



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

"Zur Pollenmorphologie ausgewählter
Vertreter der Amaranthaceae"

verfasst von / submitted by

Lisa Kraus

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat)

Wien, 2018 / Vienna, 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 333 445

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium
UF Deutsch
UF Biologie und Umweltkunde

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Reinhard Zetter

ZUR POLLENMORPHOLOGIE
AUSGEWÄHLTER VERTRETER DER
AMARANTHACEAE

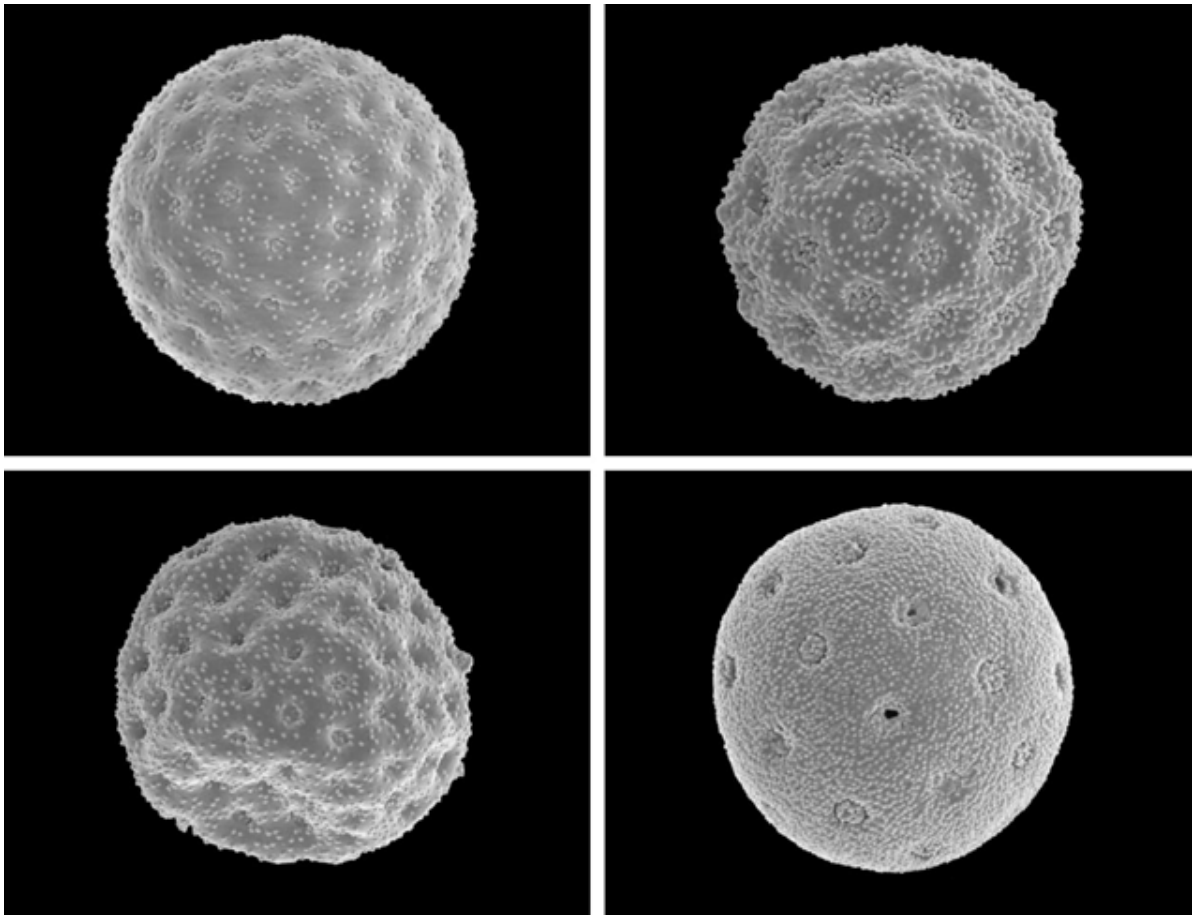


Abb.1 Pollenkörner im REM

Danksagung

Zu Beginn möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Herr Univ.-Prof. Mag. Dr. Reinhard Zetter für seine Mühe, Ruhe und Geduld bedanken. Mit seinem Rat stand er mir stets zur Seite und ließ mir bei meiner Arbeit alle Freiheiten. Herzlichen Dank auch an Herr Kai Uwe Hochhauser, der bei technischen Fragen immer ein offenes Ohr für mich hatte.

Natürlich will ich mich bei meinen Eltern, Katharina und Gerhard Kraus, für all das, was sie mir in meinem Leben ermöglicht haben, bedanken. Ohne den Rat und die Unterstützung meiner Eltern wäre es für mich nie denkbar gewesen so weit zu kommen. Mama, Papa - Vielen Dank für alles! Ein ganz besonderer Dank gebührt meiner Schwester, Isabella Kraus. Sie war vor allem bezüglich meiner Ausbildung immer schon ein sehr großes Vorbild für mich. Ebenso möchte ich meinem Schwager, Markus Rieder, einen besonderen Dank aussprechen. Auf ihn konnte ich mich immer, wenn "Not am Mann war" verlassen.

Meinen Freunden und Verwandten, die stets an mich dachten und mir die Daumen drückten, wenn wieder einmal eine schwere Prüfung bevorstand, möchte ich ebenso herzlich danken. Natürlich möchte ich auch meinen StudienkollegInnen danken, die mich in besonders schweren Zeiten immer wieder aufbauten.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Forschungsfrage	1
2. Allgemeines zur Pollenmorphologie	2
2.1 Definition: Was sind Pollenkörner?	2
2.2 Bildung von Tetraden	2
2.3 Die Pollenkornwand	5
3. Amaranthaceae.....	7
3.1 Systematik.....	7
3.1.1 Veraltete Ansichten.....	7
3.1.2 Aktuelle Ansichten	8
3.2 C4-Photosynthese.....	9
3.3 Erscheinungsbild & Anpassung	10
3.4 Pollenmorphologie	10
3.5 Verbreitung.....	11
4. Verwendete Gattungen	12
5. Besonderheiten der Gattung <i>Krascheninnikovia</i>	20
5.1 Eiszeitliches Relikt	20
6. Material und Methoden	21
6.1 Lichtmikroskop (LM).....	21
6.2 Rasterelektronenmikroskop (REM).....	21
6.3 Liste der verwendeten Gattungen.....	22
7. Terminologie	25
8. Ergebnisse	27
8.1 Beschreibung der Pollen	27
9. Diskussion.....	45
9.1 Poren	46
9.2 Echini	46
10. Zusammenfassung.....	51
11. Summary	51
12. Literaturverzeichnis	52
13. Bildquellen	54
14. Abbildungsverzeichnis.....	55
15. Anhang: Tafel 1 - 30.....	57

1. Einleitung

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden pollenmorphologische Untersuchungen an ausgewählten Vertretern der Amaranthaceae durchgeführt. Hierzu wurden insgesamt 8 Gattungen und 15 Arten ausgewählt und untersucht. Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit liegt darin, einen Überblick über die pollenmorphologische Ähnlichkeiten und Unterschiede der Pollenkörner ausgewählter Gattungen, anhand von am Licht- und Rasterelektronenmikroskop entstandenen Bildern aufzuzeigen. Die vorliegende Arbeit gliedert sich in mehrere Teile.

Ein einführender Teil beschäftigt sich mit allgemeinen Erklärungen der Pollenmorphologie. Im Zuge dieses Kapitels gibt es einen kurzen Exkurs bezüglich der evolutiven Veränderungen. Des Weiteren wird Allgemeines über die Familie der Amaranthaceae beschrieben. Nachfolgend werden die ausgesuchten Gattungen genauer beschrieben und einige Informationen bezüglich charakteristischer Merkmale gegeben. Im weiteren Verlauf bezieht sich ein eigenes Kapitel auf die Besonderheiten der Gattung *Krascheninnikovia*. Anschließend werden das verwendete Material, die Methoden und Terminologie behandelt. Gewonnene Daten werden miteinander verglichen, anhand von Tabellen dargestellt und in die Diskussion miteinbezogen. Abschließend werden die gewonnenen Ergebnisse diskutiert und in Beziehung zur verwendeten Literatur gesetzt. In der Zusammenfassung werden die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit noch einmal dargestellt.

1.1 Forschungsfrage

Da die Pflanzengattung *Krascheninnikovia* in einigen Teilen von Europa endemisch ist, wollte ich diese im Zuge dieser Diplomarbeit gesondert einbeziehen.

Aufgrund meines Interesses bezüglich dieser Gattung, habe ich mich weiterführend mit der Familie der Amaranthaceae beschäftigt und bemerkte, dass mich die Analyse der Pollenmorphologie dieser besonderen Pflanzenfamilie sehr interessiert.

Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit liegt darauf, einen Vergleich der pollenmorphologischen Details ausgewählter Vertreter der Amaranthaceae darzustellen.

2. Allgemeines zur Pollenmorphologie

2.1 Definition: Was sind Pollenkörner?

Pollenkörner sind Mikrosporen und beinhalten männliche Gametophyten. Im Laufe der Evolution kommt es dazu, dass die Megaspore der weiblichen Blüte (Mutterpflanze) festsitzend wird und die Mikrosporen daher nicht mehr abfallen, sondern transportiert werden müssen. Da das Pollenkorn aus einer relativ starren Membran besteht, bedarf es einer Ausbildung von Keimstellen, um einen Keimschlauch auszubilden und die Eizelle zu befruchten. (KLAUS, 1987)

Auch wenn sie bei der Betrachtung oftmals zweidimensional erscheinen, ist zu beachten, dass Pollenkörner dreidimensionale Gebilde sind. Kenntnisse bezüglich der Symmetrie, diverser Strukturen, Anzahl und Form der Keimstellen etc. liefert ein sogenanntes Palynogramm. Es handelt sich hierbei um eine vereinfachte Darstellung der Morphologie eines Pollenkorns. (KLAUS, 1987)

Wenn Pollenkörner ausgereift sind, werden sie in sogenannten Ausbreitungseinheiten verbreitet. Je nach Auflösungsgrad der post-meiotischen Produkte entstehen einzelne Pollenkörner, seltener Dyaden, Tetraden oder Polyaden. (HESSE et al. 2009)

2.2 Bildung von Tetraden

Die Sporenmutterzelle trennt sich durch Meiose in zwei gleiche Teile. Diese teilen sich wiederum, sodass 4 haploide Tochterzellen (Mikrosporen) entstehen. Es bildet sich ein Tetraeder mit einem Zentrum. (KLAUS, 1987)

Jede der Mikrosporen besitzt eine gedachte Polachse und zwei Pole. Der proximale Pol zeigt nach innen (zum Zentrum des Tetraeders zeigend), der distale Pol zeigt nach außen. Des Weiteren unterscheidet man laut KLAUS (1987) verschiedene Formen:

- oblat (die Polachse ist kürzer als der Durchmesser der Äquatorialebene)
- sphäroidal (die Polachse und der Durchmesser der Äquatorialebene sind gleich lang)
- prolat (die Polachse ist länger als der Durchmesser der Äquatorialebene)

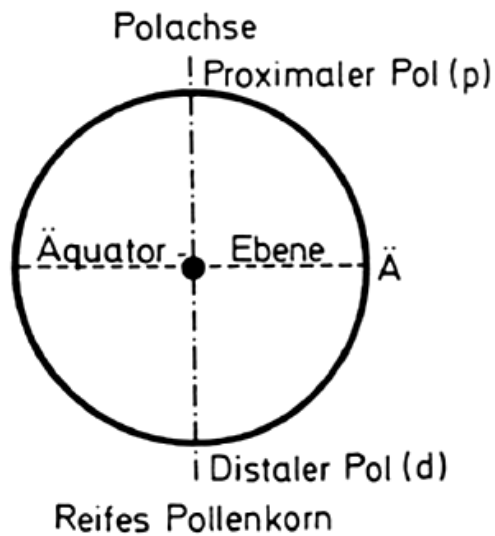


Abb. 3 (KLAUS, 1987)

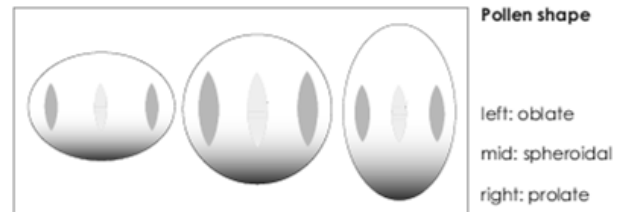


Abb. 2 (HESSE et al. 2009)

Die Polarität und die Symmetrie der Pollenkörner ergeben die Lagen der Keimstellen. (KLAUS, 1987)

Proximale Keimstellen

Durch das aneinanderpressen der vier Tetraden kommt es zu Druckstellen. Der Zerfall in die einzelnen Pollenkörner bewirkt ein markantes dreieckiges Muster, welches man Tetradenmarke oder Y-Marke (angeordnet im Winkel von 120 Grad) nennt. An diesen Stellen erfolgt die Keimung. Man bezeichnet diese Leisten als "Laesurae". (KLAUS, 1987)

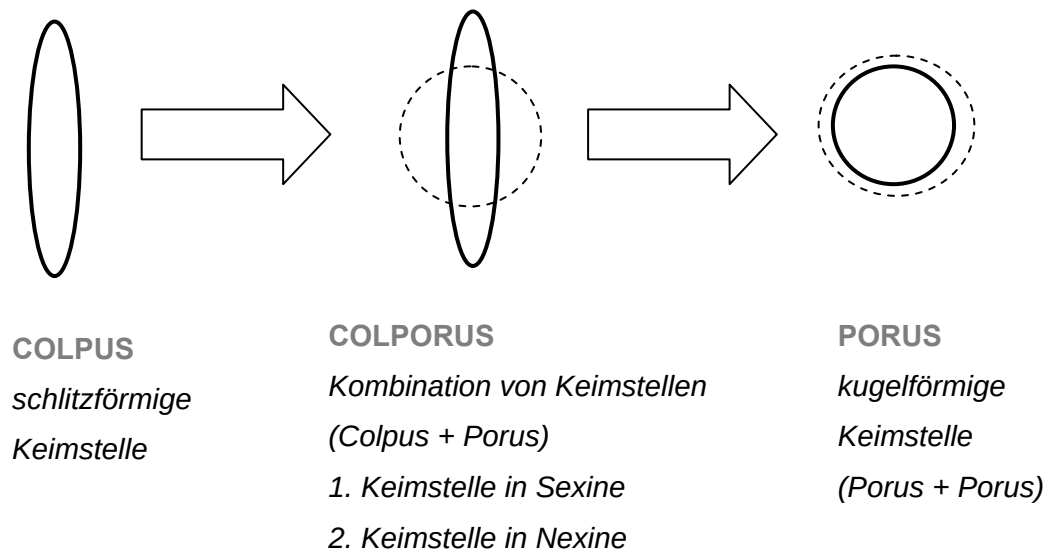
Distale Keimstellen

Der nächste Evolutionsschritt ist die Verlagerung der Keimstellen vom proximalen zum distalen Pol. Es handelt sich hierbei meist um eine schlitzförmige, längliche Durchbrechung. Man bezeichnet diese als "Sulcus". Jene Durchbrechungen können ebenso verengt sein und die Form eines Kreises annehmen. - Hier spricht man von einem sogenannten "Ulcus". (KLAUS, 1987)

Äquatoriale Keimstellen

Keimstellen am Äquator sind vor allem für dikotyle Angiospermen kennzeichnend. Man unterscheidet zwischen länglichen Keimstellen (Colpus) und kugelförmige Keimstellen (Porus). Des Weiteren gibt es die Kombination aus Colpus und Porus (Colporus). (KLAUS, 1987)

Evolutionäre Entwicklung:



(KLAUS, 1987)

Frühe Samenpflanzen keimten noch proximal. Im Laufe der Evolution gab es jedoch - wie bereits erwähnt - eine Verlagerung zum distalen Pol. Sogenannte Distalkeimer haben nur eine Keimstelle (Sulcus), beispielsweise Gymnospermen oder basale Angiospermen. Die meisten Angiospermen (Eudikotyledonen) hingegen sind sogenannte Äquatorialkeimer. Bei diesen befinden sich die Keimstellen im Bereich des Äquators. Die letzte Entwicklung der Evolution bezüglich der Keimstellen führte dazu, dass sich diese sogar auf die gesamte Oberfläche ausbreiteten (pantoporat). - So ist es auch bei der Amaranthaceae üblich. (HESSE et al. 2009; KLAUS, 1987)

Diese Arbeit beschäftigt sich eingehend mit Pollenkörnern, die pantoporate Keimstellen aufweisen.

2.3 Die Pollenkornwand

Die Pollenkornwand besteht aus:

Intine

Die Intine ist die innere Schicht der Pollenwand. Sie umschließt den Zellinhalt, besteht aus Zellulose und Pektin und hält chemischen Behandlungen nicht stand. (KLAUS, 1987)

Exine

Die Exine ist die äußere Schicht der Pollenwand. Die Exine bietet einige morphologische Besonderheiten zur Bestimmung des Pollenkorns, beispielsweise die Struktur und Skulptur. Sie ist widerstandsfähiger als die Intine und besteht aus zwei Schichten: (KLAUS, 1987)

im Lichtmikroskop:

- Sexine: äußere Schicht - strukturiert
- Nexine: innere Schicht - nicht strukturiert (kann man lichtmikroskopisch nicht auflösen)

im Elektronenmikroskop (TEM; SEM):

- Ektexine
- Endexine

Das sogenannte Pedium, auch "Foot Layer" genannt, schließt an die Sexine an bzw. bildet es die unterste Schicht der Ektexine. Darauf folgt die sogenannte Stäbchenschicht (Columellae) bei Angiospermen oder geschlossene Wände (Muri; Alveolen) bei Gymnospermen. Das sogenannte Tectum ist der Abschluss der Pollenwand. Elemente, die auf dem Tectum aufsitzen, nennt man Skulpturelemente. (KLAUS, 1987)

Mit dem Rasterelektronenmikroskop (TEM; SEM) kann man Skulpturelemente der Pollenkornoberfläche analysieren. (KLAUS, 1987)

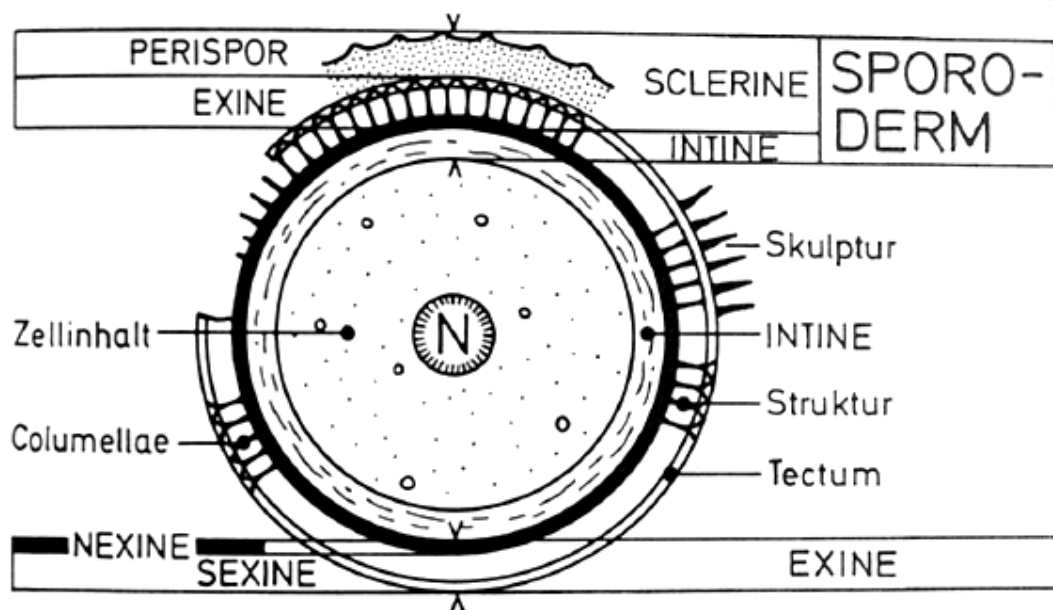


Abb. 4 Aufbau eines Pollenkorns(KLAUS, 1987)

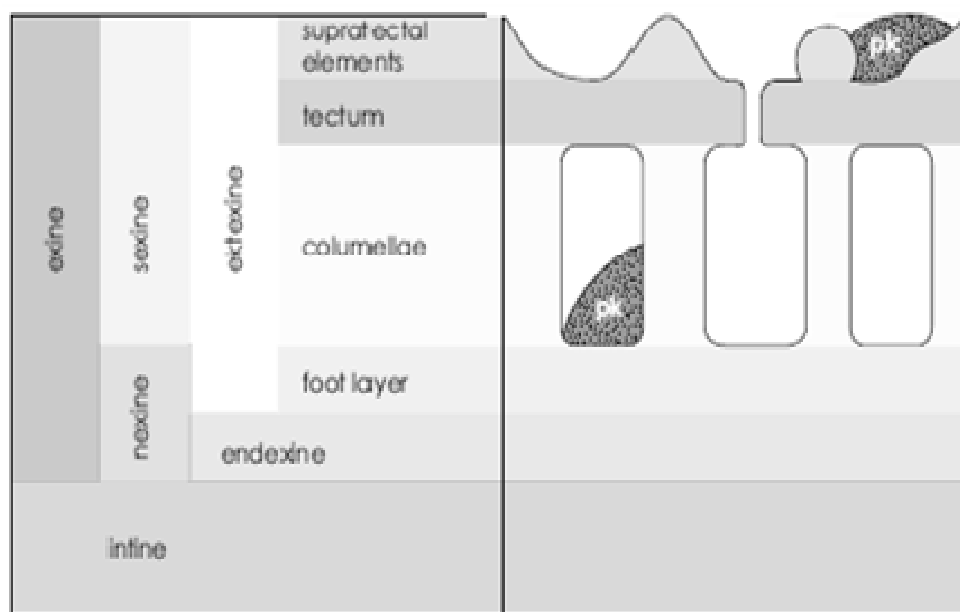


Abb. 5 Aufbau eines Pollenkorns - Querschnitt (HESSE et al. 2009)

3. Amaranthaceae

3.1 Systematik

3.1.1 Veraltete Ansichten

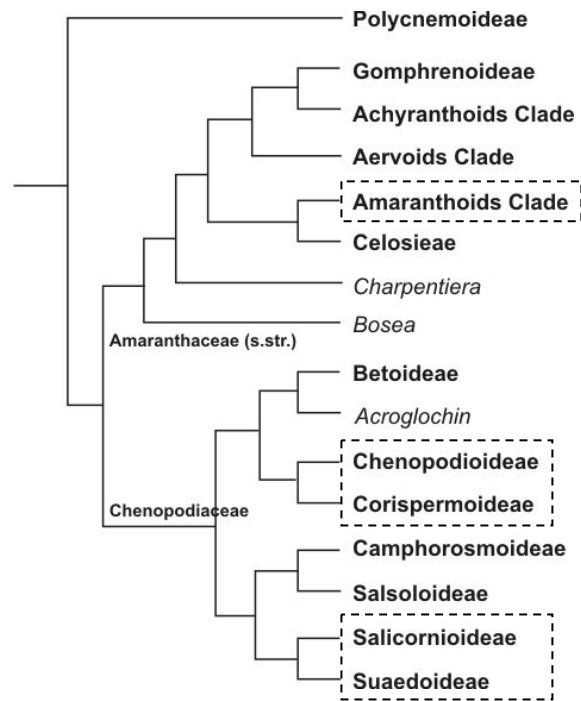


Abb. 6 veralteter Stammbaum

(<http://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/480323>)

In FISCHER et al. 2008 wird diese Pflanzenfamilie im engeren Sinn betrachtet. Im Jahr 2008 wurde die Chenopodiaceae als eine eigenständige Pflanzenfamilie angesehen. Dennoch wird darauf hingewiesen, dass die beiden Pflanzenfamilien aufgrund molekularer und morphologischer Analysen als verwandt erachtet werden. (FISCHER et al. 2008).

Auch in KADEREIT et al. 2003 wurden die Familie der Amaranthaceae und die Familie der Chenopodiaceae (mit rund 180 Gattungen und 2500 Arten), noch einzeln betrachtet und als das größte Monophylum in der Ordnung der Caryophyllales gesehen. In der Forschung wurden sie sehr lange Zeit als nahe verwandt erachtet. Zahlreiche morphologische Studien, aber auch der Vergleich von anatomischen und phytochemischen Merkmalen untermauerten diese Hypothese. Unter anderem untersuchte und verglich man die Blüten und die Morphologie der Pollen. Im Laufe der Forschungsgeschichte handhabte man die beiden Pflanzenfamilien als voneinander isoliert, obwohl bereits viele Autoren eine Verwandtschaftsbeziehung postulierten. Auch damals schlugen einige vor beide Pflanzenfamilien zu fusionieren und gebündelt als Amaranthaceae zu betrachten. (KADEREIT et al. 2003)

3.1.2 Aktuelle Ansichten

Ordnung:	Caryophyllales (Nelkenartige)	
Familie:	Amaranthaceae (Fuchsschwanzgewächse) (http://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/480323)	
	Unterfamilie:	Amaranthoideae
	Gattung:	<i>Amaranthus</i> (http://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/66380)
	Unterfamilie:	Chenopodioideae
	Gattung:	<i>Atriplex</i> (http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/795445)
	Gattung:	<i>Chenopodium</i> (http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/800675)
	Gattung:	<i>Kochia</i> (http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/7675214)
	Gattung:	<i>Krascheninnikovia</i> (http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/10001119)
	Unterfamilie:	Corispermoideae
	Gattung:	<i>Corispermum</i> (http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/8375528)
	Unterfamilie:	Salicornioideae
	Gattung:	<i>Salicornia</i> (http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/435246)
	Unterfamilie:	Suaedoideae
	Gattung:	<i>Suaeda</i> (http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/6163584)

Auch heute gehen die Meinungen bezüglich der Verwandtschaftsbeziehungen der Familie der Amaranthaceae auseinander. Laut APG IV zeigen aktuellste molekulare Erkenntnisse, dass die Familie der Chenopodiaceae, oder in diesem Fall zutreffender Chenopodioideae, als eine Unterfamilie der Familie der Amaranthaceae angesehen wird.

Die Amaranthaceae teilt sich in mehrere Unterfamilien (fett gedruckte sind für diese Arbeit essentiell):

- **Amaranthoideae**
- Betoideae
- Camphorosmoideae
- **Chenopodioideae**
- **Corispermoideae**
- Gomphrenoideae
- Polycnemoideae
- **Salicornioideae**
- Salsoloideae
- **Suaedoideae**

(https://en.wikipedia.org/wiki/APG_IV_system) (<https://en.wikipedia.org/wiki/Amaranthaceae>)

3.2 C4-Photosynthese

C4-Pflanzen nennt man aus dem Grund so, da sie zur Fixierung von Kohlenstoff eine C4-Verbindung eingehen. Der Aufbau der Blätter ist hier anatomisch gesehen eine Besonderheit und ermöglicht den Pflanzen eine erhöhte Produktion von Glucose bei gleichzeitiger Minimierung der Photorespiration. In Gebieten mit einer auffallend hohen Sonneneinstrahlung sind sie dazu in der Lage ihre Spaltöffnungen teilweise zu schließen, was den Effekt des Austrocknungsschutzes mit sich zieht. (CAMPBELL et al. 2009)

Die C4-Photosynthese ist ein wesentliches und gemeinsames Merkmal der Pflanzenfamilie der Amaranthaceae. Studien laut KADEREIT et al. 2003 belegen, dass rund 50% C4-Photosynthese betreibend sind. Dies bezieht sich wiederum auf den Lebensraum, den sie besiedeln. Gebiete mit hohen Salzgehalten, Halbwüsten, Wüsten, Savannen etc. sind generell Lebensräume, die gerne von C4-Photosynthese treibenden Pflanzen bevorzugt werden. Spezielle Gattungen mit entsprechenden Anpassungen sind unter anderem: *Amaranthus*, *Atriplex* und *Suaeda*. (KADEREIT et al. 2003)

3.3 Erscheinungsbild & Anpassung

Bei den Vertretern der Familie der Amaranthaceae handelt es sich oftmals um sukkulente Pflanzen, krautig oder strauchig. Wie bereits erwähnt besiedeln sie häufig Gebiete mit Salzböden und sind dementsprechend gut angepasst. (STEVENS, 2017)

Dazugehörige Pflanzengattungen, beispielsweise *Chenopodium*, sind in Arealen von der Sahara hin nach Zentralasien sehr vielfältig vertreten. Wie bereits angesprochen zeichnet sich die Amaranthaceae durch eine hohe Toleranz gegenüber einem gewissen Salzgehalt im Boden aus. Diese speziell angepassten Pflanzen bezeichnet man auch als "Halophyten". Durch das Betreiben von C4-Photosynthese sind sie ebenso an Trockenheit gut angepasst. Ein weiterer Grund für diese besondere Adaption ist, dass einige Gattungen der Amaranthaceae Extremstandorte besiedeln. - Daher sind viele Vertreter auch heute noch in eher trockenen Landschaften verbreitet. (STEVENS, 2017)

Eine weitere Besonderheit der Familie der Amaranthaceae ist es, dass sie unter diesen extremen Bedingungen relativ schnell dazu in der Lage ist zu keimen. Die Samen zeichnen sich dadurch aus, dass sie sehr dünn und länglich sind. Kommen sie in Berührung mit Wasser, so können sie innerhalb kürzester Zeit auskeimen. Vor allem Vertreter der Salicornioideae und Chenopodioideae tolerieren besonders im Zeitraum der Keimung einen sehr hohen Salzgehalt. - Dieser kann beispielsweise sogar den Gehalt des Salzes im Meerwasser übersteigen. (STEVENS, 2017)

3.4 Pollenmorphologie

Die Pollenkörner der Vertreter der Amaranthaceae zeichnen sich durch eine homogene Gestalt aus. Das Tectum (Außenwand) ist durchwegs gleich dick. Die Poren (Keimstellen) sind von reduzierten Opercula bedeckt. (STEVENS, 2017)

Außerdem ist ein Charakteristikum aller Vertreter der Amaranthaceae, dass sie eine verdickte Endexine aufweisen. Natürlich gibt es innerhalb der Pflanzenfamilie auch verschiedenste Variationen. (STEVENS, 2017)

3.5 Verbreitung

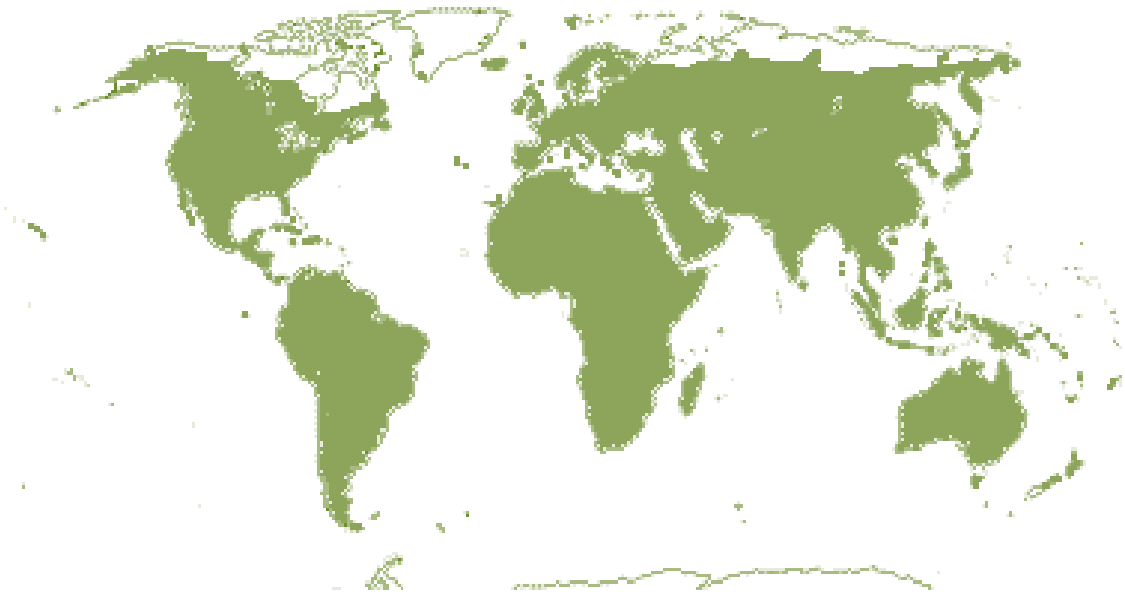


Abb. 7 weltweite Verbreitung (grün) der Amaranthaceae (STEVENS, 2017)

Wie man dieser Abbildung entnehmen kann, sind die Vertreter der Amaranthaceae bis auf die arktischen Gebiete weltweit verbreitet. Vor allem an tropisch-subtropische, trockene Regionen sind die Pflanzen besonders gut angepasst. Ebenso findet man einige Arten in der kühl-gemäßigten nemoralen Zone und in (Halb)Wüsten. (PFADENHAUER et al. 2014)

Viele Arten der Amaranthaceae betreiben Photosynthese über den C4-Weg und sind daher, wie bereits erwähnt, rein stammesgeschichtlich, an Extremstandorte angepasst. (PFADENHAUER et al. 2014)

Ein wesentlicher Verbreitungsschwerpunkt dieser Pflanzenfamilie befindet sich in Amerika (Südstaaten der USA bis Brasilien). Hier findet man die vielfältigsten Gattungen, die nur in einem bestimmten Gebieten auftreten. Auch in Afrika und Asien sind die Vertreter der Amaranthaceae sehr weit verbreitet, im Gegensatz zu Eurasien. (HESS et al. 1976)

4. Verwendete Gattungen

Amaranthus

Ordnung:	Caryophyllales (Nelkenartige)
Familie:	Amaranthaceae (Fuchsschwanzgewächse)
Unterfamilie:	Amaranthoideae
Gattung:	<i>Amaranthus</i>
	(http://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/66380)



Abb. 8 *Amaranthus blitum*
(<http://www.biolib.de/>)

Morphologie

Es handelt sich um meist verzweigte, aufrecht stehende oder kriechende Pflanzen. Die Pflanze kann kahl oder mit kurzen Härchen bedeckt sein. Die **Blätter** sind wechselständig angeordnet und gestielt. Sie können rhombisch, eiförmig bis hin zu spatelförmig sein. Die Ränder der Laubblätter sind meist ganzrandig. Die **Blütenstände** bestehen aus endständigen zusammengesetzten Dichasien (Thyrsen, Rispen etc.). Die Blüten sind unisexual, monözisch oder diözisch. Die Blütenhüllblätter können bei den weiblichen Blüten ausbleiben oder 1-5 Stempel besitzen. Die männlichen Blüten weisen 3-5 Blütenhüllblätter mit 3-5 vorhandenen Staubblättern auf. (MOSYAKIN et al. 2003)

Verbreitung

Amaranthus besteht aus rund 70 Arten. Verbreitet ist die Gattung in tropischen, subtropischen und warm-gemäßigten bis gemäßigten Zonen. Einige Arten sind bereits auf der ganzen Welt verbreitet (als Beikraut bzw. "Unkraut"). (MOSYAKIN et al. 2003)

Atriplex

Ordnung:	Caryophyllales (Nelkenartige)	
Familie:	Amaranthaceae (Fuchsschwanzgewächse)	
	Unterfamilie:	Chenopodioideae
	Gattung:	<i>Atriplex</i>
	(http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/795445)	



Abb. 9 *Atriplex hortensis*
(http://www.biolib.de/)

Morphologie

Die Gattung *Atriplex* zeichnet sich durch einen krautigen Habitus aus, kann aber auch Sträucher bilden. Oftmals sind die Pflanzen mit blasenartigen Haaren versehen, die sie silberfarben wirken lassen. In einigen Fällen kommt es zur Ausbildung von langgezogenen Trichomen. Die **Blätter** sind wechselständig oder gegenständig angeordnet, gestielt oder direkt aufsitzend. Sie sind in den meisten Fällen gezähnt oder gelappt. Die **Blütenstände** sind in Ähren oder Ährenrispen angeordnet. Einige Arten sind monözisch, andere diözisch. Die weiblichen Blüten weisen meist keine Blütenhüllblätter auf. Männliche Blüten besitzen 3-5 längliche Blütenhüllblätter und 3-5 Staubblätter. (WELSH, 2003)

Verbreitung

Atriplex besteht aus rund 250 Arten. Die Gattung ist auf der gesamten Welt verbreitet. Häufig findet man Vertreter in subarktischen und subtropischen Gebieten, aber auch in gemäßigten Zonen. Eine Besonderheit ist, dass *Atriplex* dazu in der Lage ist auf salzhaltigen Böden gut zu gedeihen. (WELSH, 2003)

Chenopodium

Ordnung:	Caryophyllales (Nelkenartige)	
Familie:	Amaranthaceae (Fuchsschwanzgewächse)	
	Unterfamilie:	Chenopodioideae
	Gattung:	<i>Chenopodium</i>
	(http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/800675)	

Morphologie

Der Habitus der Gattung *Chenopodium* ist in den meisten Fällen krautig. Es handelt sich um eine aufrecht stehende bis kriechende Pflanze. Die Gattung kann mit blasenartigen Haaren überzogen sein. Die **Blätter** sind wechselständig und gestielt oder direkt aufsitzend. Sie können rhombisch, linealisch oder dreieckig sein und gezähnt, gelappt oder glatt. Die **Blütenstände** sind meist rispenartig oder scheinährig. In den meisten Fällen ist *Chenopodium* monözisch, kann aber auch diözisch sein. Die Blüten sind zwittrig. Die Blütenhülle besteht aus 4-5 Blütenhüllblättern. (CLEMANTS et al. 2003)



Abb. 10 *Chenopodium murale*
(http://www.biolib.de/)

Verbreitung

Cheopodium umfasst etwa 100 Arten und ist auf der ganzen Welt verbreitet. (CLEMANTS et al. 2003)

Corispermum

Ordnung:	Caryophyllales (Nelkenartige)	
Familie:	Amaranthaceae (Fuchsschwanzgewächse)	
	Unterfamilie:	Corispermoideae
	Gattung:	<i>Corispermum</i>
	(http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/8375528)	



Abb. 11 *Corispermum hyssopifolium*
(http://www.biolib.de/)

Morphologie

Die Pflanzen der Gattung *Corispermum* sind krautig. Sie können kahl oder behaart (Sternhaare) sein. Es handelt sich um aufrecht stehende, kletternde oder kriechende Pflanzen. Die Anordnung der **Blätter** ist wechselständig. Sie sitzen der Blattbasis auf und sind entweder elliptisch, linealisch oder fadenförmig. Ebenso zeichnen sie

sich durch Ganzrandigkeit aus und sind meist zugespitzt. Bei den **Blütenständen** handelt es sich um Ähren. *Corispermum* ist hermaphroditisch. Die Blüten bestehen aus 3 Blütenhüllblättern, diese können aber fehlen. Sie besitzt 3 Staubblätter.

(http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=108022)

Verbreitung

Corispermum setzt sich aus etwa 65 Arten zusammen und ist vor allem in Eurasien und Nordamerika vertreten.

(http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=108022)

Kochia

Ordnung:	Caryophyllales (Nelkenartige)
Familie:	Amaranthaceae (Fuchsschwanzgewächse)
Unterfamilie:	Chenopodioideae
Gattung:	<i>Kochia</i>
(http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/7675214)	

Morphologie

Die Gattung *Kochia* zeichnet sich durch einen krautigen Habitus aus. Es können aber auch Halbsträucher entstehen. Die Pflanze ist aufrecht stehend, kletternd oder kriechend. Die Oberfläche der Pflanze ist entweder kahl oder behaart. Die **Blätter** sind wechselständig angeordnet, linealisch oder fadenförmig bis eiförmig. Des Weiteren sind sie ganzrandig. Die **Blütenstände** sind in Ähren angeordnet. *Kochia* ist hermaphroditisch. Die Blütenhüllblätter sind miteinander verwachsen. Die Gattung besitzt 5 Staubblätter. (http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=117182)



Abb. 12 *Kochia arenaria*
(http://www.biolib.de/)

Verbreitung

Kochia besteht aus 13-16 Arten. Verbreitet ist sie unter anderem in Nordamerika, Eurasien und Afrika. Einige Vertreter der Gattung sind auf der ganzen Welt vertreten. In (Halb)Wüsten oder Steppengebieten ist sie zahlreich verbreitet.

(http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=117182)

Krascheninnikovia

Ordnung:	Caryophyllales (Nelkenartige)
Familie:	Amaranthaceae (Fuchsschwanzgewächse)
Unterfamilie:	Chenopodioideae
Gattung:	<i>Krascheninnikovia</i>
(http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/10001119)	

Morphologie

Die Gattung *Krascheninnikovia* hat einen (halb)strauchigen Habitus. Es handelt sich um aufrechte Pflanzen, die massiv behaart (Sternhaare und/ oder Trichome) sind. Die **Blätter** sind wechselständig angeordnet und gestielt. Sie sind meist schmal und linear. *Krascheninnikovia* ist monözisch oder diözisch eingeschlechtlich. Die männlichen **Blütenstände** sind ährenartig und besitzen 4 verwachsene, behaarte Blütenhüllblätter und 4 Staubblätter. Die weiblichen Blüten hingegen treten vereinzelt (oder zu zweit) auf und besitzen keine Blütenhüllblätter. (HOLMGREN 2003)

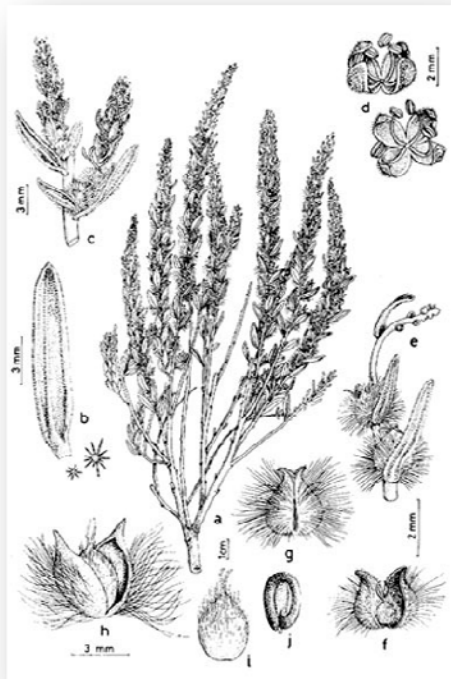


Abb. 13 *Krascheninnikovia ceratoides*
(<https://www.floravascular.com/>)

Verbreitung

Die Gattung besteht aus 3 Arten und ist vor allem in Nordamerika und Eurasien vertreten. (HOLMGREN 2003)

Salicornia

Ordnung:	Caryophyllales (Nelkenartige)	
Familie:	Amaranthaceae (Fuchsschwanzgewächse)	
	Unterfamilie:	Salicornioideae
	Gattung:	<i>Salicornia</i>
	(http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/435246)	



Abb. 14 *Salicornia europaea*
(<http://www.biolib.de/>)

Morphologie

Die Gattung *Salicornia* zeichnet sich durch krautige, sukkulente, unbehaarte Pflanzen aus. Sie ist kriechend oder aufrecht. Während jüngere Pflanzen durch Sukkulenz charakterisiert werden, kann es bei älteren Exemplaren zu Verholzungen kommen. Die **Blätter** sind gegenständig angeordnet und direkt aufsitzend. Sie sind schuppenartig und umranden die Sprossachsen. Die **Blütenstände** sind endständig und ährenartig. *Salicornia* ist hermaphroditisch. Die Blüten bestehen oftmals aus 3 sukkulenten Blütenhüllblättern und 1-2 Staubblätter. (BALL, 2003)

Verbreitung/Verwendung

Salicornia besteht aus rund 10 Arten. Diese sind besonders in Afrika und in der Nordhemisphäre anzutreffen. Einige Arten werden besonders in Europa landwirtschaftlich genutzt. (BALL, 2003)

Suaeda

Ordnung:	Caryophyllales (Nelkenartige)
Familie:	Amaranthaceae (Fuchsschwanzgewächse)
Unterfamilie:	Suaedoideae
Gattung:	<i>Suaeda</i>
	(http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/6163584)



Abb. 15 *Suaeda maritima*
(<http://www.biolib.de/>)

Morphologie

Die Gattung *Suaeda* bildet krautige Pflanzen aus, in manchen Fällen kann es auch zu (Halb) Sträuchern kommen. Sie zeichnet sich durch Kahlheit oder Behaarung aus. Die Pflanze ist meist kriechend oder aufrecht stehend. *Suaeda* besitzt sukkulente **Blätter**, welche wechselständig angeordnet und kurzstielig oder ungestielt sind. Die Form der Blätter ist unter anderem linealisch oder elliptisch, zugespitzt oder abgerundet. Die **Blütenstände** sind in Ähren oder Trauben angeordnet. *Suaeda* ist entweder monözisch oder hermaphroditisch. Die Blüte besteht aus 5 meist verwachsenen Blütenhüllblättern und 2-5 Staubblättern. (FERREN et al. 2003)

Verbreitung/Verwendung

Die Gattung umfasst rund 110 Arten, die weltweit verbreitet sind. Alkalische Gebiete und Regionen mit einem hohen Salzgehalt gehören zu beliebten Standorten der Gattung. Genutzt wird die Pflanzengattung, um schwarzen oder roten Farbstoff zu erzeugen. Ebenso wird sie gezüchtet und als Gemüse verzehrt. (FERREN et al. 2003)

5. Besonderheiten der Gattung *Krascheninnikovia*

Diverse Analysen bezüglich Morphologie, Phylogenie etc. zeigen, dass die eurasische/nordamerikanische Gattung *Krascheninnikovia* nur eine einzelne Art und zwar *Krascheninnikovia ceratoides* aufweist. Diese besteht wiederum aus zwei Unterarten: (HEKLAU et al. 2008)

- *Subsp. Lanata* (Nordamerika)
- *Subsp. Ceratoides* (Eurasien)

5.1 Eiszeitliches Relikt

Aufgrund seltener fossiler Bestände, ist die Migration der Gattung *Krascheninnikovia* unklar. Man geht davon aus, dass sie ihren Ursprung in den Steppen und Halbwüsten Asiens hat. *Krascheninnikovia* wird unter anderem gerne als eiszeitliches Relikt bezeichnet. Pollenanalysen zeigen, dass die Gattung im Pleistozän wesentlich nördlicher angesiedelt war als sie es heute ist. Hierbei findet man auch die Erklärungen der Verbreitungen in Österreich oder Spanien. Jene Verbreitungen kann man als eine Hinterlassenschaft der

Krascheninnikovia aus peri-glazialen Steppenlandschaften zurückführen. Untermauert wird diese Annahme aufgrund der besonderen Adaption an winterkalte Gebiete. Unter anderem ist *Krascheninnikovia* dazu in der Lage bei Temperaturen unter dem Minusgrad zu keimen. Aufgrund der Verlagerung der winterkalten Regionen während der Eiszeit kam es vermutlich zur Verbreitung der Gattung nach Nordamerika. (HEKLAU et al. 2008)

Krascheninnikovia ceratoides, steht in Österreich unter Artenschutz und ist derzeit nur in Niederösterreich anzutreffen. - In Oberschoderlee und Goggendorf. (HOLZER et al. 2008)



Abb. 16 *Krascheninnikovia ceratoides*
aus Oberschoderlee (NÖ)

6. Material und Methoden

Das für diese Arbeit benötigte Material (kleine Blütenbestandteile) stammt aus dem Herbarium der Universität Wien (WU). Verschiedene Gattungen der Amaranthaceae wurden ausgewählt und Pollenproben entnommen. Anschließend wurden Präparate für licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen hergestellt.

6.1 Lichtmikroskop (LM)

Zur Anfertigung der lichtmikroskopischen Präparate wurde eine Acetolyseflüssigkeit bestehend aus 9 Teilen Essigsäureanhydrid und 1 Teil Schwefelsäure verwendet. Unter einem Binokular wurden die Blütenteile zerkleinert, um die Antheren zu extrahieren. Anschließend wurden diese mitsamt der Acetolyseflüssigkeit auf einen Objektträger aufgetragen und erneut mit einer Präpariernadel zerkleinert. Unter dem Lichtmikroskop wurden die Pollenkörner mittels einer speziellen Präpariernadel, welche mit einem feinen Haar versehen wurde, aus dem Präparat "gefischt". Anschließend wurden diese auf einen neuen Objektträger, der mit einem kleinen Tropfen Glycerin versehen wurde, übertragen. Danach konnten die Pollenkörner fotografiert werden.

6.2 Rasterelektronenmikroskop (REM)

Um mit dem Rasterelektronenmikroskop zu arbeiten, wurden Pollenproben aus den bereits bestehenden Präparaten, welche ursprünglich für die Lichtmikroskopie hergestellt wurden, entnommen. Die Pollenkörner wurden auf sogenannte *Stubs* übertragen und mittels Ethanol absolut gereinigt.

Im nächsten Arbeitsschritt wurden die *Stubs* mit Gold (Au) besprüht. Dazu wurde ein Argon Auto Sputter Coater (BIORAD SC 500) herangezogen. Der vorhandene Glaszylinder, in der sich die Proben befanden, wurde evakuiert und mit Argon geflutet. Die bestehende Hochspannung bewirkte, dass Goldmoleküle aus einer Goldfolie herausgeschlagen wurden und sich auf die Pollenkörner ablagerten. Es entstand eine dünne Schicht aus Gold. Um etwaige Störungen (Querstreifen in der Bildauflösung) bei der späteren Untersuchung in einem Rasterelektronenmikroskop (JEOL 6400) zu vermeiden, wurde der Vorgang mehrere Male wiederholt.

6.3 Liste der verwendeten Gattungen

Die Pollenproben der Pflanzenfamilie Amaranthaceae wurden dem Herbarium der Universität Wien (WU) entnommen.

Insgesamt wurden 8 Gattungen und 15 Arten ausgewählt:

Amaranthus

Taxon	Collector	Belegnummer	Fundort	Herbarium
<i>Amaranthus blitum</i>	Walter, J.	003748 (2299)	Österreich, Wien	WU

Atriplex

Taxon	Collector	Belegnummer	Fundort	Herbarium
<i>Atriplex sagitta</i>	Unbekannt	4995 (2229)	Österreich, Niederösterreich	WU
<i>Atriplex tatarica</i>	Bauer, J.	004669 (2229)	Österreich, Burgenland	WU

Chenopodium

Taxon	Collector	Belegnummer	Fundort	Herbarium
<i>Chenopodium album</i>	Walter, J.	003902 (2223)	Österreich, Wien	WU
<i>Chenopodium macrospermum</i>	Walter, J.	4832 (2223)	Frankreich	WU
<i>Chenopodium murale</i>	Lefnaer, S.	3436 (2223)	Österreich, Niederösterreich	WU

Corispermum

Taxon	Collector	Belegnummer	Fundort	Herbarium
<i>Corispermum afghanicum</i>	Mosyakin, S.	004503 (2245)	Afghanistan, Ghazni	WU
<i>Corispermum canescens</i>	Walter, J.	4832 (2245)	Ungarn	WU
<i>Corispermum hyssopifolium</i>	Walter, J.	003365 (2245)	Russland	WU

Kochia

Taxon	Collector	Belegnummer	Fundort	Herbarium
<i>Kochia arenaria</i>	Beck	997 (2240)	Unbekannt	WU

Krascheninnikovia

Taxon	Collector	Belegnummer	Fundort	Herbarium
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	Walter, J.	2636 (2232)	Österreich, Niederösterreich	WU

Salicornia

Taxon	Collector	Belegnummer	Fundort	Herbarium
<i>Salicornia europaea</i>	Starmühler, W. & Walter, J.	4917 (2257)	Kroatien	WU
<i>Salicornia prostrata</i>	Schumacher, F.	004347 (2257)	Österreich, Burgenland	WU

Suaeda

Taxon	Collector	Belegnummer	Fundort	Herbarium
<i>Suaeda</i> <i>pannonica</i>	Walter, J.	004103 (2261)	Österreich, Burgenland	WU
<i>Suaeda</i> <i>prostrata</i>	Walter, J.	2636 (2261)	Österreich, Burgenland	WU

7. Terminologie

Zum besseren Verständnis wurden folgende Beschreibung der Pollenmorphologie aus HESSE et al. 2009 aufgegriffen und für einige Kapitel dieser Arbeit bzw. teilweise für die Analyse der Pollenkörner herangezogen.

Die Begrifflichkeiten wurden alphabetisch angeordnet. (HESSE et al. 2009)

Apertur	Zone der Pollenwand, die sich sowohl anatomisch und/oder morphologisch deutlich von der übrigen Pollenwand abhebt
Äquator	Eine imaginäre Line, welche das Pollenkorn umgibt; befindet sich mittig zwischen distalem und proximalem Pol
Colporus (-i)	Kombination von Keimstellen; Colpus (Ektoperatur) und Porus (Endoapertur): 1. Keimstelle in Sexine; 2. Keimstelle in Nexine
Colpus (-i)	Schlitzförmige Keimstelle; entweder am Äquator oder in gleichen Abständen am gesamten Pollenkorn verteilt
Columella (-ae)	Stäbchenschicht; Tectum sitzt dieser auf
distal	Nach außen zeigend (bei Tetrade); Gegensatz: proximal
Echinus (-i)	spitze Skulptur auf der Oberfläche
Endexine	zwischen Ektexine und Intine; Beschaffenheit entweder kompakt, schwammig oder lamellar
Ektexine	die äußere Schicht der Exine.
Exine	äußere Schicht der Pollenwand
oblat	Die Polachse des Pollenkorns ist kürzer als der Äquator
Operculum (-a)	Zusammenhängende Struktur der Exine; Abdeckung einer Öffnung
Ornamentierung	Skulptur der Pollenoberfläche
Pantoaperturat	Öffnungen sind mehr oder minder gleichmäßig über die gesamte Oberfläche des Pollenkorns verteilt
Pol	äußersten Punkte (proximal und oder distal) eines Pollenkorns
Porus (-i)	Orbitale Öffnung entweder an Äquator oder über Pollenkorn verteilt

prolat	Die Polachse des Pollenkorns ist länger als der Äquator
Skulptur	Auf dem Tectum; Musterungen auf der Pollenoberfläche
sphäroidal	"kugelig"; die Polachse und der Äquator sind gleich lang
Tectum (-a)	Äußere Schicht der Ektexine

8. Ergebnisse

8.1 Beschreibung der Pollen

Amaranthus

Amaranthus blitum (Tafel 1 - 2)

Größe Ø	ca. 22 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 24 - 36
Poren Ø	ca. 1 µm
Trichterform der Pori	eher flach
Echini (über Oberfläche verteilt)	sehr dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 20
Größe/Dicke der Echini	dünn
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Eine Auffälligkeit war es, dass sich die Opercula aus kleinen Einheiten zusammensetzten, die wiederum ca. 2 bis 3 Echini aufwiesen. Ein dezenter Ring aus Spießen umgrenzte die Opercula.

Atriplex

Atriplex sagitta (Tafel 3 - 4)

Größe Ø	ca. 20 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 24 - 30
Poren Ø	ca. 1 µm
Trichterform der Pori	flach - trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	weniger dicht - dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 10
Größe/Dicke der Echini	mittel
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Besonders auffällig war hier, dass sich direkt anschließend rund um die Opercula ein Kreis aus 6 bis 8 Echini bildete. Zwischen diesem Kreis und den nächst angrenzenden Echini bestand ein Abstand von weniger als ca. 1 µm.

Atriplex

Atriplex tatarica (Tafel 5 - 6)

Größe Ø	ca. 22 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 24 - 36
Poren Ø	ca. 2 µm
Trichterform der Pori	flach - trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 15
Größe/Dicke der Echini	mittel
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Ähnlich wie bei *Atriplex sagitta*, war es auch hier so, dass sich um die Opercula Kreise aus ca. 8 bis 10 Echini bildeten. Zwischen diesen Ringen und den nächst angrenzenden Echini bestand ebenso ein Abstand (weniger als 1 µm).

Chenopodium

Chenopodium album (Tafel 7 - 8)

Größe Ø	ca. 25 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 42 - 60
Poren Ø	ca. 1 µm
Trichterform der Pori	flach - trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	weniger dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 5
Größe/Dicke der Echini	dünn
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Ein wesentliches Merkmal war es, dass der Durchmesser der Poren des Öfteren etwas kleiner als ca. 1 µm war. Auch hier bildete sich wiederum ein Ring aus ca. 5 Echini rund um die Opercula.

Chenopodium

Chenopodium macrospermum (Tafel 9 - 10)

Größe Ø	ca. 21 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 30 - 36
Poren Ø	ca. 1,5 µm
Trichterform der Pori	flach - trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	weniger dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 5
Größe/Dicke der Echini	mittel
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Auffällig war hier, dass sich der Ring aus Echini rund um die Poren, sehr eng an die Opercula drückte. Es gab Schwierigkeiten die Echini, die sich auf den Opercula befanden mit jenen der Oberfläche auseinanderzuhalten.

Chenopodium

Chenopodium murale (Tafel 11 - 12)

Größe Ø	ca. 21 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 24 - 36
Poren Ø	ca. 1 µm
Trichterform der Pori	flach - trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	sehr dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 20
Größe/Dicke der Echini	mittel - dick
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Ähnlich wie bei *Chenopodium macrospermum* war es auch hier markant, dass der Ring bestehend aus Echini sehr eng an den Opercula grenzte.

Corispermum

Corispermum afghanicum (Tafel 13 - 14)

Größe Ø	ca. 21 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 24 - 30
Poren Ø	ca. 2 µm
Trichterform der Pori	flach - trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 15
Größe/Dicke der Echini	dünn
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Es fiel auf, dass sich die Opercula auch hier teilweise aus kleinen Einheiten zusammensetzten. Auf diesen befanden sich jeweils ca. 2 bis 3 Echini. Es bildeten sich wiederum Ringe aus Echini rund um die Poren.

Corispermum

Corispermum canescens (Tafel 15 - 16)

Größe Ø	ca. 21 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 30 - 36
Poren Ø	ca. 1,5 µm
Trichterform der Pori	flach - trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	weniger dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 5
Größe/Dicke der Echini	mittel
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Ähnlich wie *Corispermum afghanicum*, war es auffällig, dass sich die Opercula oftmals aus kleinen Einheiten zusammensetzten, mit jeweils ca. 2 bis 3 Echini. Die Ausbildung von Kreisen rund um die Poren fand man auch hier.

Corispermum

Corispermum hyssopifolium (Tafel 17 - 18)

Größe Ø	ca. 21 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 24 - 36
Poren Ø	ca. 2 µm
Trichterform der Pori	flach - trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	weniger dicht - dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 10
Größe/Dicke der Echini	mittel
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Es war wiederum so, dass sich rund um die Opercula Kreise aus Spießen bildeten. Ähnlich wie bei der Gattung *Atriplex* ist es hier aufgefallen, dass zwischen diesem Ring aus Echini und angrenzenden Echini teilweise ein Abstand von etwa 1 µm herrschte.

Kochia

Kochia arenaria (Tafel 19 - 20)

Größe Ø	ca. 25 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 54 - 66
Poren Ø	ca. 1 µm
Trichterform der Pori	trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	weniger dicht - dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 10
Größe/Dicke der Echini	dünn
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Auffällig war, dass sich direkt auf den Opercula meist kleine Ringe bestehend aus ca. 6 Echini befanden.

Krascheninnikovia

Krascheninnikovia ceratoides (Tafel 21 - 22)

Größe Ø	ca. 21 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 24 - 30
Poren Ø	ca. 1,5 µm
Trichterform der Pori	eher flach
Echini (über Oberfläche verteilt)	sehr dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 50
Größe/Dicke der Echini	sehr dünn
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Eine Besonderheit war es, dass sich die Opercula aus kleinen Einheiten zusammensetzten. Diese Gebilde wiesen jeweils 3 bis 4 Spieße auf. Die Bildung von Ringen aus Echini rund um die Opercula war nicht deutlich zu erkennen, da die Echini auf der Oberfläche sehr dicht aneinandergrenzten.

Salicornia

Salicornia europaea (Tafel 23 - 24)

Größe Ø	ca. 22 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 24 - 36
Poren Ø	ca. 2 µm
Trichterform der Pori	eher flach
Echini (über Oberfläche verteilt)	weniger dicht - dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 10
Größe/Dicke der Echini	dünn
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Die Bildung von Ringen aus Spießen rund um die Poren war hier ebenso vorhanden. - Im Vergleich zu den anderen untersuchten Arten nicht so deutlich ausgeprägt.

Salicornia

Salicornia prostrata (Tafel 25 - 26)

Größe Ø	ca. 21 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 24 - 48
Poren Ø	ca. 1,5 µm
Trichterform der Pori	flach - trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	weniger dicht - dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 10
Größe/Dicke der Echini	dünn
Oberfläche	fein skulpturiert

Besonderheiten:

Ein wesentliches Merkmal war die feine Grundierung der Oberfläche. Es handelte sich um eine dünne Bänderung, die einzelnen Echini miteinander verband. Wiederum bildeten Echini Ringe rund um die Poren, die jedoch nicht so stark ausgeprägt waren.

Suaeda

Suaeda pannonica (Tafel 27 - 28)

Größe Ø	ca. 23 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 48 - 54
Poren Ø	ca. 1 µm
Trichterform der Pori	flach - trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	weniger dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 5
Größe/Dicke der Echini	dünn
Oberfläche	fein skulpturiert

Besonderheiten:

Eine Besonderheit war auch hier die feine Skulpturierung der Oberfläche. Zwischen den Echini befanden sich kleinste Erhebungen. Die Ringbildung um die Poren gestaltete sich dezent.

Suaeda

Suaeda prostrata (Tafel 29 - 30)

Größe Ø	ca. 19 µm
Form	sphäroidal - oblat
Keimstellen	pantoporat
Dicke der Exine (LM)	ca. 1 µm
Anzahl der Pori	ca. 36 - 42
Poren Ø	ca. 1 µm
Trichterform der Pori	trichterförmig
Echini (über Oberfläche verteilt)	weniger dicht - dicht
Anzahl der Echini (Fläche: 4 µm ²)	ca. 10
Größe/Dicke der Echini	mittel
Oberfläche	glatt

Besonderheiten:

Auffällig war auch hier wiederum das Bilden eines Ringes aus Echini rund um die Poren, die teilweise sehr nahe an die Opercula grenzten. Wiederum gab es zu den nächst angrenzenden Echini einen Abstand von ca. 1 µm. Ebenso waren die Trichterformen, in welche die Poren eingesunken waren, sehr ausgeprägt.

Tafel: Übersicht der untersuchten Gattungen

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

(Pantoaperturat)

Beispiele (Abbildungen):

Amaranthus blitum

Atriplex sagitta

Chenopodium album

Corispermum canescens

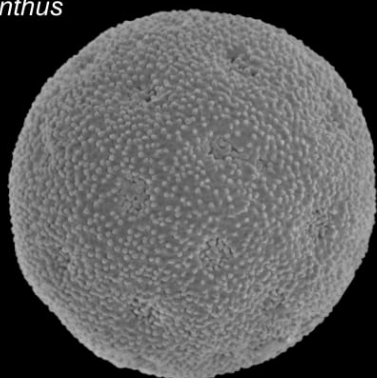
Kochia arenaria

Krascheninnikovia ceratoides

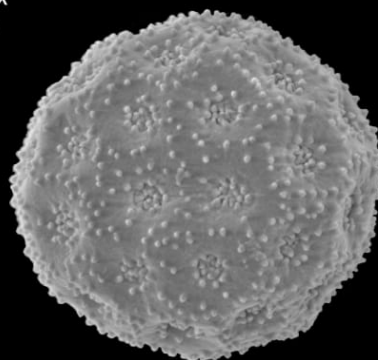
Salicornia europaea

Suaeda prostrata

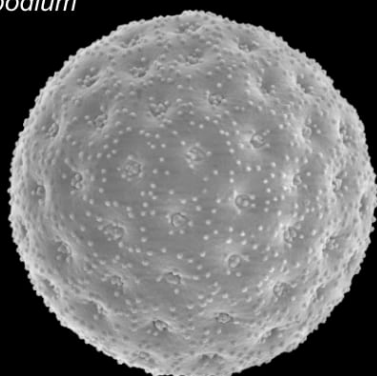
Amaranthus blitum



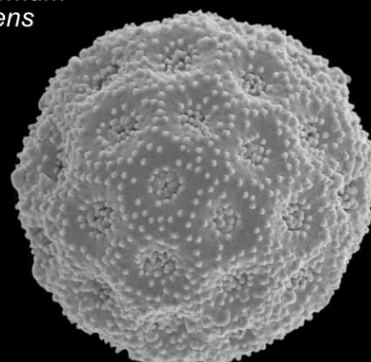
Atriplex sagitta



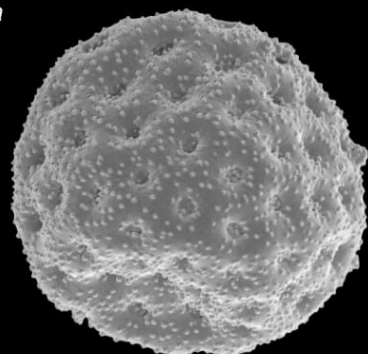
Chenopodium album



Corispermum canescens



Kochia arenaria



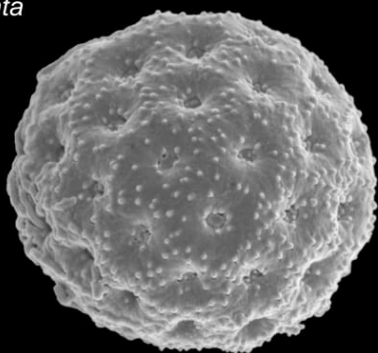
Krascheninnikovia ceratoides



Salicornia europaea



Suaeda prostrata



9. Diskussion

Untersuchungskriterien waren:

- Größe Ø
- Form
- Keimstellen
- Dicke der Exine (LM)
- Anzahl der Pori
- Poren Ø
- Trichterform der Pori
- Echini (über Oberfläche verteilt)
- Anzahl der Echini (Fläche: 4 μm^2)
- Größe/Dicke der Echini
- Oberfläche
- Besonderheiten der einzelnen Pflanzenarten

Die Form und Keimstellen der untersuchten Pollenkörner waren sehr ähnlich. Es handelte sich zumeist um sphäroidal bis oblate Formen. Die Keimstellen waren über die gesamte Oberfläche (pantopora) verteilt. Der Durchmesser der untersuchten Objekte war im Schnitt mehr oder minder identisch: ca. 20 bis ca. 25 μm .

Anhand dieser Analysen wurden einige Schlüsse gezogen. Unter anderem war es markant, dass die Bildung von Ringen aus Echini rund um die Poren nahezu bei allen untersuchten Pollenkörnern ausgeprägt war. Besonders auffällig war hier die Gattung *Atriplex*, bei welcher man auch eine ungefähre Anzahl der Echini rund um die Opercula angeben konnte. Oftmals lagen zwischen diesen Kreisen und nächst angrenzenden Poren kleine Abstände von ca. 1 μm . Bei einigen Arten waren die Echini so nah an den Opercula, dass es nicht in jedem Fall klar ersichtlich war, ob diese dem Tectum oder dem Operculum auflagern.

Eine Besonderheit war eine feine Grundierung der Pollenkornoberfläche, welche auf *Salicornia prostrata* und *Suaeda pannonica* zu finden war. Da die beiden anderen untersuchten Arten der jeweiligen Gattungen keine Skulpturen aufwiesen, führte dies zur Erkenntnis, dass es nicht nur innerhalb der Gattungen, sondern auch innerhalb der Arten verschiedene morphologische Merkmalsausprägungen gibt, um sie von einander zu unterscheiden.

9.1 Poren

Bezüglich der Poren sind einige Ähnlichkeiten und kleine Unterschiede aufgetaucht. Mit einem durchschnittlichen Durchmesser von ca. 1 bis 2 μm waren die Poren der untersuchten Pollenkörner annähernd gleich groß.

Der größte Unterschied zeigte sich bei der Anzahl der Poren. Hierbei fielen folgende Arten besonders auf: *Chenopodium album*, *Kochia arenaria* und *Suaeda pannonica*. Mit einer Anzahl von etwa 40 bis knapp 70 Poren wiesen diese Arten am meisten auf.

Ein weiteres Kriterium war die Form der Poren, die Einsenkung, die zumeist flach bis trichterförmig erschien. Besonders auffällig waren *Amaranthus blitum*, *Krascheninnikovia ceratoides* und *Salicornia europaea*, bei denen sich die Form der Trichter eher flach erwies. *Kochia arenaria* und *Suaeda prostrata* zeigten eine ausgeprägte Trichterform.

9.2 Echini

Es wurde eine Fläche von 4 μm^2 herangezogen, um die Anzahl auf der Oberfläche verteilten Echini zu ermitteln. Auf diese Weise wurde festgestellt, ob diese sehr dicht aneinandergrenzten oder ein gewisser Abstand zwischen ihnen lag.

Auffällig waren *Amaranthus blitum*, *Chenopodium murale* mit einer Anzahl von etwa 20 Echini. *Krascheninnikovia ceratoides* zeigte mit einer Anzahl von ca. 50 Echini, dass sie hier am dichtesten nebeneinander lagen.

Im Vergleich zu allen anderen untersuchten Arten wies *Chenopodium murale* Echini auf, die ein wenig kräftiger/größer erschienen. Die Echini bei *Krascheninnikovia ceratoides* waren im Gegensatz zu allen anderen eher zierlich.

Poren im Vergleich

Taxon	Anzahl	Ø	Trichterform
<i>Amaranthus blitum</i>	ca. 24-36	ca. 1 µm	eher flach
<i>Atriplex sagitta</i>	ca. 24-30	ca. 1 µm	flach-trichterförmig
<i>Atriplex tatarica</i>	ca. 24-36	ca. 2 µm	flach-trichterförmig
<i>Chenopodium album</i>	ca. 42-60	ca. 1 µm	flach-trichterförmig
<i>Chenopodium macrospermum</i>	ca. 30-36	ca. 1,5 µm	flach-trichterförmig
<i>Chenopodium murale</i>	ca. 24-36	ca. 1 µm	flach-trichterförmig
<i>Corispermum afghanicum</i>	ca. 24-30	ca. 2 µm	flach-trichterförmig
<i>Corispermum canescens</i>	ca. 30-36	ca. 1,5 µm	flach-trichterförmig
<i>Corispermum hyssopifolium</i>	ca. 24-36	ca. 2 µm	flach-trichterförmig
<i>Kochia arenaria</i>	ca. 54-66	ca. 1 µm	trichterförmig
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	ca. 24-30	ca. 1,5 µm	eher flach
<i>Salicornia europaea</i>	ca. 24-36	ca. 2 µm	eher flach
<i>Salicornia prostrata</i>	ca. 24-48	ca. 1,5 µm	flach-trichterförmig
<i>Suaeda pannonica</i>	ca. 48-54	ca. 1 µm	flach-trichterförmig
<i>Suaeda prostrata</i>	ca. 36-42	ca. 1 µm	trichterförmig

Echini im Vergleich

Taxon	Anzahl (Fläche: 4 µm²)	Größe/ Dicke	Spieße (über Oberfläche verteilt)
<i>Amaranthus blitum</i>	ca. 20	dünn	sehr dicht
<i>Atriplex sagitta</i>	ca. 10	mittel	weniger dicht - dicht
<i>Atriplex tatarica</i>	ca. 15	mittel	dicht
<i>Chenopodium album</i>	ca. 5	dünn	weniger dicht
<i>Chenopodium macrospermum</i>	ca. 5	mittel	weniger dicht
<i>Chenopodium murale</i>	ca. 20	mittel - dick	sehr dicht
<i>Corispermum afghanicum</i>	ca. 15	dünn	dicht
<i>Corispermum canescens</i>	ca. 5	mittel	weniger dicht
<i>Corispermum hyssopifolium</i>	ca. 10	mittel	weniger dicht - dicht
<i>Kochia arenaria</i>	ca. 10	dünn	weniger dicht - dicht
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	ca. 50	sehr dünn	sehr dicht
<i>Salicornia europaea</i>	ca. 10	dünn	weniger dicht - dicht
<i>Salicornia prostrata</i>	ca. 10	dünn	weniger dicht - dicht
<i>Suaeda pannonica</i>	ca. 5	dünn	weniger dicht
<i>Suaeda prostrata</i>	ca. 10	dünn	weniger dicht - dicht

Die Verwandtschaftsverhältnisse der Amaranthaceae wurden bereits in Kapitel 3 erörtert. Dazu wurden unter anderem FISCHER et al. 2008, KADEREIT et al. 2003 und APG IV herangezogen. In manchen Arbeiten, beispielsweise HUSSAIN et al. 2018 wird die Unterfamilie Chenopodioideae auch heute noch als eigene Pflanzenfamilie Chenopodiaceae angeführt. Das zeigt, dass die Meinungen der Verwandtschaftsbeziehungen hier immer noch auseinandergehen. (HUSSAIN et al. 2018).

Im Zuge dieser Arbeit wurden einige Gemeinsamkeiten bezüglich der Pollenmorphologie verschiedener Unterfamilien der Amaranthaceae herausgearbeitet. Da die Unterschiede der untersuchten Pollenkörner minimalst waren, bestätigt dies die Annahme, dass die Chenopodioideae durchaus als eine Unterfamilie der Amaranthaceae gesehen werden kann und die Verwandtschaftsbeziehungen laut FISCHER et al. 2008 und KADEREIT et al. 2003 (Aufspaltung in Amaranthaceae und Chenopodiaceae) daher durchaus als veraltet erachtet werden können. Warum HUSSAIN et al. 2018 eine Unterscheidung zwischen Amaranthaceae und Chenopodiaceae vornimmt, konnte im Zuge dieser Arbeit nicht herausgefunden werden. Es könnte daran liegen, dass noch weitere Merkmale miteinander verglichen und als zu unterschiedlich erachtet wurden.

Morphologische Untersuchungen der Amaranthaceae wurden bei der bereits erwähnten Arbeit, HUSSAIN et al. 2018, ebenso durchgeführt. Es wurde herausgefunden, dass ähnliche Kriterien, beispielsweise die Dicke der Exine, die Form und der Durchmesser der Pollen verwendet wurden. Eine Auflistung von HUSSAIN et al. 2018 (siehe unten) wurde herangezogen, um sie mit den Daten dieser Arbeit zu vergleichen. (HUSSAIN et al. 2018)

Aus der bereits erwähnten Tabelle geht hervor, dass die Dicke der Exine in der Familie der Amaranthaceae bei ca. 1 μm liegt. Auch die Anzahl der Poren entspricht in etwa denselben Werten dieser Arbeit. Die Daten bezüglich des durchschnittlichen Durchmessers der Poren können ebenso gut mit den Ergebnissen dieser Arbeit verglichen werden. (HUSSAIN et al. 2018)

Genau wie in HUSSAIN et al. 2018 wurde im Zuge dieser Arbeit festgestellt, dass morphologische Analysen durchgeführt wurden, um Verwandtschaftsverhältnisse der Amaranthaceae zu bestätigen. Diese Art der Untersuchung ist ebenso wichtig, um Pflanzenfamilien bzw. deren Gattungen und deren Arten von einander zu unterscheiden. (HUSSAIN et al. 2018)

Plant name	Polar diameter (μm)	Equatorial diameter (μm)	P/E ratio	Exine thickness (μm)	No of Fertile pollen	No of Sterile pollen	No of Pores	Pore Diameter (μm)	Sculpturing
<i>Achyranthes aspera</i>	6 (7.2 $\pm$ 0.32) 9	5 (6.8 $\pm$ 0.48) 10	1.05	0.85	41	5	35	Less than 1 μm	Psilate - Scabrate
<i>Achyranthes bidentata</i>	5 (6.05 $\pm$ 0.24) 7	6 (6.9 $\pm$ 0.23) 8	0.87	0.59	43	2	7-9	Less than 1 μm	Microechinate
<i>Amaranthus graecizans</i>	5 (6.7 $\pm$ 0.36) 8	-	-	0.75	15	1	15	More than 1 μm	Microechinate
<i>Amaranthus hybridus</i>	5 (7.1 $\pm$ 0.34) 9	8 (8.9 $\pm$ 0.27) 10	0.79	0.8	8	2	15	More than 1 μm	Scabrate
<i>Amaranthus spinosus</i>	7 (8.7 $\pm$ 0.36) 10	8 (9 $\pm$ 0.25) 10	0.96	0.78	64	-	22	Less than 1 μm	Psilate
<i>Amaranthus viridis</i>	5.50 (6.55 $\pm$ 0.28) 7.9	6.4 (7.66 $\pm$ 0.29) 9	0.85	0.76	13	1	12-15	More than 2 μm	Microechinate
<i>Atriplex canescense</i>	5 (6 $\pm$.577) 7	6 (7 $\pm$.577) 8	0.85	0.75	197	10	10	More than 1 μm	Microechinate
<i>Celosia argentea</i>	9 (9.3 $\pm$ 0.3) 10	7 (7.6 $\pm$ 0.33) 8	1.2	0.8	53	6	9	More than 1 μm	Microechinate
<i>Celosia cristata</i>	6 (7.60 $\pm$ 0.305) 9	8 (9 $\pm$ 0.25) 10	0.84	0.95	56	2	4	More than 1 μm	Microechinate
<i>Digera muricata</i>	6 (8.38 $\pm$ 0.61) 12	7 (8.15 $\pm$ 0.24) 9.20	1.02	0.83	11	6	12	1-2 μm	Microechinate
<i>Gomphrena celosioides</i>	4.7 (5.74 $\pm$ 0.26) 7	5.5 (6.75 $\pm$ 0.34) 8.9	0.85	0.66	29	7	20-25	More than 1 μm	Reticulate
<i>Dysphania ambrosioides</i>	6.50 (8.20 $\pm$ 0.26) 9	7.9 (9.29 $\pm$ 0.22) 10	0.86	0.68	44	26	25	More than 1 μm	Microechinate
<i>Alternanthera pungens</i>	6 (7 $\pm$.53) 8	8 (9 $\pm$.57) 10	0.77	0.75	20	3	6	More than 1 μm	Microechinate
<i>Pupalia lappacea</i>	7 (9 $\pm$.33) 10	-	-	0.8	32	3	20	More than 2 μm	Microechinate
<i>Aerva javanica</i>	4 (5.37 $\pm$ 0.27) 6.8	6.3 (7.15 $\pm$ 0.20) 8.10	0.75	0.71	30	12	11-13	More than 1 μm	Microechinate
<i>Aerva sanguinalis</i>	5 (6.2 $\pm$.48) 10	-	-	0.8	20	2	10	More than 1 μm	Echinate
<i>Alternanthera sessilis</i>	5 (7 $\pm$ 1.0) 8	8 (8.3 $\pm$.33) 9	0.84	0.8	45	3	10-15	Less than 1 μm	Microechinate-Scabrate

Abb. 17 (HUSSAIN et al. 2018)

10. Zusammenfassung

Diese Arbeit beschäftigte sich eingehend mit der Pollenmorphologie ausgewählter Vertreter der Amaranthaceae. Insgesamt wurden 8 Gattungen und 15 Arten sowohl licht- als auch elektronenmikroskopisch untersucht.

Es wurde ein Vergleich von morphologischen Merkmalen bezüglich der Pollenkörner dieser Pflanzenfamilie angestellt. Taxonomische Aspekte, Informationen zur Herkunft und zum Habitus der Pflanzen wurden gegeben und mittels Bilder veranschaulicht. Anhand von verschiedenster Literatur wurden die diversen Meinungen der Verwandtschaftsverhältnisse der Amaranthaceae herausgearbeitet und ein Bezug zu dieser praktischen Arbeit hergestellt. Es wurde ein Überblick über die Gemeinsamkeiten und kleinen Unterschiede der gewählten Gattungen der Amaranthaceae gegeben.

Die Gattung *Krascheninnikovia* und deren endemisches Vorkommen in speziellen Gebieten von Europa wurde in einem eigenen Kapitel behandelt. Mittels der Erstellung von Bildtafeln wurden die LM und REM Bilder dargestellt.

11. Summary

This work was focused on the analysis of selected representatives of the Amaranthaceae. In total, 8 genera and 15 species were examined both by light and electron microscopy.

A comparison of morphological characteristics with regard to the pollen grains of this family was made. Taxonomic aspects both information about the origin and the habitus of the plants were given and illustrated by means of images. On the basis of various literature, the various opinions of the kinship of the Amaranthaceae were worked out and a reference to this practical work was made. An overview of the similarities but nevertheless small differences of the chosen genera of the Amaranthaceae was given.

The genus *Krascheninnikovia* and its endemic presence in special areas of Europe were treated in a separate chapter. The LM and REM images were illustrated by the creation of picture boards.

12. Literaturverzeichnis

Academic dictionaries and encyclopedias: <http://www.enacademic.com/> (12.05.2018)

Academic dictionaries and encyclopedias: <http://www.deacademic.com/> (12.05.2018)

BALL, P. (2003): Salicornia. In: Flora of North America Editorial Committee (Hrsg.): Flora of North America North of Mexico. Volume 4: Magnoliophyta: Caryophyllidae, part 1. Oxford University Press, New York/Oxford u. a. 2003, ISBN 0-19-517389-9

CAMPBELL, N., REECE, J. (2009): Biologie, 8., aktualisierte Auflage. Pearson, München, S. 272-273

CLEMANTS, S., MOSYAKIN, S. (2003): Chenopodium - textgleich online wie gedrucktes Werk, In: Flora of North America Editorial Committee (Hrsg.): Flora of North America North of Mexico. Volume 4: Magnoliophyta: Caryophyllidae, part 1. Oxford University Press, New York/Oxford u. a. 2003, ISBN 0-19-517389-9

FERREN, W. JR., SCHENK, H. (2003): Suaeda - textgleich online wie gedrucktes Werk, In: Flora of North America Editorial Committee (Hrsg.): Flora of North America North of Mexico, Volume 4: Magnoliophyta: Caryophyllidae, part 1., Oxford University Press, New York u. a. 2003, ISBN 0-19-517389-9.

FISCHER, M.A., OSWALD, K., ADLER, W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen. Linz. S. 302

Flora of North America: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=108022 (12.05.2018)

Flora of North America: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=117182 (12.05.2018)

HEKLAU, H., RÖSER, M. (2008): Delineation, Taxonomy and Phylogenetic Relationships of the Genus Krascheninnikovia (Amaranthaceae Subtribe Axyridinae) In: Taxon, Vol. 57, No. 2 (May, 2008), pp. 563-57

HESS, H., LANDOLT, E., HIRZEL, R. (1976): Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. 1 : Pteridophyta bis Caryophyllaceae. 2. Auflage. Basel. Zürich. S. 763

HESSE, M., et al. (2009): Pollen Terminology. An illustrated handbook. Springer Verlag, Wien

HOLMGREN, H. (2003): Krascheninnikovia - textgleich online wie gedrucktes Werk, In: Flora of North America Editorial Committee (Hrsg.): Flora of North America North of Mexico. Volume 4: Magnoliophyta: Caryophyllidae, part 1. Oxford University Press, New York/Oxford u.a. 2003, ISBN 0-19-517389-9

HOLZER, T., BERG, H., DENNER, M. (2008): Schutz der Hornmelde in Oberschoderlee Marktgemeinde Stronsdorf. Endbericht. Ein Projekt des NATURSCHUTZBUND NÖ und der Marktgemeinde Stronsdorf.

HUSSAIN, A., ZAFAR, M., AHMAD, M., KHAN, R., YASEEN, G., KHAN, M., NAZIR, A., KHAN, A., SHAHEEN, S. (2018): Comparative SEM and LM foliar epidermal and palynomorphological studies of Amaranthaceae and its taxonomic implications. Microscopy Research and Technique, Vol.81(5), pp.474-485

KADEREIT, G. et al. (2003): Phylogeny of Amaranthaceae and Chenopodiaceae and the evolution of C₄ photosynthesis. In: International Journal of Plant Sciences, Volume 164 (6)

KLAUS, W. (1987): Einführung in die Paläobotanik: fossile Pflanzenwelt und Rohstoffbildung: 1 : Grundlagen - Kohlebildung - Arbeitsmethoden einschließlich Palynologie. Deuticke. Wien.

MOSYAKIN, S., ROBERTSON, K. (2003): Amaranthus - textgleich online wie gedrucktes Werk, In: Flora of North America Editorial Committee (Hrsg.): Flora of North America North of Mexico. Volume 4: Magnoliophyta: Caryophyllidae, part 1, Oxford University Press, New York und Oxford, 2003 ISBN 0-19-517389-9

PFADENHAUER, J., KLÖTZLI, F. (2014): Vegetation der Erde. Grundlagen, Ökologie, Verbreitung. F. Springer. Berlin. S. 410

STEVENS, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]." will do.
<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. (25.4.2018)

WELSH, S. (2003): Atriplex. In: Flora of North America Editorial Committee (Hrsg.): Flora of North America North of Mexico. Volume 4: Magnoliophyta: Caryophyllidae, part 1. Oxford University Press, New York u. a. 2003, ISBN 0-19-517389-9

Wikipedia. Die freie Enzyklopädie: https://en.wikipedia.org/wiki/APG_IV_system (12.05.2018)

Wikipedia. Die freie Enzyklopädie: <https://en.wikipedia.org/wiki/Amaranthaceae> (12.05.2018)

13. Bildquellen

Academic dictionaries and encyclopedias: <http://www.deacademic.com/> (12.05.2018)

Eine Sammlung historischer und moderner Biologiebücher. <http://www.biolib.de/> (12.05.2018)

Flora Vascular: <https://www.floravascular.com/> (12.05.2018)

HESSE, M., et al. (2009): Pollen Terminology. An illustrated handbook. Springer Verlag, Wien

HUSSAIN, A., ZAFAR, M., AHMAD, M., KHAN, R., YASEEN, G., KHAN, M., NAZIR, A., KHAN, A., SHAHEEN, S. (2018): Comparative SEM and LM foliar epidermal and palynomorphological studies of Amaranthaceae and its taxonomic implications. Microscopy Research and Technique, Vol.81(5), pp.474-485

KLAUS, W. (1987): Einführung in die Paläobotanik: fossile Pflanzenwelt und Rohstoffbildung: 1 : Grundlagen - Kohlebildung - Arbeitsmethoden einschließlich Palynologie. Deuticke. Wien.

STEVENS, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]." will do.
<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. (25.4.2018)

14. Abbildungsverzeichnis

Abb.1 Pollenkörner im REM	Titelbild
Abb. 2 (HESSE et al. 2009).....	3
Abb. 3 (KLAUS, 1987).....	3
Abb. 4 Aufbau eines Pollenkorns (KLAUS, 1987)	6
Abb. 5 Aufbau eines Pollenkorns - Querschnitt (HESSE et al. 2009)	6
Abb. 6 veralteter Stammbaum (http://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/480323).....	7
Abb. 7 weltweite Verbreitung (grün) der Amaranthaceae (STEVENS, 2017)	11
Abb. 8 <i>Amaranthus blitum</i> (http://www.biolib.de/)	12
Abb. 9 <i>Atriplex hortensis</i> (http://www.biolib.de/).....	13
Abb. 10 <i>Chenopodium murale</i> (http://www.biolib.de/)	14
Abb. 11 <i>Corispermum hyssopifolium</i> (http://www.biolib.de/)	15
Abb. 12 <i>Kochia arenaria</i> (http://www.biolib.de/)	16
Abb. 13 <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (https://www.floravascular.com/)	17
Abb. 14 <i>Salicornia europaea</i> (http://www.biolib.de/)	18
Abb. 15 <i>Suaeda maritima</i> (http://www.biolib.de/)	19
Abb. 16 <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> aus Oberschoderlee (NÖ).....	20
Abb. 17 (HUSSAIN et al. 2018).....	50

Anhang:

Tafel 1 - 30

Tafel 1: Übersicht

Amaranthus blitum

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

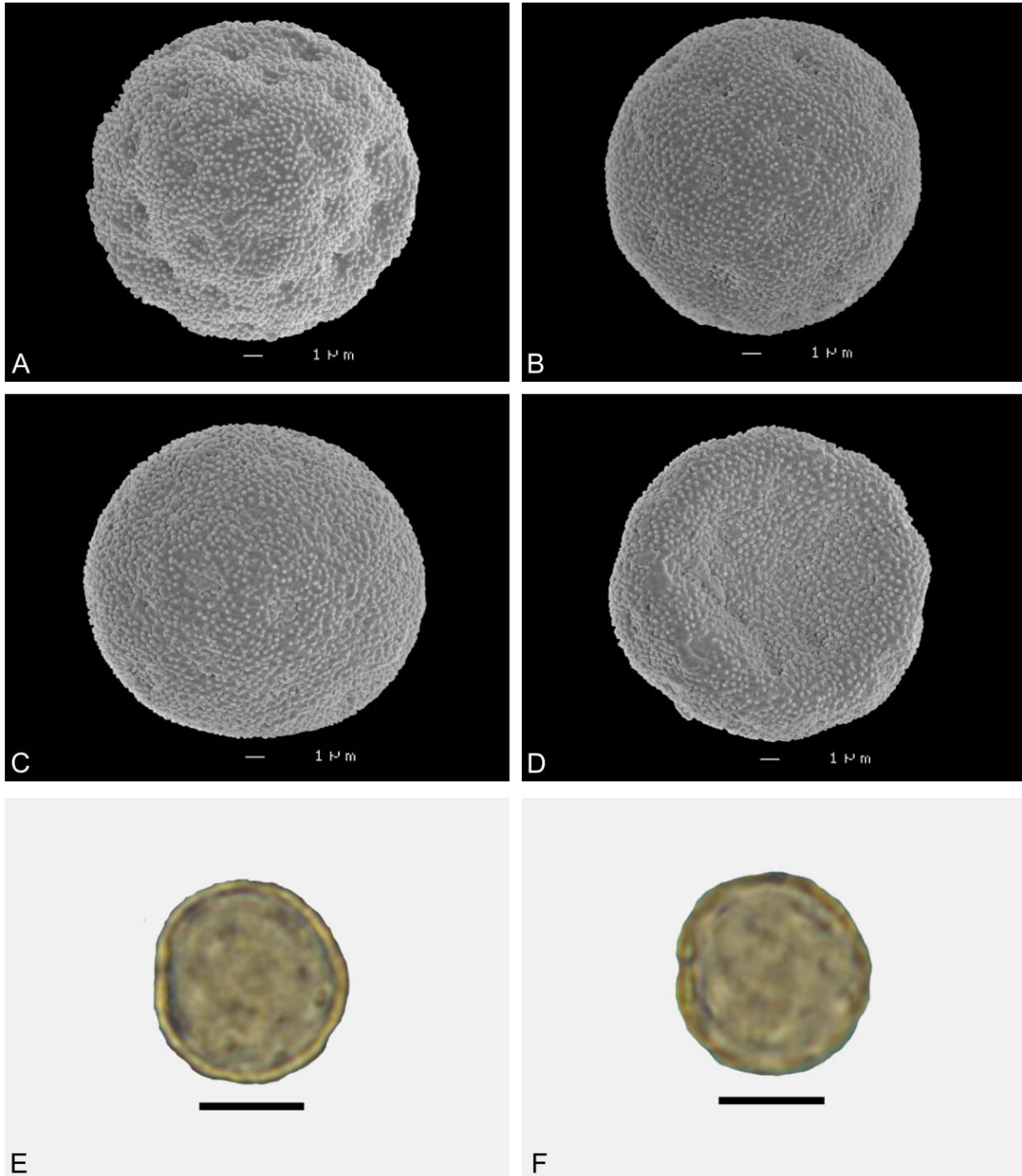
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 1



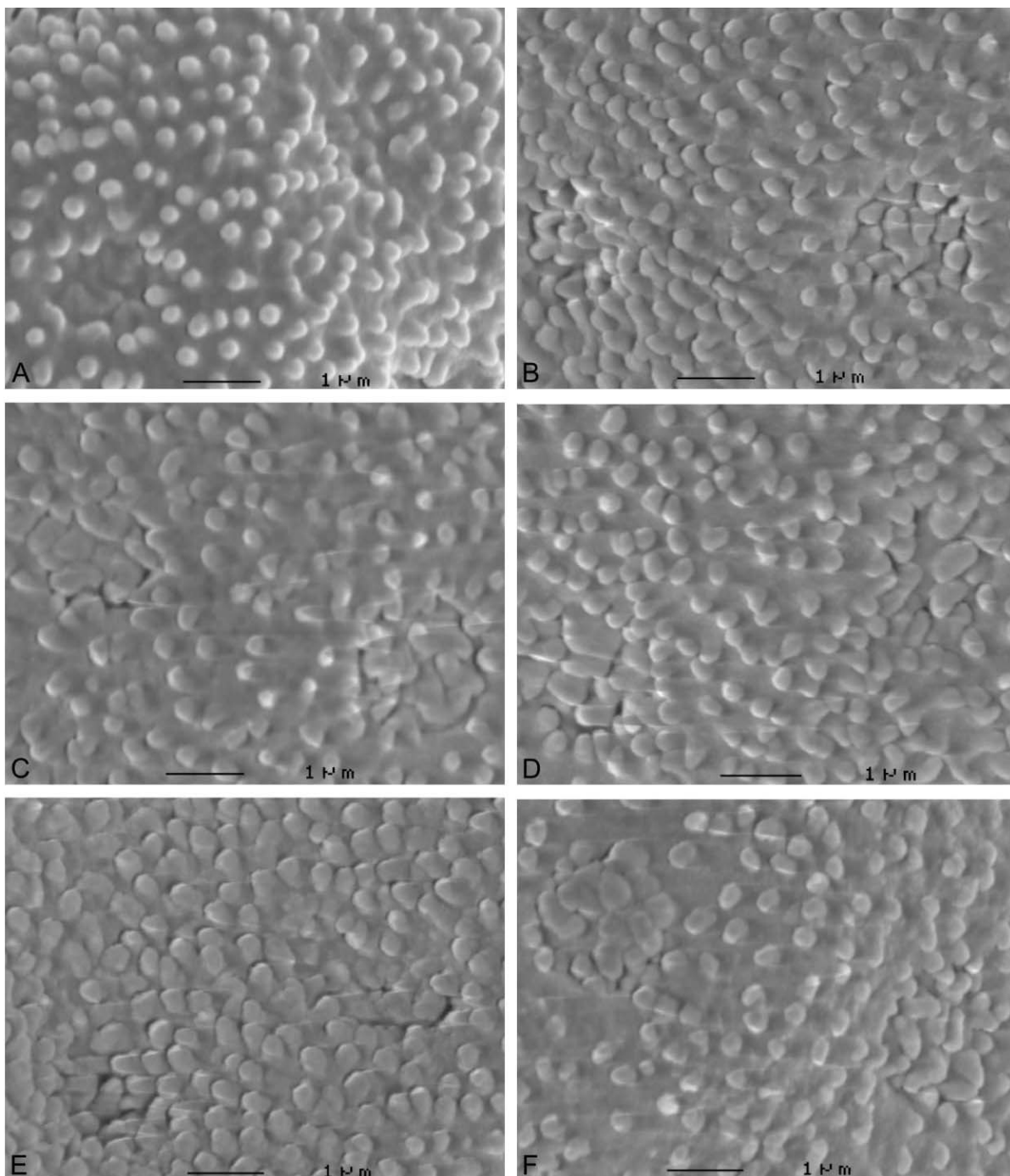
Tafel 2: Details

Amaranthus blitum

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 2



Tafel 3: Übersicht

Atriplex sagitta

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

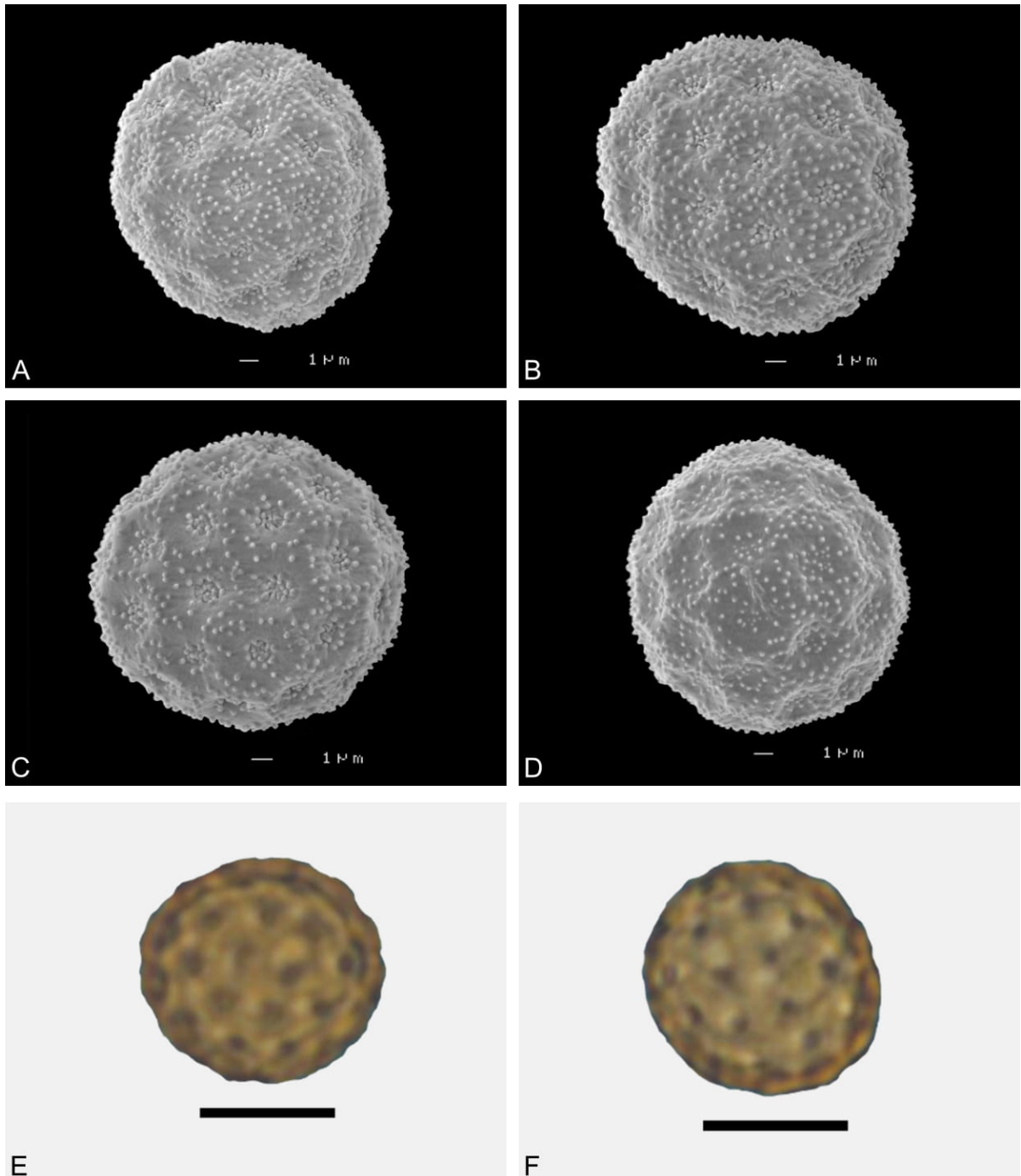
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 3



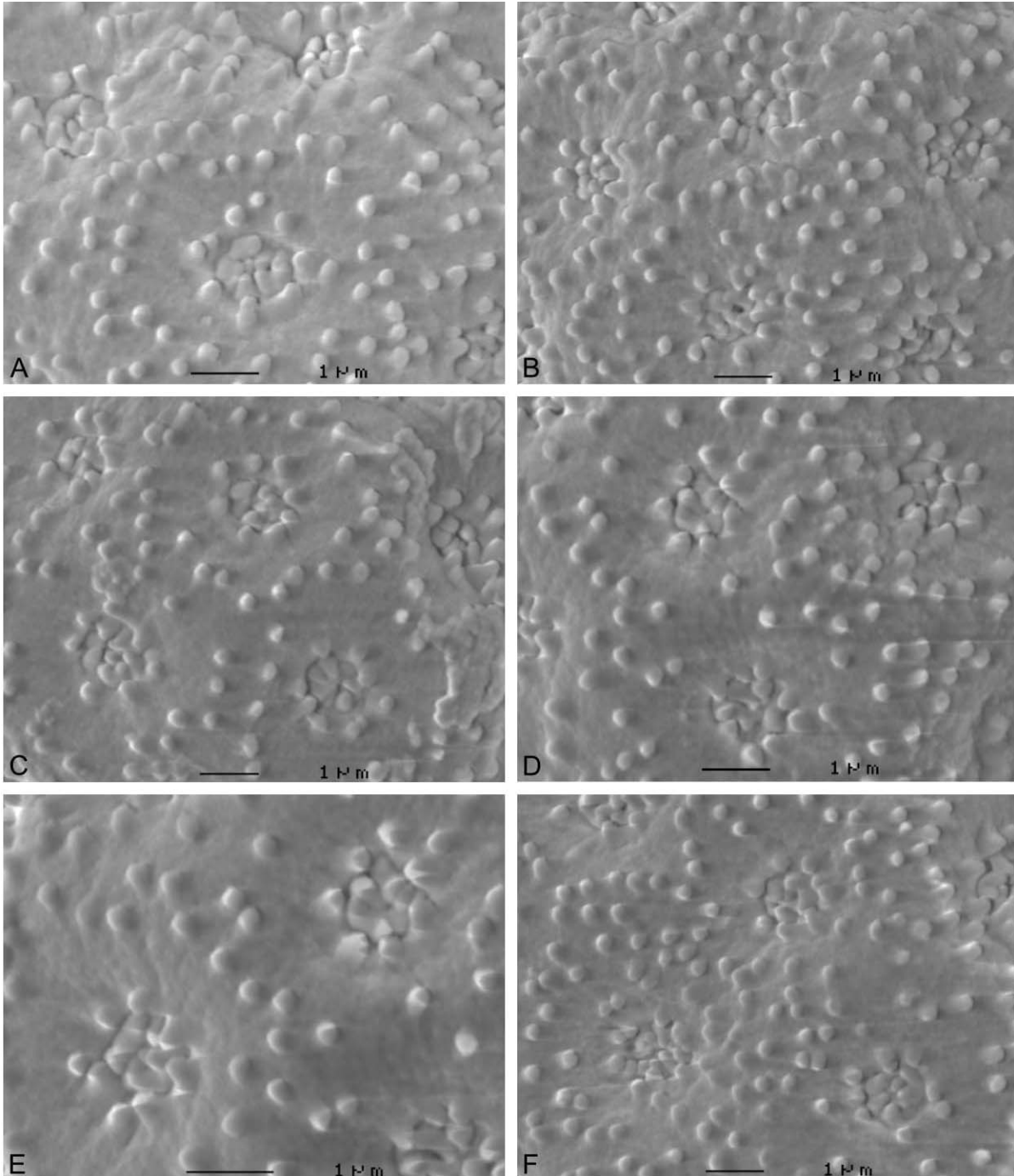
Tafel 4: Details

Atriplex sagitta

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 4



Tafel 5: Übersicht

Atriplex tatarica

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

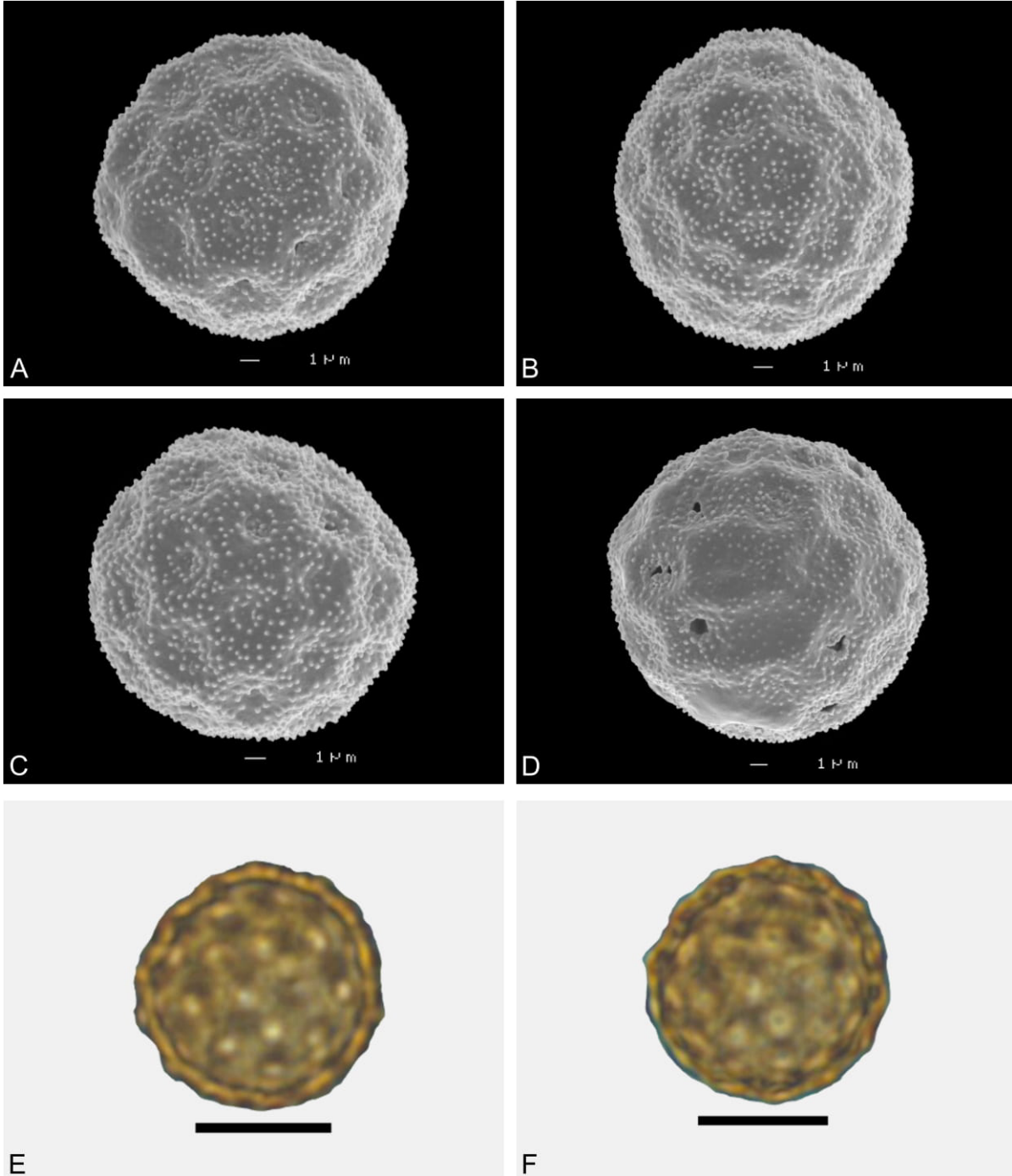
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 5



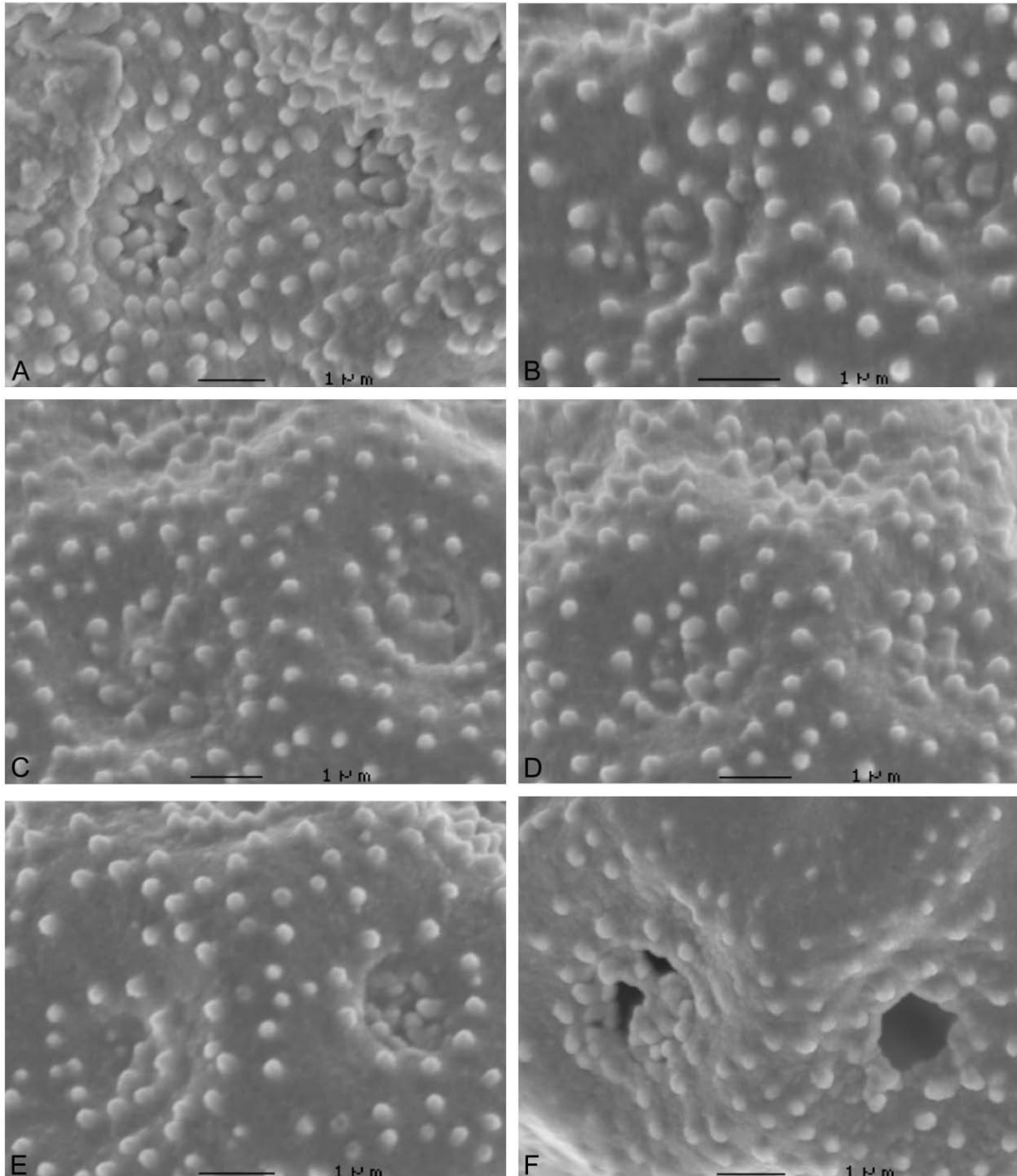
Tafel 6: Details

Atriplex tatarica

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 6



Tafel 7: Übersicht

Chenopodium album

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

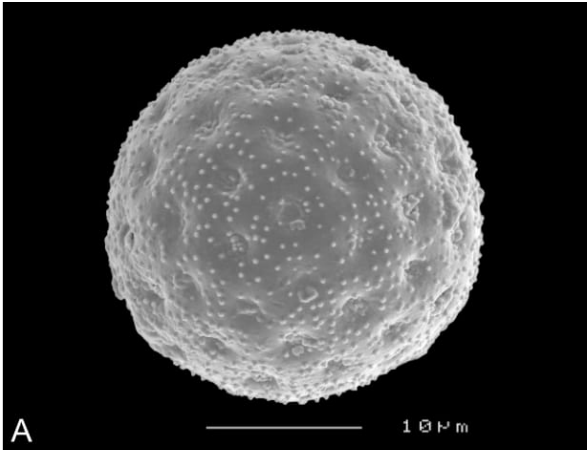
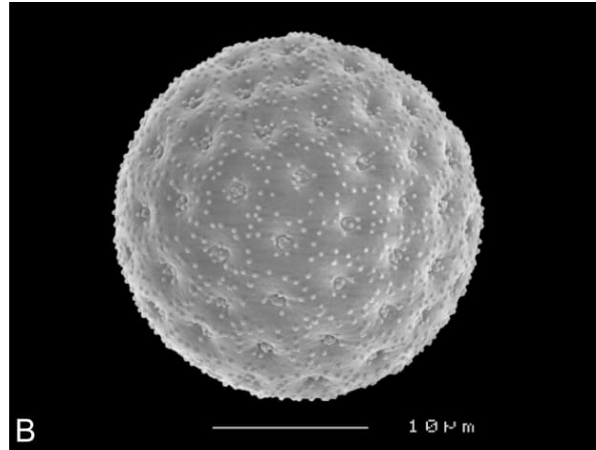
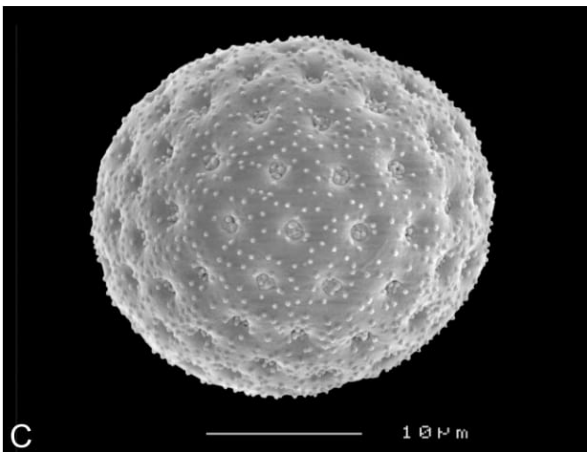
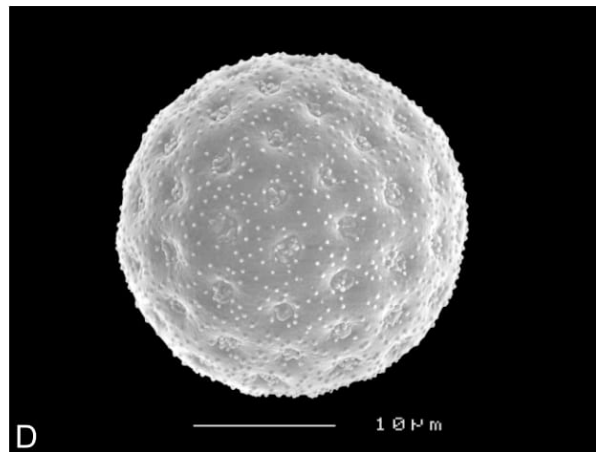
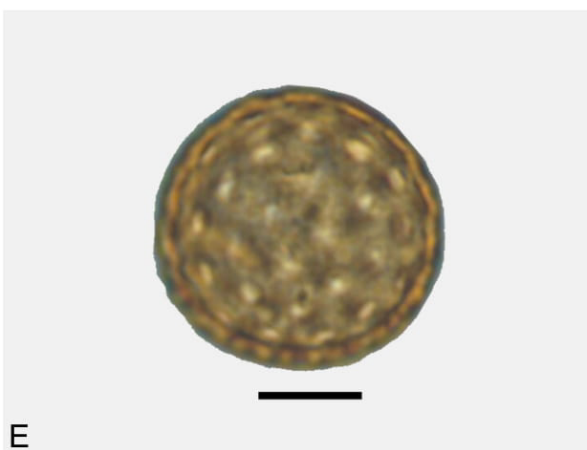
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 7



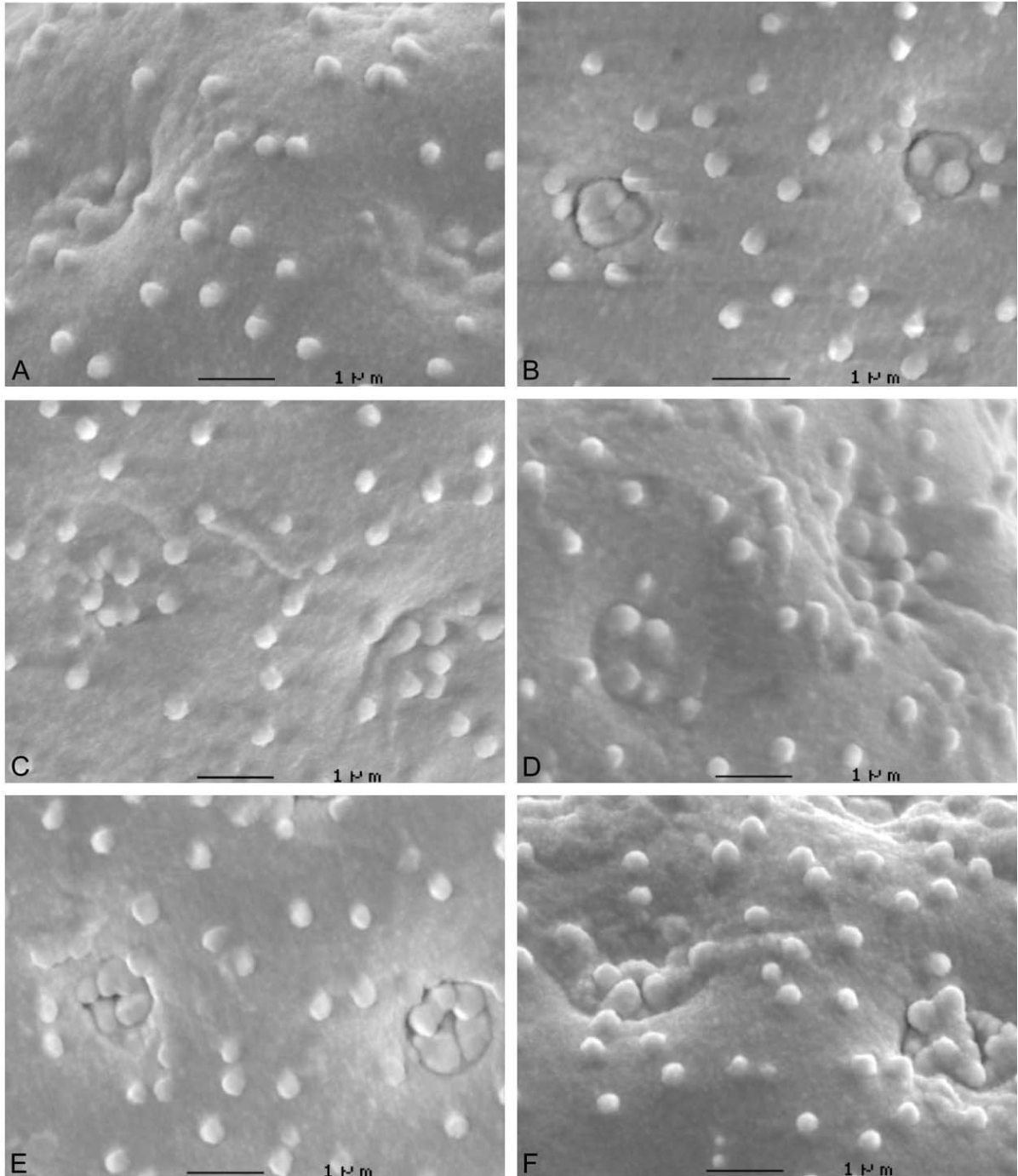
Tafel 8: Details

Chenopodium album

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 8



Tafel 9: Übersicht

Chenopodium macrospermum

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

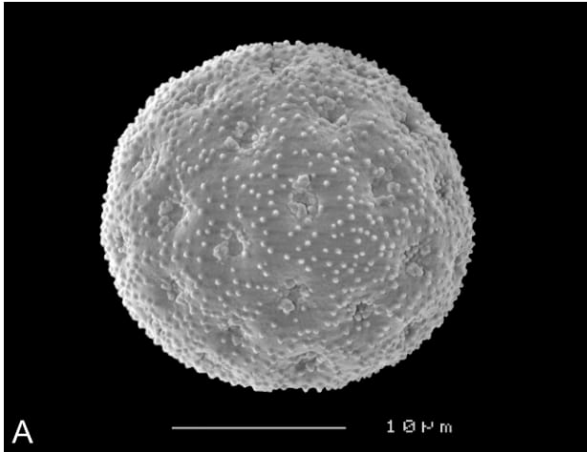
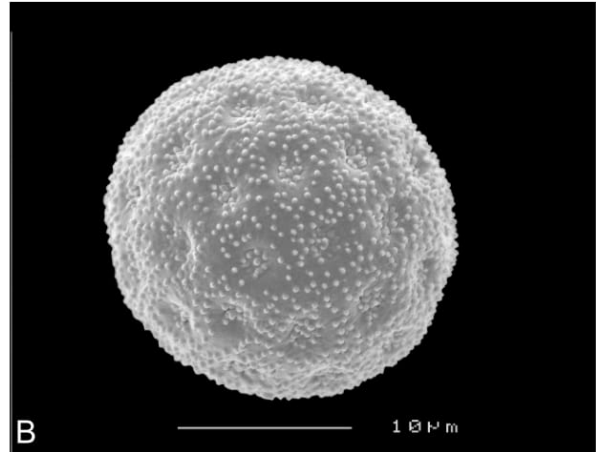
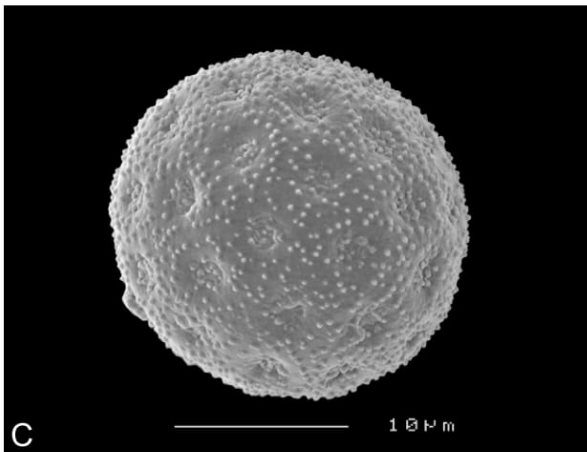
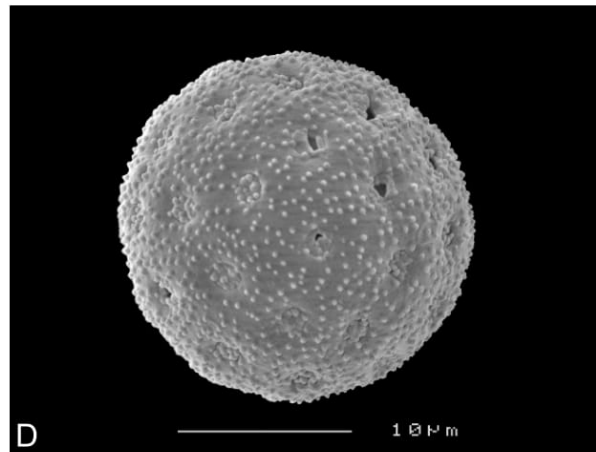
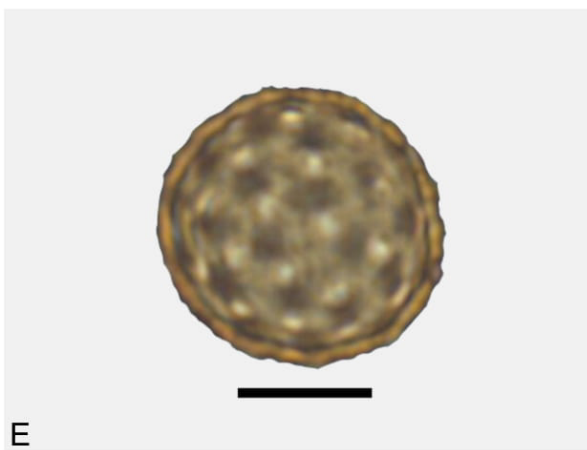
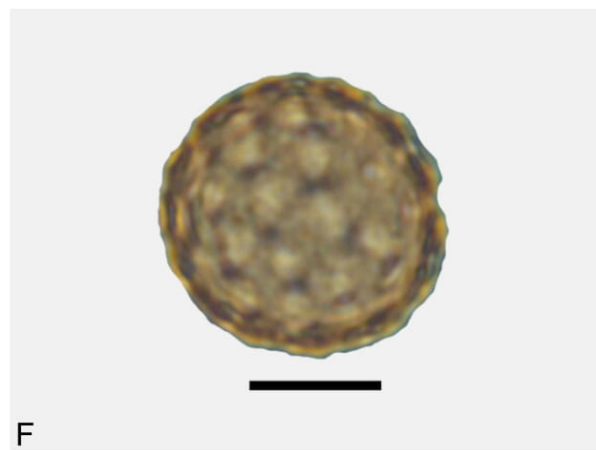
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 9



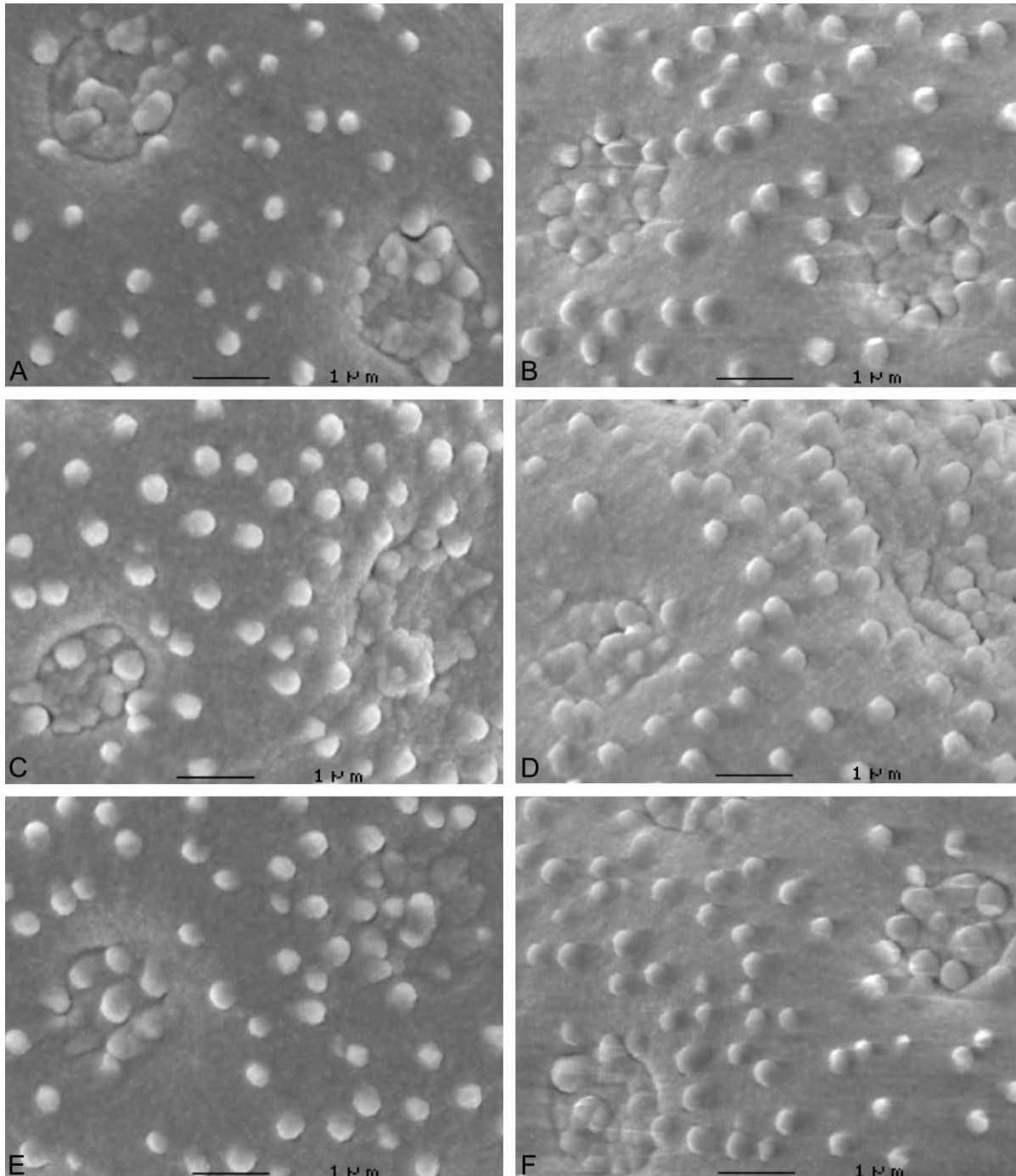
Tafel 10: Details

Chenopodium macrospermum

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 10



Tafel 11: Übersicht

Chenopodium murale

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

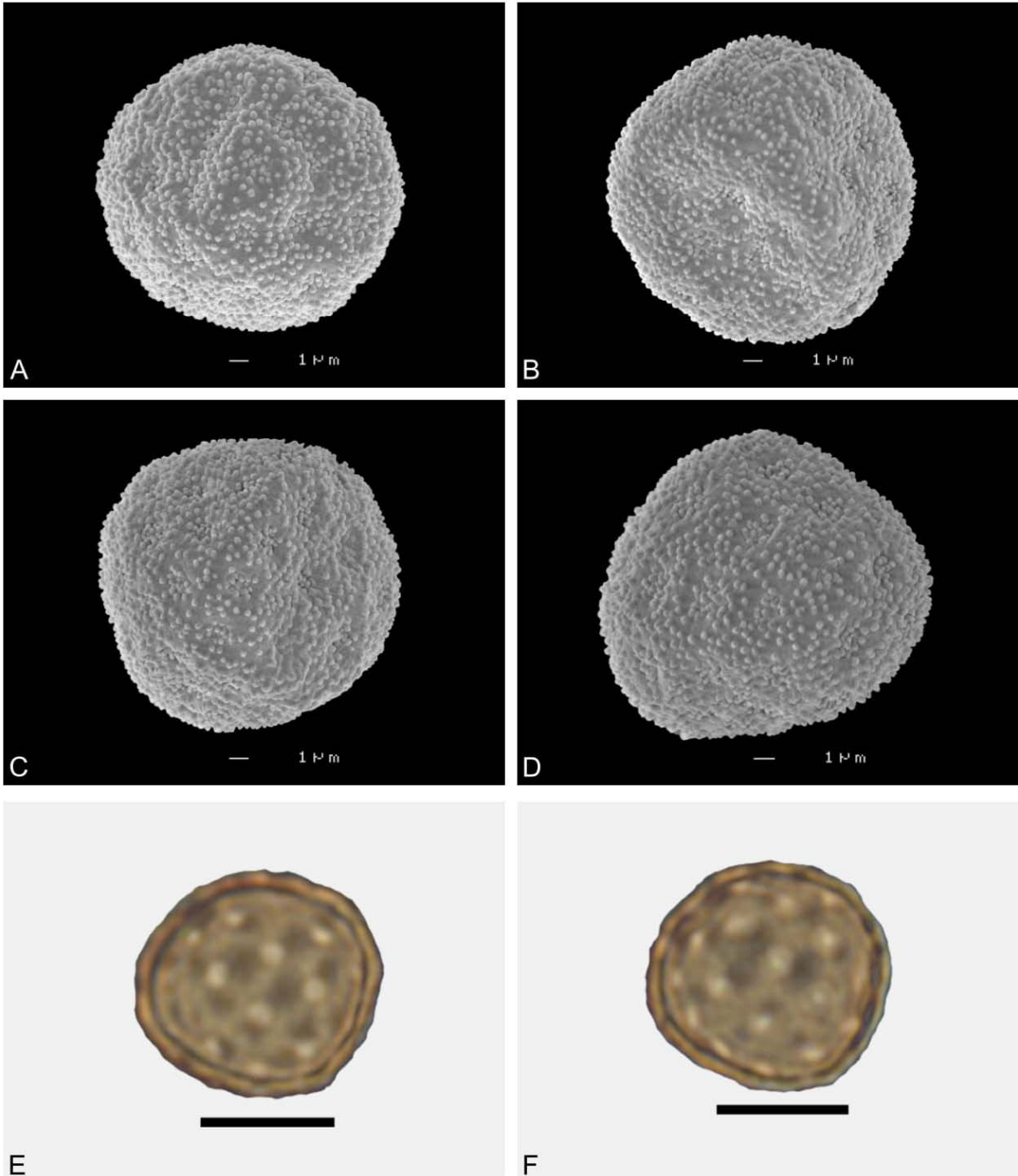
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 11



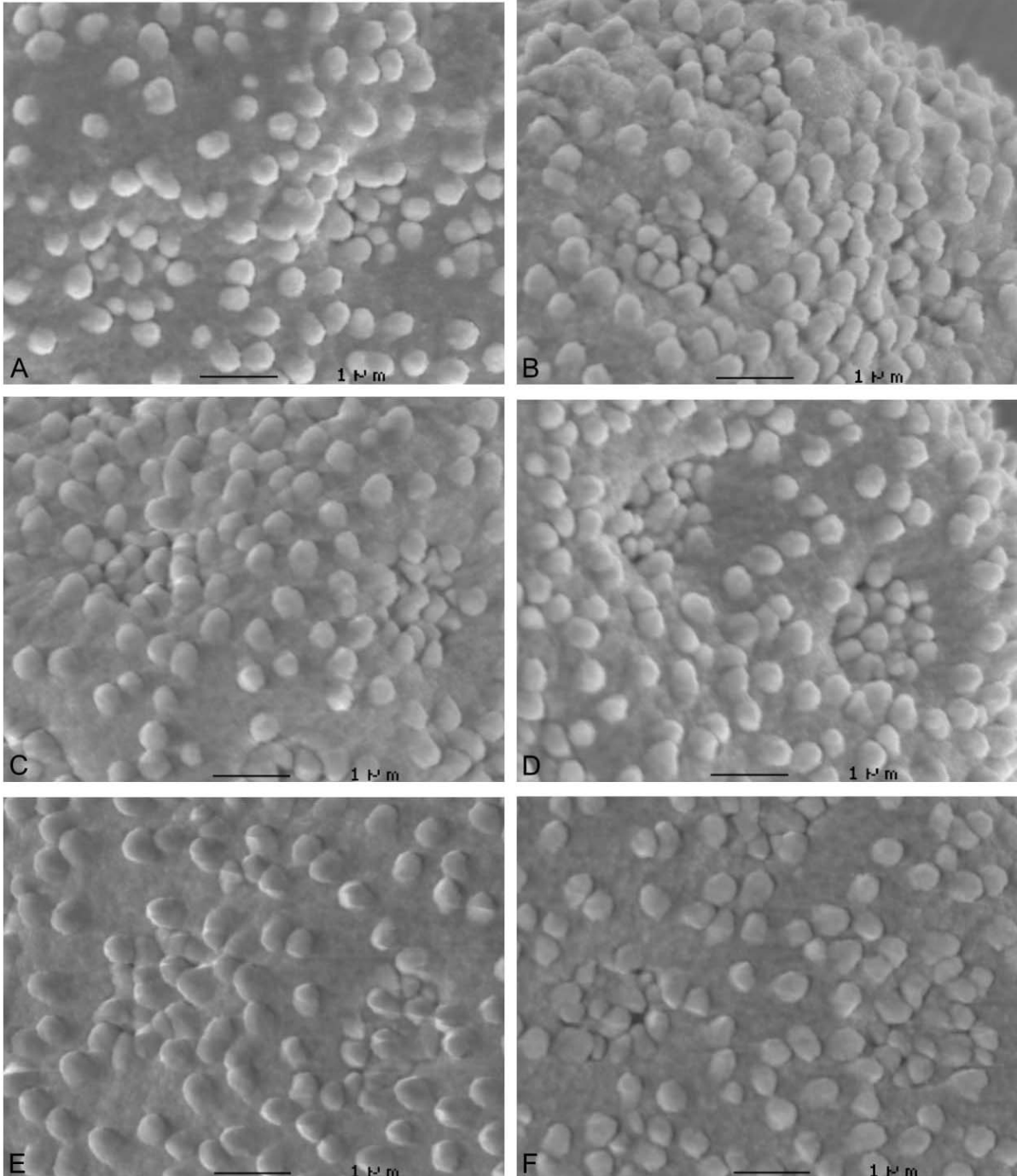
Tafel 12: Details

Chenopodium murale

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 12



Tafel 13: Übersicht

Corispermum afghanicum

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

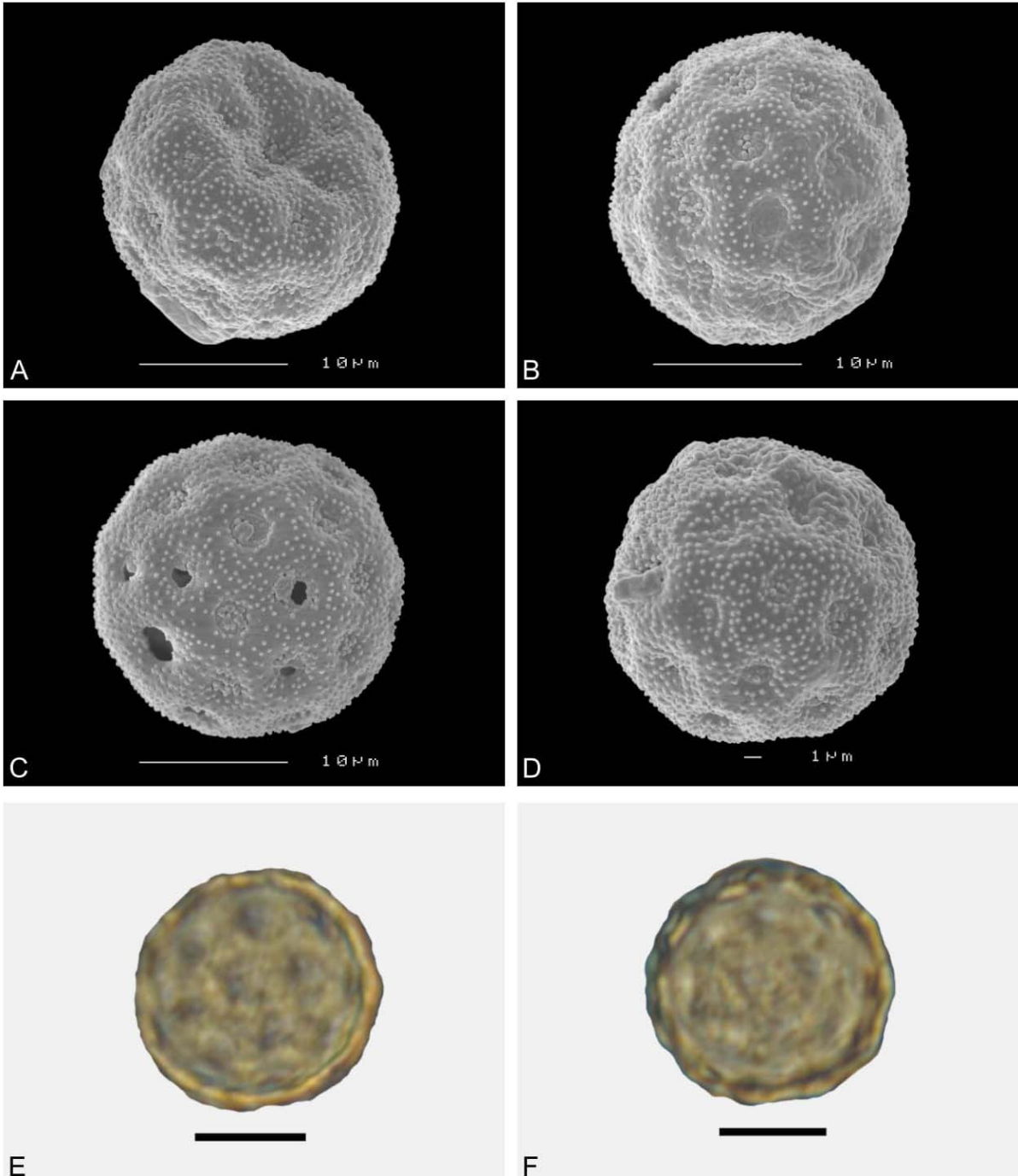
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 13



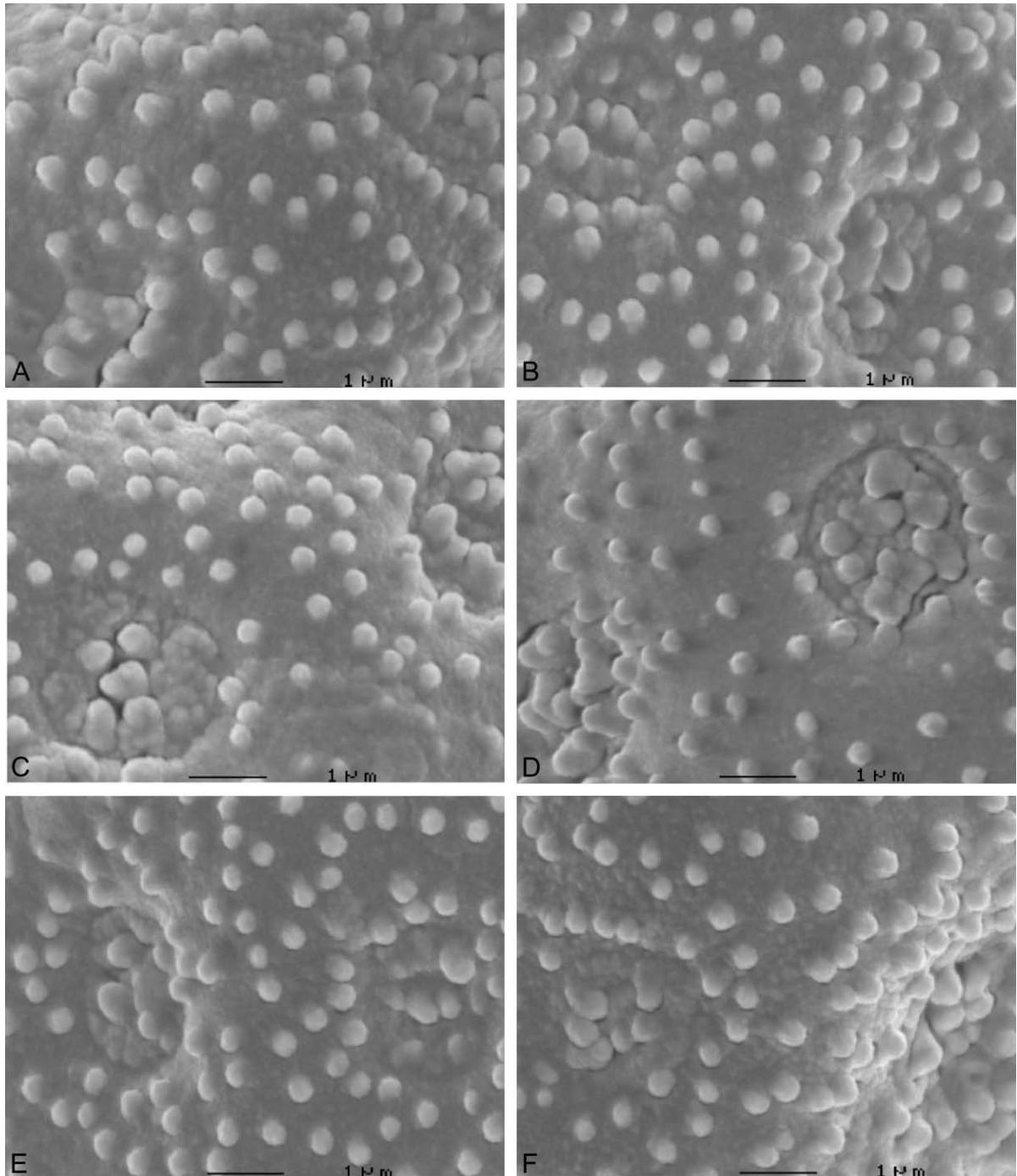
Tafel 14: Details

Corispermum afghanicum

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 14



Tafel 15: Übersicht

Corispermum canescens

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

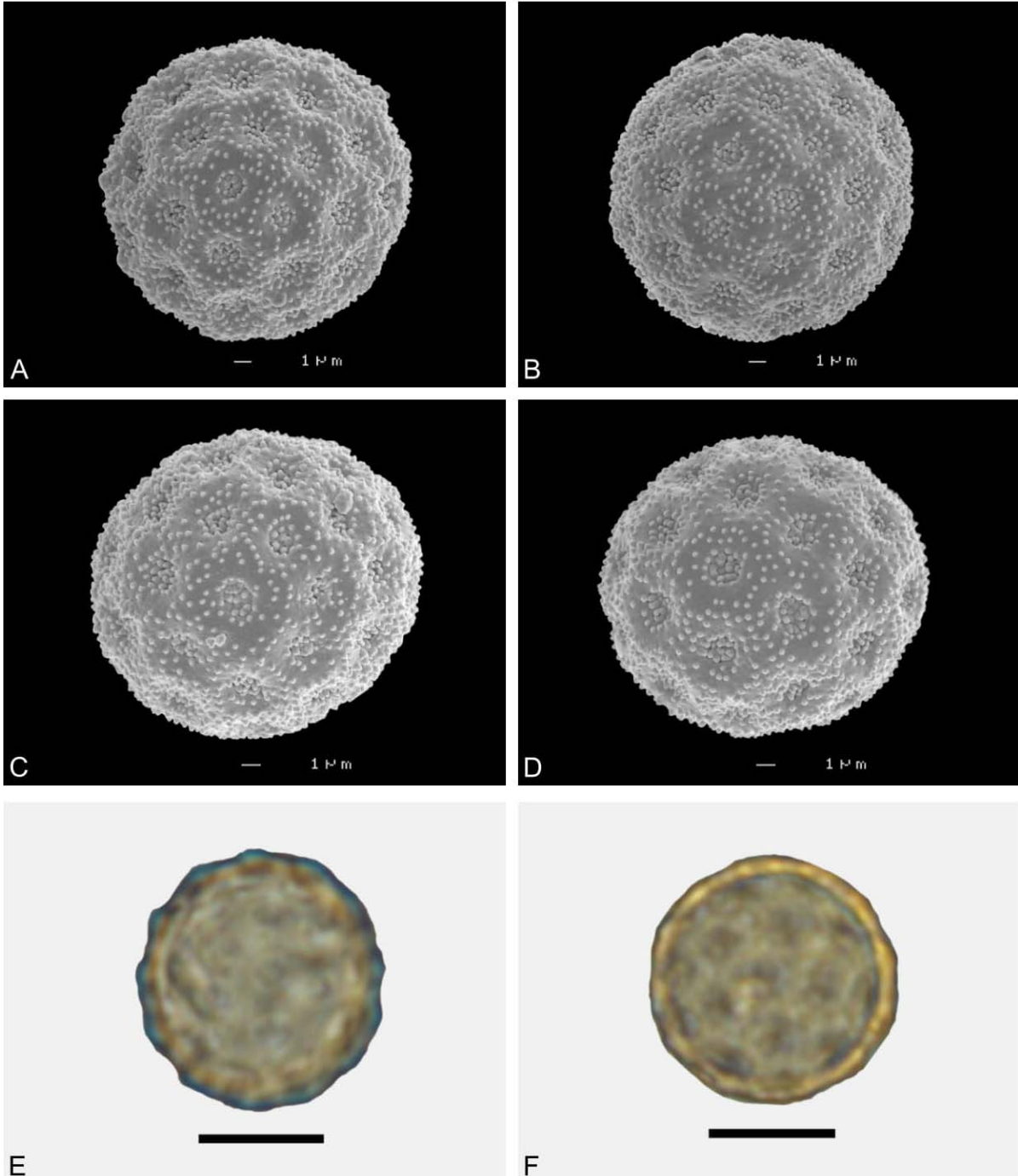
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 15



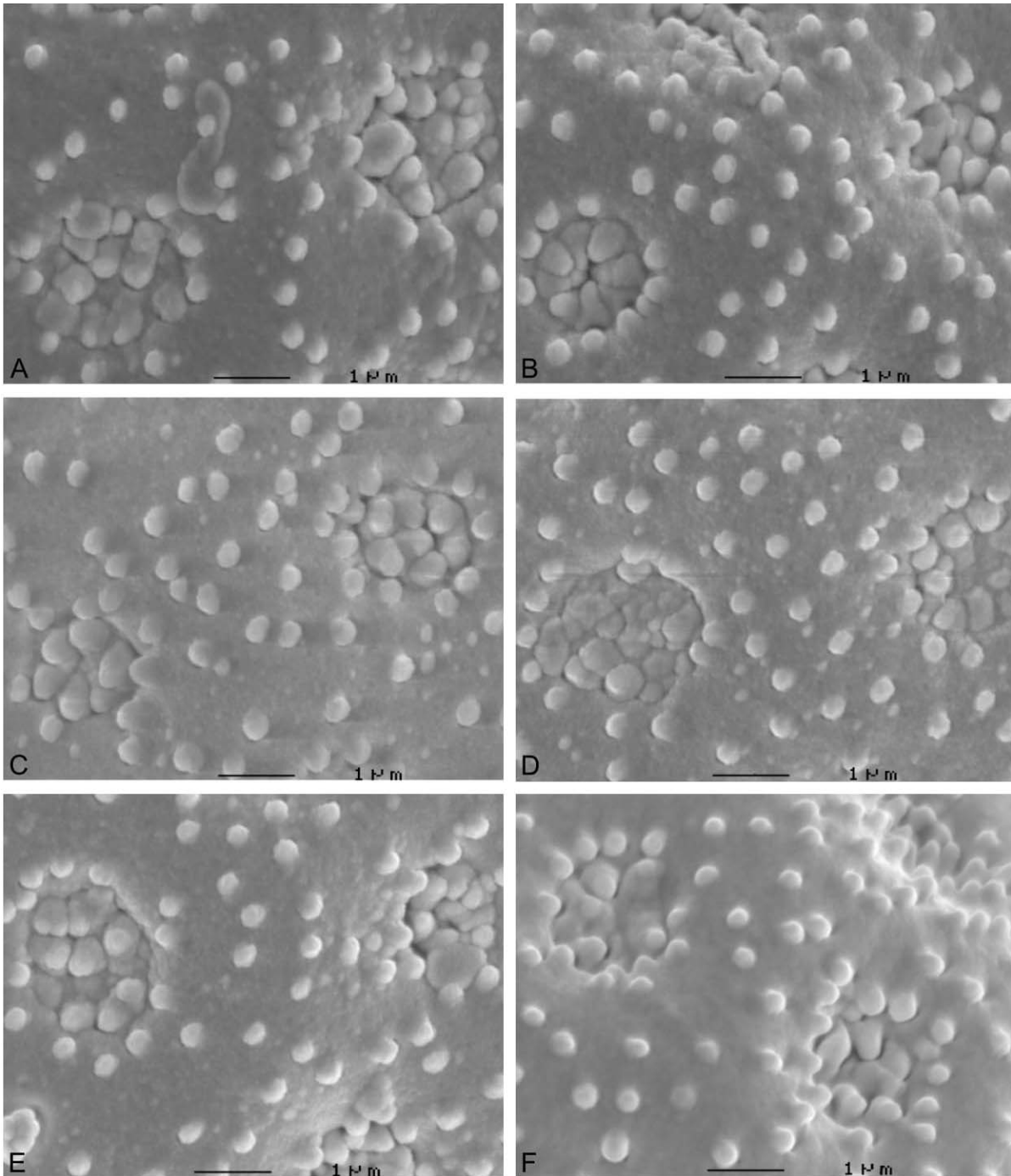
Tafel 16: Details

Corispermum canescens

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 16



Tafel 17: Übersicht

Corispermum hyssopifolium

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

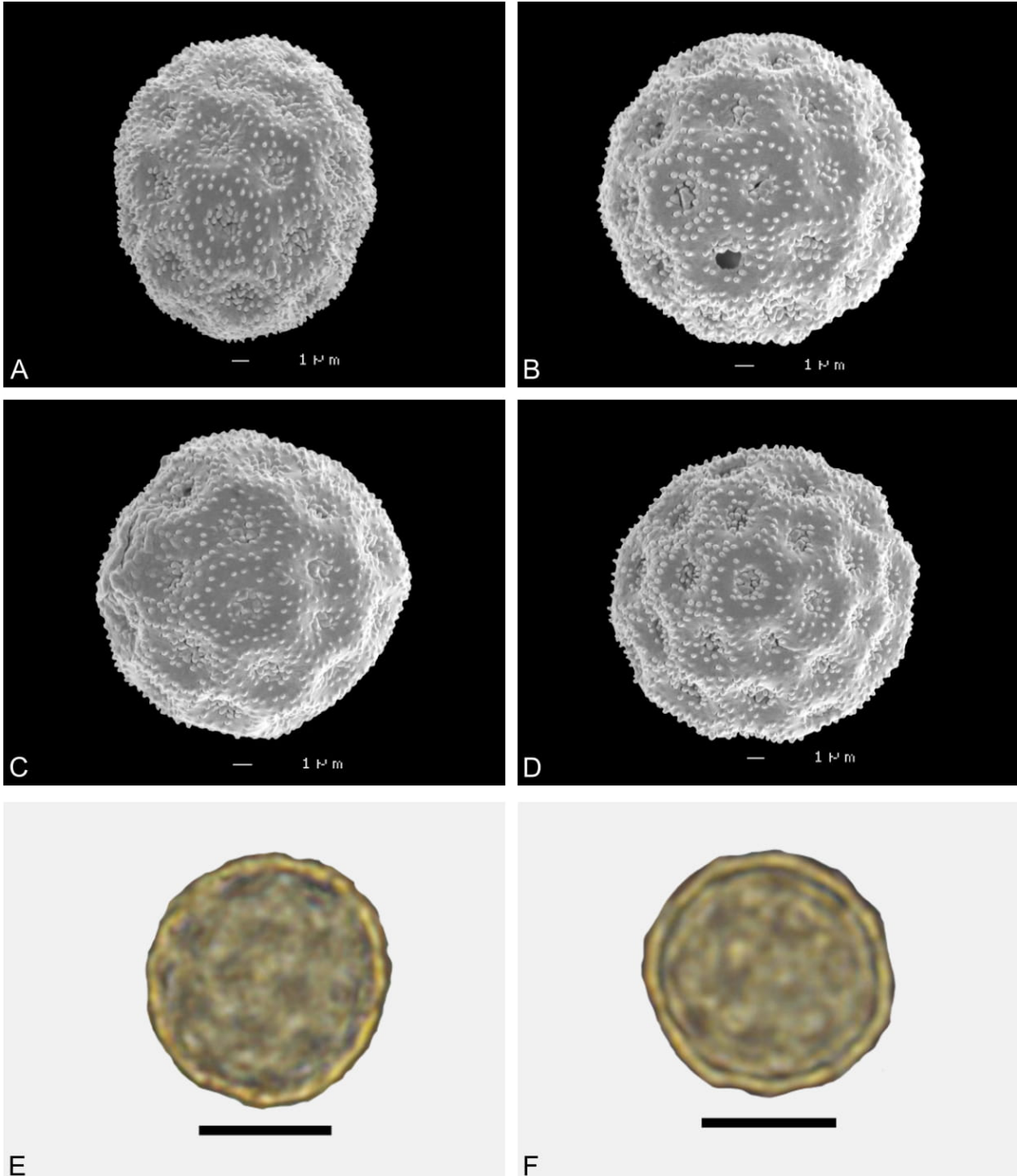
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 17



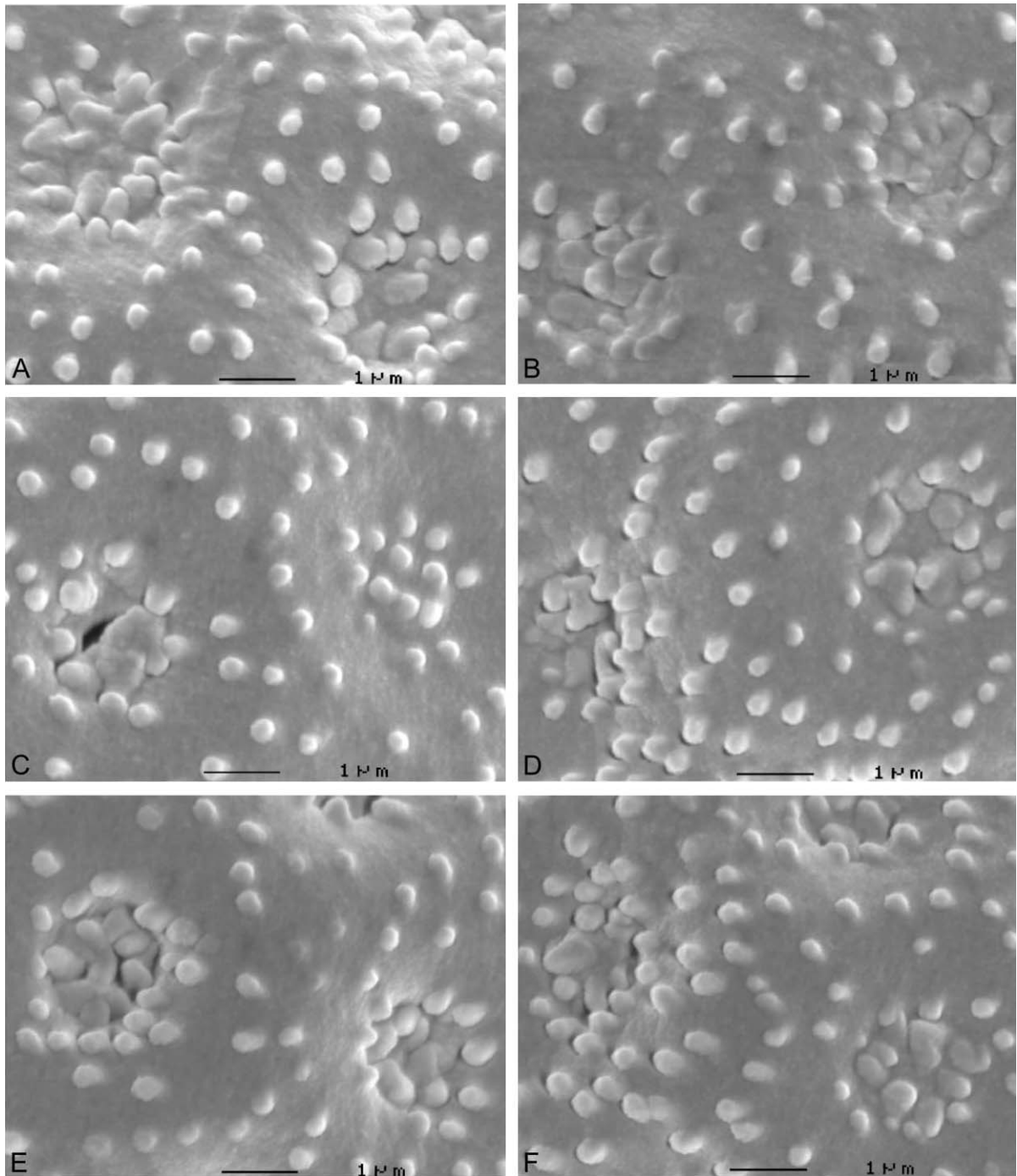
Tafel 18: Details

Corispermum hyssopifolium

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 18



Tafel 19: Übersicht

Kochia arenaria

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

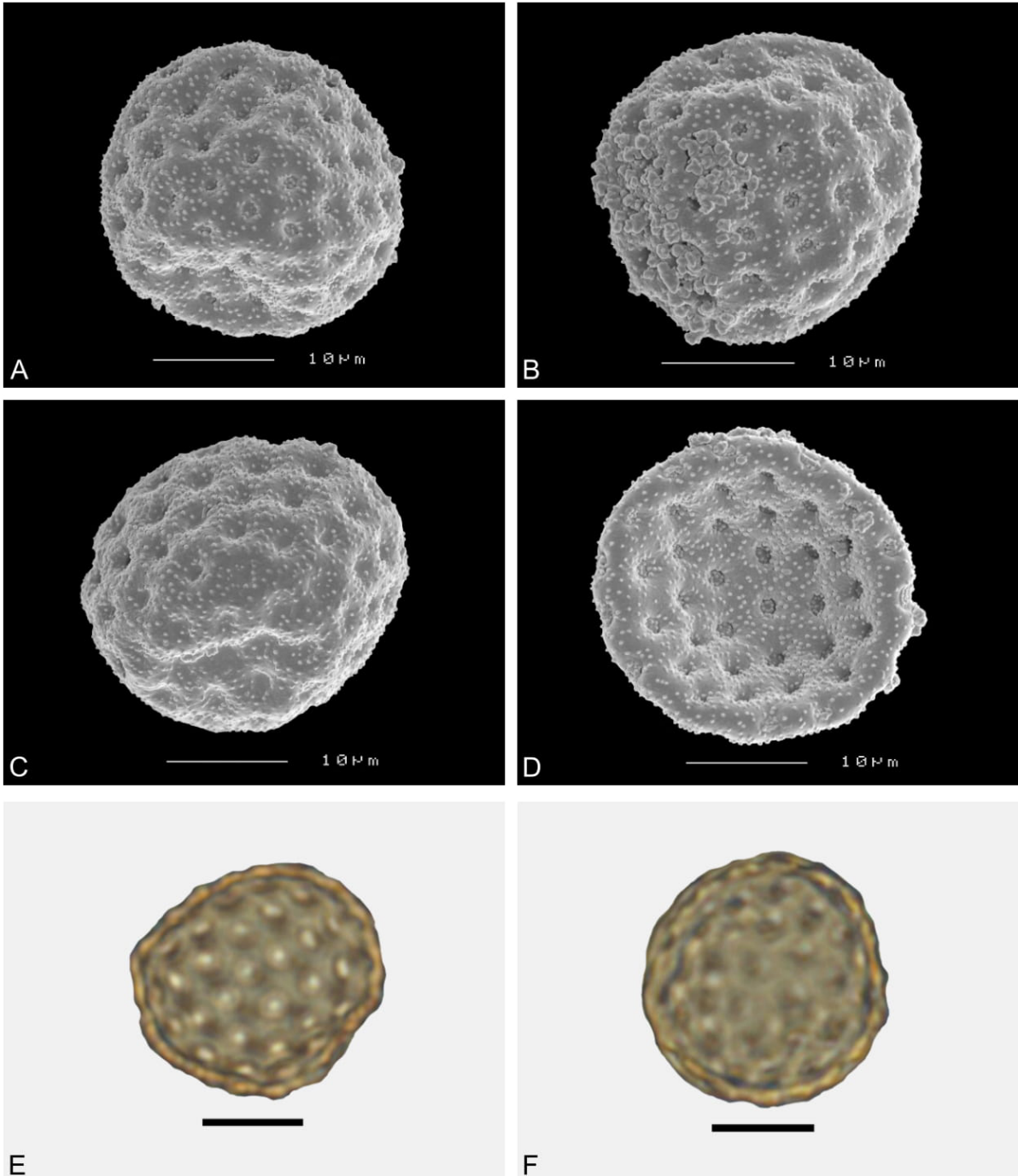
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 19



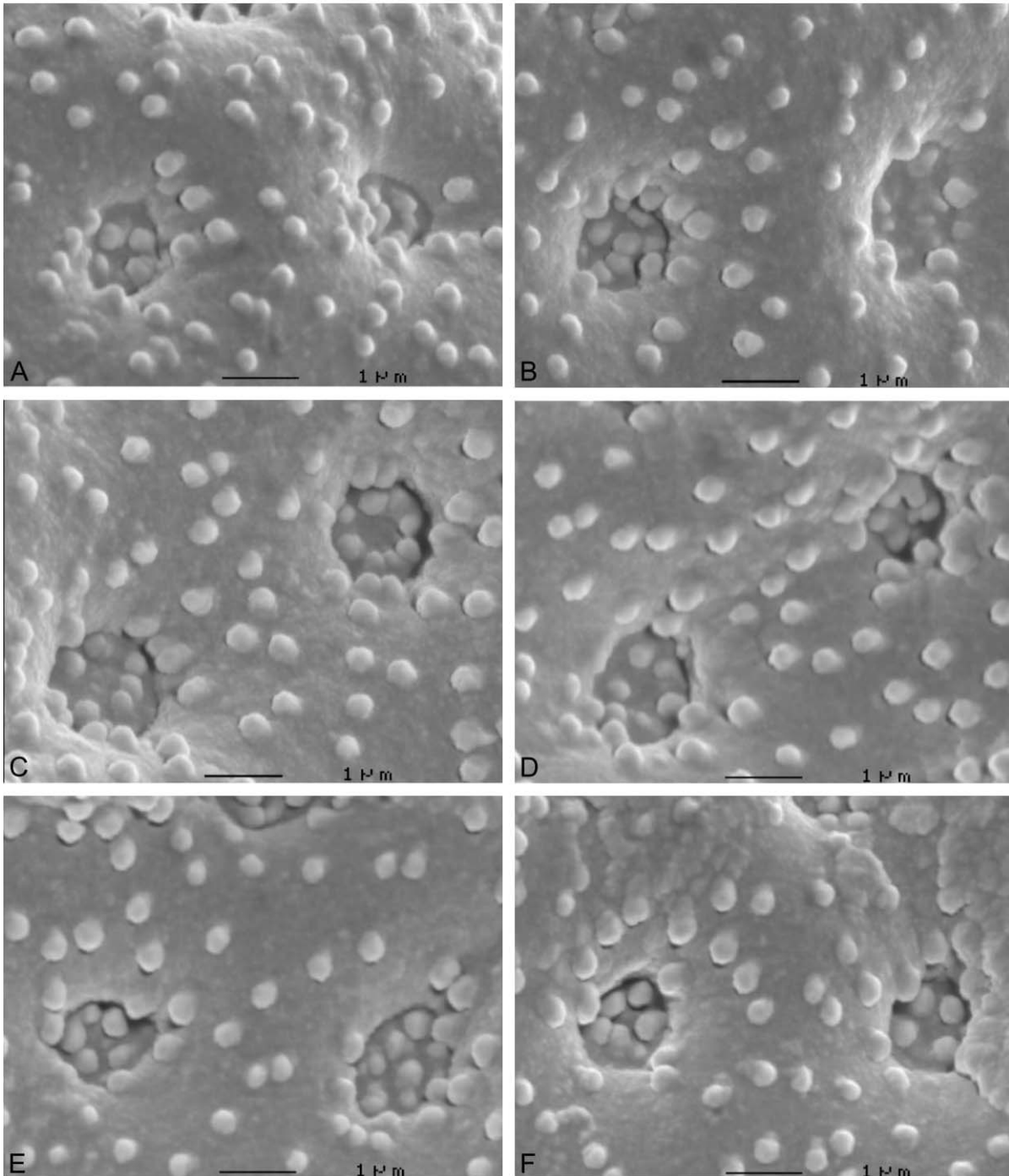
Tafel 20: Details

Kochia arenaria

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 20



Tafel 21: Übersicht

Krascheninnikovia ceratoides

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 21



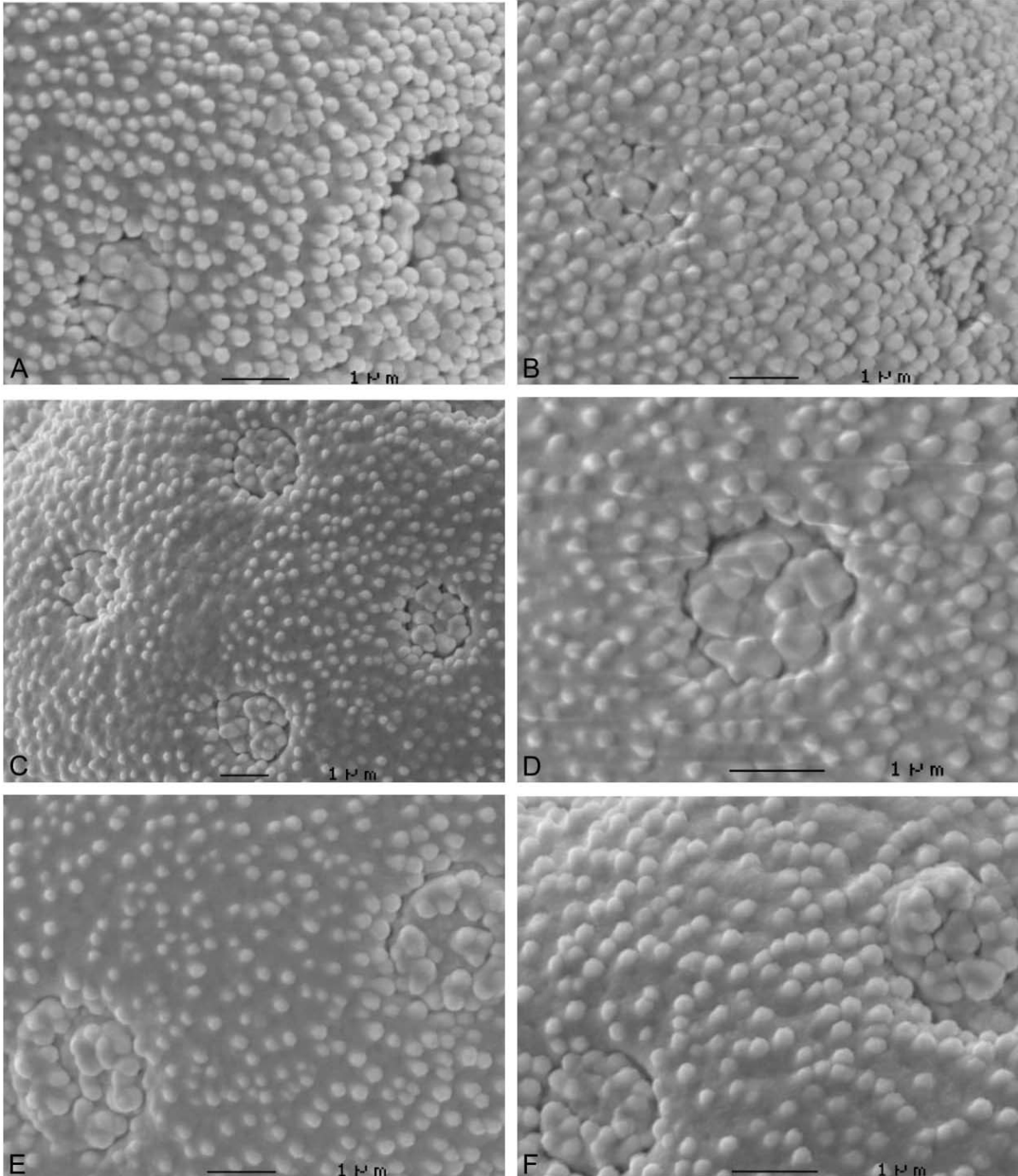
Tafel 22: Details

Krascheninnikovia ceratoides

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 22



Tafel 23: Übersicht

Salicornia europaea

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

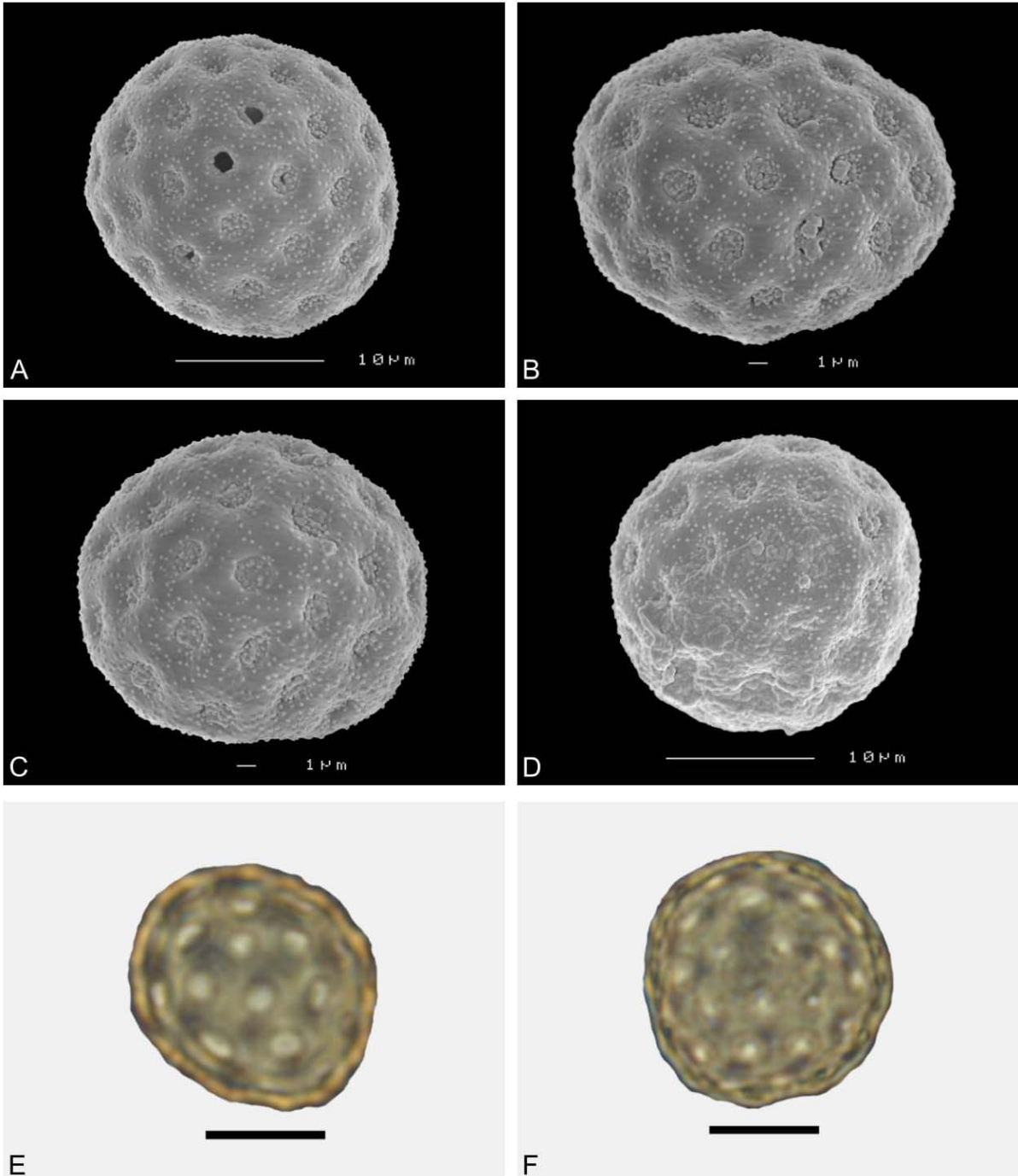
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 23



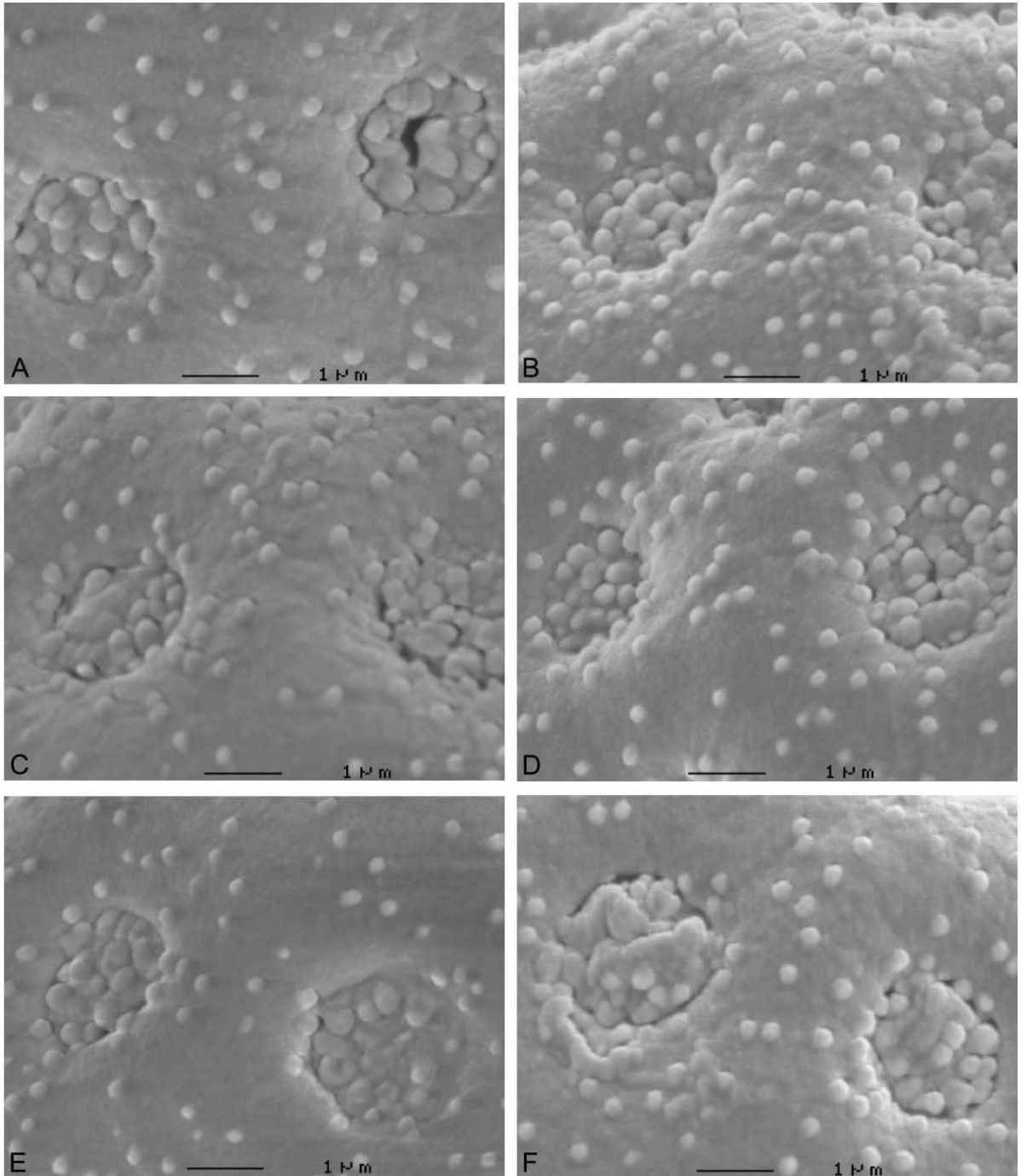
Tafel 24: Details

Salicornia europaea

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 24



Tafel 25: Übersicht

Salicornia prostrata

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

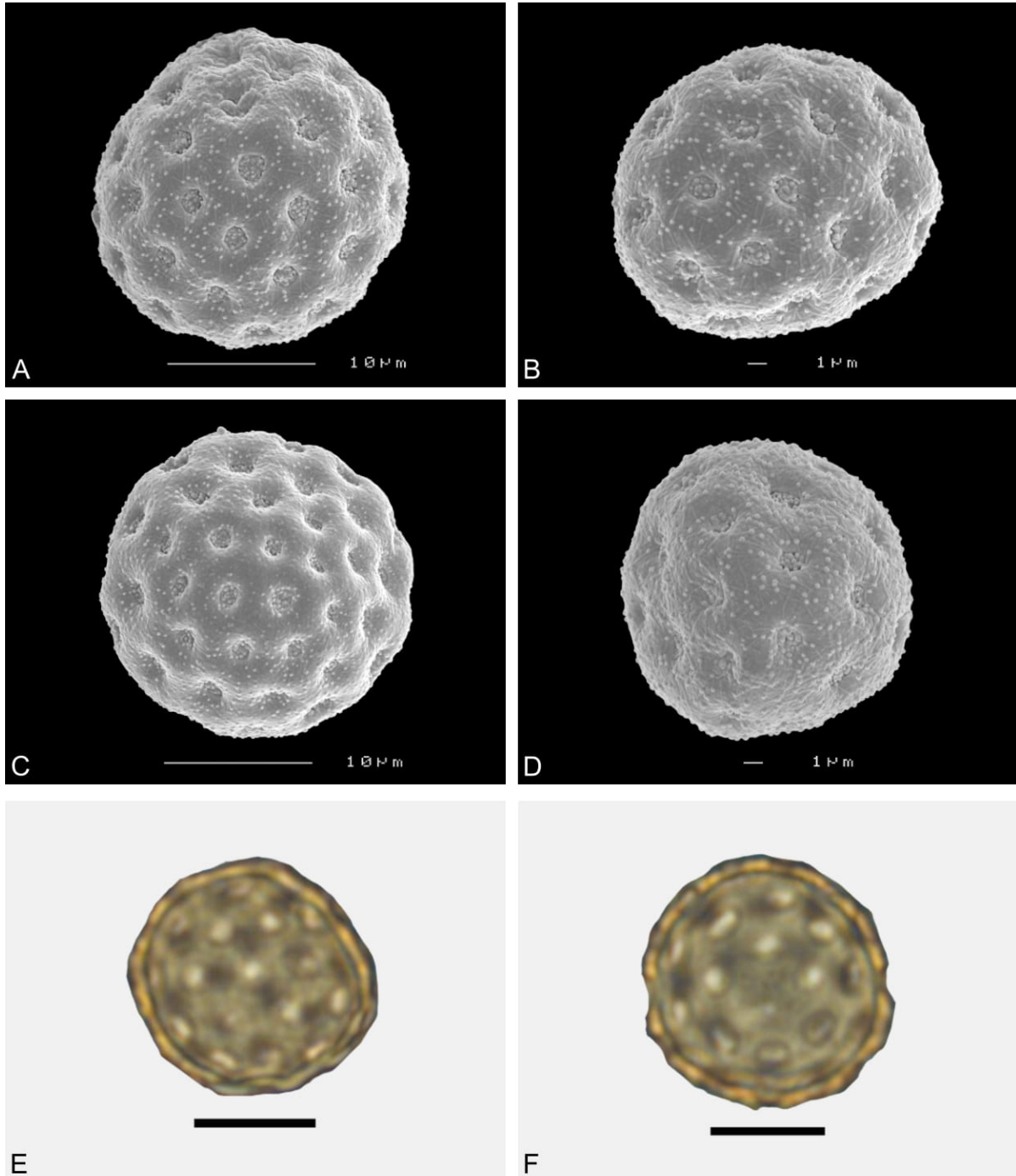
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 25



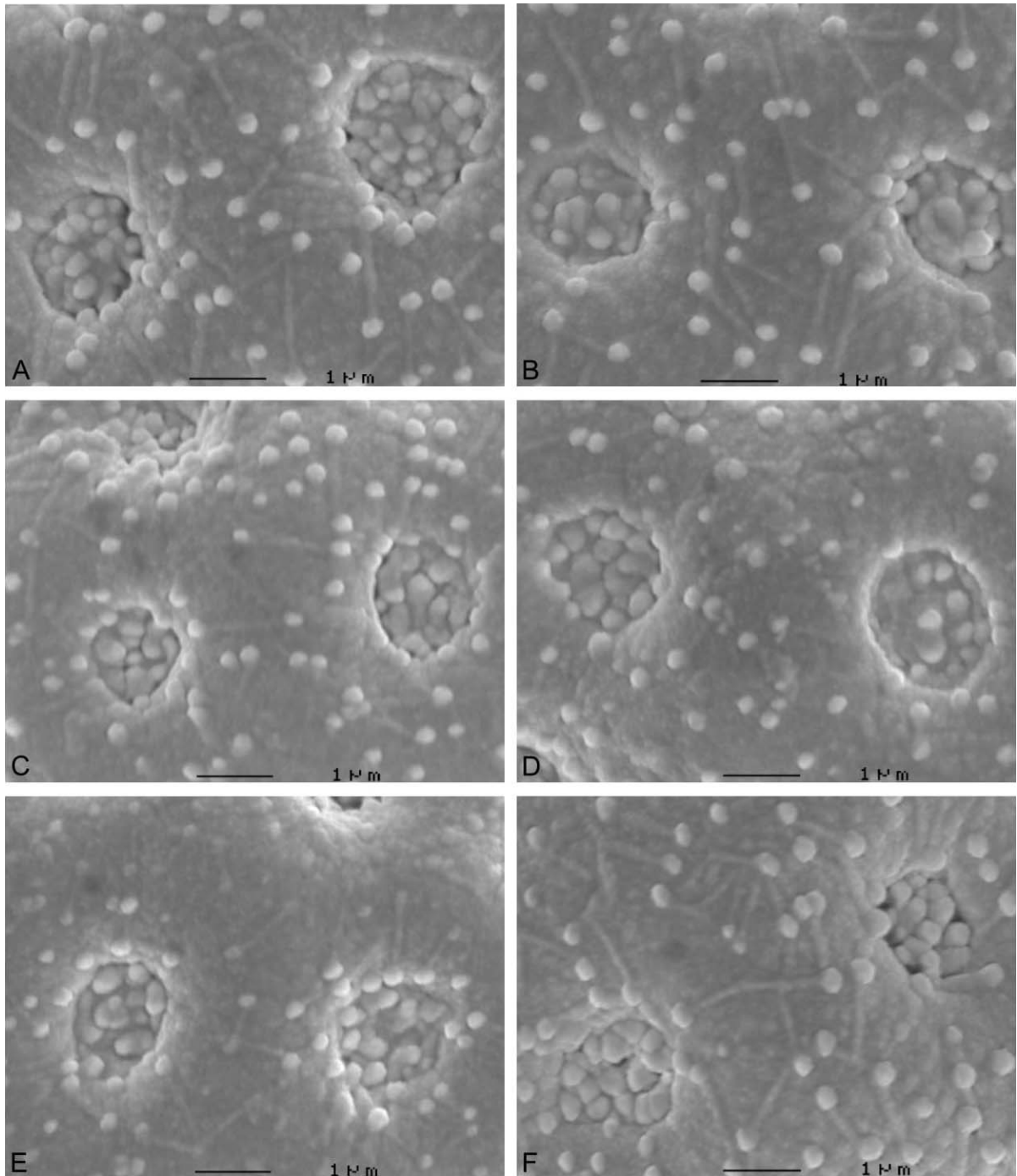
Tafel 26: Details

Salicornia prostrata

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 26



Tafel 27: Übersicht

Suaeda pannonica

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

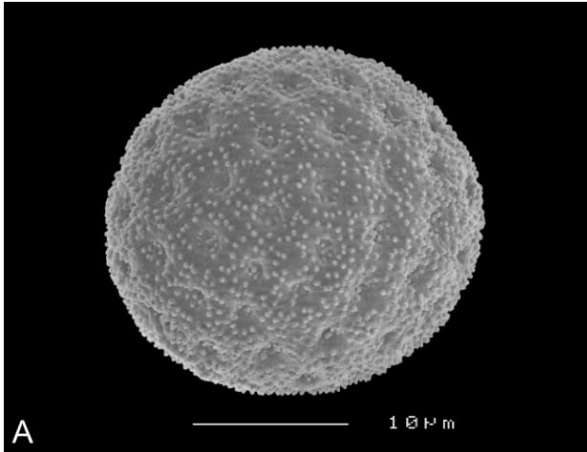
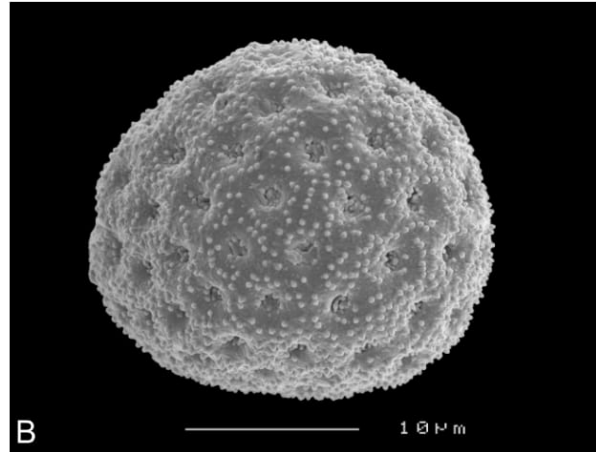
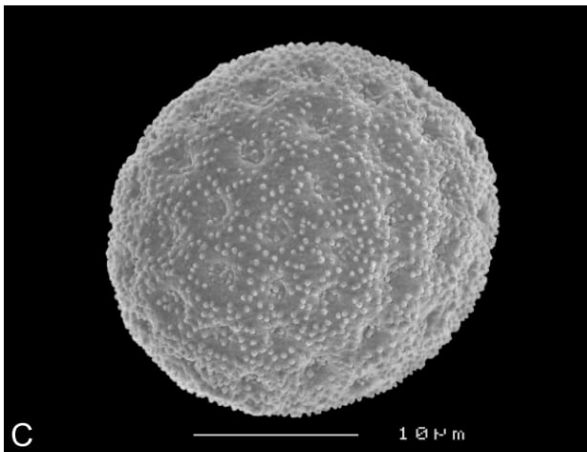
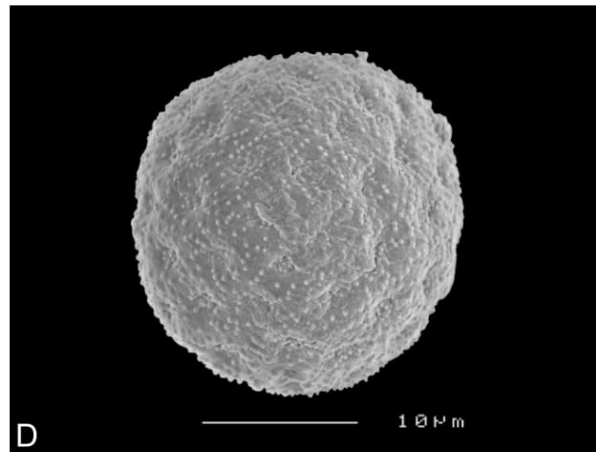
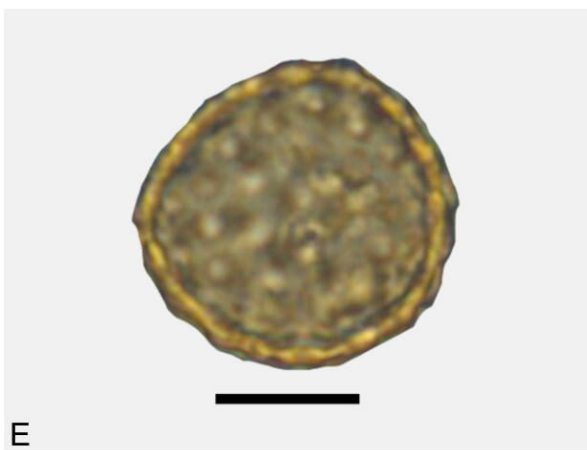
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 27



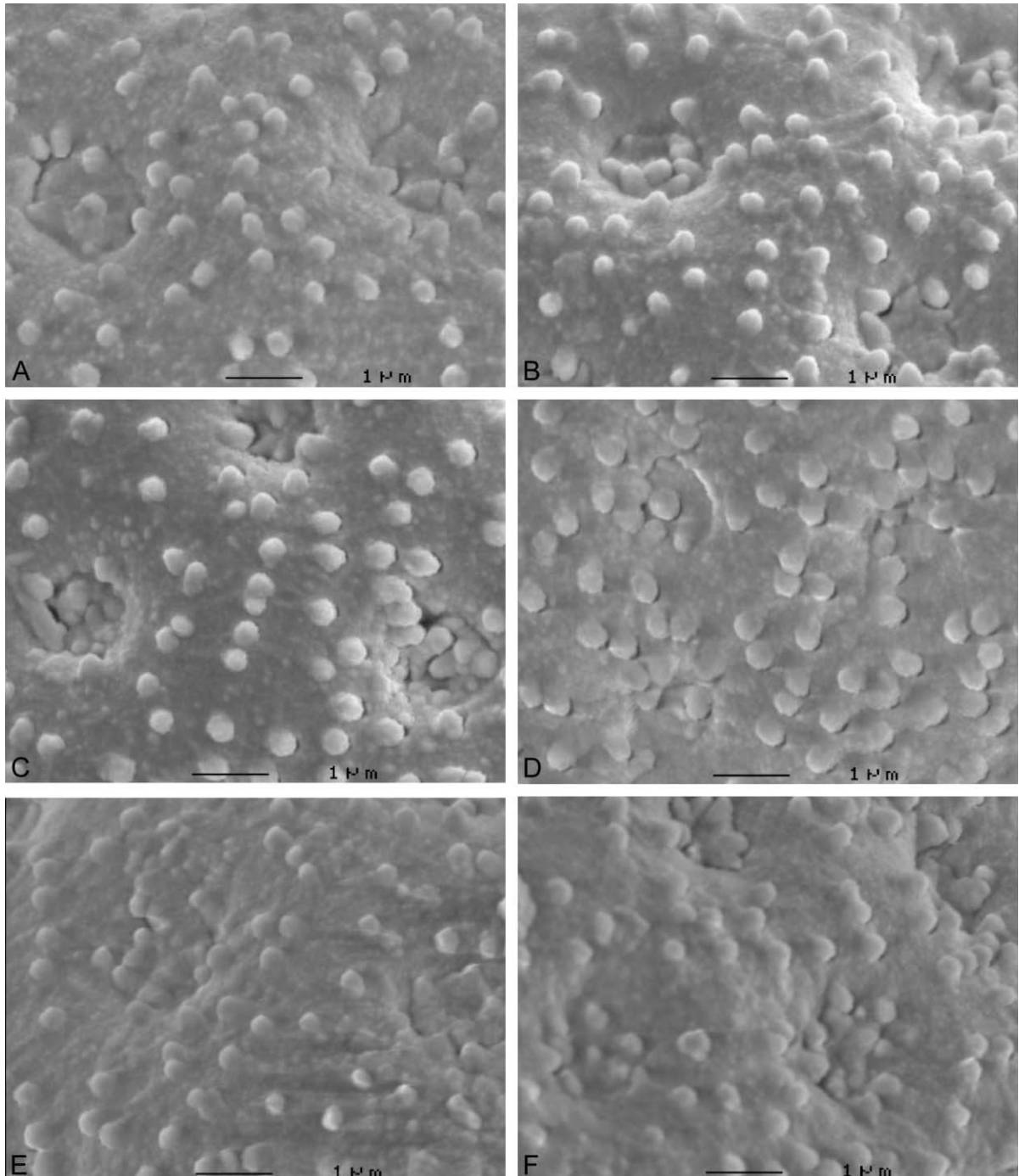
Tafel 28: Details

Suaeda pannonica

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 28



Tafel 29: Übersicht

Suaeda prostrata

Abb. A - D:

sphäroidal - oblate Pollenkörner im REM

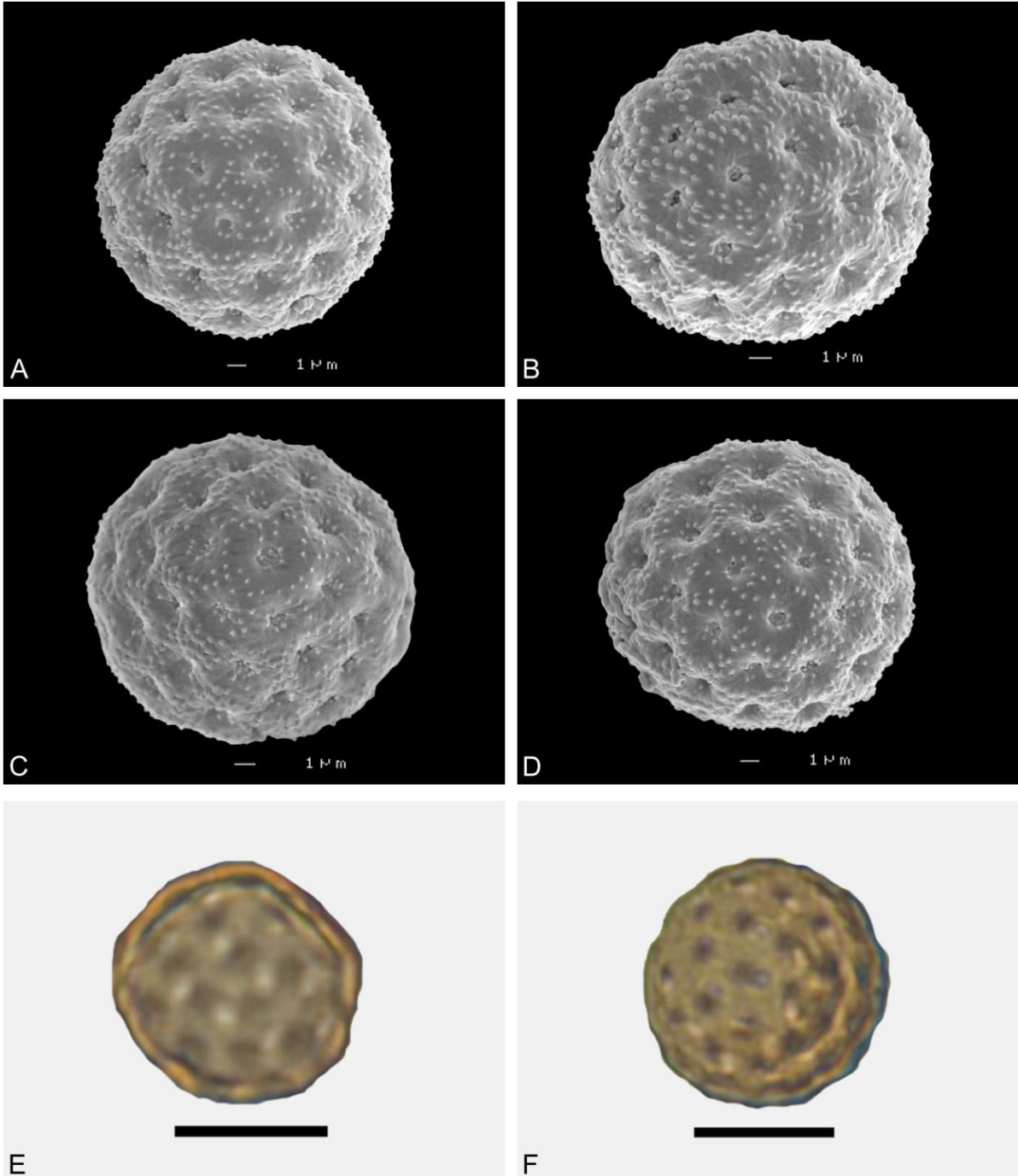
(Pantoaperturat)

Abb. E - F:

Oberfläche der Pollenkörner im LM

(Balken entspricht 10 µm)

Tafel 29



Tafel 30: Details

Suaeda prostrata

Abb. A - F:

Aperturen (Pori) mit Opercula und Ornamentierung im
REM

Tafel 30

