hervor und verweisen auf die Notwendigkeit einer Beweidung bzw. Mahd zum Erhalt.

Schutthalden- und Felsspaltenvegetation

An südexponierten Hängen im Rothwald werden Schutthalden von thermophilen Schwalbenwurzfluren bewachsen. Auch findet sich bis in die Gipfelregion der Kalk- und Dolomitfelsen häufig Felsspaltenvegetation unterschiedlicher Zusammensetzung. An schattigen Felsen gedeihen Streifen- und Blasenfarnbestände.

Hochstaudenfluren

Feuchte, nitrophile Hochstaudenfluren wachsen in Talbereichen der Bäche, entlang von Waldrändern, auf durchrieselten Schutthalden oberhalb der Waldgrenze oder als Ersatzgesellschaft des Hochstauden-Fichten-Tannen-Buchenwaldes. Auf ehemalige Beweidung und Wildeinfluss weisen *Aconitum napellus* (Abb. 4), *Deschampsia cespitosa* und *Urtica dioica* hin. Heute stellen diese hochproduktiven Vegetationsbestände Wildäsungsflächen dar, und es muss – auch wegen der langen Schneebedeckung – von einer stark verzögerten Wiederbewaldung ausgegangen werden.

Moore

Vermoorte Bereiche finden sich vor allem im Großen Bärwiesboden, einem letztglazialen Karboden, dessen Abfluss durch Moränenwälle blockiert ist, so dass es besonders im niederschlagsreichen Sommer zu Wasserüberstauungen kommt. Im Untergrund

© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Abb. 4: Hochstaudenflur mit Blauem Eisenhut auf dem Großen Bärwiesboden (Foto: A. Brande)

verhindert eine Lehmdecke die Versickerung. In dem vorherrschenden Schnabelseggenried kommen aufgrund der kleinflächig stark wechselnden Hydrologie eine Vielzahl verschiedener Pflanzengesellschaften bzw. unterschiedliche Dominanzbestände vor.

Weitere Vegetationstypen

Neben den beschriebenen naturnahen bis anthropogenen Pflanzengesellschaften mit z.T. hohem Naturschutzwert finden sich weitere Vegetationstypen wie Fichtenaufforstungen, Schlagfluren (vgl. Zukrigl et al. 1963), Bergweiden (z.B. Grubwiesalm) und die Vegetation in den Gewässern.

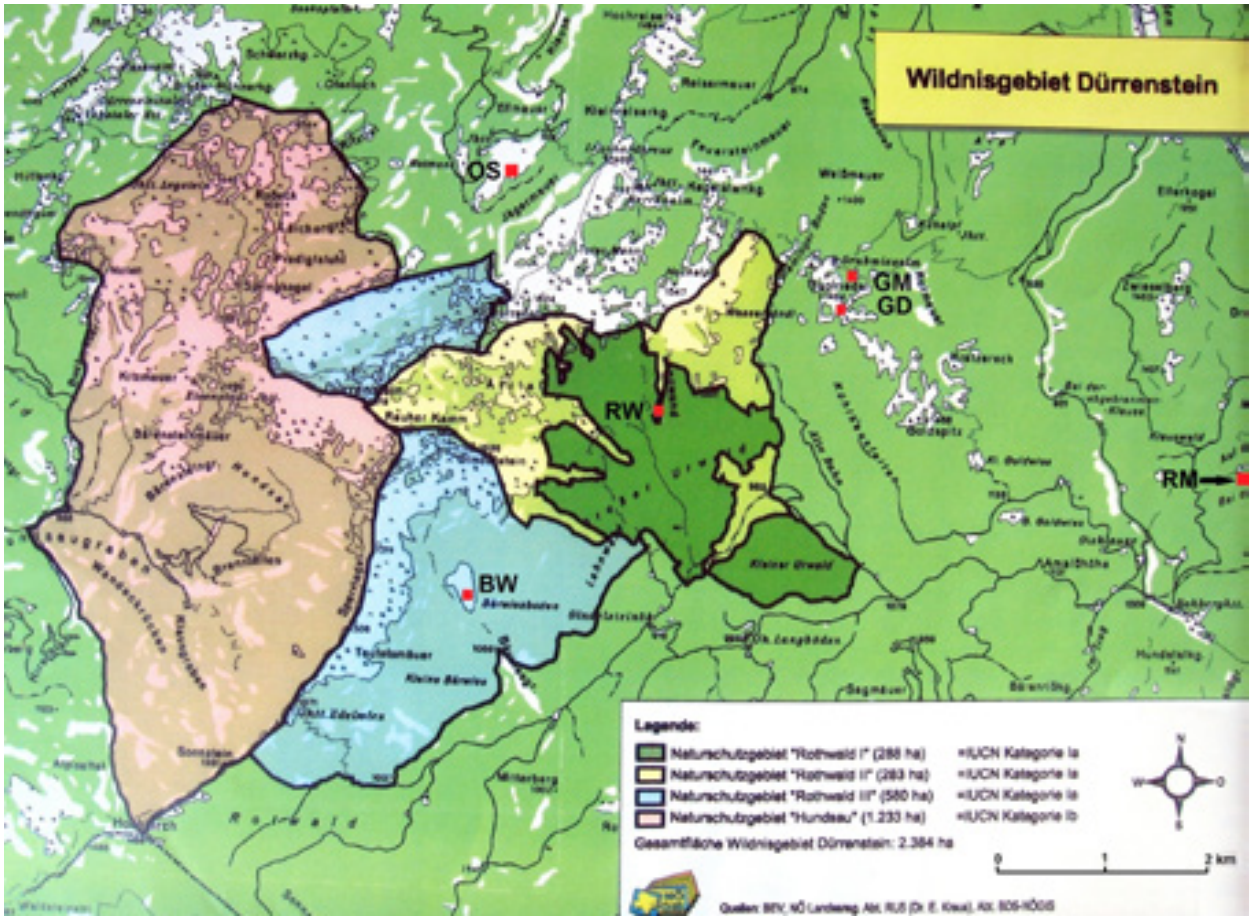


Abb. 5: Lage der pollenanalytischen Untersuchungspunkte im Dürrensteingebiet. Kartengrundlage: BEV, NÖ Landesreg. Abt. RU5, Abt. BD5-NÖGIS. RM – Rotmösel, BW – Großer Bärwiesboden, GM – Grubwiesalm Moor, GD – Grubwiesalm Doline, RW – Rothwald I, II und RM – Rotmösel: Kral & Mayer (1968), OS – Lunzer Obersee: Krisai (1993). Hinweis der Redaktion: Die Karte zeigt die Ausdehnung des Wildnisgebiets Dürrenstein in den Gründungsjahren 2001/2002, nicht den aktuellen Stand.

3. Die Pollendiagramme

Die pollenanalytischen Untersuchungspunkte (Abb. 5, Tab. 1) liegen östlich des Dürrenstein-Massivs in der montan-subalpinen Fichten-Tannen-Buchenstufe zwischen 1100 und 1400 m Höhe östlich, südlich und nördlich des Großen und Kleinen Urwaldes (Rothwald).

© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Abb. 6: Torfbohrung im Moor der Grubwiesalm am 21.8.1999.

(Foto: K. Splechtna)

3.1 Methodik

Die Bohrkerne der Torfe wurden am 20.8. (Rotmösel, Bärwies) und 21.8.1999 (Grubwies Moor und Doline) von A. Brande und W. Ripl jr. mit dem Eij-kelkamp-Kammerbohrer (System Jowsey) und die Basisschichten mit der Dachnowski-Sonde (Lang 1994) gewonnen (Abb. 6). Die Bohrpunkte sind aufgrund von vorher durchgeführten Sondierungen nach möglichst hoher Torfmächtigkeit und -qualität ausgewählt worden.

Die Pollenanalysen wurden 1999-2001 und 2006-2008 am Institut für Ökologie der TU Berlin, Fachgebiet Ökosystemkunde/Pflanzenökologie, Arbeitsgruppe Historische Ökologie/Pollenanalytisches Labor (Leitung A. Brande) durchgeführt. Die graphische Darstellung der Pollendiagramme erfolgte mit dem Programm TGView, Version 2.0.2 (Grimm 2004). Die Nomenklatur der Pollentypen folgt Faegri & Iversen (1993) und Beug (2004). Die pollenmorphologische Bezeichnung Cerealia steht für Getreide-Pollentypen außer Secale (Roggen) und Zea (Mais), p.p. für pro parte (zum Teil) und indet. für indeterminata (unbestimmbar aufgrund mangelnder Pollenerhaltung). Dabei sind in Anlehnung und zur Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen von Kral & Mayer (1968) folgende Pollensummen zur Prozentberechnung herangezogen: 1. Gehölze (BP excl. *Corylus*) = 100 %, mit eingeschaltetem Teildiagramm der Klimaxbaumarten *Picea/Abies/Fagus* = 100 %, 2. Krautige incl. Zwergsträucher (Cerealia bis Farnpflanzen) in der Gesamtsumme (incl. Gehölze, excl. Moose etc.) = 100 %. In den Diagrammen Grubwies Moor und Doline sind Farnpflanzen (Polypodiaceae p.p.) wegen sehr hoher Werte nicht in der Gesamtsumme enthalten, sondern auf sie bezogen. Schattenrisskurven grau über schwarz zeigen die 10-fache Überhöhung der Prozentwerte. Zur Abschätzung der relativen Pollendichte/Sedimentvolumen sind den Proben bei der Aufbereitung im Labor *Lycopodium*-Sporen als Marker der Pollenkonzentration beigegeben. Hohe *Lycopodium*-Werte verweisen demnach auf eine geringe Pollendichte infolge Waldoffenheit bzw. hoher Torfzuwachsraten. Die Diagrammgliederung wurde mithilfe lokaler Pollenzonen (LPZ) vorgenommen. Die an den vier Bohrprofilen untersuchten chemischen Parameter sowie deren Auswertung und Verknüpfung mit den pollenanalytisch-vegetationsgeschichtlichen Befunden sind bei Ripl et al. (2004, Kap. 6, S. 41-44) kurz dargestellt.

Tab. 1: Kenndaten zu den pollenanalytischen Untersuchungspunkten

Untersuchungspunkt	Abkürzung	Moorfläche (ha)	Höhenlage (m ü. NN)	Tiefe erbohrt (cm)
Rotmösel	RM	0,9	1140	320
Großer Bärwiesboden	BW	4,4	1110	95
Grubwiesalm Moor	GM	0,25	1380	100
Grubwiesalm Doline	GD	0,12	1370	75

3.2 Datierungen

Zu den Pollendiagrammen liegen ^{14}C-Daten aus dem Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der Christian-Albrecht-Universität Kiel (Dr. Helmut Erlenkeuser) aus den Jahren 2001-2004 vor (Tab. 2). Für das Rotmösel-Diagramm wurde von der Torfbasis beginnend eine Datierung der Übergänge der lokalen Pollenzonen angestrebt (vgl. Tab. 1 bei Brande et al. 2002), für die übrigen Diagramme der Beginn der Torfbildung und, soweit bei datierungsfähiger Torfqualität möglich, der Übergang zu den Pollenzonen der nutzungsintensiven Phasen.

© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Tab. 2: Radiocarbon-Daten zu den Pollendiagrammen. Pollenstratigraphische Kriterien (Brande): + Anstieg oder Zunahme; – Rückgang; ohne Zeichen: kontinuierliche Präsenz; kNB: krautige Nutzpflanzen und Begleiter (Cerealia bis Cannabis). ^{14}C-Jahre BP +/- 1 σ: gemessene Radiocarbonjahre vor 1950 n. Chr. mit 1 σ-Standardabweichung. Die gemessenen δ ^{13}C-Werte schließen einen Hartwassereffekt (Alterung) durch fossiles, gesteinsbürtiges Karbonat aus. cal BC/AD: Kalenderjahre, kalibriert nach Stuiver et al. (1998) mit 1,65 σ, d.h. 90 % Wahrscheinlichkeit. Jahr n./v. Chr.: Mittelwert aus Spalte 6.

Tiefe (cm)	Pollenstratigraphische Kriterien	Labor Kiel Proben-Nr.	^{14}C-Jahre BP +/- 1 σ	δ ^{13}C ‰	cal BC/AD 1,65 σ, 90 %	Jahr n./v. Chr.
Rotmösel						
16 - 19	*Abies* – *Fagus* – *Larix* + kNB +	KI-4886,01	120 +/- 65	-27,67	1655 - 1955 AD	1805 n.
38 - 44	*Picea* + *Abies* –	KI-4886,02	1310 +/- 35	-27,07	655 – 775 AD	715 n.
58 - 64	*Betula* + *Pinus* +	KI-4886,03	1960 +/- 70	-26,56	95 BC - 135 AD	20 n.
91 - 95	*Abies Fagus Picea*	KI-4886,04	2620 +/- 65	-26,03	895 – 595 BC	745 v.
121 - 129	*Betula* + *Pinus* + *Fagus* –	KI-4886,05	3050 +/- 70	-25,90	1435 - 1125 BC	1280 v.
162 - 169	*Cerealia* +	KI-4886,06	3230 +/- 70	-25,69	1685 - 1405 BC	1545 v.
192 - 198	*Fagus Picea Abies*	KI-4886,07	3450 +/- 70	-25,51	1895 - 1615 BC	1755 v.
233 - 239	*Fagus* +*Plantago lanceolata* +	KI-4886,08	3690 +/ 65	-26,26	2275 - 1915 BC	2095 v.
273 - 279	*Fagus* + *Abies Sphagnum*-Torf	KI-4886,09	3910 +/- 35	-26,31	2475 - 2285 BC	2380 v.
305 - 309	*Fagus* + *Picea* –	KI-4886,10	4970 +/- 45	-28,10	3915 - 3655 BC	3785 v.
310 - 314	*Fagus* + *Ulmus* –	KI-4886,11	5220 +/- 80	-27,97	4225 - 3815 BC	4010 v.
Bärwies						
47 - 57	*Picea Abies Fagus*	KI-5157,01	1470 +/- 25	-28,43	535 – 645 AD	590 n.
72 - 82	*Fagus Picea Abies*	KI-5157,02	1790 +/- 30	-28,26	125 – 345 AD	235 n.
Grubwies Moor						
50 - 55	*Fagus Picea Abies*	KI-5159,01	520 +/- 30	-26,57	1325 - 1445 AD	1385 n.
80 - 85	*Fagus Picea Abies*	KI-5159,02	1090 +/- 25	-27,76	895 - 1025 AD	960 n.
Grubwies Doline						
21 - 25	*Picea* + *Abies* –	KI-5158,01	60 +/- 55	-27,14	1675 - 1945 AD	1800 n.
52 - 59	*Fagus Picea Abies*	KI-5158,02	620 +/- 35	-26,97	1285 - 1405 AD	1345 n.

© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

3.3 Vegetationsentwicklung

3.3.1 Rotmösel

Grundlage zur Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte im Dürrenstein- und Rothwaldgebiet ist das Pollendiagramm aus dem Rotmösel bei Neuhaus (Abb. 7 und Anhang I).

In den 3,2 m mächtigen Torfen des kleinen Hochmoores in Plateaulage („Auf den Mösern", saueroligotrophes Regenmoor nach Steiner 1992: 457) setzt in einer flachen Karstmulde auf Dachsteinkalk die Wald- und Moorentwicklung vor mehr als 6000 Jahren ein. Sie erfasst an der Torfbasis die Einwanderung und Ausbreitung der Buche, während Fichte und Tanne bereits im Gebiet vorhanden sind. Durch elf ^{14}C-Daten sind sieben Entwicklungsphasen der Vegetation, z. T. weiter untergliedert, bis zum Jahr 1998/99 chronologisch belegt. Der Bohrpunkt im Zentrum des Moores ist mit dem bei Kral & Mayer (1968) weitgehend identisch. Die Autoren haben nur die oberen 1,6 m erbohrt und untersucht (vgl. Brande et al. 2002).

Abb. 7: Das Rotmösel mit Lagepunkt der Torfbohrung. (Foto: K. Splechtna)

In der Zeit zwischen 2000 BC und 700 AD besteht als Klimaxvegetation ein voll entwickelter Fichten-Tannen-Buchenwald. Es ist die längste Zeitdauer, in der dieser regionaltypische Wald im Untersuchungsgebiet als „primärer Urwald" (Kral & Mayer 1968) existiert hat. Sein Beginn liegt vor mehr als vier Jahrtausenden am Übergang der LPZ 2 zu 3 um 2275 - 1915 BC. Die stabilste Phase erlebte er zwischen 2000 und 1600 BC. Anschließend wechseln Anteile von Fichte, Tanne und Buche mit einem *Fagus*- und *Abies*-Maximum um 1500 bzw. 1000 BC. Sie sind Ausdruck der Urwalddynamik und der Sukzessionsvorgänge im Bestandsaufbau (im Rothwald: Mayer et al. 1979, Schrempf 1986) durch externe und interne Faktoren, u.a. vermutlich in Verbindung mit den Klimaschwankungen des späten Subboreals und des Älteren Subatlantikums (Löbben- und Göschenen I-Kaltphase; Kral 1979) sowie der unterschiedlichen Blühphasen (Pollenproduktion) bei gleichzeitig hoher zeitlicher Auflösung der Pollenproben aufgrund hoher Torfbildungsraten. Weitere Hinweise zur Bestandsdynamik der übrigen Gehölze (*Betula* bis *Taxus*) in den verschiedenen Höhenstufen finden sich bei Brande et al. (2002) sowie zu deren heutiger Verbreitung im Dürrensteingebiet im Kap. 2 sowie bei Splechtna & König (2001), zu *Taxus* außerdem bei Brande (2004b).

Erste Nachweise von Siedlungs- und Nutzungstätigkeit durch Polleneinwehung aus den Tieflagen sind durch Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) um 2275 - 1915 BC am Übergang von LPZ 2 zu 3 bezeugt (Wende Jungsteinzeit/Bronzezeit), deutlich später als der tatsächliche Beginn von Ackerbau und Viehhaltung im Alpenvorland. Auch Getreidenachweise (Cerealia) gibt es erst am Übergang 3 zu 4a um 1685 - 1405 BC (Mittlere Bronzezeit). Seit etwa 1300 BC und im Verlauf des LPZ 4a-c erfasst ein wechselnder menschlicher Einfluss (*Betula, Pinus,* krautige Kulturpflanzen und -begleiter) die weitere Umgebung des Moores (Bronze-, Hallstatt-, Römerzeit). Das entspricht im Wesentlichen der Besieldungs- und Nutzungsgeschichte im mittleren und östlichen Alpenraum (Oeggl 2012). Splechtna (2001) weist vor allem auf die keltische und die hochmittelalterliche Besiedlung und Waldnutzung (überwiegend Rodungen und Umwandlung in Almweide) bis in die höheren Berglagen hin, die in der LPZ 4b (oberer Teil) und 5 (unterer Teil) anzusetzen ist. Im Pollendiagramm macht sich ein Nutzungseinfluss besonders am Übergang 4b zu 5 im frühen Mittelalter um 665 - 775 AD mit einem ersten rodungsbedingten Tannenrückgang zugunsten der Fichte stärker bemerkbar, wenige Jahrhunderte zuvor auch schon mit den Pioniergehölzen Lärche und Grünerle (*Larix, Alnus viridis*). Erst nach 1655 AD erreicht dann das Rodungsgeschehen in der LPZ 6 mit dem massiven Rückgang der Tanne, etwas schwächer auch der Buche – prozentual zugunsten von Kiefer und Birke – die unmittelbare Umgebung des Moores. Ursache ist vor allem der Holzeinschlag seit Mitte bis Ende des 18.

© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Jahrhunderts (vor allem Holzkohleproduktion zur Eisenverhüttung), gefolgt von Fichtenaufforstungen in der LPZ 7 bis an den Moorrand. Weiderodung am nördlich anschließenden Zwieselberg, die nach Splechna (2004) nur wenig älter sein mag, kommt hinzu. Weit- und Fernflugpollen unter den Gehölzen und Kräutern treten vermehrt in Erscheinung (vgl. entsprechende Angaben bei Bärwies und Grubwies). Örtlich ist im Moorumkreis vorübergehend der prozentuale Pollenniederschlag von Spitzwegerich, Brennessel (*Urtica*) und anderen Kräutern häufiger. Damit ist am Rotmösel die LPZ 6, d.h. das 19. Jahrhundert, die Periode der stärksten menschlichen Eingriffe.
Die Moorentwicklung mit der Torfbildung als Träger der vegetationsgeschichtlichen Überlieferung durchläuft in LPZ 1 und 2 nach Vernässung und Versumpfung als Nieder- und Übergangsmoor verschiedene Hochmoorbildungsphasen mit Torfmoos-Dominanz (*Sphagnum*) unter Beteiligung von Wollgras und Moosbeere (*Eriophorum vaginatum, Vaccinium oxycoccus*). Sie spiegelt sich auch im mooreigenen Pollenniederschlag wider (z.B. *Potentilla*-Typ, *Vaccinium*-Typ, Cyperaceae, Poaceae p.p., *Equisetum*- und *Sphagnum*-Sporen, *Amphitrema*-Amöbenschalen). Die maximale Torfbildungsrate liegt bei 1,2 mm/Jahr in LPZ 3 und 4a, die minimale bei 0,4 mm/Jahr in LPZ 4c (schwach bzw. stark zersetzter *Sphagnum*-Torf). Letztere beruht möglicherweise auf höheren Temperaturen und/oder geringeren Niederschlägen zwischen den klimatischen Kaltphasen Göschenen I und II (Kral 1979). In LPZ 6 und 7 treten schließlich Sauer- und Süßgräser am und auf dem Moor stark hervor. Sie sind mit *Trichophorum cespitosum, Carex rostrata, C. limosa* sowie *Molinia coerulea* auch heute präsent, dazu *Pinus silvestris/mugo* mit dem Pollenmaximum in der jüngsten Probe. Einen näheren Vergleich mit den nachgewiesenen Pollentypen bietet die Vegetationskartierung von Kusel-Fetzmann (1981).

3.3.2 Bärwies

Der Große Bärwiesboden ist ein Dolinenkessel, dessen Anlage nach Fink (1973) vermutlich eiszeitlich vorgeprägt wurde. Ein Blockmoränenfeld am Südrand deutet auf die Entstehung als Kar. Der Bohrpunkt liegt 60 m SSW der ehemaligen Almhütte in einem *Carex rostrata*-Bestand (Abb. 8). Nach eigenen Vorsondierungen und dem aktuellen, kleinräumig stark wechselnden Vegetationsmosaik dürfte sich hier die größte Torfmächtigkeit der Senke befinden. Seit dem Älteren Subatlantikum hat sich um 125 - 345 AD (Tab. 2) auf zeitweilig überflutetem Lehm ein 0,8 m mächtiger Braunmoos- und Radizellentorf gebildet.

In dem Pollendiagramm (Anhang II) lassen sich zwei Phasen unterscheiden. In der LPZ A herrscht der regionaltypische Fichten-Tannen-Buchenwald mit *Fagus*-Dominanz. Die örtliche Vegetation am Untersuchungspunkt besteht aus Nasswiesen mit Mädesüß, Ampfer, Süß- und Sauergräsern (*Filipendula, Rumex*, Poaceae, Cyperaceae), in der anfänglichen Vernässungsphase auch mit Wasserpflanzen (*Potamogeton, Pediastrum*) sowie Farnen und Schachtelhalm (Polypodiaceae, *Equisetum*).

Der abrupte Vegetationswandel an der Grenze A/B fand im Jüngeren Subatlantikum deutlich nach 535 - 645 AD statt. Da die Grenze A/B mit

Abb. 8: Der Große Bärwiesboden vom Sperriedel mit Lagepunkt der Torfbohrung. *(Foto: K. Splechtna)*

© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

einem Wechsel der Torfbildung zusammenfällt, ist nicht auszuschließen, dass hier eine zeitliche Schichtlücke (Hiatus) vorliegt, bedingt durch die instabilen hydrologischen Bedingungen in der Senke (Quellschüttungen; vgl. Haseke 2016). Sowohl ein vorübergehender Stillstand der Torfbildung (Austrocknung) als auch eine Abschwemmung (Erosion) der jüngsten bis zu dieser Zeit gebildeten Torfe könnte die Ursache sein. Die LPZ B beginnt mit einem massiven Rückgang der Tanne und rascher Ausbreitung der Kiefer (Wald- und vor allem Bergkiefer, *Pinus sylvestris, P. mugo*). Erst später nimmt der Pollenniederschlag der Fichte aus den forstlichen Beständen zu. Nach historischen Quellen (Splechtna 2004) setzte hier schon im 12./13. Jahrhundert, also deutlich früher als am 7,5 km entfernten Rotmösel, unter dem Einfluss des Stiftes Admont und später der Kartause Gaming die örtliche Waldrodung für Holznutzung und Almweide ein („Blumbsuch", Splechtna 2001), vor allem seit Mitte des 16. Jahrhunderts.

Erst in der LPZ B tritt die Entwicklung der Almweiden mit Wacholder, Adlerfarn, Eisenhut (*Juniperus, Pteridium, Aconitum*) und anderen Pollennachweisen deutlich hervor. Blühende Eisenhutwiesen prägen auch heute gelegentlich weite Teile der Senke. Die staudenreiche Moorvegetation ist mit Trollblume, Fingerkraut, Ampfer, Baldrian (*Trollius-, Potentilla-, Eurumex*-Typ, *Valeriana*) und weiteren Arten mit örtlich und zeitlich unterschiedlichen Anteilen nachgewiesen. Auch die trockenen Randpartien sind z.B. mit Spitzwegerich, Sonnenröschen und Natternkopf (*Plantago, Helianthemum, Echium*) vertreten. Insgesamt unterliegt die krautige Vegetation in und an der Senke einer starken Dynamik, die sich besonders in den Sauer- und Süßgräsern sowie Farnen (Cyperaceae, Poaceae, Polypodiaceae), aber auch in unterschiedlicher Torfzersetzung und stellenweise lehmigen Einschwemmungen dokumentiert. Somit ist diese Dynamik einerseits durch Änderungen der Vernässungen und Bachläufe mit der Quellschüttung am Rand der Niederung, andererseits aber auch durch wechselnde Beweidung und Wildäsung bedingt. So zeigt eine Zunahme von Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) in der oberen Hälfte der LPZ B ein vorübergehendes Nachlassen der Weideintensität, wodurch die sonst stark verbissenen Pflanzen vermehrt zur Blüte und Pollenverbreitung kommen.

Abb. 9: Das Moor auf der Grubwiesalm mit Lagepunkt der Torfbohrung, vgl. Abb. 6. (Foto: K. Splechtna)

Unter den Pioniergehölzen ist in LPZ B eine Ausdehnung von Lärche und Grünerle nachweisbar. Darüber hinaus nimmt in der nun nicht mehr von dichtem Wald der LPZ A umgebenen Senke der prozentuale Anteil von Weit- und Fernflugpollen zu, sowohl unter den Kulturgehölzen wie Wein, Walnuss, Esskastanie, Platane (*Vitis, Juglans, Castanea, Platanus*) und mediterranen Bäumen Steineiche, Blumenesche, Steinlinde (*Quercus ilex*-Typ, *Fraxinus ornus, Phillyrea*), als auch unter den Getreiden und krautigen Nutzpflanzen (Cerealia p.p., *Secale, Cannabis*) und ihren Begleitern wie Kornblume, Knäuel, Winde (*Centaurea cyanus, Scleranthus annuus, Convolvulus arvensis*).

3.3.3 Grubwies, Moor und Doline

Das Moor auf der Grubwiesalm, aktuell überwiegend ein *Carex rostrata*-Bestand mit randlichem Quellaustritt, weist über 20 cm Lehm und lehmig durchsetztem Radizellentorf eine 80 cm mächtige Wechselfolge verschiedener Riedtorfe mit Beteiligung von Braun- und Torfmoosen auf. Der Bohrpunkt liegt 6 m von einem Schluckloch entfernt (Abb. 9).

Die Moorentwicklung (Anhang III) über dem wasserstauenden Lehm ist hier als Versumpfung mit Ampfer (*Rumex acetosa*-Pollentyp mit zwei Größenklassen in GM und *Eurumex*-Typ in GD, entsprechend dem *Rumex acetosa*- und *R. scutatus*-Typ nach Drescher-Schneider 2007, hier wahrscheinlich *Rumex alpinus* und/oder *R. arifolius*) und

© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

anhaltender Wassersättigung (Grünalge *Botryococcus*) fassbar. Der Beginn der Moorbildung in der Fichten-Tannen-Buchenzeit des Älteren Subatlatikums um 895 - 1025 AD ist deutlich jünger als im Bärwiesboden. Außerdem läuft auf der Grubwies seit 1325 - 1445 AD dem Tannenrückgang an der Grenze LPZ a/b ein Rückgang der Buche mit Zunahme der Fichte (und Kiefer) voraus, und schon um 1200 AD (interpoliert) treten mit dem Wacholder erste Anzeichen einer Beweidung auf. Nach historischen Quellen sind örtliche Almweiderodungen auf der Grubwies allerdings erst seit dem 15. Jahrhundert anzunehmen (Splechtna 2004).

In der LPZ b ist die Vegetationsentwicklung der Neuzeit vor allem in der umgebenden bis heute bestehenden Fichtendominanz der lichten Almweidelandschaft und einem vermehrten Auftreten der Lärche deutlich. Die Pollennachweise aus den tieferen Lagen und weiter entfernten Gebieten (*Juglans, Castanea*, Cerealia, *Secale, Cannabis*) reichen erwartungsgemäß und im Gegensatz zu der älteren LPZ A der Bärwies in die LPZ a zurück. Dagegen sind Südalpen- bis mediterrane Elemente (*Ostrya*-Typ, *Fraxinus ornus, Olea*) hier erst in LPZ b belegt.

Das 250 m entfernte, nahezu kreisrunde Kleinstmoor der Grubwiesalm-Doline (Abb. 10) ist ein *Polytrichum commune*-Bestand auf 20 cm gleichartigem Torf. Darunter lagern 40 cm Ried- und Braunmoostorfe auf lehmigem Untergrund.

Das Einsetzen der Torfbildung am Bohrpunkt im Zentrum des Moores (Anhang IV) ist mit 1285 - 1405 AD etwa 400 Jahre jünger als im Moor der Grubwies. Die Vegetationsentwicklung der Gehölze und der örtlichen Moorbestände in den LPZ a und b ist in beiden Mooren jedoch sehr ähnlich und offensichtlich weitgehend synchron. Besonders in LPZ b fällt ein kurzzeitiges Maximum der Süßgräser (Poaceae, hier vermutlich die in der Almweide typische *Deschampsia cespitosa*, s. Kap. 2 und 4.4) auf, verbunden mit Pollennachweisen u.a. bei den Cichorioideae (vermutlich *Leontodon hispidus*). Es könnte durch eine kurzzeitige Unterbrechung der Almweiderodung in gegenwartsnaher Zeit zurückzuführen sein, die sich möglicherweise auch in historischen Quellen fassen lässt. Sie fällt in die Zeit nach dem Beginn der *Polytrichum*-Torfbildung, der jünger als 1675 AD ist.

Abb. 10: Die Doline auf der Grubwiesalm mit Lagepunkt der Torfbohrung. *(Foto: A. Brande)*

4. Diskussion

4.1 Der Beginn der Moorbildung

Eine Übersicht zum Beginn der Torfbildung gibt Tab. 3. Der Torf liegt im Rotmösel auf Dachsteinkalk, in den übrigen drei Untersuchungspunkten auf Lehm. Die Torfbildung setzt im Rotmösel im zeitlichen Übergang vom Atlantikum zum Subboreal, d.h. der Mittleren zur Späten Wärmezeit, ein. Daher ist eine klimatische Ursache der beginnenden Torfbildung (höhere Niederschläge, etwas geringere Jahresmitteltemperaturen) nahe liegend.

© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Die durch Karstphänomene wie z.B. Schlucklöcher geprägte Topographie am Rotmösel (Kusel-Fetzmann 1981) schließt die Möglichkeit ein, dass es am Untersuchungspunkt im Verlauf der Torfbildung von älteren Moorzentren ausgehend bereits zu einer ersten Transgression der Torfbildung kam. Entsprechendes ist auch in anderen Gebieten mit solitopogener Hochmoorentstehung typisch (vgl. die detaillierten Untersuchungen im Harz von Beug et al. 1999). Ältere Abschnitte der Vegetationsgeschichte als im Rotmösel wurden 2,5 km nördlich des Dürrenstein-Hauptgipfels (OS in Abb. 5) auf der Fichten-Moorinsel im Obersee (14 ha, 1113 m ü. NN) in einer 4,7 m tiefen Bohrung erfasst (Krisai 1993). Dort sind über Seeablagerungen 1,8 m Torfe aufgewachsen. Die vegetationsgeschichtliche Überlieferung reicht in den älteren Teil der Mittleren Wärmezeit (Atlantikum) und damit in die Zeit der beginnenden Buchen-Einwanderung vor ca. 7000 Jahren. Im 7 km westlich des Dürrenstein-Massivs gelegenen Leckermoos (25 ha, 860 m ü. NN) sind in einer 8 m tiefen Bohrung 4,5 m mächtige Hochmoor- und gegenwartsnahe Bruchwaldtorfe aus einer Seeverlandung hervorgegangen, die an den Beginn der Nacheiszeit oder in die Späteiszeit vor 12000 Jahren zurückreicht (Kral 1979).

Tab. 3: Beginn der Torfbildung in den untersuchten Bohrungen

Bohrung/Pollendiagramm	Torfbasis (cm u. O.)	Alter [1]
Grubwies Doline (GD)	64	> 1300 AD
Grubwies-Moor (GM)	96	> 900 AD
Bärwiesboden (BW)	62	> 200 AD
Rotmösel (RM)	320	> 4000 BC

[1] Jahre BC (v. Chr.) und AD (n. Chr.) nach Tab. 1, Spalte 7, gerundet;
> älter als das genannte Datum

Der Bärwies-Talboden ist nach Fink (1973: 35) „aus einer glazialen Wanne zu einer Karstmulde umgestaltet worden“ und stellt demnach im glazialen Erosionsrelief eine als Kar ausgeformte Karsthohlform dar. Es ist daher anzunehmen, dass ältere Bodensedimente und glazialer Schutt den pollenanalytisch erfassten eingeschwemmten Basislehm unterlagern. Die heute bestehenden fünf bis sechs Karstquellen am Ost- und Nordrand der Senke sowie drei Bäche mit Tümpeln/Lacken/Teichen (Haseke 2016) haben vor allem im südlichen Teil der Senke zu dauernder Vernässung und somit Torfbildung geführt. Dabei wurde die wasserstauende, am Bohrpunkt mehr als 15 cm mächtige Lehmdecke zwischen Felsuntergrund und Torf in einer offenbar voll bewaldeten Umgebung noch ohne menschliche Einwirkungen eingeschwemmt. Die Ursache dürfte ein starker oder eine Folge von episodischen Niederschlagsereignissen in der Naturlandschaft der Nachwärmezeit, dem Älteren Subatlantikum, sein, durch das die nachfolgende Moorbildung ausgelöst wurde. Ein farnreicher Talboden (Polypodiaceae p.p., wahrscheinlich *Dryopteris* und *Athyrium*) bildete die Ausgangsvegetation vor der Vernässung.

Die Entwaldung des Bärwies-Talbodens hat sich phasenhaft vollzogen. Die Einschwemmung des wasserstauenden Lehms und die örtlichen Überflutungen mit nachfolgender Torfbildung haben zum Verlust einiger Waldstandorte geführt. Eine großflächige Freilegung auch der trockeneren, nördlich gelegenen Senkenpartien, die heute 40 % der Talbodenfläche einnehmen (Splechtna & König 2001), wird aber erst mit dem mittelalterlichen Tannenrückgang und der Almweidegewinnung durch das Stift Admont und der Kartause Gaming stattgefunden haben. Seit dieser Zeit dürfte der gesamte Talboden weitgehend waldfrei geblieben sein (vgl. Abb. 11). Ob die trockeneren Partien des Bärwiesbodens heute auch nach Jahrhunderte langer Beweidung bzw. Wildäsung waldfrei bleiben würden, ist trotz der klimatischen Inversionslage und Schneebedeckung nicht sicher.

Die Grubwiesalm ist dem Namen nach ein von größeren und kleinen Senken geprägtes Bergweidegebiet. Fink (1973) kartierte eine Vielzahl von Karstmulden, -wannen und -dolinen auf Lias- über Dachsteinkalk. Das Grubwies-Moor im Nordteil der Alm weist ebenso wie der Bärwiesboden unter dem Torf eine pollenführende Lehmabdichtung auf, die gleichfalls der Nachwärmezeit, dem Älteren Subatlantikum, angehört. Dasselbe gilt für das Kleinstmoor der Grubwies-Doline. Hier scheint der Beginn der Torfbildung einige Jahrhunderte jünger zu sein (Tab. 3), liegt aber ebenfalls noch in der Zeit vor Einsetzen der örtlichen Landnutzung. Sie kann daher nicht auf rodungsbedingte Lehmeinschwemmung und Abdichtung der Hohlformen zurückgeführt werden. Ob auf der Grubwies die Lehmeinschwemmung direkt der Entstehung der Karsthohlformen folgte, ist fraglich. Dazu wären Nachweise von historischen Überlieferungen derartiger Einsturzvorgänge erforderlich. Im Grubwies-Moor spricht der bis in die Gegenwart ungestörte Torf in unmittelbarer Nähe des Schluckloches dafür, dass letzteres erst in jüngster Zeit durch Karstprozesse entstanden ist. In der Grubwies-Doline wurde an der Basis des eingeschwemmten Lehms das rote Bodenrelikt der ehemaligen Oberfläche über dem Felsuntergrund angetroffen. In beiden

© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Abb. 11: Der Große Bärwiesboden und Buchenwaldverjüngung am Sperriedel im Herbstaspekt. (Foto: K. Splechtna), aus Splechtna (2001).

Mooren sind die unteren Torfe lehmig und demnach noch unter dem abklingenden Einfluss von Abschwemmungen oder Nachsackungen in der Naturlandschaft gebildet worden.

Den Zeitpunkt der Abdichtung von Karsthohlformen während, bald oder lange nach ihrer Entstehung diskutiert Smettan (2000a) anhand der Pollenführung. Demzufolge weisen die Befunde der Grubwies und Bärwies darauf hin, dass die pollenführenden wasserstauenden Lehme erst deutlich nach der Ausbildung der Senken abgelagert worden sind. Hier kommen wie in der Bärwies starke Niederschlagsereignisse der Älteren Nachwärmezeit, des Subatlantikums, in Betracht. Dabei bleibt die auf die gesamte Nacheiszeit gesehen sehr junge und geringmächtige, aber kontinuierliche Torfbildung bemerkenswert. Wie in der Bärwies existierte im Übergang von der Vernässung zur Torfbildung ein örtlicher farnreicher Bestand. Ein solcher ist mit *Dryopteris* und *Athyrium* auch heute in Senken am Rand der Bärwies und im Zentrum mancher kleinen Dolinen der Grubwiesalm anzutreffen.

Demgegenüber führte in drei pollenanalytisch untersuchten Karstsenken des Dachstein-Plateaus erst die hochmittelalterliche rodungs- und almweidebedingte Lehmabschwemmung zur Bildung der dortigen Torfe (Schmidt 1990, Kral 1994b, Drescher-Schneider 2007).

In den 78 und 34 cm mächtigen pollenanalytisch untersuchten Rohhumusprofilen Rothwald I und II im „Großen Urwald“ liegt der Ablagerungsbeginn nach Kral & Mayer (1968) ca. bei 1000 AD und 1000 BC. Als Ursache für die Entstehung dieser dem Felsgestein direkt aufliegenden Ablagerungen nennen die Autoren einen Bergsturz im Atlantikum, der Mittleren Wärmezeit.

4.2 Die ursprüngliche Waldzusammensetzung

Eine Vorstellung der ursprünglichen Waldzusammensetzung der Klimaxbaumarten Buche, Tanne und Fichte vor den starken menschlichen Eingriffen geben bei Berücksichtigung der artspezifischen Pollenproduktion die mittleren Prozentwerte des Pollenniederschlags aus LPZ A1, a1 und 5 in Tab. 4 entsprechend dem waldgeschichtlichen Abschnitt IXb bei Kral & Mayer (1968). Auch die Teildiagramme *Picea/Abies/Fagus* = 100 % bieten einen Vergleich. Der Zeitraum für die ursprüngliche Waldzusammensetzung liegt nach den ^{14}C-Daten in BW im 1. Jahrtausend n. Chr., in GM im Bereich der Wende zum 2. Jahrtausend und reicht in GD bis in das 14. Jahrhundert. RM nimmt den zeitlichen Übergang zwischen BW und GD ein (vgl. Tab. 5: Beginn des Buchen- und Tannenrückgangs). Zusammen genommen ist damit eine Zeitspanne zwischen 200 und 1350 AD für diese letzte Phase der ursprünglichen, nahezu unbeeinflussten Waldentwicklung im Umkreis der Untersuchungspunkte erfasst. Nur in den Rothwald-Diagrammen RW I + II KM reicht diese Phase bis in das 20. Jahrhundert hinein. Die älteren Phasen der natürlichen Waldentwicklung seit 4000 BC mit der endgültigen Ausbildung des voll entwickelten Fichten-Tannen-Buchenwaldes um 2000 BC sind in RM belegt und bei Brande et al. (2002) diskutiert.

© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Tab. 4: Pollenniederschlag der Klimaxbaumarten vor Beginn des anthropogenen Buchenrückgangs. KM – Kral & Mayer (1968, Tab. 3 und 4). GM – Grubwies Moor, GD – Grubwies Doline, BW – Bärwiesboden, RM – Rotmösel, RM KM – Rotmösel bei Kral & Mayer (1968; Korrelation von RM und RM KM bei Brande & al. 2002, fig. 3), RW I + II KM: Rothwald I und II bei Kral & Mayer (1968).

Pollendiagramm	Höhenlage (m ü. NN)	Pollenzone	Probenzahl	Probentiefe (cm u. O.)	*Picea*	*Abies*	*Fagus*
GM	1380	a1	9	56-99	29	18	53
GD	1370	a1	5	36-65	38	15	47
BW	1110	A1	3	72-92	26	26	48
RM	1140	5	5	22-40	47	22	31
RM KM	1150	IXb	5	36-52	58	18	24
RW I KM	1200	IXb	6	43-63	36	19	45
RW II KM	1200	IXb	4	15-22	59	6	35
RW I+II KM	1200	IXb	10	15-63	47	13	40

In GM liegt der Buchenanteil des Pollenniederschlags so hoch wie der von Fichte und Tanne zusammen genommen und zeigt damit deutlich die Buchen-Dominanz in dieser Höhenlage. (Die Fichte ist generell im Pollenniederschlag um das Zweifache gegenüber Tanne und Buche überrepräsentiert; vgl. Lang 1994). In dem kleineren Pollen-einzugsgebiet von GD kommt dagegen offenbar ein örtlicher Anteil der Fichte vom Rand der Doline vermehrt zum Ausdruck. Dadurch ist auch der Tannenanteil vergleichsweise am geringsten. In BW besteht eine – allerdings weniger ausgeprägte – Buchen-Dominanz. Buche und Tanne dürften hier an den Hängen zwischen 1150 und 1350 m geherrscht haben (Splechtna 2004), während am Bärwies-Talboden aufgrund der klimatischen Inversion der Fichtenanteil höher gewesen sein kann. Aktuelle Beobachtungen zu derartiger Vegetationsumkehr in Dolinen der nördlichen Kalkalpen liefern Mohr (1961) für die Gstettneralm in 1270 m Höhe am Dürrenstein, dem mitteleuropäischen „Kältepol“ 6 km nordnordwestlich der Bärwies, sowie Smettan (2000b) für den Grubalmkessel in den Chiemgauer Alpen in 1230 m Höhe, allerdings in beiden Fällen mit einer Überprägung der inversen Vegetationsstufen durch die Almweidenutzung. Ähnliches wies auch Kral (1969) pollenanalytisch in den Venezianer Alpen nach.

Das Verhältnis Fichte/Buche ist in RM gegenüber den übrigen drei Untersuchungspunkten zugunsten der Fichte verschoben, in RM KM sogar noch stärker. Hier sind die vernässten Randbereiche des Hochmoores zugleich bevorzugte Fichtenstandorte, wie sie in geringerem Umfang in GD gegenüber GM belegt ist. Somit ist für die drei Hauptbaumarten ein höhenstufenabhängiger Gradient zwischen 1100 und 1400 m pollenanalytisch nicht nachweisbar.

Eine starke örtliche und zeitlich unterschiedliche Prägung des Polleneinzugsgebietes und Standortes mit entsprechend gegensätzlichen Prozentwerten weisen die Diagramme der Rohhumusprofile RW I + II KM aus dem Rothwald-Urwald auf, so dass hier von Kral & Mayer (1968) eine Mittelwertbildung vorgenommen wurde. Sie kommt den Verhältnissen von RM am nächsten, wobei allerdings die Fichte im Rothwald nicht als Moorrandkomponente wie am Rotmösel, sondern als regional gleichrangig beteiligte Baumart vertreten ist. Zukrigl et al. (1963) geben im Rothwald-Kerngebiet für die Altbestände von Fichte/Tanne/Buche bei allen standörtlichen und sukzessionsdynamischen Unterschieden ein

© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Verhältnis von 18/22/60 an. Demgegenüber ergibt der aus den Diagrammen GD, GM, BW und RM gemittelte Pollenniederschlag von Fichte/Tanne/Buche ein Verhältnis von 36/20/44, wobei im Einzelnen die oben genannten örtlichen Faktoren sowie die baumartenspezifische Pollenproduktion und -verbreitung (Lang 1994) zu berücksichtigen sind.

Zu den Klimaxbaumarten gehört als schwacher Pollenproduzent auch der Bergahorn. Die höchsten Werte von *Acer* mit 1 und 1,5 % des Baumpollens treten in den beiden Grubwies-Diagrammen auf, weil hier die Waldbestände in unmittelbarer Nähe der Bohrpunkte am Rand der kleinen Senken liegen.

4.3 Der Buchen- und Tannenrückgang

Schon vor dem markanten Tannenrückgang sind Eingriffe in die Waldbestände nachweisbar. In allen vier Diagrammen geht dem starken Buchen- und Tannenrückgang ein erster, vermutlich bereits durch menschliche Nutzung verursachter schwächerer Rückgang der Buche in A2, a2 bzw. 5 p.p. voraus (Tab. 5). So nimmt die Buche besonders in der LPZ a2 von GM und GD mehr oder minder stetig ab, wobei Fichte und Kiefer zunehmen. Zugleich wird Wacholder als Weidezeiger etwas häufiger. Die ^{14}C-Daten weisen hier auf das Ende des 14. Jahrhunderts (Tab. 5). Im Übrigen ist aber der Einfluss der Almweide auf der Grubwies noch gering. Aus den tieferen Lagen stammt der Pollen von Getreide und Hanf (Cerealia p.p., *Secale, Cannabis*) und in GM auch von Walnuss (*Juglans*) und Esskastanie (*Castanea*). Schwächer sind die genannten Einflüsse in RM. Sie fehlen weitestgehend in BW, wo die zeitgleichen Sedimente den ^{14}C-Daten zufolge allerdings sehr komprimiert sind oder eine Schichtlücke vorliegt (Hiatus, vorübergehender Stillstand der Torfbildung, Zäsur mehrerer Pollenkurven, s. Kap. 2.3.2).

Tab. 5: Beginn des Buchenrückgangs und des starken Tannenrückgangs

	Buche		Tanne	
Pollendiagramm	Probentiefe (cm u. O.)	Alter [1]	Probentiefe (cm u. O.)	Alter [1]
GM	50	1400	30	< 1400
GD	35	< 1350 - > 1800	30	< 1350 - > 1800
BW	70	< 250 - > 600	40	< 600
RM	25	<< 700 - > 1800	20	< 1800

[1] Jahre n. Chr. nach Tab. 1, Spalte 7, gerundet; < jünger als, > älter als das genannte Datum

Bei den drei Klimaxbaumarten ist der nachfolgende Tannenrückgang besonders einschneidend. Er markiert die Grenze der LPZ 5/6 in RM, A/B in BW und a/b in DM und GD. Die *Abies*-Minimalwerte liegen nunmehr bei 1 - 2 % des Baumpollens. Mit dem Tannenrückgang ist meist eine Zunahme der Lichtbaumart Lärche verbunden, dazu in RM und BW auch von krautigen Pflanzen der örtlichen Umgebung (*Plantago lanceolata, Urtica* u.a.) sowie Getreide (Cerealia p.p., *Secale*) aus den tieferen Lagen.

Nach den ^{14}C-Daten in RM und GD – übertragbar auf GM – ist die tannenarme Zeit überwiegend jünger als 1655/75 AD und umfasst die Zeit nach 1800. Der Beginn ist in RM wohl frühestens um 1750 anzusetzen (Brande et al. 2002, vgl. Splechtna 2001, Pekny 2012). Er fällt in die Zeit intensiver Rodungen für den gesteigerten industriellen Energiebedarf und ist damit etwa 550 Jahre jünger als von Kral & Mayer (1968), Kral (1974) und Mayer et al. (1979) angenommen. Auch in BW liegt der rapide Tannenrückgang (evtl. Hiatus, vgl. Kap. 2.3.2) nach den historischen Quellen (Splechtna 2001) vermutlich in der Zeit bald nach 1700.
In RM ist der Übergang in die tannenarme Zeit ziemlich abrupt. Zur Ursache des Tannenrückgangs durch Holzeinschlag und -verwendung vgl. allgemein z.B. Kral (1994a: 31): Waldweide und Kahlschlagwirtschaft, Flößbarkeit der Tanne im Gegensatz zur Buche.

Ein näherer Vergleich mit den Rohhumus-Pollendiagrammen Rothwald I und II aus dem „Großen Urwald“ (Kral & Mayer 1968) ist wegen der speziellen Ablagerungs-, Pollenniederschlags- und Standortbedingungen in dem dortigen Bergsturzgebiet nicht möglich. Der unterschiedlich stark ausgeprägte und zeitversetzte Tannenrückgang in den beiden Rohhumusprofilen (in RW II nach 800 v. Chr., in RW I um 1200 n. Chr.) kann jedoch nicht, wie z. B. Küster (1994: 26) für das bayerische Alpenvorland schreibt, mit einem römerzeitlichen Gebrauch von Tannenholz in Verbindung gebracht werden. Er ist nach Kral & Mayer (1968) in RW II klimatisch und in RW I durch die beginnende mittelalterliche, nach der o.g. Datierung wahrscheinlich sogar erst neuzeitliche Holznutzung bedingt.

© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Der Rückgang von Buche (zweiphasig) und Tanne ist vor allem in Verbindung mit der Anlage der Almweiden im Mittelalter sowie mit den größeren Holzeinschlägen überwiegend in der Neuzeit zu sehen. Die Auswirkungen in den Pollendiagrammen zeigen ein räumlich und zeitlich differenziertes Bild (Tab. 6). Dieses wird durch ein tendenziell vergrößertes Polleneinzugsgebiet aus den Tieflagen und deren landwirtschaftliche Nutzung sowie den Weit- und Fernflug-Pollen überlagert. Daran mitbeteiligt ist eine geringere Pollenproduktion der örtlichen, teilweise waldfreien oder waldarmen Vegetation, wie aus den höheren Anteilen der *Lycopodium*-Sporen ersichtlich (vgl. Kap. 3.1).

Tab. 6: Beginn verstärkter Almweide-Rodung und vermehrten Holzeinschlags nach historischen Quellen (Splechtna 1975 in Mayer et al. 1979, Splechtna 2001, 2004, Pekny 2012) im Umkreis der pollenanalytischen Untersuchungspunkte. Zeitangaben (Jahre n. Chr.) gerundet.

Pollen-diagramm	Almweide-Rodung	Holzeinschlag
GW	1450	
BW	1250-1300	1750
RM	(1730)	< 1750
RW KM Umgebung		(< 1750)

4.4 Zur Vegetation der Gegenwart

Die heutige Vegetation im Dürrensteingebiet (Kap. 2) spiegelt sich in 18 FFH-Lebensraumtypen wider (Splechtna & König 2001). Flächenmäßig herrschen im Schutzgebiet Buchenwaldtypen (49 %), alpin-subalpine Kalkrasen (14 %) und Latschengebüsche (13 %). Hinzu kommen Fichtenwälder (6 %), Moore (0,15 %) sowie weitere Waldbestände und waldfreie Vegetationstypen (18 %).

Die vier Diagramme zeigen im Pollenniederschlag unter den Klimaxbaumarten heute ein Vorherrschen der Fichte, die je nach Standort (Aufforstungen am Rotmösel, örtliche Hangbestände am Bärwiesboden, offene Almweidebestände auf der Grubwiesalm) nach dem Rückgang von Buche und Tanne eine unterschiedliche Geschichte aufweisen. Die Zunahme der Kiefer (Latsche, Waldkiefer) bis zur Gegenwart bezieht sich vor allem auf Hochmoorflächen (Rotmösel), Latschenbestände am Dürrenstein (Steilhänge des Sperrriedels oberhalb der Bärwies) und Umgebungs- bis Weitflugpollen von Waldkiefer und Latsche (Grubwiesalm). Für Fichte und Kiefer sind starke Pollenproduktion und -verwehung zu beachten, die somit keine direkten Rückschlüsse auf Flächenanteile in der Umgebung der Untersuchungspunkte zulassen. Tanne und Buche mit Fichte im Urwald-Kerngebiet, Buche stellenweise mit Fichte an den Hängen um den Bärwiesboden (Abb. 12), an der Kühlhausleiten südlich der Grubwiesalm, hingegen nur selten Buche auf dem fichtenreichen Plateau der Grubwiesalm zeigen für die Pollendiagramme aktuelle Wuchsorte. Am Westhang des Bärwiesbodens war nach Splechtna (2001) ursprünglich der Bergahorn-Buchenwald oberhalb von 1400 m bis nahe an die Kammregion verbreitet. Durch eine bereits frühe Weiderodung wurde mit Absenkung der Waldgrenze der Ausdehnung eines Latschengürtels Raum gegeben. Dieser lagert heute über der buchendominierten Stufe oberhalb des Talbodens.

Im Umkreis des Rotmösel besteht zu gegenwartsnaher Zeit in der LPZ 6 eine gering bewaldete bis offene Vegetation aufgrund von Waldrodung, Holzabfuhr und Beweidung gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Die Maxima von Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) sowie weitere Pollentypen deuten auf diesen Zustand. Im Pollendiagramm zeigen sich außerdem die Aus-

Abb. 12: Naturnaher Fichten-Buchenwald, fast ohne Tanne, am Bärwies-Hang. (Foto: K. Splechtna)

© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Abb. 13: Das Rotmösel mit Hirschsuhlen. *(Foto: A. Brande)*

wirkungen auf die Moorränder und die prozentuale Erhöhung des Weit- und Fernflugpollens. Die Fichtenaufforstung um das Moor seit 1920, örtliche Moorkiefernbestände und die weitere Entwicklung des Hochmoores und seiner Randzonen (Abb. 13) prägen die LPZ 7 mit der 1980 dokumentierten Flora und Vegetation (Kusel-Fetzmann 1981).

Auf dem Bärwiesboden zeigen die zeitlich wechselnden Anteile der Kräuter-Pollentypen und das kleinflächige aktuelle Vegetationsmosaik die Dynamik der örtlichen Entwicklung des mesotrophen Flachmoores („Zwischenmoor"). Ursächlich dafür sind außer dem variablen Wasserhaushalt des Quell- und Oberflächenzuflusses die bis zum Jahr 1880 bestehende Almweidenutzung der Randbereiche und nördlich anschließenden trockeneren hochstaudenreichen Talbodenflächen sowie die nachfolgende beträchtliche Rotwildäsung (Splechtna & König 2001). Unter den zahlreich vertretenen Pollentypen des Moores und der Krautfluren ist der *Aconitum*-Typ des blauen Eisenhuts, dessen Bestände im Bärwiesboden mit ihrem Blütenflor aspektbildend in Erscheinung treten (Abb. 14), aufgrund der Insektenblütigkeit nur schwach im Pollenniederschlag vertreten.

Auf der Grubwiesalm ist das untersuchte Moor von einem Fichtensaum umgeben, die vermoorte Doline dagegen liegt frei auf der Alm. Im Fichtenpollenniederschlag der jüngsten Proben gibt es jedoch keine Unterschiede. In der Almvegetation überwiegen nach Grabherr & Zechmeister (1989) mit 36 % die Bürstlingsrasen unterschiedlicher Ausprägung und die Milchkrautweiden (namengebend *Crepis aurea* und *Poa alpina*) mit 32 % Flächenanteil. Hinzu kommen Bestände der Rasenschmiele, Quell-, Sicker- und Lägerfluren, verschiedene Kalkrasen, Alpenrosenheide, Rostseggenrasen und mit 0,2 % die Flachmoore in den Karstsenken. In dieser pflanzenarten- und pollentypenreichen Flora und Vegetation sind in beiden Diagrammen Weidezeiger wie Brennnessel und Nieswurz (*Urtica, Helleborus*) nachgewiesen. Das auf der Alm recht häufige Alpen-Leimkraut (*Silene alpestris*) gehört dem *Lychnis*-Pollentyp an. Pollen der Cichorioideae können u.a. von Alpendost und Alpenlattich (*Adenostyles* und *Homogyne*) stammen. Ein näherer Vergleich der Pollendiagramme BW, GM und GD mit der örtlichen Flora und Vegetation sowie der historisch-quellenkundlichen Überlieferung zu Art, Ausmaß und Intensität der Wald- und Almnutzung dürfte weitere Details wechselseitiger Interpretation liefern. Dabei kommt vor allem den Pollentypen der Almweidezeiger Bedeutung zu (vgl. Kral 1985, Drescher-Schneider 1998, 2007, Oeggl 2014).

Abb. 14: Vegetationszonierung vom Bärwiesboden zum Kamm des Sperriedels. *(Foto: A. Brande)*

© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Danksagung

Prof. Dr. Wilhelm Ripl (Berlin, Wien) sei für die Anregung zu den pollenanalytischen Untersuchungen und für die chemischen Sedimentanalysen im Rahmen des EU-Life-Teilprojekts „Funktionale Landschaftsanalyse im Albert Rothschild Wildnisgebiet Rothwald“ gedankt, Dr. Helmut Erlenkeuser (Leibniz-Labor Univ. Kiel) für sämtliche ^{14}C-Daten, Wilhelm Ripl jr. (Wien) für Hilfe bei den Torfbohrungen und Dr. Bernhard Splechtna (BOKU Wien) für Führungen im Gelände (Bärwies, Grubwies) und Literaturangaben. Dr. Berthold Heinze (BFW Wien) gab weitere Publikationsnachweise. Der Erstautor dankt besonders der Familie Splechtna sehr herzlich für ihre Gastfreundschaft und jegliche Unterstützung.

Autorenangaben

Dr. Arthur Brande, c/o Technische Universität Berlin,
Institut für Ökologie,
FG Ökosystemkunde/Pflanzenökologie,
Rothenburgstrasse 12, D-12165 Berlin
arthur.brande@alumni.tu-berlin.de

Forstdir. i. R. Dipl.-Ing. Karl Splechtna,
Bahnhofstrasse 21, A-3910 Zwettl/NÖ

Prof. Dr. Stefan Zerbe, Freie Universität Bozen,
Fakultät für Naturwissenschaften und Technik,
Universitätsplatz 5, I-39100 Bozen-Bolzano
Stefan.Zerbe@unibz.it

Literatur

Beug H.-J. (2004): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Pfeil, München.

Beug H.-J., I. Henrion & A. Schmüser (1999): Landschaftsgeschichte im Hochharz. Die Entwicklung der Wälder und Moore seit der letzten Eiszeit. Verlag Papierflieger, Clausthal-Zellerfeld.

Brande A. (2004a): Pollenanalytische Untersuchungen in den Mooren Rotmösel, Bärwies und Grubwiesalm. In: Ripl, W. unter Mitarbeit von K. Splechtna, A. Brande, K. D. Wolter, T. Janssen, W. Ripl jr. & C. Ohmeyer (2004): Funktionale Landschaftsanalyse im Albert Rothschild Wildnisgebiet Rothwald. Endbericht. Aqua Terra, TU Berlin, 154 S., darin 41-43, Berlin.

Brande A. (2004b): Postglaziale Taxus-Nachweise und Waldtypen in den nördlichen Kalkalpen (Niederösterreich). Der Eibenfreund 10: 52-62, Zvolen.

Brande A., K. Erd & H. Erlenkeuser (2002): On the History of Holocene Climax Vegetation in the Northern Alps (Lower Austria). Razprave IV. Razreda SAZU 43 (2): 63-77, Ljubljana.

Brande A. & K. Splechtna (2005): Jungholozäne Vegetationsgeschichte am Dürrenstein (Niederösterreichische Kalkalpen). 15. Jahrestagung des Arbeitskreises Vegetationsgeschichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft, Innsbruck, 23.10.2005, Poster mit Abstract. Palyno-Bulletin 1 (3/4): 25, Innsbruck.

Carli A. (2007): Der Urwald Rothwald als Leitbild für Bestandesumwandlungen in der Fichten-Tannen-Buchenwaldstufe im Nationalpark Gesäuse. Ber. i. Auftr. der Nationalpark Gesäuse GmbH, 56 S., Weng.

Drescher-Schneider R. (1998): Ergebnisse der Pollen- und großrestanalytischen Untersuchungen im Gebiet der Plankenalm, Dachstein. Mitt. ANISA 18: 46-61.

Drescher-Schneider R. (2007): Pollenanalytische Untersuchung im Königreich, Dachstein (Österreich), Ostplateau. Forschungsber. ANISA 1: 93-104,

Faegri K. & J. Iversen (1993): Bestimmungsschlüssel für die nordwesteuropäische Pollenflora. Fischer, Jena, Stuttgart.

Fink M. H. (1973): Der Dürrenstein – ein Karstgebiet in den niederösterreichischen Alpen. Die Höhle, Beiheft 22, 186 S., Selbstverlag Landesverein Höhlenkunde für Wien und Niederösterreich, Wien.

Grabherr G. & H. Zechmeister (1989): Naturschutzwert der Grubwiesalm (Gaming, Niederösterreich). Gutachten i Auftr. der NÖ-Agrarbezirksbehörde, Alm- und Weideinspektorat. Inst. f. Pflanzenphysiologie Univ. Wien, Tskr., 15 S., 5 Tab., 1 Karte. Wien.

Grimm E. C. (2004): TGView 2.0.2. www.ngdc.noaa.gov/palaeo/Tilia.html. Illinois State Museum.

Haseke H. (2016): Die Quellen des Wildnisgebietes. Silva Fera 5: 35-48, Scheibbs.

Kral F. (1969): Zur Frage der natürlichen Fichtenverbreitung im Fagetum des Bosco del Cansiglio. Mitt. ostalp.-dinar. pflanzensoziol. Arbeitsgem. 9: 261-273, Camerino.

Kral F. (1974): Grundzüge einer postglazialen Waldgeschichte des Ostalpenraumes. In: Mayer, H.: Wälder des Ostalpenraumes, 236-273, Fischer, Stuttgart.

Kral F. (1979): Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen aufgrund der bisherigen Pollenanalysen. 175 S., Österr. Agrarverlag, Wien.

© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Kral F. (1985): Nacheiszeitlicher Baumartenwandel und frühe Weidewirtschaft auf der Wurzeralm (Warscheneck, Oberösterreich). Jb. Oberösterr. Musealverein 130: 183-192, Linz.

Kral F. (1994a): Der Wald im Spiegel der Waldgeschichte. In: Österreichischer Forstverein (Hrsg.): Österreichs Wald. Vom Urwald zur Waldwirtschaft, 2. Aufl., 11-40. Eigenverlag Autorengemeinschaft „Österreichs Wald", Wien.

Kral F. (1994b): Zur Frage früher Almwirtschaft am östlichen Dachsteinplateau. Das Profil 1 Plankenalm. Mitt. ANISA 15: 37-43.

Kral F. & H. Mayer (1968): Pollenanalytische Überprüfung des Urwaldcharakters in den Naturwaldreservaten Rothwald und Neuwald (Niederösterreichische Kalkalpen). Forstwiss. Cbl. 87: 150-175, Wien.

Krisai R. 1993: Ein pollenanalytischer Beitrag zur Vegetationsgeschichte des Gebietes am Lunzer Obersee (Niederösterreich). Linzer biol. Beitr. 25/2: 963-974, Linz.

Küster H. (1994): The economic use of *Abies* wood as timber in Central Europe during Roman times. Vegetation History and Archaeobotany 3: 25-32, Berlin.

Kusel-Fetzmann E. (1981): „Auf den Mösern" – ein wenig bekanntes Moor in Niederösterreich. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österr. 120: 5-28, Wien.

Lang G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. 462 S., Fischer, Stuttgart.

Mayer H., M. Neumann & W. Schrempf (1979): Der Urwald Rothwald in den Niederösterreichischen Kalkalpen. Jb. Ver. z. Schutz d. Bergwelt 44: 79-117, München.

Mayer H. & M. Neumann (1981): Struktureller und entwicklungsdynamischer Vergleich der Fichten-Tannen-Buchen-Urwälder Rothwald/Niederösterreich und Corkova Uvala/Kroatien. Forstwiss. Cbl. 100: 111-132, Wien.

Mohr E. (1961): Die Gstettneralm – der mitteleuropäische „Kältepol". Jb. Ver. z. Schutz d. Alpenpfl. u. -Tiere 26: 38-42, München.

Mucina L., G. Grabherr, T. Ellmauer & S. Wallnöfer (Hrsg.) (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I-III, 587, 323, 353 S., Fischer, Jena.

Oeggl K. (2012): Vom Ulmensterben zur Waldverwüstung: anthropogene Vegetationsveränderungen in den Alpen seit dem Neolithikum. Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. 25: 95-107, Hannover.

Oeggl K. (2014): Reuten in den Alpen. Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. 26: 97-108, Hannover.

Pekny R. (2012): Das Wildnisgebiet im historischen Rückblick. Silva Fera 1: 9-15, Scheibbs.

Ripl W. unter Mitarbeit von K. Splechtna, A. Brande, K. D. Wolter, T. Janssen, W. Ripl jr. & C. Ohmeyer (2004): Funktionale Landschaftsanalyse im Albert Rothschild Wildnisgebiet Rothwald. Endbericht. Aqua Terra, TU Berlin, 154 S., Berlin.

Schmidt R. (1990): Pollenprofil 1 aus der Grabung Lackenmoosalm/Dachstein. Mitt. ANISA 11: 195-199.

Schrempf W. (1986): Waldbauliche Untersuchungen im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald und in Urwald-Folgebeständen. Diss. Univ. Bodenkultur Wien, Bd. 26, 147 S., Verlag VWGÖ, Wien.

Smettan H. (2000a): Verkarstung im Muschelkalk und Keuper – eine pollenanalytische Studie. Laichinger Höhlenfreund 35: 3-16, Selbstverlag, Laichingen.

Smettan H. (2000b): Der Grubalmkessel in den Chiemgauer Alpen. Jb. Ver. z. Schutz d. Bergwelt 65: 173-193, München.

Splechtna B. & D. König (2001): Kartierung der FFH-Lebensraumtypen. In: Amt NÖ Landesregierung, Abt. Naturschutz (Hrsg.): Life-Projekt Wildnisgebiet Dürrenstein, Forschungsbericht: 7-30, St. Pölten, 313 S.

Splechtna B. & K. Splechtna (2016): Rothschild's Wilderness: How a Primeval Forest Survived the Timber Industry. Environment & Society Portal Arcadia, Spring 2016, No. 4: 1-3, www.environmentandsociety.org/arcadia

Splechtna K. (2001): Skizzen einer Nutzungsgeschichte. In: Gossow, H. (Ltg.): Life-Projekt Wildnisgebiet Dürrenstein, Managementplan: 75-81, St. Pölten, 88 S.

Splechtna K. (2004): Zur Nutzungsgeschichte im Umkreis der pollenanalytischen Untersuchungspunkte im Wildnisgebiet Dürrenstein. Tskr., 1 S., Zwettl/NÖ.

Steiner G. M. (1992): Österreichischer Moorschutzkatalog. 4. überarb. Aufl., 509 S., Styria, Graz.

Stuiver M., P. J. Reimer, E. Bard, J. W. Beck, G. S. Burr, K. A. Hughen, B. Kromer, F. G. McCormack, J. van der Plicht & M. Spurk (1998): INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24.000 - 0 cal BP. Radiocarbon 40: 1041-1083.

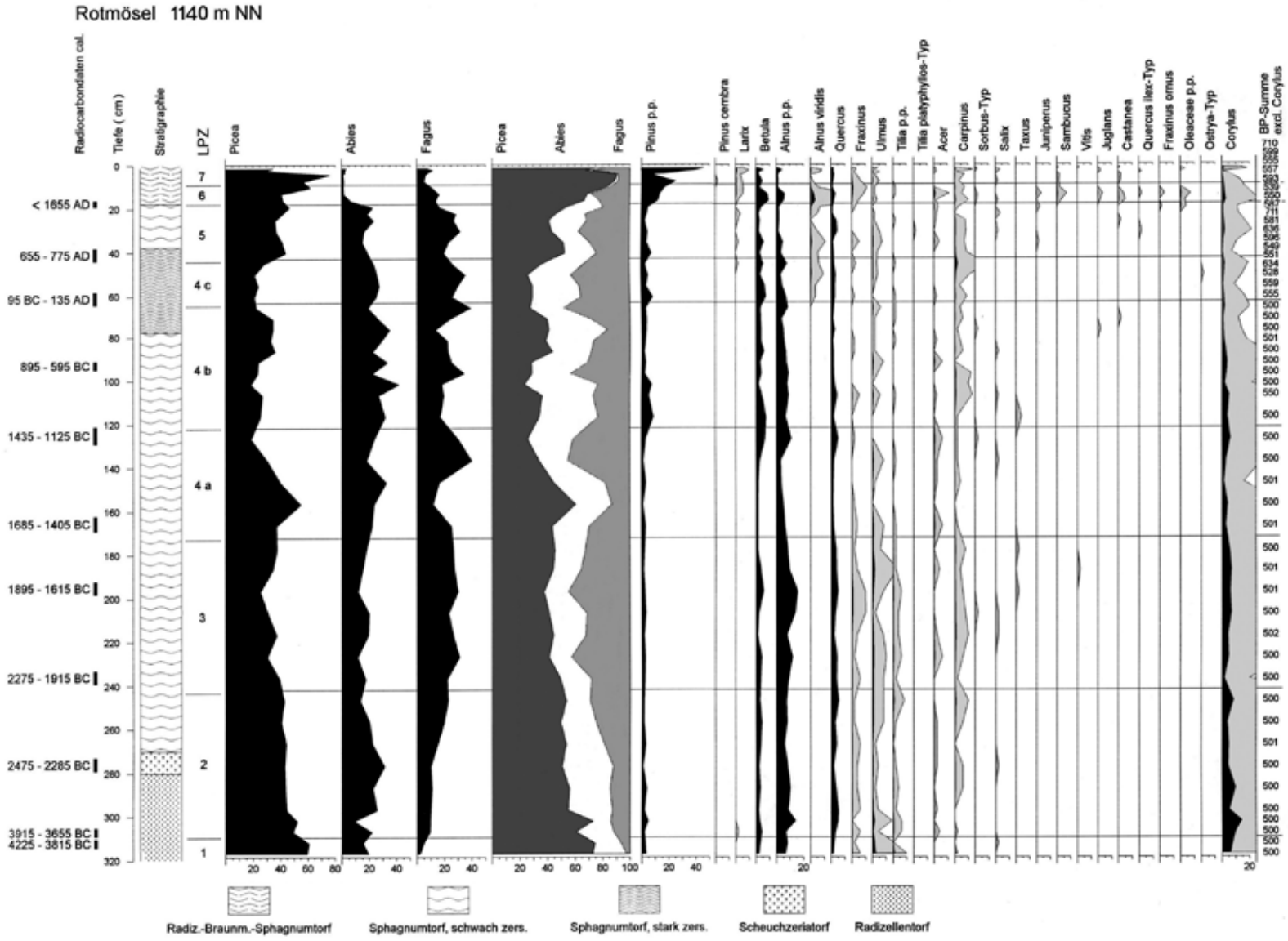
Willner W. & G. Grabherr (2007): Die Wälder und Gebüsche Österreichs. Text- u. Tabellenband. 206 S., Spektrum, Heidelberg.

Zukrigl K., G. Eckhart & J. Nather (1963): Standortskundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen. Mitt. Forstl. Bundes-Versuchsanst. Mariabrunn 62: 1-245, Wien.

© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

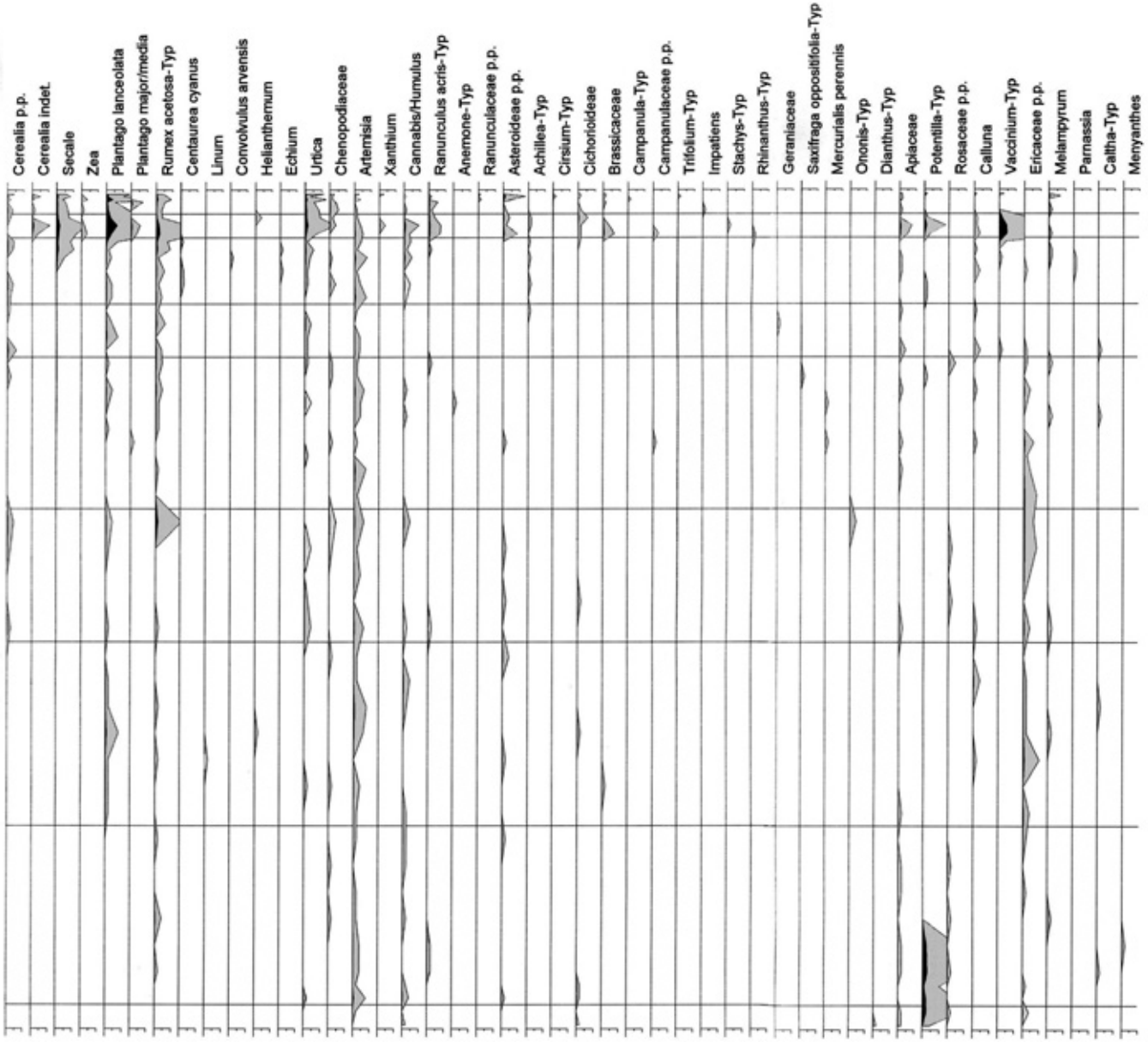
Anhang: Pollendiagramme

Anhang I: Pollendiagramm Rotmösel a



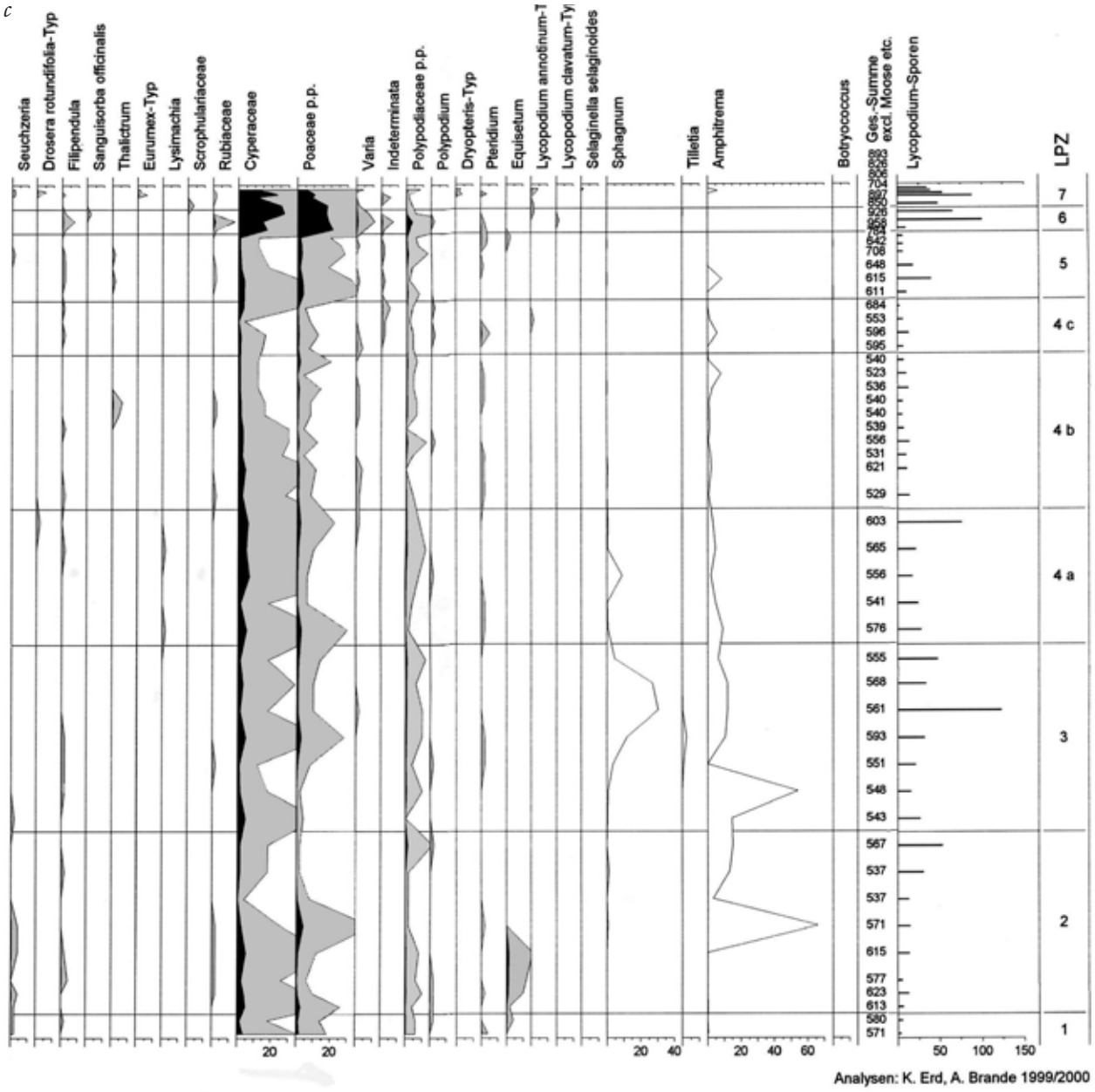
© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Anhang I: Pollendiagramm Rotmösel b



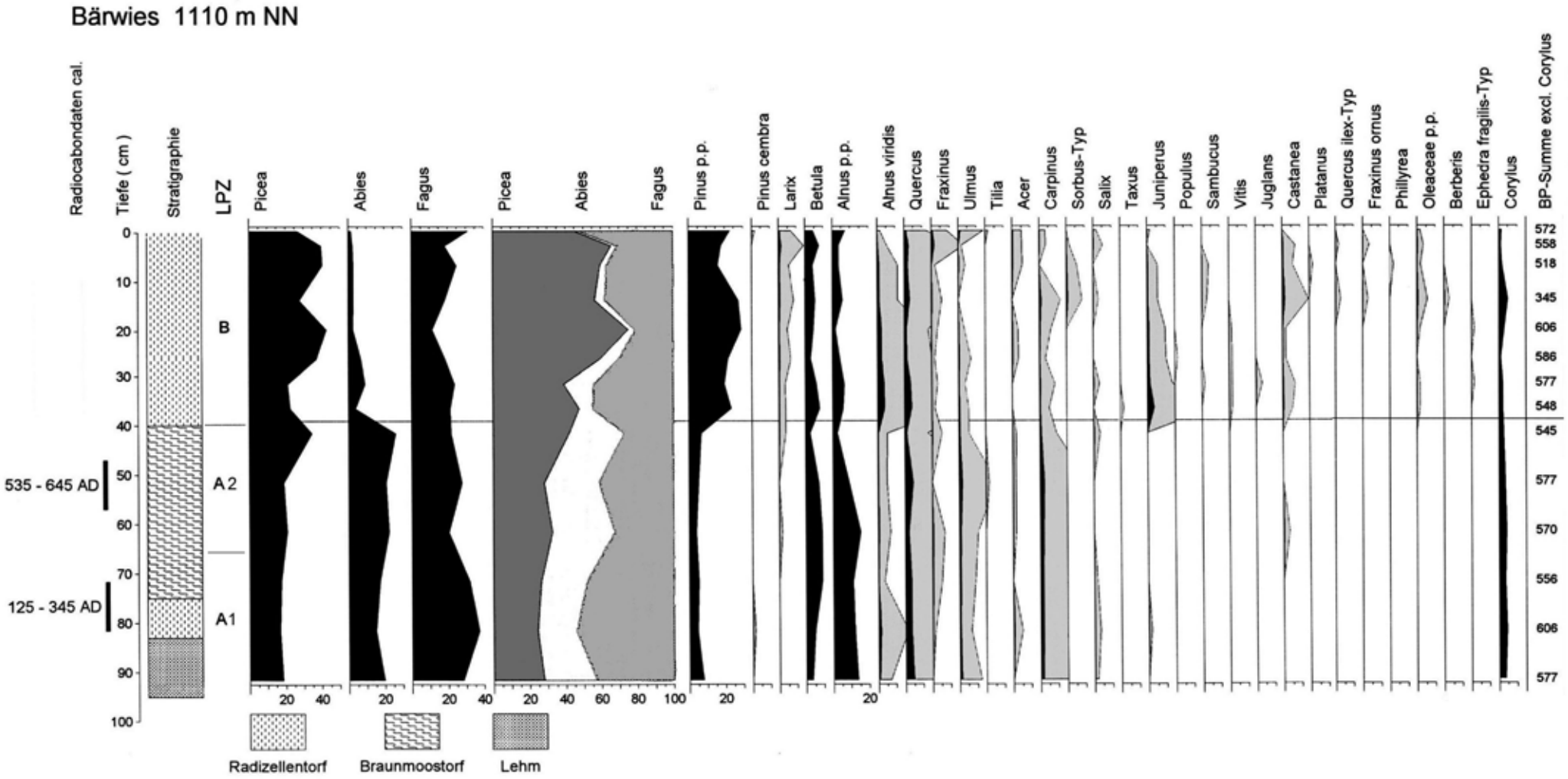
© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Anhang I: Pollendiagramm Rotmösel c



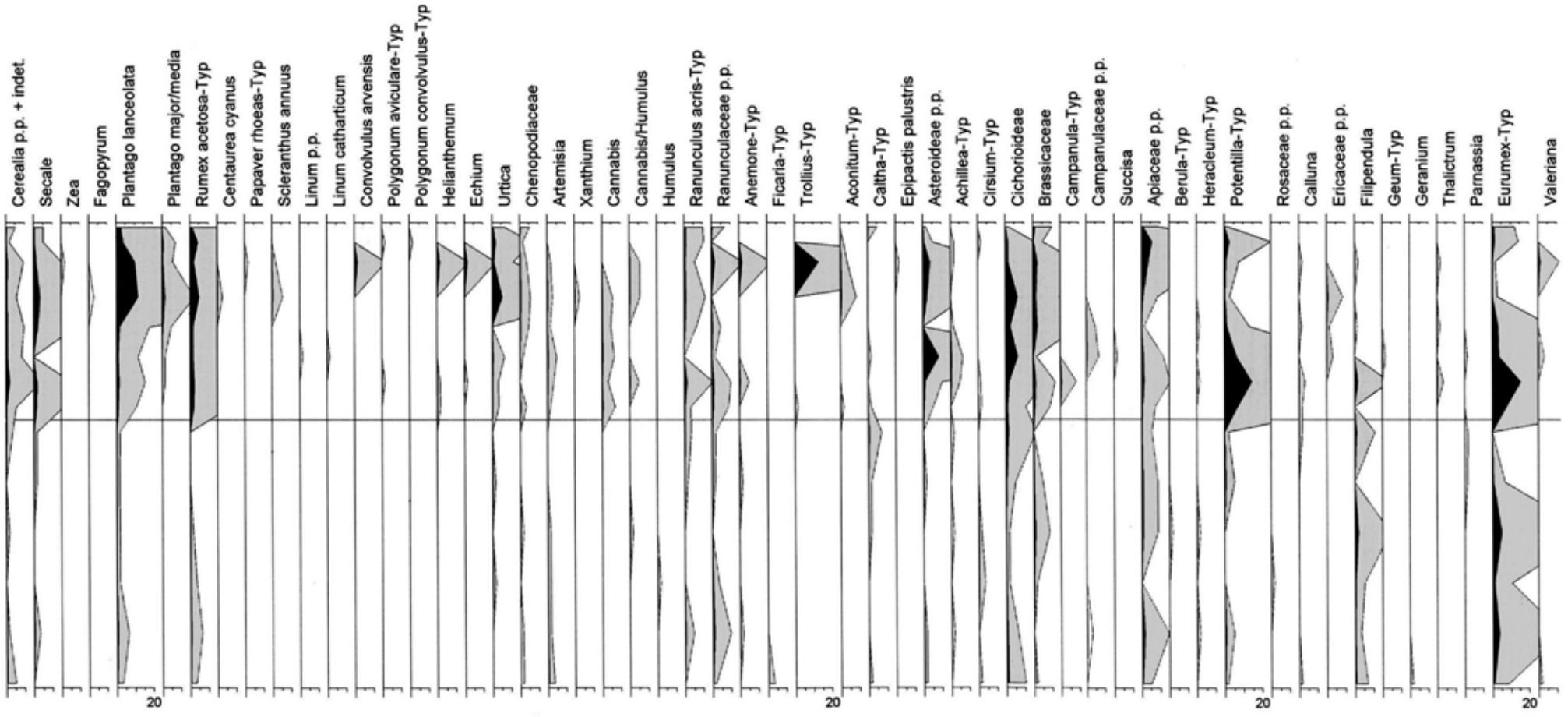
© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Anhang II: Pollendiagramm Bärwies a



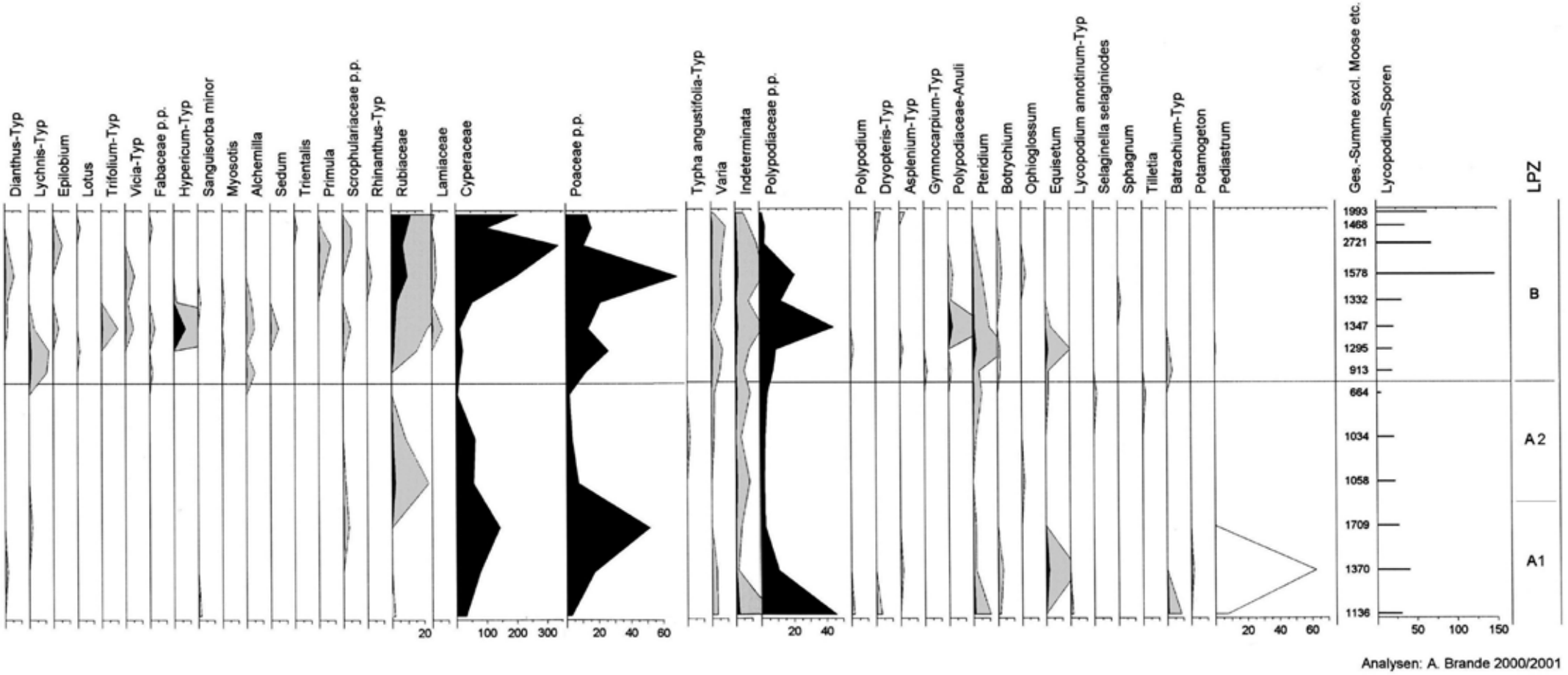
© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Anhang II: Pollendiagramm Bärwies b



© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

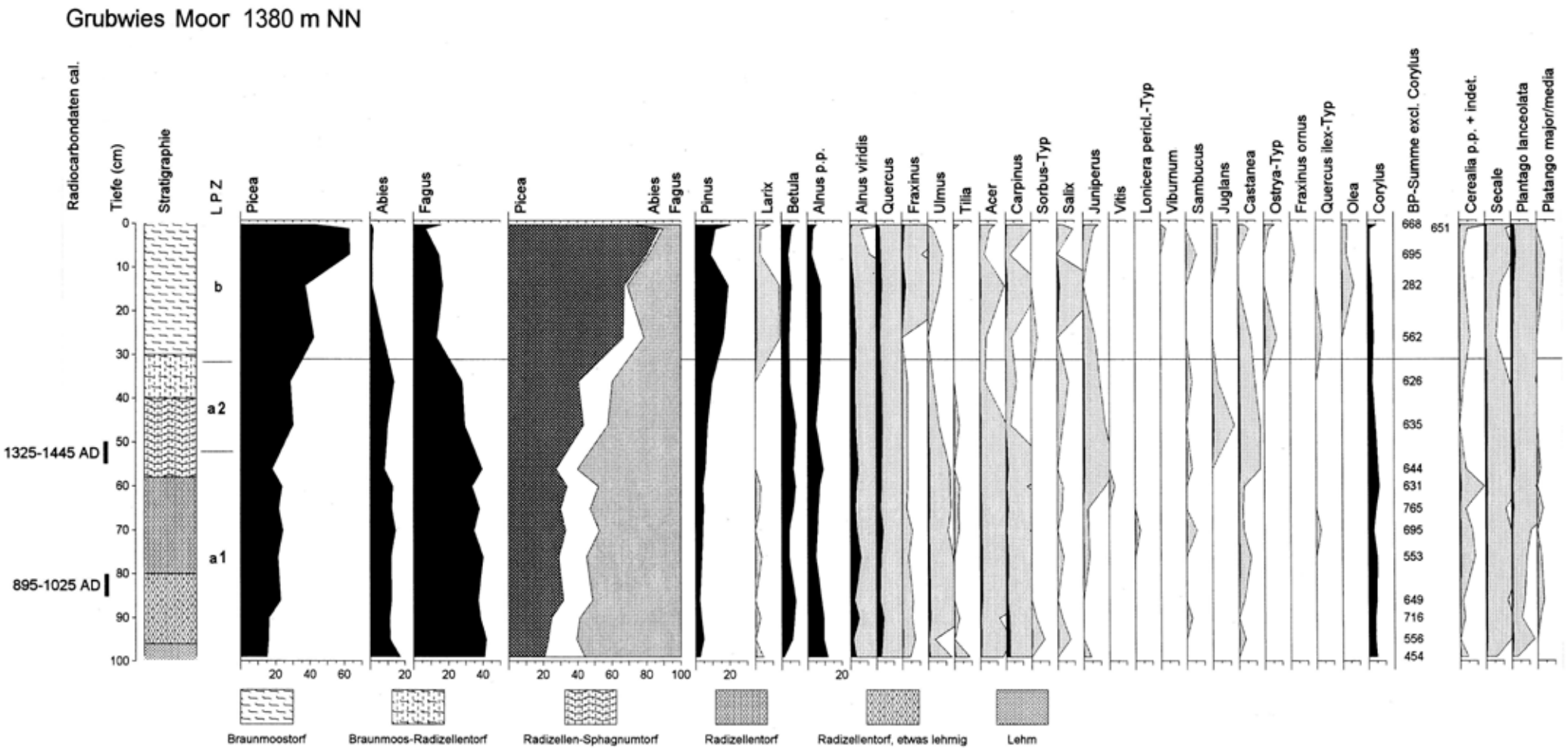
Anhang II: Pollendiagramm Bärwies c



Analysen: A. Brande 2000/2001

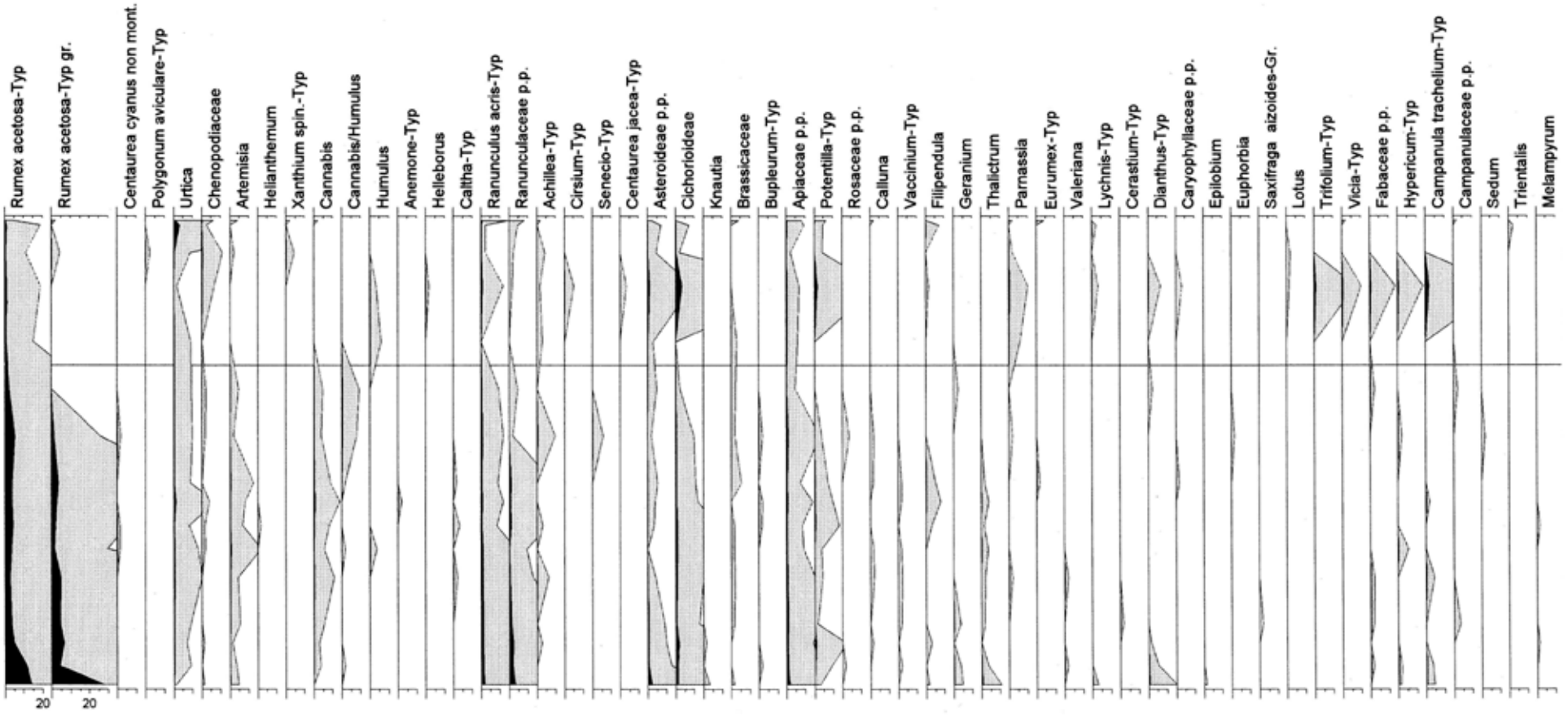
© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Anhang III: Pollendiagramm Grubwies Moor a



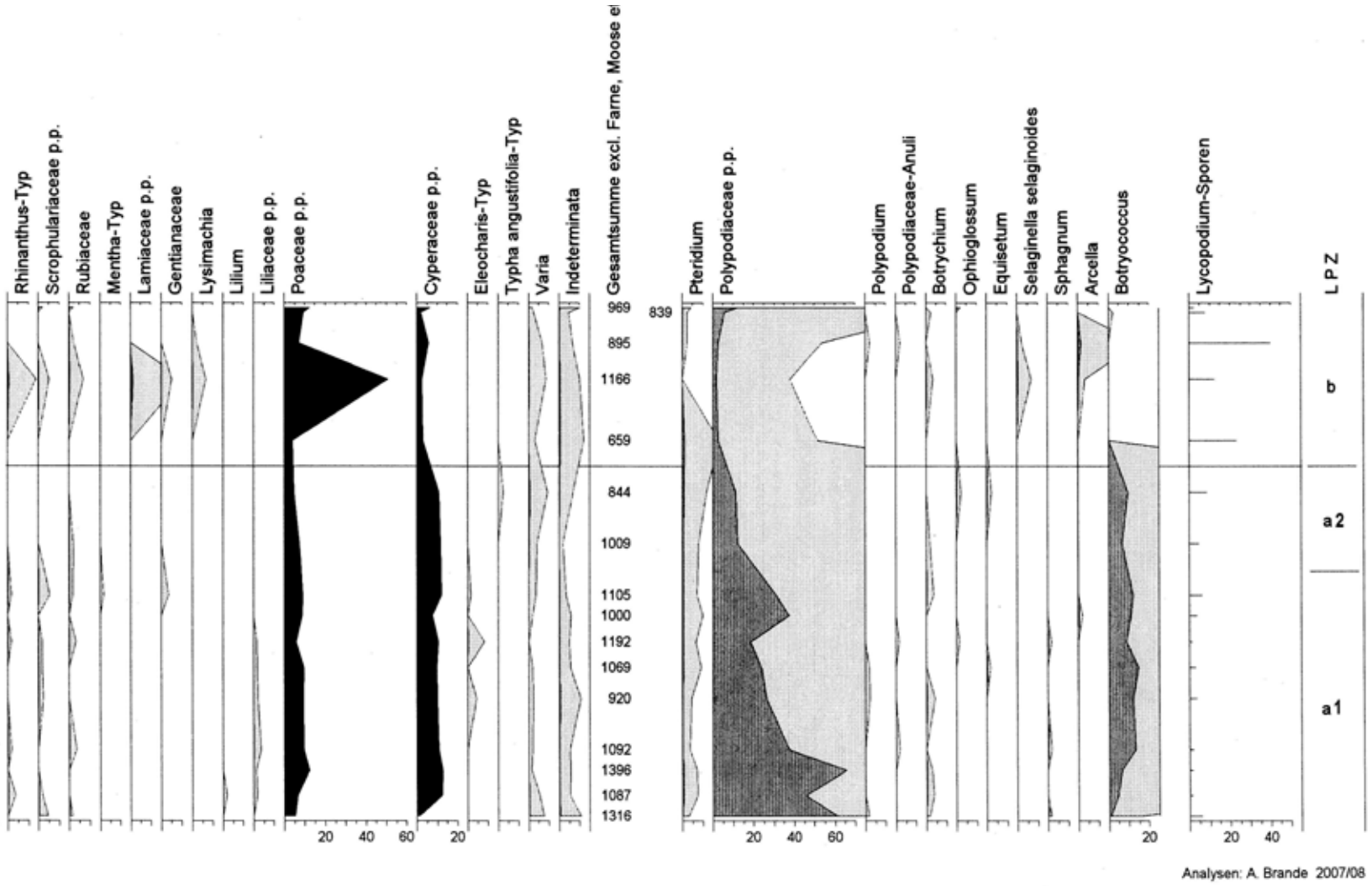
© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Anhang III: Pollendiagramm Grubwies Moor b



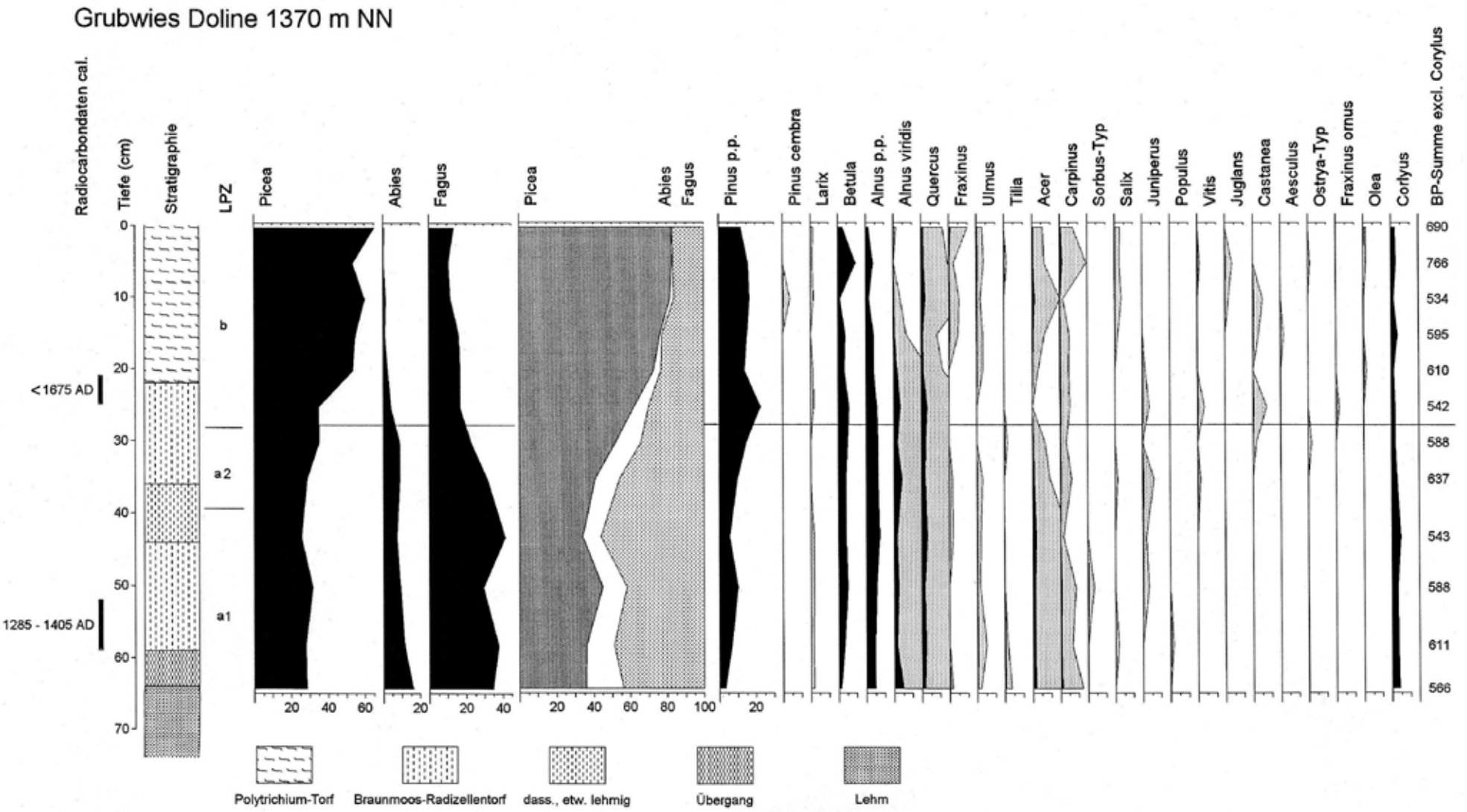
© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Anhang III: Pollendiagramm Grubwies Moor c



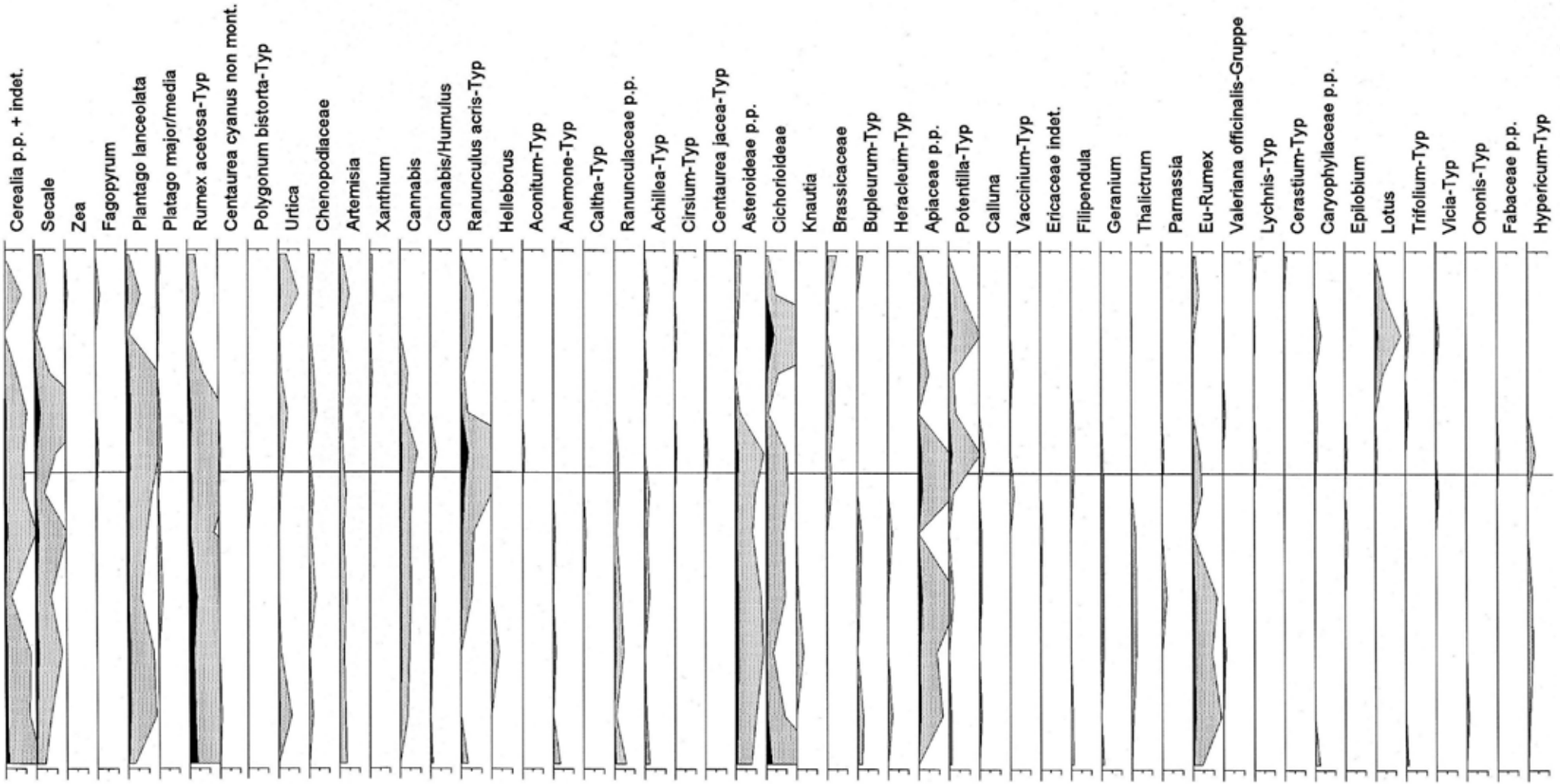
© Schutzgebietsverwaltung Wildnmisgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Anhang IV: Pollendiagramm Grubwies Doline a



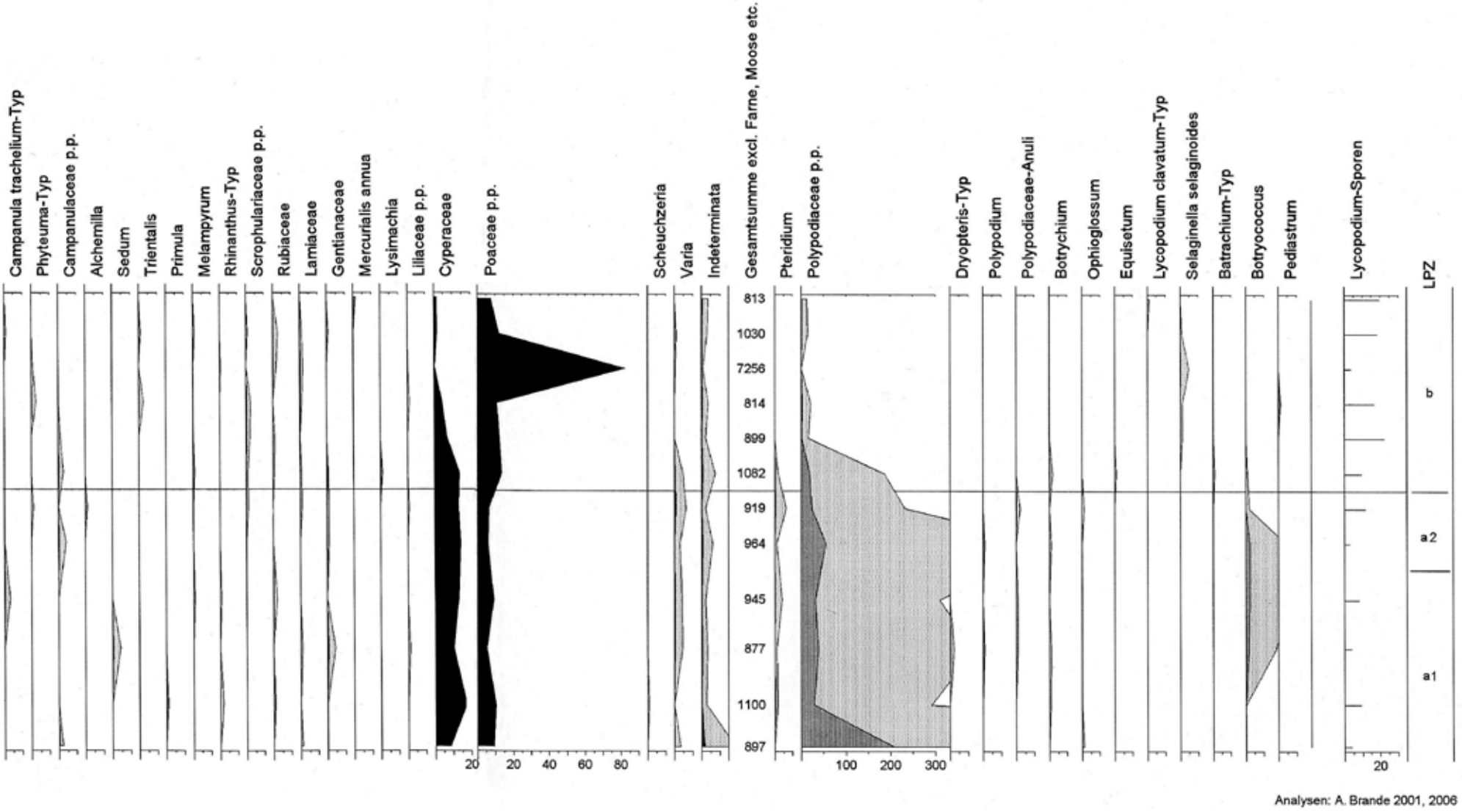
© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Anhang IV: Pollendiagramm Grubwies Doline b



© Schutzgebietsverwaltung Wildnismsgebiet Dürrenstein; download unter www.zobodat.at

Anhang IV: Pollendiagramm Grubwies Doline c



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Silva Fera

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: 6_2017

Autor(en)/Author(s): Brande Arthur, Splechtna Karl, Zerbe Stefan

Artikel/Article: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte im Wildnisgebiet Dürrenstein 7-36