



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

## Zerstörung von Pollen in Hinblick auf forensische Untersuchungen

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasser:	Philipp Preusche
Studienrichtung/Studienzweig (lt. Studienblatt):	Biologie/Botanik
Betreuerin:	ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Martina WEBER

Wien, im März 2010



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>2. MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>5</b>
2.1. MATERIAL .....	5
2.1.1. <i>Ursprung/Umweltbedingungen</i> .....	5
2.1.2. <i>Sammeltechnik</i> .....	7
2.2. METHODEN.....	8
2.2.1. <i>Aufbereitung der Proben</i> .....	9
2.2.2. <i>Mikroskopie</i> .....	10
2.2.3. <i>Pollenzählungen</i> .....	10
<b>3. ERGEBNISSE .....</b>	<b>13</b>
3.1. DATENBLÄTTER DER POLLENKATEGORIEN.....	13
3.2. PROBE 1 (1 TAG NACH AUFSAMMLUNG).....	26
<i>Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen</i> .....	30
3.3. PROBE 2 (1 MONAT NACH AUFSAMMLUNG) .....	31
<i>Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen</i> .....	34
3.4. PROBE 3 (2 MONATE NACH AUFSAMMLUNG) .....	35
<i>Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen</i> .....	38
3.5. PROBE 4 (3 MONATE NACH AUFSAMMLUNG) .....	39
<i>Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen</i> .....	42
3.6. PROBE 5 (4 MONATE NACH AUFSAMMLUNG) .....	43
<i>Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen</i> .....	46
3.7. PROBE 6 (5 MONATE NACH AUFSAMMLUNG) .....	47
<i>Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen</i> .....	50
3.8. PROBE 7 (6 MONATE NACH AUFSAMMLUNG) .....	51
<i>Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen</i> .....	54
3.9. ÜBERBLICK ÜBER ALLE PROBEN-GEMEINSAMKEITEN UND UNTERSCHIEDE .....	55
<b>4. DISKUSSION .....</b>	<b>67</b>
SPOREN .....	70
<b>5. LITERATUR.....</b>	<b>71</b>
<b>6. ANHANG .....</b>	<b>74</b>
ABSTRACT / ZUSAMMENFASSUNG.....	74
LEBENSLAUF.....	75
VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN .....	76
VERZEICHNIS DER GRAFIKEN.....	77
VERZEICHNIS DER TABELLEN .....	78
DANKSAGUNG.....	79

# 1. Einleitung

Forensische Palynologie benutzt Pollen und Sporen zur Klärung verschiedenster Fragen im Zusammenhang mit Verbrechen (BRYANT und MILDENHALL 1998) [1]. Diese Fragen reichen von der Zuordnung eines Gegenstandes bzw. eines Verdächtigen zu einem Tatort bis hin zur Frage wie und womit Honig verfälscht wurde (BROWN et al. 2002) [2]. Pollen hat mehrere herausragende Eigenschaften, die ihn für forensische Untersuchungen nutzbar machen. Pollenkörner sind mikroskopisch klein, können durch ihre Struktur und charakteristische Ornamentierung der Wand bestimmten Taxa zugeordnet werden, sind extrem widerstandsfähig und werden vor allem bei anemophilen Pflanzen in großen Mengen produziert. Da Pollen überall ist, kann er aus Staub, Erde, Laub, Textilien, Autoreifen, Haaren, und vielem mehr isoliert werden (BRYANT et al. 1996) [3]. Die Forensische Palynologie vergleicht solche Proben um sie miteinander in Verbindung zu bringen. Dazu wird ein Pollenprofil erstellt, in dem der prozentuelle Anteil der unterschiedlichen Pollentypen in der Gesamtprobe ermittelt wird (MILNE et al. 2004) [4]. Laut WILTSHIRE (2006) [5] ist es kaum vorhersagbar ob ein Pollenkorn zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort und somit schließlich in einer Probe vorkommt. Das hängt von vielen Faktoren ab die unter dem Begriff „Taphonomie“ zusammengefasst werden. Entscheidend sind nicht nur die Pflanzen, die in unmittelbarer Nähe des untersuchten Ortes wachsen sondern auch Pflanzen in größerer Entfernung. Dazu kommen Parameter wie Windrichtung, Windstärke, Temperatur, Regen, Interaktion durch Tier und Mensch, Objekte die als Filter oder Blockade (z. B. Bäume, Mauern) wirken u. a. Faktoren (WILTSHIRE 2006) [5].

Die Pollenwand besteht hauptsächlich aus Sporopollenin, einem äußerst widerstandsfähigen Biopolymer (MILNE et al. 2004) [4]. Dadurch ist die Pollenwand äußerst resistent gegen verschiedenste Einflüsse. Sie übersteht Säuren und mechanische Einwirkungen (MILDENHALL et al. 2006) [6] nahezu verlustlos. Pollen kann aber dennoch, durch extreme oxidative Einflüsse, durch Pilze und Bakterien (HAVINGA 1984 und 1971) [7] [8] sowie durch Feuer (CAMPBELL 1999) [9] zerstört werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob und wie sich das Pollenprofil einer definierten Probe innerhalb eines geschlossenen Systems im Laufe von 6 Monaten verändert. Damit sollte simuliert werden was zu berücksichtigen ist, wenn die forensische Probe und die entsprechende Vergleichsprobe nicht gleichzeitig bearbeitet werden können (z. B. zwischen Probenentnahme von einem Tatort und der Probenentnahme von einem Verdächtigen liegt

eine größere Zeitspanne, weil der Verdächtige erst nach einer gewissen Zeit ermittelt werden konnte).

## 2. Material und Methoden

### 2.1. *Material*

#### 2.1.1. Ursprung/Umweltbedingungen

Das Material wurde in einem Waldstück zwischen Donau und Donauuferautobahn auf Höhe Klosterneuburg/Langenzersdorf (Österreich) gesammelt.

Datum der Probenentnahme:	10. März 2009
Klimaverhältnisse:	kein Niederschlag, starker Wind, sonnig, ca. 7 °C.
Bodenverhältnisse:	oberste Laubschicht trocken, trotz mehrtägigen Regens in den Tagen davor untere Laubschichten feucht-nass.
Koordinaten der Sammelstelle:	N 48° 18' 46,3" E 016° 20' 37,2".
Blühende Pflanzen:	<i>Corylus avellana</i> L.



Abb. 1: Sammelstelle Überblick [10]

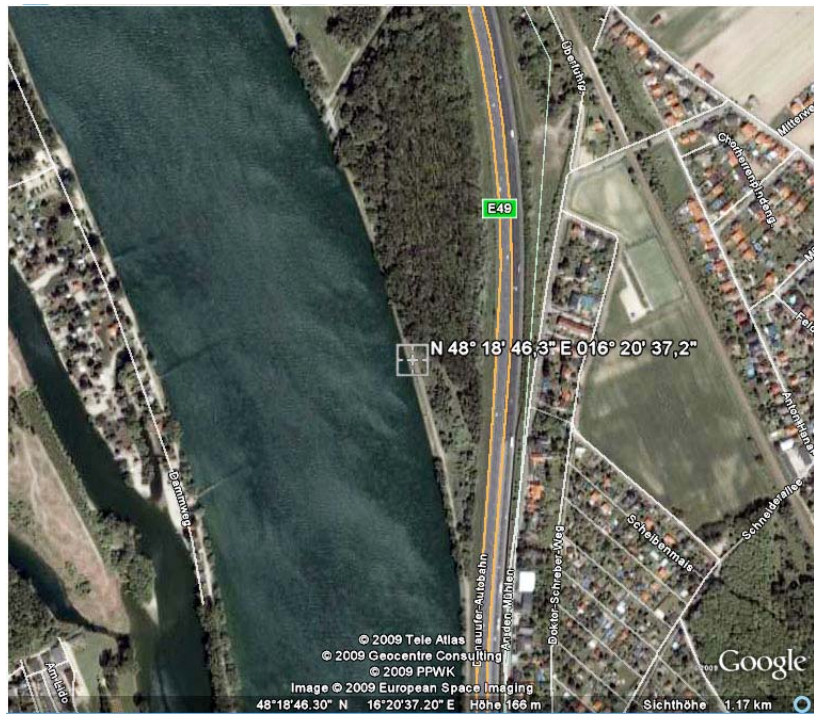


Abb. 2: Sammelstelle Nahaufnahme [10]



**Abb. 3:** Sammelstelle Detailaufnahme [10]

### 2.1.2. Sammeltechnik

Material von der Bodenoberfläche (Blätter aus dem Vorjahr und kleinere Zweige) wurde in wiederverschließbare Plastiksackerl gefüllt. Diese Plastiksackerl wurden verschlossen und bis zur jeweiligen Weiterverarbeitung bei Zimmertemperatur gelagert.



**Abb. 4:** Plastiksackerl mit Probe

## **2.2. Methoden**

Im Abstand von etwa einem Monat wurde je eine Probe aufbereitet, insgesamt 7. Die erste Probe wurde unmittelbar nach der Aufsammlung weiterverarbeitet. Die restlichen Proben wurden bis zu ihrer Weiterverarbeitung im verschlossenen Plastiksackerl für 1, 2, 3, 4, 5 bzw. 6 Monate aufbewahrt. Das Material wurde dabei in keiner Weise aktiv beeinflusst.



**Tabelle 1:** Daten zur Probenaufbereitung

<b>Probennummer</b>	<b>Aufbereitungsdatum</b>	<b>Alter der Proben in Tagen</b>
1	11. März 2009	1
2	10. April 2009	31
3	15. Mai 2009	66
4	19. Juni 2009	101
5	29. + 30. Juli 2009	141
6	24. August 2009	167
7	22. September 2009	196

### **2.2.1. Aufbereitung der Proben**

Ein möglichst repräsentativer Querschnitt der Probe wurde aus dem Sackerl entnommen und in ein Becherglas gegeben, der Rest eingefroren. Anschließend wurde die Probe im Becherglas mit destilliertem Wasser überschichtet. Nach ca. 30 Minuten wurden die größeren Bestandteile über ein Sieb entfernt. Der Pollen sowie sonstige organische und anorganische Bestandteile wurden aus dem Waschwasser durch Zentrifugation (bei 3000 Umdrehungen/Minute) isoliert und folgendermaßen acetolysiert (abgeändert nach EYRING 1996) [11]:

- 1-2x waschen mit Essigsäure (96 %)
- Dekandieren der Essigsäure und Überschichten mit Acetolysegemisch (9 Teile Essigsäureanhydrid und 1 Teil konzentrierte Schwefelsäure)
- Kochen im Wasserbad für 5 Minuten
- Erneutes Waschen mit Essigsäure (96 %)
- Mehrmaliges Waschen mit destilliertem Wasser
- Schwerentrennung mit Zinkbromid nach (ZABENSKIE et al. 2006) [12] zur Trennung der anorganischen von den organischen Bestandteilen:
  - Mischen der Probe mit Zinkbromidlösung (250 g Zinkbromid mit 25 ml 10 %iger Salzsäure und 100 ml Wasser)
  - Vorsichtiges Überschichten der Probe mit destilliertem Wasser (Zinkbromid-Phase und Wasserphase dürfen sich nicht mischen)

- Zentrifugieren für ca. 10 Minuten mit 3000 rpm
- Das organische Material schwimmt auf dem Zinkbromid und wird von dort abpipetiert.

Die folgenden Schritte wurden sowohl für organischen als auch den anorganischen Teil der Probe durchgeführt:

- Mehrmaliges Waschen mit destilliertem Wasser
- Trocknen der Probe für mindestens 15 Minuten (Zentrifugenröhrchen dabei mit Öffnung nach unten auf Filterpapier stellen)
- Überschichten mit Glycerin und Aufbewahrung des Materials in Kryoröhrchen.

Um etwaige Kontaminationen im Labor feststellen zu können, wurden während der gesamten Probenaufbereitung mit Glycerin bestrichene Objektträger an mehreren Stellen des Raumes platziert und anschließend ausgewertet.

### **2.2.2. Mikroskopie**

Die Probe im Kryoröhrchen wurde gut durchmischt und ein Tropfen davon auf einen Objektträger aufgebracht. Bei Bedarf wurde noch Glycerin hinzugefügt, um die Probe zu verdünnen. Beim Mikroskopieren wurden neben sämtlichen identifizierbaren Pollenkörnern auch sonstige auffallende Bestandteile dokumentiert.

Verwendete Mikroskope: Olympus BX50-F mit Color View Soft Imaging System (Olympus U-CMAD 2) (Zählungen, Photos); JenaLumar mit Olympus Camedia C-3040 ZOOM (Zählungen), Olympus CH20 (Zählungen)

### **2.2.3. Pollenzählungen**

In jeder Probe wurden mindestens 500 Pollenkörner identifiziert und den jeweiligen Pflanzengruppen (Gattung, Familie) mit Hilfe von gängiger Literatur (BEUG 2004) [13] (BUCHNER, WEBER 2000) [14] zugeordnet. Daraus ergaben sich 14 Kategorien (siehe Ergebnisteil)<sup>1</sup>. Um die sieben Proben miteinander vergleichen zu können wurde der prozentuelle Anteil (P) aller Kategorien für alle Proben bestimmt.

---

<sup>1</sup> Auch wenn die Namen der Kategorien den Namen von Pflanzengattungen entsprechen, werden diese in der vorliegenden Arbeit nicht kursiv geschrieben.

Des Weiteren wurde bei den Kategorien 'Alnus', 'Betula' und 'Corylus' zwischen „intakt“, „mäßig defekt“ und „stark defekt“ unterschieden. Als „mäßig defekt“ wurden Pollenkörner markiert die einen Riss, ein Loch oder kleinere „Fraßspuren“ aufwiesen. „Stark defekte“ Pollenkörner hatten mehrere dieser Schadensbilder.

Die Kategorie 'unidentifizierbar' fasst Objekte zusammen, bei denen eine eindeutige Zuordnung zu einer der 13 Pollen-Kategorien nicht mehr möglich war. Diese Kategorie stellt ein wichtiges Maß für den Zerstörungsgrad der jeweiligen Probe dar.

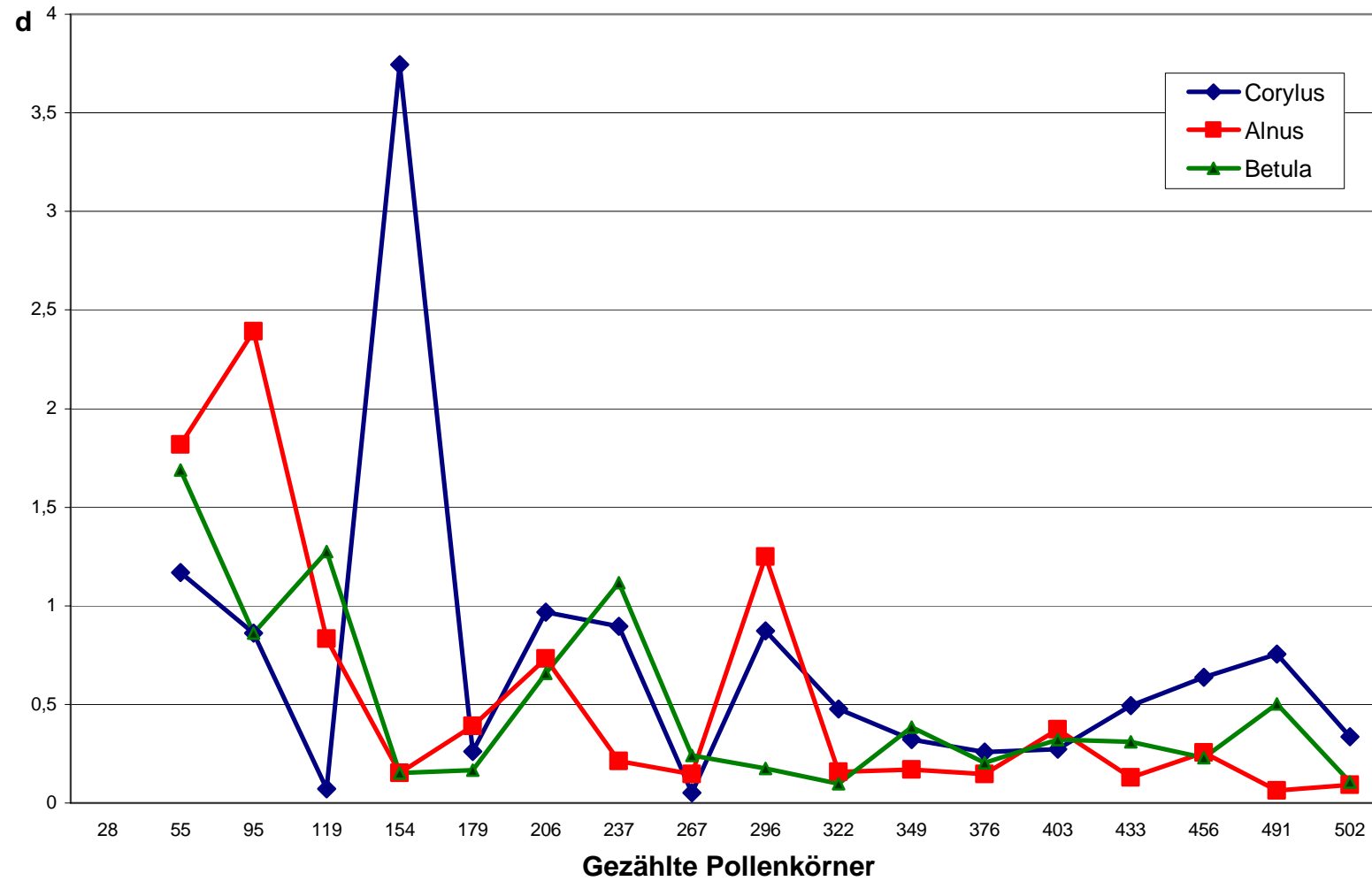
### Statistische Auswertungen

Die Genauigkeit der Zählungen wurde folgendermaßen ermittelt und am Beispiel von Probe 1 dargestellt:

Etwa 30 Pollenkörner wurden zu einem „Paket“ zusammengefasst. Danach wurde der prozentuelle Anteil (P) der unterschiedlichen Kategorien berechnet, zuerst für ein Paket, dann für die ersten beiden Pakete, dann für die ersten drei Pakete usw. Die jeweilige Schwankung (d) zwischen diesen Werten (P) wurde für alle Kategorien ermittelt. Diese Schwankung nimmt tendenziell mit der Zahl der gezählten Pollenkörner ab. So konnte festgestellt werden, wann diese Schwankung einen, für diese Untersuchung, sinnvoll kleinen Wert erreicht.

Grafik 1 zeigt diese Schwankungen (d) für die wichtigsten Kategorien in Probe 1, 'Corylus' 'Alnus' und 'Betula'. Es ist zu sehen, dass sich die prozentuellen Anteile bis ca. 150 gezählte Pollenkörner noch stark verändern. Erst ab ca. 200 gezählten Pollenkörnern stabilisieren sich die Werte, sodass ab 300 damit gerechnet werden kann, dass sich die Werte um nicht mehr als  $\pm 1,5\%$  ändern werden. Um eine noch höhere Genauigkeit zu erreichen wurde bei allen Proben bis ca. 500 gezählt. Ab diesem Wert ist nur noch mit einer maximalen Schwankung von  $\pm 1\%$  zu rechnen. Dieser Wert wurde für alle Proben übernommen.

**Grafik 1:** Absolutbetrag der Schwankung (d) in % mit fortlaufender Zählung



## **3. Ergebnisse**

### **3.1. *Datenblätter der Pollenkategorien***

Beschreibung des Pollens nach HESSE et al. (2009) [15].

## Corylus (Betulaceae)



Abb. 5: *Corylus avellana* L.

### Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	small (10-25 $\mu\text{m}$ )
<b>Shape</b>	spheroidal
<b>Aperture number</b>	3
<b>Type of aperture</b>	porate
<b>Equatorial outline</b>	circular
<b>Ornamentation</b>	rugulate-granulate



Abb. 6: Intaktes Pollenkorn (Probe 1)



Abb. 7: Mäßig defektes Pollenkorn (Probe 2)

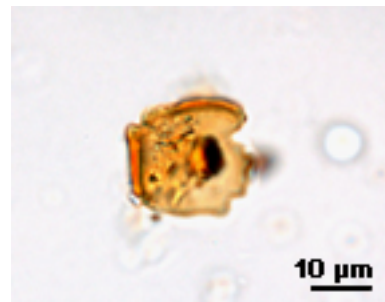


Abb. 8: Stark defektes Pollenkorn (Probe 1)

## Alnus (Betulaceae)



Abb. 9: *Alnus glutinosa* (L.) GAERTN.

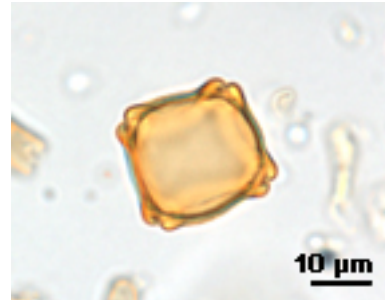


Abb. 10: Intaktes Pollenkorn (Probe 2)

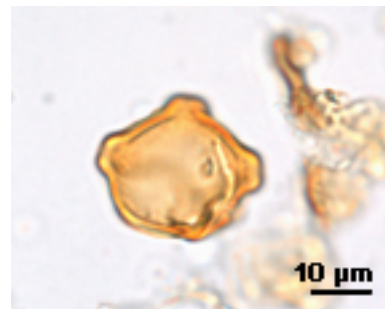


Abb. 11: Mäßig defektes Pollenkorn (Probe 2)

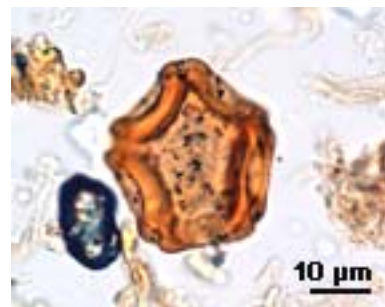


Abb. 12: Stark defektes Pollenkorn (Probe 2)

### Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	medium (26-50 µm)
<b>Shape</b>	oblate
<b>Aperture number</b>	4, 5 (6)
<b>Type of aperture</b>	porate-brevicolpate
<b>Equatorial outline</b>	polygonal
<b>Ornamentation</b>	rugulate-granulate

## Betula (Betulaceae)



Abb. 13: *Betula pendula* ROTH

### Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	small (10-25 $\mu\text{m}$ )
<b>Shape</b>	spheroidal
<b>Aperture number</b>	3
<b>Type of aperture</b>	porate
<b>Equatorial outline</b>	circular
<b>Ornamentation</b>	granulate-rugulate

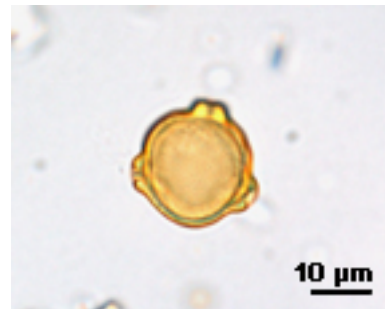


Abb. 14: Intaktes Pollenkorn (Probe 2)



Abb. 15: Mäßig defektes Pollenkorn (Probe 2)

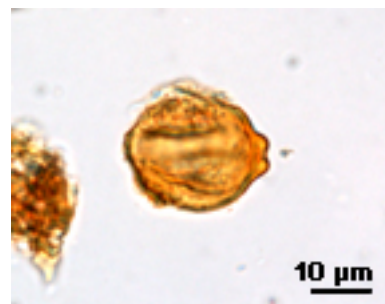


Abb. 16: Stark defektes Pollenkorn (Probe 1)



## Asteraceae "tubuliflorae"



Abb. 17: *Bellis perennis* L.

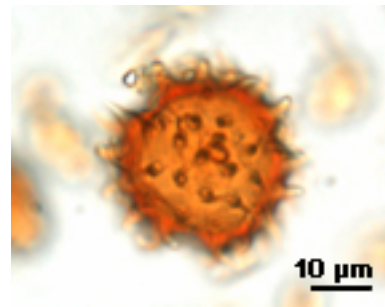


Abb. 18: Pollenkorn (Probe 3)

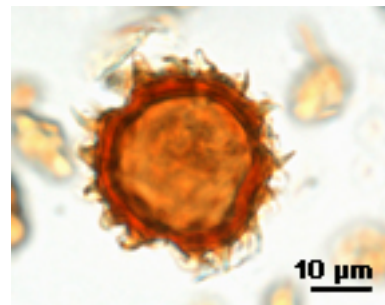


Abb. 19: Pollenkorn, Optischer Schnitt (Probe 3)

### Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	small (10-25 μm)
<b>Shape</b>	spheroidal
<b>Aperture number</b>	3
<b>Type of aperture</b>	colporate
<b>Equatorial outline</b>	circular
<b>Ornamentation</b>	echinate

### Definition 'Asteraceae tubuliflorae':

Bei diesem Typ sind die Echinae über die ganze Oberfläche des Pollenkorns verteilt.

Bei den ligulifloren Asteraceen sind die Echinae auf die Lophae (kammartige Erhöhungen der Exine) beschränkt.

# Brassicaceae



Abb. 20: *Brassica napus* L. [16]



Abb. 21: Pollenkorn (Probe 2)

## Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	small / medium (10-25 µm / 25-50 µm)
<b>Shape</b>	spheroidal
<b>Aperture number</b>	3
<b>Type of aperture</b>	colpate
<b>Equatorial outline</b>	circular
<b>Ornamentation</b>	reticulate

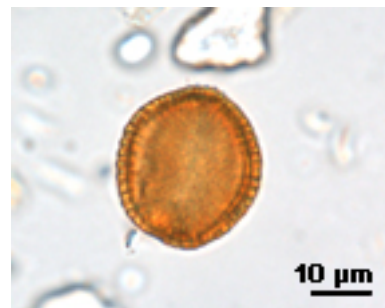


Abb. 22: Pollenkorn, optischer Schnitt (Probe 2)

## Pinus-Diploxylyontyp (Pinaceae)



Abb. 23: *Pinus nigra* J.F. ARNOLD

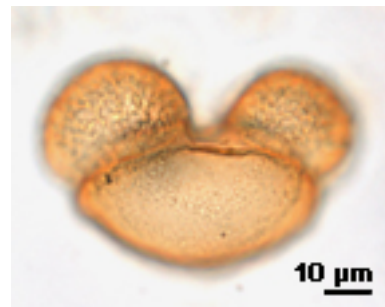


Abb. 24: Pollenkorn (Probe 2)

### Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	large (51-100 µm)
<b>Shape</b>	oblate
<b>Aperture number</b>	1
<b>Type of aperture</b>	leptoma
<b>Pollen class</b>	saccate
<b>Ornamentation</b>	-



Abb. 25: Pollenkorn (Probe 2)

# Picea (Pinaceae)



Abb. 26: *Picea abies* (L.) H. KARST.



Abb. 27: Pollenkorn (Probe 3)



Abb. 28: Pollenkorn (Probe 3)

## Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	very large (> 100 µm)
<b>Shape</b>	oblate
<b>Aperture number</b>	1
<b>Type of aperture</b>	leptoma
<b>Equatorial outline</b>	elliptic
<b>Ornamentation</b>	saccate

# Poaceae



Abb. 29: *Hordeum murinum* L.

## Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	small to very large (10 $\mu\text{m}$ to > 100 $\mu\text{m}$ )
<b>Shape</b>	spheroidal
<b>Aperture number</b>	1
<b>Type of aperture</b>	ulcerate
<b>Equatorial outline</b>	circular
<b>Ornamentation</b>	granulate



Abb. 30: Pollenkorn (Probe 2)



# Salix (Salicaceae)



Abb. 31: *Salix* sp.



Abb. 32: Pollenkorn (Probe 3)



Abb. 33: Pollenkorn, optischer Schnitt (Probe 3)



Abb. 34: Pollenkorn (Probe 3)

## Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	small (10-25 µm)
<b>Shape</b>	spheroidal
<b>Aperture number</b>	3
<b>Type of aperture</b>	colpate
<b>Equatorial outline</b>	circular
<b>Ornamentation</b>	reticulate-heterobrochate

# Fraxinus (Oleaceae)



Abb. 35: *Fraxinus excelsior* L.

## Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	medium (26-50 $\mu\text{m}$ )
<b>Shape</b>	spheroidal
<b>Aperture number</b>	3
<b>Type of aperture</b>	colpate
<b>Equatorial outline</b>	circular
<b>Ornamentation</b>	reticulate-heterobrochate

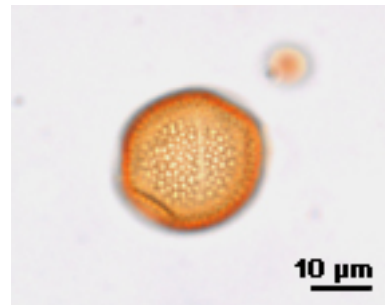


Abb. 36: Pollenkorn (Probe 7)

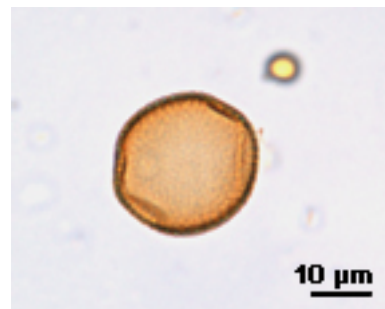


Abb. 37: Pollenkorn, optischer Schnitt (Probe 7)



Abb. 38: Pollenkorn (Probe 7)

# Chenopodiaceae



Abb. 39: *Atriplex sagittata* BORKH. [17]

## Beschreibung

<b>Pollen unit</b>	monad
<b>Size</b>	small / medium (10-25 $\mu\text{m}$ / 25-50 $\mu\text{m}$ )
<b>Shape</b>	spheroidal
<b>Aperture number</b>	> 6
<b>Type of aperture</b>	porate
<b>Equatorial outline</b>	circular
<b>Ornamentation</b>	microechinate - perforate



Abb. 40: Pollenkorn (Probe 1)



Abb. 41: Pollenkorn, optischer Schnitt (Probe 1)



Abb. 42: Pollenkorn (Probe 1)



## Beispiele für unidentifizierbare Pollenkörner

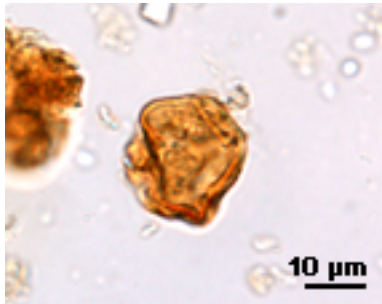


Abb. 43: Probe 5

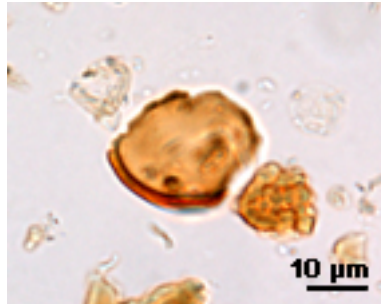


Abb. 44: Probe 4

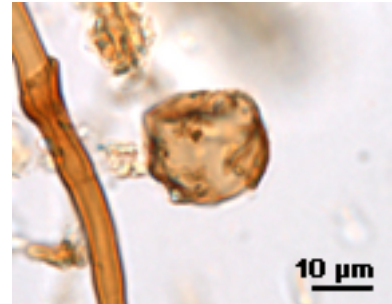


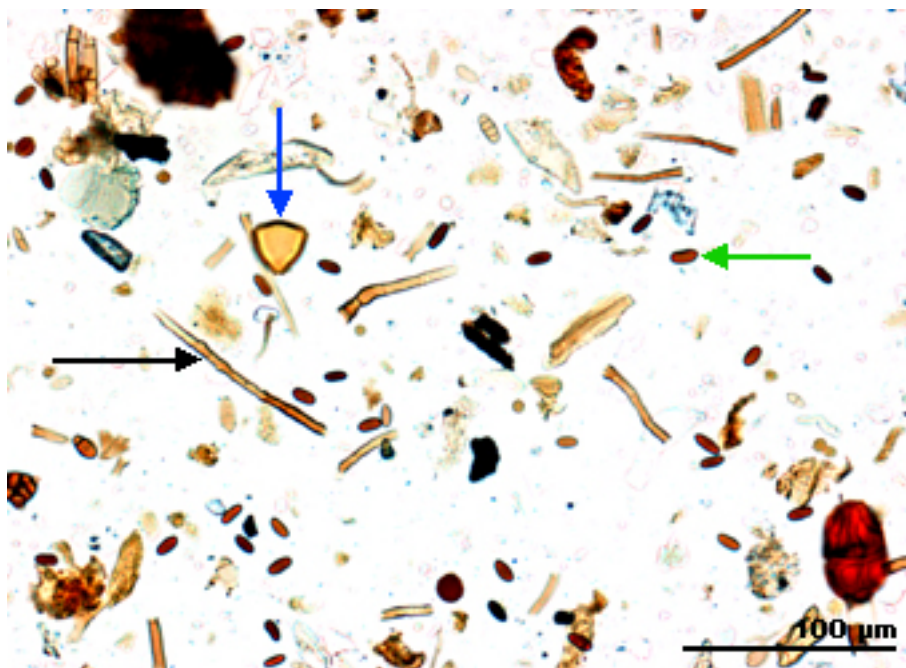
Abb. 45: Probe 3

In den folgenden Ergebnissen, wird für alle 7 Proben ein Pollenprofil erstellt, sowie der Zerstörungsgrad der Betulaceen-Pollenkörner dargestellt.

### 3.2. Probe 1 (1 Tag nach Aufsammlung)

Das Probenmaterial war vor der Aufbereitung teilweise feucht. An wenigen Stellen war weißer Schimmel zu erkennen.

Die aufbereitete Probe enthält neben Pollen viele Pilzhypen und Pilzsporen unterschiedlichster Typen, sowie organische Pflanzenreste unterschiedlicher Größe.



**Abb. 46:** Probe 1 bei 20x Vergrößerung: Hyphen (schwarzer Pfeil), Ascosporen (grüner Pfeil), *Corylus*-Pollenkorn (blauer Pfeil)

Die Formenvielfalt der Pilzsporen ist sehr groß, es sind einzellige und mehrzellige Sporen in der Probe. Am auffälligsten sind einerseits elliptische Ascosporen von ca. 10-15  $\mu\text{m}$  Länge (Abb. 47) und unterschiedliche Sporen mit Verrucae die eine Größe von ca. 20-35  $\mu\text{m}$  haben (Abb. 48). Das Verhältnis der verrucaten Sporen zu Pollenkörnern beträgt ca. 2:3, während die Ascosporen, wie es in Abb. 46 zu sehen ist, weitaus häufiger vorhanden sind.

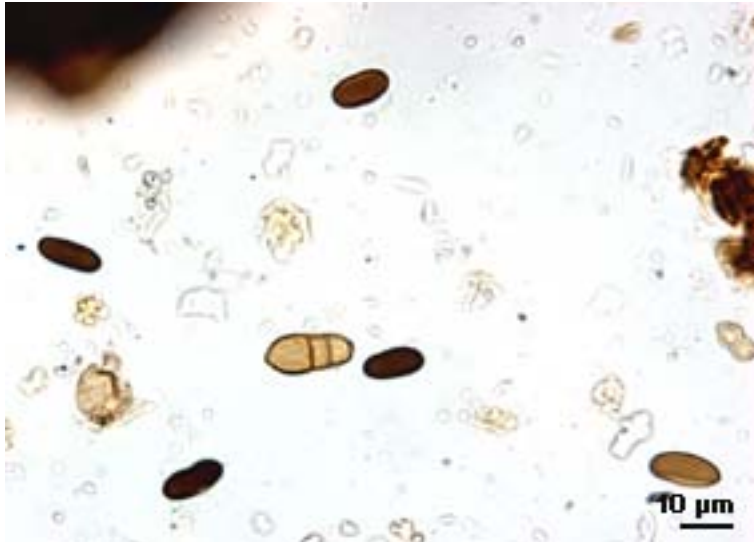


Abb. 47: Ascosporen und eine mehrzellige Spore



Abb. 48: Spore mit Verrucae

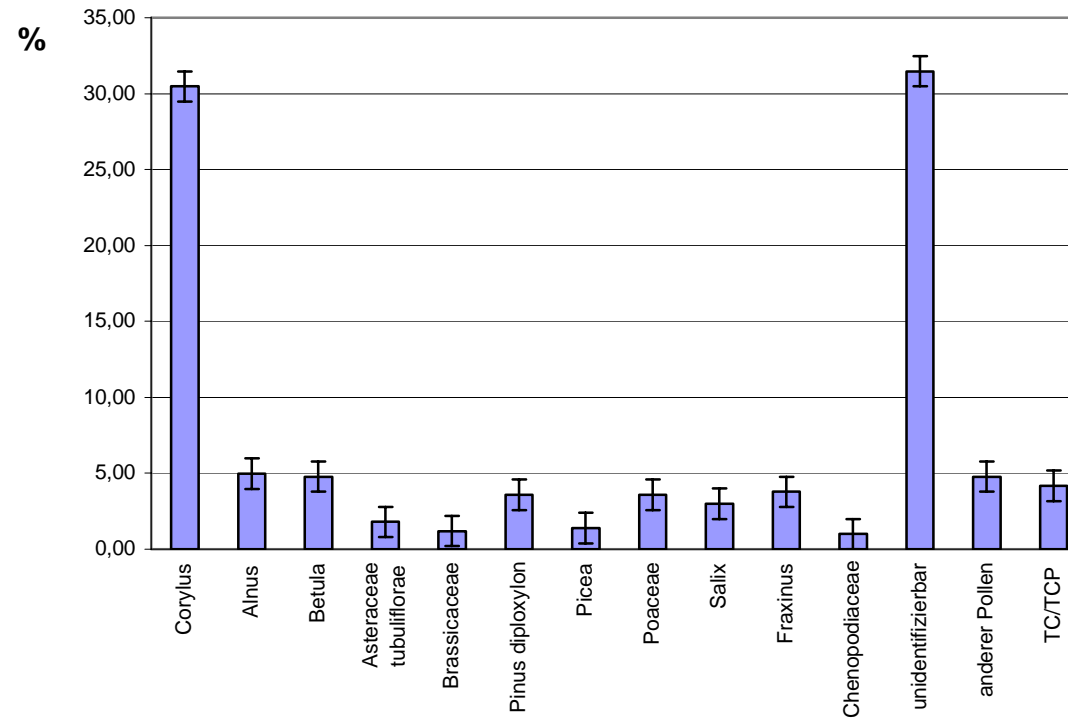
Das, aus 502 gezählten Pollenkörnern erhobene Pollenprofil (Grafik 2), zeigt folgende Ergebnisse:

- Die Kategorien 'unidentifizierbar' und 'Corylus' dominieren die Probe mit jeweils ca. 30 Prozent.
- 'Alnus', 'Betula', 'Pinus diploxylon', 'Poaceae', 'Salix', 'Fraxinus' sowie die Sammelkategorien 'anderer Pollen' und „anderer tricolpater und tricolporater Pollen“ ('TC/TCP') liegen zwischen 3 und 5 Prozent.
- 'Asteraceae tubuliflorae', 'Brassicaceae', 'Picea' und 'Chenopodiaceae' erreichen weniger als 2 Prozent.

**Tabelle 2:** Probe 1, Prozentuelle Verteilung und Absolute Anzahl an Pollenkörnern

<b>Pollentyp</b>	<b>Prozent</b>	<b>Absolute Anzahl</b>
Corylus	30,48	153
Alnus	4,98	25
Betula	4,78	24
Asteraceae tubuliflorae	1,79	9
Brassicaceae	1,20	6
Pinus diploxylon	3,59	18
Picea	1,39	7
Poaceae	3,59	18
Salix	2,99	15
Fraxinus	3,78	19
Chenopodiaceae	1,00	5
unidentifizierbar	31,47	158
anderer Pollen	4,78	24
TC/TCP	4,18	21
<b>SUMME</b>	<b>100,00</b>	<b>502</b>

**Grafik 2:** Pollenprofil, Probe 1<sup>2</sup>

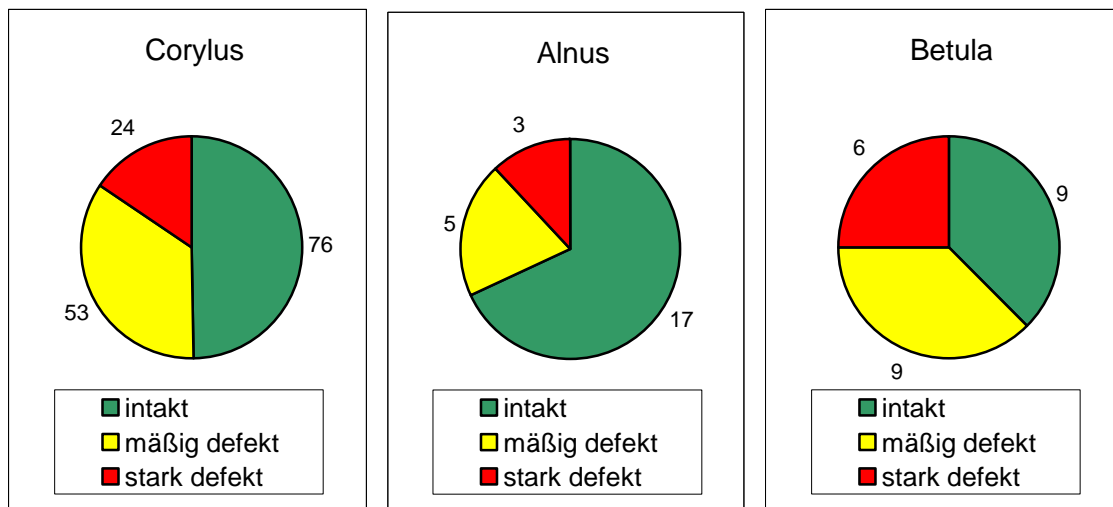


<sup>2</sup> Weitere Zählungen derselben Probe sollten mit der Schwankung (d) von  $\pm 1\%$  auf ähnliche Ergebnisse kommen. Dabei muss beachtet werden, dass „Chenopodiaceae“, „Brassicaceae“ und „Picea“ Pollen auf Grund der Schwankung (d) nicht bei jeder Zählung gefunden werden müssen. Grund dafür ist, dass bei einer Zählung bis zu 500 Pollenkörnern durch diese Schwankung auch ein Ergebnis von Null Prozent möglich ist. Alle anderen Kategorien sollten auf jeden Fall gefunden werden. „Corylus“ und „unidentifizierbar“ sollten im Bereich von ca. 29,5 %-31,5 % (‘Corylus’) bzw. 30,5 %-32,5 % („unidentifizierbar“) liegen. Ein weiteres interessantes Ergebnis ist, dass ‘Corylus’ und die Kategorie „unidentifizierbar“ immer ungefähr im Verhältnis 1:1 vorkommen sollten. Das Gleiche kann aber nicht für z.B. ‘Pinus diploxylon’ und ‘Poaceae’ angenommen werden. Hier lässt die Schwankung auch ein Verhältnis von fast 1:2 oder 2:1 zu. Folglich ist das 1:1 Verhältnis von ‘Corylus’ und „unidentifizierbar“ für diese Probe typisch, von ‘Pinus diploxylon’ und ‘Poaceae’ aber nicht.

## Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen

Von 153 gezählten ‘Corylus’ Pollenkörnern sind 76 als intakt, 53 als mäßig defekt und 24 als stark defekt anzusehen. Für ‘Alnus’ ergibt sich eine Verteilung von 17, 5 und 3 der insgesamt 25 Pollenkörner, für ‘Betula’ 9, 9, 6 von insgesamt 24.

**Grafik 3:** Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, Probe 1



‘Alnus’ ist in Probe 1 besser erhalten als ‘Corylus’ und ‘Betula’. Die prozentuelle Verteilung ist in Tabelle 3 zu sehen.

**Tabelle 3:** Probe 1, Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, prozentuelle Verteilung

	intakt	mäßig defekt	stark defekt
Corylus	49,67 %	34,64 %	15,69 %
Alnus	68,00 %	20,00 %	12,00 %
Betula	37,50 %	37,50 %	25,00 %

### 3.3. Probe 2 (1 Monat nach Aufsammlung)

Dieses Probenmaterial ist wie Probe 1 teilweise feucht. Weißer und gelber Schimmel sind vorhanden.

Im Gegensatz zur Probe 1 sind hier bedeutend weniger Ascosporen zu finden. Andere Sporen und Pilzhyphen sind ähnlich zahlreich vorhanden. Das Verhältnis verrucater Sporen zu Pollen ist erneut ca. 2:3. Organische Pflanzenreste sind im Vergleich zur Probe 1 zahlreicher.

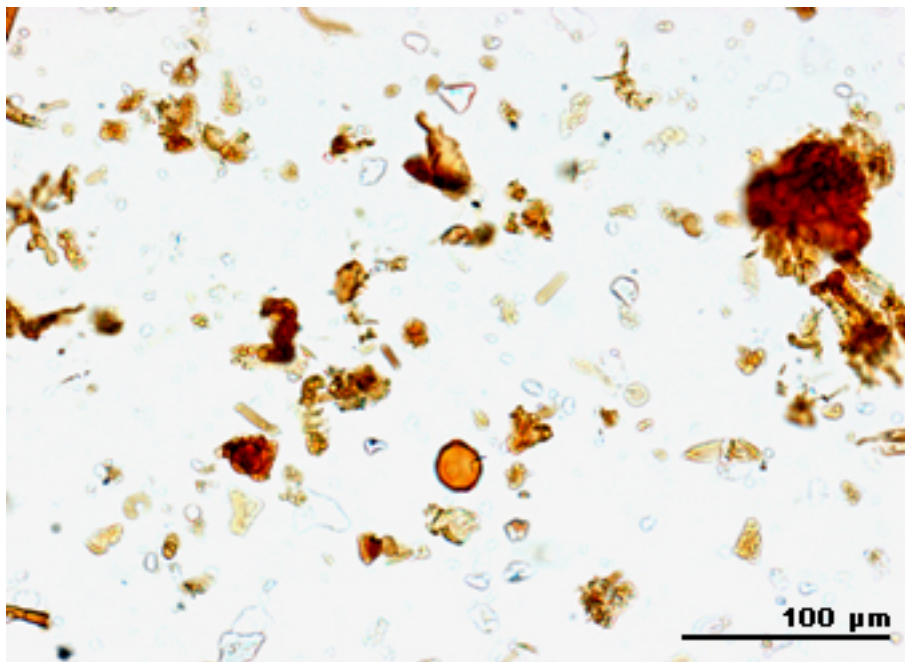


Abb. 49: Probe 2, bei 20x Vergrößerung

Die Zählung von 513 gezählten Pollenkörnern ergibt folgende Ergebnisse:

- Mit 50,1 % dominiert die Kategorie 'unidentifizierbar' (Vergleiche Probe 1: 31,47 %).
- 'Corylus' ist mit ca. 23% am zweitstärksten vertreten.
- 'Alnus' erreicht mit 6,63 % als einzige weitere Kategorie mehr als 5 % und ist damit stärker vertreten als in Probe 1.
- 'Betula' ist mit 4,29 % vertreten.
- 'Asteraceae tubuliflorae', 'Brassicaceae', 'Picea', 'Poaceae', 'Chenopodiaceae' und 'anderer Pollen' sind sehr selten (Absolut nur 2-6 Pollenkörner bzw. 0,39 %-1,17 %).
- 'Pinus diploxylon', 'Salix' und 'TC/TCP' sind in ähnlicher Häufigkeit vertreten wie in Probe 1.

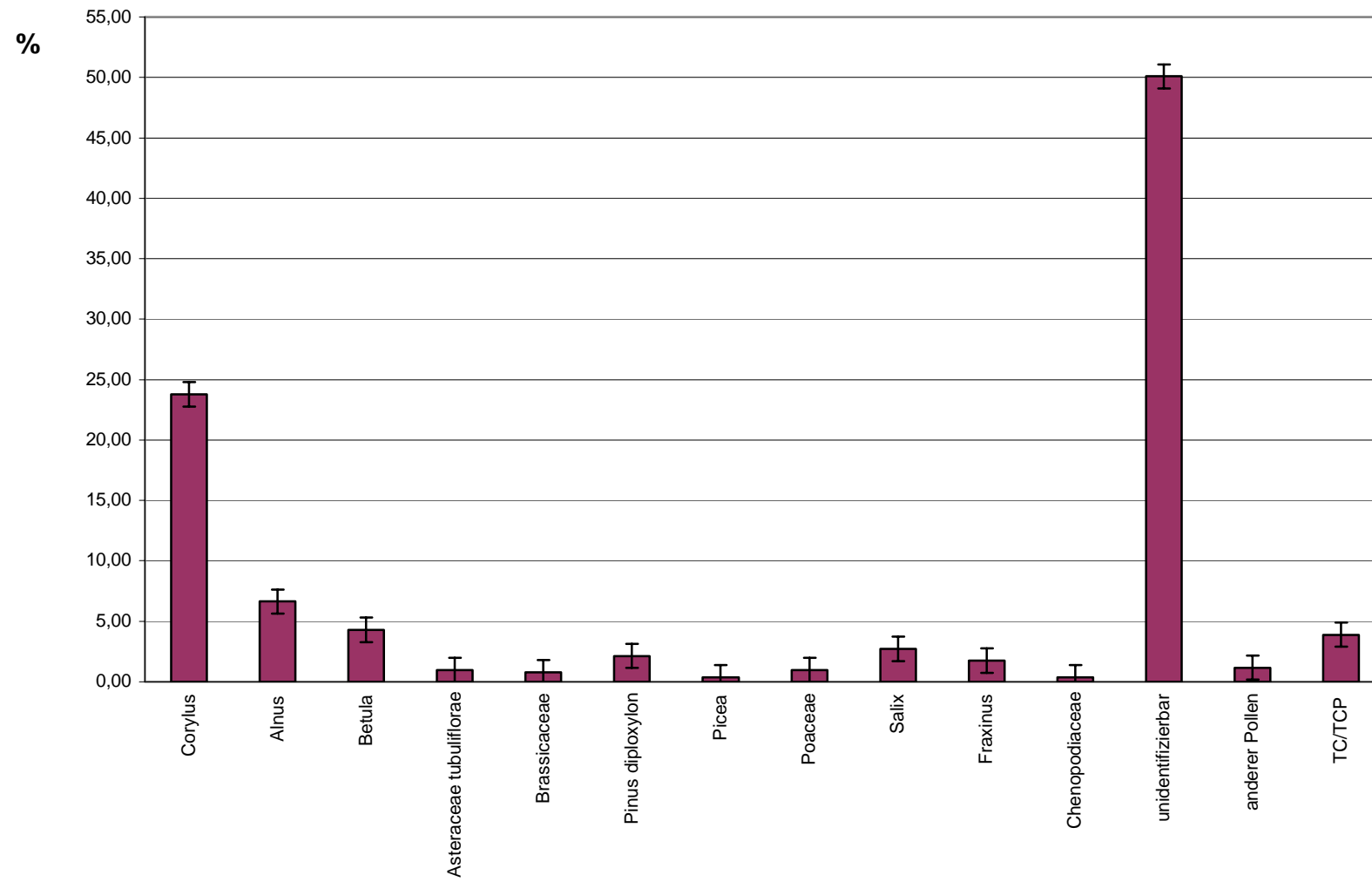
- 'Fraxinus' fällt vergleichsweise stark von 3,78 % auf 1,75 % ab. Allerdings können diese Werte mit der statistischen Schwankung erklärt werden.
- Trotz der geringen Prozentsätze mancher Kategorien, sind alle in Probe 1 aufgelisteten Kategorien auch in Probe 2 vorhanden.

**Tabelle 4:** Probe 2, Prozentuelle Verteilung und Absolute Anzahl an Pollenkörnern

Kategorie	Prozent	Absolute Anzahl
Corylus	23,78	122
Alnus	6,63	34
Betula	4,29	22
Asteraceae tubuliflorae	0,97	5
Brassicaceae	0,78	4
Pinus diploxylon	2,14	11
Picea	0,39	2
Poaceae	0,97	5
Salix	2,73	14
Fraxinus	1,75	9
Chenopodiaceae	0,39	2
unidentifizierbar	50,10	257
anderer Pollen	1,17	6
TC/TCP	3,90	20
SUMME	100,00	513



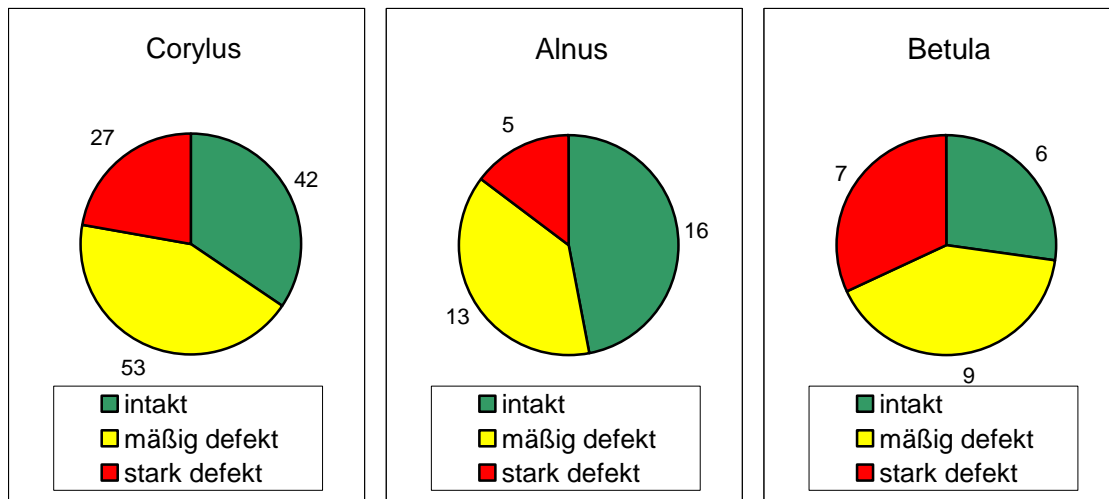
**Grafik 4:** Pollenprofil, Probe 2



## Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen

Probe 2 weist ein ähnliches Bild wie Probe 1 auf, 'Alnus' ist auch hier weniger stark zerstört als 'Corylus' oder 'Betula'.

**Grafik 5:** Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens (insgesamt 178 Pollenkörner), Probe 2



**Tabelle 5:** Probe 2, Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, prozentuelle Verteilung

	intakt	mäßig defekt	stark defekt
Corylus	34,43 %	43,44 %	22,13 %
Alnus	47,06 %	38,24 %	14,71 %
Betula	27,27 %	40,91 %	31,82 %

### 3.4. Probe 3 (2 Monate nach Aufsammlung)

Auch das Material von Probe 3 war teilweise feucht. Weißer Schimmelpilz war in großen Teilen der Probe verbreitet.

Probe 3 zeigt ein ähnliches Bild wie Probe 2. Der einzige sofort erkennbare Unterschied liegt in der noch höheren Anzahl an organischen Pflanzenresten.

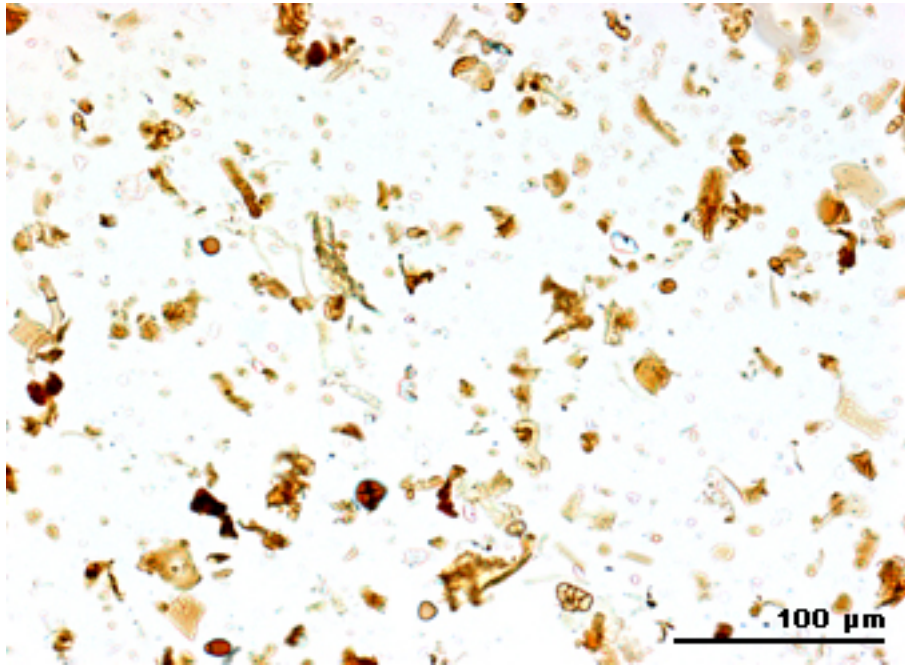


Abb. 50: Probe 3, Übersicht

Die Zählung von 507 gezählten Pollenkörnern ergibt folgende Ergebnisse:

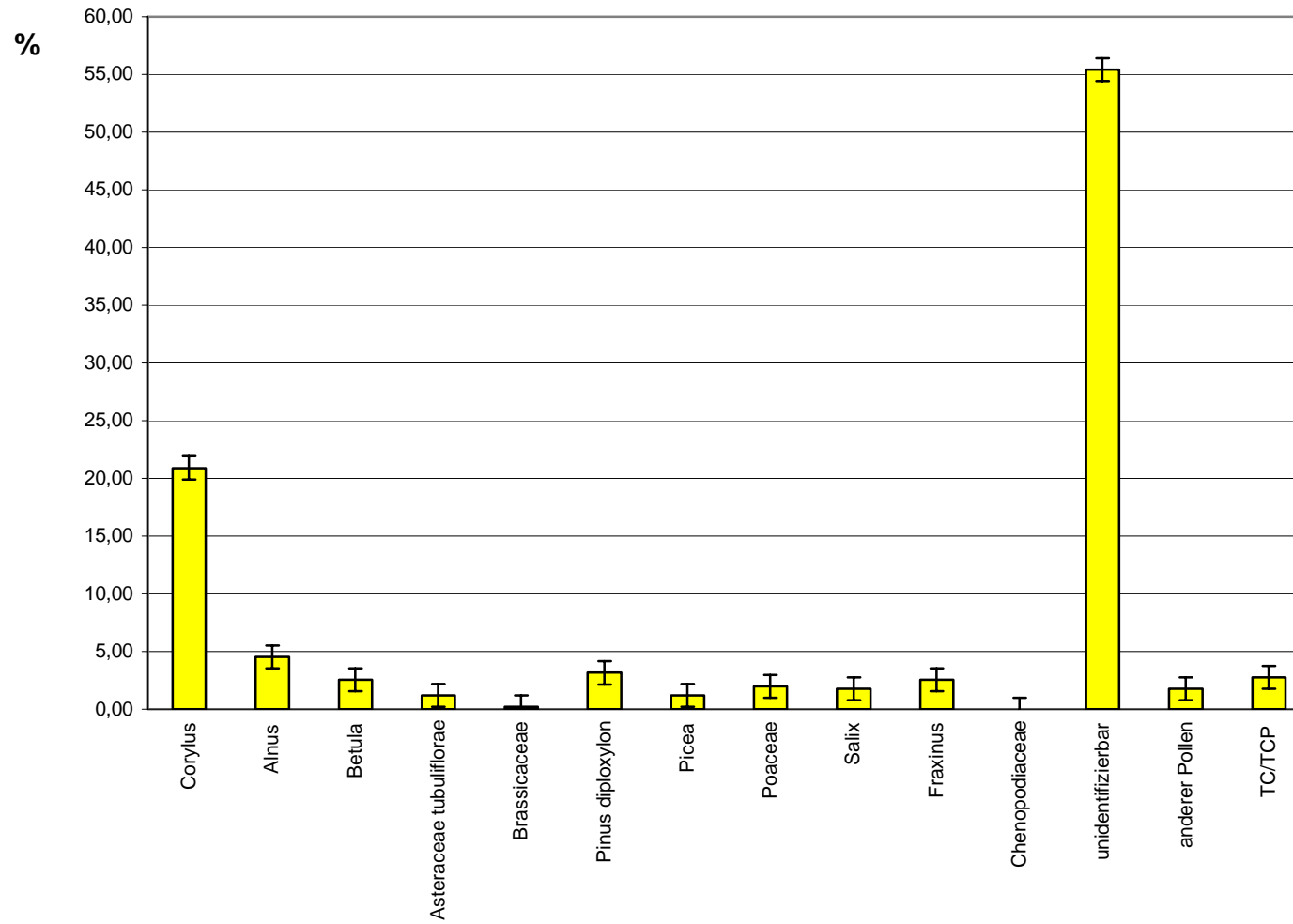
- Die Kategorie 'unidentifizierbar' wächst erneut, von 50,1 auf 55,42 %.
- 'Corylus', 'Alnus' und 'Betula' verlieren an Prozenten wie an absoluter Anzahl.
- Keine Kategorie, außer 'Corylus' und 'unidentifizierbar' erreicht mehr als 5 %. All diese Kategorien mit Ausnahme von 'Alnus' und 'Betula' sind bei ähnlichen Werten wie in Probe 2.
- 'Alnus' und 'Betula' erreichen jeweils ca. 2 % weniger als in Probe 2.
- Die Kategorien 'Asteraceae tubuliflorae', 'Brassicaceae', 'Pinus diploxylon', 'Picea', 'Poaceae', 'Salix', 'Fraxinus', 'anderer Pollen' und 'TC/TCP' unterscheiden sich unwesentlich von Probe 2.

- Es wurde kein einziges Chenopodiaceen-Pollenkorn in der Probe gefunden. Das ist, unter Berücksichtigung der Schwankung (d), nicht von maßgeblicher Bedeutung.

**Tabelle 6:** Probe 3, Prozentuelle Verteilung und Absolute Anzahl an Pollenkörnern

<b>Kategorie</b>	<b>Prozent</b>	<b>Absolute Anzahl</b>
Corylus	20,91	106
Alnus	4,54	23
Betula	2,56	13
Asteraceae tubuliflorae	1,18	6
Brassicaceae	0,20	1
Pinus diploxylon	3,16	16
Picea	1,18	6
Poaceae	1,97	10
Salix	1,78	9
Fraxinus	2,56	13
Chenopodiaceae	0,00	0
unidentifizierbar	55,42	281
anderer Pollen	1,78	9
TC/TCP	2,76	14
<b>SUMME</b>	<b>100,00</b>	<b>507</b>

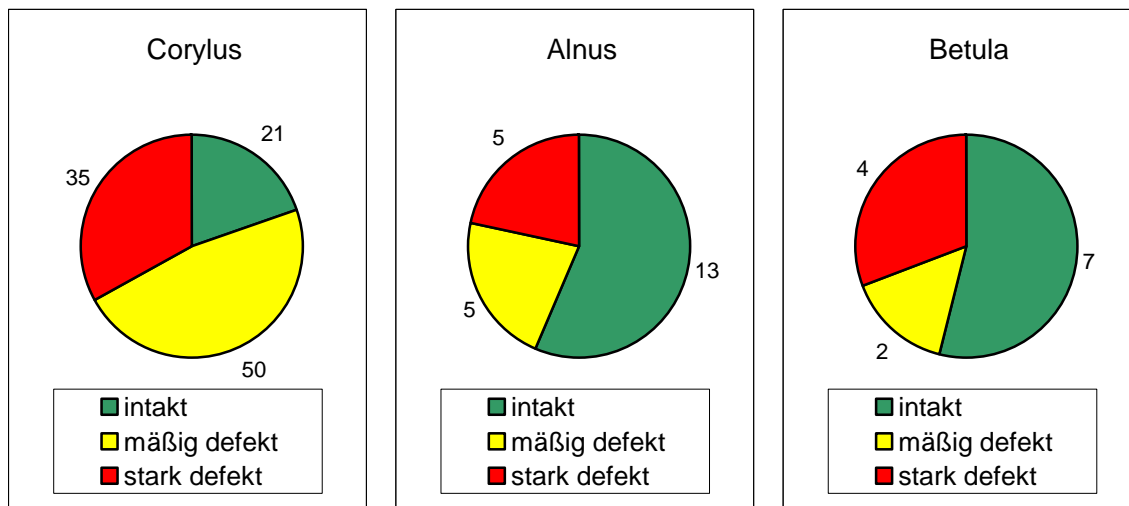
Grafik 6: Pollenprofil, Probe 3



## Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen

‘Alnus’ ist erneut am besten erhalten. ‘Alnus’ und ‘Betula’ sind besser erhalten als in den Proben 1 und 2. ‘Corylus’ hingegen ist schlechter erhalten als in den ersten beiden Proben.

**Grafik 7:** Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, Probe 3



**Tabelle 7:** Probe 3, Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, prozentuelle Verteilung

	intakt	mäßig defekt	stark defekt
Corylus	19,81 %	47,17 %	33,02 %
Alnus	56,52 %	21,74 %	21,74 %
Betula	53,85 %	15,38 %	30,77 %

### 3.5. Probe 4 (3 Monate nach Aufsammlung)

Auch das Material von Probe 4 war teilweise feucht. Im Unterschied zu den vorhergehenden Proben sind die Blätter des Probenmaterials bis auf die Nervatur abgebaut. Auch in der aufbereiteten, acetolysierten Probe ist zu sehen, dass die Zersetzung des Blattwerks sehr stark fortgeschritten ist. Sehr viele organische Pflanzenreste dominieren die Probe und erschweren somit auch das Auffinden von Pollenkörnern erheblich. Das Verhältnis der verrucaten Sporen zu Pollenkörnern beträgt ca. 1:1. Es sind signifikant weniger Ascosporen als in Probe 1 zu finden. Hyphen sind weiterhin sehr zahlreich vorhanden.

Weiters ist zu bemerken, dass in dieser Probe erstmals Thecamoeben im Dauercysten-Stadium zu finden sind (besonders im mineralischen Teil der Probe). Das lässt darauf schließen, dass sich die Bedingungen für Thecamoeben (z.B. Feuchtigkeit) im Probensackerl, stark verschlechtert haben.

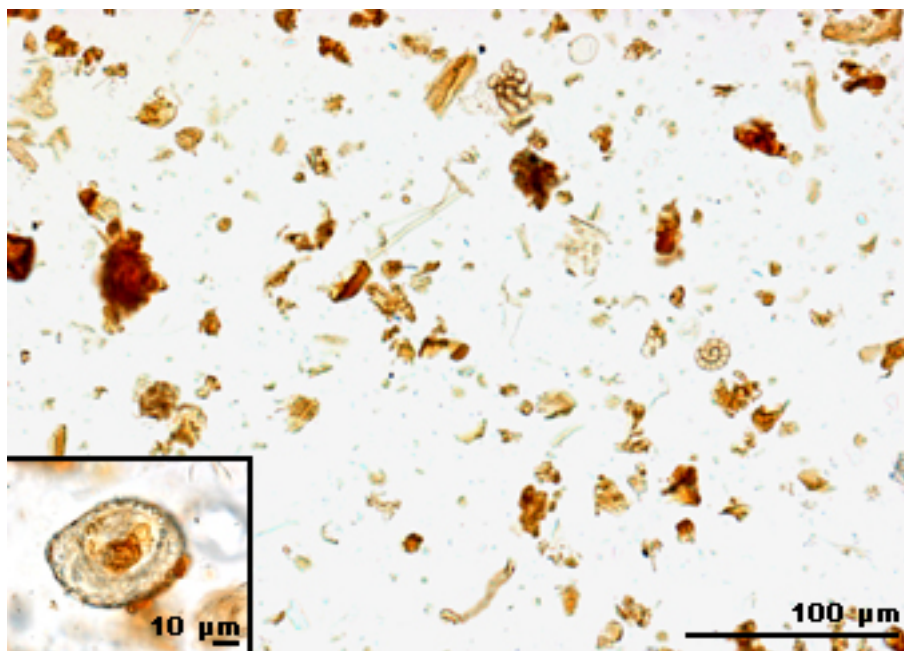


Abb. 51: Probe 4, Übersicht und Thecamoebe im Dauercysten-Stadium (links unten)

In Probe 4 wurden 506 Pollenkörner gezählt, die zu folgenden Ergebnissen führten:

- Die Kategorie 'unidentifizierbar' steigt wieder um ca. 5 % auf 61,68 %.
- 'Corylus' fällt um ca. 8 % ab, auf 12,65 %.
- Chenopodiaceen-Pollen wurde erneut gefunden.

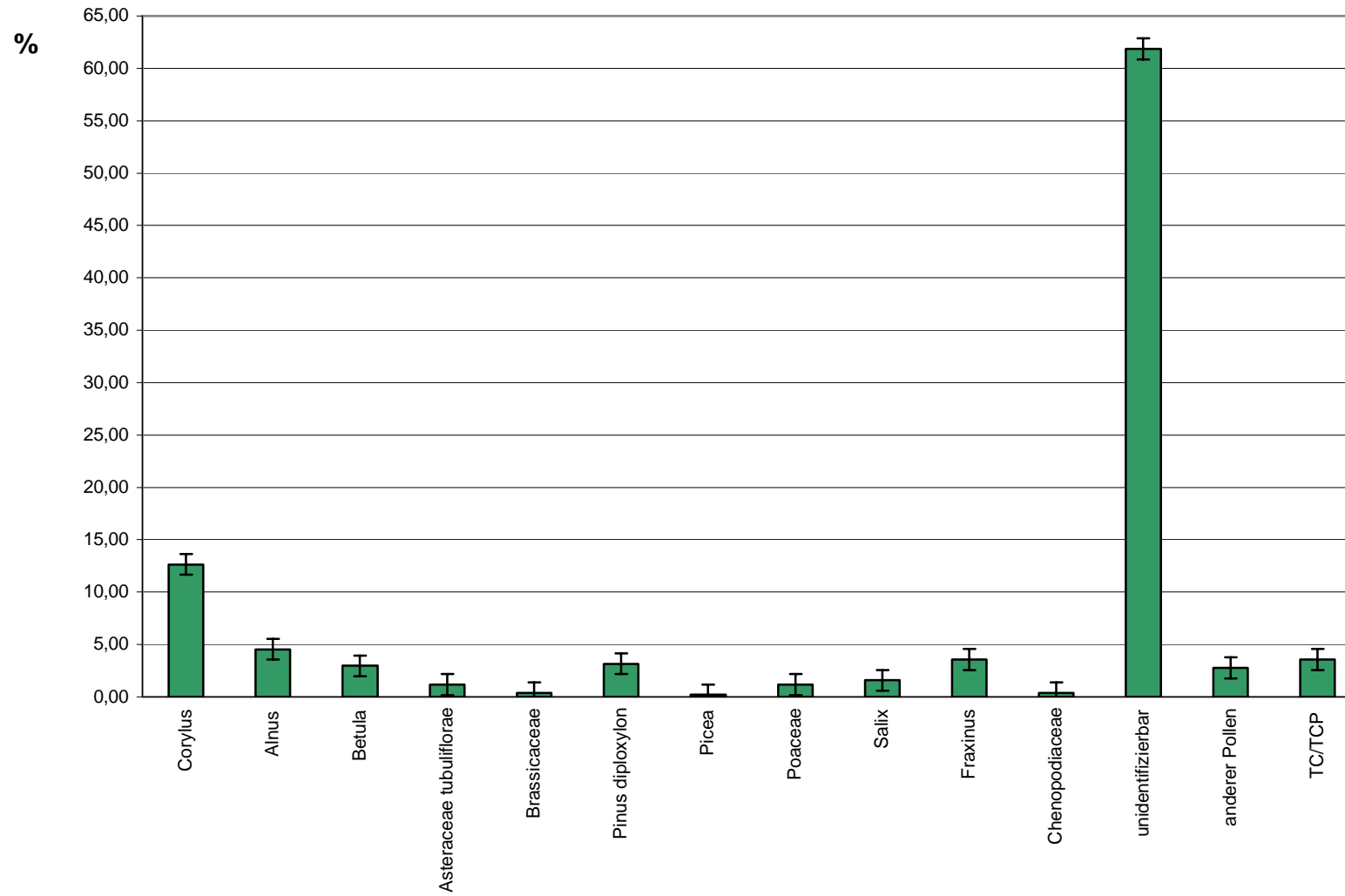
- Die Werte der anderen Kategorien verändern sich im Vergleich zur Probe 3 nicht wesentlich. Ausnahmen sind 'Picea' und 'Fraxinus' die sich noch im Schwankungsbereich befinden,
- 'Fraxinus' ist mit 3,56 % vergleichsweise stark vertreten.

**Tabelle 8:** Probe 4, Prozentuelle Verteilung und Absolute Anzahl an Pollenkörnern

Kategorie	Prozent	Absolute Anzahl
Corylus	12,65	64
Alnus	4,55	23
Betula	2,96	15
Asteraceae tubuliflorae	1,19	6
Brassicaceae	0,40	2
Pinus diploxylon	3,16	16
Picea	0,20	1
Poaceae	1,19	6
Salix	1,58	8
Fraxinus	3,56	18
Chenopodiaceae	0,40	2
unidentifizierbar	61,86	313
anderer Pollen	2,77	14
TC/TCP	3,56	18
SUMME	100,00	506



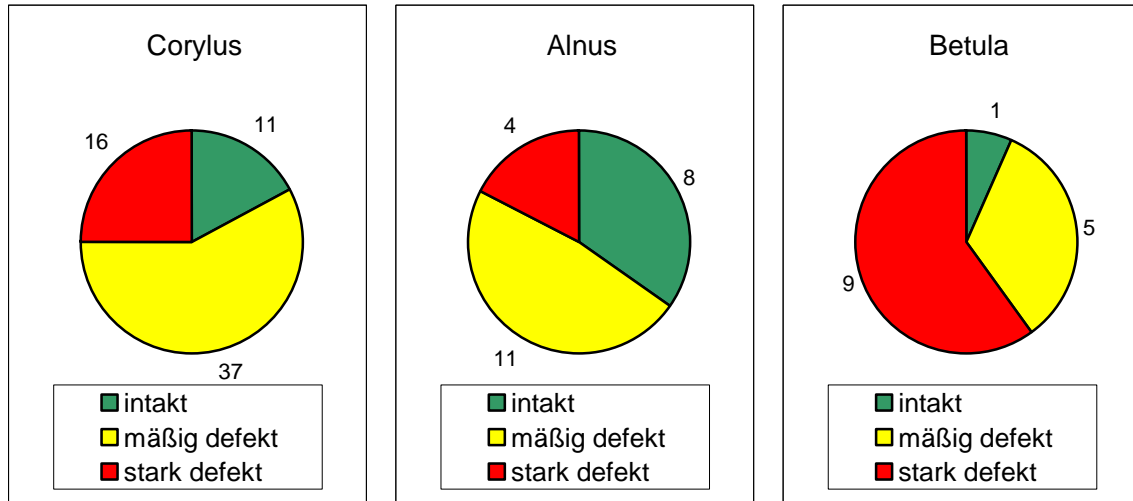
**Grafik 8:** Pollenprofil, Probe 4



## Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen

Alle 3 Kategorien zeigen eine deutlich stärkere Zerstörung als das bisher der Fall war.

**Grafik 9:** Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, Probe 4



**Tabelle 9:** Probe 3, Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, prozentuelle Verteilung

	intakt	mäßig defekt	stark defekt
Corylus	17,19 %	57,81 %	25,00 %
Alnus	34,78 %	47,83 %	17,39 %
Betula	6,67 %	33,33 %	60,00 %

### 3.6. Probe 5 (4 Monate nach Aufsammlung)

Probe 5 gleicht Probe 4, abgesehen von 2 Gegebenheiten:

1. Die Anzahl verrucater Sporen ist gering (Verhältnis Sporen : Pollenkörner = 1 : 2).
2. Eine mehrzellige Spore (siehe Abb. 52), die in den anderen Proben kaum vorhanden ist, taucht in dieser Probe in sehr großen Mengen auf.

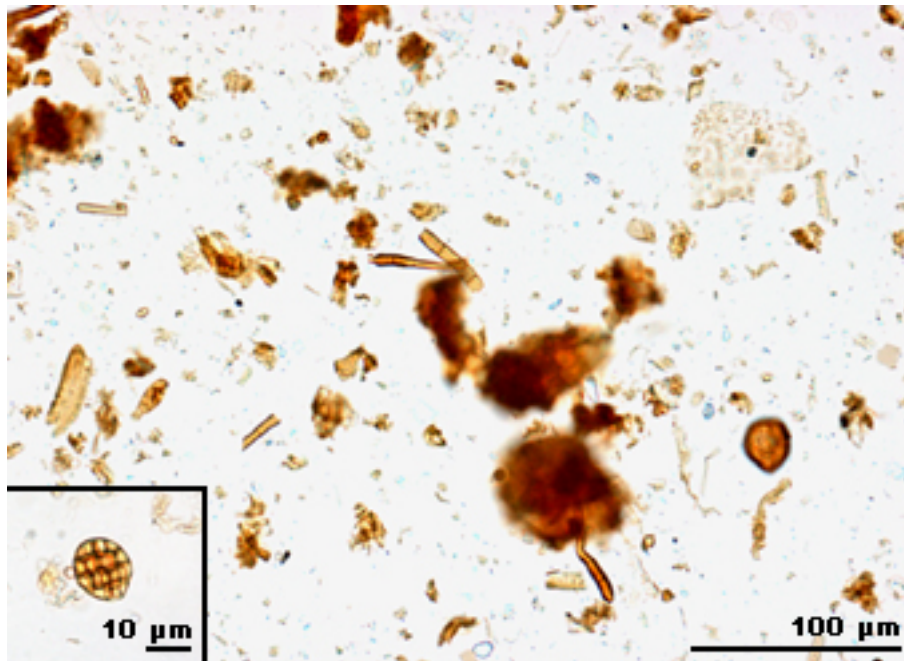


Abb. 52: Probe 5, Übersicht und mehrzellige Spore (links unten)

Im mineralischen Teil der Probe befinden sich erneut viele Thecamoeben im Dauercysten-Stadium.

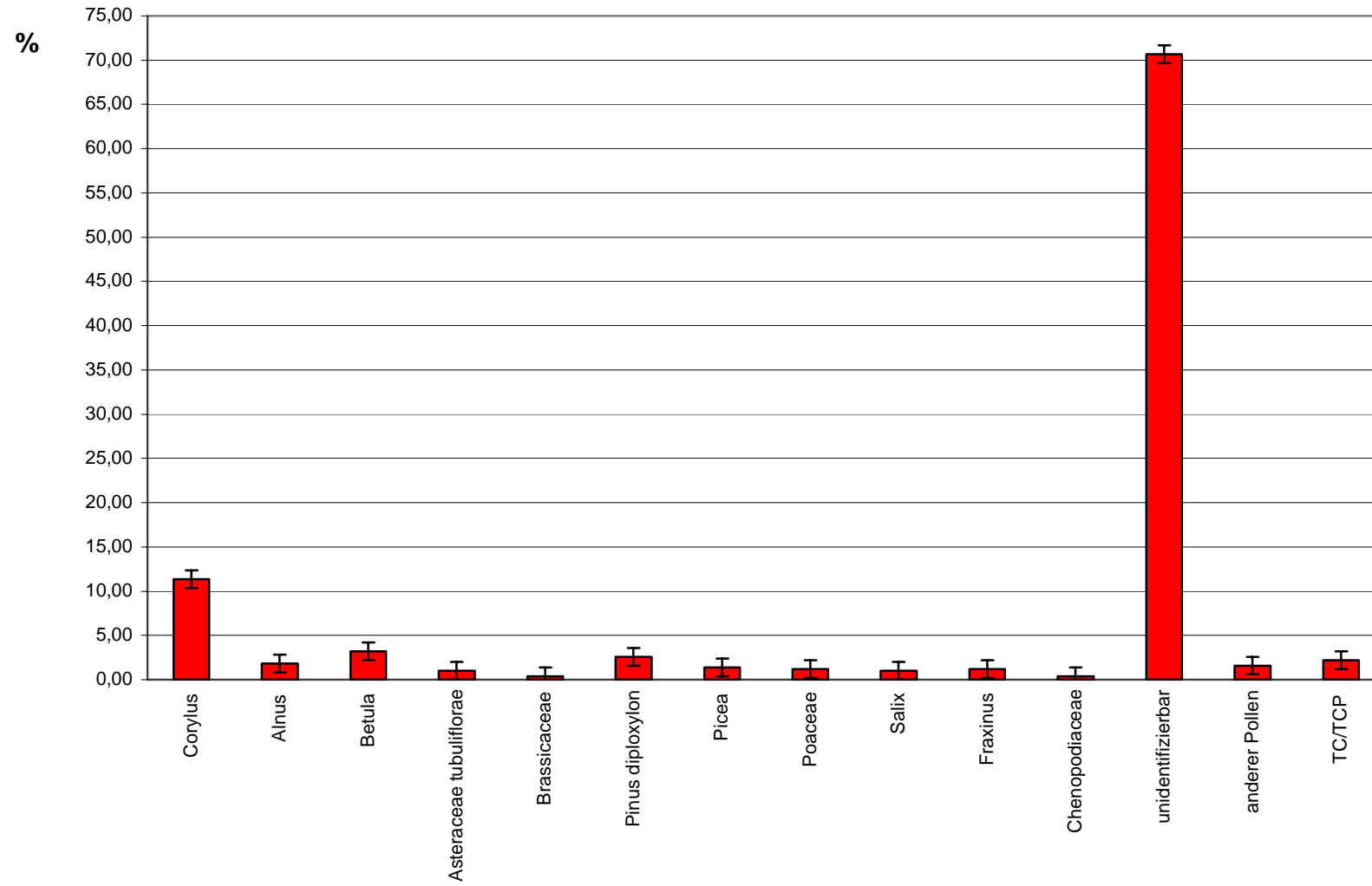
Hinsichtlich des Pollenprofils zeigt Probe 5 ein ähnliches Bild wie Probe 4, mit 3 wesentlichen Unterschieden:

- Die Kategorie 'unidentifizierbar' steigt erneut um ca. 5 % auf ca. 70 % an.
- 'Alnus' ist nun bedeutend seltener vorhanden (1,8 % statt vorher 4,55 %).
- 'Fraxinus' ist mit 1,2 % wieder seltener zu finden.

**Tabelle 10:** Probe 5, Prozentuelle Verteilung und Absolute Anzahl an Pollenkörnern

<b>Kategorie</b>	<b>Prozent</b>	<b>Absolute Anzahl</b>
Corylus	11,38	57
Alnus	1,80	9
Betula	3,19	16
Asteraceae tubuliflorae	1,00	5
Brassicaceae	0,40	2
Pinus diploxylon	2,59	13
Picea	1,40	7
Poaceae	1,20	6
Salix	1,00	5
Fraxinus	1,20	6
Chenopodiaceae	0,40	2
unidentifizierbar	70,66	354
anderer Pollen	1,60	8
TC/TCP	2,20	11
<b>SUMME</b>	<b>100,00</b>	<b>501</b>

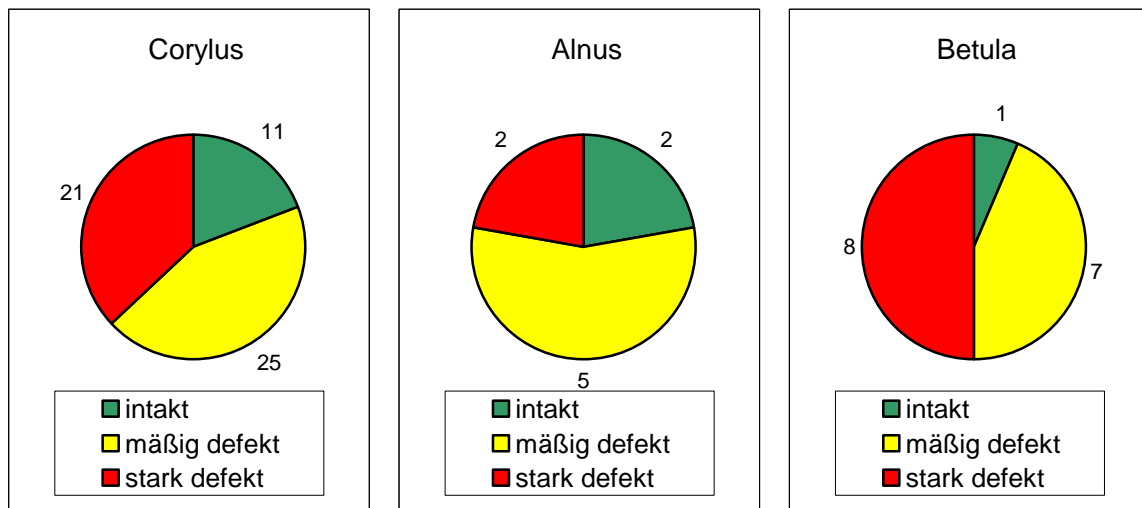
**Grafik 10:** Pollenprofil, Probe 5



## Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen

Die Analyse des Zerstörungsgrades bestätigt die Tendenzen des Pollenprofils: ‘Corylus’ und ‘Betula’ sind im Vergleich zu Probe 4 in ähnlichen Verhältnissen vorhanden. Die wenigen ‘Alnus’-Pollenkörner, die in der Probe gefunden wurden, sind stark zerstört.

**Grafik 11:** Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, Probe 5



**Tabelle 11:** Probe 5, Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, prozentuelle Verteilung

	intakt	mäßig defekt	stark defekt
Corylus	19,30 %	43,86 %	36,84 %
Alnus	22,22 %	55,56 %	22,22 %
Betula	6,25 %	43,75 %	50,00 %

### 3.7. Probe 6 (5 Monate nach Aufsammlung)

Das Probenmaterial ist nahezu trocken. In Probe 6 sind weniger organische Pflanzenreste vorhanden als in den Proben 4 und 5, aber mehr als in den Proben 1-3. Ansonsten sind Sporen und Hyphen, wie bei allen andern Proben, zahlreich vertreten. Die verrucaten Sporen sind häufiger als bisher. Verhältnis der verrucaten Sporen : Pollenkörnern = ca. 3:2.



Abb. 53: Probe 6, Übersicht

Das Pollenprofil nach 5 Monaten weicht erstmals vom bisherigen Trend ab:

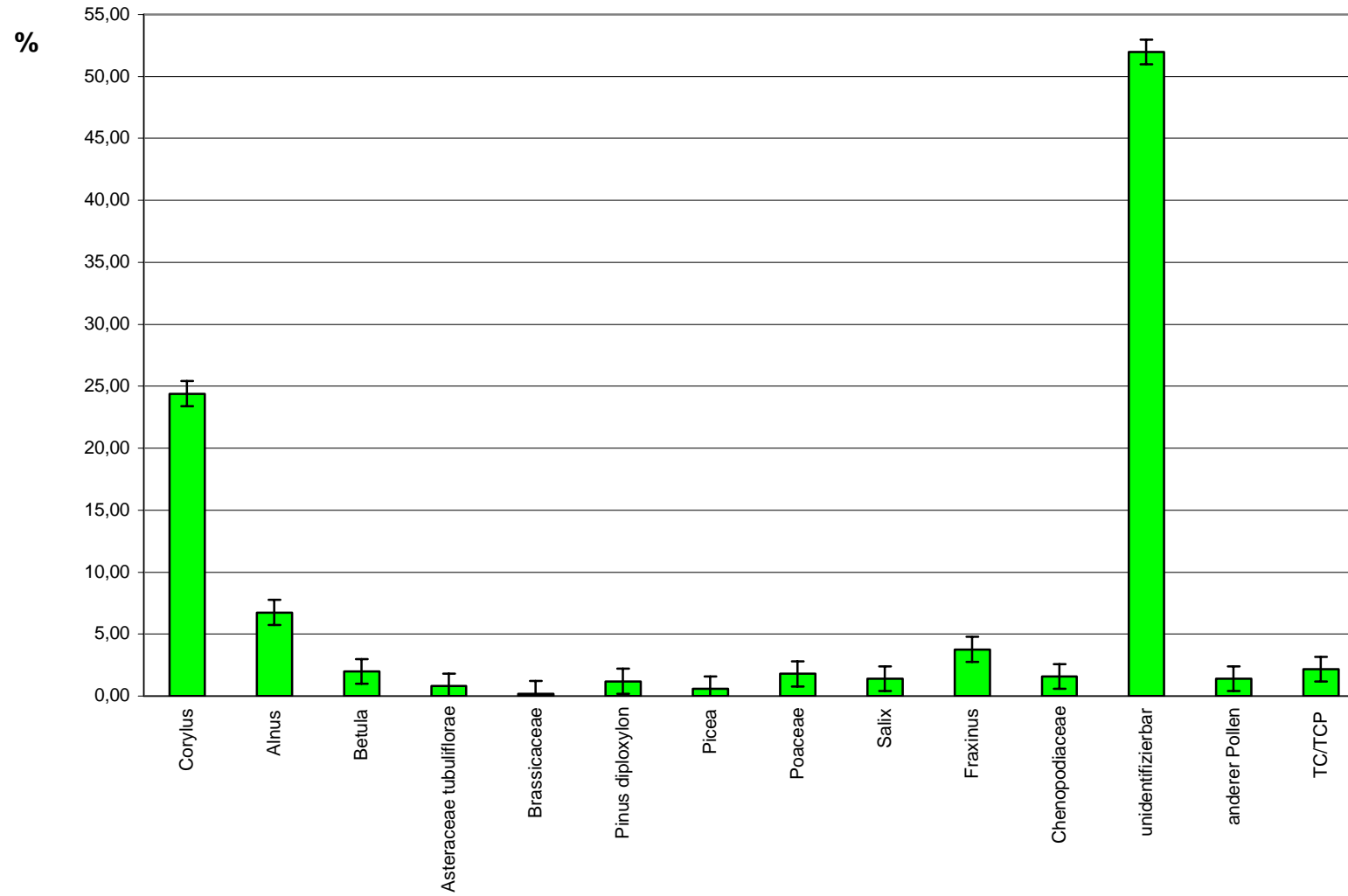
- Der Anteil an ‘Corylus’ (ca. 24 %), ‘Alnus’ (fast 7 %) und ‘Fraxinus’ (fast 4 %) steigt in Probe 6 wieder auf Werte an, die sie in Probe 2 (‘Corylus’, ‘Alnus’) bzw. Probe 1 (‘Fraxinus’) hatten.
- Wie in den Proben 2 und 3 ist etwa jedes 2. Pollenkorn ‘unidentifizierbar’.
- ‘Betula’ ist im Vergleich zu ‘Corylus’, ‘Alnus’ und ‘unidentifizierbar’ in geringer Zahl vorhanden. ‘Betula’ ist in Probe 6 mit knappen 2 %, in Probe 2 mit 4,29 % vertreten.

**Tabelle 12:** Probe 6, Prozentuelle Verteilung und Absolute Anzahl an Pollenkörnern

<b>Kategorie</b>	<b>Prozent</b>	<b>Absolute Anzahl</b>
Corylus	24,40	123
Alnus	6,75	34
Betula	1,98	10
Asteraceae tubuliflorae	0,79	4
Brassicaceae	0,20	1
Pinus diploxylon	1,19	6
Picea	0,60	3
Poaceae	1,79	9
Salix	1,39	7
Fraxinus	3,77	19
Chenopodiaceae	1,59	8
unidentifizierbar	51,98	262
anderer Pollen	1,39	7
TC/TCP	2,18	11
<b>SUMME</b>	<b>100,00</b>	<b>504</b>



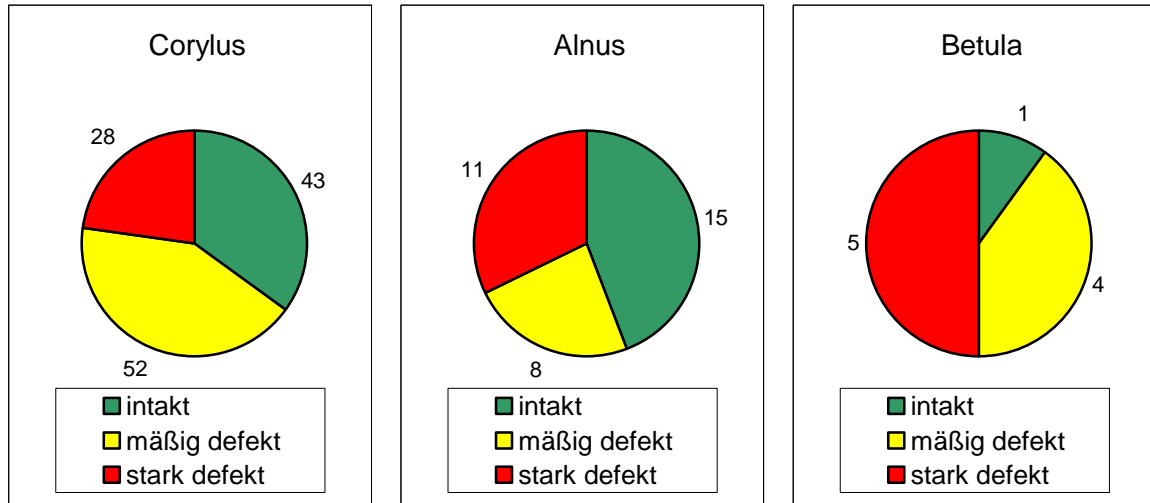
Grafik 12: Pollenprofil, Probe 6



## Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen

Abgesehen von 'Betula' ist hier eine geringere Zerstörung zu beobachten als bei Probe 5.

**Grafik 13:** Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, Probe 6



**Tabelle 13:** Probe 6, Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, prozentuelle Verteilung

	intakt	mäßig defekt	stark defekt
Corylus	34,96 %	42,28 %	22,76 %
Alnus	44,12 %	23,53 %	32,35 %
Betula	10,00 %	40,00 %	50,00 %

### 3.8. Probe 7 (6 Monate nach Aufsammlung)

Im Material von Probe 7 war gelber wie weißer Schimmel stark verbreitet. Auch diese Probe war teilweise feucht.

Die Probe enthält noch weniger organische Pflanzenreste als Probe 6. Ascosporen wurden in großer Menge nur lokal, neben einem Fruchtkörper eines Ascomycetens gefunden. Andere Sporen und Hyphen sind häufig. Die verrucaten Sporen sind hier seltener, so kommt nur ca. 1 Spore auf 4 Pollenkörner.

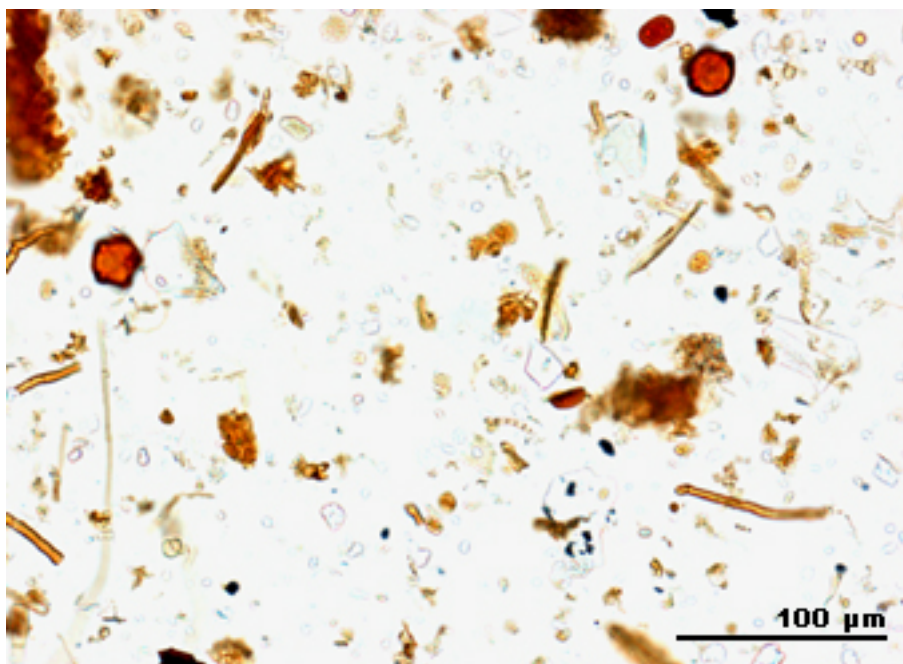


Abb. 54: Probe 7, Übersicht

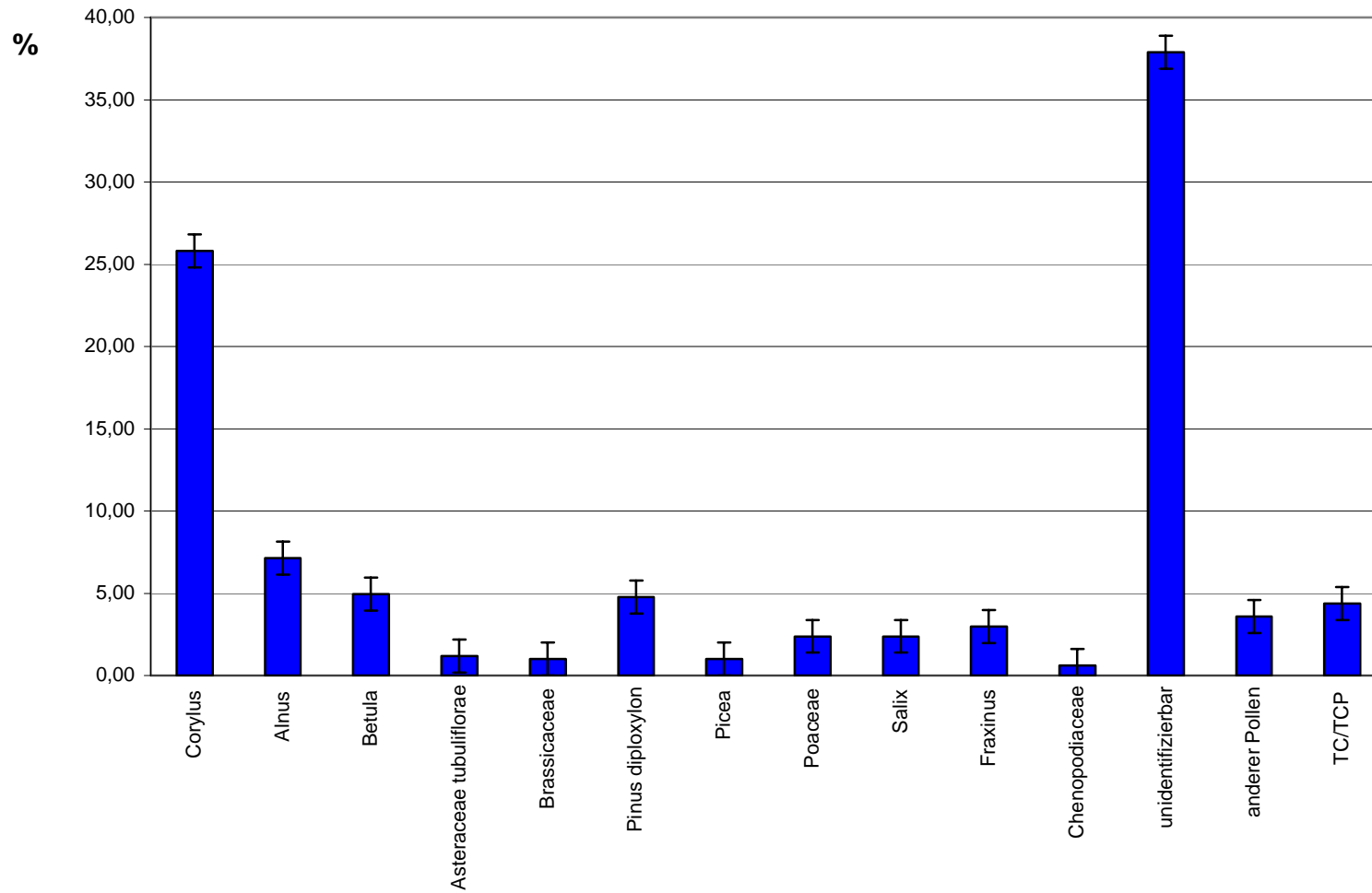
Das Pollenprofil ähnelt dem von Probe 6 oder Probe 1:

- Die Kategorie 'unidentifizierbar' ist mit einem Wert von 37,9 % nahe am Wert von Probe 1.
- 'Corylus' ist mit fast 26 % sehr stark vertreten. Nur in Probe 1 ist der Wert höher.
- 'Alnus' erreicht hier mit 7,14 % sogar den höchsten Wert von allen Proben.
- Alle anderen Kategorien sind ebenfalls auf einem vergleichsweise hohen Wert, ähnlich der Probe 1.

**Tabelle 14:** Probe 7, Prozentuelle Verteilung und Absolute Anzahl an Pollenkörnern

<b>Kategorie</b>	<b>Prozent</b>	<b>Absolute Anzahl</b>
Corylus	25,79	130
Alnus	7,14	36
Betula	4,96	25
Asteraceae tubuliflorae	1,19	6
Brassicaceae	0,99	5
Pinus diploxylon	4,76	24
Picea	0,99	5
Poaceae	2,38	12
Salix	2,38	12
Fraxinus	2,98	15
Chenopodiaceae	0,60	3
unidentifizierbar	37,90	191
anderer Pollen	3,57	18
TC/TCP	4,37	22
<b>SUMME</b>	<b>100,00</b>	<b>504</b>

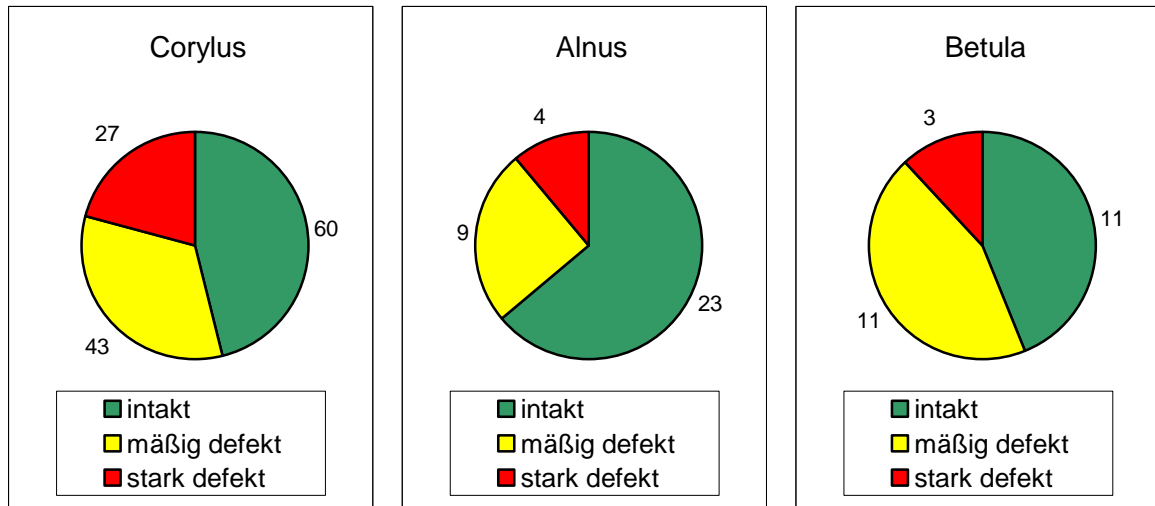
Grafik 14: Pollenprofil, Probe 7



## Zerstörungsgrad von Betulaceen-Pollen

Erneut unterstreicht der Zerstörungsgrad die Ergebnisse aus dem Pollenprofil. Der Betulaceen-Pollen befindet sich (außer in Probe 1) in keiner anderen Probe in einem derartig guten Zustand.

**Grafik 15:** Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, Probe 7



**Tabelle 15:** Probe 7, Zerstörungsgrad des Betulaceen-Pollens, prozentuelle Verteilung

	intakt	mäßig defekt	stark defekt
Corylus	46,15 %	33,08 %	20,77 %
Alnus	63,89 %	25,00 %	11,11 %
Betula	44,00 %	44,00 %	12,00 %

### **3.9. Überblick über alle Proben-Gemeinsamkeiten und Unterschiede**

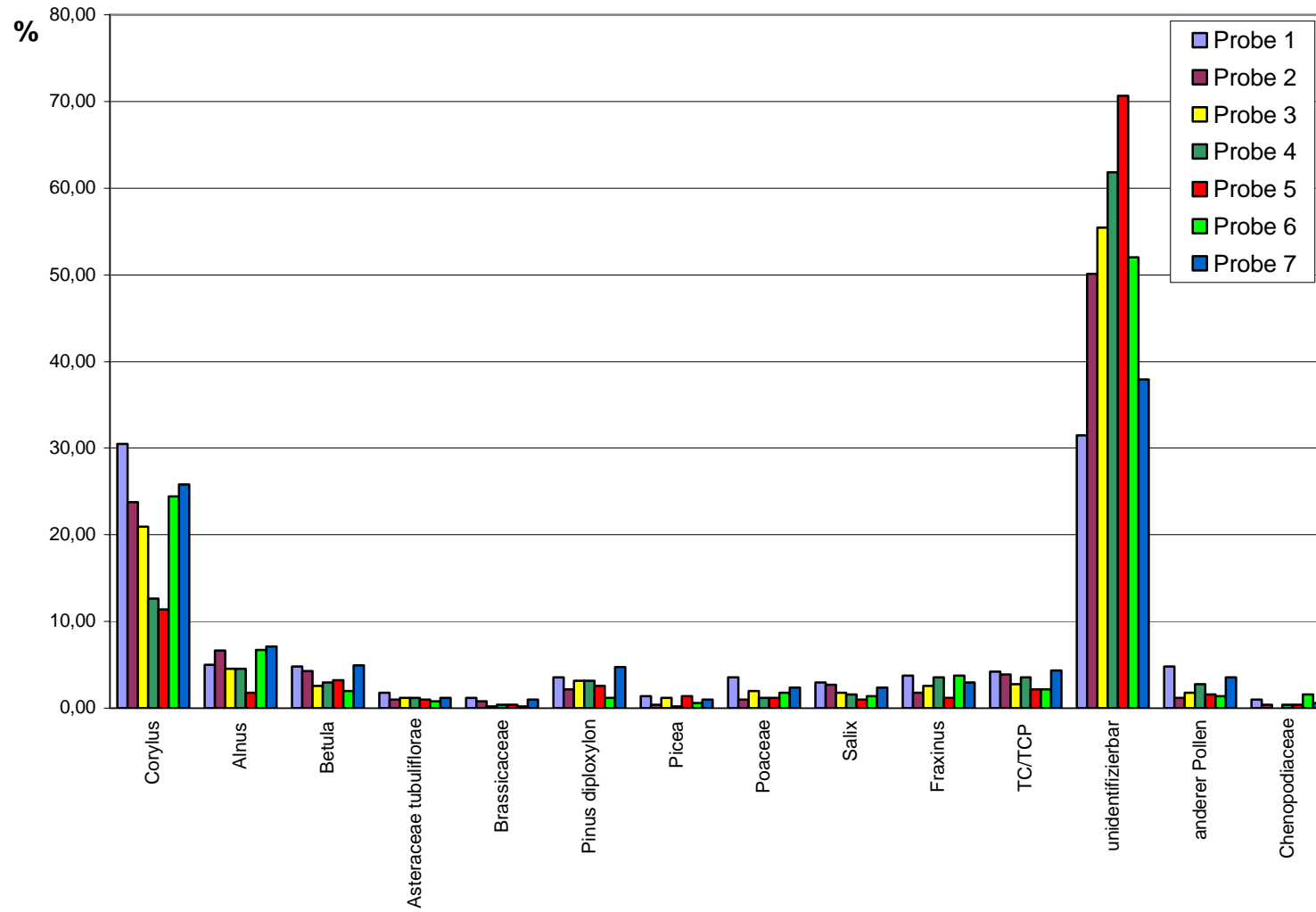
Im folgenden Abschnitt werden die erhobenen Daten der 7 Proben miteinander verglichen, hinsichtlich Pollenzusammensetzung, Zerstörungsgrad von 'Corylus', 'Alnus' und 'Betula', organischen Pflanzenresten sowie Hyphen und Sporen.

#### **Pollenzusammensetzung**

In Grafik 16 sind die Zählungen aller 7 Proben gegenübergestellt. Die genauen Prozentwerte sind Tabelle 16 zu entnehmen, die Absolutzahlen der Tabelle 17.

In allen Proben dominiert 'Corylus'. Besonders auffallend ist, dass bereits in Probe 1 der Anteil an unidentifizierbaren Pollenkörnern sehr hoch ist. Bis Probe 5 steigt dieser Wert weiter an. In ähnlichem Ausmaß nimmt 'Corylus' ab, wie in Grafik 17 detailliert dargestellt ist. Die Werte von 'Alnus' bleiben bis Probe 4 weitgehend konstant. Danach erfolgt allerdings ein massiver Einbruch von 4,54 % (Probe 4) auf 1,8 % (Probe 5). 'Betula' zeigt einen ähnlichen Trend wie 'Corylus'. Die Werte nehmen bis Probe 6 ab, während der Anteil in Probe 7 wieder höher ist (Grafik 16).

**Grafik 16:** Pollenprofile der Proben 1-7





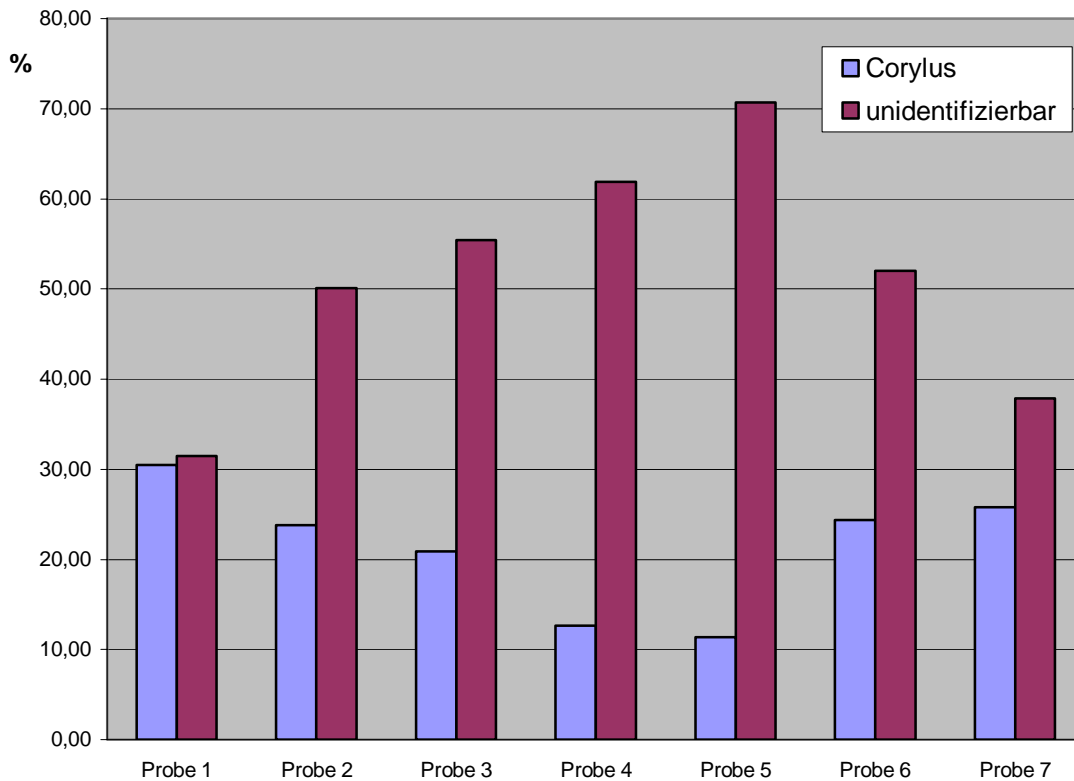
**Tabelle 16:** Prozentuelle Werte aller Kategorien für alle Proben

	<b>Probe 1</b>	<b>Probe 2</b>	<b>Probe 3</b>	<b>Probe 4</b>	<b>Probe 5</b>	<b>Probe 6</b>	<b>Probe 7</b>
Corylus	30,48	23,78	20,91	12,65	11,38	24,40	25,79
Alnus	4,98	6,63	4,54	4,55	1,80	6,75	7,14
Betula	4,78	4,29	2,56	2,96	3,19	1,98	4,96
Asteraceae tubuliflorae	1,79	0,97	1,18	1,19	1,00	0,79	1,19
Brassicaceae	1,20	0,78	0,20	0,40	0,40	0,20	0,99
Pinus diploxylon	3,59	2,14	3,16	3,16	2,59	1,19	4,76
Picea	1,39	0,39	1,18	0,20	1,40	0,60	0,99
Poaceae	3,59	0,97	1,97	1,19	1,20	1,79	2,38
Salix	2,99	2,73	1,78	1,58	1,00	1,39	2,38
Fraxinus	3,78	1,75	2,56	3,56	1,20	3,77	2,98
Chenopodiaceae	1,00	0,39	0,00	0,40	0,40	1,59	0,60
unidentifizierbar	31,47	50,10	55,42	61,86	70,66	51,98	37,90
anderer Pollen	4,78	1,17	1,78	2,77	1,60	1,39	3,57
TC/TCP	4,18	3,90	2,76	3,56	2,20	2,18	4,37
<b>SUMME</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

**Tabelle 17:** Absolute Anzahl an Pollenkörnern je Kategorie für alle Proben

	<b>Probe 1</b>	<b>Probe 2</b>	<b>Probe 3</b>	<b>Probe 4</b>	<b>Probe 5</b>	<b>Probe 6</b>	<b>Probe 7</b>
Corylus	153	122	106	64	57	123	130
Alnus	25	34	23	23	9	34	36
Betula	24	22	13	15	16	10	25
Asteraceae tubuliflorae	9	5	6	6	5	4	6
Brassicaceae	6	4	1	2	2	1	5
Pinus diploxylon	18	11	16	16	13	6	24
Picea	7	2	6	1	7	3	5
Poaceae	18	5	10	6	6	9	12
Salix	15	14	9	8	5	7	12
Fraxinus	19	9	13	18	6	19	15
Chenopodiaceae	5	2	0	2	2	8	3
unidentifizierbar	158	257	281	313	354	262	191
anderer Pollen	24	6	9	14	8	7	18
TC/TCP	21	20	14	18	11	11	22
<b>SUMME</b>	<b>502</b>	<b>513</b>	<b>507</b>	<b>506</b>	<b>501</b>	<b>504</b>	<b>504</b>

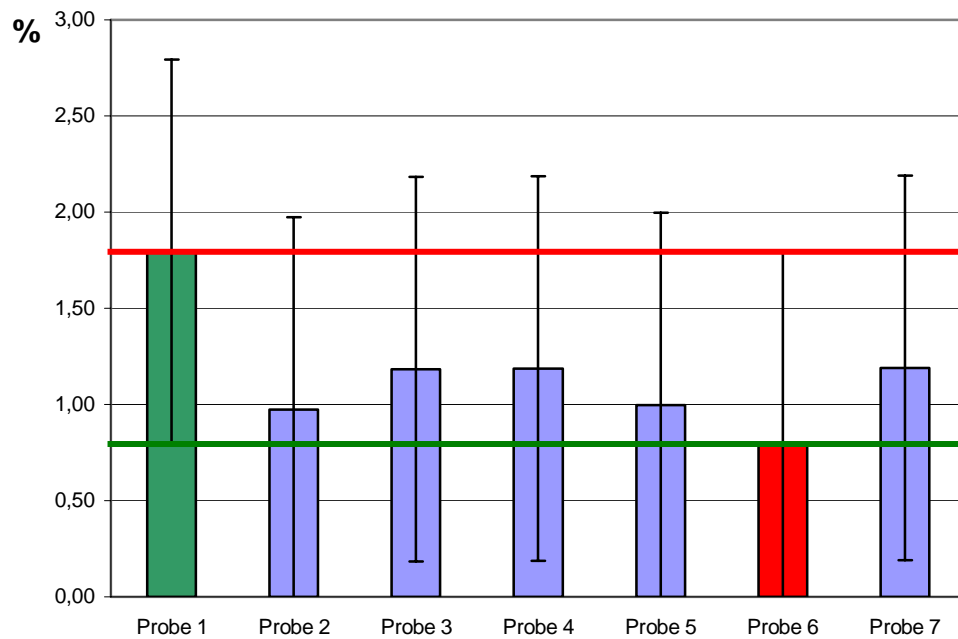
**Grafik 17:** Prozentuelle Verteilung von 'Corylus' und 'unidentifizierbar' in allen Proben



Die Kategorien 'Asteraceae tubuliflorae', 'Brassicaceae', 'Salix' und 'Chenopodiaceae' sind nur in sehr geringen Prozentsätzen (max. 2,99 %) in den Proben vertreten. Sie unterscheiden sich in so geringem Ausmaß, dass sie von der Schwankung (d) abgedeckt werden. Grafisch wurde das so dargestellt (siehe Grafiken 22-25), dass vom höchsten Wert aller 7 Proben (grüner Balken) die Schwankung (d) von 1 % abgezogen und mit einer grünen Linie dargestellt wurde. Zum niedrigsten Wert (roter Balken) wurde 1 % Schwankung hinzuaddiert und mit einer roten Linie dargestellt. Die grüne Linie zeigt also den, durch die Schwankung (d) kleinstmöglichen Wert für den höchsten Balken. Die rote Linie zeigt den durch die Schwankung (d) größtmöglichen Wert für den niedrigsten Balken. Liegt die rote Linie höher als die grüne, heißt das, dass bei größter angenommener Schwankung, die schwächste Probe die stärkste Probe übertreffen kann. Folglich liegen sie im gegenseitigen Schwankungsbereich, wodurch die Kategorien 'Asteraceae tubuliflorae', 'Brassicaceae', 'Salix' und 'Chenopodiaceae' für das Ausmaß der Zerstörung der Proben keine Aussagekraft haben.

Ähnlich verhalten sich 'Poaceae' und 'Fraxinus' wobei sich ihre Werte in den 7 Proben etwas stärker unterscheiden, als dies bei den oben genannten Kategorien der Fall ist<sup>3</sup>.

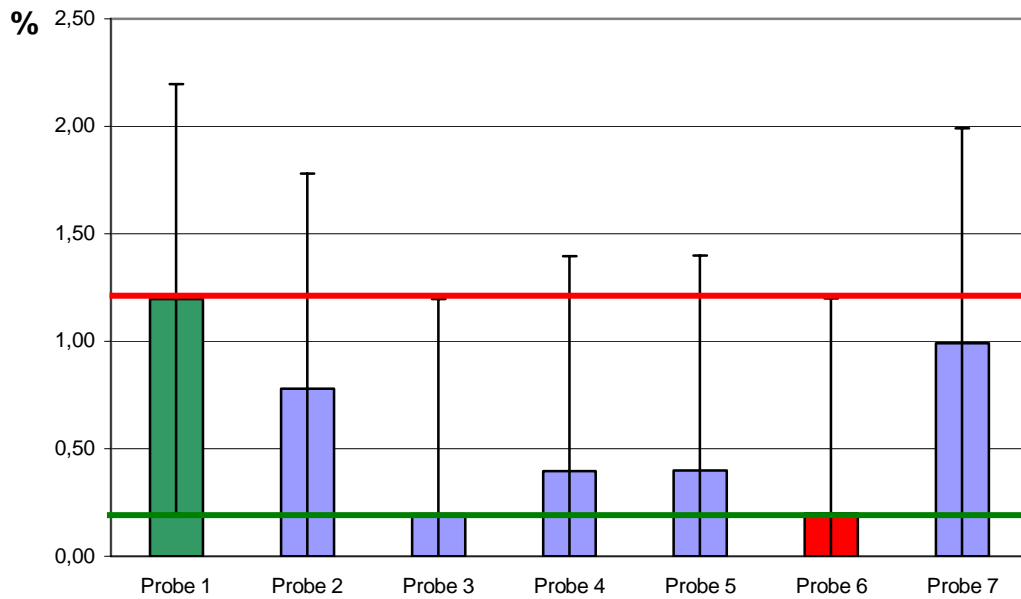
**Grafik 18:** 'Asteraceae tubuliflorae', Vergleich aller Proben unter Berücksichtigung der Schwankung (d)



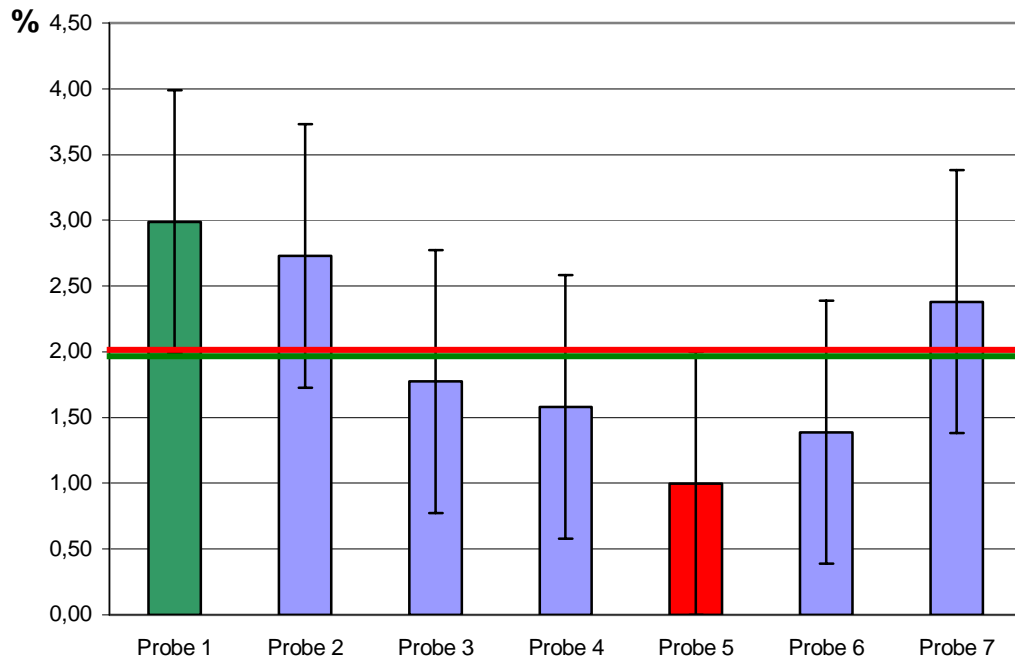
<sup>3</sup> Ein Beispiel zur Erläuterung:

Der niedrigste Wert für 'Asteraceae tubuliflorae' (Grafik 18) beträgt ca. 0,8 % (Probe 6). Mit einer Schwankung (d) von  $\pm 1$  % kann für diese Probe ein Bereich von 0-1,8 % erwartet werden. Der höchste Wert für 'Asteraceae tubuliflorae' ist ca. 1,8 % (Probe 1). Bei einer Schwankung von  $\pm 1$  % ergibt das einen Wert von 0,8 %-2,8 %. Das heißt, dass die Pollenanzahl in beiden Proben Werte von 0,8-1,8 % erreichen kann. Somit kann kein Unterschied zwischen den Proben festgestellt werden.

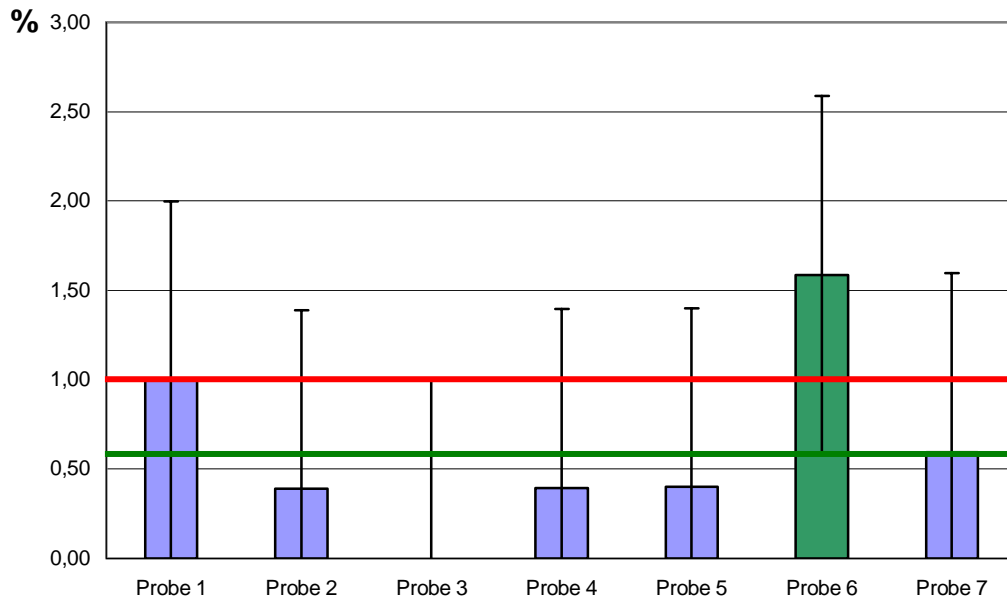
**Grafik 19:** 'Brassicaceae', Vergleich aller Proben unter Berücksichtigung der Schwankung (d)



**Grafik 20:** 'Salix', Vergleich aller Proben unter Berücksichtigung der Schwankung (d)



**Grafik 21:** ‘Chenopodiaceae’, Vergleich aller Proben unter Berücksichtigung der Schwankung (d)



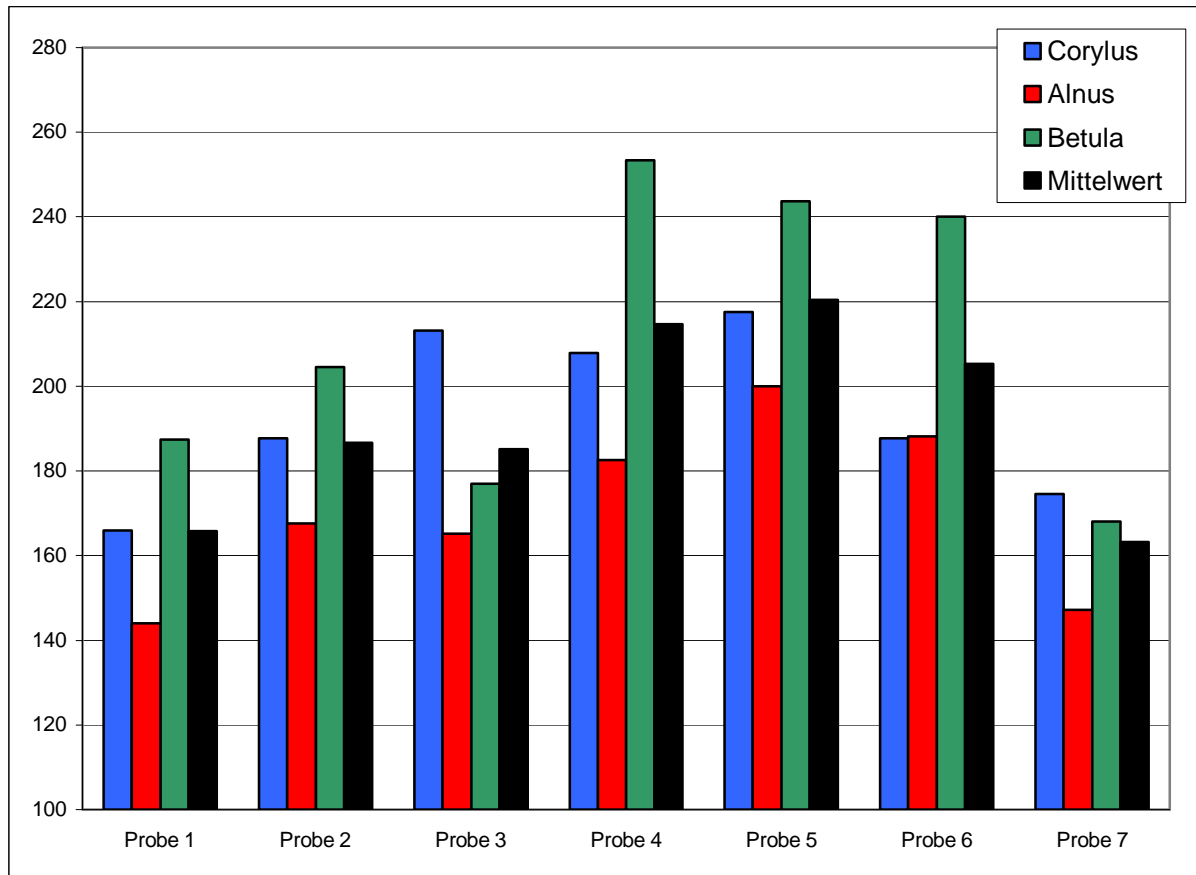
Pollenkörner der Kategorien ‘Pinus diploxylon’ und ‘Picea’ sind saccat. Durch die mit Luft gefüllten Sacci kann es bei der Probenaufbereitung zu Problemen kommen. Sind sie während der Präparation noch mit Luft gefüllt, können solche Pollenkörner in unterschiedlichem Ausmaß verloren gehen. Folglich sind saccate Pollenkörner ein sehr instabiler Faktor und wurden deshalb im vorliegenden Fall nicht zur Analyse herangezogen.

### Zerstörung von Pollen

In allen Proben ist eine fortschreitende Zerstörung des Pollens zu beobachten. Diese lässt sich sehr gut durch den Zerstörungsgrad von ‘Corylus’, ‘Betula’ und ‘Alnus’ darstellen. Grafik 22 vergleicht das Ausmaß der Zerstörung von Pollenkörnern dieser drei Kategorien. Um vergleichbare Werte zu erhalten, wurde die Prozentzahl von intakten Pollenkörnern mit 1, die für mäßig defekten Pollen mit 2 und die für stark defekten Pollen mit 3 multipliziert und die drei Werte addiert. Auf diese Weise erhält man einen Wert, der mit dem Ausmaß der Zerstörung ansteigt. Demnach wird der Wert umso kleiner, je geringer das Ausmaß der Zerstörung in der Probe ist.

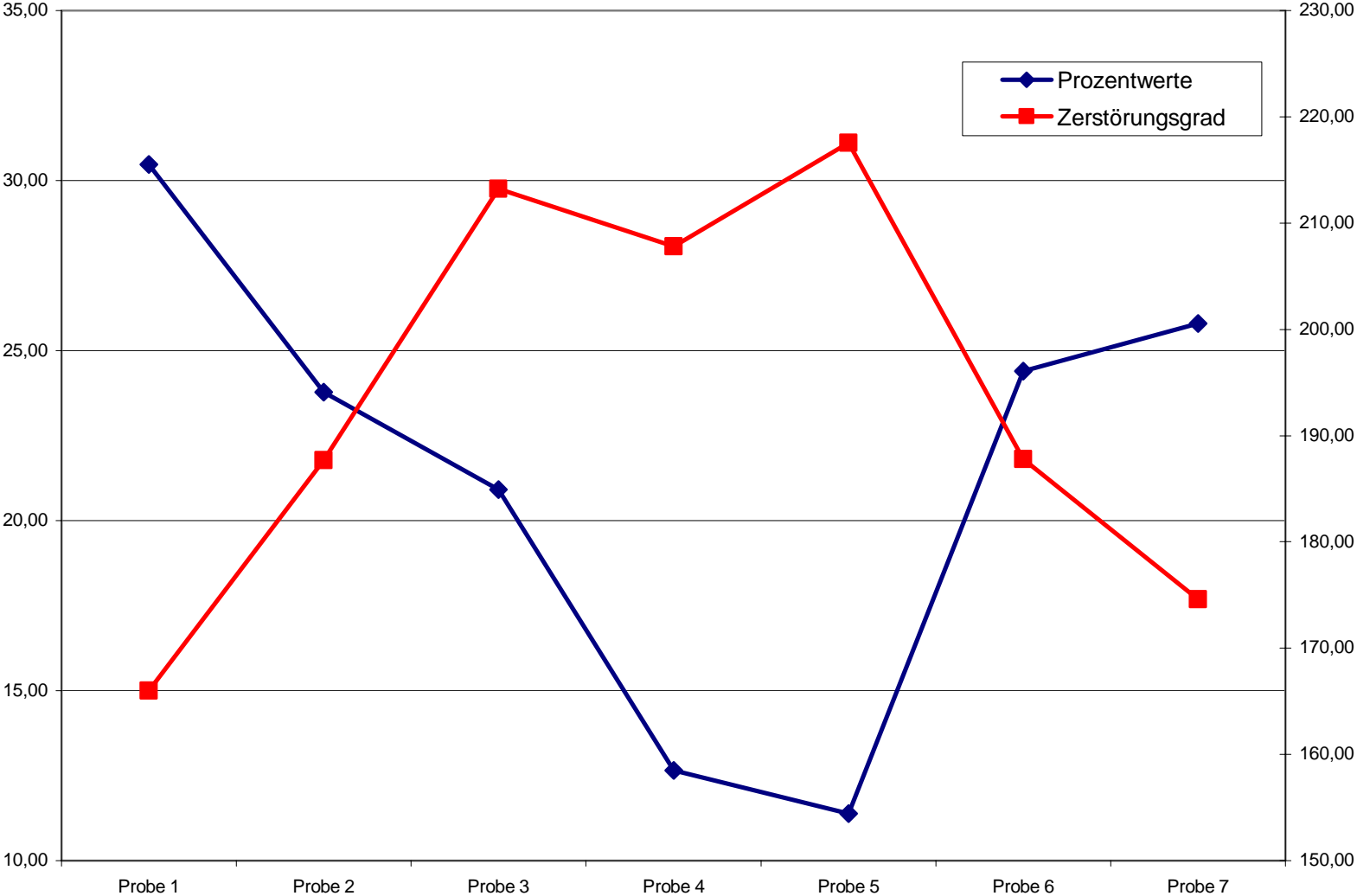
Der Zerstörungsgrad nimmt von Probe 1 bis Probe 5 zu. Bei den Proben 6 und 7 ist der Zerstörungsgrad niedriger als bei Probe 5, wobei dieser bei Probe 7 ähnlich gering wie bei Probe 1 ist.

**Grafik 22:** Zerstörungsgrad für 'Corylus', 'Betula', 'Alnus' und deren Mittelwert.

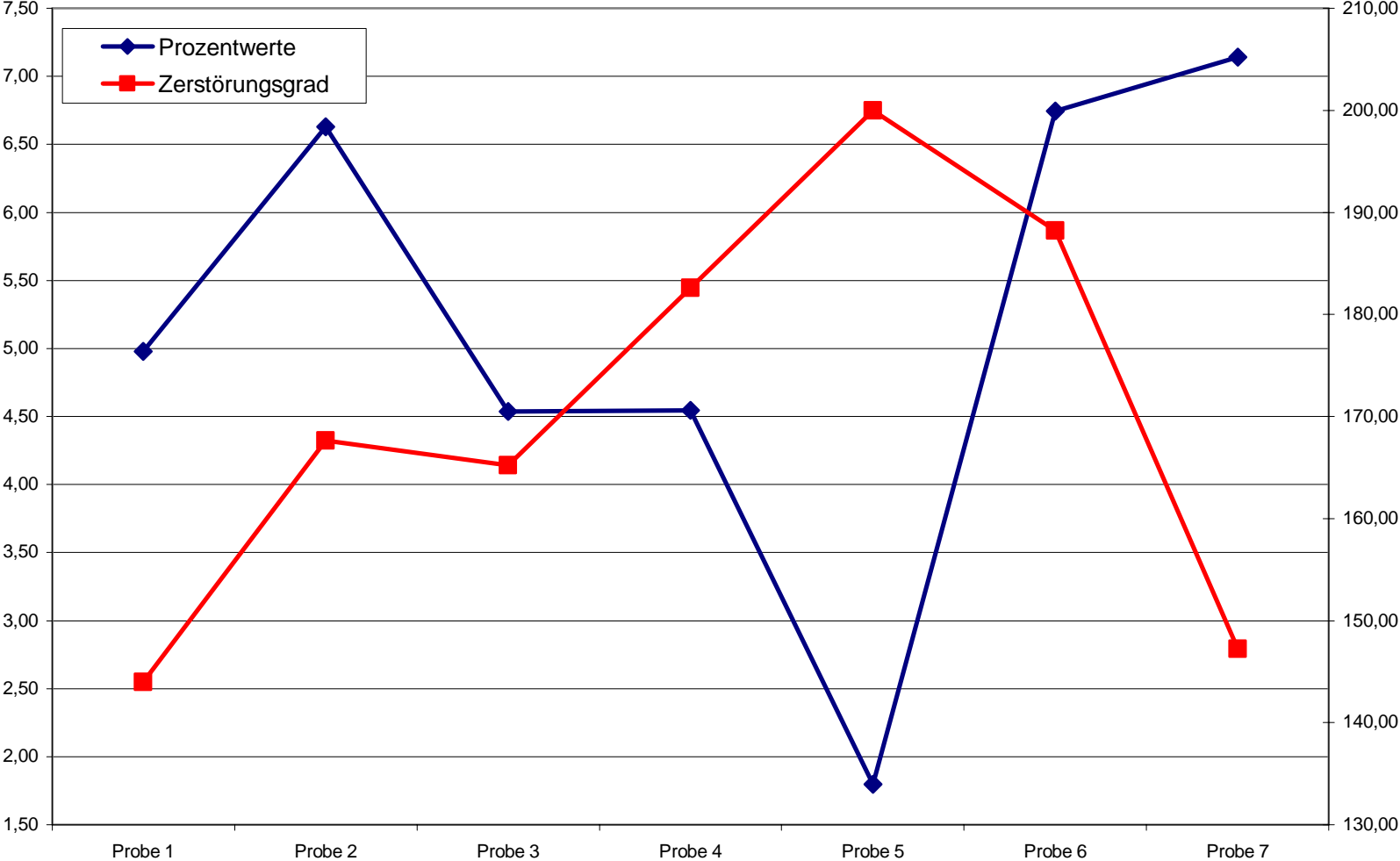


In den folgenden Grafiken 23 bis 25 ist der Zerstörungsgrad den Prozentwerten des Pollens gegenübergestellt. Diese Darstellungen zeigen, dass sich der Zerstörungsgrad umgekehrt zum prozentuellen Anteil des Pollens verhält. Das heißt, Proben mit hohem Zerstörungsgrad enthalten tendenziell weniger Pollen und umgekehrt.

**Grafik 23:** Gegenüberstellung der Zerstörungsgrade und der prozentuellen Verteilung von 'Corylus' in allen 7 Proben

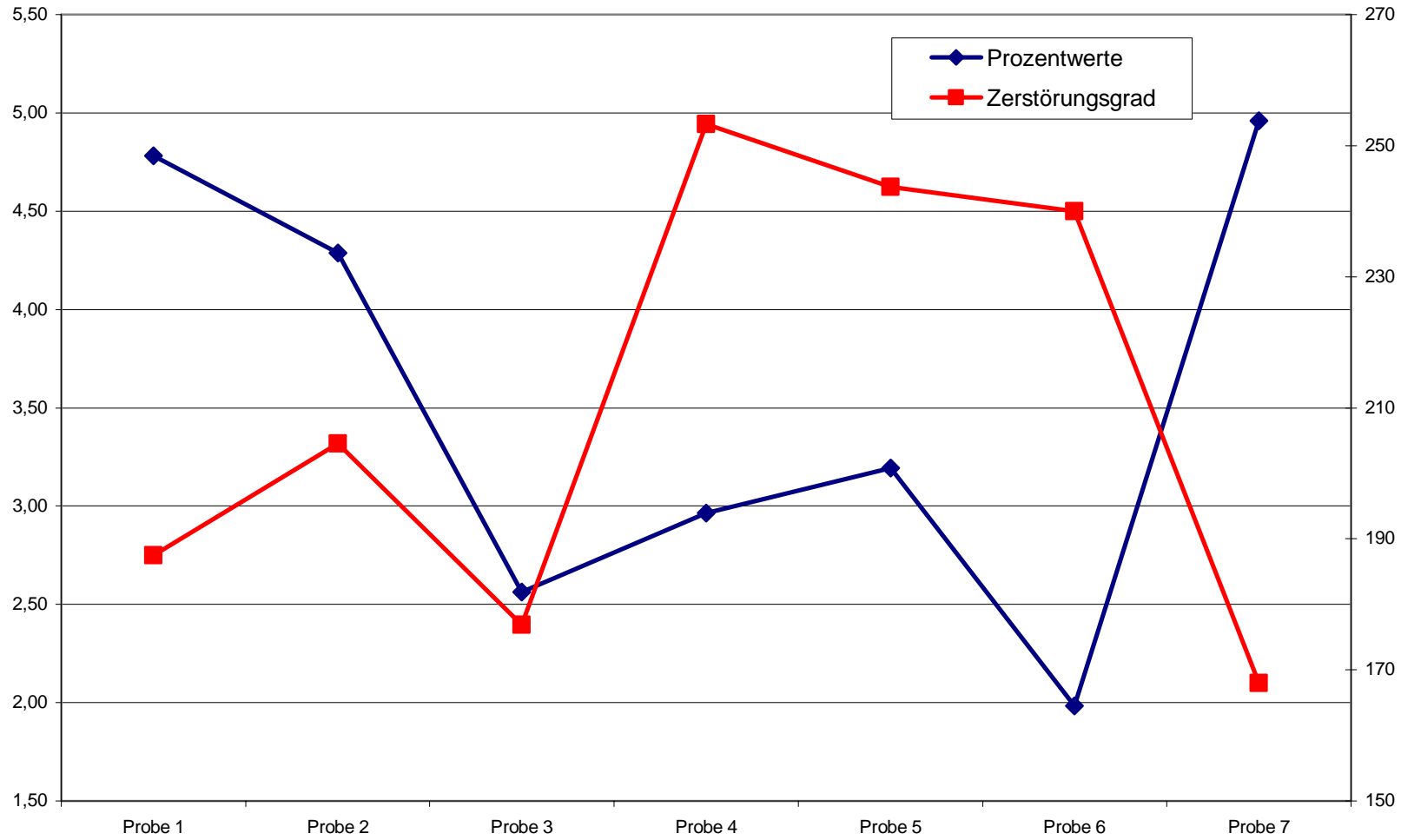


**Grafik 24:** Gegenüberstellung der Zerstörungsgrade und der prozentuellen Verteilung von 'Alnus' in allen 7 Proben

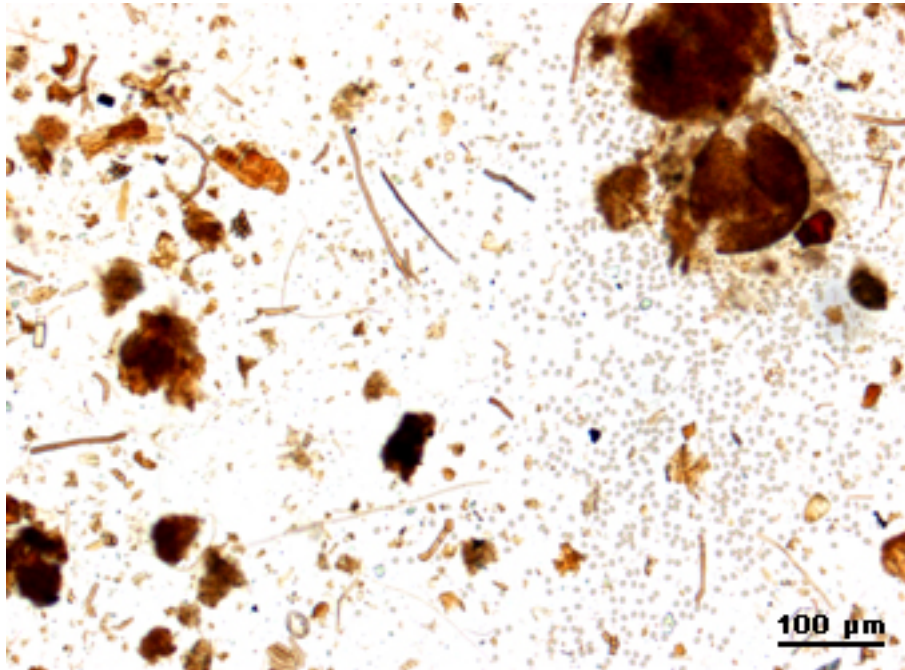




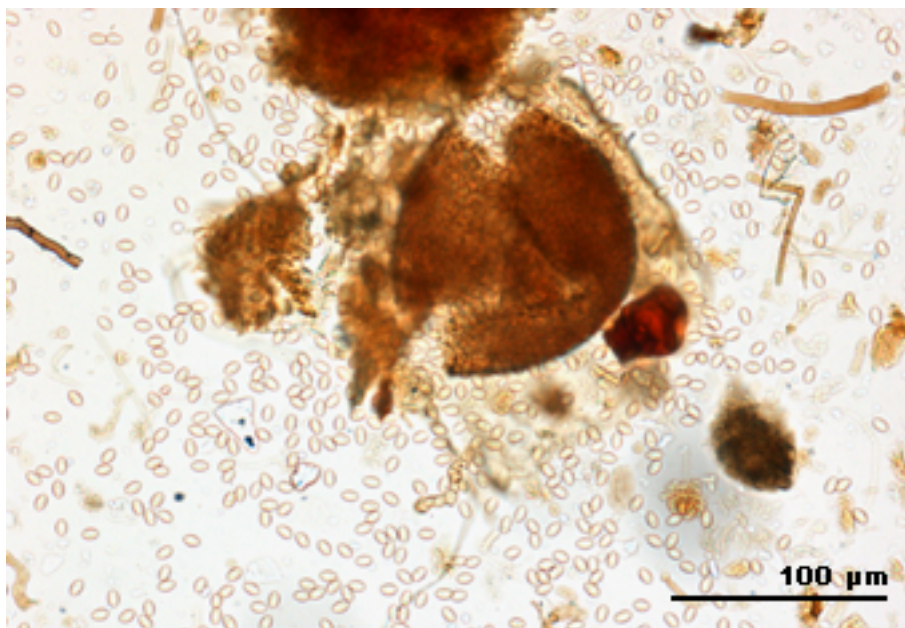
**Grafik 25:** Gegenüberstellung der Zerstörungsgrade und der prozentuellen Verteilung von 'Betula' in allen 7 Proben



In Bezug auf Pilzsporen und Hyphen unterscheiden sich die 7 Proben nur wenig voneinander. Alle Proben haben große Mengen an Hyphenfragmenten. Das gleiche gilt für die Pilzsporen. Das Verhältnis der verrucaten Sporen zu Pollenkörnern reicht von 1:4 (Probe 7) bis 3:2 (Probe 6). Ascosporen sind in Probe 1 sehr zahlreich vorhanden, genauso wie in Probe 7, wo die Verteilung allerdings sehr lokal ist.



**Abb. 55:** Ascomyceten-Fruchtkörper, lokale Verteilung der Ascosporen



**Abb. 56:** Ascomyceten-Fruchtkörper, Detailaufnahme

## 4. Diskussion

Wie BRYANT und MILDENHALL (1998) [1] beschreiben, hängt es von vielen Faktoren ab ob ein bestimmter Pollentyp in einer Probe enthalten ist oder nicht. In erster Linie sind Pflanzen die direkt am Ort der Probenentnahme blühen relevant, aber auch weiter entfernte Pflanzen können einen Einfluss auf die Pollenzusammensetzung nehmen. Vor allem anemophile Taxa, wie *Betula* oder *Salix* können durch ihre hohe Produktion an Pollenkörnern in vielen Proben und in hoher Zahl vorkommen. Hingegen produzieren zoophile Arten wesentlich weniger Pollenkörner. Auch durch die Art ihrer Verbreitung kommen sie in Proben meist nur seltener vor. Die forensische Relevanz ist dagegen hoch, weil daraus zu schließen ist, dass direkter Kontakt zur Probe bestanden haben muss. Besonders selten befindet sich Pollen autogamer und kleistogamer Arten in den Proben. In solchen Fällen ist die forensische Relevanz besonders hoch. MILNE et al. (2004) [4] geben für anemophile Arten ca. 1.000-100.000 Pollenkörner pro Anthere an, für zoophile ca. 100-1.000 und für autogame bzw. kleistogame Arten < 100.

In der vorliegenden Untersuchung ist 'Corylus' (anemophil) in der frischen Probe mit ca. 30 % die am stärksten vertretene Kategorie gemeinsam mit der Kategorie 'unidentifizierbar'. Anderer Pollen ist nur im geringen Maß vertreten. Diese Zusammensetzung erklärt sich damit, dass zum Zeitpunkt der Probenentnahme nur *Corylus avellana* blühte (siehe auch: [www.pollenwarndienst.at](http://www.pollenwarndienst.at) [18] für das Jahr 2009 in der pannonischen Region). Der hohe Anteil an unidentifizierbaren Pollenkörnern ist darauf zurückzuführen, dass der Pollen aus den vorhergehenden Jahren größtenteils zerstört ist. Für die Zerstörung des Pollens an der Bodenoberfläche bzw. im Boden gibt es eine Reihe von Faktoren. HAVINGA (1984 und 1971) [7] [8] hat in seinem 20-jährigen Projekt die Zerstörung von Pollen in unterschiedlichen Sedimenten untersucht. Dazu hat er mehrere Nylon-Netze mit Pollen verschiedener Pflanzen befüllt und vergraben. Die Maschen der Netze waren so gewählt, dass Bakterien und Pilze eindringen konnten, der Pollen aber im Netz verblieb. In dieser Untersuchung wurde festgestellt, dass bereits nach 8 Monaten ein Teil des Pollens zerstört war. Einzelne Pollenkörner blieben aber über viele Jahre hinweg intakt. Außerdem hatte auch die Art des Sedimentes großen Einfluss auf die Zerstörungsrate des Pollens (HAVINGA 1984) [7] (PHUPHUMIRAT 2008) [20].

In der vorliegenden Untersuchung war zu erwarten, dass die Zerstörung des Pollens in den Proben zunimmt. Tatsächlich ist in den Pollenprofilen eine deutliche Abnahme von 'Corylus' in den Proben 1-5 festzustellen. Die Proben 6 und 7 zeigen jedoch wieder höhere Werte für

‘Corylus’. Gegensätzlich dazu verhält sich die Kategorie ‘unidentifizierbar’ (Grafik 17). Betrachtet man nur die Proben 1-5 kann das als verstärkte Zerstörung des Pollens mit fortschreitender Zeit interpretiert werden, der dadurch unidentifizierbar wird. Die Werte der Proben 6 und 7 widersprechen allerdings diesem Trend, der zeitabhängigen Zerstörung des Pollens. Daraus ergeben sich 2 mögliche Theorien:

Theorie 1: In den Proben 6 und 7 gab es Bedingungen die eine Zerstörung des Pollens verhindert haben. Diese Theorie wird von den Zerstörungsgraden von ‘Corylus’ unterstützt. Wie in Grafik 22 und Grafik 23 zu sehen ist, verhalten sich die Zerstörungsgrade von ‘Corylus’ umgekehrt zu den Prozentwerten. Es ist also nicht nur eine Abnahme der Anzahl der Corylus Pollenkörner feststellbar, sondern auch eine zunehmende Zerstörung der Corylus Pollenkörner. In den Proben 6 und 7 sind die Zerstörungsgrade dagegen niedriger. Das deutet ebenfalls darauf hin, dass in diesen beiden Proben geringere Zerstörung stattgefunden hat.

Dasselbe gilt mit Einschränkungen für ‘Betula’ und ‘Alnus’, wie in Grafik 24 und Grafik 25 dargestellt. Einschränkungen müssen deswegen gemacht werden, weil bei manchen Proben nur eine geringere absolute Anzahl an Pollenkörnern gezählt werden konnte. Bei ‘Alnus’ ist eine deutliche Zerstörung überhaupt erst ab Probe 5 zu erkennen. Das heißt, Proben mit hohem Zerstörungsgrad enthalten tendenziell weniger Pollen und umgekehrt.

Ein Grund für die geringere Zerstörungsrate in den Proben 6 und 7 ist schwer zu ermitteln. Generell können biotische und abiotische Faktoren von Bedeutung sein (BRYANT et al. 1994, [19], PHUPHUMIRAT 2008) [20]. Biotische Faktoren sind zum Beispiel Pilze und Bakterien. Abiotische sind der pH-Wert im Substrat, Redoxpotentiale, mechanische Zerstörung oder Zerstörung durch Fließwasser.

CAMPBELL (1999) [9] beschreibt neben Feuer als zusätzlichen Zerstörungsfaktor auch wiederholtes Trocknen und Rehydrieren und das damit verbundene Anschwellen und Schrumpfen der Pollenkörner als mögliche Ursache der Zerstörung.

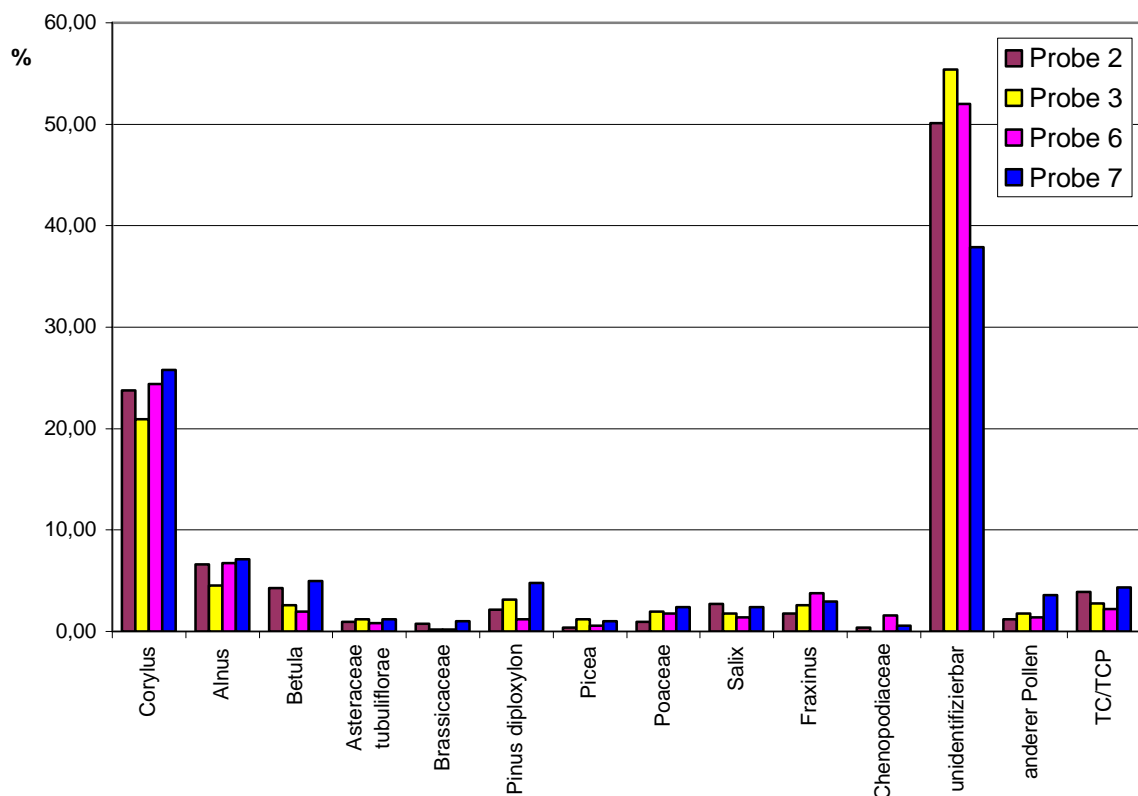
Alle Proben in dieser Untersuchung wurden gleich behandelt und stammen aus derselben, weitestgehend homogenen Quelle. Daher kann ein unterschiedlicher pH-Wert oder ein unterschiedliches Redoxpotential in den Proben als Grund für die geringere Zerstörung der Proben 6 und 7 eher ausgeschlossen werden. Außerdem wurden die Proben weder einer mechanischen Zerstörung noch unterschiedlichen oder wechselnden Feuchtigkeitsverhältnissen ausgesetzt. Am naheliegendsten ist daher die Annahme, dass eine geringere Aktivität der Pilze und Bakterien in den Proben 6 und 7 zu derart unterschiedlichen Ergebnissen geführt hat.

Theorie 2: Die Proben waren bereits bei der Probenentnahme in ihrer Zusammensetzung des Pollens stark unterschiedlich (z. B. durch ganze Antheren in der Probe).

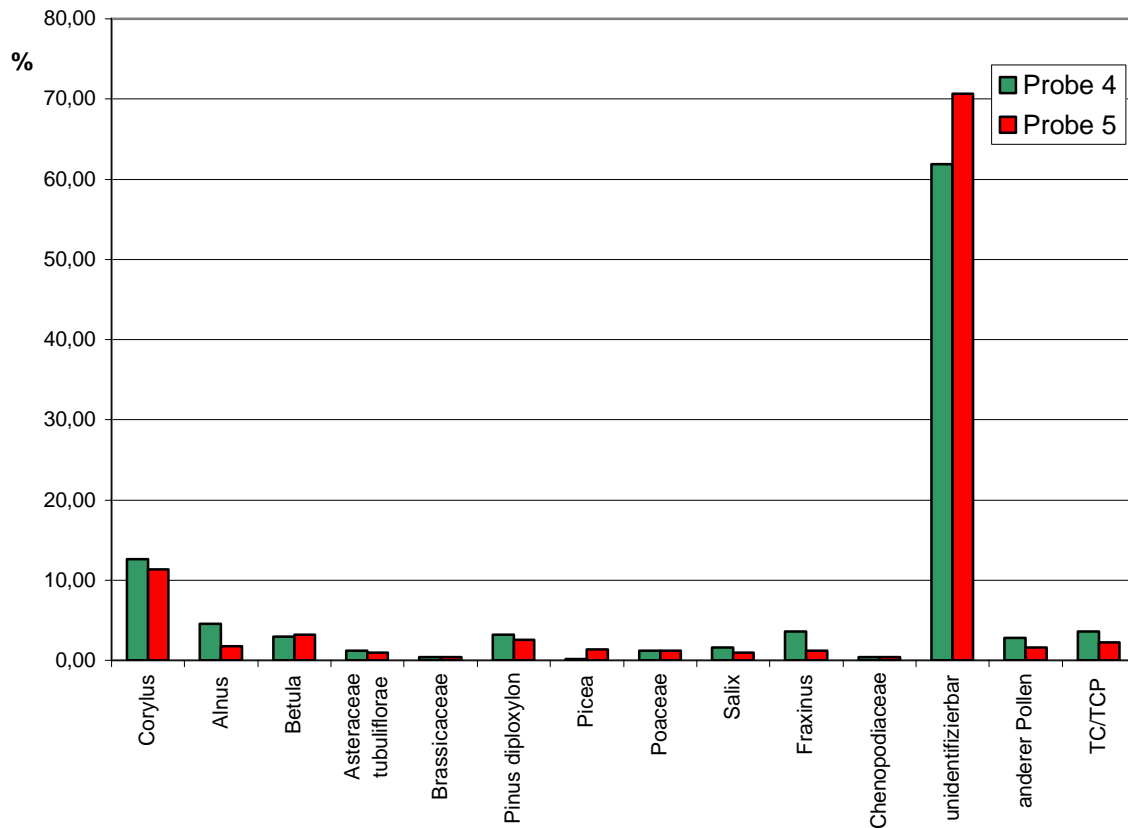
Mehrere Tatsachen widersprechen dieser Auslegung:

- Probe 1 weist für fast alle Kategorien immer die höchsten Werte auf, für die Kategorie ‘unidentifizierbar’ den niedrigsten von allen 7 Proben. Dass ein solches Ergebnis durch zufällige Zusammensetzung zustande kommt ist äußerst unwahrscheinlich.
- In sämtlichen Proben sind alle Pollen-Kategorien vertreten (Ausnahme Kategorie ‘Chenopodiaceae’ in Probe 3). Wenn diese Proben in ihren Pollenzusammensetzungen ursprünglich unterschiedlich gewesen wären, müssten Kategorien fehlen und/oder zusätzliche hinzukommen. Weiters (abgesehen von ‘Corylus’ und ‘unidentifizierbar’) sind alle Kategorien auch in vergleichbaren Prozentzahlen vorhanden. Auch hier wäre eine stärkere Variation zu erwarten.
- Die Proben 4 und 5 sowie die Proben 2, 3, 6 und 7 zeigen ein sehr ähnliches Pollenprofil (Grafik 26 und Grafik 27). Das widerspricht obiger Theorie direkt, denn bei einem unterschiedlichen Ausgangsmaterial wäre es extrem unwahrscheinlich, dass sich solche Übereinstimmungen ergeben.

**Grafik 26:** Pollenprofile der Proben 2, 3, 6 und 7



**Grafik 27:** Pollenprofile Proben 4 und 5



## Sporen

In allen Proben dominieren Pilzsporen, während Sporen von Moosen oder Farnen kaum vorhanden sind. Besonders auffällig in den Proben sind Ascosporen. Diese finden sich in Probe 1 und 7 in großer Zahl in den restlichen Proben allerdings nur selten, wobei anzumerken ist, dass solche Sporen in Probe 7 nur sehr lokal in großen Mengen auftreten. Wie viele Sporen in der Probe zu finden sind hängt auch von der Probenaufbereitung ab. Üblicherweise werden viele Pilzsporen während der Acetolyse zerstört oder gehen über das Waschwasser verloren. Sind die Sporen bei der Acetolyse durch einen Fruchtkörper geschützt, können sie die Probenaufbereitung in größerer Zahl überstehen.

## 5. Literatur

- [1] BRYANT VM, MILDENHALL DC (1998) Forensic Palynology: a new way to catch crooks. *In: BRYANT VM, WRENN JW (eds) New developments in palynomorph sampling, extraction and analysis. AASP Foundation 33: 145-155*
- [2] BROWN AG, SMITH A, ELMHURST O (2002) The combined use of pollen and soil analyses in a search and subsequent murder investigation. *J Forensic Sci 47 (3): 614-618*
- [3] BRYANT VM, JONES JG, MILDENHALL DC (1996) Studies in forensic palynology. *In: JANSONIUS J, MCGREGOR DC (eds) Palynology: principles and applications. AASP Foundation 3: Chapter 23G, p. 957-959.*
- [4] MILNE LA, BRYANT VM, MILDENHALL DC (2004) Forensic Palynology. *In: MILLER COYLE H (ed) Forensic Botany: principles and applications to criminal casework. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington DC: p. 217-252*
- [5] WILTSHIRE PEJ (2006) Consideration of some taphonomic variables of relevance to forensic palynological investigation in the United Kingdom. *Forensic Sci Int 163: 173-182*
- [6] MILDENHALL DC, WILTSHIRE PEJ, BRYANT VM (2006) Forensic Palynology: Why do it and how it works. *Forensic Sci Int 163: 163-172*
- [7] HAVINGA AJ (1984) A 20-year experimental investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores in various soil types. *Pollen Spores 26: 541-558.*
- [8] HAVINGA AJ (1971) An experimental investigation into the decay of pollen and spores in various soil types. *In: BROOKS J, GRANT PR, MUIR MD, GIJZEL P van, SHAW G (eds) Sporopollenin. Acad. Press, London, New York: p. 446-479*

- [9] CAMPBELL ID (1999) Quaternary pollen taphonomy: examples of differential redeposition and differential preservation. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 149: 245-256
- [10] Google Inc.: Google Earth 5.0.1 (9<sup>th</sup> of February, 2010)
- [11] EYRING MB (1996) Soil pollen analysis from a forensic point of view. *Microscope* 44 (2): 81-97
- [12] ZABENSKIE S, GAJEWSKI K  
Processing Arctic sediments including heavy-liquid (Sodium Polytungstate (SPT) concentration of pollen grains  
<http://www.lpc.uottawa.ca/resources/pollen%20-%20heavy%20liquid.html>  
(9<sup>th</sup> of February, 2010)
- [13] BEUG HJ (2004) Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Pfeil, München, 524 pages
- [14] BUCHNER R, WEBER M (2000 onwards) PalDat – a palynological database: Descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. <http://www.palдат.org/> (9<sup>th</sup> of February, 2010)
- [15] HESSE M, HALBRITTER H, ZETTER R, WEBER M, BUCHNER R, FROSCH-RADIVO A, ULRICH S (2009) *Pollen Terminology. An illustrated handbook*, Springer, Wien, New York, 261 pages
- [16] DIETHART B, *Brassica napus*. In: BUCHNER R, WEBER M (2000 onwards). PalDat – a palynological database: Descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. <http://www.palдат.org/> (10<sup>th</sup> of February 2010)



- [17] SAM S, *Atriplex sagittata*. In: BUCHNER R, WEBER M (2000 onwards). PalDat – a palynological database: Descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. <http://www.palдат.org/> (10<sup>th</sup> of February 2010)
- [18] SciCon Pharma Science-Consulting GmbH  
<http://www.pollenwarndienst.at/> (9<sup>th</sup> of February, 2010)
- [19] BRYANT VM, HOLLOWAY RG, JONES JG, CARLSON DL (1994) Pollen preservation in alkaline soils of the american southwest. *In*: TRAVERSE A (ed) Sedimentation of organic particels, Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, Sao Paolo, 560 pages
- [20] PHUPHUMIRAT W (2008) Pollen Deterioration in Surface Soil and Its Impact on the Potentiality of the Forensic Evidence. Prince of Songkla University, Hat Yai, Pattani, Phuket, Surat Thani, Trang, Diploma Thesis
- [21] WOOD GD, GABRIEL AM, LAWSON JC (1996) Palynological techniques – processing and microscopy. *In*: JANSONIUS J, MCGREGOR DC (eds) Palynology: principles and applications. AASP Foundation 1: p. 29-50.

## 6. Anhang

### ***Abstract / Zusammenfassung***

Pollen ist überall. Jedem Standort bzw. Gegenstand kann ein individuelles Pollenprofil zugeordnet werden. Wird eine Probe bei Zimmertemperatur gelagert, kommt es zur Zerstörung von Pollen. Dadurch verändert sich das Pollenprofil der Probe. Das heißt konkret, dass die Zahl der intakten Pollenkörner abnimmt und die Zahl der zerstörten (unidentifizierbaren) Pollenkörner zunimmt. Das Ausmaß der Veränderung ist variabel und zeitabhängig. Trotz starker Veränderungen des Pollenprofils sind auch nach mehreren Monaten alle ursprünglich in der Probe vorhandenen Pollentypen nachzuweisen, was für forensische Untersuchungen von großer Bedeutung sein kann.

Pollen is everywhere. An individual pollen profile can be assigned to each location or object. If a specimen is stored by room temperature, pollen will be deteriorated. In this way the pollen profile is modified, which means that the number of intact pollen grains decreases while the number of deteriorated (unidentifiable) pollen grains increases. The amount of such a change varies, but is dependent on time. Despite severe changes in the pollen profile, all pollen types that were present in the pristine specimen are still traceable after several months. That again can be of high importance for forensic studies.

## **Lebenslauf**

<b>Persönliche Angaben</b>	Name	Philipp Preusche
	Adresse	Bäuerlegasse 16/36, 20. Bezirk
	Geburtstag	15. Juni 1976
	Familienstand	Ledig
	Staatsbürgerschaft	Österreich
<b>Schulische Ausbildung</b>	Seit 2002	Studium der Biologie (Studienzweig Botanik) an der Universität Wien
	2007-2010	Auslandsaufenthalt an der Friedrich Schiller Universität in Jena
	1998-2001	Studium der Technischen Physik an der Technischen Universität in Wien
	1996-1997	Ableistung des Zivildienstes
	1995-1998	Abendgymnasium in Wien 15 Abschluss mit ausgezeichnetem Erfolg
	1993-1995	Maturaschule in Wien 5
	1986-1993	Gymnasium GRG17 in Wien 17
	1982-1986	Volksschule Kindermannngasse in Wien 17
<b>Berufserfahrung</b>	2000-2007	Gewerbe für Dienstleistungen in der automatischen Datenverarbeitung und Informationstechnik
	2001-2007	Geschäftsführer von Monoceros IT-Consulting GmbH
	2001-2006	Gesellschafter von Monoceros IT-Consulting GmbH
	1998-2001	First Level, Second Level, Server und Executive Support Bei Mobilkom Austria
<b>Besondere Ausbildung und Fähigkeiten</b>		Augezeichnete Kenntnisse im Bereich Datenverarbeitung: Microsoft Certified Professional (MCP) Microsoft Certified Systems Engineer (MCSE) Microsoft Certified Database Administrator (MCDBA) Führerschein B

## Verzeichnis der Abbildungen

<b>ABB. 1:</b> SAMMELSTELLE ÜBERBLICK [10] .....	6
<b>ABB. 2:</b> SAMMELSTELLE NAHAUFNAHME [10] .....	6
<b>ABB. 3:</b> SAMMELSTELLE DETAILAUFNAHME [10].....	7
<b>ABB. 4:</b> PLASTIKSACKERL MIT PROBE .....	8
<b>ABB. 5:</b> <i>CORYLUS AVELLANA</i> L.....	14
<b>ABB. 6:</b> INTAKTES POLLENKORN (PROBE 1) .....	14
<b>ABB. 7:</b> MÄßIG DEFEKTES POLLENKORN (PROBE 2).....	14
<b>ABB. 8:</b> STARK DEFEKTES POLLENKORN (PROBE 1).....	14
<b>ABB. 9:</b> <i>ALNUS GLUTINOSA</i> (L.) GAERTN. ....	15
<b>ABB. 10:</b> INTAKTES POLLENKORN (PROBE 2) .....	15
<b>ABB. 11:</b> MÄßIG DEFEKTES POLLENKORN (PROBE 2).....	15
<b>ABB. 12:</b> STARK DEFEKTES POLLENKORN (PROBE 2).....	15
<b>ABB. 13:</b> <i>BETULA PENDULA</i> ROTH .....	16
<b>ABB. 14:</b> INTAKTES POLLENKORN (PROBE 2) .....	16
<b>ABB. 15:</b> MÄßIG DEFEKTES POLLENKORN (PROBE 2).....	16
<b>ABB. 16:</b> STARK DEFEKTES POLLENKORN (PROBE 1).....	16
<b>ABB. 17:</b> <i>BELLIS PERENNIS</i> L. ....	17
<b>ABB. 18:</b> POLLENKORN (PROBE 3).....	17
<b>ABB. 19:</b> POLLENKORN, OPTISCHER SCHNITT (PROBE 3).....	17
<b>ABB. 20:</b> <i>BRASSICA NAPUS</i> L. [16].....	18
<b>ABB. 21:</b> POLLENKORN (PROBE 2).....	18
<b>ABB. 22:</b> POLLENKORN, OPTISCHER SCHNITT (PROBE 2) .....	18
<b>ABB. 23:</b> <i>PINUS NIGRA</i> J.F. ARNOLD.....	19
<b>ABB. 24:</b> POLLENKORN (PROBE 2).....	19
<b>ABB. 25:</b> POLLENKORN (PROBE 2).....	19
<b>ABB. 26:</b> <i>PICEA ABIES</i> (L.) H. KARST. ....	20
<b>ABB. 27:</b> POLLENKORN (PROBE 3).....	20
<b>ABB. 28:</b> POLLENKORN (PROBE 3).....	20
<b>ABB. 29:</b> <i>HORDEUM MURINUM</i> L. ....	21
<b>ABB. 30:</b> POLLENKORN (PROBE 2).....	21
<b>ABB. 31:</b> <i>SALIX</i> SP. ....	22
<b>ABB. 32:</b> POLLENKORN (PROBE 3).....	22
<b>ABB. 33:</b> POLLENKORN, OPTISCHER SCHNITT (PROBE 3) .....	22
<b>ABB. 34:</b> POLLENKORN (PROBE 3).....	22
<b>ABB. 35:</b> <i>FRAXINUS EXCELSIOR</i> L.....	23
<b>ABB. 36:</b> POLLENKORN (PROBE 7).....	23
<b>ABB. 37:</b> POLLENKORN, OPTISCHER SCHNITT (PROBE 7) .....	23
<b>ABB. 38:</b> POLLENKORN (PROBE 7).....	23
<b>ABB. 39:</b> <i>ATRIPLEX SAGITTATA</i> BORKH. [17].....	24
<b>ABB. 40:</b> POLLENKORN (PROBE 1).....	24
<b>ABB. 41:</b> POLLENKORN, OPTISCHER SCHNITT (PROBE 1) .....	24
<b>ABB. 42:</b> POLLENKORN (PROBE 1).....	24
<b>ABB. 43:</b> PROBE 5 .....	25
<b>ABB. 44:</b> PROBE 4.....	25
<b>ABB. 45:</b> PROBE 3 .....	25
<b>ABB. 46:</b> PROBE 1 BEI 20X VERGRÖßERUNG: HYPHEN (SCHWARZER PFEIL), ASCOSPoren (GRÜNER PFEIL), <i>CORYLUS</i> -POLLENKORN (BLAUER PFEIL).....	26
<b>ABB. 47:</b> ASCOSPoren UND EINE MEHRZELLIGE SPORE .....	27
<b>ABB. 48:</b> SPORE MIT VERRUCAE .....	27
<b>ABB. 49:</b> PROBE 2, BEI 20X VERGRÖßERUNG .....	31
<b>ABB. 50:</b> PROBE 3, ÜBERSICHT .....	35
<b>ABB. 51:</b> PROBE 4, ÜBERSICHT UND THECAMOEBE IM DAUERCYSTEN-STADIUM (LINKS UNTEN) .....	39
<b>ABB. 52:</b> PROBE 5, ÜBERSICHT UND MEHRZELLIGE SPORE (LINKS UNTEN).....	43
<b>ABB. 53:</b> PROBE 6, ÜBERSICHT .....	47
<b>ABB. 54:</b> PROBE 7, ÜBERSICHT .....	51
<b>ABB. 55:</b> ASCOMYCETEN-FRUCHTKÖRPER, LOKALE VERTEILUNG DER ASCOSPoren .....	66
<b>ABB. 56:</b> ASCOMYCETEN-FRUCHTKÖRPER, DETAILAUFNAHME .....	66

## Verzeichnis der Grafiken

<b>GRAFIK 1:</b> ABSOLUTBETRAG DER SCHWANKUNG (D) IN % MIT FORTLAUFENDER ZÄHLUNG .....	12
<b>GRAFIK 2:</b> POLLENPROFIL, PROBE 1 .....	29
<b>GRAFIK 3:</b> ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROBE 1 .....	30
<b>GRAFIK 4:</b> POLLENPROFIL, PROBE 2 .....	33
<b>GRAFIK 5:</b> ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS (INSGESAMT 178 POLLENKÖRNER), PROBE 2 .....	34
<b>GRAFIK 6:</b> POLLENPROFIL, PROBE 3 .....	37
<b>GRAFIK 7:</b> ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROBE 3 .....	38
<b>GRAFIK 8:</b> POLLENPROFIL, PROBE 4 .....	41
<b>GRAFIK 9:</b> ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROBE 4 .....	42
<b>GRAFIK 10:</b> POLLENPROFIL, PROBE 5 .....	45
<b>GRAFIK 11:</b> ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROBE 5 .....	46
<b>GRAFIK 12:</b> POLLENPROFIL, PROBE 6 .....	49
<b>GRAFIK 13:</b> ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROBE 6 .....	50
<b>GRAFIK 14:</b> POLLENPROFIL, PROBE 7 .....	53
<b>GRAFIK 15:</b> ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROBE 7 .....	54
<b>GRAFIK 16:</b> POLLENPROFILE DER PROBEN 1-7 .....	56
<b>GRAFIK 17:</b> PROZENTUELLE VERTEILUNG VON 'CORYLUS' UND 'UNIDENTIFIZIERBAR' IN ALLEN PROBEN.....	58
<b>GRAFIK 18:</b> 'ASTERACEAE TUBULIFLORAE', VERGLEICH ALLER PROBEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER SCHWANKUNG (D).....	59
<b>GRAFIK 19:</b> 'BRASSICACEAE', VERGLEICH ALLER PROBEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER SCHWANKUNG (D)	60
<b>GRAFIK 20:</b> 'SALIX', VERGLEICH ALLER PROBEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER SCHWANKUNG (D).....	60
<b>GRAFIK 21:</b> 'CHENOPODIACEAE', VERGLEICH ALLER PROBEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER SCHWANKUNG (D) .....	61
<b>GRAFIK 22:</b> ZERSTÖRUNGSGRAD FÜR 'CORYLUS', 'BETULA', 'ALNUS' UND DEREN MITTELWERT. ....	62
<b>GRAFIK 23:</b> GEGENÜBERSTELLUNG DER ZERSTÖRUNGSGRAD E UND DER PROZENTUELLEN VERTEILUNG VON 'CORYLUS' IN ALLEN 7 PROBEN .....	63
<b>GRAFIK 24:</b> GEGENÜBERSTELLUNG DER ZERSTÖRUNGSGRAD E UND DER PROZENTUELLEN VERTEILUNG VON 'ALNUS' IN ALLEN 7 PROBEN .....	64
<b>GRAFIK 25:</b> GEGENÜBERSTELLUNG DER ZERSTÖRUNGSGRAD E UND DER PROZENTUELLEN VERTEILUNG VON 'BETULA' IN ALLEN 7 PROBEN .....	65
<b>GRAFIK 26:</b> POLLENPROFILE DER PROBEN 2, 3, 6 UND 7 .....	69
<b>GRAFIK 27:</b> POLLENPROFILE PROBEN 4 UND 5.....	70

## **Verzeichnis der Tabellen**

<b>TABELLE 1:</b> DATEN ZUR PROBENAUFBEREITUNG .....	9
<b>TABELLE 2:</b> PROBE 1, PROZENTUELLE VERTEILUNG UND ABSOLUTE ANZAHL AN POLLENKÖRNERN .....	28
<b>TABELLE 3:</b> PROBE 1, ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROZENTUELLE VERTEILUNG .....	30
<b>TABELLE 4:</b> PROBE 2, PROZENTUELLE VERTEILUNG UND ABSOLUTE ANZAHL AN POLLENKÖRNERN .....	32
<b>TABELLE 5:</b> PROBE 2, ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROZENTUELLE VERTEILUNG.....	34
<b>TABELLE 6:</b> PROBE 3, PROZENTUELLE VERTEILUNG UND ABSOLUTE ANZAHL AN POLLENKÖRNERN .....	36
<b>TABELLE 7:</b> PROBE 3, ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROZENTUELLE VERTEILUNG .....	38
<b>TABELLE 8:</b> PROBE 4, PROZENTUELLE VERTEILUNG UND ABSOLUTE ANZAHL AN POLLENKÖRNERN .....	40
<b>TABELLE 9:</b> PROBE 3, ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROZENTUELLE VERTEILUNG .....	42
<b>TABELLE 10:</b> PROBE 5, PROZENTUELLE VERTEILUNG UND ABSOLUTE ANZAHL AN POLLENKÖRNERN .....	44
<b>TABELLE 11:</b> PROBE 5, ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROZENTUELLE VERTEILUNG .....	46
<b>TABELLE 12:</b> PROBE 6, PROZENTUELLE VERTEILUNG UND ABSOLUTE ANZAHL AN POLLENKÖRNERN .....	48
<b>TABELLE 13:</b> PROBE 6, ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROZENTUELLE VERTEILUNG.....	50
<b>TABELLE 14:</b> PROBE 7, PROZENTUELLE VERTEILUNG UND ABSOLUTE ANZAHL AN POLLENKÖRNERN .....	52
<b>TABELLE 15:</b> PROBE 7, ZERSTÖRUNGSGRAD DES BETULACEEN-POLLENS, PROZENTUELLE VERTEILUNG .....	54
<b>TABELLE 16:</b> PROZENTUELLE WERTE ALLER KATEGORIEN FÜR ALLE PROBEN .....	57
<b>TABELLE 17:</b> ABSOLUTE ANZAHL AN POLLENKÖRNERN JE KATEGORIE FÜR ALLE PROBEN .....	57

## ***Danksagung***

Zuallererst möchte ich meiner lieben Freundin Wicky danken, die mich immer und überall unterstützt. Ohne Dich hätte ich das Studium nie begonnen, geschweige denn erfolgreich beenden können. Du bist meine Quelle für Freude, Kraft, Inspiration und Motivation.

Ein spezieller Dank geht an meine Betreuerin Martina, die bereit war einen „Pendler“ als Diplomanden anzunehmen. Auch möchte ich mich dafür bedanken, dass sie mich in jeder Hinsicht so sehr unterstützt und immer Zeit für mich und meine Anliegen hatte.

Danke auch an das ganze Department für strukturelle und funktionelle Botanik der Universität Wien, wo jeder immer gerne und bei allem hilft. Ich kann mir keinen anderen Ort vorstellen, an dem mir das „Arbeiten“ mehr Spaß gemacht hätte. Besonders möchte ich mich bei Ursula für das Korrekturlesen meiner Arbeit danken.

Prof. Frank Hellwig möchte ich für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes am Institut für Spezielle Botanik in Jena danken. Das hat mir beim Erstellen meiner Diplomarbeit sehr geholfen. Auch den Mitarbeitern des Instituts gebührt mein Dank für Hilfestellung bei so manchem Problem.

Bei Van Hung, Kim-Ba, Florian und Ingrid möchte ich mich noch mal ausdrücklich für Ihre Unterstützung bedanken.

Zuletzt aber sicherlich nicht am wenigsten möchte ich meinen lieben, guten Freunden danken. Danke für die Unterkünfte, die vielen Besuche, den Spaß und die Spiele, die mir immer wieder halfen „Kraft zu tanken“ um mich wieder auf das Studium konzentrieren zu können.