



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Untersuchungen zur Identitätsprüfung und
Gehaltsbestimmung von Fragariae folium“

Verfasserin

Bernadette Scheller

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Pharmazie (Mag.pharm.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 449

Studienrichtung lt. Studienblatt: Pharmazie

Betreuerin / Betreuer: Univ.-Doz. Dr. Reinhard Länger

Danksagung

Ich danke Univ.-Doz. Dr. Reinhard Länger und Mag. Dr. Silvester Ölzant die ihr Vertrauen in mich gesetzt haben und mir diese Diplomarbeit ermöglicht haben, sowie der gesamten Abteilung für pharmazeutisch technische Analysen der AGES PharmMed für das tolle Arbeitsklima und die Beantwortung all meiner Fragen.

Weiters Danke ich Herrn ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Johannes Saukel bezüglich der Hinweise über Erdbeerstandorte, sowie Dr. Christoph Dobeš und Dipl. Biol. Valerie Klatte-Asselmeyer für die Bereitstellung von *Potentilla*- und *Fragaria* Proben.

Besonderer Dank gilt Mag. Dr. Karl Ledermüller der mich hinsichtlich der Auswertung meiner Daten beraten hat und mir geholfen hat wunderbare Graphiken zu erstellen.

Außerdem bedanke ich mich bei meinem Mann, Thomas, dass er die Höhen und Tiefen meiner Diplomarbeit mit mir ertragen hat und meiner Familie, die mich stets unterstützt und in meinen Zielen bestärkt hat.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Material und Methoden	5
2.1	Material	5
2.1.1	Sammlung von Pflanzenmaterial.....	5
2.1.2	Ziehung von Handelsmustern.....	7
2.2	Methoden.....	8
2.2.1	Makroskopische und mikroskopische Untersuchung	8
2.2.2	Trocknungsverlust	9
2.2.3	Asche	9
2.2.4	Dünnschichtchromatographie.....	9
2.2.5	Identitätsprüfung der Handelsproben von <i>Fragariae folium</i>	11
2.2.6	Gehaltsbestimmung	11
2.2.7	Auswertung der gewonnen Daten	12
3	Ergebnisse.....	16
3.1	Artbestimmung von <i>Fragaria</i> sp. und <i>Potentilla indica</i>	16
3.2	Makroskopische Prüfung der Schnitt- und Pulverdroge	22
3.2.1	Beschreibung der Schnittdrogen	22
3.2.2	Beschreibung der Pulverdroge	26
3.3	Mikroskopische Prüfung der Schnitt- und Pulverdrogen	26
3.3.1	Mikroskopische Untersuchung der gesammelten Erdbeerblätter.....	27
3.3.2	Mikroskopische Untersuchung der Handelsmuster von <i>Agrimonia</i> , <i>Rubus</i> und <i>Potentilla</i>	63
3.3.3	Mikroskopische Unterschiede zwischen <i>Fragaria</i> sp. und <i>Potentilla</i> - Arten	65
3.4	Trocknungsverlust	77
3.5	Asche	77
3.6	Dünnschichtchromatographie.....	78
3.6.1	Auswahl eines DC- Systems	78
3.6.2	Auswertungen der DCs	84
3.6.3	Verunreinigung mit <i>Potentilla anserina</i>	86
3.7	Gehaltsbestimmung	87
3.8	Identitätsprüfung der Handelsproben von <i>Fragariae folium</i>	88
4	Diskussion.....	90
5	Zusammenfassung.....	97

6	Literaturverzeichnis	98
7	Tabellenverzeichnis	100
8	Abbildungsverzeichnis	102
9	Lebenslauf	105

1 Einleitung

Die Gattung *Fragaria* gehört zur Familie der Rosaceae. Der Gattungsname *Fragaria* leitet sich aus dem lateinischen „fragare“ (duften) ab. Die Gattung *Fragaria* beinhaltet 23 Arten, inklusive der Hybriden [1]. Wildartenvertreter der Gattung *Fragaria* in Österreich sind *F. vesca* L., *F. moschata* WEST. und *F. viridis* WEST. [2].

Die Kulturerdbeere *F. x ananassa* (WEST.) Duchesne ex Rozier ist die bedeutendste Beerenobstart der Welt. In den letzten 20 Jahren hat sich die Produktion um 80 % erhöht. Sie wird weltweit auf über 3,2 Millionen Tonnen geschätzt [3].

Seit Ende der letzten Eiszeit vor 10000 Jahren wachsen Erdbeeren in den Wäldern Europas, Asiens und Amerikas. Als typische Vertreter des holarktischen Florenreiches haben Arten der Gattung *Fragaria* wahrscheinlich schon vor dieser Zeit eine ähnliche Verbreitung gehabt [3].

Fragaria vesca L. ist die am weitesten verbreitete Art und kommt in Europa, Asien und Amerika vor [3]. „Vesca“ leitet sich entweder von „versusa“ (essbar) oder „vescus“ (zehrend) ab. Letzteres könnte darauf zurückzuführen sein, dass man von Erdbeeren aufgrund der geringen Kalorienanzahl nicht satt wird. Abbildung 1 zeigt die Verbreitung der Gattung *Fragaria* in Europa.

Walderdbeeren wurden bereits im Neolithikum von Menschen gesammelt und verzehrt. In historischen Schriften der Römer und Griechen wird die Erdbeere als Wildfrucht erwähnt [3].

In der Landgüterordnung Karls des Großen, dem „*Capitulare de Villis*“, die eine Liste von vorgeschriebenen Anbaupflanzen darstellt, sind Erdbeeren nicht enthalten. Im Mittelalter gewann die Erdbeere aber zunehmend an Bedeutung. Deshalb wurde ab dem 14. Jahrhundert in Europa, vor allem in den königlichen Gärten des Louvre in Paris, mit der Kultivierung begonnen. Ab dem 15. Jahrhundert wurde hauptsächlich *Fragaria vesca* in Gärten in ganz Europa angebaut. Die älteste Illustration der Erdbeere erschien im medizinischen Kräuterbuch „*Ortus sanitati*“ vom Deutschen Peter Schöffer im Jahr 1485 [3].

Die Entstehung von *Fragaria x ananassa* DUSCHESNE EX ROZIER, der heutigen Gartenerdbeere, in Europa dauerte ca. 1 Jahrhundert. Bei der Entdeckung Amerikas fanden Siedler in den Wäldern Neuenglands große Flächen mit Erdbeeren, deren Früchte viermal so groß und geschmacklich besser als die ihnen aus Europa bekannten Erdbeeren waren. Das exakte Einfuhrdatum nach Europa ist nicht bekannt, aber 1623 wurde *Fragaria virginiana* DUSCHESNE das erste Mal in einem europäischen Gartenkatalog erwähnt. Auf Grund der scharlachroten Farbe wurde sie auch als Scharlacherdbeere bezeichnet. Heute kommt *F. virginiana* in Nordamerika auf offenen Waldflächen und Bergwiesen, von der Ostküste bis zu den Rocky Mountains und von New Mexiko bis Alaska, vor [4].

Auch an der pazifischen Küste Südamerikas wurde eine neue Erdbeerart, *Fragaria chiloensis* (L.) MILL. gefunden. Diese wird dort seit über 1000 Jahren angebaut, da die Frucht im frischen oder getrockneten Zustand als Medizin verwendet wurde. Während der spanischen Herrschaft wurde *F. chiloensis* über den nordwestlichen Teil von Amerika verbreitet, und kommt heute in Nordamerika entlang der Pazifikküste, gewöhnlich auf Sanddünen, von den Aleuten bis nach Kalifornien vor. In den Kordilleren dringt sie bis auf 1600 Meter vor [4].

Ein französischer Marineoffizier brachte *Fragaria chiloensis* 1714 nach Paris. Vom Aussehen hatten sie wenig Ähnlichkeit mit den bisher bekannten Erdbeeren, da das Laub ledrig, fest und blaugrün, die Blattstiele und Fruchtstände dick und dicht behaart waren und die Früchte eine beachtliche Größe hatten. Leider war die Farbe sehr hell und die Winterhärte nicht ausreichend. Von Paris aus hat sich die Erdbeere dennoch schnell in alle wichtigen Gärten des Kontinents verbreitet [3].

Zu dieser Zeit erschienen ungewöhnliche Sämlinge mit neuen Kombinationen von Frucht- und Morphologiemarken. Der Ursprung dieser Pflanzen war zunächst unklar. Die erste Beschreibung dieser Varietät erfolgte 1759 in Millers Gartenlexikon in London. 1766 erkannte Antoine Nicolas Duchesne, mit dem botanischen Autorenkürzel *DUSCHESNE*, als erster den Hybridcharakter dieser neuen Art, die durch Bestäubung von *Fragaria chiloensis* mit Pollen von *Fragaria virginiana* entstanden ist. Er benannte sie auf Grund ihres Duftes *Fragaria x ananassa*, die Ananas-Erdbeere. Bei dieser neuen Art wurden die Größe der Blüten und Früchte, die Festigkeit des Fruchtfleisches und die helle Farbe der Beeren der chilenischen Art mit der Winterhärte sowie der höheren Ertragsrate der virginianischen Art vereint [3].

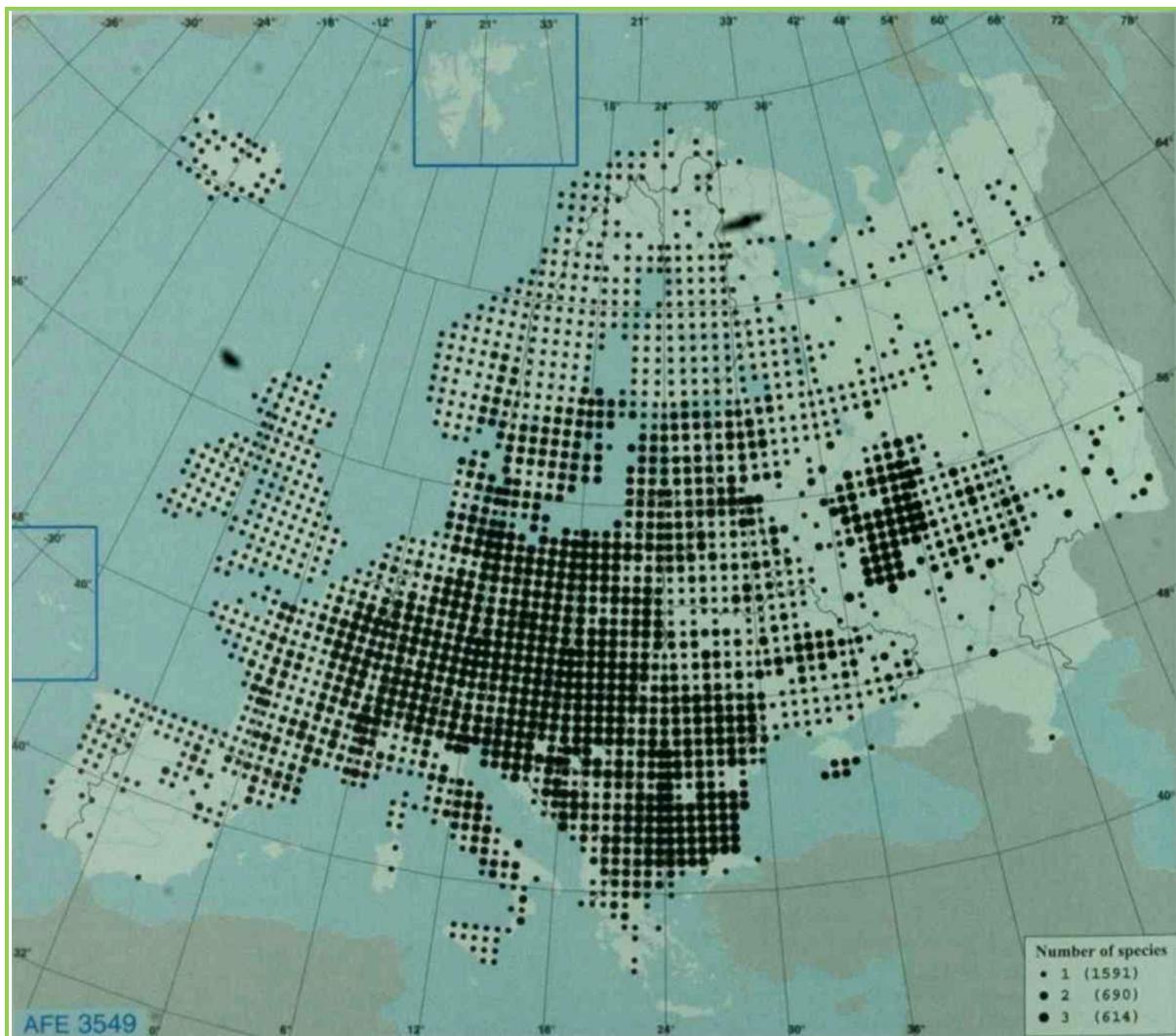


Abbildung 1: Verbreitung der Gattung *Fragaria* in Europa [5]

In der Antike war die Erdbeere als Heilpflanze unbekannt. Auch in den mittelalterlichen Kräuterbüchern wurde sie nur vereinzelt aufgeführt. In der Volksmedizin wurden die Blätter aber häufig als Heilmittel bei Durchfall verwendet. Die jüngeren Blätter der Pflanze dienten als Ersatz für Schwarzen Tee [6].

Die Inhaltsstoffe der Erdbeerblätter sind phenolische Säuren (Salicylsäure, Zimtsäure, Kaffeesäure und Chlorogensäure), Gerbstoff (oligomere Proanthocyanidine) sowie Quercetin, Quercitrin, 2,2 % Rutosid (*Rutin*) und (+)-*Catechin* [7]. Das ätherische Öl der Blätter und Früchte von *Fragaria x ananassa* enthält Naphthalinderivate [8].

Anwendungsgebiete in der Volksmedizin sind: äußerlich bei Ausschlägen, zur Behandlung von Magen- Darm-Katharren, Durchfall, Darmträgheit, Lebererkrankungen, Gelsucht, Katharren der Luftwege, Gicht, Rheuma, Nervosität, Nierenleiden, Erkrankungen der Harnwege, Grießleiden, Steinleiden, als harntreibendes Mittel, zur Unterstützung von Herz und Kreislauf, bei Fieber gegen Nachtschweiß, zur „Blutreinigung“, Förderung des Stoffwechsels, bei Blutarmut, als Stärkungsmittel, als menstruationshemmendes Mittel und zur Unterstützung bei Gewichtsabnahme [6].

Die therapeutisch relevante Wirkung von Erdbeerblättern ist in erster Linie durch die entzündungshemmende Wirkung der Gerbstoffe gegeben. Die Gerbstoffe reagieren mit den Proteinen von entzündeten Schleimhäuten. Dabei entsteht eine Schutzschicht vor toxischen Substanzen [7]. Deshalb werden Zubereitungen aus Walderdbeerblättern häufig bei leichten Durchfällen, insbesondere bei Kindern, sowie zum Gurgeln bei Entzündungen des Halses, der Mundschleimhaut und des Zahnfleisches verabreicht. Diese Anwendungsgebiete sind aufgrund des Gerbstoffgehalts plausibel, aber die Wirksamkeit ist nicht ausreichend dokumentiert [8].

Häufig wird auch eine diuretische Wirkung von Walderdbeerblättern erwähnt. Der Grund dafür ist, dass ein nicht näher beschriebener Blattextrakt bei Hunden eine als energisch und anhaltend bezeichnete Diurese bewirkt. Bei Ratten hatte eine wässrige Abkochung der Blätter entsprechend einer Dosierung von 1 g Droge /kg KG nach p.o. Gabe jedoch keinen nennenswerten Einfluss auf die Diurese [8].

Ein aus 0,5 g getrockneten Blättern mit 20 ml 50prozentigem Ethanol hergestellter Extrakt hemmt in einer Konzentration von 100 µL/2,5 ml Medium die proteolytische Aktivität des Enzyms Elastase um 85%. Angaben zur Wirkung einer Positivkontrolle fehlen jedoch [8].

Da die Wirksamkeit bei allen Anwendungsgebieten noch nicht ausreichend belegt ist, kann eine therapeutische Anwendung nicht befürwortet werden. *Fragariae folium* wird ausschließlich in der Volksmedizin verwendet. Wegen unzureichender pharmakologischer und klinischer Datenlage gibt es derzeit kein zugelassenes Fertigarzneimittel mit definierter Indikation [6]. Gegen eine Anwendung als Fülldroge in Teemischung bestehen keine Einwände [8]. Die Anwendung von Erdbeerblättern in Tees und teeähnlichen Erzeugnissen ist überwiegend dem Lebensmittelbereich zuzuordnen [6].

Für die innerliche Anwendung beträgt die empfohlene mittlere Tagesdosis 3 g Droge. Äußerlich wird eine Abkochung als Gurgelmittel bei Halsentzündungen angewandt [7].

Unerwünschte Wirkungen können bei Personen mit Allergie gegen Erdbeerfrüchte in Form von Überempfindlichkeitsreaktionen auftreten [7].

Neue Studien zeigen, dass Erdbeerblätter aufgrund der vielversprechenden pharmakologischen Effekte zukünftig nicht mehr nur als Fülldroge Anwendung finden werden. Deshalb sind einheitliche Qualitätsstandards unerlässlich.

In neueren Studien steigt das Interesse an Pflanzenextrakten mit hohem antioxidativem Potential. Aus mehreren Studien geht hervor, dass Erdbeerblätter gute Radikalfänger sind und sich als Alternative zu grünem Tee und Rotwein, den bisher wahrscheinlich besten Antioxidantienquellen in der menschlichen Ernährung, anbieten würden. Sie beinhalten im Gegensatz zu grünem und schwarzem Tee kein Coffein, das in hohen Dosen Hypertension, Dehydrierung, Angstzustände und Schlaflosigkeit bewirken kann. Auch weisen sie im Gegensatz zu Rotwein keine lebertoxische Wirkung auf [9].

Außerdem wurde analysiert ob Extrakte mit hohem Polyphenolgehalt (Flavonoide, Tannine) *E. coli* vor den bakteriostatischen und bakteriziden Effekten von Wasserstoffperoxid und Menadion schützen und Veränderungen in der Genexpression durch ihre antioxidativen Fähigkeiten verhindern können. Dabei zeigte *Fragaria vesca*, sowie *Rosa majalis*, *Sanguisorba officinalis*, *Alchemilla vulgaris* und *Artemisia dracunculus* das höchste Potential [10].

Auch die Haltbarkeit von Fischölen kann durch den Zusatz von Erdbeerblattextrakt verlängert werden, da die Lipidoxidation verzögert wird [11].

Beim Vergleich des vasodilatatorischen Potentials von *Crataegus oxyacantha* und eines wässrigen Auszugs der Blätter von *Fragaria vesca* auf das Herz zeigten sich annähernd gleiche Effekte. Beide Pflanzen senken somit das Risiko cardiovaskulärer Erkrankungen [12].

Ziel der vorliegenden Diplomarbeit war auf Basis der bereits vorhandenen Monographie von *Fragariae folium* im Deutschen Arzneimittelcodex [13] eine neue Monographie für das Österreichische Arzneibuch auszuarbeiten, da es für die Anwendung in Arzneimitteln keinen verbindlichen Qualitätsstandard für Erdbeerblätter gibt.

Um die mikro- und makroskopischen Eigenschaften sowie den chemischen Fingerprint der in Österreich heimischen Erdbeeren zu erfassen sollten Wildsammlungen durchgeführt werden und Handelsproben analysiert werden.

Um eine klare Abgrenzung zu nahe verwandten Gattungen, die als mögliche Verfälschung von *Fragariae folium* nicht auszuschließen sind, vornehmen zu können, sollten auch Vergleichsuntersuchungen mit relevanten Arten der Gattungen *Potentilla*, *Rubus* und *Agrimonia* durchgeführt werden.

2 Material und Methoden

2.1 Material

2.1.1 Sammlung von Pflanzenmaterial

Das Hauptsammelgebiet von *Fragaria* erstreckte sich vom Wiener Becken bis zum Leithagebirge. Abbildung 2 zeigt die Erdbeersammelplätze nach Arten unterschieden auf einer Karte markiert. Zusätzliche Proben wurden in Tirol und Deutschland gesammelt. Die einzelnen Proben wurden mit Hilfe der Österreichischen Exkursionsflora [2] bestimmt. Der Großteil der *Potentilla*-Arten wurde von Christoph Dobeš, Department für Pharmakognosie der Universität Wien, zur Verfügung gestellt.

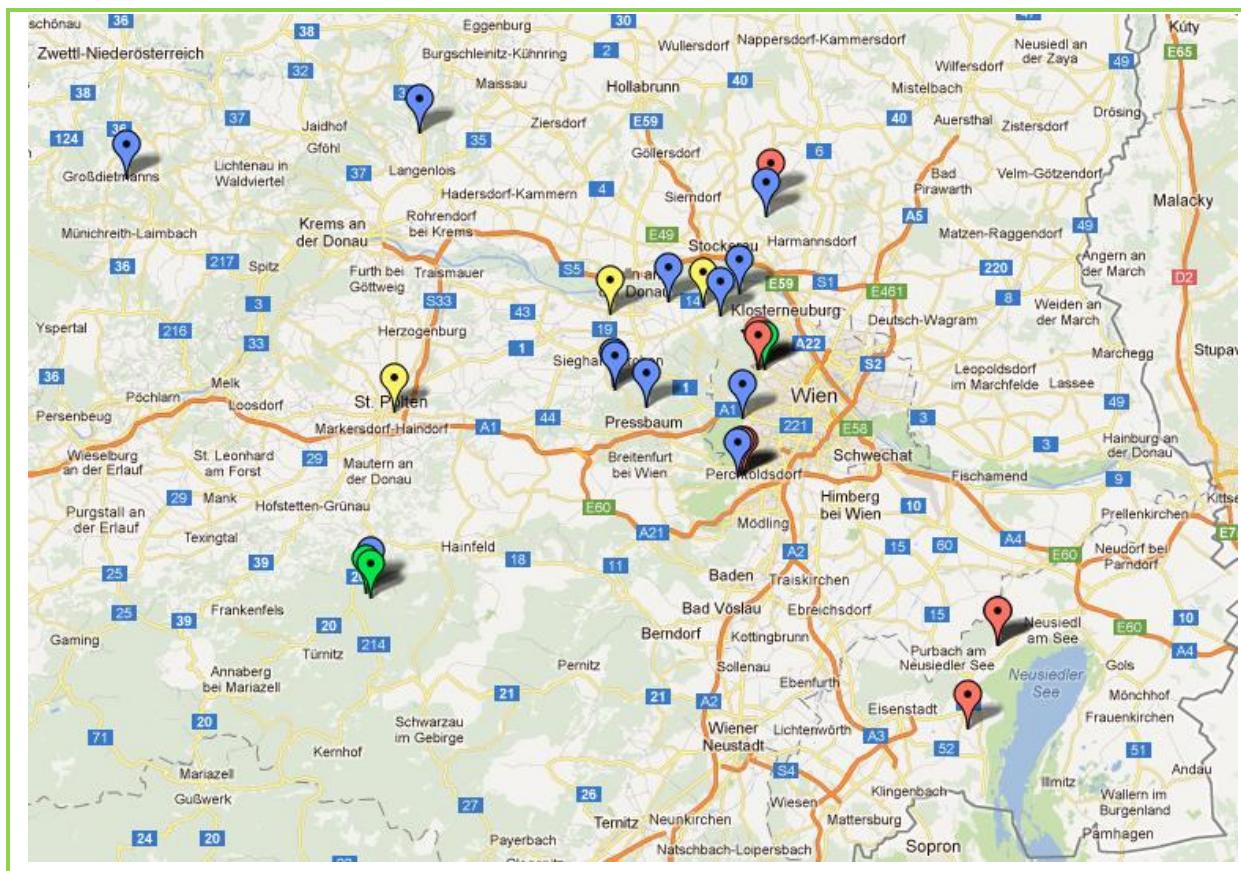


Abbildung 2: Erdbeersammelplätze – *Fragaria x ananassa* ist gelb, *Fragaria moschata* grün, *Fragaria vesca* blau und *Fragaria viridis* rot dargestellt.

Das Sammeln von unterschiedlichen *Fragaria*- (Tabelle 1) und *Potentilla*-Arten (Tabelle 2) erfolgte von Ende April bis Anfang Juli 2011. Nach dem Sammeln wurden die Blätter luftgetrocknet.

Die Initialen der einzelnen Sammler stehen für: C D - Christoph Dobeš, B H - Birgit Hones, V KA - Valerie Klatte-Asselmeyer, W K - Wolfgang Kubelka, R L - Reinhard Länger, S Ö - Silvester Ölzant, J S - Johannes Saukel, B S - Bernadette Scheller, R S - Reinhard Stark.

Tabelle 1: *Fragaria* Quellen und Sammelorte

Probennr.	Stammpflanze	Fundort	Datum	Sammler
11066093-001	<i>F. x ananassa</i>	Tulln, Erdbeerfeld	03.06.11	B S
11066092-001	<i>F. x ananassa</i>	St. Pölten, Erdbeerfeld	03.06.11	B S
11066094-001	<i>F. x ananassa</i>	Erdbeerfeld Zeiselmauer	03.06.11	B S
11065820-001	<i>F. moschata</i>	Lilienfeld, Muckenkogl, Hütte	01.05.11	B S
11065825-001	<i>F. moschata</i>	Lilienfeld, Muckenkogl, oben trocken	01.05.11	B S
11065833-001	<i>F. moschata</i>	Lilienfeld, Muckenkogl, oben nass	01.05.11	B S
11065815-001	<i>F. moschata</i>	1190 Wien, Neustift am Walde	23.04.11	B S
11066080-001	<i>F. vesca</i>	Irenental, Rauchengern	12.04.11	B S
11065817-001	<i>F. vesca</i>	St. Andrä-Wördern, Hagenbachklamm	25.04.11	B S
11066072-001	<i>F. vesca</i>	1130 Wien, Lainzer Tiergarten	23.04.11	B S
11066084-001	<i>F. vesca</i>	Haselbach, Michelberg	24.04.11	B S
11065834-001	<i>F. vesca</i>	Rappoltenkirchen, Hecke	22.04.11	B S
11065835-001	<i>F. vesca</i>	Rappoltenkirchen, Garten	22.04.11	B S
11065836-001	<i>F. vesca</i>	Rappoltenkirchen, Kuhweide Brunner	22.05.11	B S
11065837-001	<i>F. vesca</i>	Rappoltenkirchen, Kuhweide Ille	11.05.11	B S
11066078-001	<i>F. vesca</i>	Langenlebarn, Straßenrand	24.04.11	B S
11066146-001	<i>F. vesca</i>	Perchtoldsdorfer Heide, Wiese im Föhrenwald	26.06.11	B S
11065812-001	<i>F. vesca</i>	Hadersfeld, Tempelbergwarte	24.04.11	B S
11065832-001	<i>F. vesca</i>	Lilienfeld, Muckenkogl, unten	01.05.11	B S
11065797-001	<i>F. vesca</i>	Schönberg/ Kamp	01.05.11	R L
11065803-001	<i>F. vesca</i>	Ochsenthal bei Hammelburg, D	20.04.11	V KA
11065804-001	<i>F. vesca</i>	Siebentischwald bei Augsburg, D	17.04.11	V KA
11065810-001	<i>F. vesca</i>	Langschlag, Bruderndorfer Wald	01.07.10	B H
11072979-007	<i>F. vesca</i>	Lechtaler Alpen, Bernhardseck, Jöchlgrund, Hirschhals	05. - 07.11	W K, JS
11066074-001	<i>F. viridis</i>	Niederhollabrunn, Garten	24.04.11	B S
11067410-001	<i>F. viridis</i>	1190 Wien, Neustift am Walde	14.05.10	R L
11066142-001	<i>F. viridis</i>	Perchtoldsdorfer Heide	26.06.11	B S
11066144-001	<i>F. viridis</i>	Perchtoldsdorfer Heide Waldrand	26.06.11	B S
11066086-001	<i>F. viridis</i>	Oslip (Burgenland)	04.06.11	B S
11066087-001	<i>F. viridis</i>	Purbach 2	04.06.11	B S
11066091-001	<i>F. viridis</i>	Purbach 1	04.06.11	B S

Tabelle 2: *Potentilla*-Quellen und Sammelorte

Probennr.	Stammpflanze	Fundort	Datum	Sammler
11072979-005	<i>P. anserina</i>	Arzneipflanzengarten, Department für Pharmakognosie der Universität Wien	07.07.11	
11072979-008	<i>P. aurea</i>	Lechtaler Alpen, Bernhardseck	07.07.11	W K, JS
11072979-009	<i>P. erecta</i>	Lechtaler Alpen, Hirschhals	06.07.11	W K, JS
11072979-006	<i>P. erecta</i>	Stmk/NÖ, Ostkamm des Harterkogels	13.07.11	R L
11065808-001	<i>P. incana</i>	Donau-Oder-Kanal, Großenzersdorf	05.04.11	R L
11065806-001	<i>P. incana</i>	Herzogenburg/Traismauer, Getzersdorf	10.04.11	R L
11066141-001	<i>P. indica</i>	Unter Tullnerbach	23.03.11	B S
11072979-011	<i>P. indica</i>	1130 Wien, Stranzenberggasse	07.07.11	S Ö
11066141-002	<i>P. indica</i>	Stmk, 8161 Weiz	02.07.11	R S
11072979-002	<i>P. pusilla</i>	Arzneipflanzengarten, Department für Pharmakognosie der Universität Wien	07.07.11	

11072979-004	<i>P. recta</i>	Arzneipflanzengarten, Department für Pharmakognosie der Universität Wien	07.07.11
11066065-001	<i>P. reptans</i>	Langenlebarn, neben Bahn	24.04.11 B S
11066069-001	<i>P. reptans</i>	1130 Wien, Lainzer Tiergarten	23.04.11 B S
11072979-010	<i>P. reptans</i>	St. Pölten	23.06.11 R L
11072979-003	<i>P. thuringiaca</i>	Arzneipflanzengarten, Department für Pharmakognosie der Universität Wien	07.07.11
11072979-001	<i>P. velutina</i>	Arzneipflanzengarten, Department für Pharmakognosie der Universität Wien	07.07.11

2.1.2 Ziehung von Handelsmustern

Es wurden Handelsmuster von *Agrimoniae herba*, *Anserinae herba*, *Fragariae folium*, *Rubi idaei folium* und *Rubi fruticosi folium* durch die AGES gezogen. Einen Überblick gibt Tabelle 3.

Tabelle 3: Handelsmuster von *Agrimoniae hb.*, *Anserinae hb.*, *Rubi fruticosi fol.*, *Rubi idaei fol.* und *Fragariae fol.*

Probennr.	Bezeichnung	Herkunft	Chargenr.
10064986-001	<i>Fragariae fol.</i>	Mag. E. Doskar, 1010 Wien, Schottenring	744285
10109287-001	<i>Fragariae fol.</i>	Mag. Kottas	9080113#1
10086270-001	<i>Fragariae fol.</i>	Kwizda	025055
11082499-003	<i>Fragariae fol.</i>	Schutzenengel Apotheke, Hauptstr. 4, 7082 Donnerskirchen	203B110224
11082499-004	<i>Fragariae fol.</i>	Phönix Sonnenland Apotheke Altenburgstr. 20/4, 7100 Neusiedl am See	KL-17422/10
11082499-005	<i>Fragariae fol.</i>	Kwizda, Marien- Apotheke, Hauptstr. 56, 7000 Eisenstadt	25055
11082499-002	<i>Fragariae fol.</i>	Alfred Galke, am Bahnhof 1, 37534 Gittelde	18234
11082499-001	<i>Fragariae fol.</i>	Kottas Herba Chemosan Apotheke AG, Haidstr. 4, 1110 Wien	P710080243
10051799-001	<i>Fragariae fol.</i>	Mag. Kottas	KLA 91015
10090113-001	Gartenerdbeere ganz	Alfred Galke, am Bahnhof 1, 37534 Gittelde	0000011277
10090127-001	Gartenerdbeere geschnitten	Alfred Galke, am Bahnhof 1, 37534 Gittelde	0000011277
10090136-001	Walderdbeere ganz	Alfred Galke, am Bahnhof 1, 37534 Gittelde	0000011460
11082504-001	<i>Rubi fruticosi fol.</i>	Kottas Herba Chemosan Apotheke AG, Haidstr. 4, 1110 Wien	P10307200
11082504-002	<i>Rubi fruticosi fol.</i>	Alfred Galke, am Bahnhof 1, 37534 Gittelde	18060
11082504-003	<i>Rubi fruticosi fol.</i>	Herba, Apotheke zum Granatapfel der Barmherzigen Brüder Esterhazystr. 26, 7000 Eisenstadt	KLA 90069
11082497-001	<i>Rubi idaei fol.</i>	Kottas Herba Chemosan Apotheke AG, Haidstr. 4, 1110 Wien	W10201079

11082497-002	Rubi idaei fol.	Caelo Herba Chemosan Apotheke AG, Haidstr. 4, 1110 Wien	10013402
11082497-003	Rubi idaei fol.	Alfred Galke, am Bahnhof 1, 37534 Gittelde	17910
11082506-001	Agrimoniae hb.	Kottas, Herba Chemosan Apotheke AG, Haidstr. 4, 1110 Wien	W10201340
11082506-002	Agrimoniae hb.	Alfred Galke, am Bahnhof 1, 37534 Gittelde	15739
11082506-003	Agrimoniae hb.	Kwizda Marien- Apotheke, Hauptstr. 56, 7000 Eisenstadt	42035
11072979-012	Anserinae hb.	Kottas, Herba Chemosan Apotheke AG, Haidstr. 4, 1110 Wien	181080806
11072979-013	Anserinae hb.	Alfred Galke, am Bahnhof 1, 37534 Gittelde	16865
11072979-014	Anserinae hb.	Kwizda Marien- Apotheke, Hauptstr. 56, 7000 Eisenstadt	948105

2.2 Methoden

2.2.1 Makroskopische und mikroskopische Untersuchung

Die makroskopische Charakterisierung der gesammelten Erdbeerproben und der Handelsmuster (Tabelle 1 und Tabelle 3) wurden mit einer Stereolupe (Nikon SMZ 1000), bei 8- und 10facher Vergrößerung durchgeführt.

Bei der makroskopischen Untersuchung wurden folgende Schnittdrogen miteinander verglichen:

- Agrimoniae herba bestehend aus den blühenden Sprossspitzen von *Agrimonia eupatoria*
- Anserinae herba bestehend aus den ganzen oder zerkleinerten Blättern und Blüten von *Potentilla anserina*
- Rubi idaei folium bestehend aus den Blattstücken von *Rubus idaeus*
- Rubi fruticosi folium bestehend aus den unregelmäßigen Blattstücken von *Rubus fruticosus*
- Fragariae folium bestehend aus den Blattstückchen von *Fragaria vesca*, *Fragaria x ananassa*, *Fragaria moschata* und *Fragaria viridis*

Die mikroskopische Charakterisierung erfolgte mit einem Leica DM2500 Mikroskop. Vor dem Mikroskopieren wurden die Proben mit Chloralhydrat R aufgekocht und einem Tropfen 85 prozentigem Glycerin versetzt, um Auskristallisierung zu verhindern.

Es wurden Blattquerschnitte und Flächenpräparate angefertigt. Bei den Flächenpräparaten der *Fragaria*-Arten und *Potentilla indica* wurden Stomata, Drüsenhaare, Deckhaare, Calciumoxalatdrusen und -einzelkristalle vermessen, um mikroskopische Unterschiede zwischen den morphologisch so ähnlichen Pflanzen zu ermitteln.

Weiters wurden die Handelsmuster Gartenerdbeere (10090127-001) und Walderdbeere (10090136-001) mit den gesammelten *Fragaria*-Arten verglichen, um Übereinstimmungen und Unterschiede mit den vom Hersteller angegebenen Artbezeichnungen herauszufiltern.

Die Merkmale der Handelsproben wurden mit Hilfe bestehender Literatur [14] überprüft.

2.2.2 Trocknungsverlust

Die gesammelten Erdbeerblätter sowie die Handelsmuster wurden mittels einer Ultrazentrifugalmühle (ZM 100 Retsch ®) gemahlen.

Nach Ph. Eur. 2.2.32 wurde 1,000 g gepulverte Droge (710) in einem zuvor im Labormuffelofen (Haraeus M 104) konstant geglühten Tiegel eingewogen. Danach wurde 2 Stunden im Trockenschrank (VENTICELL - Komfort MMM Medcenter Einrichtung GmbH) bei 105°C getrocknet und 30 Minuten im Exsikkator zum Auskühlen gelagert. Anschließend wurde der Trocknungsverlust bestimmt [13].

Mit den Probenummern 10086270-001, 10109287-001, 10090136-001, 10062173-001, 10090127-001 und 10090113-001 wurde eine Dreifachbestimmung, mit den restlichen Handelsmustern (11082499-001, 11082499-002, 11082499-003, 11082499-004, 11082499-005) eine Doppelbestimmung durchgeführt.

2.2.3 Asche

Die Aschebestimmung erfolgte nach Ph. Eur. 2.4.16.

Der Tiegel, bei dem der Trocknungsverlust bestimmt wurde, wurde über dem Bunsenbrenner zur Rotglut erhitzt und anschließend bei 600°C im Muffelofen bis zur Massekonstanz geglüht.

Mit den Probenummern 10086270-001, 10109287-001, 10090136-001, 10062173-001, 10090127-001 und 10090113-001 wurde eine Dreifachbestimmung, mit den restlichen Handelsmustern (11082499-001, 11082499-002, 11082499-003, 11082499-004, 11082499-005) eine Doppelbestimmung durchgeführt.

2.2.4 Dünnschichtchromatographie

2.2.4.1 Auswahl eines DC-Systems für *Fragaria sp.*

Zur Herstellung der Untersuchungslösung wurde 1,0 g gepulverte Droge (710) mit 10 ml Methanol R 10 Minuten lang im Wasserbad bei 60°C extrahiert und nach dem Erkalten filtriert. 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin in 10 ml Methanol R gelöst dienten als Referenz [13].

Als stationäre Phase wurden TLC-Silica Gel 60 F₂₅₄ 20 x 20 cm und HPTLC-Silica Gel 60 F₂₅₄ 10 x 20 cm Platten verwendet. Die Proben wurden mit Hilfe von Mikropipetten aufgetragen. Die Bahnbreite betrug jeweils 1 cm. Die aufgetragene Menge und Länge der Laufstrecke war je nach Platte unterschiedlich. Tabelle 4 gibt einen Überblick darüber.

Tabelle 4: Unterschiede in Auftragemenge und Laufstreckenlänge

	Referenz	Probe	Laufstrecke
DC	10 µl	15 µl	10 cm
HPTLC	5 µl	10 µl	7 cm

Um ein optimales DC-System auszuwählen zu können, wurden mehrere Fließmittelmischungen getestet. Ein Überblick ist in Tabelle 5 zu sehen. Als Orientierung dienten Monographien von flavonoidhaltigen Drogen des Europäischen Arzneibuch und DAC.

Tabelle 5: DC-Systeme-Überblick; T = Teile

	Ethylacetat	Wasser	Wasserfreie Ameisensr.	Essigsr. 99%
System 1 DAC Fragariae folium [13]	72T	14T	7T	7T
System 2 DAC Anserinae herba [13]	80T	12T	8T	-
System 3 Ph. Eur. Agrimoniae herba [15]	80T	10T	10T	-

Die DC's wurden in Doppelstegkammern durchgeführt. Zur Kammersättigung wurde die vordere Kammer mit ca. 15 ml Fließmittel gefüllt und die Platte in die zweite Kammer gestellt. Nach 30 Minuten wurden ca. 15 ml Fließmittel in die Kammer mit der Platte gegeben.

Zur Detektion und Auswertung wurden die Platten bis zum Verschwinden des Lösungsmittelgeruchs bei 100 bis 105°C auf die Heizplatte gelegt und anschließend in noch heißem Zustand besprüht. Als Sprühreagenzien wurden eine 1 prozentige methanolische Diphenylboryloxyethylamin und eine 5 prozentige methanolische Macrogol 400 R Lösung verwendet. Beim Besprühen mit methanolischer Diphenylboryloxyethylaminlösung werden die Flavonoide sichtbar gemacht. Durch die methanolische Macrogollösung wird die Färbung und Fluoreszenz intensiviert und stabilisiert. Nach dem Besprühen erfolgte die Detektion bei weißem Licht und 365 nm [13].

Die DC-Platten wurden mittels eines DC-Scanners (CAMAG Reprostar 3) fotografiert.

Von folgenden Proben wurden DC's gemacht: 10064986-001, 10086270-001, 10090113-001, 10090127-001, 10090136-001, 10109287-001, 11065806-001, 11065808-001, 11065808-001, 11065812-001, 11065815-001, 11065817-001, 11065817-001, 11065820-001, 11065825-001, 11065825-001, 11065832-001, 11065832-001, 11065833-001, 11065833-001, 11065834-001, 11065835-001, 11065836-001, 11065837-001, 11065837-001, 11066065-001, 11066069-001, 11066072-001, 11066074-001, 11066074-001, 11066078-001, 11066080-001, 11066084-001, 11066086-001, 11066086-001, 11066087-001, 11066091-001, 11066092-001, 11066093-001, 11066093-001, 11066094-001, 11066094-001, 11066141-001, 11066142-001, 11066144-001, 11066146-001, 11067410-001, 11067410-001, 11072979-001, 11072979-002, 11072979-003, 11072979-004, 11072979-005, 11072979-006, 11072979-007, 11072979-008, 11072979-009, 11072979-010, 11072979-011, 11072979-012, 11072979-012, 11072979-013, 11072979-014, 11082497-001, 11082497-001, 11082497-002, 11082497-002, 11082497-003, 11082499-001, 11082499-001, 11082499-002, 11082499-003, 11082499-004, 11082499-005, 11082504-001, 11082504-001, 11082504-002, 11082504-003, 11082506-001, 11082506-002 und 11082506-003.

2.2.4.2 Verunreinigung in *Fragaria* sp.- Proben

Zur Klärung der Frage, ob man Verunreinigungen mit *Potentilla anserina* in Erdbeerproben mittels DC identifizieren kann, wurden unterschiedliche Mischungsverhältnisse (Tabelle 6) von *Fragaria*-Handelsproben (11082499-004) mit *P. anserina*-Handelsproben (11072979-014) auf eine DC-Platte

aufgetragen. Die einzelnen Arbeitsschritte stimmen mit den in Kapitel 2.2.4.1 beschriebenen überein. Als Fließmittel wurde System 3 [Ethylacetat/ wasserfreie Ameisensäure/ Wasser (80/10/10)] verwendet.

Tabelle 6: Mischungsverhältnisse von *Fragariae fol.* mit *Anserinae hb.* (F/P)

Bahn 1	Bahn 2	Bahn 3	Bahn 4	Bahn 5	Bahn 6	Bahn 7
Referenz	1/0 F/P	8/2 F/P	6/4 F/P	4/6 F/P	2/8 F/P	0/1 F/P

2.2.5 Identitätsprüfung der Handelsproben von *Fragariae folium*

Auf Basis der von den gesammelten Erdbeerblattproben gewonnenen Daten wurden die *Fragaria*-Handelsmuster makro- und mikroskopisch, sowie mittels DC überprüft. Bei folgenden Proben wurden Identitätsprüfungen durchgeführt: 10064986-001, 10109287-001, 10086270-001, 11082499-001, 11082499-002, 11082499-003, 11082499-004 und 11082499-005.

2.2.6 Gehaltsbestimmung

Da es sich bei *Fragariae folium* um eine Gerbstoffdroge handelt, wurde der Gerbstoffgehalt berechnet als Pyrogallol bestimmt. Zur Entwicklung einer Arbeitsvorschrift für die Bestimmung des Gerbstoffgehalts von *Fragariae folium* wurden Monographien des Europäischen Arzneibuches von anderen gerbstoffhaltigen Blatt- und Krautdrogen als Ausgangsbasis herangezogen.

Tabelle 7: Gerbstoffhaltige Blatt- und Krautdrogen aus dem Europäischen Arzneibuch

	Einwaage	Siebnummer
Alchemillae herba (Frauenmantelkraut) [15]	0,500 g	355
Agrimoniae herba (Odermennigkraut) [15]	1,000 g	180
Hamamelidis folium (Hamamelis Blätter) [16]	0,750 g	180

Danach wurde die Bestimmung mittels photometrischer Hautpulvermethode, wie in 2.8.14 Ph. Eur. [15] beschrieben, durchgeführt. Alle Extraktions- und Verdünnungsschritte erfolgten unter Lichtschutz.

1,0 g Drogen (355) wurde in einem 250 ml Rundkolben mit 150 ml Wasser, 30 Minuten am Wasserbad erhitzt, um alle wasserlöslichen Polyphenole (Gesamtpolyphenole) zu extrahieren. Danach wurde die Mischung unter fließendem Wasser abgekühlt, in einen 250 ml Rundkolben überführt und auf 250 ml verdünnt. Nach dem Absetzen der Feststoffe wurde filtriert. Die ersten 50 ml wurden verworfen.

Herstellung der Messlösung A₂ von durch Hautpulver nicht adsorbierbaren Polyphenolen:

10 ml Filtrat wurden mit 0,1 g Hautpulver CRS 60 Minuten in einem Becherglas, das mit einem Parafilm verschlossen wurde, mit Hilfe eines Magnetrührers stark durchmischt. Danach wurde das gegerbte Hautpulver abfiltriert und 5 ml Filtrat mit Wasser auf 25,0 ml verdünnt. Bei diesem Arbeitsschritt werden die mit Hautpulver gerbenden Polyphenole abgetrennt. Somit kann der Gehalt der nicht gebundenen Polyphenole bestimmt werden.

Herstellung der Messlösung A₁ für den Gesamt-Polyphenolgehalt:

5 ml Filtrat wurden mit Wasser zu 25,0 ml verdünnt. Aus der Differenz der Bestimmung der Gesamt-Polyphenole und der durch Hautpulver nicht adsorbierbaren Polyphenole (Rest-Polyphenole) berechnet man den Gehalt an gerbenden Polyphenolen.

Herstellung der Referenzlösung A₃:

50,0 mg Pyrogallol wurden mit Wasser auf 100,0 ml verdünnt. Davon wurden 5 ml mit Wasser auf 100 ml verdünnt. Dies darf erst unmittelbar vor der Bestimmung geschehen, da Pyrogallol in Lösung sehr licht- und oxidationsempfindlich ist.

Für die quantitative Bestimmung wird bei allen Gerbstoffdrogen Pyrogallol als Referenzsubstanz verwendet. Der Gehalt wird in Form von „berechnet als Pyrogallol“ angegeben.

Von allen 3 hergestellten Lösungen wurden jeweils 2 ml mit 1,0 ml Molybdat-Wolframat-Reagens und 10,0 ml Wasser gemischt. Danach wurde mit einer 29 prozentigen Natriumcarbonatlösung auf 25,0 ml aufgefüllt.

Durch die Polyphenole wird das Molybdat-Wolframat-Reagens zu „Molybdänblau“ und „Wolframblau“ reduziert.

Die Absorption wurde bei allen 3 Proben mit einem UV/ Vis Spektrometer Jasco V530 nach 30 min bei einer konstanten Wellenlänge von 760 nm gegen Wasser als Kompensationsflüssigkeit gemessen.

Der Gerbstoffgehalt wurden von folgenden Proben ermittelt: 10064986-001, 10086270-001, 10090113-001, 10090127-001, 10090136-001, 10109287-001, 11082499-001, 11082499-002, 11082499-003, 11082499-004, 11082499-005 und 11082504-001

2.2.7 Auswertung der gewonnenen Daten

2.2.7.1 t-Test

Zur statistischen Auswertung der Messdaten wurden t-Tests [17] durchgeführt. Ein t-Test ist ein statistischer Hypothesentest, mit dem überprüft werden kann, ob zwei Stichproben signifikant unterschiedlich sind. Es handelt sich dabei um einen parametrischen Test, d.h. eine Voraussetzung um den Test anwenden zu können ist, dass die Daten normalverteilt sind. Bei den vorhandenen Messdaten zeigte sich, dass bei den meisten Stichproben eine Normalverteilung gegeben ist. Bei Proben, wo Anzeichen erkennbar waren, dass diese nicht normalverteilt sind, wurde zusätzlich eine Überprüfung mit dem nicht parametrischen Wilcoxon Rangsummentest [18] durchgeführt, welcher keine Normalverteilung voraussetzt. Die Ergebnisse glichen denen des t-Tests, aus diesem Grund wurde der t-Test für alle Proben als hinreichend erachtet.

Für jedes erfasste Merkmal sind die p-Werte für jede Kombination von Arten in einer Tabelle zusammengefasst. Als Grenzwert für die Signifikanz wurde ein p-Wert von $\geq 0,05$ ausgewählt, da dies ein häufig verwendeter Grenzwert ist. Bei Fällen wo der Grenzwert überschritten wurde, d.h. wo kein signifikanter Unterschied besteht, sind die Felder in den Tabellen rot markiert.

2.2.7.2 Boxplot

Zum grafischen Vergleich der einzelnen Merkmale wurden Boxplots verwendet. Diese wurden ausgewählt, da sie für den gegebenen Zweck im Vergleich zu anderen Diagrammen (z.B. Histogramme oder Dichtediagramme) informativer und übersichtlicher sind.

In einem Boxplot sind folgende Informationen dargestellt (siehe auch Abbildung 3): Die Linie in der Mitte der Box stellt den Median dar, d.h. den mittleren Wert der Stichprobe. Die Enden der Box markieren das obere und untere Quartil (25%- und 75%-Quantil), d.h. innerhalb der Box liegen die mittleren 50% der Stichprobenwerte. Ausreißer sind als Punkte dargestellt. Die „Whisker“ grenzen den Bereich der Hauptmessergebnisse von dem der Ausreißer ab.

Für jedes Merkmal fasst eine Abbildung die Boxplots der *Fragaria*-Arten, zwei *Fragaria*-Handelsmuster und *Potentilla indica* zusammen. Dadurch erhält man einen guten Überblick darüber, welche Unterschiede zwischen den Arten bezüglich des untersuchten Merkmals bestehen. Die verschiedenen Gattungen, sowie Handelsmuster sind dabei farblich unterschiedlich markiert.

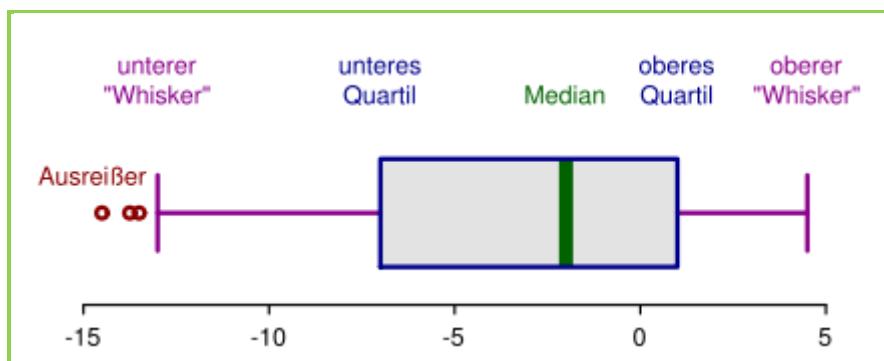


Abbildung 3: Schematische Darstellung eines Boxplots [19]

2.2.7.3 Statistische Verfahren

Um die Daten von den DC's in eine statistisch vergleichbare Form zu bekommen, wurde allen Banden eine Nummer und eine Farbe zugewiesen. Alle Banden mit derselben Positionierung (Laufstreckenlänge) erhielten die gleiche Nummer (Tabelle 8). Aufgrund der Information, welche Farbe in welcher Position vorhanden ist, wurden die Positions- Farbkombinationen in eine binäre Datenmatrix übergeleitet.

Empirische Daten liegen meist in einer hochdimensionalen Form vor. Beispielsweise hat jede DC-Laufstrecke mehrere Farbpositionen und Farbeigenschaften. Somit ist es nicht möglich, die Position der DC-Bande im zweidimensionalen Raum (also einer Grafik mit lediglich zwei Achsen) darzustellen. Verfahren wie die Hauptkomponentenanalyse oder die Multidimensionale Skalierung (die, sehr vereinfacht erklärt, eine verallgemeinerte Form der Hauptkomponentenanalyse ist und somit beispielsweise die Berücksichtigung von diversesten Distanzmaßen erlaubt) helfen, diese hochdimensionalen Datenpunkte auf einen wenigerdimensionalen (also sinnvollerweise zwei oder dreidimensionalen Raum) zu „projizieren“. Je geringer die Distanz zwischen zwei Proben ist, desto ähnlicher sind sie sich. Ist die Distanz Null, sind die Proben ident.

Tabelle 8: Ausschnitt aus dem ersten Schritt, die Daten für die DC's in eine statistisch auswertbare Form zu bekommen. In der obersten Zeile stehen die Positionen der Proben auf den DC-Platten. Die Nummern in der ersten Spalte geben die Position auf der Laufstrecke an. Die Abkürzung o steht für orange, b für blau, g für grün und ob für orange bis blau.

Nr.	21	32	31	33	97	36	22	98
1						1o	1o	1o
2	2o							
3								
4	4g	4g	4g	4g	4g	4o	4o	4o
5	5b	5b		5b	5b	5b	5b	5b
6	6ob	6o	6o	6ob	6ob	6ob	6ob	6ob
7						7o	7o	
8								
9	9b							
10								
11								
12								
13		13b	13b	13b	13b	13b	13b	
14								
15								

2.2.7.3.1 Hauptkomponentenanalyse (PCA)

Ein häufig angewandtes Verfahren zur Auswertung von pflanzlichen Fingerprints ist die PCA (Principal Component Analysis) [20] [21].

Die Hauptkomponentenanalyse oder englisch Principal Component Analysis (PCA) ist ein Verfahren der multivariaten Statistik. Sie dient dazu, umfangreiche Datensätze zu strukturieren, zu vereinfachen und zu veranschaulichen, indem eine Vielzahl statistischer Variablen durch eine geringere Zahl möglichst aussagekräftiger Linearkombinationen (die „Hauptkomponenten“) genähert wird. Der zugrundeliegende Datensatz hat typischerweise die Struktur einer Matrix [22].

Das der PCA zu Grunde liegende Ähnlichkeitsmaß entspricht der Euklidischen Distanz. Das führt dazu, dass die Objekte an den Achsenenden i.d.R. nur wenige Elemente gemein haben, dafür aber viele Null-Werte. Daher ist ihre Euklidische Distanz vergleichsweise gering, was zu verzerrten Abständen bzw. Rangfolgen der Objekte an den Gradientenenden führt. Folglich sind Matrices mit vielen „Doppel-Nullen“ problematisch. Die Euklidische Distanz ist eines der am meisten benutzten Distanzmaße. Es beruht auf dem Satz des Pythagoras. Die Formel für die euklidische Distanz lautet [23]:

$$\sqrt{\sum_{j=1}^p (y_{1j} - y_{2j})^2}$$

2.2.7.3.2 Multidimensionale Skalierung (MDS)

Die Multidimensionale Skalierung ist, ebenso wie die Hauptkomponentenanalyse, ein dimensionsreduzierendes Verfahren. Der Vorteil bei der MDS ist, dass man die Möglichkeit hat unterschiedlichste Distanzmaße zu verwenden. Um die gleichen Ergebnisse zu erhalten, müsste man bei der gleichen Anzahl an Dimensionen die euklidische Distanz verrechnen. Aufgrund des binären Charakters der Datenmatrix können hier Jaccard Distanzen als Abstandsmaß verwendet werden. Dieses Distanzmaß ist eher ein Maß für die Ähnlichkeit zwischen zwei Objekten.

Der Jaccard-Ähnlichkeitsindex ist im Gegensatz zur euklidischen Distanz ein qualitatives (binäres) Maß, da die Häufigkeit der Arten keine Rolle spielt. Die Formel für den Jaccard-Ähnlichkeitsindex lautet:

$$S = \frac{a}{a + b + c}$$

Die Variable a steht für die Anzahl der gemeinsam in zwei Aufnahmeflächen auftretenden Arten, während b und c die Anzahl der nur in der einen oder anderen Aufnahmeflächen auftretenden Arten sind [23].

2.2.7.3.3 Hierarchisches Clustern

Eine andere oft angewandte Methode pflanzliche Fingerprints zu analysieren ist hierarchisches Clustern. Dabei werden Dendrogramme (Bäume) erstellt, aus denen ersichtlich ist, wie sehr sich Proben ähneln bzw. unterscheiden [21]. In einer Gesamtmenge/gruppe mit unterschiedlichen Objekten, werden die Objekte, die sich ähnlich sind, zu Gruppen (Clustern) zusammengefasst. Beim hierarchischen Clustern werden Untergruppen in Gruppen beschrieben [24].

3 Ergebnisse

3.1 Arbestimmung von *Fragaria* sp. und *Potentilla indica*

Die Bestimmung der gesammelten Erdbeeren erfolgte mit Hilfe der Österreichischen Exkursionsflora [2]. Da die Erdbeerblätter während der Blütezeit gesammelt wurden, konnten folgende Merkmale zur Bestimmung herangezogen werden:

F. x ananassa

- Laubblätter derb, zerstreut behaart oder kahl

F. moschata

- Endzahn der Blättchen (1/2) 2/3 - 1 Mal so breit wie die Nachbarzähne
- Nachbarzähne nicht/ kaum sichelförmig zum Endzahn hin gebogen
- Nachbarzähne überragen Endzahn nur selten
- mittleres Blättchen der Laubblätter sitzend oder gleich lang bis wenig länger gestielt als die beiden seitlichen Blättchen
- Blättchen US locker aufwärts abstehend behaart, meist kurz gestielt
- Blütenstand (3) 7 - 14 (24) Blüten, Blütenstiel (abwärts) bis abstehend behaart

F. vesca

- Blättchen US dicht angedrückt behaart, sitzend
- Blütenstand (2) 3 - 6 (10) Blüten, Blütenstiele aufwärts anliegend behaart

F. viridis

- Endzahn der Blättchen 1/3 - 1/2 so breit wie die Nachbarzähne
- Nachbarzähne sichelförmig zum Endzahn hin gebogen
- Nachbarzähne überragen Endzahn meist
- mittleres Blättchen der LB deutlich länger gestielt als die beiden seitlichen Blättchen
- oberseits +/- dicht behaart
- Blütenstand (1) 3 - 6 (8) Blüten, Blütenstiele aufwärts anliegend bis aufwärts abstehend behaart

Die Behaarung der Blütenstiele ist für die Bestimmung wesentlich, da eine Artunterscheidung nur aufgrund der Blätter nicht möglich ist.

Bei *Potentilla indica* (Abbildung 8) sind die Blattzähne der Fiederblättchen deutlich breiter, auch die Deckhaare sind breiter und kürzer als bei allen *Fragaria*-Arten.

Abbildung 4-7 zeigen die für die Bestimmung der unterschiedlichen *Fragaria*-Arten verwendeten Merkmale. Die Ergebnisse der bestimmten Pflanzen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

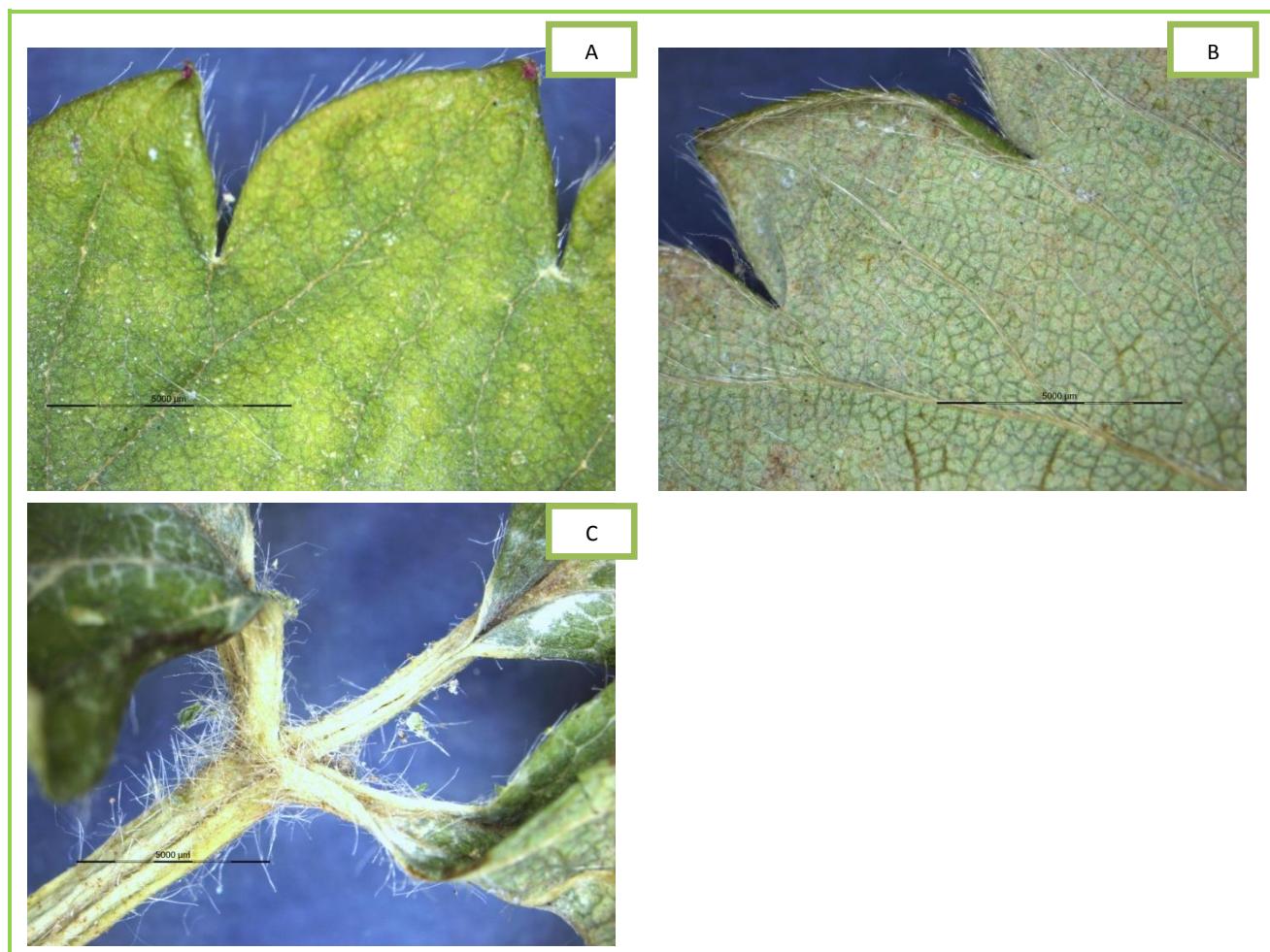


Abbildung 4: Charakteristische Merkmale von *Fragaria x ananassa* (11066092-001, St. Pölten, Erdbeerfeld). A Blattoberseite; B Blattunterseite; C Ansatz der Fiederblättchen am Blattstiel

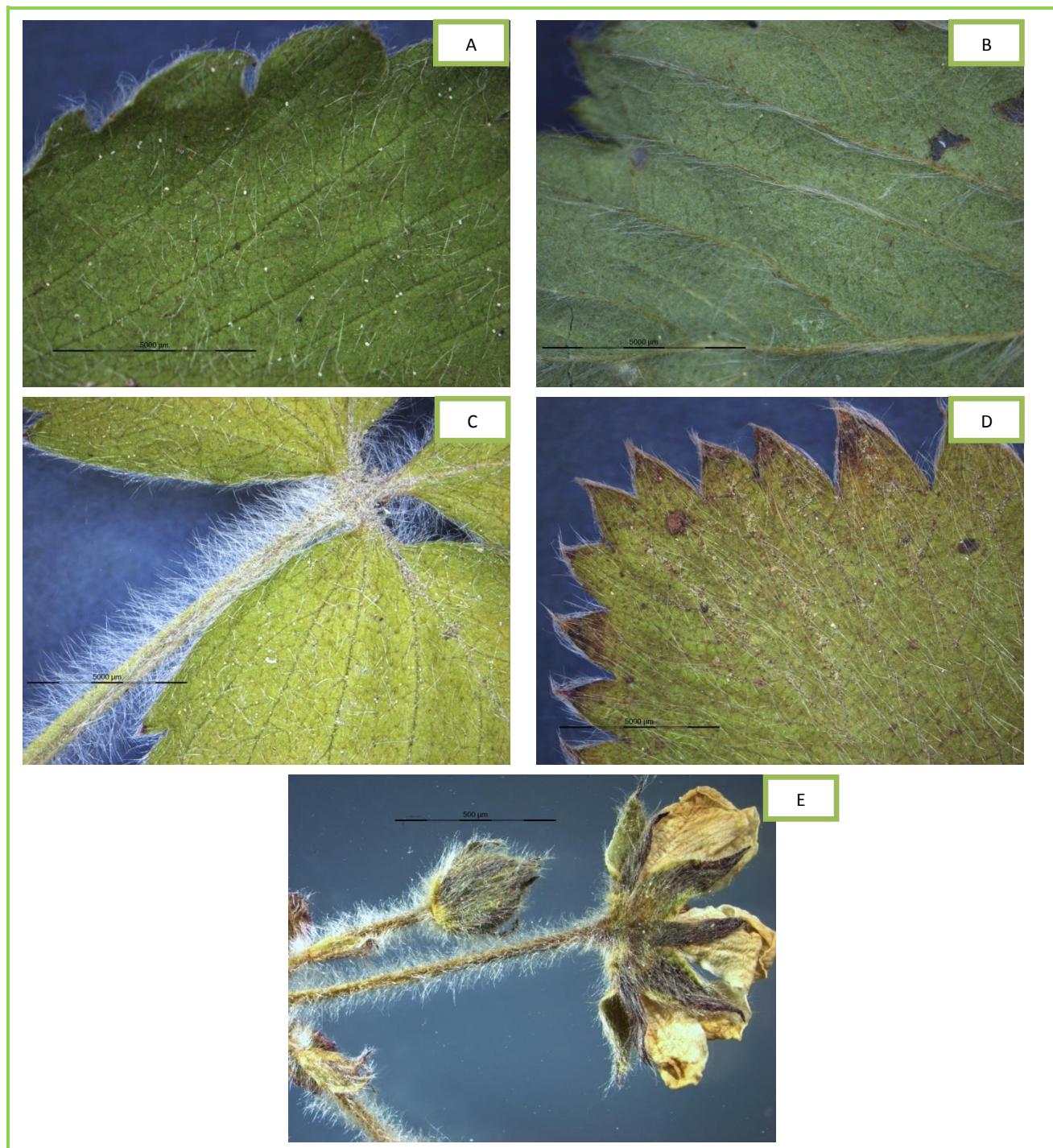


Abbildung 5: Charakteristische Merkmale von *Fragaria moschata* (11065820-001, Lilienfeld, Muckenkogl, Hütte). A Blattoberseite; B Blattunterseite; C mittleres Blättchen der LB sitzend oder gleich lang bis wenig länger gestielt als die beiden seitlichen Blättchen; D Blattzähne; E Blütenstiel

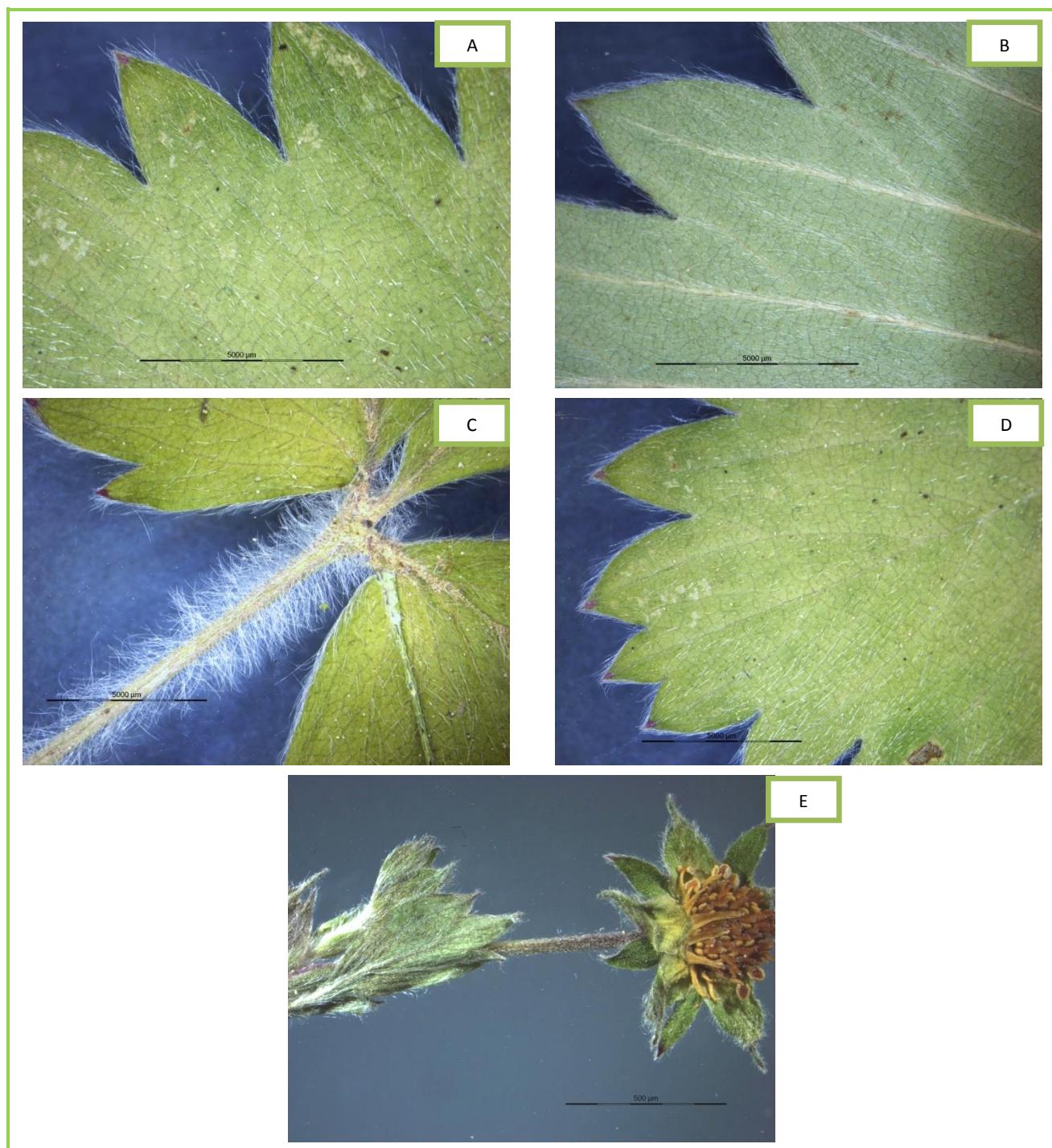


Abbildung 6: Charakteristische Merkmale von *Fragaria vesca* (11065803-001, Ochsenthal bei Hammelburg). A Blattoberseite; B Blattunterseite; C Blättchen sitzend; D Blattzähne; E Blütenstiel

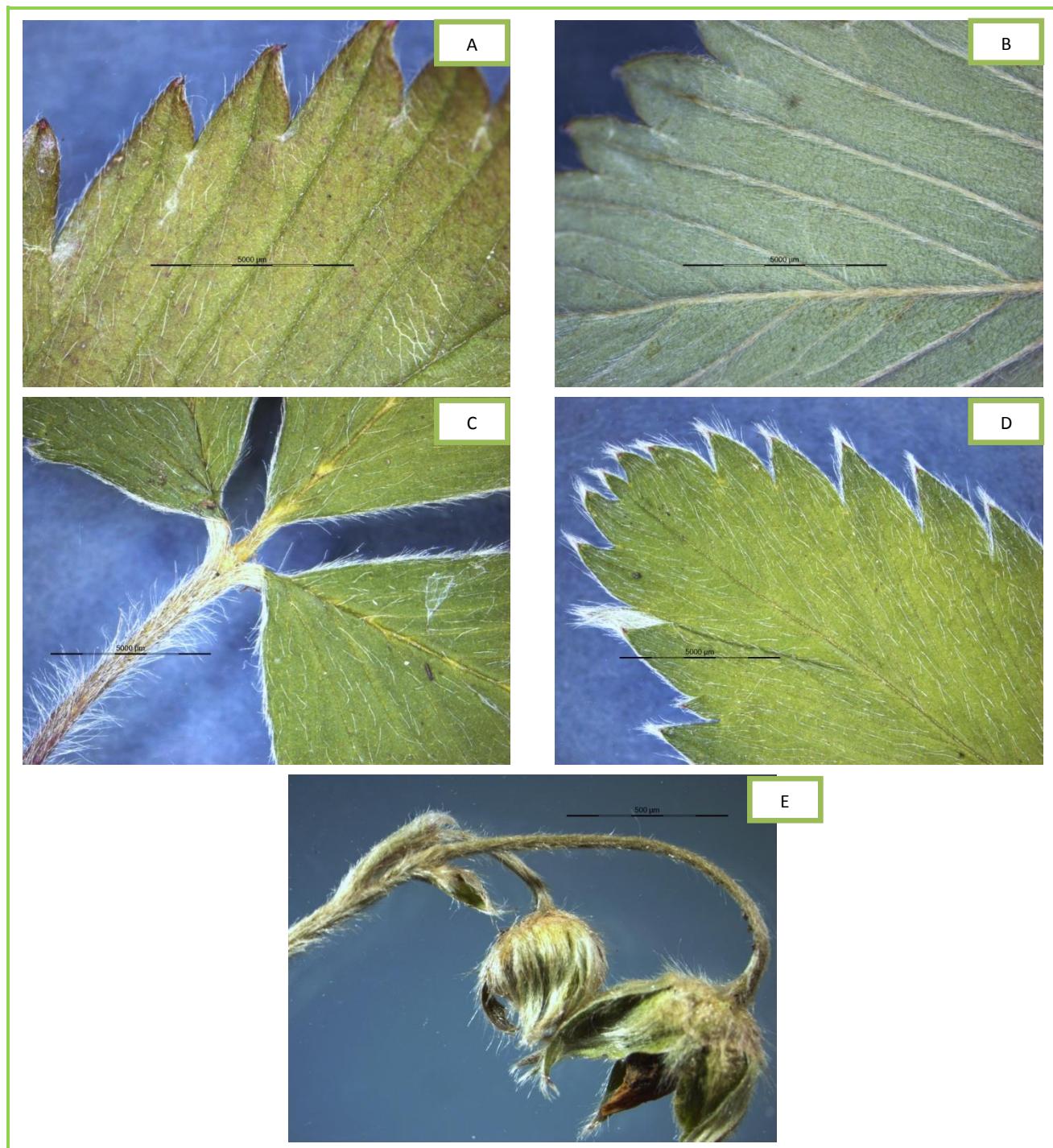


Abbildung 7: Charakteristische Merkmale von *Fragaria viridis* (11066142-001, Perchtoldsdorfer Heide). A Blattoberseite; B Blattunterseite; C mittleres Blättchen der LB deutlich länger gestielt als die beiden seitlichen Blättchen; D Blattzähne; E Blütenstiel

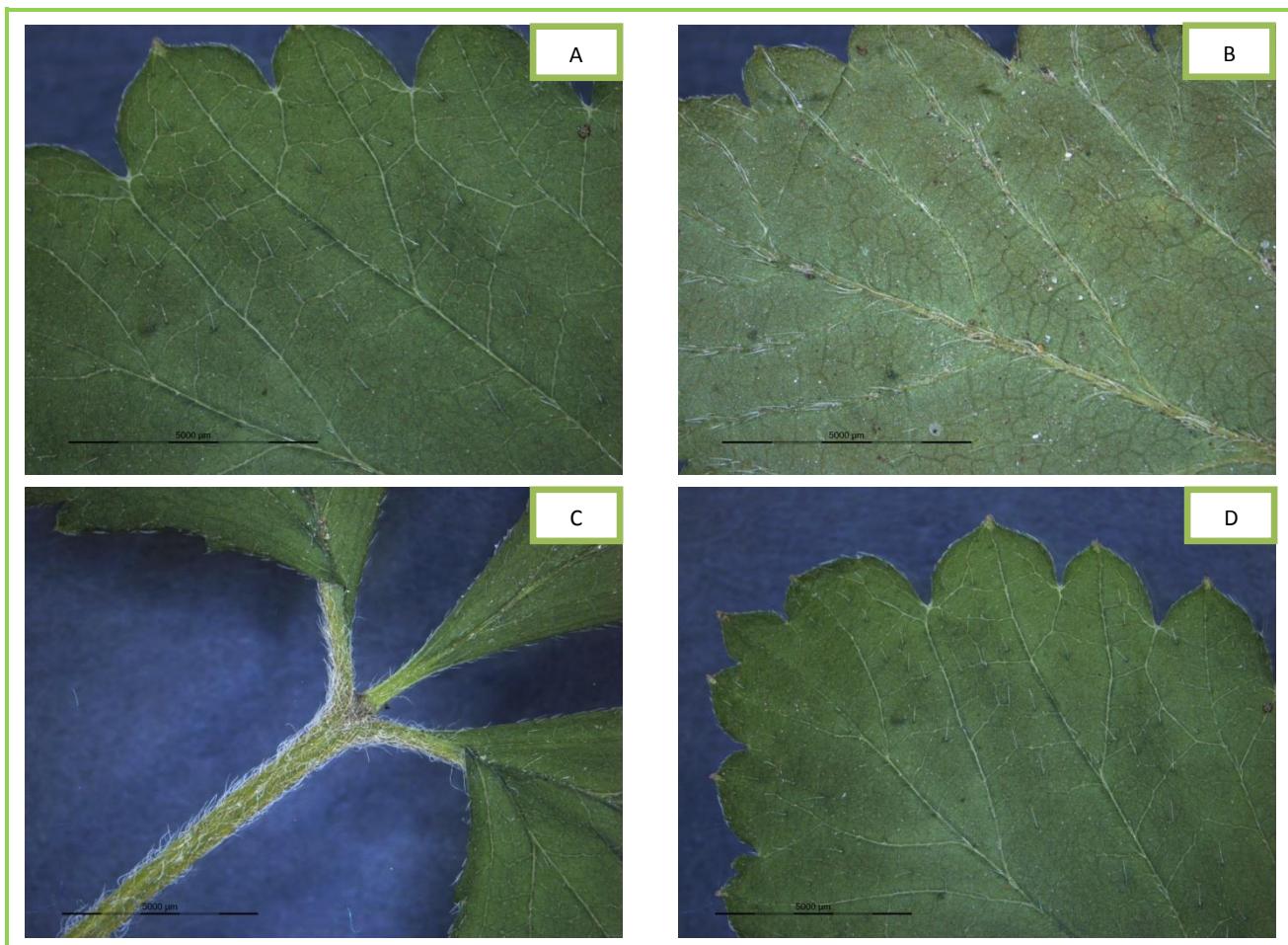


Abbildung 8: *Potentilla indica* (11066141_002, Stmk, 8161 Weiz). A Blattoberseite; B Blattunterseite; C Ansatz der Fiederblättchen am Blattstiel; D Blattzähne

3.2 Makroskopische Prüfung der Schnitt- und Pulverdroge

3.2.1 Beschreibung der Schnittdrogen

Die Schnittdrogen *Fragariae fol.*, *Agrimoniae hb.*, *Anserinae hb.*, *Rubi fruticosi fol.* und *Rubi idaei fol.* wurden makroskopisch miteinander verglichen.

Der erste auffälligste Unterschied zwischen *Rubi idaei fol.* und den anderen Schnittdrogen war bereits beim Herausleeren aus dem Probensäckchen zu bemerken, da diese Droge durch die dichte Behaarung klumpig zusammenhaftet. Nach dem Mahlen und anschließendem sieben war der wollige Siebrückstand bei *Rubi idaei fol.* höher als bei allen anderen untersuchten Drogen. Als Vergleichsmerkmale aller untersuchten Schnittdrogen sind die Blattoberseite und der gesägte Blattrand zu unspezifisch.

Die charakteristischen Merkmale von *Agrimoniae hb.* sind die rotbraunen, hohlen, behaarten Stängelstücke und die gelben Kronblätter, sowie die charakteristischen Kelchbecher und Steinfrüchte. *Anserinae hb.* kann man aufgrund der schwachen, abstehenden Behaarung auf der Oberseite und der im Gegensatz dazu starken, peitschenartig verflochtenen, dichten Haardecke auf der Blattunterseite leicht erkennen. *Rubi idaei fol.* besitzt einen charakteristischen niedrigen, dichten, silbergrauen Haarfiltz. *Rubi fruticosi fol.* kann man aufgrund der typischen Stacheln auf der Blattunterseite erkennen.

Fragariae fol. lässt sich aufgrund der typischen längsgefurchten grünlich oder rötlich bis violetten Stängelstücke, der stark eingesenkten Nervatur auf der Blattoberseite, der geringfügigen Behaarung und dem praktisch fehlenden Blüten- und Fruchtanteil (Abbildung 54) eindeutig identifizieren.

Einen Überblick über die Merkmale der miteinander verglichenen Schnittdrogen gibt Tabelle 9. Als Veranschaulichung des Aussehens und der Größe des Zerschneidungsgrades dienen Abbildung 10-13.

Tabelle 9: Schnittdrogenvergleich der Handelsmuster

	<i>Agrimoniae hb.</i>	<i>Anserinae hb.</i>	<i>Rubi idaei fol.</i>	<i>Rubi fruticosi fol.</i>	<i>Fragariae fol.</i>
organoleptisch	gewürhaft adstringierend, schwach bitter		kratzend, schwach bitter	schwach bitter	heuartig, schwach bitter
Stängelstücke/ Blattstiele	rotbraune, hohle, behaarte Stängelstücke	weichhaarige, runzlige, grüne bis bräunliche Stängelstückchen	große, grüne oder rötlich angelaufene Blattstiele und einzelne Stängelstückchen		längsgefurchte, grünlich oder rötlich- violett, +/- behaarte Stängelstücke
Blatt OS	dunkelgrün, dicht behaart	hell- bis dunkelgrün, schwach, abstehend behaart	dunkel- bis braungrün, schwach behaart	dunkelgrün, kahl	schwach behaart, stark eingesenkte Nervatur
Blatt US	hellgrün, dicht behaart	weißschimmernd, seidig bis dichtfilzig behaart	dichter, niedriger silbergrauer Haarfiltz	mattes grün, abstehend behaart, typische Stacheln	tlw. stärker behaart als OS (v.a. bei den parallel verlaufenden Nerven)
Blattrand	grob gesägt	scharf gesägt	bei einzelnen Blatteilen scharf gesägt		grob gesägt
Blüten/ Früchte	wenige gelbe Kronblätter, charakteristische Kelchbecher und Steinfrüchte	wenige gelbe Blütenteile			selten weiße Blüten und Früchte

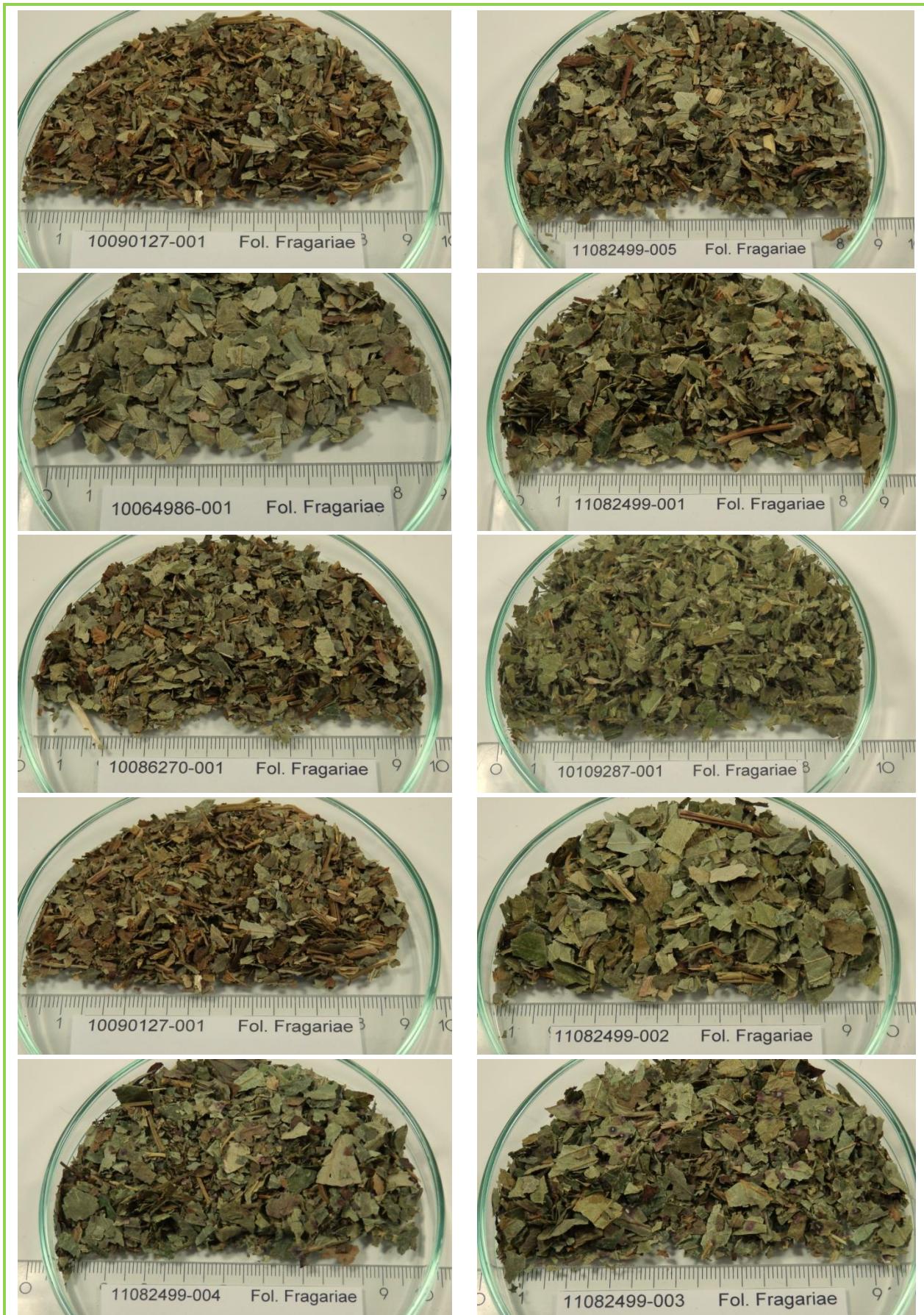


Abbildung 9: Fragariae fol.: Schnittdrogenhandelsmuster



Abbildung 10: Anserinae hb.: Schnittdrogenhandelsmuster



Abbildung 11: Rubi fruticosi fol.: Schnittdrogenhandelsmuster



Abbildung 12: *Rubi idaei* fol.: Schnittdrogenhandelsmuster



Abbildung 13: *Agrimoniae* hb.: Schnittdrogenhandelsmuster

3.2.2 Beschreibung der Pulverdroge

Das Pulver von *Fragariae fol.*, *Agrimoniae hb.*, *Anserinae hb.*, *Rubi fruticosi fol.* und *Rubi idaei fol.* wurde makroskopisch miteinander verglichen. Eine Unterscheidung nur aufgrund der makroskopischen Merkmale ist nicht möglich. Die Farbe des Pulvers von *Fragariae fol.* ist gelbgrün bis graugrün. Der Geruch ist schwach aromatisch und heuartig, der Geschmack ist würzig, adstringierend und schwach bitter. In Tabelle 10 sind die makroskopischen Merkmale der Pulver dargestellt.

Tabelle 10: Pulverfarbe, Geschmack und Geruch

Stammpflanze	Farbe	Geruch	Geschmack
<i>Fragariae fol.</i>	gelbgrün- graugrün	schwach aromatisch, heuartig	gewürhaft, adstringierend, schwach bitter
<i>Agrimoniae hb.</i>	gelbgrün	-	-
<i>Anserinae hb.</i>	graugrün	schwach	schwach adstringierend
<i>Rubi fruticosi fol.</i>	graugrün	aromatisch	scharf, adstringierend, schwach bitter
<i>Rubi idaei fol.</i>	graugrün	-	kratzend

3.3 Mikroskopische Prüfung der Schnitt- und Pulverdrogen

Im folgenden Kapitel werden die mikroskopischen Merkmale der gesammelten Erdbeerblätter aufgrund ihrer Art miteinander verglichen. Als zusätzliche Pflanze wurde *Potentilla indica* in den Vergleich miteinbezogen, da die Blätter morphologisch nur schwer von den Erdbeerblättern zu unterscheiden sind. Außerdem sind die Standortansprüche ähnlich, d.h. sie können nebeneinander am selben Standort vorkommen.

Weiters wurden die Handelsproben Gartenerdbeere (10090127-001) und Walderdbeere (10090136-001) mit den gewonnenen Vermessungsergebnissen der unterschiedlichen *Fragaria*-Arten verglichen. Gibt es Übereinstimmungen zwischen der als Gartenerdbeere deklarierten Handelsprobe und *F. x ananassa*, sowie zwischen der als Walderdbeere deklarierten Handelsprobe und *F. vesca*?

3.3.1 Mikroskopische Untersuchung der gesammelten Erdbeerblätter

3.3.1.1 Blattquerschnitt

Beim Erdbeerblatt handelt es sich um ein bifaciales Blatt. Der Aufbau ist wie folgt: obere Epidermis, zwei- bis dreischichtiges Palisadenparenchym, lockeres Schwammparenchym und untere Epidermis mit Spaltöffnungen. Wenn das Palisadenparenchym dreischichtig ist geht die dritte Schicht teilweise in Schwammparenchym über. Drüsenhaare sind sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite des Blattes zu finden. Calciumoxalatdrusen und -einzelkristalle sind im Schwamm- und Palisadenparenchym lokalisiert. In Abbildung 14 und Abbildung 15 sind Blattquerschnitte mit den typischen Merkmalen zu sehen.

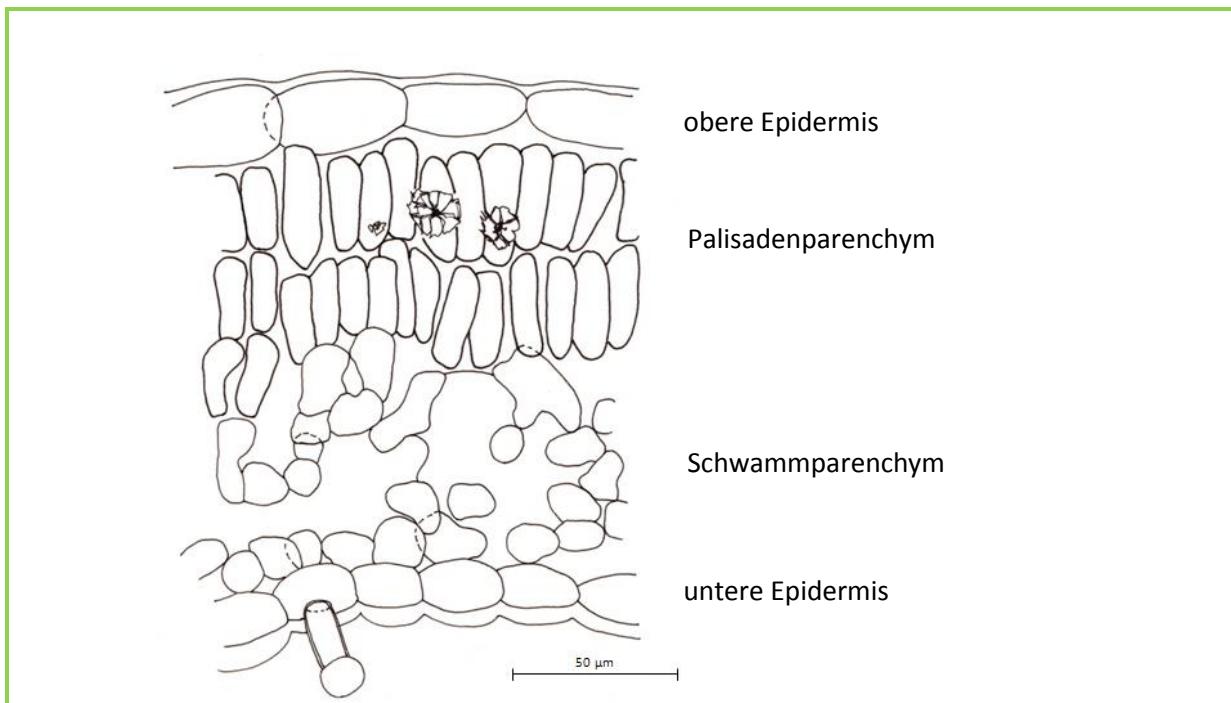


Abbildung 14: Blattquerschnitt-Übersicht: Obere Epidermis, 2- bzw. 3 schichtiges Palisadenparenchym mit Calciumoxalatdrusen, Schwammparenchym und untere Epidermis

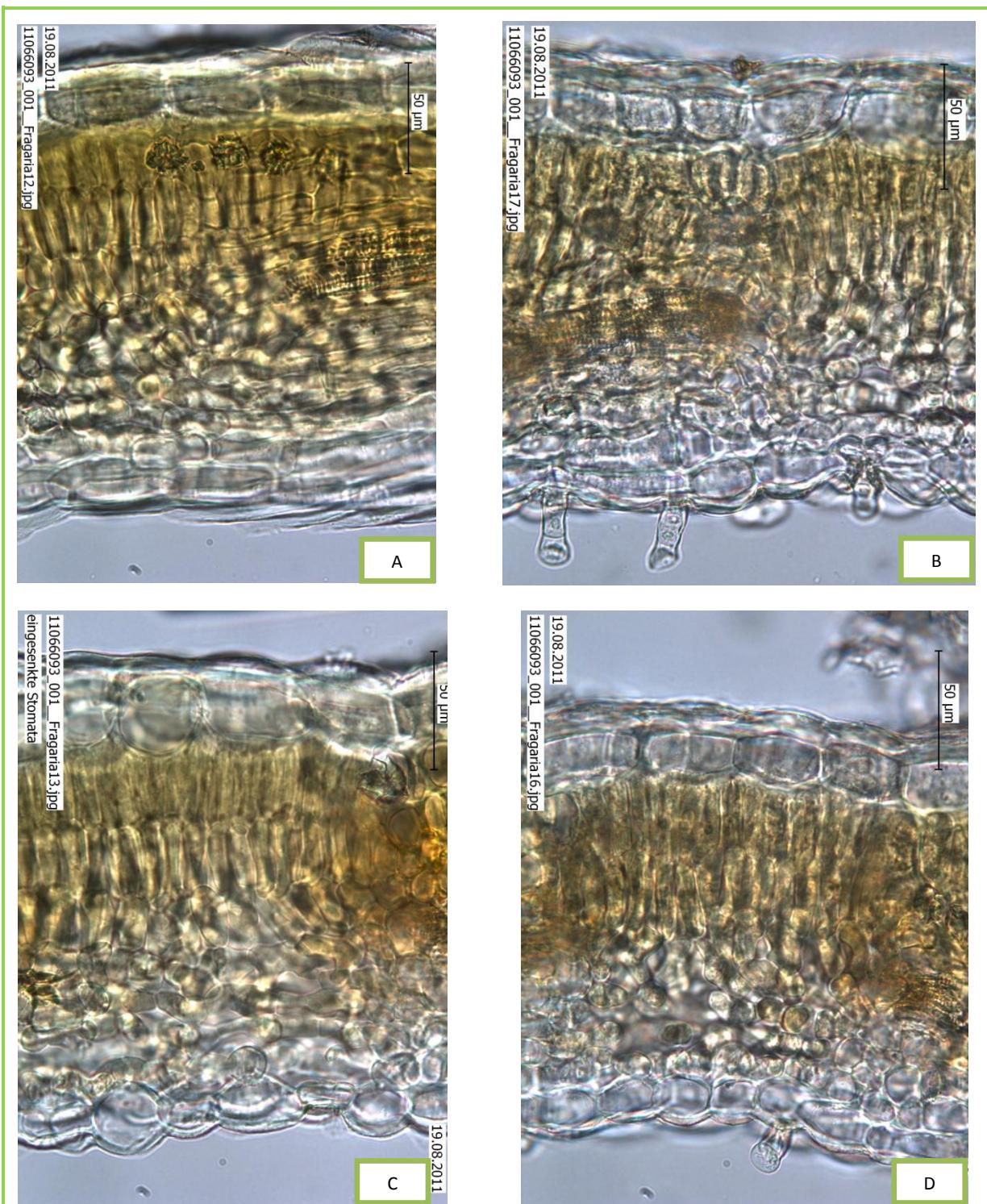


Abbildung 15: Blattquerschnitte von *Fragaria* sp.: A und B Drusen im Palisadenparenchym, Spaltöffnungen und Drüsenhaare auf der Blattunterseite; C sich in Schwammparenchym auflösendes Palisadenparenchym; D lockeres Schwammparenchym

3.3.1.2 Blattflächenpräparat

Auf der Blattoberseite befinden sich polygonale, meist getüpfelte Epidermiszellen, Stomata fehlen (Abbildung 16). Auf der Blattunterseite befinden sich anomocytische Spaltöffnungen und wellige Epidermiszellen, deren Gestalt auf den Blattnerven in eine polygonale, langgestreckte Form übergeht. Die Größe der Epidermiszellen ist auf beiden Seiten ähnlich. Entlang der Nerven befinden sich durchscheinende Reihen von Calciumoxalatdrusen und -einzelkristallen (Abbildung 17). Die Nervatur ist fiedrig. Die Kristalle sind im Schwamm- und Palisadenparenchym zu finden (Abbildung 18).

Die Deckhaare sind dickwandig, einzellig und tlw. mit Cuticularriss. Am Ende sind sie spitz. Das Lumen ist an der verdickten, getüpfelten Basis erweitert (Abbildung 18). Die Dichte der Deckhaare ist sehr unterschiedlich. Die Oberseite ist meist geringer behaart als die Unterseite. Alle Arten besitzen Deckhaare entlang der Nerven. *Fragaria x ananassa* ist fast kahl, bei *Fragaria moschata* ist die Blattunterseite locker aufwärts abstehend behaart, bei *Fragaria vesca* ist die Blattunterseite dicht angedrückt behaart und bei *Fragaria viridis* kann die Behaarung dicht bis locker sein.

Die Drüsenhaare bestehen aus einem einzelligen Köpfchen und einem einzellreihigen Stiel mit einer bis fünf Stielzellen. Der Hauptanteil ist entlang der Nerven lokalisiert (Abbildung 20). Auf der Unterseite sind sie zahlreicher zu finden als auf der Oberseite. Vor allem bei *F. x ananassa* sind nur sehr wenige Drüsensaare auf der Oberseite vorhanden. Beim Vergleich zwischen den wild gesammelten Erdbeerblättern und den Handelsproben ist zu bemerken, dass die Handelsproben deutlich weniger Drüsensaare besitzen.

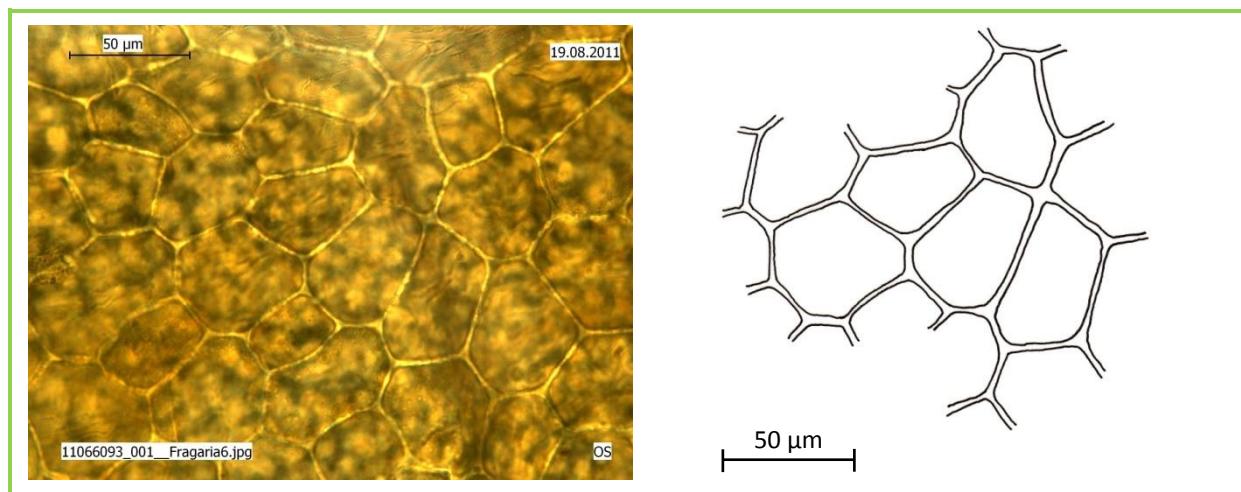


Abbildung 16: Blattoberseite mit polygonalen, getüpfelten Epidermiszellen; Vergrößerung: 40fach

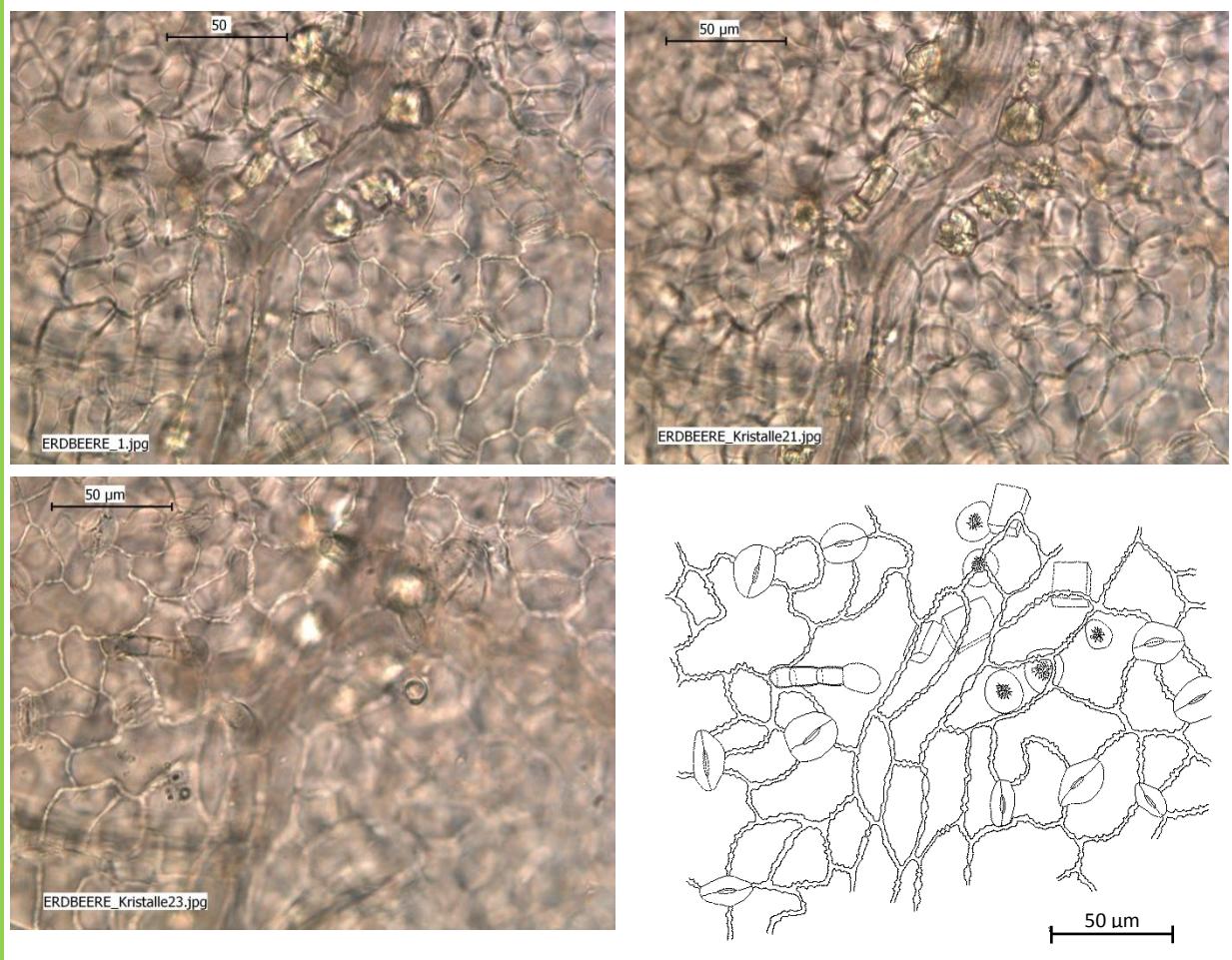


Abbildung 17: Blattunterseite mit welligen, getüpfelten Epidermiszellen und Stomata, sowie durchscheinende Reihen von Kristallen entlang der langgestreckten Nervenzellen

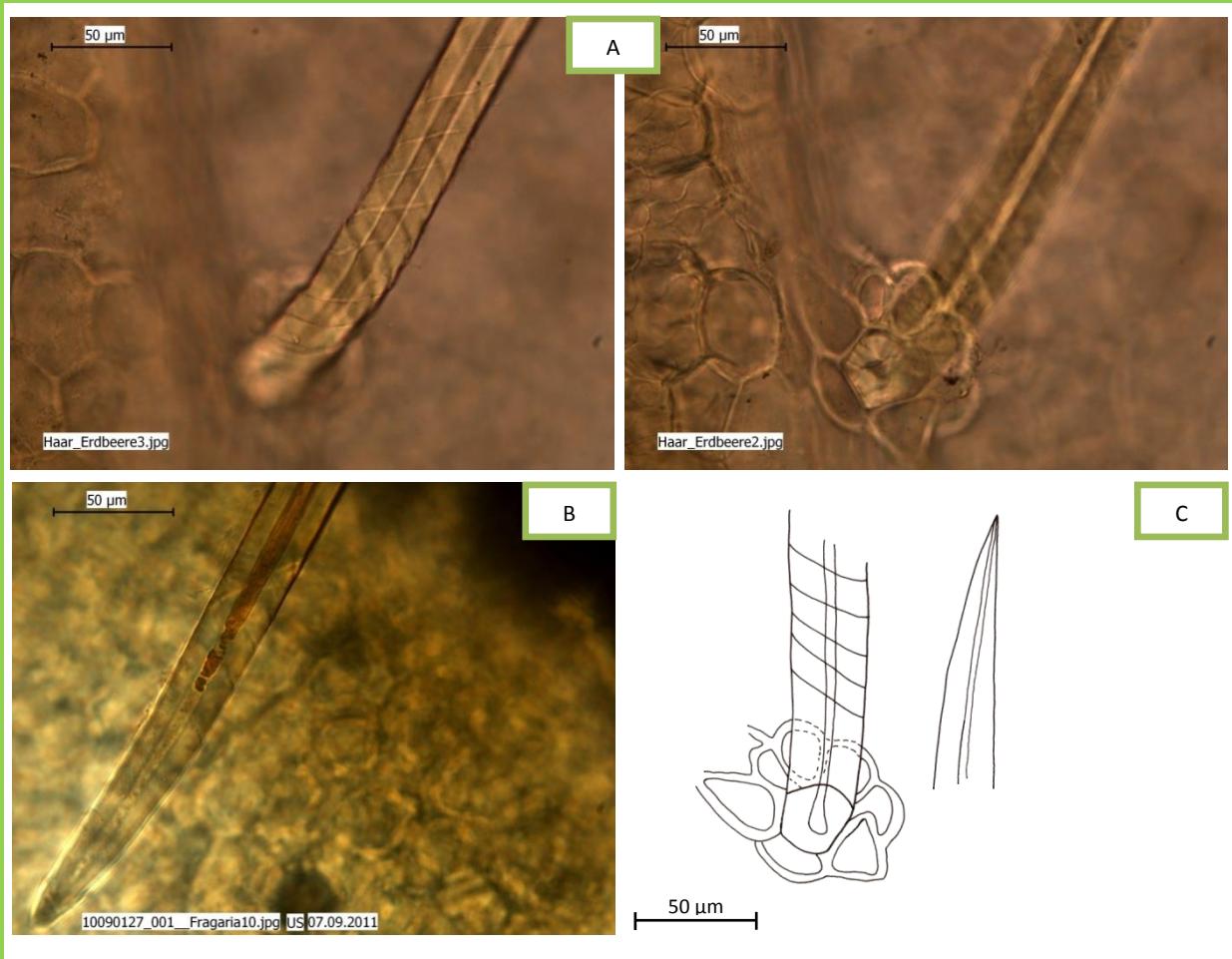


Abbildung 18: Deckhaare; A Basis; B Spitze; C Basis und Spitze

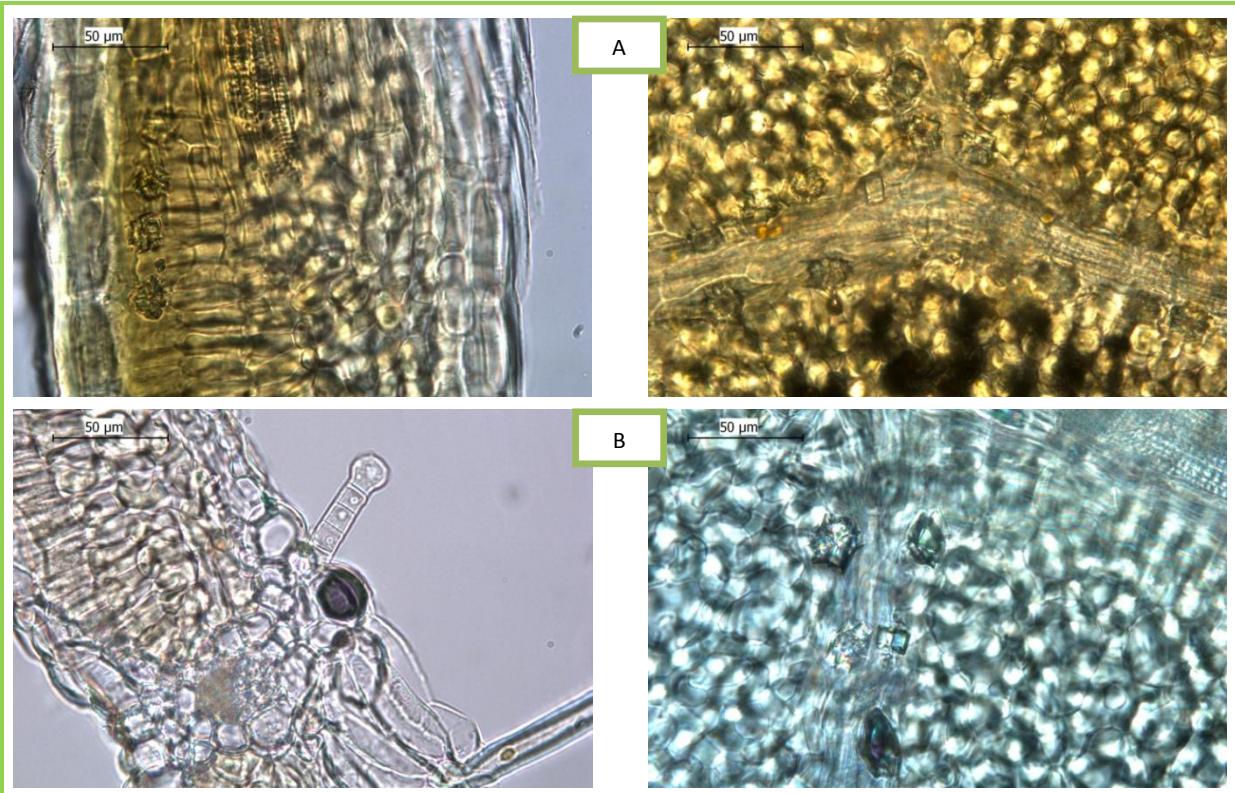


Abbildung 19: Kristalle entlang der Nerven: A Palisadenparenchym; B Schwammparenchym

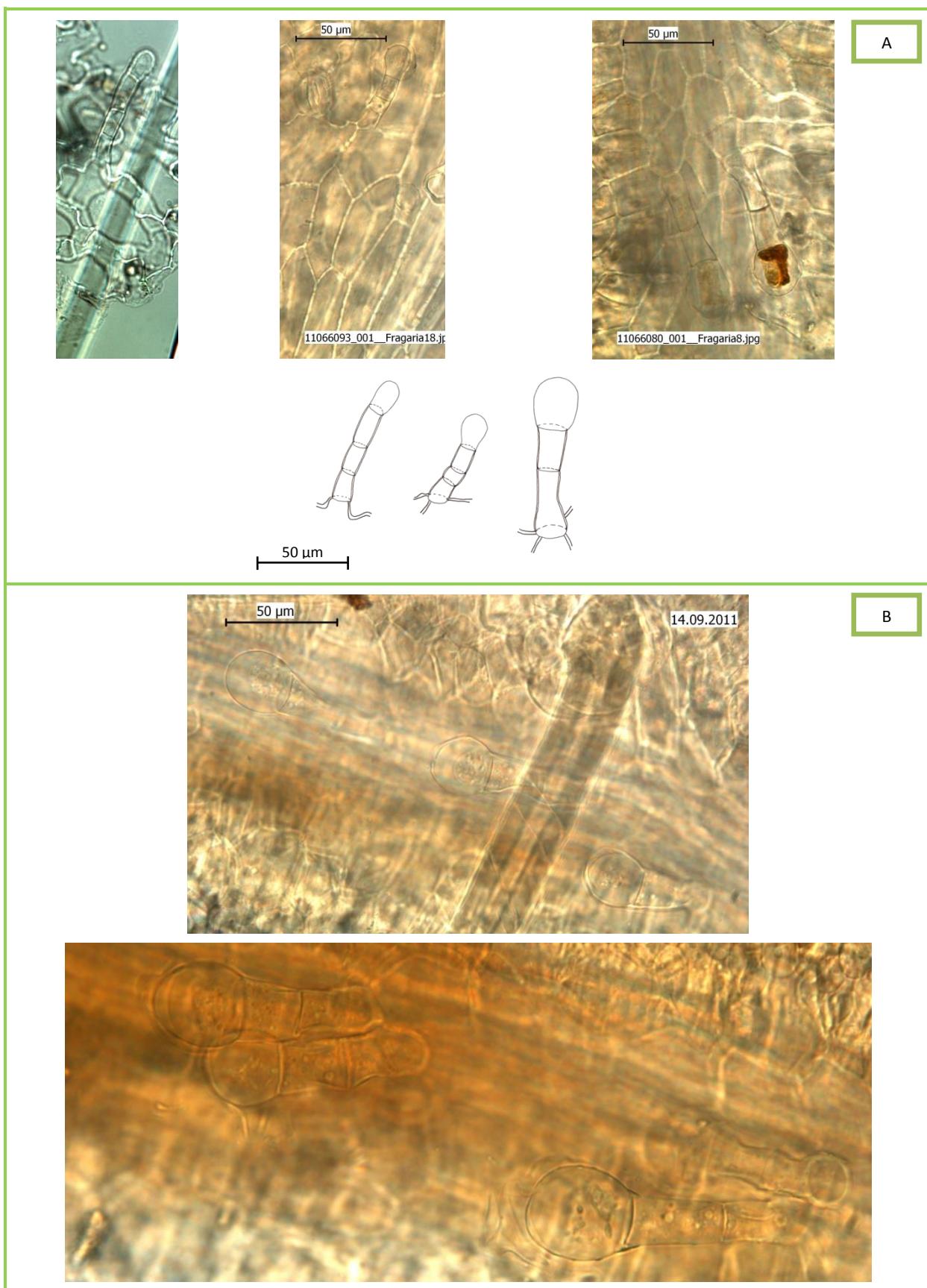


Abbildung 20: A Drüsenhaare; B Drüsenhaare kommen häufig entlang von Nerven vor

3.3.1.2.1 Abmessungen der Stomata

Stomata wurden nur auf der Unterseite von *Fragaria* sp. gefunden. Die Abmessungen der Stomata sind in Tabelle 12, die Ergebnisse des t-Tests in Tabelle 11 zusammengefasst.

Beim Vergleich der Stomatagrößen (Abbildung 21) zeigt sich, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen den einzelnen *Fragaria*-Arten gibt. *Fragaria x ananassa* (25,12 µm) hat die größten Stomata, *Fragaria viridis* (15,26 µm) die kleinsten.

Vergleich Handelsprobe Gartenerdbeere (10090127-001) mit *Fragaria x ananassa*:

Zwischen den beiden Proben besteht ein signifikanter Unterschied ($p = 0,010$). Die größte Ähnlichkeit hat die Handelsprobe mit *Fragaria moschata* ($p = 0,235$) und *Fragaria vesca* ($p = 0,351$).

Vergleich Handelsprobe Walderdbeere (10090127-001) mit *Fragaria vesca*:

Zwischen den beiden Proben besteht kein signifikanter Unterschied ($p = 0,834$) bezüglich der Stomatagröße.

Die beiden Handelsmuster zeigen bei der Stomatagröße keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,490$).

Vergleich der Erdbeerproben mit *Potentilla indica*:

Potentilla indica besitzt auf beiden Seiten des Blattes Stomata, die Abmessungen der Stomata auf der Unterseite unterscheiden sich zu allen Arten, außer zu *F. x ananassa* ($p = 0,930$), signifikant. Die Größe der Stomata liegt im Durchschnitt bei 25,12 µm.

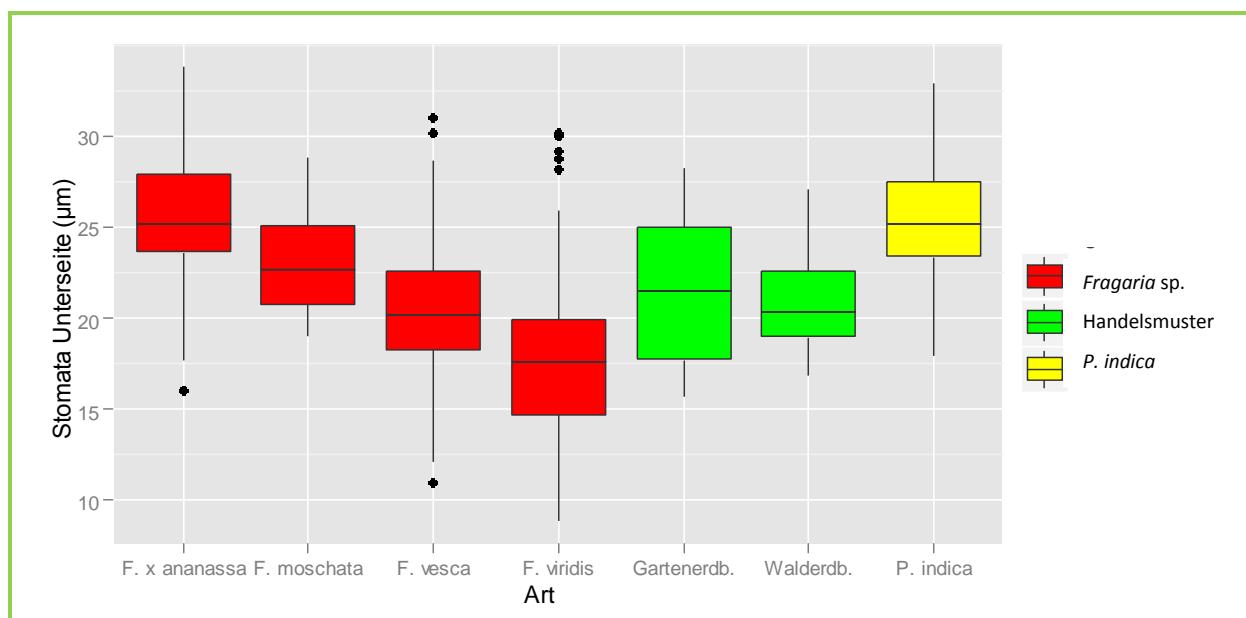


Abbildung 21: Vergleich der Stomata-Größe auf der Blattunterseite

Tabelle 11: p-Werte der Stomata-Abmessungen; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,930	0,001	0,000	0,000	0,007	0,000
Walderdbeere (10090136-001)	0,000	0,008	0,834	0,018	0,490	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,010	0,235	0,351	0,016		
<i>F. viridis</i>	0,000	0,000	0,001			
<i>F. vesca</i>	0,000	0,000				
<i>F. moschata</i>	0,006					

Tabelle 12: Abmessungen der Stomata auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Pflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	25,12	17,71	28,79	13
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	23,70	20,89	29,24	10
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	26,42	15,98	33,82	10
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	20,88	19,02	23,63	12
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	21,56	20,05	27,54	11
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	23,10	19,72	28,80	12
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	25,06	23,12	27,92	13
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,75	18,09	27,75	13
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	17,84	15,03	22,77	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	22,79	19,09	25,76	12
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,84	18,74	28,15	11
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,71	20,15	25,76	11
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	22,23	20,56	24,68	11
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,90	18,53	26,33	12
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	20,17	16,61	26,29	12
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	19,62	18,65	23,53	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	17,08	12,78	19,17	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,58	10,98	15,16	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	27,40	23,48	30,97	14
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	15,89	13,11	20,09	12
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	19,93	17,11	21,80	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	18,97	16,86	23,38	13
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	19,70	16,98	22,83	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	18,27	17,82	19,64	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	28,13	23,59	30,14	11
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	15,08	10,54	17,84	15
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	18,08	12,09	20,08	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	17,05	13,05	20,36	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	18,28	8,86	22,55	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	16,72	12,74	20,12	10

3.3.1.2.2 Abmessungen der Calciumoxalatdrusen im Mesophyll

In Tabelle 15 und Tabelle 16 sind die Abmessungen der Calciumoxalatdrusen im Mesophyll angegeben. Ganz selten waren keine Drusen vorhanden. In Abbildung 22 sieht man die Größenunterschiede der Drusen, die Ergebnisse des t-Tests werden in Tabelle 13 und Tabelle 14 gezeigt.

Der kleinste Median war bei *F. vesca* zu finden, welche sich bezüglich der Drusengröße im Palisadenparenchym signifikant von allen anderen *Fragaria*-Arten unterscheidet. Die größten Drusen besitzt *F. x ananassa*, welche sich im Schwammparenchym signifikant von allen anderen *Fragaria*-Arten unterscheiden.

Vergleich Handelsprobe Gartenerdbeere (10090127-001) mit *Fragaria x ananassa*:

Zwischen den beiden Proben besteht sowohl im Palisaden- als auch im Schwammparenchym ein signifikanter Unterschied.

Vergleich Handelsprobe Walderdbeere (10090127-001) mit *Fragaria vesca*:

Zwischen den beiden Proben besteht sowohl im Palisaden- als auch im Schwammparenchym ein signifikanter Unterschied.

Die beiden Handelsmuster zeigen nur im Schwammparenchym einen signifikanten Unterschied ($p = 0,000$).

Vergleich der Erdbeerproben mit *Potentilla indica*:

Potentilla indica zeigt im Palisadenparenchym signifikant größere Drusen (19 - 25 μm) als alle *Fragaria*- Arten (10 - 17 μm). Im Schwammparenchym sind die Drusengrößen mit denen von *Fragaria x ananassa* ähnlich ($p = 0,645$), die unter den Erdbeeren die größten Drusen besitzt.

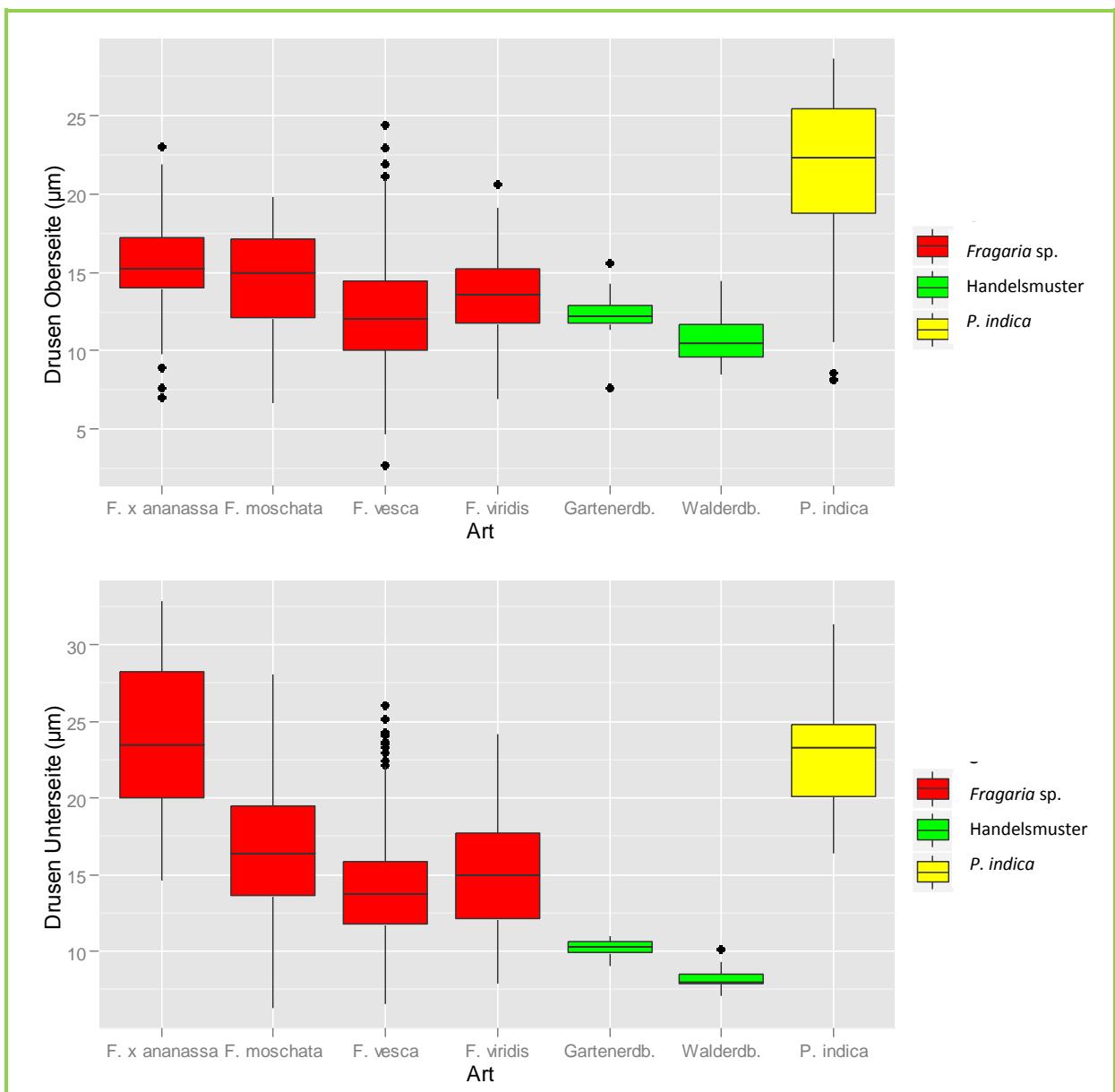


Abbildung 22: Größenvergleich der Drusen im Mesophyll

Tabelle 13: p-Werte der Abmessungen von den Drusen im Palisadenparenchym; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Walderdbeere (10090136-001)	0,000	0,000	0,016	0,000	0,095	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,005	0,014	0,997	0,126		
<i>F. viridis</i>	0,036	0,092	0,005			
<i>F. vesca</i>	0,000	0,000				
<i>F. moschata</i>		0,432				

Tabelle 14: p-Werte der Abmessungen von den Drusen im Schwammparenchym; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,645	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Walderdbeere (10090136-001)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,000	0,000	0,000	0,000		
<i>F. viridis</i>	0,000	0,030	0,287			
<i>F. vesca</i>	0,000	0,001				
<i>F. moschata</i>	0,000					

Tabelle 15: Abmessungen der Calciumoxalatdrusen im Palisadenparenchym, n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	14,81	13,59	18,27	13
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	11,85	7,02	18,72	10
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	16,26	14,44	23,06	10
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	13,23	8,95	19,80	12
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	15,08	10,72	19,05	11
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	10,34	6,64	15,74	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	18,34	14,79	19,85	15
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,59	8,01	12,14	13
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,62	7,45	13,42	14
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,25	11,24	21,12	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,36	8,45	15,51	11
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,36	6,25	16,51	14
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,77	8,41	15,57	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,44	8,54	15,88	15
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	6,98	2,66	8,88	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,56	10,16	15,95	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	16,49	10,36	22,97	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,66	4,68	13,41	11
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,77	11,77	24,37	15
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,935	10,84	17,69	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,41	10,27	14,73	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,68	5,88	15,91	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,86	7,52	10,72	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	11,79	9,37	15,08	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	15,33	11,68	18,46	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	13,97	9,71	20,62	13
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	12,07	6,88	15,76	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	10,93	7,70	15,22	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	14,74	8,95	19,08	11
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	14,10	9,53	17,37	15

Tabelle 16: Abmessungen der Calciumoxalatdrusen im Schwammparenchym; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median µm	Minimum µm	Maximum µm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	27,39	17,00	32,86	10
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	26,45	14,58	32,38	11
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	20,76	16,17	23,48	10
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	15,62	9,44	20,83	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	16,06	10,46	20,84	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	15,33	6,27	19,46	15
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	20,93	15,22	28,05	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	8,12	6,55	9,21	11
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,76	10,31	15,63	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,73	8,06	18,01	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,23	11,27	15,90	11
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,50	6,96	22,12	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,42	9,96	19,92	12
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	-	-	-	-
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,25	11,67	20,10	11
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	23,85	14,52	26,03	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	19,22	14,94	23,32	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,01	7,59	13,74	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,98	13,27	18,32	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,52	9,01	13,59	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,99	8,05	16,69	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,03	19,46	22,91	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,82	9,28	13,68	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	13,94	13,29	14,97	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	18,62	11,45	24,19	11
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	16,86	11,63	17,89	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	12,08	10,12	14,92	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	9,07	7,88	13,80	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	15,44	11,18	23,54	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	17,64	13,27	19,74	10

3.3.1.2.3 Abmessungen der Calciumoxalat-Einzelkristalle im Mesophyll

In Tabelle 19 und 20 sind die Abmessungen der Calciumoxalat-Einzelkristalle im Mesophyll angegeben. Die Größe liegt zwischen 10 und 20 µm. Ganz selten waren keine Einzelkristalle vorhanden. Abbildung 23 zeigt den Größenvergleich der Calciumoxalat-Einzelkristalle im Palisaden- und Schwammparenchym, die Ergebnisse der t-Tests sind in Tabelle 17 und Tabelle 18 zu finden.

Die Größe der Einzelkristalle von *F. x ananassa* und *F. moschata* ist auf beiden Seiten des Blattes nicht signifikant unterschiedlich ($p_{\text{Palisaden}} = 0,631$, $p_{\text{Schwammp.}} = 0,801$), während *F. vesca* und *F. viridis* jeweils signifikante Unterschiede aufweisen.

Vergleich Handelsprobe Gartenerdbeere (10090127-001) mit *Fragaria x ananassa*:

Zwischen den beiden Proben besteht sowohl im Palisaden- als auch im Schwammparenchym ein signifikanter Unterschied.

Vergleich Handelsprobe Walderdbeere (10090127-001) mit *Fragaria vesca*:

Zwischen den beiden Proben besteht nur im Palisadenparenchym ein signifikanter Unterschied.

Vergleich der Erdbeerproben mit *Potentilla indica*:

Potentilla indica besitzt im Unterschied zu *Fragaria* sp. keine Einzelkristalle.

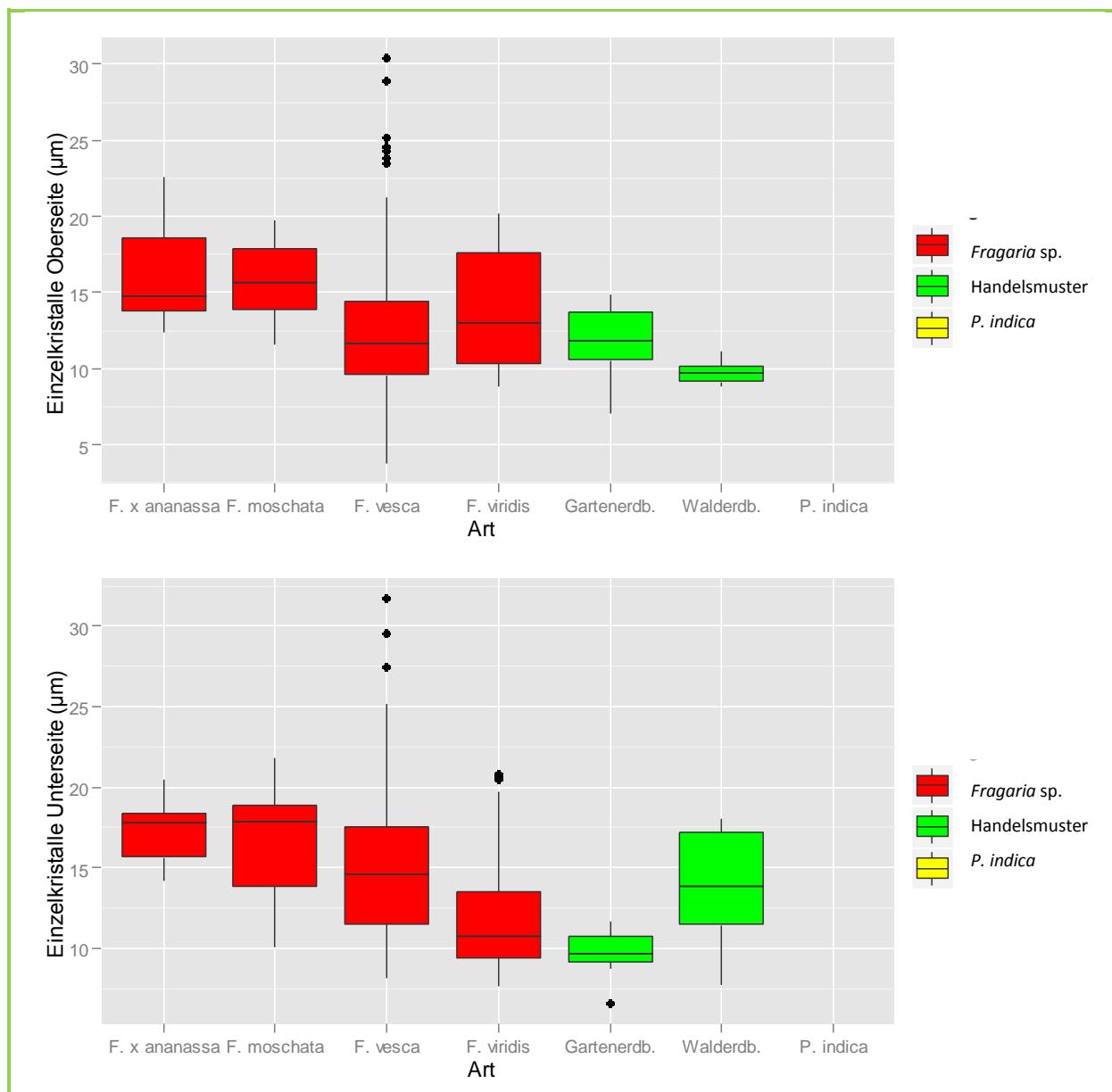


Abbildung 23: Größenvergleich der Calciumoxalat- Einzelkristalle im Mesophyll

Tabelle 17: p-Werte der Abmessungen der Einzelkristalle im Palisadenparenchym; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)
Walderdbeere (10090136-001)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,057
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,001	0,001	0,393	0,040	
<i>F. viridis</i>	0,020	0,009	0,042		
<i>F. vesca</i>	0,000	0,000			
<i>F. moschata</i>	0,631				

Tabelle 18: p-Werte der Abmessungen der Einzelkristalle im Schwammparenchym; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)
Walderdbeere (10090136-001)	0,002	0,008	0,141	0,222	0,001
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,000	0,000	0,000	0,001	
<i>F. viridis</i>	0,000	0,000	0,000		
<i>F. vesca</i>	0,000	0,042			
<i>F. moschata</i>	0,801				

Tabelle 19: Abmessungen der Einzelkristalle im Palisadenparenchym; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	14,46	13,12	19,37	10
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	-	-	-	-
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	18,29	12,35	22,54	10
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	16,62	14,89	18,97	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	15,75	11,60	19,70	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	13,63	12,76	13,98	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	17,87	12,87	19,75	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,54	7,95	10,76	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,74	14,52	15,75	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,52	8,83	17,84	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	-	-	-	-
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	8,61	3,76	10,65	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	-	-	-	-
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,27	11,27	11,27	1
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	16,39	10,46	24,51	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,07	11,35	14,25	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,21	12,37	17,37	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,58	8,19	12,97	11
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,65	11,84	14,98	10

11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,50	8,17	10,88	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,54	8,13	10,74	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,14	18,75	30,41	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	6,28	5,64	8,01	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	12,76	9,27	14,35	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	19,22	18,28	20,18	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	10,35	8,80	12,94	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	-	-	-	-
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	10,39	9,28	12,97	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	15,24	14,27	17,64	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	9,74	9,74	9,74	1

Tabelle 20: Abmessung der Einzelkristalle im Schwammparenchym; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	17,44	14,19	18,67	10
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	-	-	-	-
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	18,27	14,84	20,51	10
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	17,89	15,84	19,75	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	14,96	10,09	18,88	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	17,99	13,64	18,90	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	19,75	12,24	21,85	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,93	11,04	20,81	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,64	9,54	11,84	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	20,23	13,08	27,44	11
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,70	8,94	11,64	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,59	8,14	18,53	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	-	-	-	-
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	-	-	-	-
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,17	10,28	23,49	11
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,43	10,64	23,92	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	15,73	14,18	16,79	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,88	11,50	15,79	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	15,45	14,55	22,47	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	-	-	-	-
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,94	10,47	12,97	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,99	20,78	31,73	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,49	10,38	12,94	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	16,02	15,14	16,97	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	19,57	18,38	20,81	11
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	12,87	7,61	13,94	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	10,12	7,84	11,67	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	9,60	8,49	10,87	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	9,54	9,10	10,98	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	-	-	-	-

3.3.1.2.4 Abmessungen der Deckhaare auf der Ober- und Unterseite des Blattes

Bei jeder Probe wurden Länge und Breite des längsten Deckhaares vermessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 21 und 22 angegeben. In Abbildung 24 sieht man einen Längenvergleich der Deckhaare. Die Breite der Deckhaare ist in Abbildung 25 dargestellt. Bei den beiden Großhandelsproben sieht man in der Grafik jeweils nur den Median, da es nur einen Messwert gibt. Aufgrund der geringen Anzahl der Messwerte wurde keine statistische Auswertung durchgeführt.

Auf der Blattoberseite weist *Fragaria moschata* die längsten Deckhaare (Median 1469,12 µm) auf. Bei *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis* und *Fragaria x ananassa* sind die meisten Haare auf der Blattoberseite zwischen 900 und 1300 µm lang. Auf der Blattunterseite besitzen *F. x ananassa* und *F. moschata* die längsten (ca. 1500 µm) und *F. vesca* sowie *F. viridis* die kürzesten (ca. 1100 µm) Deckhaare. Die Breite der Deckhaare liegt auf der Oberseite zwischen 25 und 17 µm, auf der Unterseite zwischen 20 und 80 µm.

Vergleich Handelsprobe Gartenerdbeere (10090127-001) mit *Fragaria x ananassa*:

Die Deckhaarlänge des Handelsmusters auf der Blattoberseite liegt im Bereich von *Fragaria moschata*. Die Breite auf der Oberseite ist höher als bei allen vermessenen Erdbeeren (> 30 µm) und auf der Unterseite liegt sie im Bereich von *F. x ananassa* und *F. moschata*.

Vergleich Handelsprobe Walderdbeere (10090127-001) mit *Fragaria vesca*:

Die Deckhaarlänge sowie die Breite des Handelsmusters auf der Blattoberseite liegen im Bereich von *Fragaria x ananassa* und *F. vesca*. Die Breite auf der Unterseite liegt im Bereich von *F. viridis*.

Bezüglich der Deckhaarlänge auf der Blattunterseite liegen beide Handelsmuster im Bereich von *Fragaria viridis* und *F. vesca*.

Vergleich der Erdbeerproben mit *Potentilla indica*:

Die Haare von *Potentilla indica* sind auf beiden Seiten deutlich kürzer (OS: 471,82 µm, US: 736,30 µm), als die von *Fragaria* sp. (> 1000µm). Die Deckhaare auf der Unterseite sind deutlich breiter (25 – 30 µm), als die von *Fragaria* sp..

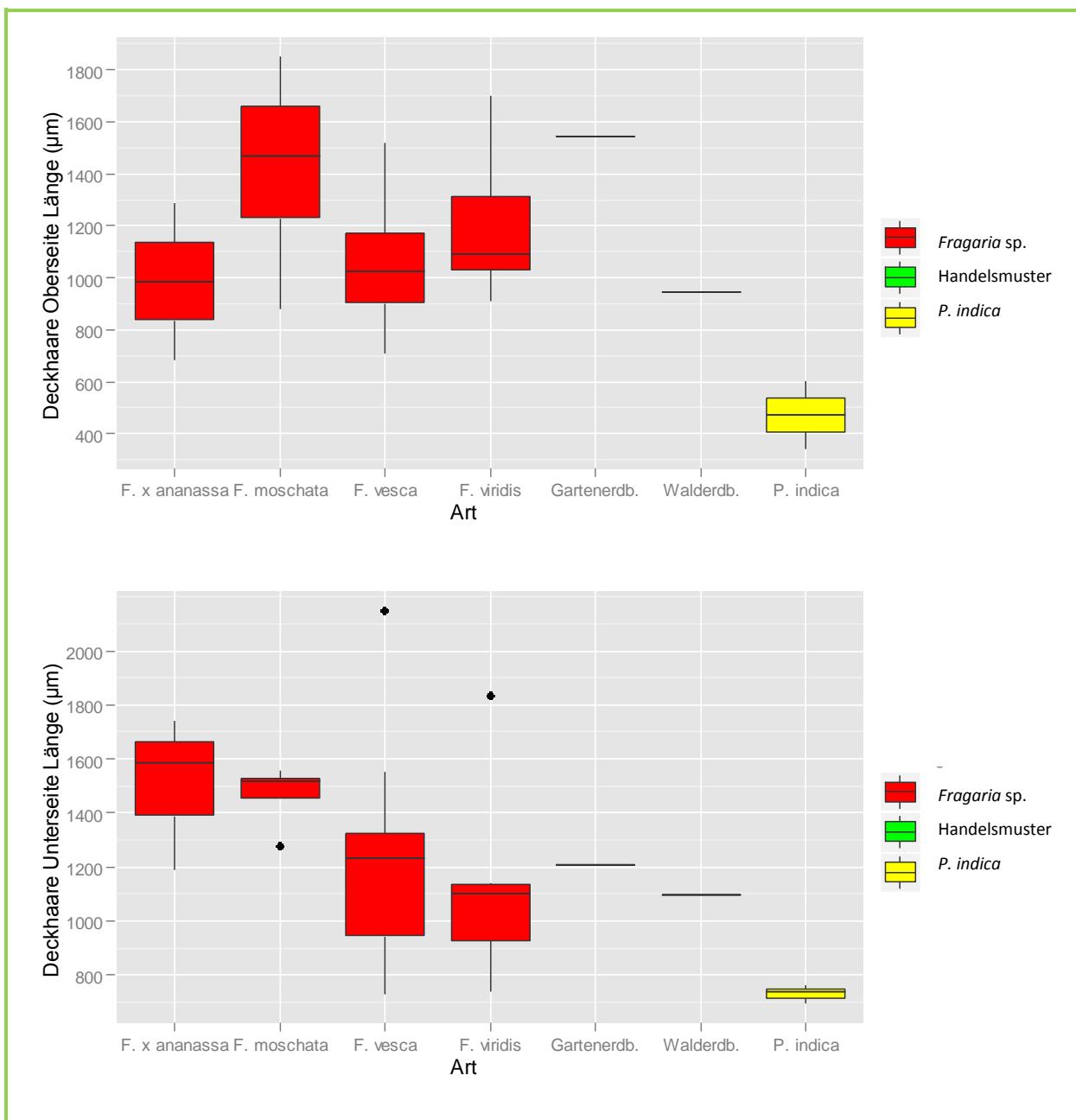


Abbildung 24: Vermessung der längsten Deckhaare auf der Ober- und Unterseite

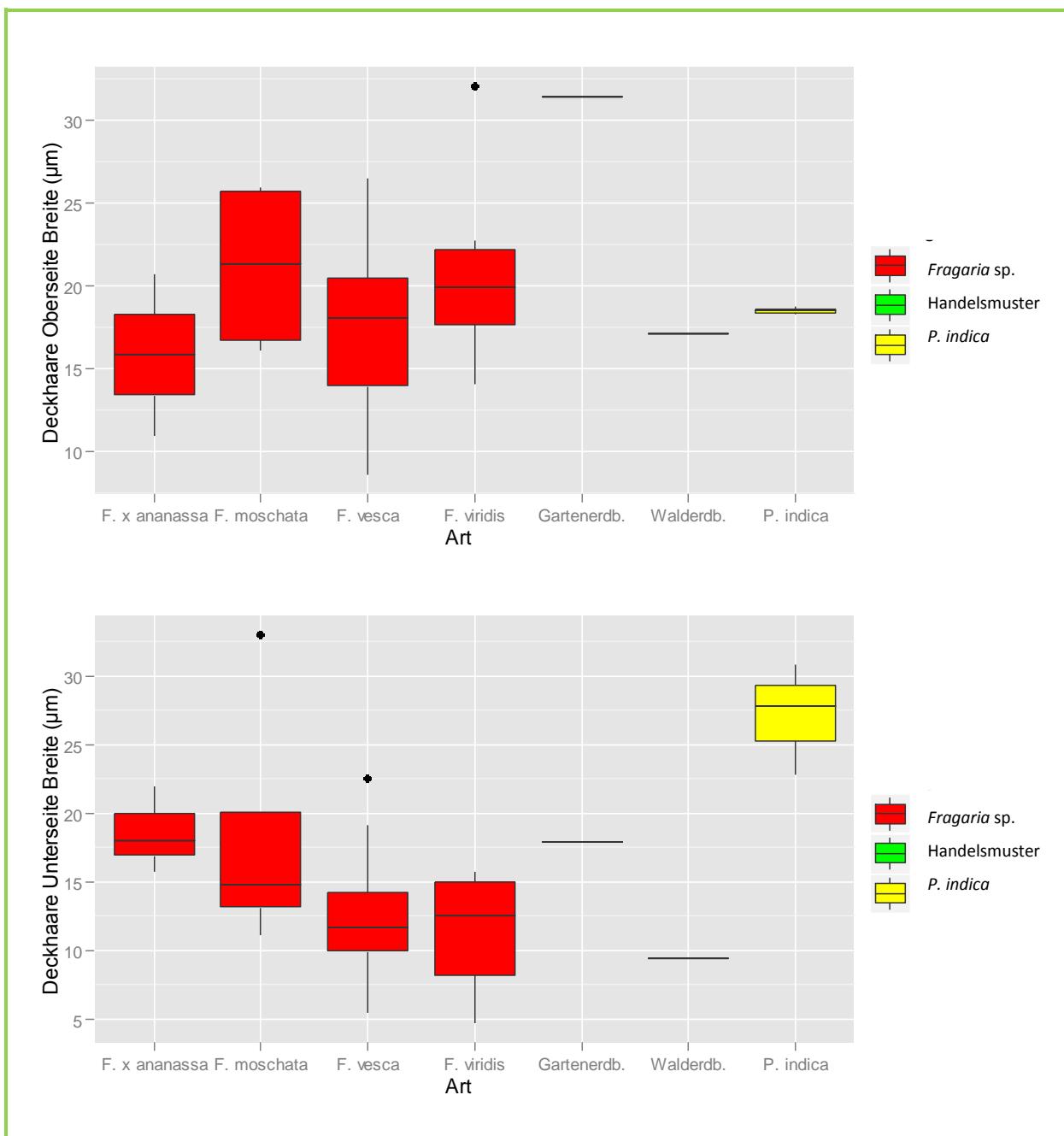


Abbildung 25: Vermessung der Breite der Deckhaare auf der Ober- und Unterseite

Tabelle 21: Maximallänge und Breite der Deckhaare auf der Blattoberseite;

Probennummer	Stammpflanze	Länge (µm)	Breite (µm)
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	682,36	10,89
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	-	-
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	1285,55	20,72
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	1593,47	25,67
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	1853,05	25,92
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	1344,56	16,9
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	878,38	16,04

11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	1145,14	26,46
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	1312,88	19,46
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	1308,73	23,14
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	810,34	8,56
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	1364,88	13,23
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	988,59	17,14
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	901,85	18,05
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	1031,03	12,11
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	780,26	16,25
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	709,82	20,43
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	1009,26	15,26
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	1520,17	22,26
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	1171,38	20,29
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	1117,95	13,92
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	924,25	9,75
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	1024,35	21,85
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	822,71	19,22
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	1701,39	32,05
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	912,59	20,77
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	1023,31	22,69
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	1063,21	14,03
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	1379,13	17,14
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	1121,14	19,00

Tabelle 22: Maximallänge und Breite der Deckhaare auf der Blattunterseite

Probennummer	Stammpflanze	Länge (µm)	Breite (µm)
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	1187,03	15,76
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	1586,6	21,97
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	1738,7	17,97
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	1516,8	15,74
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	1519,71	11,14
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	1557,36	33,03
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	1277,82	13,79
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	787,01	10,01
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	1270,52	7,38
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	2149,18	15,56
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	1553,57	7,78
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	1445,86	13,79
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	1018,16	14,2
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	726,91	11,67
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	943,28	10,58
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	875,78	13,23
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	838,64	5,45
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	1271,23	9,9
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	1323,23	22,57
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	1282,93	19,14
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	1445,95	11,85

11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	1081,62	11,14
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	1043,43	8,42
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	1233,94	14,97
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	1833,64	11,85
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	875,61	7,00
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	1084,97	13,23
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	738,49	15,76
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	1122,36	4,67
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	1141,96	15,56

3.3.1.2.5 Abmessung der Drüsenhaare: Gesamtlänge

Die Abmessungen der Gesamtlänge der Drüsenhaare sind in Tabelle 25 und 26 dargestellt, die Ergebnisse des t-Tests in Tabelle 23 und 24 zusammengefasst.

Die Gesamtlänge der Drüsenhaare von *Fragaria* sp. liegt auf beiden Seiten des Blattes zum Großteil zwischen 40 und 80 µm. Es bestehen kaum signifikante Unterschiede, einzig *F. vesca* hat auf der Unterseite signifikant längere Haare als alle anderen Arten.

Vergleich Handelsprobe Gartenerdbeere (10090127-001) mit *Fragaria x ananassa*:

Die Handelsprobe Gartenerdbeere zeigt bezüglich der Drüsenhaargesamtlänge auf der Oberseite zu allen Arten keinen signifikanten Unterschied.

Vergleich Handelsprobe Walderdbeere (10090127-001) mit *Fragaria vesca*:

Die Handelsprobe Walderdbeere zeigt bezüglich der Drüsenhaargesamtlänge auf der Oberseite zu allen Arten einen signifikanten Unterschied.

Beide Handelsproben zeigen auf der Blattunterseite zu allen Arten, außer zu *F. vesca*, keinen signifikanten Unterschied.

Vergleich der Erdbeerproben mit *Potentilla indica*:

Bei *Potentilla indica* liegt die Gesamtlänge der Drüsenhaare zwischen 60 und 80 µm (siehe Abbildung 26), und ist damit meist etwas höher als bei den *Fragaria*-Arten. Auf der Oberseite unterscheidet sie sich signifikant von allen *Fragaria*-Arten, auf der Unterseite von allen außer *F. vesca*.

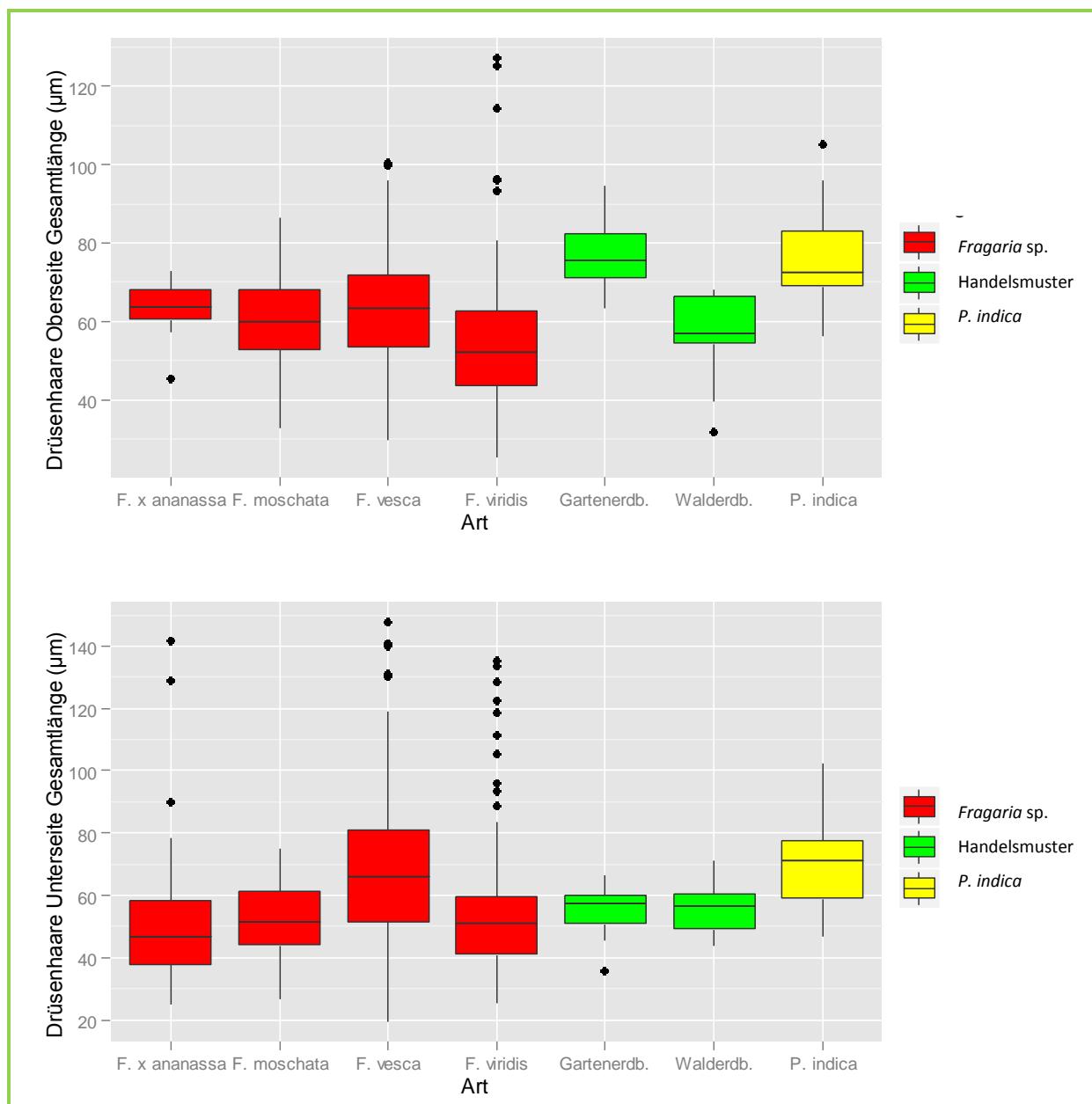


Abbildung 26: Vergleich der Gesamtlänge der Drüsenhaare

Tabelle 23: p-Werte der Abmessungen der Gesamtlänge von den Drüsenaaren auf der Oberseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,009	0,000	0,000	0,000	0,659	0,001
Walderdbeere (10090136-001)	0,227	0,282	0,092	0,954	0,000	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,007	0,000	0,001	0,000		
<i>F. viridis</i>	0,180	0,189	0,020			
<i>F. vesca</i>	0,807	0,264				
<i>F. moschata</i>	0,687					

Tabelle 24: p-Werte der Abmessungen der Gesamtlänge von den Drüsenhaaren auf der Unterseite; p ≥ 0,05: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,009	0,000	0,859	0,016	0,002	0,004
Walderdbeere (10090136-001)	0,709	0,175	0,002	0,690	0,769	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,880	0,314	0,001	0,509		
<i>F. viridis</i>	0,509	0,096	0,007			
<i>F. vesca</i>	0,005	0,000				
<i>F. moschata</i>	0,590					

Tabelle 25: Abmessung der Gesamtlänge der Drüsenhaare auf der Blattoberseite; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	N
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	63,51	45,39	66,17	3
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	63,69	57,09	69,74	3
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	72,81	72,81	72,81	1
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	68,50	48,20	86,58	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	54,80	32,69	66,97	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	67,67	57,34	86,41	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	51,24	38,92	64,60	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	70,62	49,96	92,50	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	69,21	59,25	85,16	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	66,18	39,96	69,44	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	68,84	46,41	99,67	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	74,86	39,09	86,20	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	55,40	47,55	70,63	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	52,05	39,28	75,09	10
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	69,06	48,21	87,54	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	57,38	42,30	88,13	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	42,99	29,84	62,45	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	57,08	43,62	76,40	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	72,04	49,54	95,99	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	55,34	42,78	100,30	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	69,16	47,85	82,66	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	60,68	45,55	91,98	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	58,15	40,62	78,20	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	70,67	56,57	90,98	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	94,51	43,83	127,31	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	42,43	25,22	58,63	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	58,33	49,62	69,25	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	45,72	42,10	59,28	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	60,93	40,21	66,80	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	36,66	26,45	56,63	10

Tabelle 26: Abmessung der Gesamtlänge von Drüsenhaaren auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	N
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	45,41	34,86	89,88	10
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	39,44	25,11	78,40	10
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	56,41	35,15	141,49	10
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	51,95	36,78	71,86	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	39,78	26,70	50,27	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	62,45	51,24	74,80	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	52,05	38,08	64,18	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	58,14	37,99	65,87	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	56,88	43,07	92,06	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	65,20	46,34	74,37	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	64,03	30,27	103,02	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	71,04	40,46	130,29	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	71,59	39,44	114,60	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	66,42	43,72	113,04	10
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	94,53	42,98	115,38	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	49,81	36,70	75,09	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	37,47	19,31	89,63	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	72,72	58,12	101,25	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	65,49	48,30	118,97	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	53,85	39,79	75,57	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	77,88	65,60	139,89	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	70,77	51,38	106,74	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	73,03	32,40	130,84	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	89,01	52,10	147,79	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	115,06	88,77	135,06	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	39,21	25,66	58,00	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	46,78	25,43	53,81	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	51,11	36,29	62,49	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	58,89	40,88	83,46	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	47,09	36,97	53,64	10

3.3.1.2.6 Abmessung der Drüsenhaare: Köpfchenlänge

Die Abmessungen sind in Tabelle 29 und 30, die p-Werte in Tabelle 27 und 28 zu finden. Abbildung 27 zeigt den Größenvergleich mit Boxplots.

Im Gegensatz zu anderen Parametern ähnelt sich die Köpfchenlänge bei allen Arten mehr oder weniger stark. Es gibt kaum signifikante Unterschiede zwischen den Arten. Nur vereinzelt, z.B. bei *F. viridis* auf der Blattoberseite, sind deutliche Unterschiede zu den anderen *Fragaria*-Arten zu erkennen.

Vergleich Handelsprobe Gartenerdbeere (10090127-001) mit *Fragaria x ananassa*:

Beim Vergleich der beiden Proben zeigt sich kein signifikanter Unterschied ($p_{\text{Oberseite}} = 0,923$, $p_{\text{Unterseite}} = 0,097$).

Vergleich Handelsprobe Walderdbeere (10090127-001) mit *Fragaria vesca*:

Beim Vergleich der beiden Proben zeigt sich kein signifikanter Unterschied auf der Oberseite, auf der Unterseite jedoch schon ($p_{\text{Oberseite}} = 0,219$, $p_{\text{Unterseite}} = 0,000$).

Vergleich der Erdbeerproben mit *Potentilla indica*:

Die Köpfchenlänge der Drüsenhaare liegt auf der Oberseite im Bereich von *F. x ananassa* und auf der Unterseite im Bereich von *F. vesca*. In allen anderen Fällen bestehen signifikante Unterschiede.

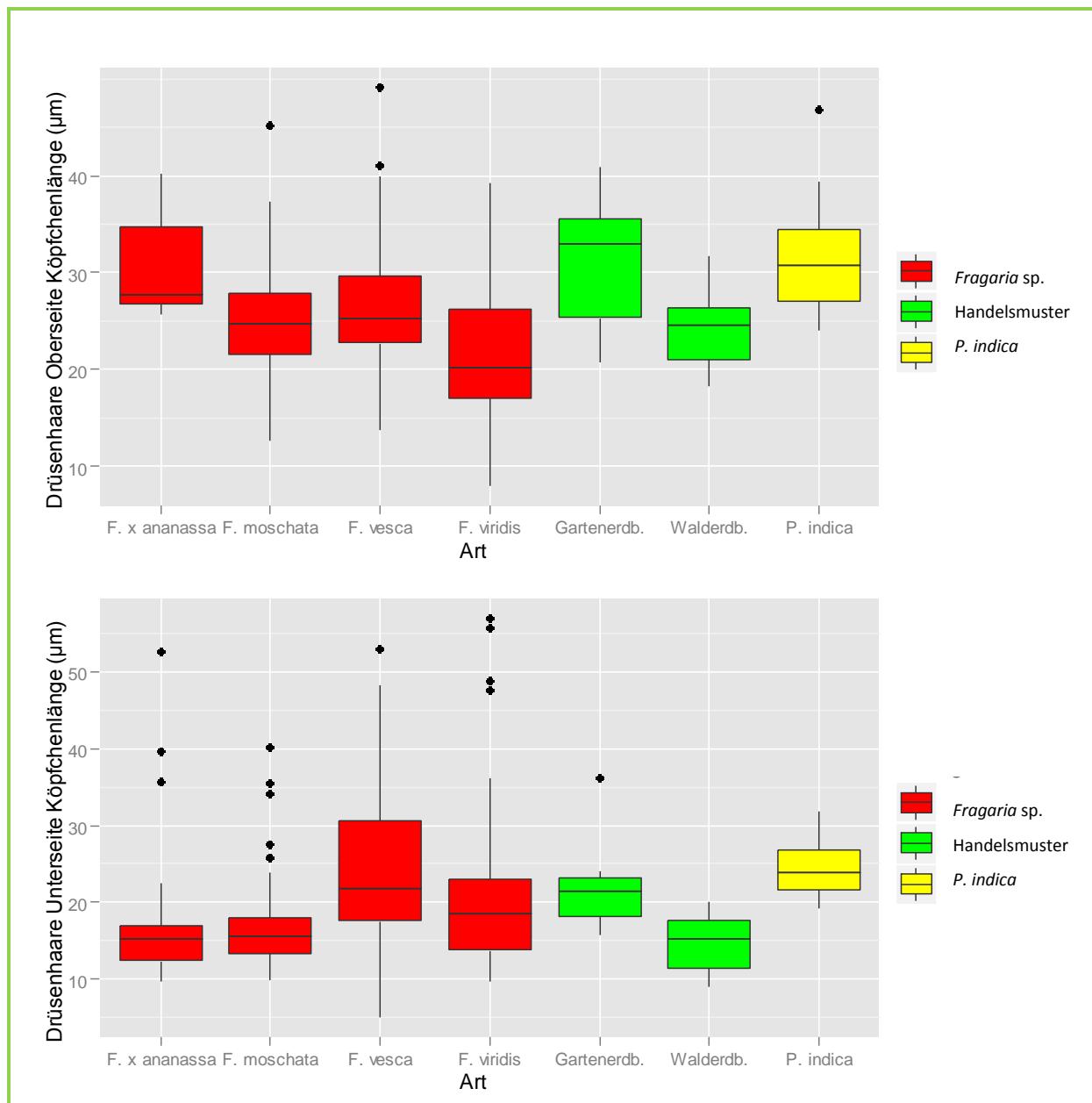


Abbildung 27: Vergleich der Köpfchenlänge der Drüsenhaare

Tabelle 27: p-Werte der Abmessungen der Köpfchenlänge von den Drüsenhaaren auf der Oberseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,844	0,000	0,000	0,000	0,938	0,001
Walderdbeere (10090136-001)	0,026	0,680	0,219	0,120	0,016	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,923	0,020	0,044	0,001		
<i>F. viridis</i>	0,004	0,012	0,000			
<i>F. vesca</i>	0,073	0,251				
<i>F. moschata</i>	0,035					

Tabelle 28: p-Werte der Abmessungen der Köpfchenlänge von den Drüsenhaaren auf der Unterseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,001	0,000	0,986	0,023	0,200	0,000
Walderdbeere (10090136-001)	0,177	0,101	0,000	0,002	0,005	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,097	0,054	0,203	0,702		
<i>F. viridis</i>	0,123	0,045	0,024			
<i>F. vesca</i>	0,001	0,000				
<i>F. moschata</i>	0,962					

Tabelle 29: Abmessungen der Köpfchenlänge der Drüsenhaare auf der Blattoberseite; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	33,84	25,61	35,64	3
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	26,85	26,65	27,78	3
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	40,16	40,16	40,16	1
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	27,27	20,17	45,10	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	24,21	12,55	30,40	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	22,23	20,66	37,33	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	25,18	16,58	32,38	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	25,88	21,75	34,82	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	26,90	22,80	31,72	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	24,52	19,90	30,06	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	25,22	21,19	36,12	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	28,40	13,75	39,94	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	23,77	17,31	31,87	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,02	16,96	23,31	10
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	28,47	24,69	32,03	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	23,90	16,85	30,72	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	20,41	17,45	32,55	10

11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,83	18,06	27,78	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	32,74	24,76	41,10	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	23,01	17,83	26,96	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	25,60	22,77	35,90	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	30,82	21,16	37,64	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	28,29	18,92	34,15	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	31,45	23,00	49,19	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	34,51	24,06	39,21	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	13,16	7,92	19,75	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	21,70	17,45	26,74	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	21,11	15,79	31,73	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	25,40	16,78	29,09	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	15,89	10,16	20,02	10

Tabelle 30: Abmessungen der Köpfchenlänge von Drüsenhaaren auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	15,47	11,43	18,89	10
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	11,35	9,67	16,14	10
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	16,81	14,74	52,54	10
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	16,14	12,23	40,17	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	13,50	9,92	17,75	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	16,76	11,65	34,03	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	16,33	12,55	25,81	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	16,86	11,22	20,98	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	16,54	5,03	28,42	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,21	18,29	25,57	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	33,70	17,49	42,07	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	20,68	12,98	36,87	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	28,34	15,72	31,78	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	26,49	12,69	36,25	10
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	31,73	15,33	48,25	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	17,54	10,68	21,70	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,75	8,10	28,33	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	27,33	21,35	36,95	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	21,77	13,75	38,73	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	17,93	13,19	25,26	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	32,14	19,51	42,16	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	29,13	19,54	37,30	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	26,77	10,46	44,45	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	36,62	16,80	52,93	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	36,09	20,87	56,89	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	12,92	9,83	17,85	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	13,61	9,64	22,30	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	20,07	14,65	23,12	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	22,81	13,25	26,90	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	19,80	10,18	28,00	10

3.3.1.2.7 Abmessung der Drüsenhaare: Köpfchenbreite

Die Abmessungen sind in Tabelle 33 und 34, die p-Werte in Tabelle 31 und 32 zu finden. Abbildung 28 zeigt den Größenvergleich mit Boxplots.

Fragaria x ananassa unterscheidet sich auf der Oberseite zu keiner anderen *Fragaria* Probe signifikant, während zwischen allen anderen Arten dort signifikante Unterschiede bestehen. Auf der Unterseite gibt es keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Arten. Die Köpfchen sind auf der Oberseite breiter als auf der Unterseite. Auffällig ist, dass die Köpfchen der Handelsmuster auf der Unterseite schmäler sind als bei allen *Fragaria*-Arten.

Vergleich Handelsprobe Gartenerdbeere (10090127-001) mit *Fragaria x ananassa*:

Beim Vergleich der beiden Proben zeigt sich kein signifikanter Unterschied auf der Oberseite, auf der Unterseite jedoch schon ($p_{\text{Oberseite}} = 0,160$, $p_{\text{Unterseite}} = 0,048$).

Vergleich Handelsprobe Walderdbeere (10090127-001) mit *Fragaria vesca*:

Beim Vergleich der beiden Proben zeigt sich kein signifikanter Unterschied auf der Oberseite, auf der Unterseite jedoch schon ($p_{\text{Oberseite}} = 0,735$, $p_{\text{Unterseite}} = 0,000$).

Vergleich der Erdbeerproben mit *Potentilla indica*:

Die Breite der Drüsenhaarköpfchen von *P. indica* (23 - 30 μm) ist auf beiden Seiten signifikant größer im Vergleich zu allen *Fragaria*-Proben (10 – 25 μm). Der Grund dafür ist, dass *Fragaria* sp. ein einzelliges und *P. indica* ein zweizelliges Drüsenhaarköpfchen hat.

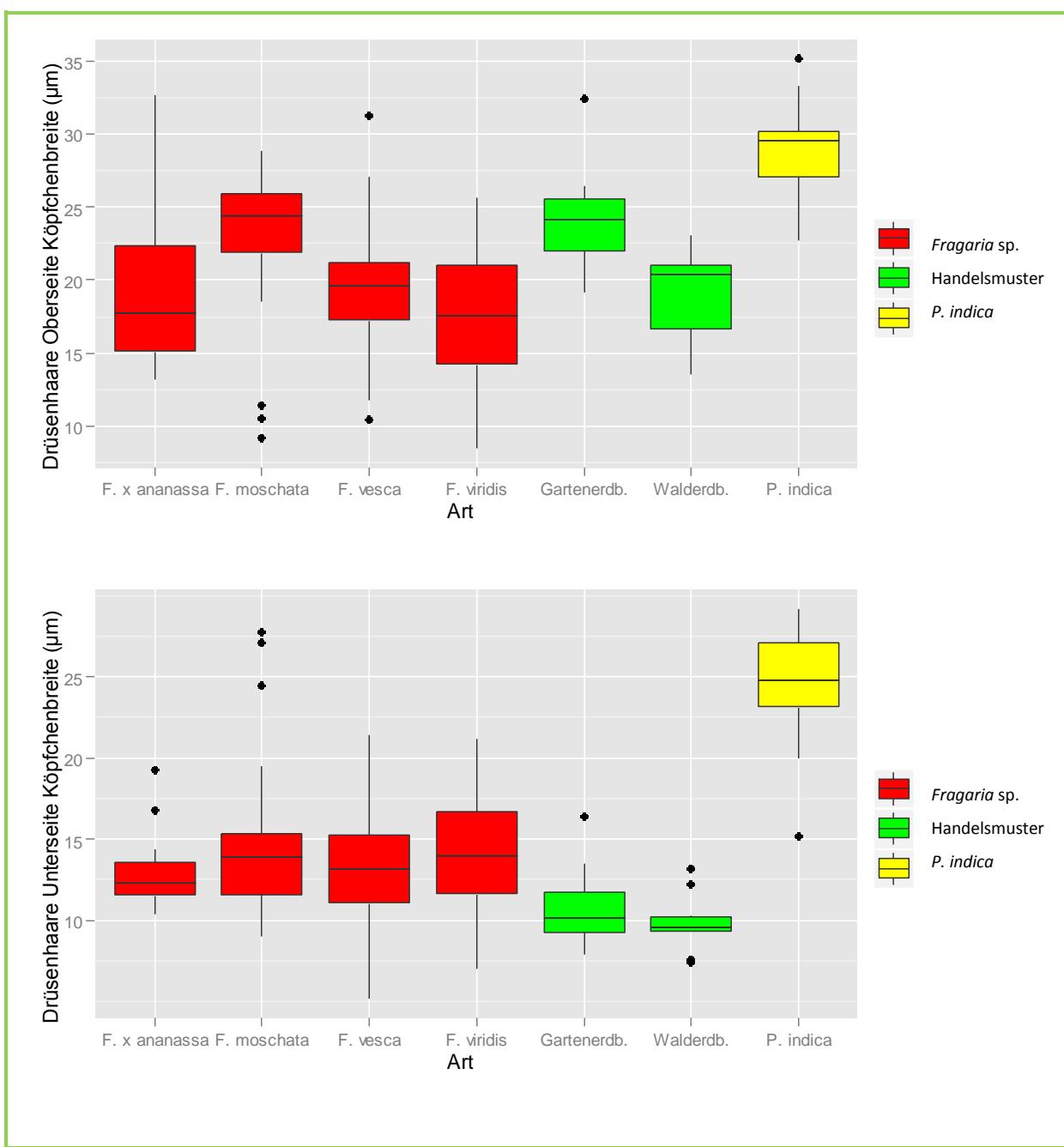


Abbildung 28: Vergleich der Köpfchenbreite der Drüsenhaare

Tabelle 31: p-Werte der Abmessungen der Breite von den Drüsenhaarköpfchen auf der Oberseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,011	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
Walderdbeere (10090136-001)	0,817	0,006	0,735	0,252	0,006	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,160	0,487	0,003	0,000		
<i>F. viridis</i>	0,450	0,000	0,003			
<i>F. vesca</i>	0,917	0,000				
<i>F. moschata</i>	0,245					

Tabelle 32: p-Werte der Abmessungen der Breite von den Drüsenhaarköpfchen auf der Unterseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Walderdbeere (10090136-001)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,306	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,048	0,002	0,013	0,003		
<i>F. viridis</i>	0,021	0,702	0,142			
<i>F. vesca</i>	0,178	0,142				
<i>F. moschata</i>	0,034					

Tabelle 33: Abmessungen der Köpfchenbreite von Drüsenhaaren auf der Blattoberseite, n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	24,64	20,04	32,68	3
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	13,82	13,16	17,72	3
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	16,36	16,36	16,36	1
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	25,23	19,75	28,86	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	22,55	9,22	26,67	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	23,35	19,58	27,33	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	25,46	18,54	27,84	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	19,14	16,28	24,19	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	23,39	19,46	26,32	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	20,19	18,11	21,91	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	15,31	11,78	22,12	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	22,55	10,48	24,63	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	17,32	12,74	24,94	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	18,56	11,73	22,49	10
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	19,89	16,35	24,42	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	19,62	15,73	27,08	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	18,15	14,34	20,28	10

11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	18,19	14,74	23,06	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	20,26	17,58	27,03	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	20,22	16,02	21,98	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	19,76	12,83	23,80	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	17,99	14,40	23,83	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	18,42	15,66	22,65	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	23,15	16,75	31,23	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	22,95	17,32	25,60	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	12,65	8,47	15,08	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	17,71	13,90	21,68	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	20,26	12,77	23,44	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	19,55	15,44	24,97	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	16,28	10,16	18,14	10

Tabelle 34: Abmessung der Köpfchenbreite von Drüsenhaaren auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median µm	Minimum µm	Maximum µm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	12,28	10,91	14,25	10
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	11,72	10,39	13,50	10
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	14,00	11,00	19,29	10
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	16,36	14,62	27,75	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	11,52	9,57	16,53	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	12,52	8,98	15,14	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	14,00	11,48	16,09	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,09	7,39	14,83	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,68	5,14	13,83	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,97	8,39	15,08	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,58	9,36	18,39	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,93	11,36	20,62	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,76	11,93	18,62	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,05	9,57	17,75	10
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	15,34	8,04	21,40	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,11	7,37	21,12	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,68	9,08	16,94	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	15,04	8,91	17,96	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,73	7,67	13,04	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,67	10,12	17,35	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	17,50	12,78	20,56	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,56	8,50	16,76	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,60	9,08	17,00	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	14,66	8,24	20,91	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	17,27	10,31	21,17	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	13,12	10,47	17,32	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	12,27	6,96	16,10	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	15,62	12,20	18,06	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	16,16	9,55	19,18	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	10,96	7,69	15,08	10

3.3.1.2.8 Abmessung der Drüsenhaare: Stielbreite

Die Abmessungen sind in Tabelle 37 und 38, die p-Werte in Tabelle 35 und 36 zu finden. In Abbildung 29 werden die Stielbreiten miteinander verglichen.

Die Stielbreiten der Proben liegen auf der Blattoberseite zwischen 10 und 15 µm. Nur *Fragaria x ananassa* unterscheidet sich signifikant zu allen anderen Arten, es wurden Stielbreiten bis zu 25 µm gefunden. Auf der Blattunterseite liegen die Breiten zwischen 7 und 12 µm. In diesem Fall unterscheidet sich nur *Fragaria moschata* signifikant von allen anderen Arten.

Vergleich Handelsprobe Gartenerdbeere (10090127-001) mit *Fragaria x ananassa*:

Beim Vergleich der beiden Proben zeigt sich ein signifikanter Unterschied auf beiden Seiten des Blattes.

Vergleich Handelsprobe Walderdbeere (10090127-001) mit *Fragaria vesca*:

Beim Vergleich der beiden Proben zeigt sich kein signifikanter Unterschied auf der Oberseite, auf der Unterseite jedoch schon ($p_{\text{Oberseite}} = 0,529$, $p_{\text{Unterseite}} = 0,001$).

Vergleich der Erdbeerproben mit *Potentilla indica*:

Es zeigt sich, dass *P. indica* auf der Blattoberseite zu *F. moschata*, *F. vesca*, der Gartenerdbeere (10090127-001) und der Walderdbeere (10090136-001) keinen signifikanten Unterschied aufweist. Auf der Unterseite sind die Stiele von *P. indica* gegenüber allen *Fragaria* Proben signifikant breiter.

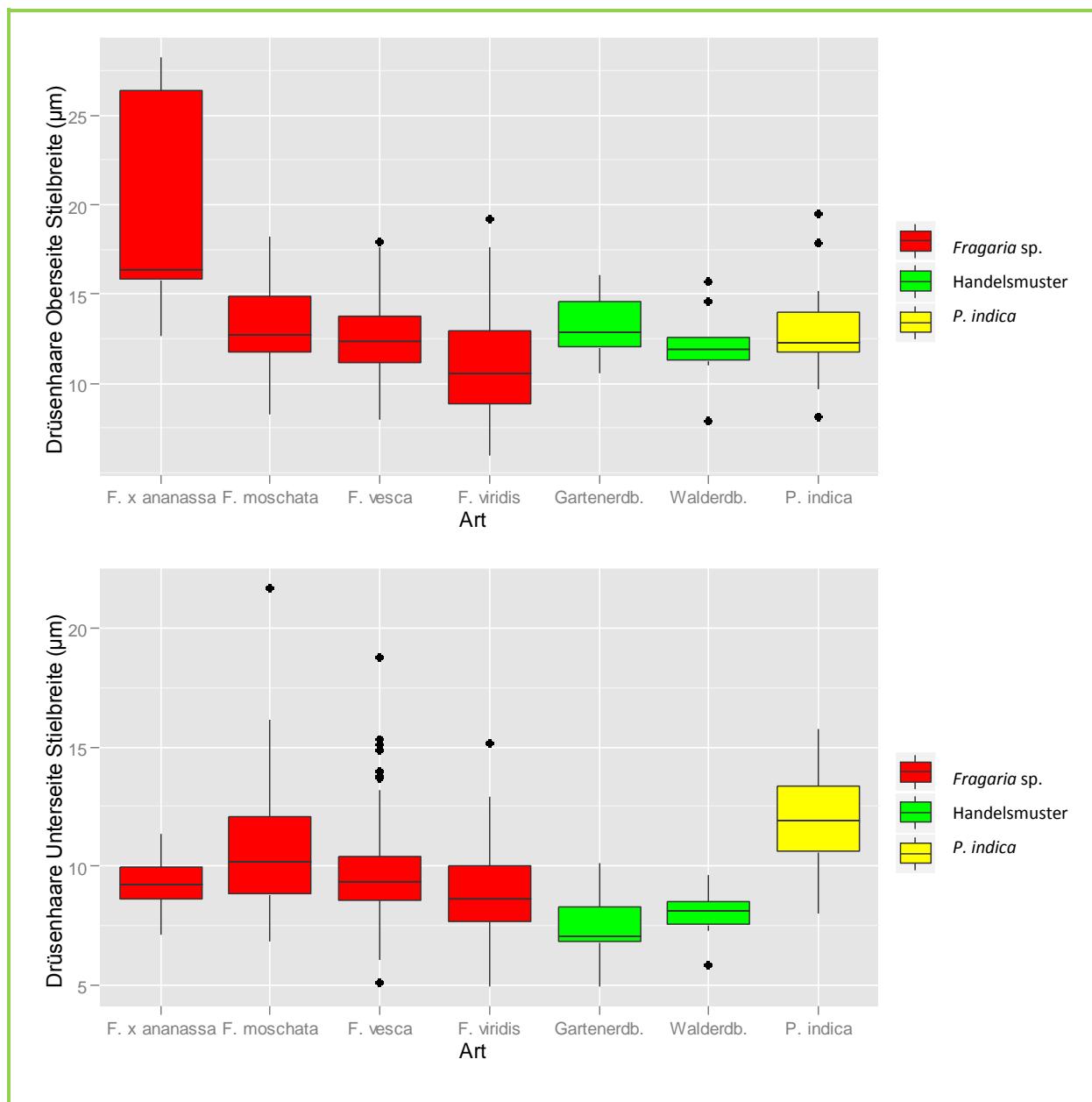


Abbildung 29: Vergleich der Stielbreite der Drüsenhaare

Tabelle 35: p-Werte der Abmessungen der Stielbreite von den Drüsenaarköpfchen auf der Oberseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,025	0,728	0,441	0,006	0,604	0,323
Walderdbeere (10090136-001)	0,016	0,205	0,529	0,251	0,188	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,031	0,810	0,230	0,007		
<i>F. viridis</i>	0,010	0,001	0,003			
<i>F. vesca</i>	0,021	0,186				
<i>F. moschata</i>	0,028					

Tabelle 36: p-Werte der Abmessungen der Stielbreite von den Drüsenhaarköpfchen auf der Unterseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied

	<i>F. x ananassa</i>	<i>F. moschata</i>	<i>F. vesca</i>	<i>F. viridis</i>	Gartenerdb. (10090127-001)	Walderdb. (10090136-001)
<i>P. indica</i>	0,000	0,037	0,000	0,000	0,000	0,000
Walderdbeere (10090136-001)	0,004	0,000	0,001	0,078	0,363	
Gartenerdbeere (10090127-001)	0,005	0,000	0,002	0,031		
<i>F. viridis</i>	0,116	0,001	0,007			
<i>F. vesca</i>	0,167	0,034				
<i>F. moschata</i>	0,007					

Tabelle 37: Abmessungen der Stielbreite von Drüsenhaaren auf der Blattoberseite; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	15,55	12,65	15,96	3
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	28,11	24,67	28,27	3
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	16,36	16,36	16,36	1
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	14,45	9,70	16,43	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	11,19	8,25	13,87	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	12,42	11,68	18,19	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	14,76	11,29	16,74	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,90	12,49	15,71	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,77	10,71	14,18	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,64	9,62	16,66	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,72	8,53	15,65	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,59	8,80	15,07	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,58	10,84	15,57	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,08	10,61	13,92	10
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,29	11,23	16,88	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	13,38	10,25	16,29	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,14	9,67	13,95	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,14	9,04	13,65	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	15,12	12,50	17,63	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,44	7,97	15,35	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,96	8,18	15,79	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	11,25	9,08	14,49	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	12,43	9,94	16,37	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	13,36	10,28	17,92	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	15,86	11,01	19,16	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	8,60	6,27	11,32	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	9,77	7,64	12,85	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	12,48	9,06	17,06	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	11,81	8,60	13,87	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	8,29	5,96	10,53	10

Tabelle 38: Abmessungen der Stielbreite von Drüsenhaaren auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Abmessungen

Probennummer	Stammpflanze	Median µm	Minimum µm	Maximum µm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	9,49	8,74	11,35	10
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	9,12	7,10	11,04	10
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	9,15	7,91	10,46	10
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	12,56	10,25	21,69	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	9,30	6,83	12,70	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	9,87	8,73	11,98	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	9,07	6,99	12,87	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,44	8,79	10,46	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	8,89	7,13	10,83	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,46	7,98	12,02	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,06	8,90	13,72	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,40	7,16	11,73	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,42	7,64	12,46	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,93	6,89	13,97	10
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	14,32	7,04	18,77	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,31	6,05	11,58	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	8,03	7,22	9,50	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,28	7,22	10,19	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,06	6,62	10,15	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,07	5,08	10,71	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	10,78	7,84	13,20	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	8,61	7,07	10,71	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	9,46	7,98	11,35	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	9,48	6,98	12,59	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	11,61	8,36	12,92	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	6,29	5,60	9,29	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	7,89	4,92	9,75	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	9,02	7,64	15,14	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	9,14	8,38	11,83	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	7,91	5,43	8,97	10

3.3.1.2.9 Abmessung der Drüsenhaare: Stielzellenanzahl

Die Anzahl der Stielzellen liegt zwischen eins und sehr selten fünf. Am häufigsten wurden zwei Stielzellen gefunden. Tabelle 39, Tabelle 40 und Abbildung 30 zeigen einen Überblick über die Stielzellenanzahl.

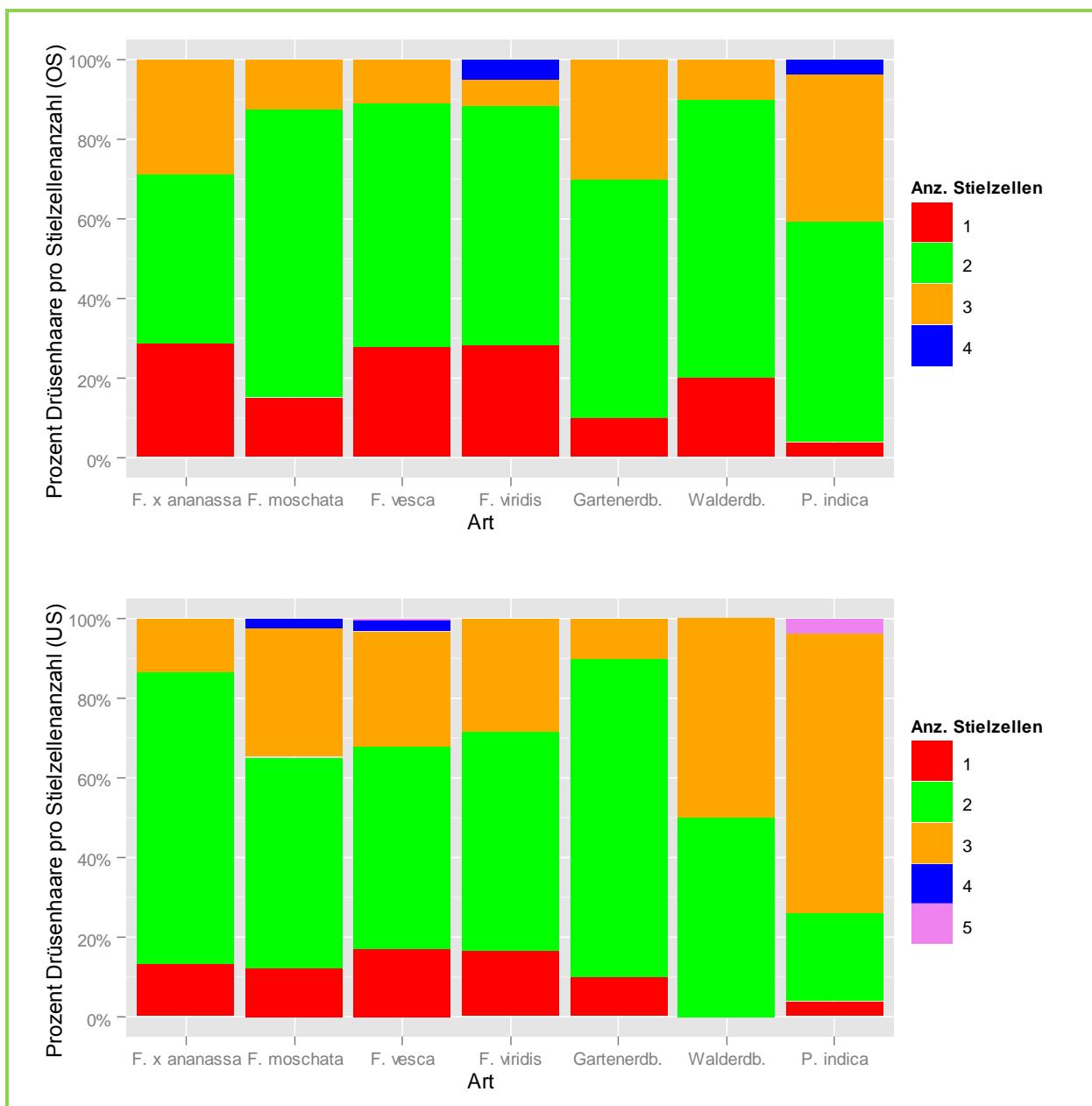


Abbildung 30: Zusammenfassung der Stielzellenanzahl der Drüsenhaare von den unterschiedlichen *Fragaria*-Arten auf der Blattober- und -unterseite

Tabelle 39: Anzahl der Stielzellen von Drüsenaaren auf der Blattoberseite; n = Anzahl der Proben

Probennummer	Stammpflanze	Median μm	Minimum μm	Maximum μm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	1	1	2	3
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	3	2	3	3
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	2	2	2	1
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	2	1	2	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	2	1	3	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	2	2	3	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	2	1	2	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	2	3	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10

11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	1,5	1	2	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	2	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	1,5	1	2	10
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	1,5	1	3	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	2	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	2	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	2	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	2	1	4	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	2	1	3	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	2	2	3	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	1,5	1	3	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	1,5	1	4	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	2	1	2	10

Tabelle 40: Anzahl der Stielzellen von Drüsenhaaren auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Proben

Probennummer	Stammpflanze	Median µm	Minimum µm	Maximum µm	n
11066093-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	2	1	3	10
11066092-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	2	1	3	10
11066094-001	<i>Fragaria x ananassa</i>	2	1	3	10
11065825-001	<i>Fragaria moschata</i>	2	1	4	10
11065820-001	<i>Fragaria moschata</i>	2	1	3	10
11065833-001	<i>Fragaria moschata</i>	3	2	3	10
11065815-001	<i>Fragaria moschata</i>	2	1	3	10
11065832-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11066080-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	2	3	10
11065817-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11066072-001	<i>Fragaria vesca</i>	1	1	3	10
11066084-001	<i>Fragaria vesca</i>	2,5	2	3	10
11065834-001	<i>Fragaria vesca</i>	2,5	2	5	10
11065835-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11065836-001	<i>Fragaria vesca</i>	2,5	1	3	10
11065837-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11066078-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11066146-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	2	4	10
11065812-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11065797-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11065803-001	<i>Fragaria vesca</i>	3	2	4	10
11065804-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11065810-001	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	3	10
11072979-007	<i>Fragaria vesca</i>	2	1	4	10

11066074-001	<i>Fragaria viridis</i>	3	2	3	10
11066142-001	<i>Fragaria viridis</i>	2	1	3	10
11066144-001	<i>Fragaria viridis</i>	2	1	3	10
11066086-001	<i>Fragaria viridis</i>	2	1	3	10
11066087-001	<i>Fragaria viridis</i>	2	1	3	10
11066091-001	<i>Fragaria viridis</i>	2	2	3	10

3.3.1.3 Pulverpräparat

Das Pulverpräparat von *Fragariae fol.* ist gelbgrün bis graugrün. Es besteht aus:

- **Blattstückchen:** Die Epidermiszellen auf der Blattoberseite sind polygonal und meist getüpfelt. Auf der Blattunterseite befinden sich anomocytische Spaltöffnungen und wellige Epidermiszellen, deren Gestalt auf den Blattnerven in eine polygonale, langgestreckte Form übergeht. Drüsenhaare sind auf beiden Seiten zu finden. Entlang der Nerven befinden sich durchscheinende Reihen von Calciumoxalatdrusen und -einzelkristallen.
- **Querschnittfragmenten:** Der Aufbau ist wie folgt: oberer Epidermis, zwei- bis dreischichtiges Palisadenparenchym mit Calciumoxalatdrusen, lockeres Schwammparenchym und untere Epidermis. Wenn das Palisadenparenchym dreischichtig ist, kann die dritte Schicht in das Schwammparenchym übergehen.
- **faserigen Stängelstücken**
- **Calciumoxalatdrusen und -einzelkristallen**
- **Haarfragmenten** von dickwandigen, einzelligen Deckhaaren, die tlw. einen Cuticularriss aufweisen.
- **Drüsenhaaren** mit einzelligem Köpfchen und einem einzellreihigen Stiel mit einer bis fünf Stielzellen.

3.3.2 Mikroskopische Untersuchung der Handelsmuster von *Agrimonia, Rubus und Potentilla*

Bezüglich der mikroskopischen Untersuchungen sind die Handelsmuster von *Agrimoniae herba*, *Anserinae herba*, *Rubi idaei folium* und *Rubi fruticosi folium* von *Fragariae folium* eindeutig zu unterscheiden.

3.3.2.1 *Agrimoniae herba*

Ein Blattflächenpräparat von *Agrimonia* sp. weist folgende Merkmale auf [14]:

- Die Epidermiszellen sind auf beiden Blattseiten polygonal bis wellig, unterseits befinden sich zahlreiche anomozytische Spaltöffnungen.
- Die Deckhaare sind oberseits spärlich, unterseits oft sehr dicht. Sie sind einzellig, spitz, sehr dickwandig, z.T. lang und starr, z.T. kürzer, verbogen und mehr oder weniger stark verholzt.
- Die Drüsenhaare besitzen ein großes, kugeliges oder zwei- bis vierzelliges eiförmiges Köpfchen auf einem ein- bis dreizelligen Stiel.
- *A. eupatoria* besitzt Calciumoxalateinzelkristalle, *A. procera* Calciumoxalatdrusen.

Die Pulverdroge ist graugrün. Sie besteht aus Deck- und Drüsenhaaren, Blattstückchen mit zahlreichen Spaltöffnungen und Haaren, oxalatreichem Mesophyll von Blatt und Blütenachse. Vereinzelt sind auch hakenförmige Stachelspitzen von der Blütenachse und Pollenkörner zu finden.

3.3.2.2 Anserinae herba

Ein Blattflächenpräparat von *Potentilla anserina* weist folgende Merkmale auf [14]:

- Die obere Epidermis besitzt schwach wellige, die untere stärker wellige Zellseitenwände. Anomocytische Spaltöffnungen sind fast nur in der unteren Epidermis zu finden.
- Die Deckhaare auf der Oberseite sind gerade, einzellig und dickwandig-englumig. Auf der Unterseite ist eine dichte Haardecke aus bis zu 2 mm langen und bis zu 20 µm breiten, dünnwandig-weitlumigen, einzelligen Haaren, die teils gerade, meist jedoch peitschenförmig gewunden und verflochten sind.
- Die Drüsenhaare besitzen einen zweizelligen Stiel und ein einzelliges, keulenförmiges Köpfchen.
- Das Mesophyll besteht aus einem zweischichtigen Palisadenparenchym mit zahlreichen Calciumoxalatdrusen und einem lockeren Schwammparenchym.

Die Pulverdroge ist graugrün und locker filzig. Charakteristisch sind die zahlreichen, langen, einzelligen, geraden oder peitschenartig gewundenen Haare der Blattunterseite sowie des Kelches und des Außenkelches. Fragmente des Blattes und besonders von Kelch und Außenkelch enthalten zudem zahlreiche Calciumoxalatdrusen. Vereinzelt finden sich Kronblattstückchen mit stark papilliösen Epidermiszellen sowie glatte, in der Regel dreikantige Pollenkörner.

3.3.2.3 Rubi idaei folium

Ein Blattflächenpräparat von *Rubus idaeus* weist folgende Merkmale auf [14]:

- Die Epideriszellen sind auf der Blattober- und Blattunterseite polygonal. Auf der Unterseite befinden sich anomozytische Spaltöffnungen.
- Auf der Oberseite, besonders über den Nerven sind starre, spitze, einzellige Haare, die über der getüpfelten Basis abgebogen, im oberen Teil oft bis zum Schwinden des Lumens verdickt und mit sich kreuzenden Linien gestreift sind. Auf der Blattunterseite befinden sich viele, einzellige, vielfach gewundene und ineinander verflochtene, peitschenförmige lange Haare.
- Die Drüsenhaare besitzen einen zweizelligen Stiel und ein vielzelliges Köpfchen.
- In größeren Zellen, die meist nahe der Epidermis sind, befinden sich Calciumoxalatdrusen.

Die Pulverdroge ist graugrün. Im Pulver befinden sich Blattfragmente, die auf der Unterseite Stomata und viele gewundene und ineinander verflochtene, auf der Oberseite peitschenförmige Haare tragen und besonders über den Nerven starre, spitze, einzellige Haare besitzen. Außerdem sind Drüsenhaare mit zweizelligem Stiel und vielzelligen Köpfchen zu finden. Querschnittsbruchstückchen besitzen ein ein- bis zweireihiges Palisadenparenchym mit großen Oxalatdrusen die meist nahe der Epidermis liegen, und ein Schwammparenchym aus 3 bis 4 Lagen rundlicher Zellen.

3.3.2.4 Rubi fruticosi folium

Ein Blattflächenpräparat von *Rubus fruticosus* weist folgende Merkmale auf [14]:

- Die Epideriszellen sind auf der Oberseite schwach wellig und getüpfelt. Auf der Unterseite sind dünnwandige, wellige Zellen und anomozytische Spaltöffnungen.

- In den Mesophyllzellen sind große Oxalatdrusen.
- Die Deckhaare der Oberseite sind besonders über den Nerven große, dickwandige, einzellige Borstenhaare, die am Grund getüpfelt sind und oft eine Cuticularstreifung aufweisen. Auf der Unterseite finden sich zwei- bis siebenstrahlige Büschelhaare, deren einzellige, verschieden lange, stark verdickte Haare nur an der Basis ein Lumen erkennen lassen.
- Die Drüsenhaare besitzen einen mehrzelligen Stiel und ein mehrzelliges Köpfchen.

Die Pulverdroge ist graugrün. Sie besteht aus Blattfragmenten, die auf der Oberseite wellige, getüpfelte Epidermiszellen und besonders über den Nerven große, dickwandige, einzellige Borstenhaare besitzen. Die Unterseite weist wellige Epidermiszellen, Stomata und zwei- bis siebenstrahlige Büschelhaare auf. Außerdem sind Drüsenhaare mit mehrzelligem Stiel und mehrzelligem Köpfchen zu finden.

3.3.3 Mikroskopische Unterschiede zwischen *Fragaria* sp. und *Potentilla*-Arten

Potentilla anserina, *Potentilla aurea*, *Potentilla erecta*, *Potentilla incana*, *Potentilla indica*, *Potentilla pusilla*, *Potentilla recta*, *Potentilla reptans*, *P. thuringiaca* und *P. velutina* wurden mit *Fragaria* sp. verglichen. Tabelle 41 gibt einen Überblick über die mikroskopisch untersuchten *Potentilla*-Arten. Alle untersuchten *Potentilla*-Arten besitzen mikroskopische Merkmale anhand derer eine Abgrenzung zu *Fragaria* sp. möglich ist. Bei *P. velutina* sind als Merkmale nur die Büschelhaare angeführt, da andere Merkmale durch die starke Behaarung nicht zu sehen sind.

Die Unterschiede zwischen *Potentilla anserina* und *Fragaria* sp. sind die bei *P. anserina* auf der Blattunterseite peitschenartig gewunden bis verflochtenen Deckhaare, die über die gesamte Blattfläche verteilten Drusen und die wellige Gestalt der Epidermiszellen auf beiden Seiten des Blattes.

Ein charakteristisches Unterscheidungsmerkmal zwischen den Gattungen *Fragaria* und *Potentilla* sind oft die Drüsenhaare. *P. aurea*, *P. erecta*, *P. indica*, *P. pusilla*, *P. recta*, *P. reptans* und *P. thuringiaca* besitzen Drüsenhaare mit einem zweizelligen Köpfchen, bei *Fragaria* sp. ist es einzellig. *P. incana* besitzt sowohl einzellige als auch zweizellige Drüsenhaarköpfchen.

Die meisten *Potentilla*-Arten besitzen, wie *Fragaria* sp., typische Rosaceenhaare. Einige, wie *P. incana*, *P. pusilla* und *P. velutina* besitzen aber Sternhaare.

Die Lage der Stomata spielt in manchen Fällen auch eine Rolle. Bei *P. aurea*, *P. incana*, *P. indica*, *P. pusilla* und *P. reptans* befinden sich die Stomata auf beiden Seiten des Blattes, bei *Fragaria* sp. nur auf der Unterseite.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal können die Kristalle sein. *P. anserina*, *P. aurea*, *P. erecta*, *P. pusilla* und *P. recta* besitzen nur Calciumoxalatdrusen, aber keine Calciumoxalateinzelkristalle wie *Fragaria* sp..

Die Gestalt der Epidermiszellen ist bei *Fragaria* sp. auf der Blattoberseite polygonal und auf der Unterseite wellig. *P. aurea* und *P. erecta* besitzen auf der Blattoberseite polygonale, auf der Unterseite wellig-polygonale Epidermiszellen. Bei *P. recta* ist es genau umgekehrt. *P. incana* besitzt auf beiden Seiten wellig-polygonale, *P. pusilla* besitzt nur polygonale Epidermiszellen.

Tabelle 41: Überblick über die mikroskopischen Merkmale der untersuchten *Potentilla*- Arten und *Fragaria* sp.

	<i>P. anserina</i>	<i>P. aurea</i>	<i>P. erecta</i>	<i>P. incana</i>	<i>P. indica</i>	<i>P. pusilla</i>	<i>P. recta</i>	<i>P. reptans</i>	<i>P. thuringiaca</i>	<i>P. velutina</i>	<i>Fragaria</i> sp.
Drüsenhaar-köpfchen	einzellig, keulenförmig	zweizellig	zweizellig	einzellig oder zweizellig	zweizellig	zweizellig	zweizellig	zweizellig	zweizellig	zweizellig	einzellig
Drüsenhaar-stiel	2-4 zellig, einzellreihig	2-4 zellig, einzellreihig	2-3 zellig, einzellreihig	2-4 zellig, einzellreihig	2-3 zellig, einzellreihig	1-3 zellig, einzellreihig	2-3 zellig, einzellreihig	2-4 zellig, einzellreihig	2-4 zellig, einzellreihig	2-4 zellig, einzellreihig	1-5 zellig, einzellreihig
Deckhaare OS	vereinzelt lange, gerade einzellige dickwandige- englumige Haare	fast kahl	einzellig, fast kahl, v.a. bei Nerv	lockerer als US mit 10 - 30 strahligen Sternhaaren besetzt, wovon eines länger ist (930µm/ 410µm)	einzellig Deckhaare, locker verteilt	locker verteilte Sternhaare, 1- 10 (15) strahlig mit einem deutlich längerem mittel ständigem Strahl (1585,8µm), die anderen sind deutlich kürzerer (145,67µm)	einzellig Deckhaare vereinzelt abstehend	einzellig Deckhaare, locker verteilt	einzellig Deckhaare, locker verteilt	dicht mit 10 – 30 strahligen Sternhaaren, +/- gleichlang besetzt	dickwandige, einzellige Haare, tlw. mit Cuticularriss
Deckhaare US	dichte Haardecke, dünnwandig- weitlumig, peitschenartig gewunden bis verflochten	auf Adern der US anliegend seidig behaart	einzellig, fast kahl, v.a. bei Nerv	dicht mit 10 - 30 strahligen Sternhaaren besetzt, +/- gleich lang	einzellige Deckhaare locker, v.a. bei Nerv	locker verteilte Sternhaare, 1- 10 (15) strahlig mit einem deutlich längerem mittelständige m Strahl (1585,8µm), die anderen sind deutlich kürzeren (145,67µm)	dicht behaart mit einzellig Deckhaare	einzellig Deckhaare locker verteilt	einzellig Deckhaaren, dicht abstehend	dicht mit 10 – 30 strahligen Sternhaaren, +/- gleichlang besetzt	dickwandige, einzellige Haare, tlw. mit Cuticularriss
Stomata OS	-	anomocytisch	-	anomocytisch	anomocytisch	anomocytisch	-	anomocytisch	anomocytisch	-	-
Stomata US	anomocytisch	anomocytisch	anomocytisch	anomocytisch	anomocytisch	anomocytisch	anomocytisch	anomocytisch	anomocytisch	anomocytisch	anomocytisch
Kristalle	Drusen überall verteilt	Drusen v.a. bei Nerv	Drusen v.a. bei Nerv	Drusen und Einzelkristalle entlang von Nerven	Drusen v.a bei Nerv aber auch im Intercostal- bereich	Drusen v.a bei Nerv aber auch im Intercostal- bereich	Drusen v.a. bei Nerv	Drusen, selten Einzelkristalle entlang von Nerven	Drusen entlang von Nerven	Drusen und Einzelkristalle entlang von Nerven	Drusen und Einzelkristalle entlang von Nerven
Epidermis-zellen OS	wellig	polygonal	polygonal	wellig- polygonal	polygonal	polygonal	wellig- polygonal	polygonal	wellig- polygonal	polygonal	polygonal
Epidermis-zellen US	wellig	wellig - polygonal	wellig- polygonal	wellig- polygonal	wellig	polygonal	wellig	wellig	wellig	wellig	wellig

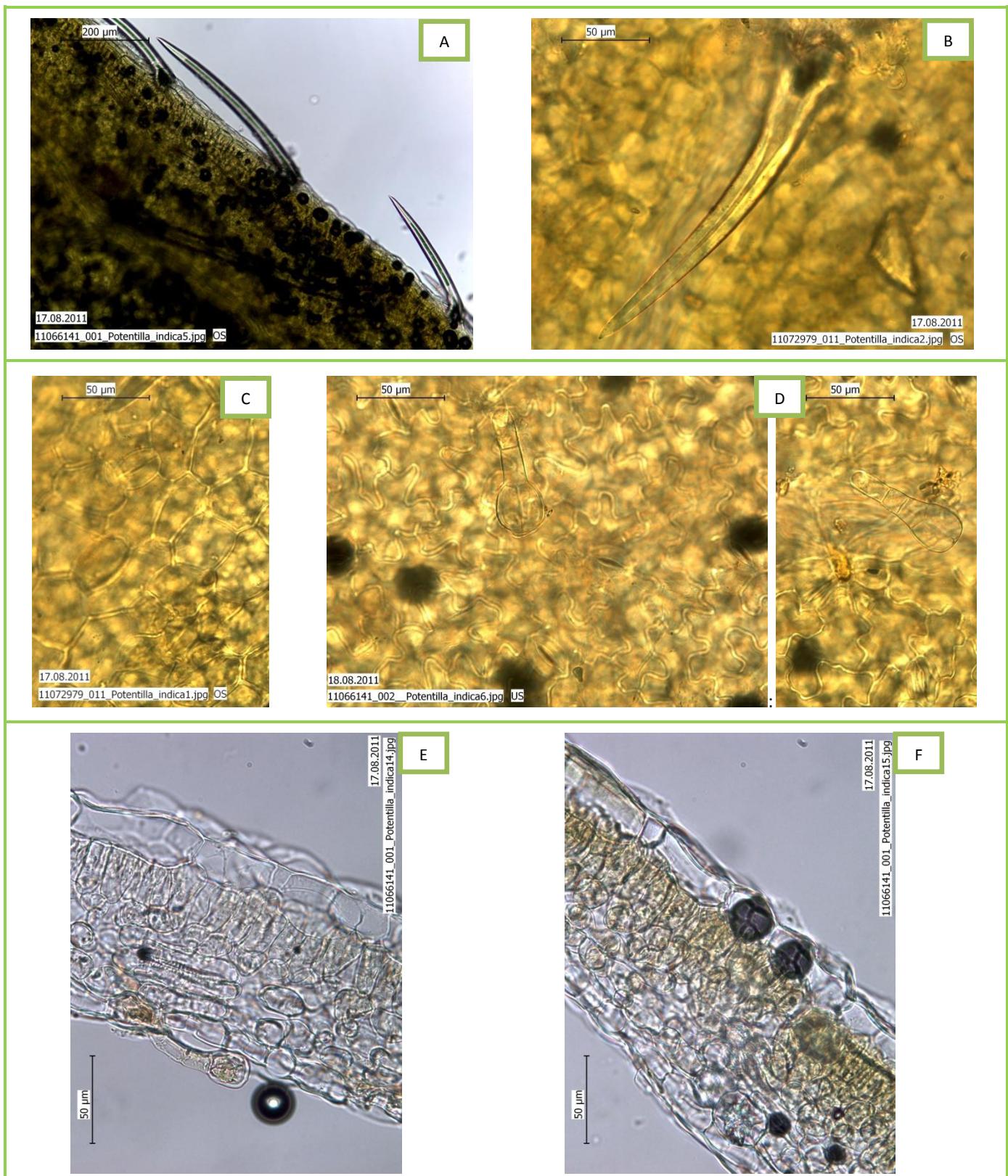


Abbildung 31: Erkennungsmerkmale von *Potentilla indica*. A Blattrand mit kurzen Rosaceenhaaren; B kurzes Rosaceenhaar auf der OS; C Blatt OS mit polygonale Epidermiszellen und Stomata; D Blatt US mit welligen Epidermiszellen, Stomata und Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen; E, F Blattquerschnitte mit einschichtigem Palisadenparenchym

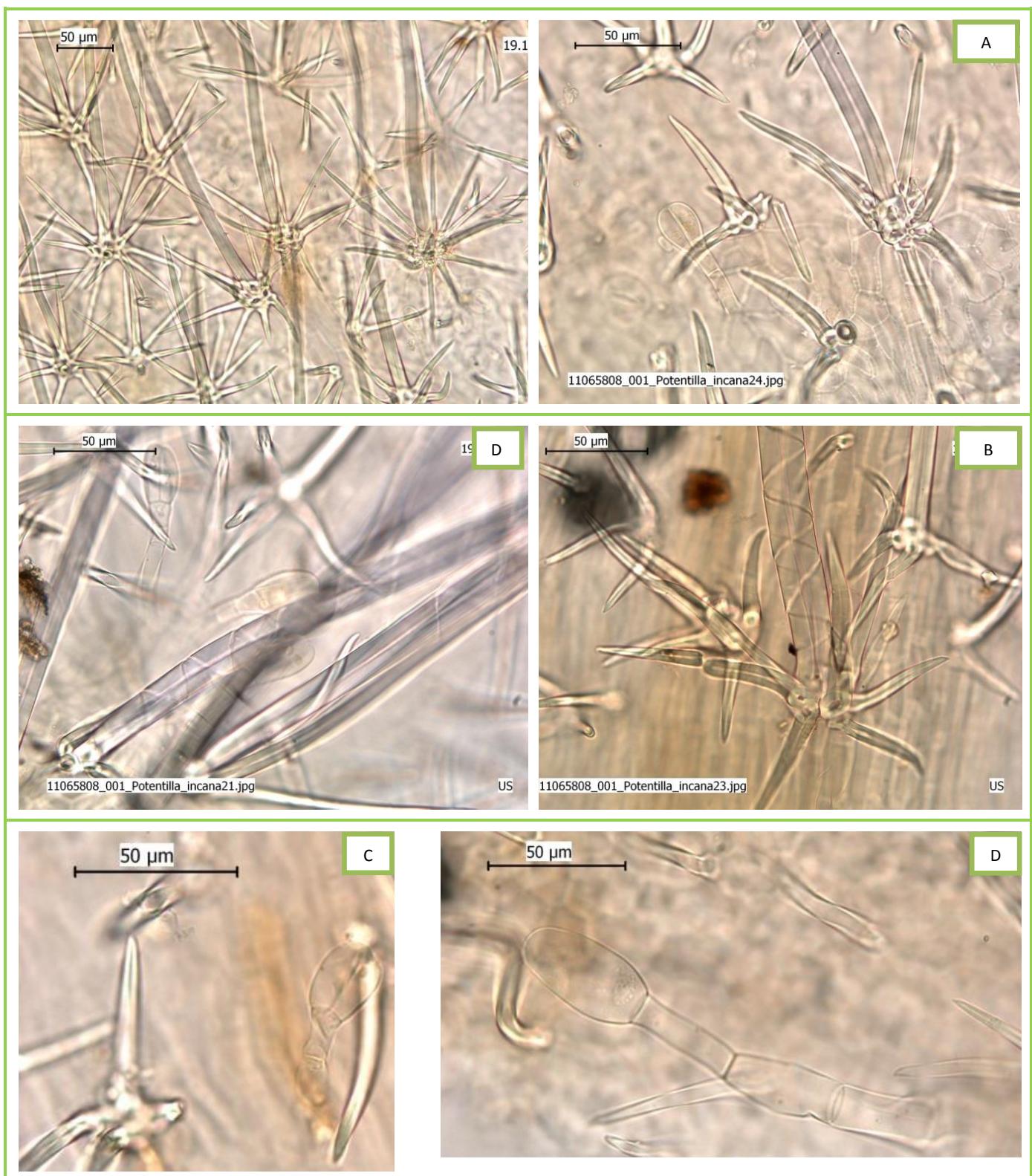


Abbildung 32: Erkennungsmerkmale von *Potentilla incana*. A Blatt OS polygonale Epidermiszellen, 10 - 30 strahlige Sternhaare, wovon eines deutlich länger ist, Stomata, Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen; B Blatt US 10 - 30 strahlige Sternhaare, wovon eines deutlich länger ist, Drüsenhaare mit einem ein- oder zweizelligem Köpfchen; C Drüsenhaar mit zweizelligem Köpfchen; D Drüsenhaar mit einzelligem Köpfchen

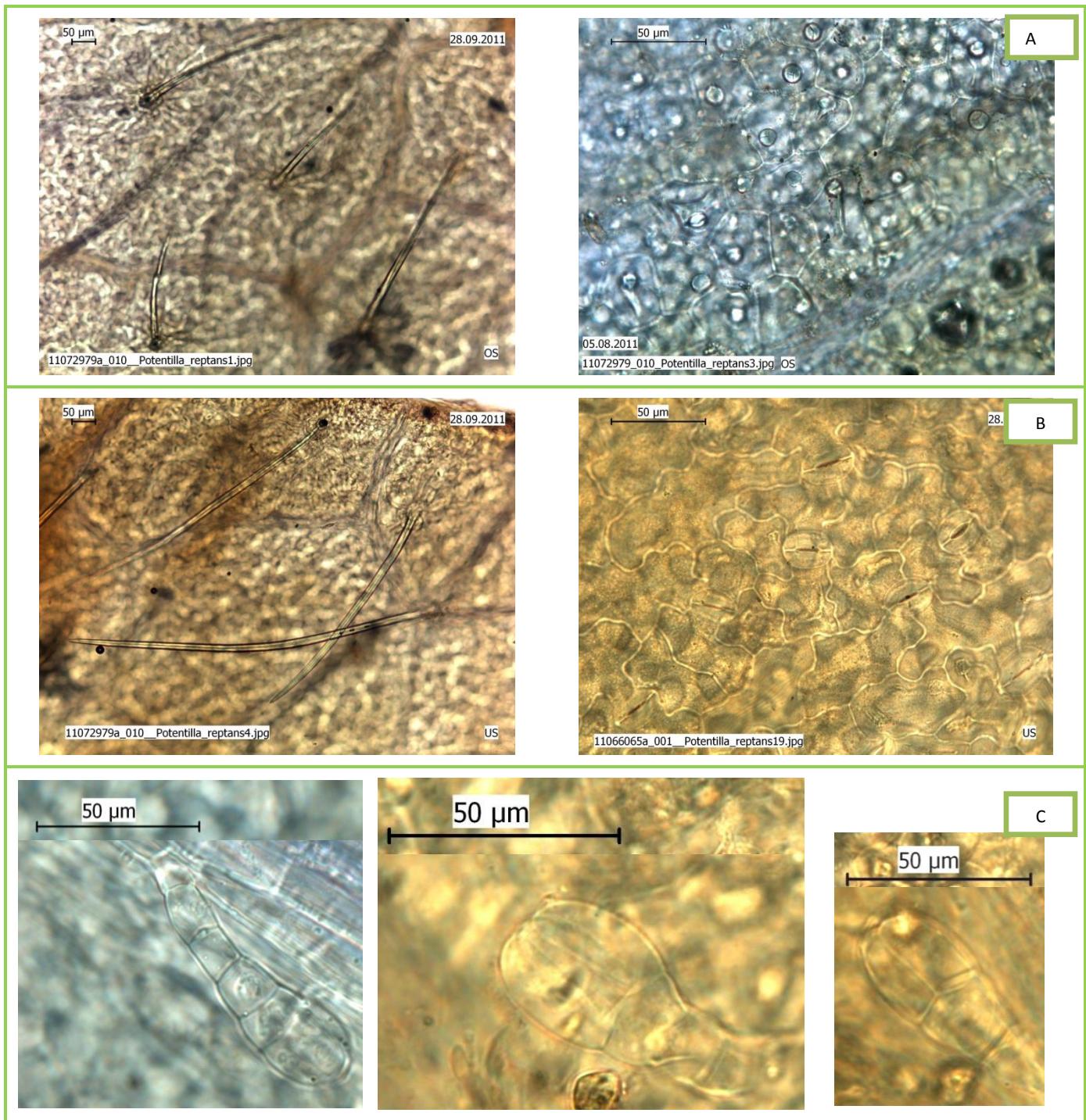


Abbildung 33: Erkennungsmerkmale von *Potentilla reptans*. A Blatt OS mit Rosaceendeckhaaren und polygonalen Epidermiszellen; Blatt US mit Rosaceendeckhaaren, Stomata und welligen Epidermiszellen; C Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen

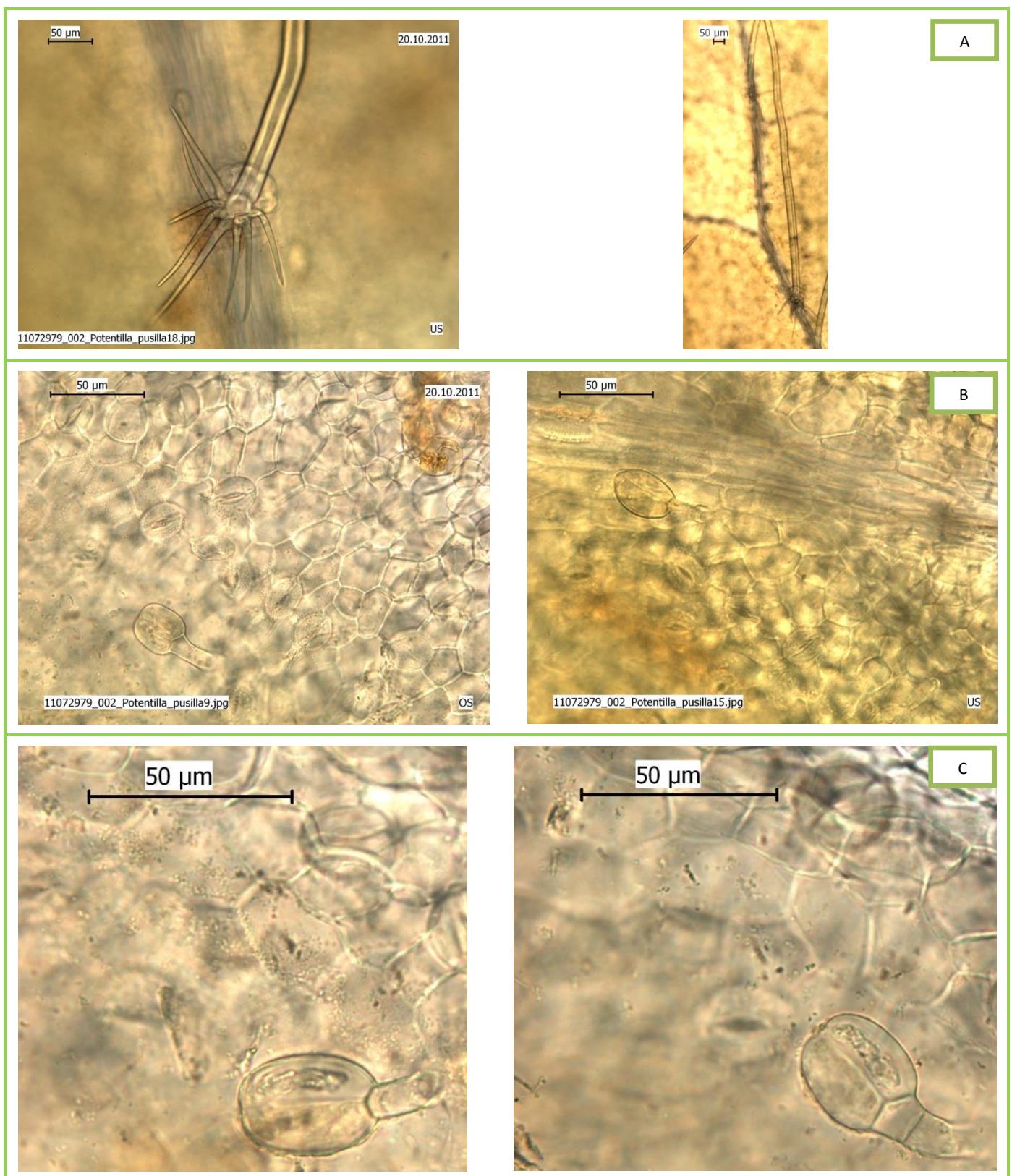


Abbildung 34: Erkennungsmerkmale von *Potentilla pusilla*. A Deckhaare auf der Ober- und Unterseite locker verteilt Sternhaare, 1-10 (15) strahlig mit einem deutlich längeren mittelständigem Strahl (1585,8 µm), die anderen sind deutlich kürzer (145,67 µm); B Stomata und polygonale Epidermiszellen auf beiden Seiten; Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen

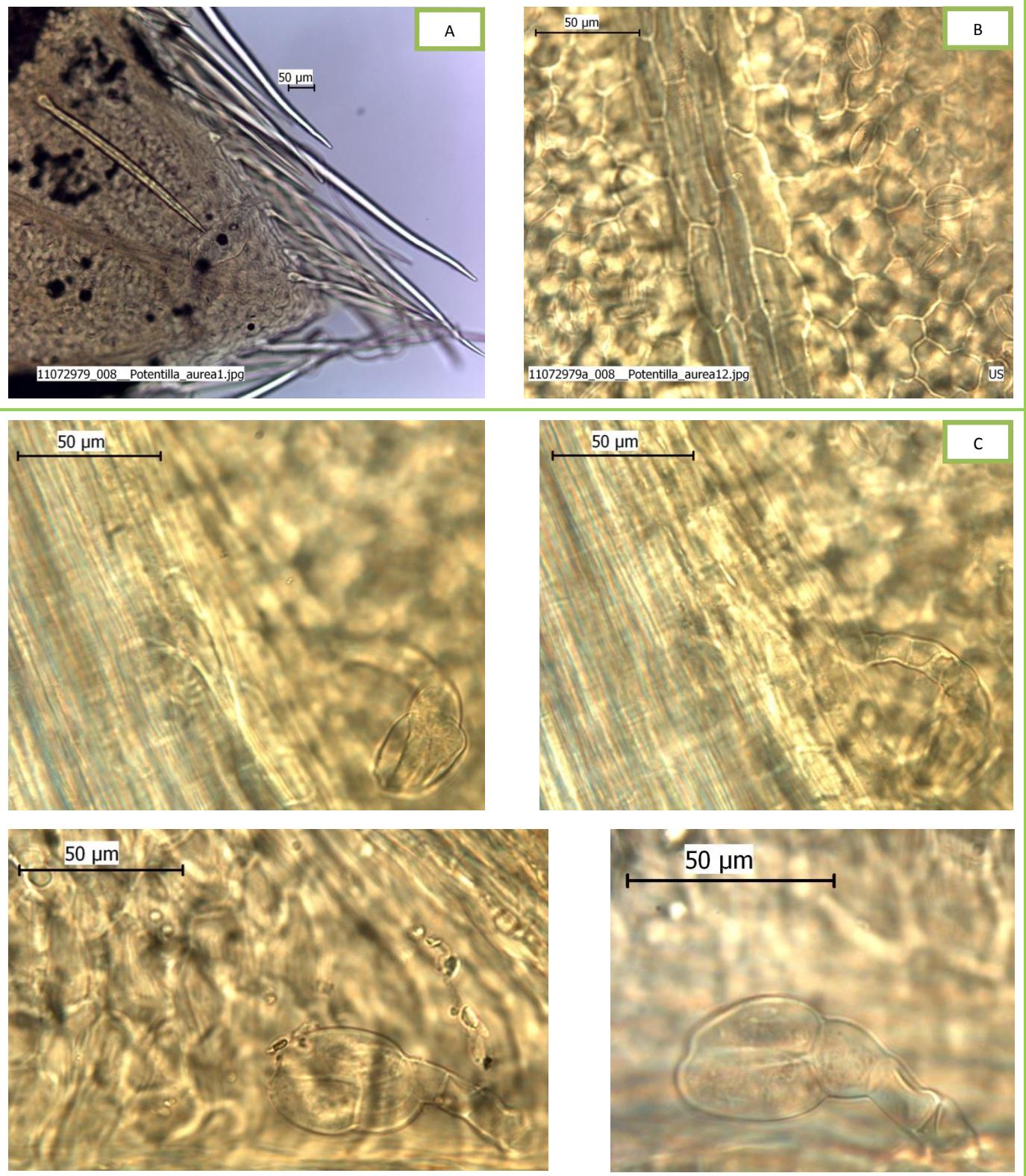


Abbildung 35: Erkennungsmerkmale von *Potentilla aurea*. A Blattrand mit Rosaceenhaare; B Blatt US mit wellig-buchtigen Epidermiszellen, Stomata; C Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen

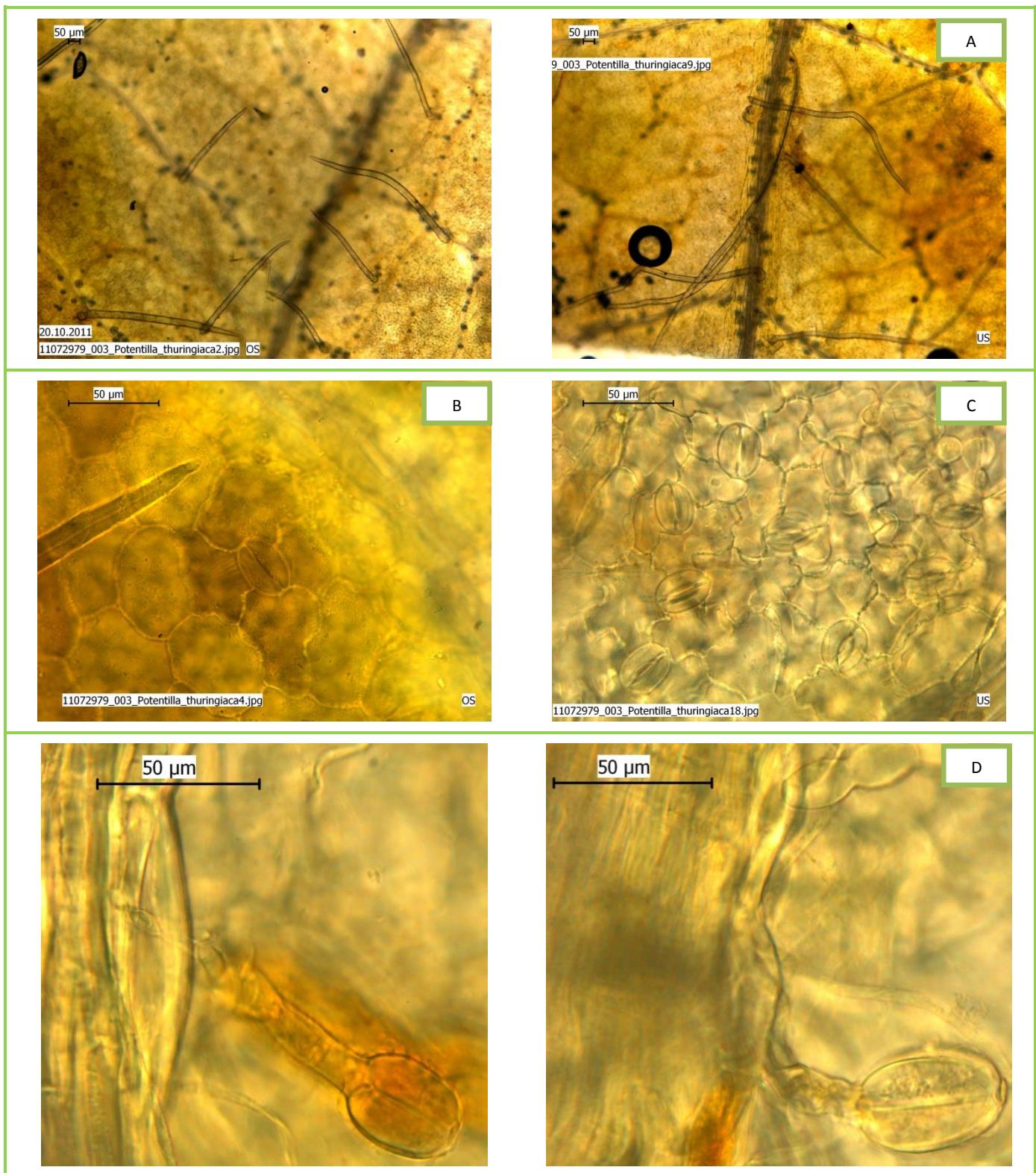


Abbildung 36: Erkennungsmerkmale von *Potentilla thuringiaca*. A Rosaceendeckhaare auf beiden Seiten des Blattes; B wellig bis polygonale Epidermiszellen, Stomata; C wellige Epidermiszellen, Stomata; D Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen

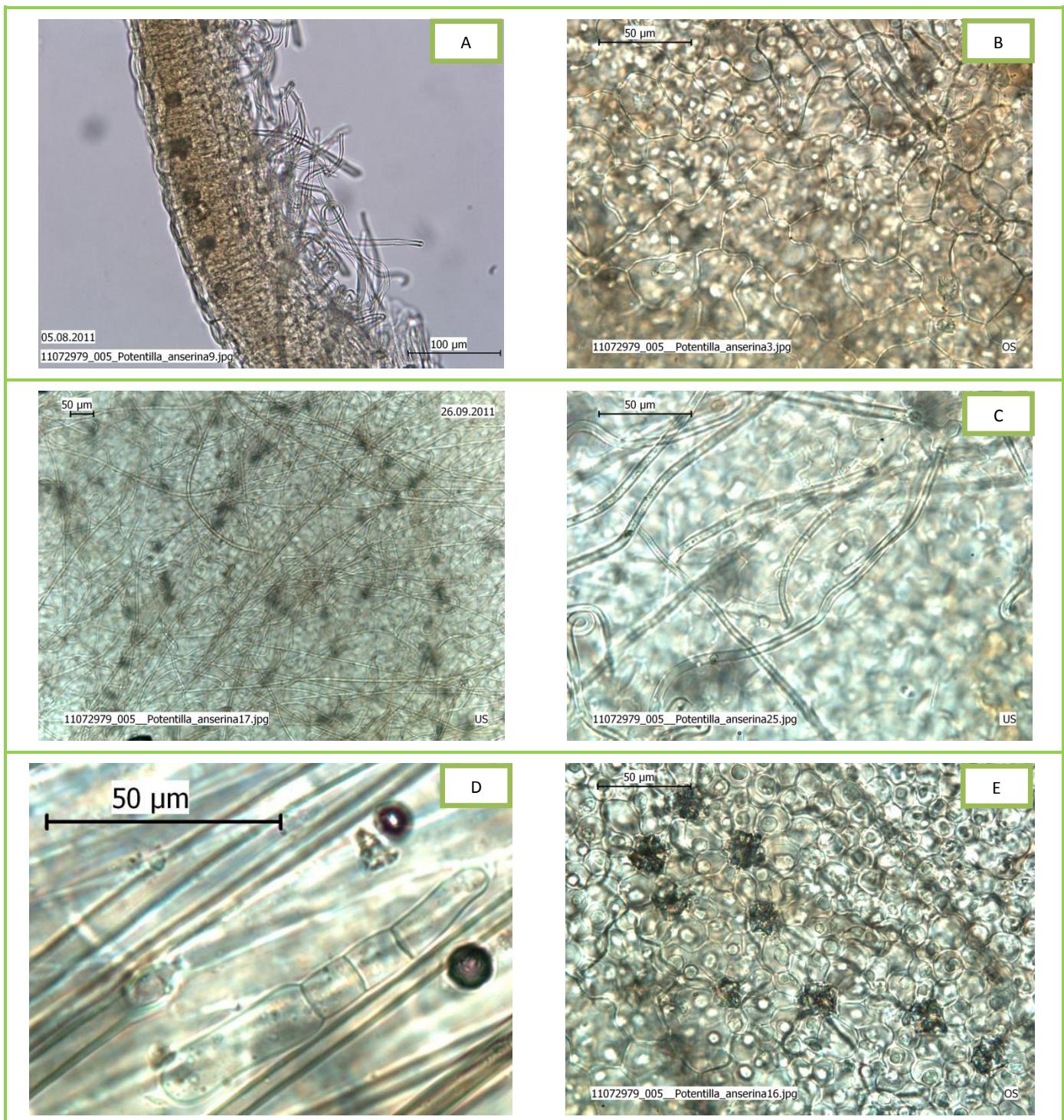


Abbildung 37: Erkennungsmerkmale von *Potentilla anserina*. A Blattquerschnitt; B Blatt OS wellige Epidermiszellen; C Blatt US dünnwandig-weitlumige, peitschenartig gewundene bis verflochtene Deckhaare; D einzelliges, keulenförmiges Drüsenhaarköpfchen; E Drusen auf der gesamten Blattfläche verteilt

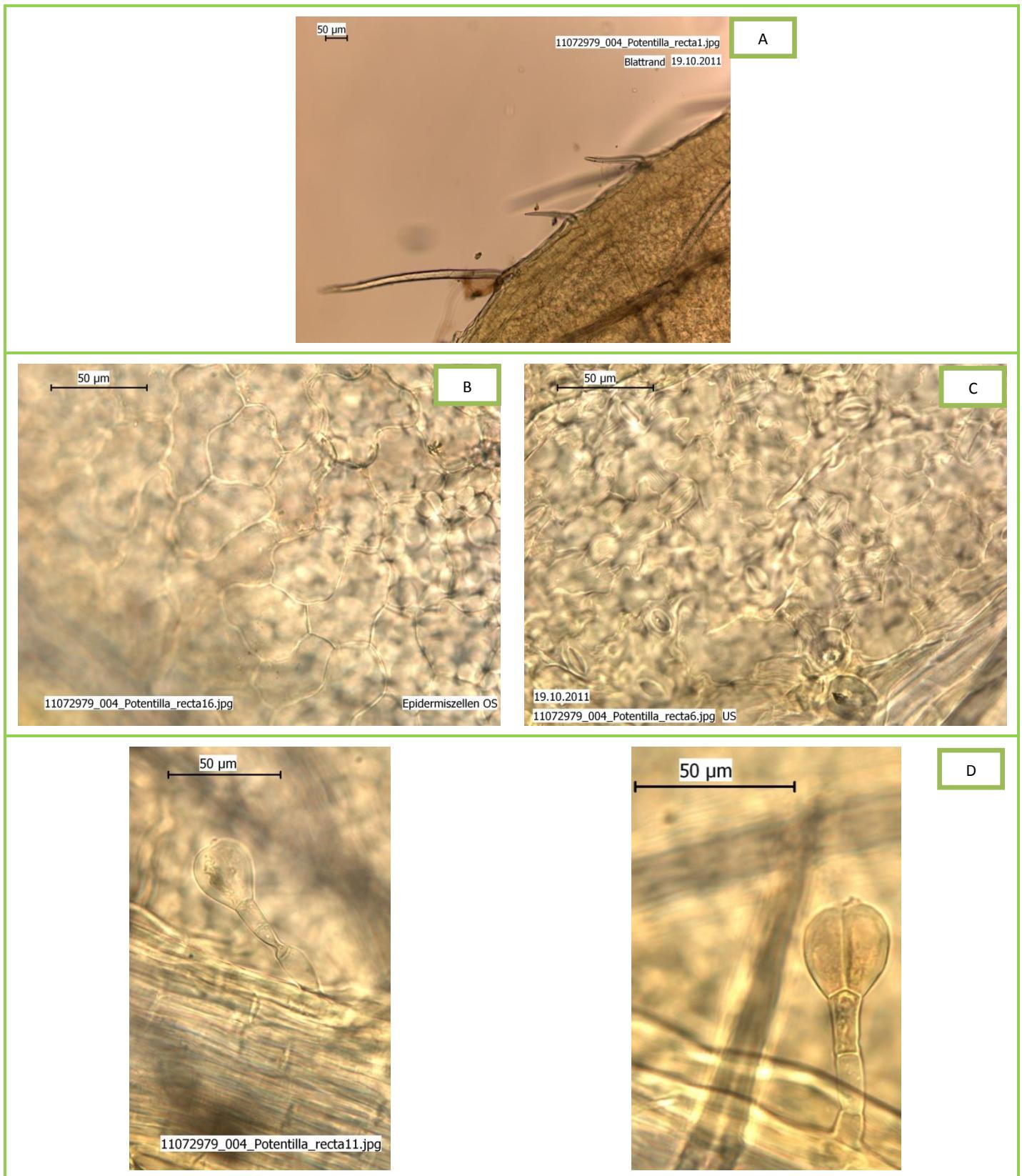


Abbildung 38: Erkennungsmerkmale von *Potentilla recta*. A Blattrand mit abstehenden Rosaceenhaare; B Blatt OS: wellig – polygonale Epidermiszellen; C Blatt US: wellige Epidermiszellen, Stomata; D Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen

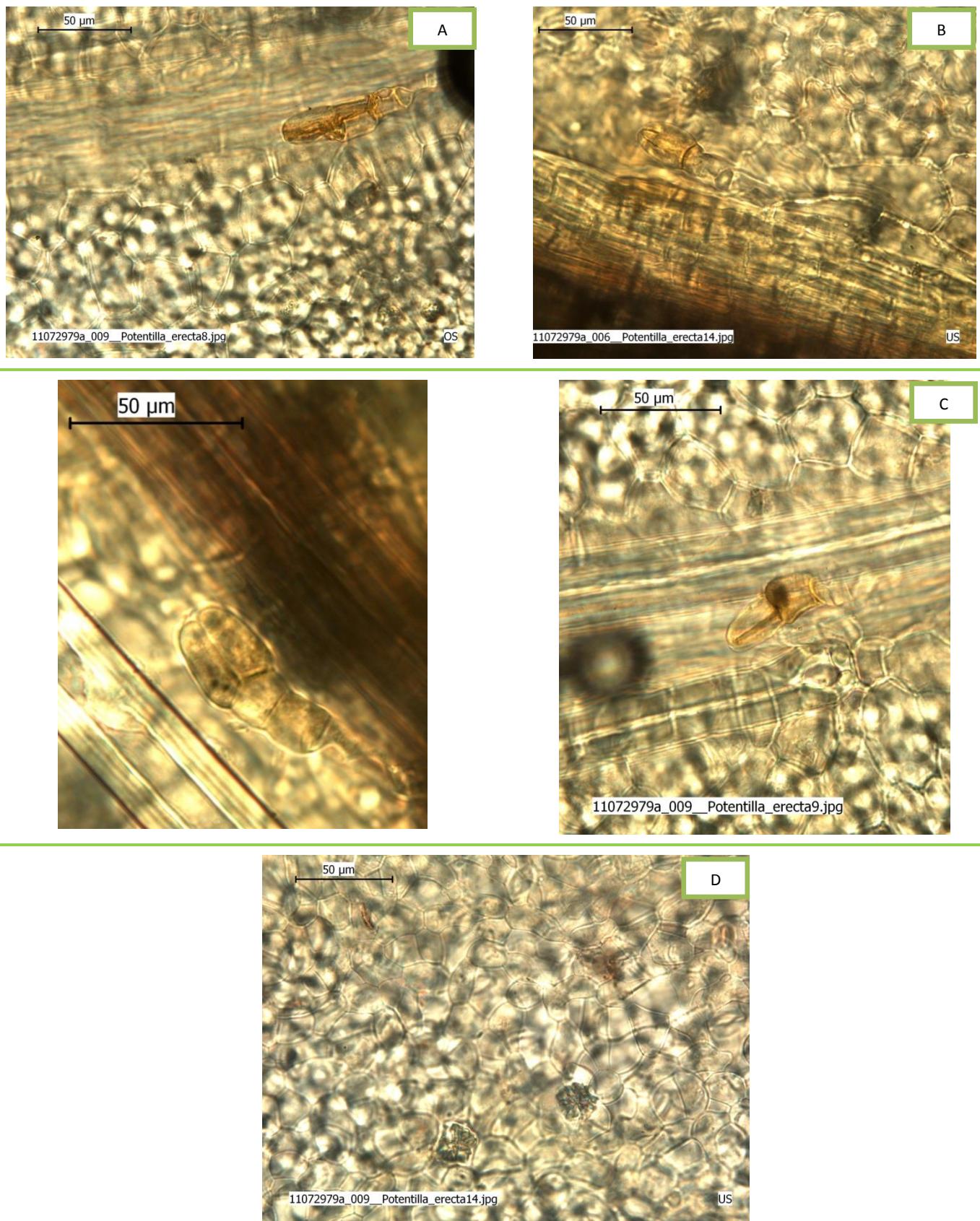


Abbildung 39: Erkennungsmerkmale von *Potentilla erecta*. A Blatt OS: polygonale Epidermiszellen; B Blatt US: wellig-polygonale Epidermiszellen; C Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen; D Schwammparenchym und Calciumoxalatdrusen

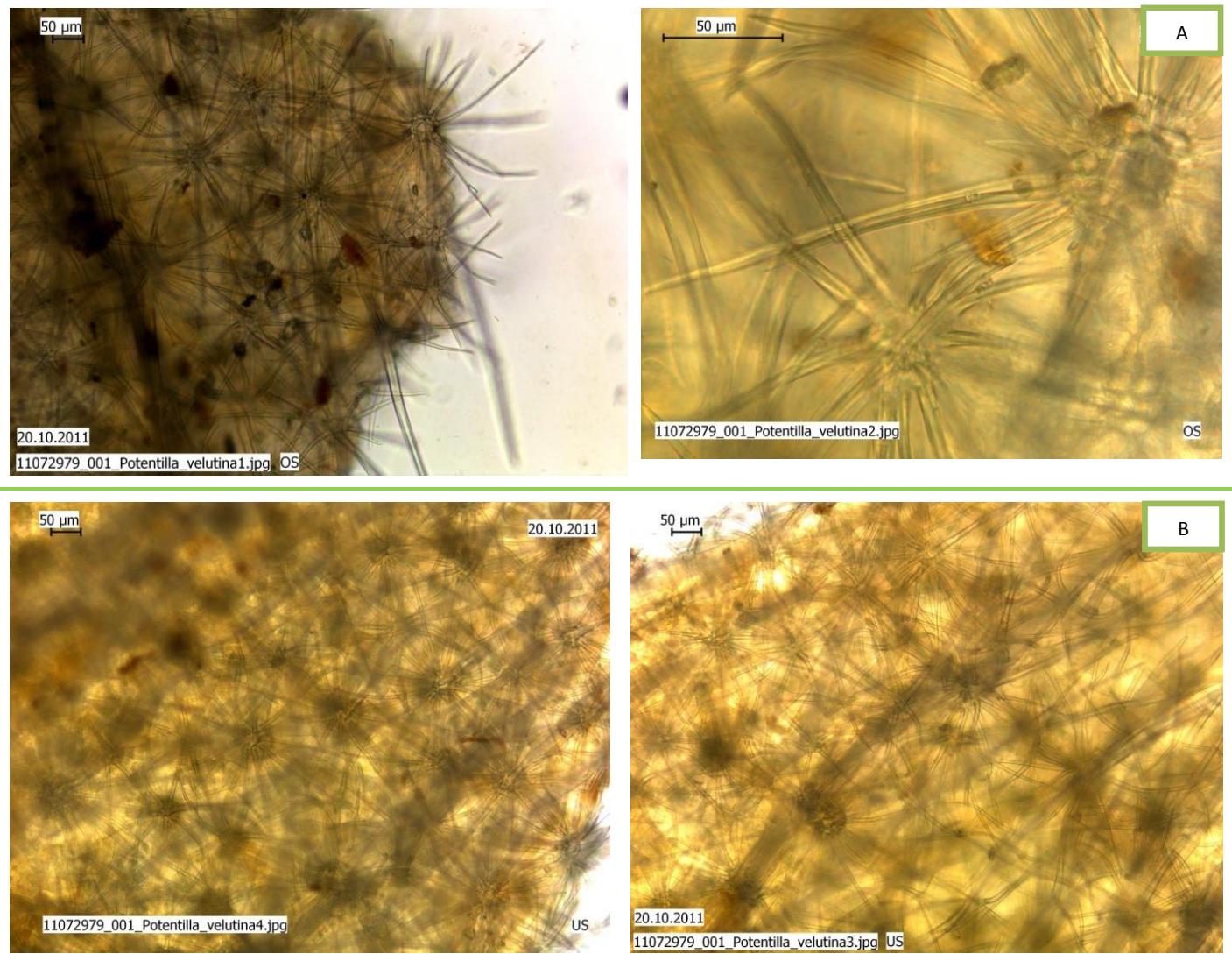


Abbildung 40: Erkennungsmerkmale von *Potentilla velutina*. A Blatt OS und B Blatt US: auf beiden Seiten dicht mit 10 – 30 strahligen Sternhaaren, +/- gleichlang, besetzt

3.4 Trocknungsverlust

Die Bestimmung des Trocknungsverlustes von *Fragaria* sp. wurde anfangs mittels Dreifachbestimmung (Tabelle 42) durchgeführt. Aufgrund des nur sehr geringen Messunterschiedes wurde bei den weiteren Bestimmungen eine Doppelbestimmung (Tabelle 43) für ausreichend erachtet. Die Trocknungsverluste lagen zwischen 4,43 und 8,15 Prozent.

Tabelle 42: Trocknungsverlust von *Fragaria*- Handelsproben durch Dreifachbestimmung ermittelt

Probennummer	Anzahl der Bestimmungen	Behältnis leer (g)	Einwaage (g)	Auswaage (g)	Trocknungsverlust (%)	Mittelwert
10062173-001	1	19,00665	0,99964	19,96122	4,51	4,43
	2	21,73230	1,00130	22,68926	4,43	
	3	19,24360	1,00077	20,20071	4,36	
10090127-001	1	20,51098	1,00062	21,46028	5,13	5,01
	2	20,25856	0,99516	21,20355	5,04	
	3	20,94781	0,99910	21,89837	4,86	
10090113-001	1	20,60534	0,99869	21,55364	5,05	4,99
	2	20,25602	0,99990	21,20465	5,13	
	3	20,48491	1,00011	21,43692	4,81	
10086270-001	1	19,66123	1,00051	20,60451	5,72	5,63
	2	20,98210	0,99948	21,92621	5,54	
	3	19,88760	1,00031	20,83170	5,62	
10109287-001	1	20,50332	0,99998	21,43529	6,80	6,75
	2	19,76033	1,00112	20,69379	6,76	
	3	20,47351	1,00023	21,40670	6,70	
10090136-001	1	19,22670	1,00087	20,15538	7,21	7,23
	2	20,91383	1,00089	21,84252	7,21	
	3	19,37329	0,99990	20,30065	7,25	

Tabelle 43: Trocknungsverlust von *Fragaria*- Handelsproben durch Doppelbestimmung ermittelt

Probennummer	Anzahl der Bestimmungen	Behältnis leer (g)	Einwaage (g)	Auswaage (g)	Trocknungsverlust (%)	Mittelwert
11082499-001	1	21,73275	1,00026	22,65594	7,70	7,85
	2	20,48368	1,00033	21,40735	7,66	
11082499-002	1	19,37228	1,00007	20,29099	8,14	8,15
	2	20,91313	1,00033	21,83187	8,16	
11082499-003	1	20,98230	1,00012	21,90591	7,65	7,68
	2	19,78140	1,00028	20,70517	7,65	
11082499-004	1	20,76530	1,00043	21,69820	6,75	7,65
	2	20,76091	1,00004	21,69355	6,74	
11082499-005	1	19,75990	1,00590	20,68089	8,44	6,74
	2	20,46976	1,00081	21,39789	7,26	

3.5 Asche

Wie beim Trocknungsverlust wurde die Bestimmung der Asche von *Fragaria* sp. anfangs mit Dreifachbestimmungen (Tabelle 44), später aufgrund des geringen Messunterschieds mit Doppelbestimmungen (Tabelle 45) durchgeführt. Der Aschegehalt lag zwischen 5,95 und 8,08 Prozent.

Tabelle 44: Aschegehalt von *Fragaria*- Handelsproben durch Dreifachbestimmung ermittelt

Probennummer	Anzahl der Bestimmungen n	Behältnis leer (g)	Einwaage (g)	Auswaage (g)	Asche (%)	Mittelwert
10086270-001	1	19,661230	1,000510	19,72722	6,60	6,73
	2	20,982100	0,999480	21,04774	6,57	
	3	19,887600	1,000310	19,95786	7,02	
10109287-001	1	20,503320	0,999980	20,57972	7,64	7,80
	2	19,760330	1,001120	19,83710	7,67	
	3	20,473510	1,000230	20,55458	8,11	
10090136-001	1	19,226700	1,0000870	19,29653	6,98	6,92
	2	20,913830	1,0000890	20,98306	6,92	
	3	19,373290	0,999900	19,44190	6,86	
10062173-001	1	19,00665	0,99964	19,06633	5,97	5,95
	2	21,73230	1,00130	21,79222	5,98	
	3	19,24360	1,00077	19,30263	5,90	
10090127-001	1	20,51098	1,00062	20,58997	7,89	8,08
	2	20,25856	0,99516	20,34033	8,22	
	3	20,94781	0,99910	21,02895	8,12	
10090113-001	1	20,60534	0,99869	20,68651	8,13	8,08
	2	20,25602	0,99990	20,33603	8,00	
	3	20,48491	1,00011	20,56616	8,12	

Tabelle 45: Aschegehalt von *Fragaria*- Handelsproben durch Doppelbestimmung ermittelt

Probennummer	Anzahl der Bestimmungen n	Behältnis leer (g)	Einwaage (g)	Auswaage (g)	Asche (%)	Mittelwert
11082499-005	1	19,75990	1,00590	19,82611	6,58	6,53
	2	20,46976	1,00081	20,53463	6,48	
11082499-002	1	19,37228	1,00007	19,43863	8,14	6,66
	2	20,91313	1,00033	20,97998	8,16	
11082499-001	1	21,73275	1,00026	21,78867	7,70	5,98
	2	20,48368	1,00033	20,54749	7,66	

3.6 Dünnschichtchromatographie

3.6.1 Auswahl eines DC-Systems

Zur Auswahl eines optimalen DC-Systems wurden drei unterschiedliche Fließmittelmischungen getestet. Dafür wurde eine heterogene Probengruppe bezüglich Fundort und Art ausgewählt (Tabelle 46). Die DCs sind in Abbildung 41 zu sehen.

System 3, Vorschrift nach Ph. Eur. *Agrimoniae herba* [15] wurde als weitere Arbeitsbasis gewählt. Dieses System zeigte die beste Trennleistung. Es hat auch eine Komponente weniger als das im DAC für *Fragariae folium* genannte Fließmittelgemisch. Die durchschnittliche Laufzeit betrug auf den normalen DC-Platten 37 und auf den HPTLC-Platten 27 Minuten.

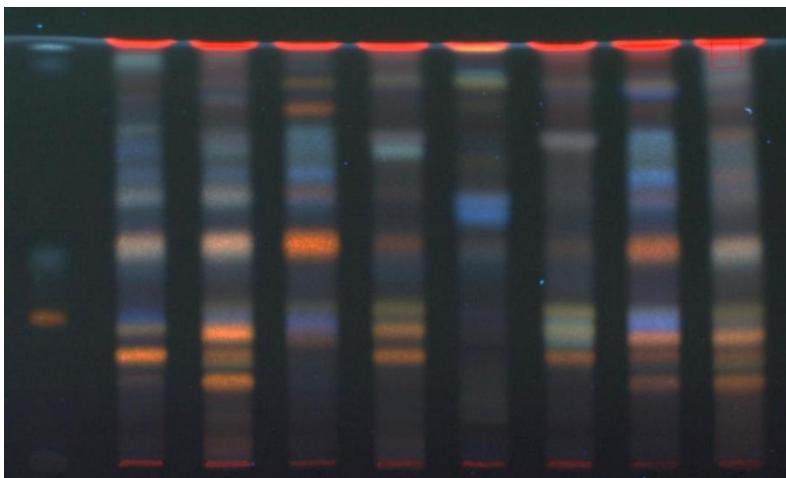
Im Chromatogramm der Referenzlösung treten im unteren Drittel die orange fluoreszierende Bande des Rutins, am Übergang vom unteren zum mittleren Drittel die blau fluoreszierende Bande der Chlorogensäure und im oberen Drittel die zwei hellblaue fluoreszierenden Zonen der Kaffeesäure auf.

Im Chromatogramm der Untersuchungslösung sind unterhalb der Referenzsubstanz Rutin eine bis drei orange Banden sichtbar. In der Höhe des Rutins kann eine grüne Bande erkennbar sein. In der Höhe der Referenzsubstanz Chlorogensäure tritt eine orange bis orange-blaue Bande auf. Die Farbe dieser Bande ist von der Besprühungsintensität abhängig. Wenn sie zu wenig besprüht wurde, ist sie

orange-blau, sonst orange. Zwischen der Referenzsubstanz Chlorogensäure und Kaffeesäure ist eine breite Zone aus mehreren blauen Banden zu sehen. Weitere orange, blaue, grüne oder braune Zonen können auftreten. Die roten Banden am Ende der Laufstrecke stammen vom Chlorophyll.

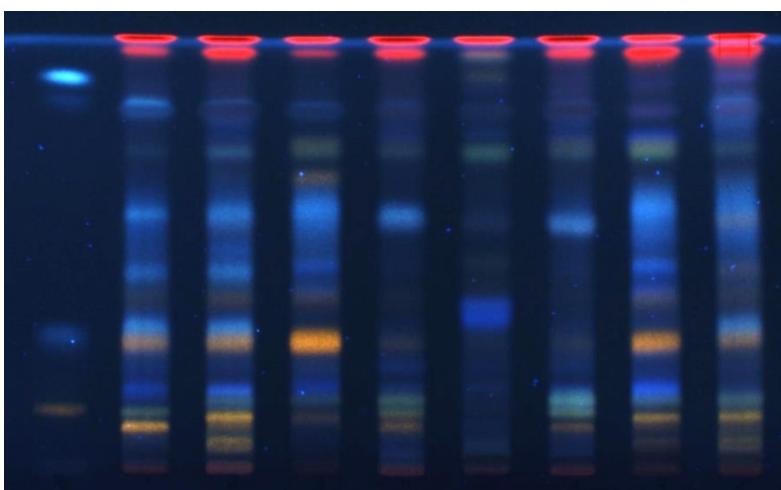
Tabelle 46: Probengruppe 2 zur Testung der unterschiedlichen Fließmittelmischungen

Probenummer	Stammpflanze	Fundort/ Herkunft	Datum	Sammler
11065825-001	<i>F. moschata</i>	Lilienfeld, Muckenkogl, oben trocken	01.05.2011	B S
11066094-001	<i>F. x ananassa</i>	Erdbeerfeld Zeiselmauer	03.06.2011	B S
11066086-001	<i>F. viridis</i>	Oslip (Burgenland)	04.06.2011	B S
11065817-001	<i>F. vesca</i>	St. Andrä-Wördern, Hagenbachklamm	25.04.2011	B S
11065808-001	<i>P. verna</i>	Donau-Oder-Kanal, Großenzersdorf	05.04.2011	R L
11065837-001	<i>F. vesca</i>	Rappoltenkirchen, Kuhweide Ille	11.05.2011	B S
11067410-001	<i>F. viridis</i>	1190 Wien, Neustift am Walde	14.05.2010	R L
10051799-001	<i>F. sp.</i>	Mag. Kottas		



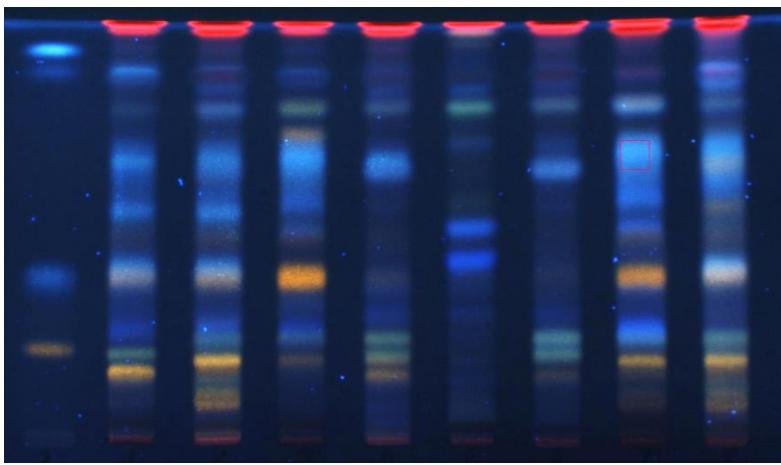
System 1
DAC *Fragariae folium*

Ethylacetat	72 T
Wasser	14 T
Wasserfreie Ameisensr.	7 T
Essigsr. 99%	7 T



System 2
DAC *Anserinae herba*

Ethylacetat	80 T
Wasser	12 T
Wasserfreie Ameisensr.	8 T



System 3
Ph. Eur. *Agrimoniae herba*

Ethylacetat	80 T
Wasser	10 T
Wasserfreie Ameisensr.	10 T

Referenz

11065825-001
11066094-001
11066086-001
11065817-001
11065808-001
11065837-001
11067410-001
10051799-001

Abbildung 41: Als stationäre Phase wurden TLC-Silica Gel 60 F254 20 x 20cm Platten verwendet. Als Referenzlösung (Bahn 1) wurde 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin in 10 ml Methanol R gelöst. Rechts neben den Abbildungen ist jeweils das verwendete Fließmittelgemisch angegeben.

Die DCs der unterschiedlichen *Fragaria*- Arten sind sehr heterogen. Es wurden nur drei Banden gefunden, die bei allen gleich waren. Diese sind in Abbildung 42 und Abbildung 43 durch rote Linien markiert. Es handelt sich um eine orange Bande knapp unter der Referenzsubstanz Rutin, eine orange oder blau-orange Zone in Höhe der Chlorogensäure und eine breite blaue Zone zwischen den Chlorogen- und Kaffeesäurerreferenzbanden. In Abbildung 44 wird *Fragaria vesca* mit *Potentilla indica* verglichen. Dabei sieht man, dass die Laufstrecke von *Potentilla indica* nur blaue Zonen aufweist, orange Zonen wie bei *Fragaria* sp. fehlen. In Abbildung 45 werden *Potentilla*-Arten mit *Fragaria*-Arten auf Laufstreckenposition acht und neun verglichen. In Abbildung 46 werden die Gattung *Agrimonia* und *Rubus* mit *Fragaria*-Arten auf Laufstreckenposition drei und vier verglichen. Aus den Vergleichen geht hervor, dass *Potentilla*-Arten, *Agrimoniae herba*, *Anserinae herba*, *Rubi idaei folium* und *Rubi fruticosi folium* mittels DC von den unterschiedlichen *Fragaria*-Arten klar abzugrenzen sind. Dies geht auch aus Abbildung 48, die einen MDS-Plot (ermittelt durch Jaccard-Distanzen) zeigt, hervor. Man sieht, dass die *Fragaria*-Proben nahe zusammen liegen, die *Potentilla*-Arten hingegen weit gestreut sind.

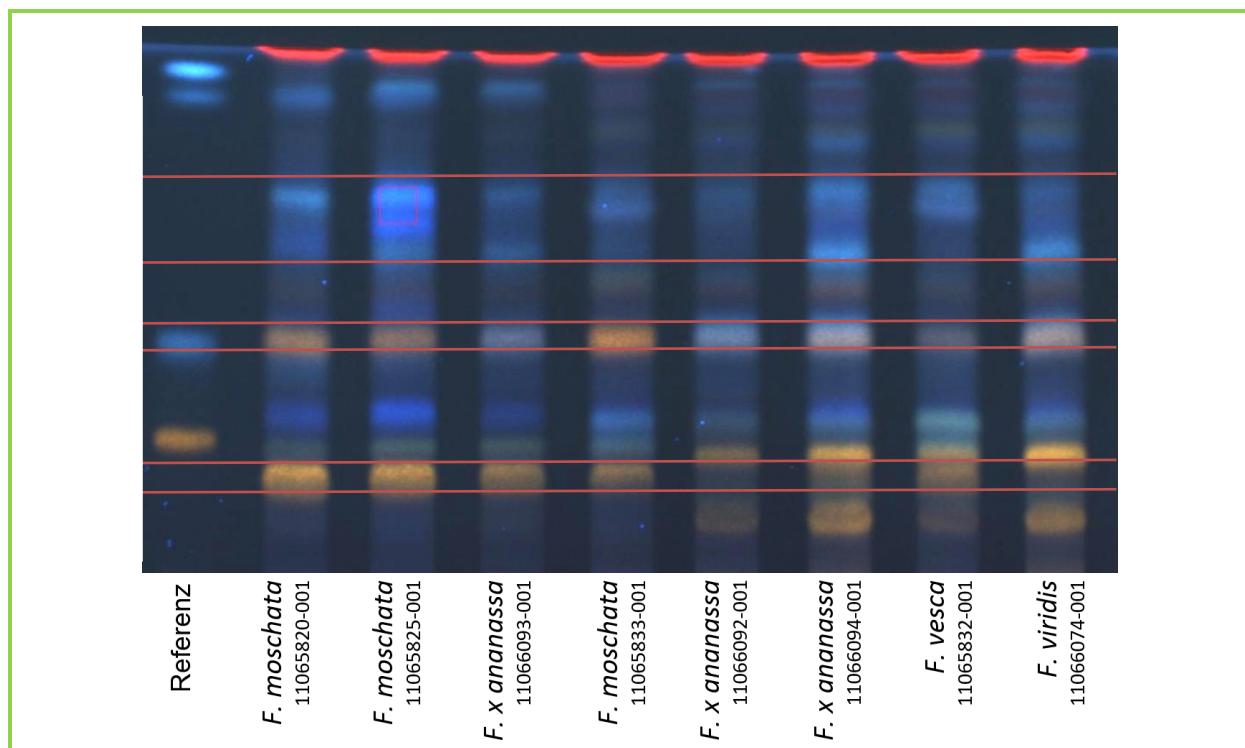


Abbildung 42: DC-Vergleich verschiedener *Fragaria*-Arten. Fließmittelsystem 3, TLC-Silica Gel 60 F254 20 x 20cm, Bahnbreite 1cm, Laufstrecke 10cm, Referenz: 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin

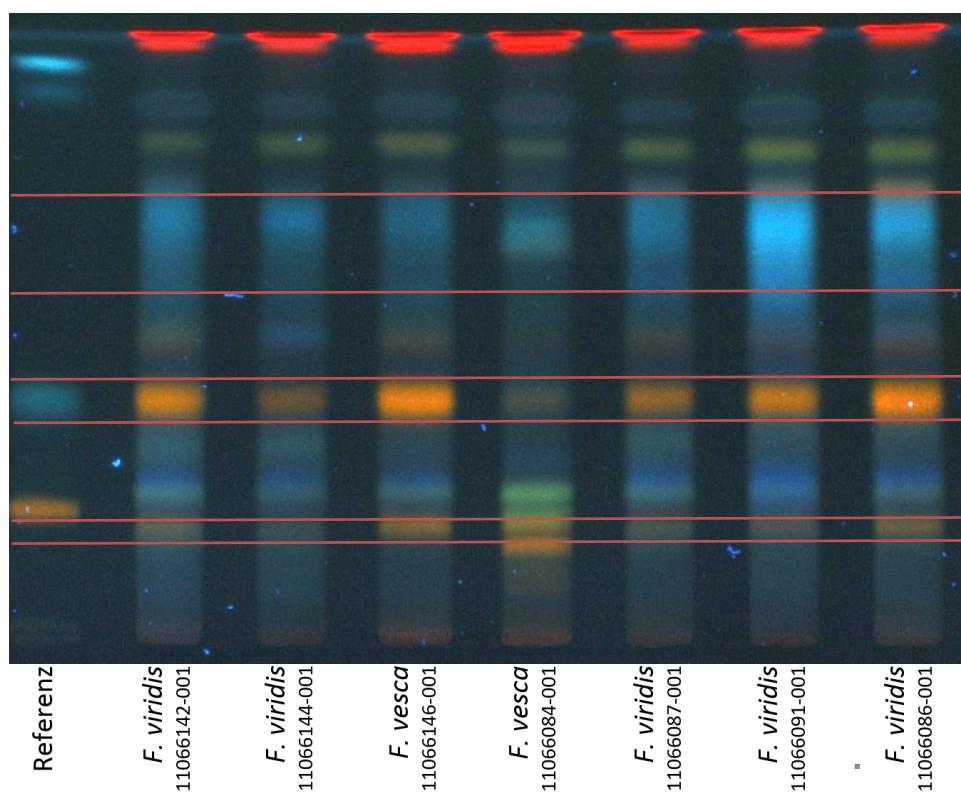


Abbildung 43: DC-Vergleich verschiedener *Fragaria*-Arten. Fließmittelsystem 3, TLC-Silica Gel 60 F254 20 x 20 cm, Bahnbreite 1 cm, Laufstrecke 10 cm, Referenz: 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin

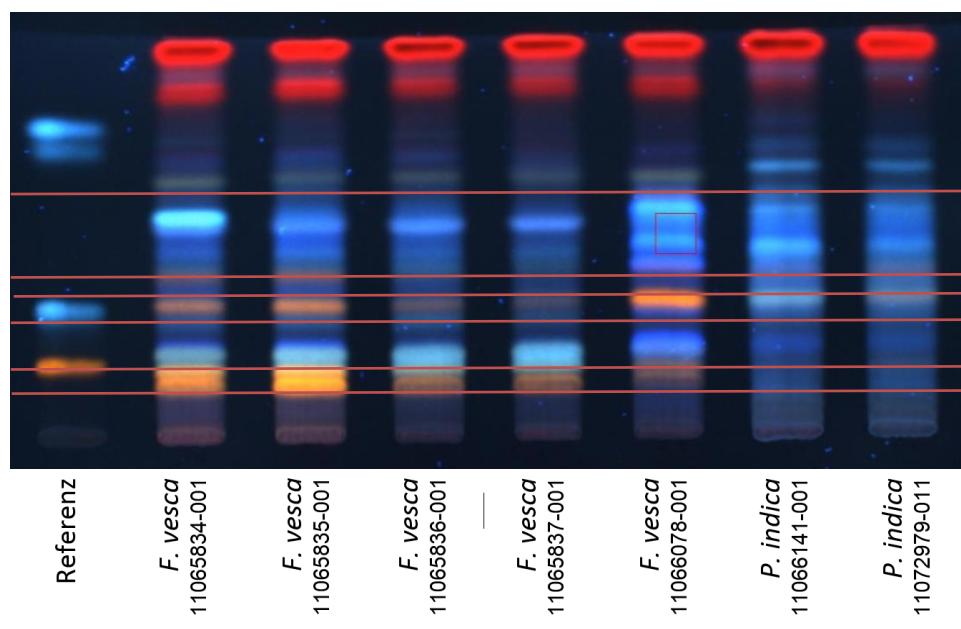


Abbildung 44: DC-Vergleich verschiedener *Fragaria*-Arten mit *Potentilla indica*. Fließmittelsystem 3, HPTLC-Silica Gel 60 F254 10 x 20 cm, Bahnbreite 1 cm, Laufstrecke 10 cm, Referenz: 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin

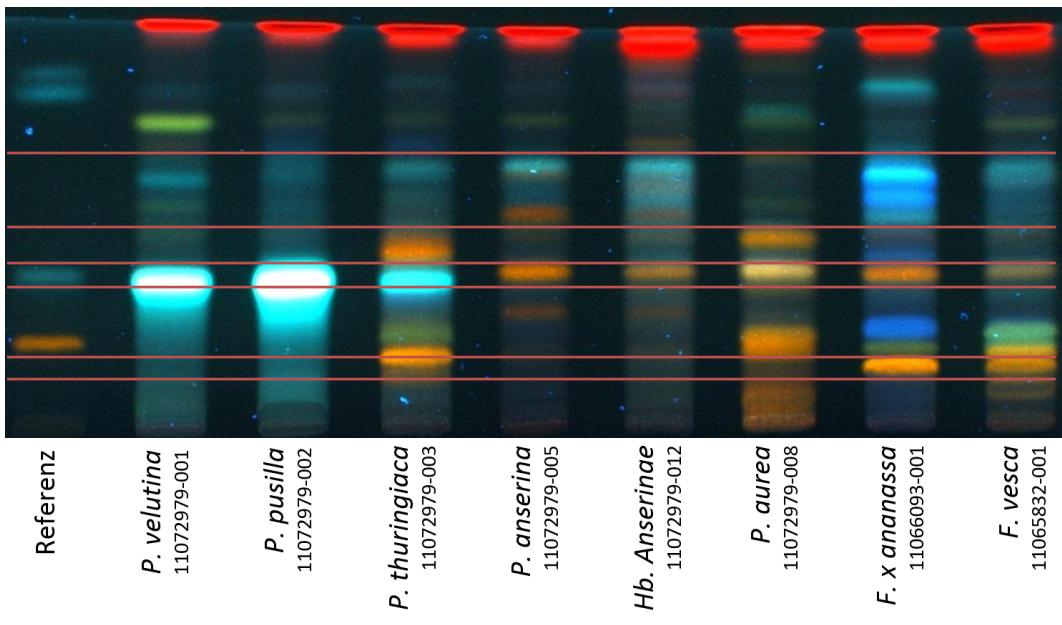


Abbildung 45: DC-Vergleich von *Fragaria*- und *Potentilla*-Arten; DC mittels Fließmittelsystem 3, HPTLC-Silica Gel 60 F254 10 x 20 cm, Bahnbreite 1 cm, Laufstrecke 7cm, Referenz: 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin

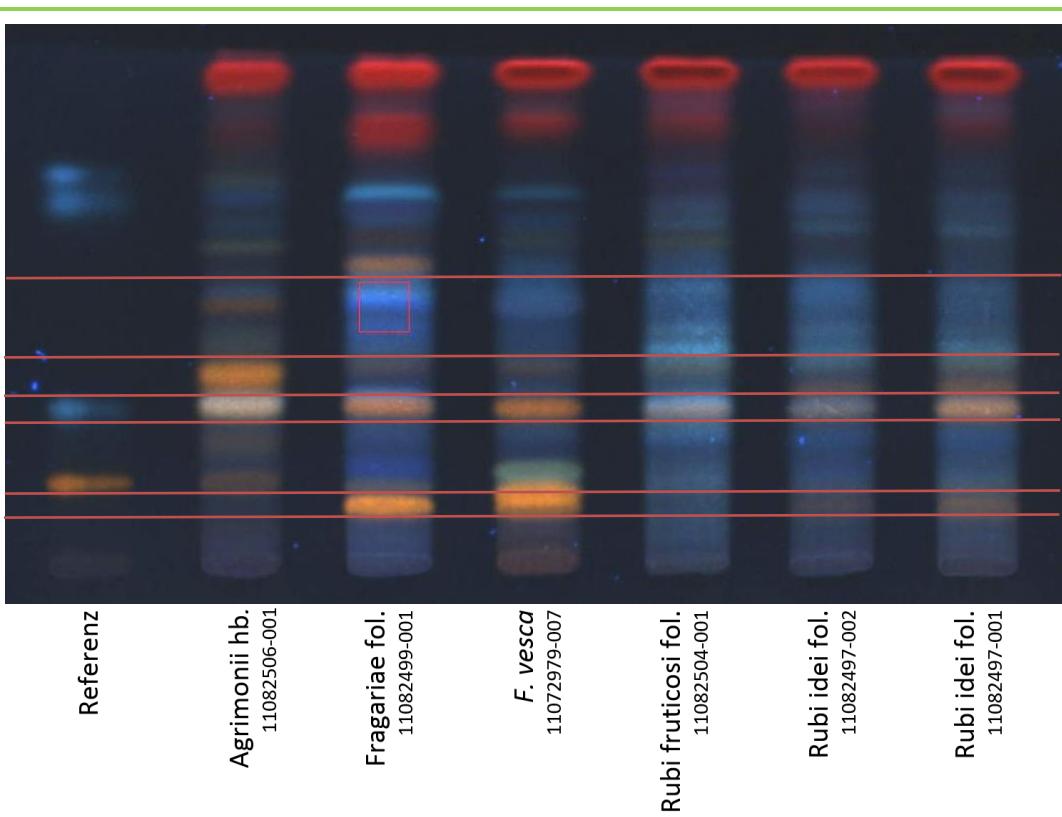


Abbildung 46: DC-Vergleich der Gattung *Agrimonia*, *Fragaria* und *Rubus*; DC mittels Fließmittelsystem 3, HPTLC-Silica Gel 60 F254 10 x 20 cm, Bahnbreite 1 cm, Laufstrecke 7 cm, Referenz: 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin

3.6.2 Auswertungen der DCs

Zur statistischen Analyse der DC-Ergebnisse wurden folgende Verfahren angewandt: Hauptkomponentenanalyse (PCA), Mehrdimensionale Skalierung (MDS) und Hierarchisches Clustern. Die Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse sind in Abbildung 47 zu sehen. Dabei ist eine deutliche Abgrenzung der Gattung *Fragaria* (rot dargestellt) zu den anderen Gattungen zu sehen. Aufgrund der zwei Ausreißer sind die anderen Proben dicht gedrängt. Um eine bessere Darstellung zu bekommen wurde noch eine Mehrdimensionale Skalierung durchgeführt (Abbildung 48). Bei der entstandenen Grafik sind die Datenpunkte besser verteilt, da hier die Nullstellen nicht so stark gewertet werden. Zur weiteren Übersicht wurde noch eine hierarchische Clusteranalyse durchgeführt (Abbildung 49). Bei allen angewandten statistischen Verfahren ist eine klare Abgrenzung der Gattung *Fragaria* zu den anderen Gattungen zu sehen.

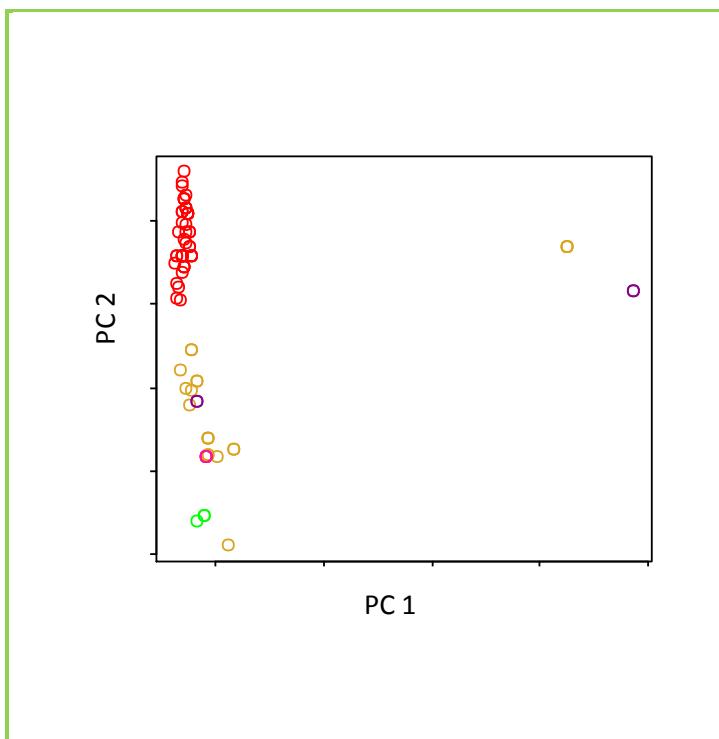


Abbildung 47: PCA- Plot mit Euklidischer-Distanz; Die Gattung *Fragaria* ist rot, *Potentilla* braun und *Agrimonia* grün dargestellt. *Rubus idaeus* ist rosa und *Rubus fruticosus* ist lila dargestellt.

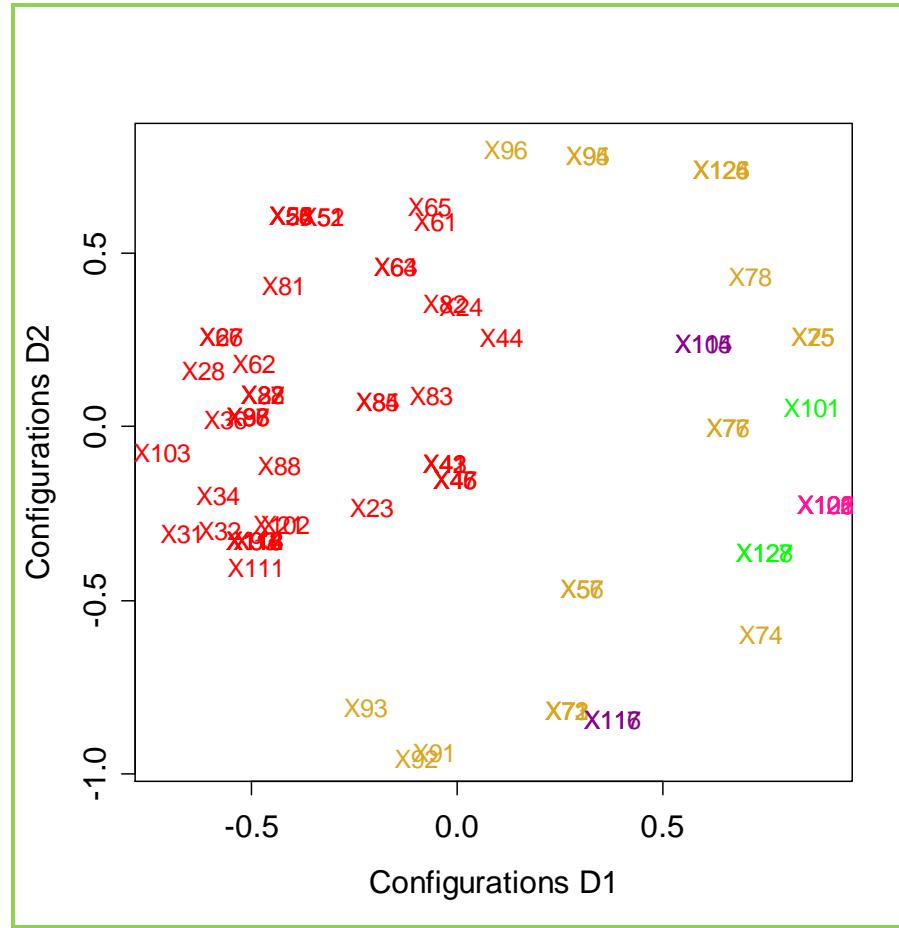


Abbildung 48: MDS Plot mit Jaccard-Distanzen; Die Gattung *Fragaria* ist rot, *Potentilla* braun und *Agrimonia* grün dargestellt. *Rubus idaeus* ist rosa und *Rubus fruticosus* ist lila dargestellt.

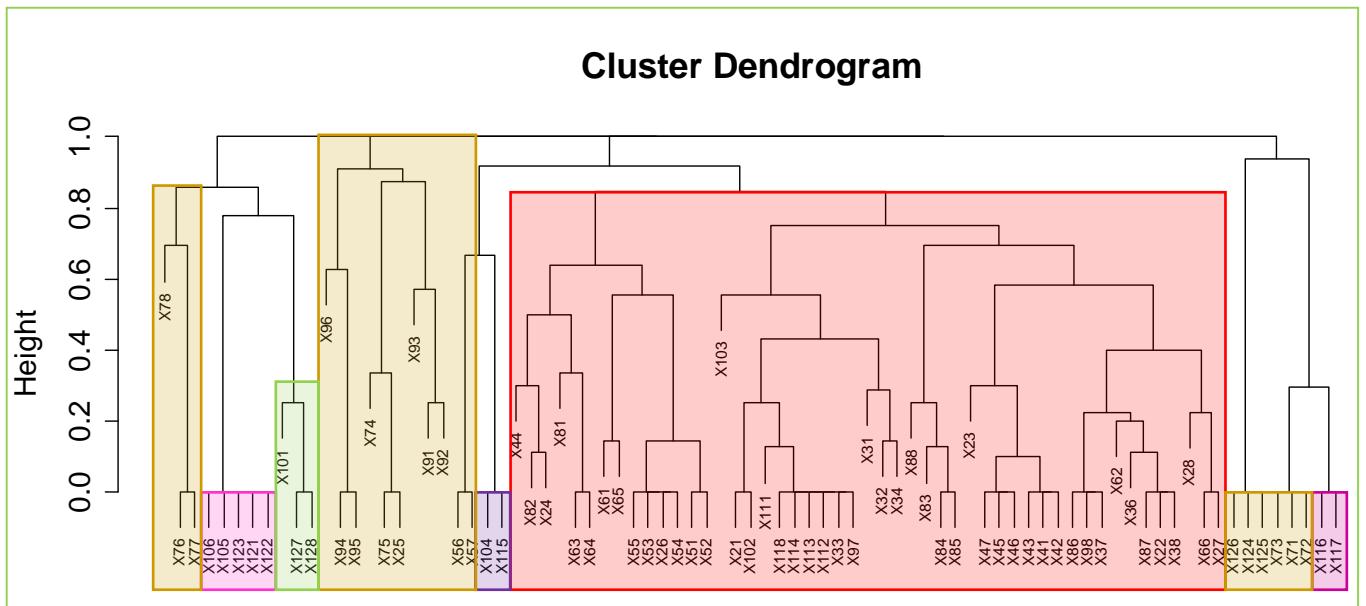


Abbildung 49: Cluster-Dendrogramm; Die Gattung *Fragaria* ist rot, *Potentilla* braun und *Agrimonia* grün dargestellt. *Rubus idaeus* ist rosa und *Rubus fruticosus* ist lila dargestellt.

3.6.3 Verunreinigung mit *Potentilla anserina*

Nach dem Trocknen der DC-Platten war bereits ohne Besprühen jeweils eine rote Bande auf den Bahnen 1 bis 4 sichtbar. Die rote Farbe wurde nach dem Besprühen (siehe Abbildung 50 zwischen den roten Strichen) braun.

Unter 365nm UV (Abbildung 51) kann man schon bei einer 20 prozentigen Verunreinigung eine leichte orange-braune Zone (**1**) erkennen.

Bei einer Verunreinigung von 40 Prozent wird die blaue Zone zusätzlich von einer orange-braunen Bande überlagert (**2**) und nach der blauen Zone wird eine grüne Bande (**3**) sichtbar. Das heißt, ab diesem Prozentsatz kann man eine Verunreinigung deutlich sehen.

Bei einer Verunreinigung von 60 Prozent wird eine weitere orange-braune Bande (**4**) zwischen der blauen Zone sichtbar.

Bei einer Verunreinigung von 80 Prozent ist im Unterschied zu 100 Prozent *Potentilla* zusätzlich die erste orange Bande (**5**) von *Fragaria* sichtbar.

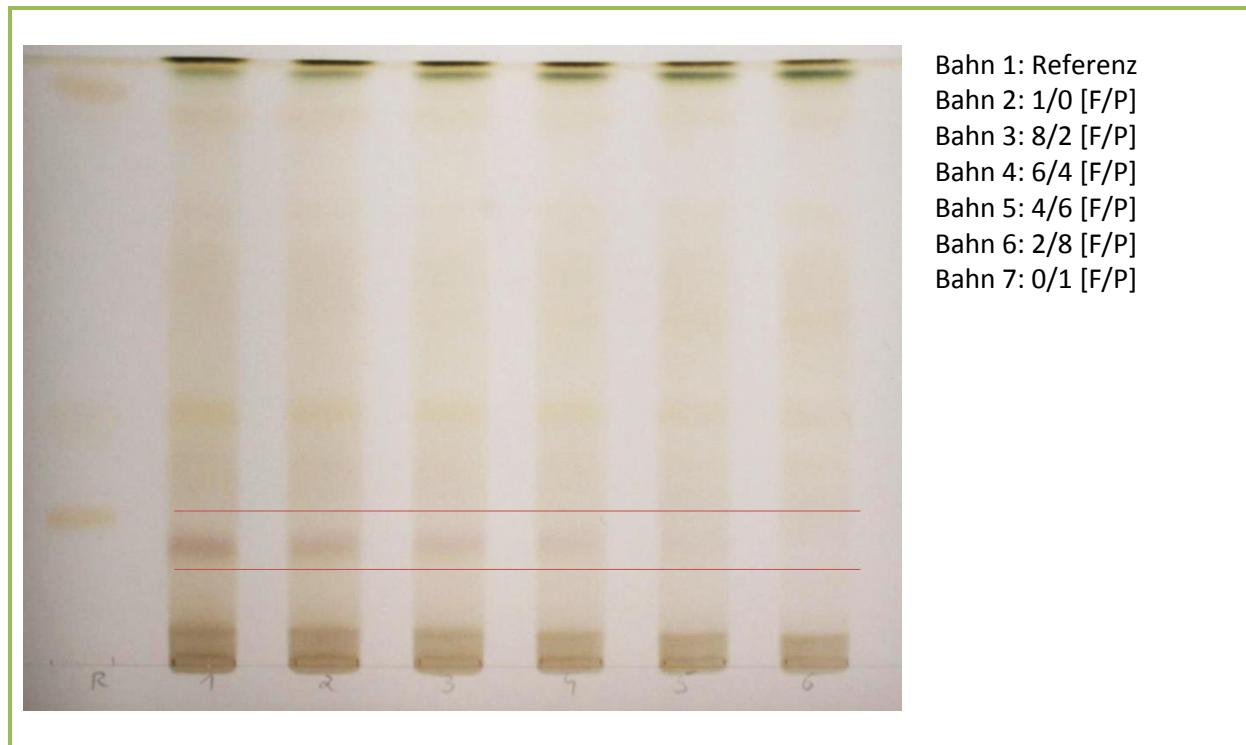
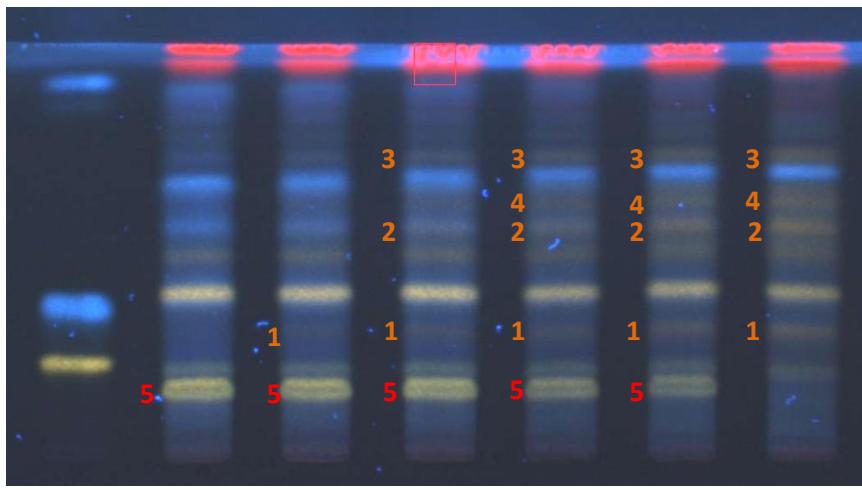


Abbildung 50: Unterschiedliche Verunreinigungsanteil von Anserinae hb. in Fragariae fol.. Als stationäre Phase wurde TLC-Silica Gel 60 F254 20 x 20 cm Platten verwendet. Als Referenzlösung (Bahn 1) wurde 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin in 10 ml Methanol R gelöst. Nach dem Besprühen, mit Durchlicht fotografiert.



Bahn 1: Referenz
 Bahn 2: 1/0 [F/P]
 Bahn 3: 8/2 [F/P]
 Bahn 4: 6/4 [F/P]
 Bahn 5: 4/6 [F/P]
 Bahn 6: 2/8 [F/P]
 Bahn 7: 0/1 [F/P]

Abbildung 51: Unterschiedliche Verunreinigungsanteil von Anserinae hb. in *Fragariae* fol.. Als stationäre Phase wurde eine HPTLC-Silica Gel 60 F₂₅₄ 10 x 20 cm Platten verwendet. Bei 365 nm fotografiert.

3.7 Gehaltsbestimmung

Da laut Wichtl [6] ein Gerbstoffgehalt von 5 bis 10 Prozent ausgewiesen wurde und bei den ersten drei Bestimmungen verschiedener *Fragariae* folium- Handelsmustern nur ein Gerbstoffgehalt von 3 bis 4 Prozent ermittelt wurde, wurde zur Absicherung der Methode der Gerbstoffgehalt eines Rubi fruticosi fol.- Handelsmusters (11082504-001) mit bekanntem Gehalt durchgeführt.

Da das Ergebnis dieser Bestimmung mit dem vom Großhandel angegebenen Wert übereingestimmt hat, wurden die restlichen Handelsmuster von *Fragaria* mit der entwickelten Methode durchgeführt.

Da bei einer Probe (11082499-003) eine Extinktion knapp über 1 ermittelt wurde, sollte die Einwaage auf 0,800 g reduziert werden.

Es wurde ein Minimalgerbstoffgehalt von 3,10 und Maximalgerbstoffgehalt von 8,31 Prozent ermittelt. Die gesamten Ergebnisse sind in Tabelle 47 zusammengefasst.

Tabelle 47: Gerbstoffgehalt von Handelsmustern

Probennr.	Einwaage g	Gesamt Polyphenole A ₁	Hautpulver A ₂	Referenzlösung A ₃	Gerbstoffgehalt % bez. auf Pyrogallol
10064986-001	1,01148	0,7671	0,1897	0,3422	5,62
10086270-001	1,02732	0,7091	0,2761	0,3771	3,70
10090113-001	1,09836	0,4784	0,1386	0,3187	3,10
10090127-001	1,00201	0,5494	0,1518	0,3100	4,22
10090136-001	1,00505	0,7490	0,2102	0,3100	5,69
10109287-001	0,99534	0,7614	0,2066	0,3771	4,91
11082499-001	0,99820	0,9981	0,2663	0,3422	7,30
11082499-002	1,00303	0,7923	0,2125	0,3422	5,81
11082499-003	1,00407	1,0416	0,2559	0,3100	8,31
11082499-004	1,00774	0,8801	0,2231	0,3110	6,95
11082499-005	1,00148	0,7118	0,1829	0,3110	5,68
11082504-001	0,99888	0,6509	0,1513	0,3328	5,00

3.8 Identitätsprüfung der Handelsproben von *Fragariae folium*

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse von den gesammelten Erdbeerblattproben wurden die *Fragaria*-Handelsmuster makro- und mikroskopisch (Abbildung 54), sowie mittels DC (Abbildung 52) überprüft. Alle Proben waren ident.

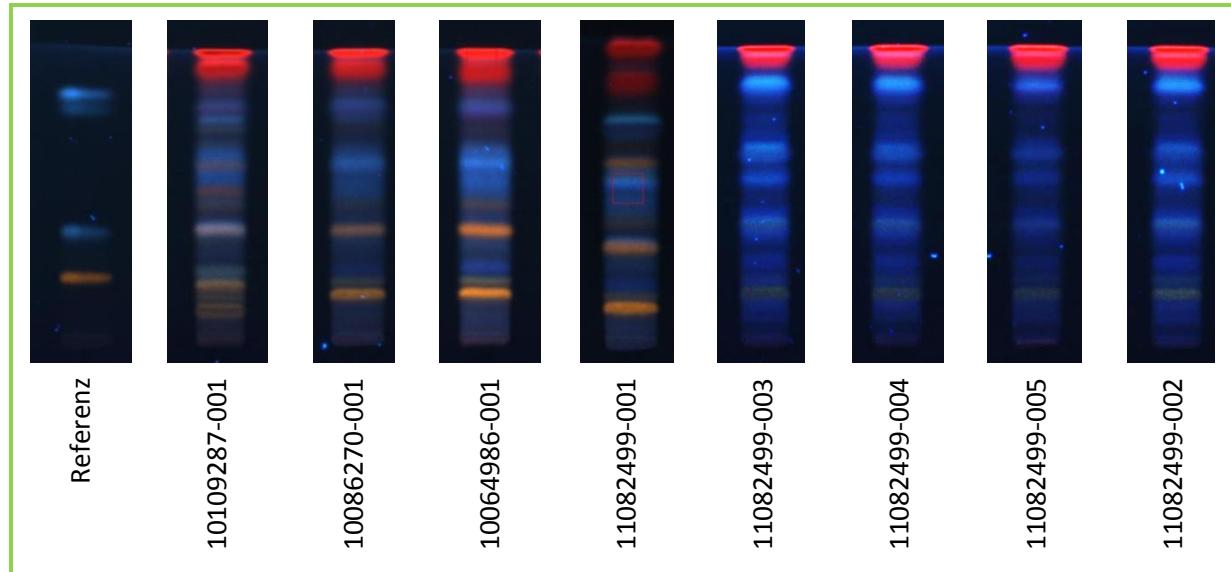


Abbildung 52: HPTLC der Großhandelsproben

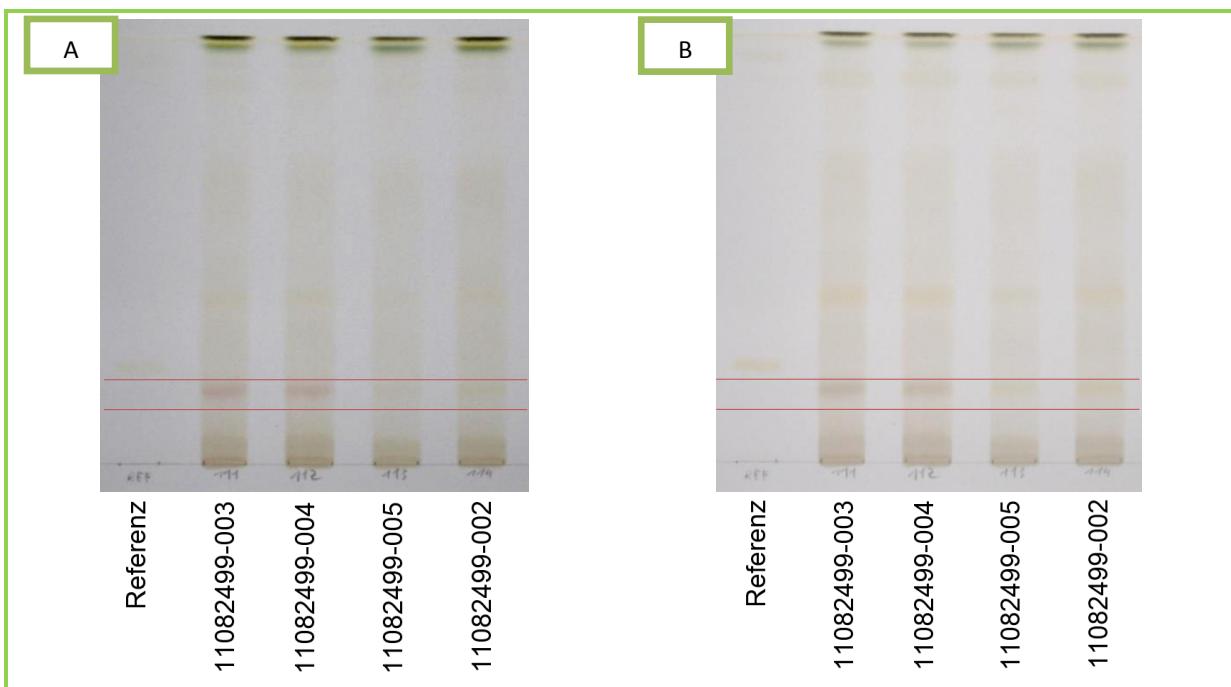


Abbildung 53: *Fragaria*-Großhandelsproben (TLC-Silica Gel 60 F254 20 x 20 cm Platte); A Vor dem Besprühen tritt knapp unter der Zone von Rutin eine rote Zone auf. B Diese färbt sich nach dem Besprühen bräunlich.

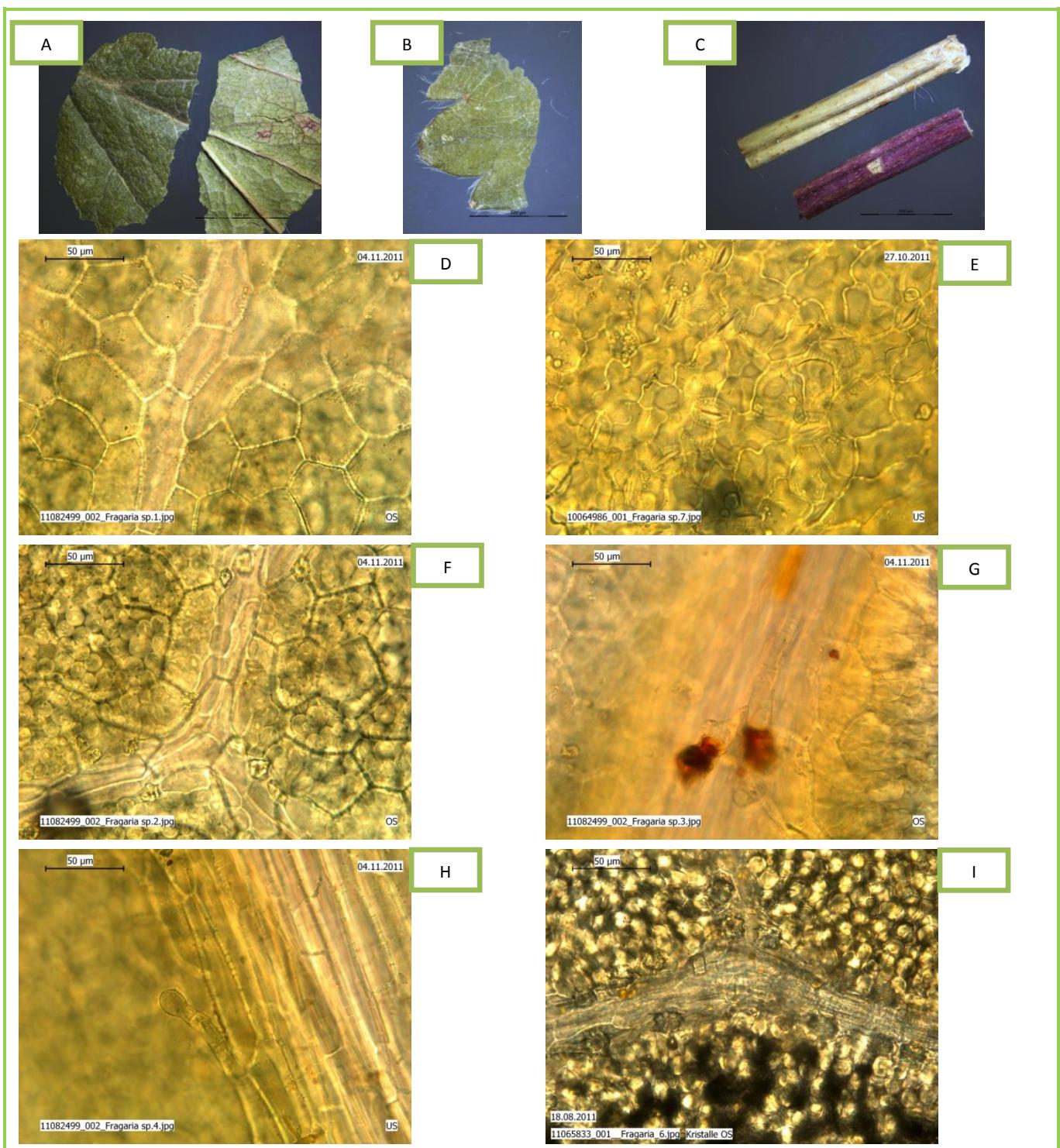


Abbildung 54: Makros- und Mikroskopische Merkmale von *Fragaria* sp.; A Blattstücke OS mit eingesenkten Blattnerven, US mit hervortretenden Nerven; B grob gezähnter Blattrand; C längsgefurchte, grünliche oder rötlich-violette, +/- behaarte Stängelstücke; D Blatt OS: polygonale, getüpfelte Epidermiszellen; E US: Buchtig – wellige Epidermiszellen, anomocytische Stomata; F durchscheinende Calciumoxalatdrusen entlang der Nerven; G Drüsenhaare auf dem Nerv, OS; H langgestreckte Epidermiszellen auf der US beim Nerv mit Drüsenhaaren; I Calciumoxalatdrusen- und Einzelkristalle entlang der Nervs

4 Diskussion

Zur Unterscheidung der vier in Österreich vorkommenden *Fragaria*-Arten reichen die Blätter alleine nicht aus. Durch die Merkmale der Blätter und die Behaarung der Blütenstiele können die Arten unterschieden werden. Von *Fragariae folium* cs. kann man somit keine Artbestimmung durchführen. Sie ist aber von den Schnittdrogen (*Agrimoniae hb.*, *Anserinae hb.*, *Rubi fruticosi fol.* und *Rubi idaei fol.*) der anderen untersuchten Rosaceen makro- und mikroskopisch, sowie mittels DC klar abzugrenzen. Eine makroskopische Unterscheidung in Pulverform ist nicht möglich.

Beim Vergleich mit bereits bestehender Literatur sind bei der makro- und mikroskopischen Beschreibung Unterschiede zu meinen Ergebnissen aufgetreten:

Laut Deutschem Arzneimittelcodex ist die Schnittdroge von *Fragariae folium* durch runzelige Blattstücke und Fragmente des Blattstiels gekennzeichnet. Die Blattstiele sind grün oder bräunlich bis dunkelbraun [13]. Laut [25] besteht die Schnittdroge aus runzelig behaarten Blattstücken, deren Rand tlw. grob gesägt ist. Die Oberseite ist hell bis dunkelgrünen und die Unterseite graugrün und seidig glänzend behaart. Weiters befinden sich Fragmente des bräunlich bis dunkelbraunem, mehr oder weniger behaarten Blattstiel in der Droge [25].

Die vorliegenden Untersuchungen von Herbarbelegen und Handelsmustern ergeben, dass der Blattstiel grünlich oder rötlich bis violett ist, außerdem besitzt er eine Längsfurchung. Die Blattstücke sind nicht runzelig, sondern besitzen eine stark eingesenkte Nervatur auf der Blattoberseite und eine parallel verlaufende, hervortretende, behaarte Nervatur auf der Blattunterseite. Die Blattstückchen sind auf der Oberseite schwach, auf der Unterseite meist stärker behaart.

Laut Deutschem Arzneimittelcodex ist die Farbe des Pulvers vom Erdbeerblatt graugrün [13], es kann aber auch gelbgrün sein.

Aus [25] ist zu entnehmen, dass die Zellen der oberen und unteren Epidermis polygonal bis länglich und die Zellwände mitunter leicht gewellt, auf den Nerven lang gestreckt sein können. Auf der Unterseite befinden sich außerdem zahlreiche, meist 3-zellige Köpfchenhaare mit länglichem Köpfchen [13] [25].

Die Gestalt der Epidermiszellen auf der Oberseite ist polygonal, auf der Unterseite sind wellige Epidermiszellen zu finden, deren Gestalt auf den Blattnerven in eine polygonale, langgestreckte Form übergeht. Drüsenhaare befinden sich auf beiden Seiten des Blattes. Sie bestehen aus einem einzelligem Köpfchen und einem einzellreihigen Stiel mit einer bis fünf Stielzellen. Die Anzahl der Stielzellen liegt zwischen eins und sehr selten fünf. Am häufigsten wurden zwei Stielzellen gefunden.

Durch mikroskopische Untersuchungen der Blattfläche sind die einzelnen *Fragaria*-Arten sehr schwer bis gar nicht zu unterscheiden. Nur hinsichtlich der Stomatgröße besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den vier untersuchten Arten. *Fragaria x ananassa* (25,12 µm) hat die größten Stomata, *Fragaria vesca* (20,43 µm) die kleinsten. Die anderen Parameter, wie Drüsensaare, Deckhaare und Kristalle können nicht zu einer Artbestimmung verwendet werden.

Zum Vergleich der chromatographischen Fingerprints wurde das System 3, Vorschrift nach Ph. Eur. *Agrimoniae herba*, gewählt, da es die beste Trennleistung gezeigt hat. Außerdem besteht es auch aus

einer Komponente weniger als das ursprüngliche im DAC für *Fragariae folium* angegebene Fließmittelgemisch. Das Ergebnis der DC's ist sehr heterogen, es gibt aber drei Zonen, die bei allen Proben übereinstimmen. Bei der statistischen Auswertung der DC's kann die Gattung *Fragaria* klar von den anderen untersuchten Gattungen (*Agrimonia*, *Rubus* und *Potentilla*) abgegrenzt werden.

Verunreinigungen von *Fragaria*-Handelsproben sind mittels DC schon bei einer 20-, deutlicher aber erst bei einer 40-prozentigen Verunreinigung von *Potentilla anserina* sichtbar.

Aufgrund der ermittelten Werte für Trocknungsverlust und Asche wird für die Monographie ein Prozentsatz von bis zu 10 empfohlen, was dem gebräuchlichen Werten des Europäischen Arzneibuchs für pflanzliche Drogen entspricht.

Laut Wichtl [6] wird für *Fragariae fol.* ein Gerbstoffgehalt von 5 bis 10 Prozent angegeben. Die Messungen des Gerbstoffgehalts mittels photometrischer Hautpulvermethode, wie in 2.8.14 Ph. Eur. [15] beschrieben, ergaben einen Minimalgerbstoffgehalt von 3,10 und Maximalgerbstoffgehalt von 8,31 Prozent. Aufgrund dessen wird in der Monographie ein Gerbstoffgehalt von mindestens 3 Prozent empfohlen.

Die Frage, ob es Unterschiede zwischen *Fragaria sp.* und *Potentilla indica* gibt, kann eindeutig mit ja beantwortet werden. Folgende Merkmale sind ausschlaggebend:

- Der auffälligste makroskopische Unterschied sind die breiteren Blattzähne der Fiederblättchen von *Potentilla indica*.
- Im Blattquerschnitt ist bei *Fragaria sp.* ein zwei- bis dreischichtiges, bei *Potentilla indica* nur ein einschichtiges Palisadenparenchym zu sehen.
- *P. indica* besitzt Stomata auf beiden Seiten des Blattes, *Fragaria sp.* nur auf der Unterseite.
- Die Drusen von *Potentilla indica* sind auf der Blattoberseite größer als bei allen *Fragaria*-Arten.
- *Potentilla indica* besitzt im Gegensatz zu *Fragaria sp.* keinen Einzelkristalle.
- Die Breite der Deckhaare liegt bei *Fragaria sp.* zwischen 10 und 20 µm, bei *Potentilla indica* bei 25 bis 30 µm.
- Die Breite der Drüsenhaarköpfchen von *P. indica* (25 - 30 µm) ist signifikant größer im Vergleich zu allen *Fragaria*-Proben (10 - 25 µm). Der Grund dafür ist, dass *P. indica* ein zweizelliges und *Fragaria sp.* nur einzelliges Köpfchen besitzt.
- Beim Vergleich von *Fragaria sp.* mit *Potentilla indica* mittels DC sieht man, dass die Laufstrecke von *Potentilla indica* nur blaue Banden aufweist, orange Banden wie bei *Fragaria sp.* fehlen.

Die anderen untersuchten *Potentilla*-Arten (*Potentilla anserina*, *Potentilla aurea*, *Potentilla erecta*, *Potentilla incana*, *Potentilla pusilla*, *Potentilla recta*, *Potentilla reptans*, *Potentilla thuringiaca* und *Potentilla velutina*) sind durch ihre anatomischen Merkmale klar von der Gattung *Fragaria* zu unterscheiden. Bei der Auswertung der DCs sieht man, dass die unterschiedlichen *Potentilla*-Arten breit gestreut sind, da sie sowohl anatomisch, als auch morphologisch und bezüglich der Inhaltsstoffe eine sehr heterogene Gattung darstellen.

Zur Auswertung der DCs wurden die gängigen Verfahren, die bei der Verarbeitung von pflanzlichen Fingerprints verwendet werden, angewandt. Weil die Matrix der Daten aber viele Nullstellen hat, da bei jeder Bande eingetragen wurde, ob die Farbe vorhanden ist oder nicht, hat sich die

Hauptkomponentenanalyse als nicht optimale Auswertung herausgestellt. Deshalb wurde noch eine MDS gemacht, die ihren Schwerpunkt auf die Information legt, welche Farbe vorkommt. Es wurden also eher die 1 bewertet als die Nullstellen. Dies entspricht eher der visuellen Sichtweise. Die so entstandene Graphik zeigt eine bessere Darstellung der Ergebnisse.

Aufgrund der gesammelten Daten wurde folgender Monographievorschlag für das ÖAB erstellt:

Erdbeerblätter
Fragariae folium
Folium Fragariae

Definition

Die zur Blütezeit gesammelten, getrockneten Blätter von *Fragaria vesca* L., *Fragaria moschata* WESTON, *Fragaria viridis* WESTON, *Fragaria x ananassa* (WESTON) DUSCHESNE EX ROZIER oder einer Mischung dieser Arten.

Gehalt: mindestens 3,0 Prozent Gerbstoffe, berechnet als Pyrogallol ($C_6H_6O_3$; M_r126,1) und bezogen auf die getrocknete Droge

Eigenschaften

Geruch: schwach aromatisch, heuartig

Prüfung auf Identität

A. Die dreizählig gefiederten Blätter sind lang gestielt mit am Blattstiel angewachsenen Nebenblättern. Die Oberseite ist hell- bis dunkelgrün, die Unterseite heller grün. Die Blattunterseite ist entlang der Nerven behaart, die Flächen zwischen den Nerven sind sie je nach Art dicht behaart bis fast kahl. Die Blattoberseite ist meist dichter behaart als die Blattunterseite. Der Blattrand ist scharf grob gesägt. Die Blattnerven sind auf der Blattoberseite deutlich eingesenkt, auf der Blattunterseite treten sie deutlich hervor. Die Seitennerven verlaufen parallel und enden in den Randzähnen. Die Blattstiele sind längsgefurcht, grünlich oder rötlich-violett und +/- behaart.

Die Schnittdroge ist durch mehr oder weniger behaarte Blattstückchen mit oberseits stark eingesenkter Nervatur und unterseits stark hervortretenden behaarten Nerven gekennzeichnet. Außerdem kommen Fragmente des Blattstieles und sehr selten Fragmente der Blüten wie weiße Kronblätter oder nicht voll entwickelte Früchte vor.

B. Die Epidermiszellen der Laubblätter sind auf der Oberseite im Umriss polygonal, auf der Unterseite sind diese im Intercostalbereich wellig bis buchtig, über den Nerven lang gestreckt. Die Zellwände der Epidermiszellen können perlschnurartig getüpfelt sein. Die Deckhaare sind dickwandig, einzellig und teilweise mit Cuticularriss. Das Lumen ist an der verdickten, getüpfelten Basis erweitert. Die

Haare erreichen eine Länge von 400 - 1800 µm, die Breite beträgt 10 - 20 µm. Auf beiden Seiten befinden sich Drüsenhaare mit einem einzelligen Köpfchen und einem einzellreihigen ein- bis fünfzelligen Stiel. Stiele mit zwei Stielzellen dominieren. Anomocytische Stomata befinden sich nur auf der Blattunterseite, deren Länge liegt zwischen 15 und 30 µm.

Im Mesophyll befinden sich entlang der Nerven Reihen von Calciumoxalatdrusen und -einzelkristallen.

Blattquerschnitt:

Der Blattaufbau ist bifacial: an die obere Epidermis schließt ein zwei- bis dreischichtiges Palisadenparenchym an, das Schwammparenchym ist locker. In Blättern, in denen das Palisadenparenchym dreischichtig ist, geht die dritte Schicht teilweise in das Schwammparenchym über.

C. Mikroskopische Untersuchung (2.8.23): Das Pulver ist gelbgrün- graugrün.

Die Prüfung erfolgt unter dem Mikroskop, wobei Chloralhydrat-Lösung R verwendet wird. Das Pulver zeigt folgende Merkmale: Blatt- und Querschnittsfragmente, fasrige Fragmente des Blattstiels, Calciumoxalatdrusen und -einzelkristalle sowie Fragmente von Deck- und Drüsenhaaren.

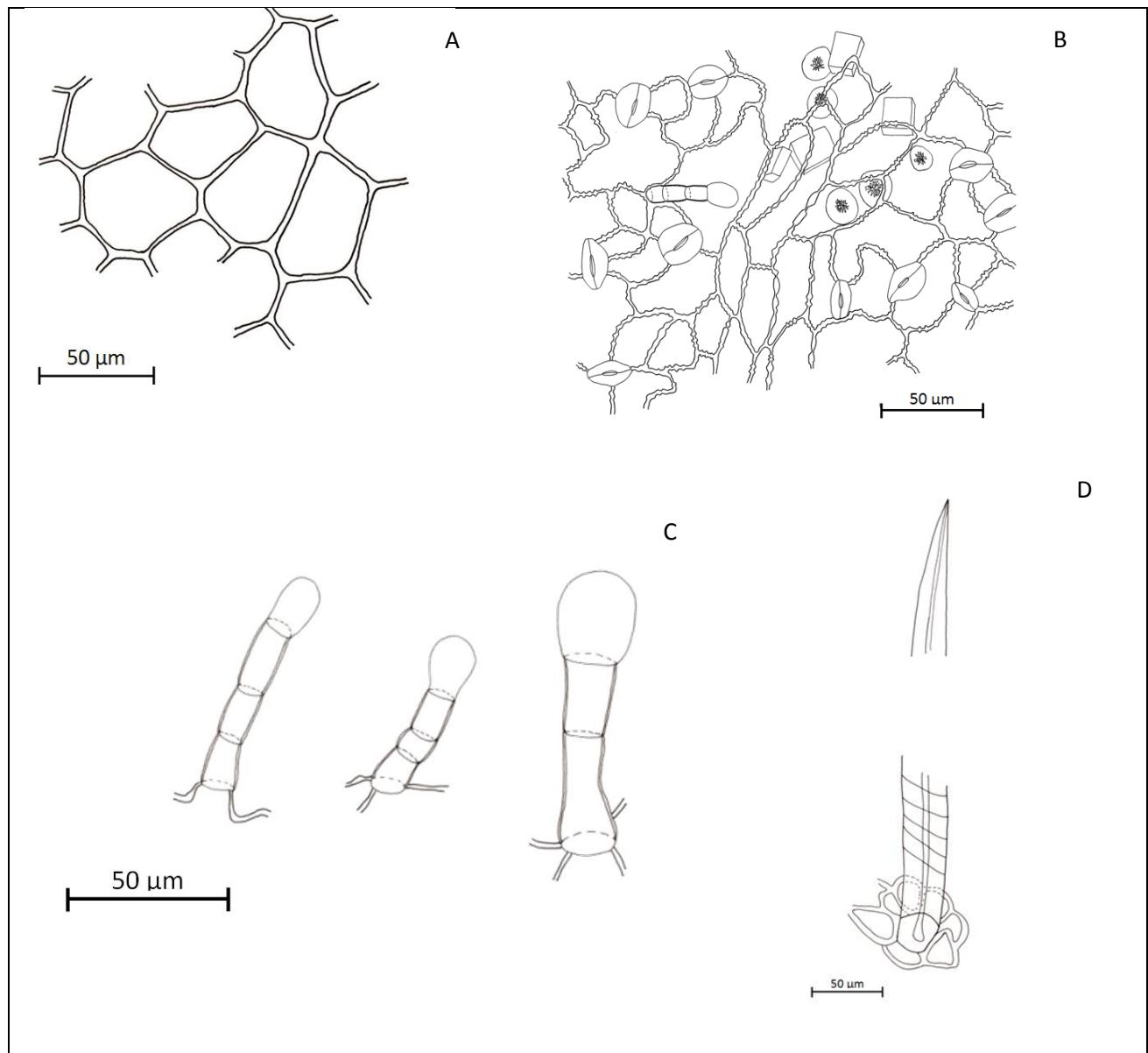


Abbildung 1: A Blattoberseite: polygonale Epidermiszellen; B Blattunterseite: wellige Epidermiszellen, Stomata und Reihen von Calciumoxalatkristallen im Mesophyll; C Drüsenhaare; D Deckhaar

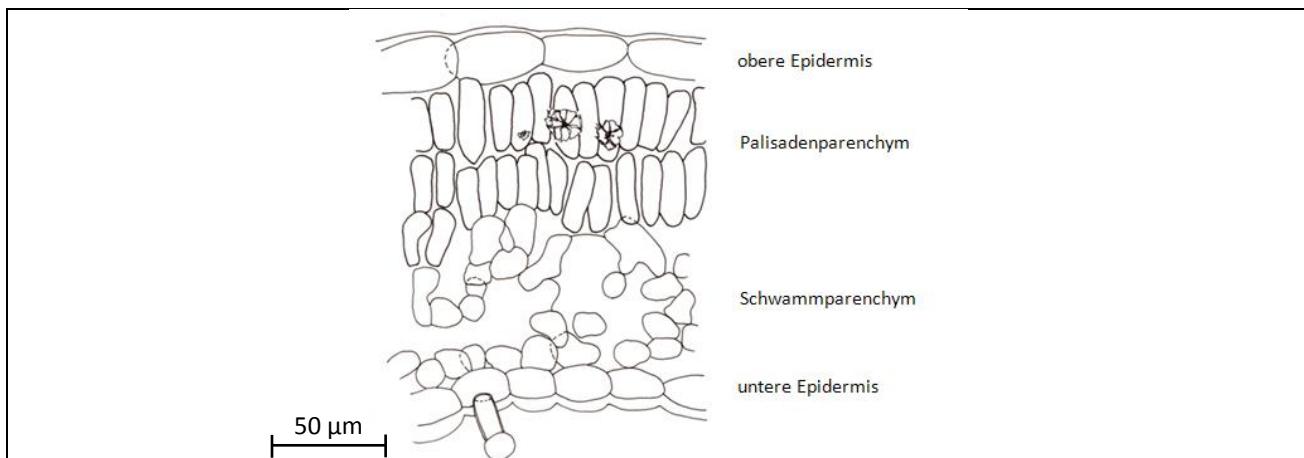


Abbildung 2: Blattquerschnitt-Übersicht: Obere Epidermis, 2- bzw. 3 schichtiges Palisadenparenchym mit Calciumoxalatdrusen, Schwammparenchym und untere Epidermis

D. Dünnschichtchromatographie (2.2.27)

Untersuchungslösung: 1,0 g gepulverte Droge (710) (2.9.12) wird mit 10 ml Methanol R versetzt. Die Mischung wird 10 min lang im Wasserbad bei 60 °C erwärmt und nach dem Erkalten filtriert.

Referenzlösung: 1,0 mg Chlorogensäure R und 3,0 mg Rutin werden in 10 ml Methanol R gelöst.

Platte: DC-Platte mit Kieselgel F254 R (5 bis 40 µm) [oder DC-Platte mit Kieselgel F254 R (2 bis 10 µm)]

Fließmittel: Ethylacetat R; konz. Ameisensäure R; Wasser R (80/10/10 V/V/V)

Auftragen: 15 µl [10 µl] Untersuchungslösung bandförmig (10 mm) und 10 µl [5 µl] Referenzlösung bandförmig (10 mm)

Laufstrecke: 10 cm [oder 8 cm]

Trocknen: bei 100 – 105 °C, bis das Fließmittel verdampft ist

Detektion: Die Platte wird mit einer Lösung von Diphenylboryloxyethylamin R (10g × I-1) in Methanol R und danach mit einer Lösung von Macrogol 400 R (50g × I-1) in Methanol R besprüht, 30 min stehen gelassen und im ultravioletten Licht bei 365 nm ausgewertet.

Ergebnis: Die Zonenfolge in den Chromatogrammen von Referenz- und Untersuchungslösung ist aus den nachstehenden Angaben ersichtlich. Bei der Untersuchungslösung können noch weitere orange, blaue, grüne oder braune Zonen auftreten.

Oberer Plattenrand	
	ein bis zwei rote Zonen
	mehrere blau fluoreszierende Zonen
Chlorogensäure: eine blau fluoreszierende Zone	eine orange bis blau-orange Zone
Rutin: eine orange fluoreszierende Zone	eine grün fluoreszierende Zone ist möglich eine bis drei orange fluoreszierende Zonen
Referenzlösung	Untersuchungslösung

Prüfung auf Reinheit

Fremde Bestandteile (2.8.2): höchstens 2 Prozent fremde Bestandteile.

Trocknungsverlust (2.2.32): höchstens 10,0 Prozent, mit 1,000 g Droge (710) (2.9.12) durch 2 h langes Trocknen im Trockenschrank bei 105 °C bestimmt.

Asche (2.4.16): höchstens 10,0 Prozent.

Gehaltsbestimmung:

Die Bestimmung wird nach „Bestimmung des Gerbstoffgehalts pflanzlicher Drogen“ (2.8.14) mit 0,800 g pulverisierter Droge (355) (2.9.12) durchgeführt.

5 Zusammenfassung

In dieser Diplomarbeit soll die bereits vorhandene Monographie von *Fragariae folium* des Deutschen Arzneimittelcodex Band 1, herausgegeben von der Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände, Stand 1. September 2009 [13], überarbeitet werden und eine neue Monographie für das Österreichische Arzneibuch erstellt werden.

Die Ausarbeitung von Kriterien zur Identitäts- und Reinheitsprüfung erfolgte an selbst gesammelten und authentifizierten Herbarbelegen von Arten der Gattungen *Fragaria*, *Potentilla*, *Agrimonia* und *Rubus*. Die Ergebnisse der morphologischen und anatomischen Untersuchungen sowie der DCs wurden anschließend mit Handelsproben von *Fragariae folium* verglichen. Die Abmessungen der Stomata, Drüsenhaare, Deckhaare sowie der Calciumoxalatdrusen und –einzelkristalle wurden mittels t-Test und Wilcoxon-Rangsummentest ausgewertet und durch Boxplots graphisch dargestellt. Die unterschiedlichen *Fragaria*-Arten unterschieden sich nur hinsichtlich der Stomatagröße signifikant.

Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt, dass es makro- und mikroskopisch, sowie mittels DC eindeutige Unterschiede zwischen den untersuchten Gattungen gibt. Charakteristische Unterscheidungsmerkmale befinden sich auf der Blattunterseite. *Anserinae herba* besitzt Peitschenhaare, *Rubi idaei folium* einen niedrigen silbergrauen Haarfilz, *Rubi fruticosi folium* hat typische Stacheln und bei *Fragariae folium* treten die Blattnerven deutlich hervor. In der Schnittdroge von *Fragariae folium* befinden sich längsgefurcht, grünlich oder rötlich bis violett, +/- behaarte Blattstiele, weiße Kronblätter und noch nicht voll entwickelte Früchte. Bei *Agrimoniae herba* sind hohle, rotbraune, weichzottig behaarte Stängelstücke, gelbe Kronblätter und Scheinfrüchte mit hakigen Emergenzen vorhanden.

Zum Definieren neuer Grenzwerte für die Reinheitsprüfungen, Trocknungsverlust und Asche wurden die *Fragariae folium* Handelsproben verwendet. Aufgrund der Ergebnisse wird für die Monographie für beide Werte ein Prozentsatz von bis zu 10 empfohlen, was dem gebräuchlichen Werten des Europäischen Arzneibuchs für pflanzliche Drogen entspricht.

Da es sich bei *Fragariae folium* um Gerbstoffdrogen handelt, wurde der Gerbstoffgehalt berechnet als Pyrogallol, mittels einer Kombination aus Spektrophotometrie und Hautpulver, berechnet. Für die Monographie wird ein Mindestgehalt von 3 Prozent empfohlen.

6 Literaturverzeichnis

1. K.M. Folta, T.M. Davis. Strawberry genes and genomics. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2006, Bd. 25, 5.
2. M.A. Fischer, K. Oswald, W. Adler. *Exkursionsflora für Österreich Lichtenstein Südtirol*. 3. s.l. : Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, 2008. S. 486 - 487.
3. M. Höfer. Erdbeeren - aus Amerika in alle Welt. *Obstbau*. [Online] [Zitat vom: 19. 12 2011.] http://www.obstbau.org/content/service/wissenswertes/erdbeeren_aus_amerika.php.
4. United States Department of Agriculture. *USDA PLANTS Database*. [Online] [Zitat vom: 13. 1 2012.] <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=FRVI>.
5. A. Kurtto, R. Lampinen, L. Junikka. *Atlas Flora Europaea*. s.l. : Societa Biologica Fennica Vanamo, 2004. Bd. 13.
6. M. Wichtl. *Teedrogen und Phytopharma: Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage*. 5. s.l. : Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 2009.
7. R. Länger, W. Kubelka. *Phytocodex - Pflanzliche Arzneispezialitäten aus Österreich 2001/2002*. 2. s.l. : Verlag für Medizin und Wirtschaft, 2001.
8. F. von Bruchhausen, et al. *Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis*. 6. s.l. : Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 2007.
9. L. Buřičová, et al. Antioxidant Capacity and Antioxidants of Strawberry, Blackberry, and Raspberry Leaves. *Czech J. Food Sci.* 2011, Bd. 29, 2.
10. O. Oktyabrsky, et al. Assessment of anti-oxidant activity of plant extracts using microbial test systems. *Journal of Applied Microbiology*. 2009, Bd. 106, 4.
11. I. Raudoniute, et al. Antioxidant properties of garden strawberry leaf extract and its effect on fish oil oxidation. *International Journal of Food Science and Technology*. 2011, Bd. 46.
12. I. Mudnica, et al. Cardiovascular effects in vitro of aqueous extract of wild strawberry (*Fragaria vesca*, L.) leaves. *Phytomedicine*. 2009, Bd. 16, 9.
13. Deutscher Apothekerverband. *Deutscher Arzneimittelcodex*. 1. s.l. : Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände, 2009.
14. W. Blaschek, S. Ebel, E. Hackenthal. *Hagers Enzyklopädie der Drogen und Arzneistoffe*. 6. s.l. : Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 2007.
15. Europarat. *Europäisches Arzneibuch: Grundwerk 2008*. 6. s.l. : Verlag Österreich, 2008.
16. Europarat. *Europäisches Arzneibuch: Grundwerk 2005*. 5. s.l. : Verlag Österreich, 2005.
17. t-Test. *Wikipedia*. [Online] [Zitat vom: 1. 2 2012.] <http://de.wikipedia.org/wiki/T-Test>.

18. Wilcoxon-Mann-Whitney-Test. *Wikipedia*. [Online] [Zitat vom: 2. 1 2012.] <http://de.wikipedia.org/wiki/Wilcoxon-Mann-Whitney-Test>.
19. Boxplot. *Wikipedia*. [Online] [Zitat vom: 2. 1 2012.] <http://de.wikipedia.org/wiki/Boxplot>.
20. S. Daultrey. *Principal Components Analysis*. s.l. : Geo Abstracts Ltd., 1976.
21. C. Tistaert, B. Dejaegher, Y.V. Heyden. Chromatographic separation techniques and data handling methods for herbal fingerprints: A review. *Analytic Chimica Acta*. 2011, Bd. 690, 2.
22. Hauptkomponentenanalyse. *Wikipedia*. [Online] [Zitat vom: 9. 1 2012.] <http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptkomponentenanalyse>.
23. C.F. Dormann, I. Kühn. *Angewandte Statistik für die biologischen Wissenschaften*. 2. 2009.
24. Clusteranalyse. *Wikipedia*. [Online] [Zitat vom: 9. 1 2012.] <http://de.wikipedia.org/wiki/Clusteranalyse>.
25. B. Hohmann, G. Reher, E. Stahl-Biskup. *Mikroskopische Drogenmonographien der deutschsprachigen Arzneibücher*. s.l. : Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 2001. Bd. 3.

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: <i>Fragaria</i> Quellen und Sammelorte	6
Tabelle 2: <i>Potentilla</i> -Quellen und Sammelorte	6
Tabelle 3: Handelsmuster von Agrimoniae hb., Anserinae hb. , Rubi fruticosi fol. , Rubi idaei fol. und Fragariae fol.....	7
Tabelle 4: Unterschiede in Auftragemenge und Laufstreckenlänge	9
Tabelle 5: DC-Systeme-Überblick; T = Teile.....	10
Tabelle 6: Mischungsverhältnisse von Fragariae fol. mit Anserinae hb. (F/P)	11
Tabelle 7: Gerbstoffhaltige Blatt- und Krautdrogen aus dem Europäischen Arzneibuch	11
Tabelle 8: Ausschnitt aus dem ersten Schritt, die Daten für die DC's in eine statistisch auswertbare Form zu bekommen. In der obersten Zeile stehen die Positionen der Proben auf den DC-Platten. Die Nummern in der ersten Spalte geben die Position auf der Laufstrecke an. Die Abkürzung o steht für orange, b für blau, g für grün und ob für orange bis blau.....	14
Tabelle 9: Schnittdrogenvergleich der Handelsmuster	22
Tabelle 10: Pulverfarbe, Geschmack und Geruch	26
Tabelle 11: p-Werte der Stomata-Abmessungen; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied.....	34
Tabelle 12: Abmessungen der Stomata auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Abmessungen	34
Tabelle 13: p-Werte der Abmessungen von den Drusen im Palisadenparenchym; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied	36
Tabelle 14: p-Werte der Abmessungen von den Drusen im Schwammparenchym; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied	37
Tabelle 15: Abmessungen der Calciumoxalatdrusen im Palisadenparenchym, n = Anzahl der Abmessungen	37
Tabelle 16: Abmessungen der Calciumoxalatdrusen im Schwammparenchym; n = Anzahl der Abmessungen	38
Tabelle 17: p-Werte der Abmessungen der Einzelkristalle im Palisadenparenchym; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied	40
Tabelle 18: p-Werte der Abmessungen der Einzelkristalle im Schwammparenchym; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied	40
Tabelle 19: Abmessungen der Einzelkristalle im Palisadenparenchym; n = Anzahl der Abmessungen ..	40
Tabelle 20: Abmessung der Einzelkristalle im Schwammparenchym; n = Anzahl der Abmessungen ..	41
Tabelle 21: Maximallänge und Breite der Deckhaare auf der Blattoberseite;.....	44
Tabelle 22: Maximallänge und Breite der Deckhaare auf der Blattunterseite	45
Tabelle 23: p-Werte der Abmessungen der Gesamtlänge von den Drüsenhaaren auf der Oberseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied.....	47
Tabelle 24: p-Werte der Abmessungen der Gesamtlänge von den Drüsenhaaren auf der Unterseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied.....	48
Tabelle 25: Abmessung der Gesamtlänge der Drüsenhaare auf der Blattoberseite; n = Anzahl der Abmessungen	48
Tabelle 26: Abmessung der Gesamtlänge von Drüsenhaaren auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Abmessungen	49
Tabelle 27: p-Werte der Abmessungen der Köpfchenlänge von den Drüsenhaaren auf der Oberseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied.....	51

Tabelle 28: p-Werte der Abmessungen der Köpfchenlänge von den Drüsenhaaren auf der Unterseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied.....	51
Tabelle 29: Abmessungen der Köpfchenlänge der Drüsenhaare auf der Blattoberseite; n = Anzahl der Abmessungen	51
Tabelle 30: Abmessungen der Köpfchenlänge von Drüsenhaaren auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Abmessungen.....	52
Tabelle 31: p-Werte der Abmessungen der Breite von den Drüsenhaarköpfchen auf der Oberseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied.....	55
Tabelle 32: p-Werte der Abmessungen der Breite von den Drüsenhaarköpfchen auf der Unterseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied.....	55
Tabelle 33: Abmessungen der Köpfchenbreite von Drüsenhaaren auf der Blattoberseite, n = Anzahl der Abmessungen.....	55
Tabelle 34: Abmessung der Köpfchenbreite von Drüsenhaaren auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Abmessungen	56
Tabelle 35: p-Werte der Abmessungen der Stielbreite von den Drüsenhaarköpfchen auf der Oberseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied.....	58
Tabelle 36: p-Werte der Abmessungen der Stielbreite von den Drüsenhaarköpfchen auf der Unterseite; $p \geq 0,05$: kein signifikanter Unterschied.....	59
Tabelle 37: Abmessungen der Stielbreite von Drüsenhaaren auf der Blattoberseite; n = Anzahl der Abmessungen	59
Tabelle 38: Abmessungen der Stielbreite von Drüsenhaaren auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Abmessungen	60
Tabelle 39: Anzahl der Stielzellen von Drüsenhaaren auf der Blattoberseite; n = Anzahl der Proben.	61
Tabelle 40: Anzahl der Stielzellen von Drüsenhaaren auf der Blattunterseite; n = Anzahl der Proben	62
Tabelle 41: Überblick über die mikroskopischen Merkmale der untersuchten <i>Potentilla</i> - Arten und <i>Fragaria</i> sp.....	66
Tabelle 42: Trocknungsverlust von <i>Fragaria</i> - Handelsproben durch Dreifachbestimmung ermittelt..	77
Tabelle 43: Trocknungsverlust von <i>Fragaria</i> - Handelsproben durch Doppelbestimmung ermittelt....	77
Tabelle 44: Aschegehalt von <i>Fragaria</i> - Handelsproben durch Dreifachbestimmung ermittelt.....	78
Tabelle 45: Aschegehalt von <i>Fragaria</i> - Handelsproben durch Doppelbestimmung ermittelt.....	78
Tabelle 46: Probengruppe 2 zur Testung der unterschiedlichen Fließmittelmischungen	79
Tabelle 47: Gerbstoffgehalt von Handelsmustern	87

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verbreitung der Gattung <i>Fragaria</i> in Europa [5]	2
Abbildung 2: Erdbeersammelplätze – <i>Fragaria x ananassa</i> ist gelb, <i>Fragaria moschata</i> grün, <i>Fragaria vesca</i> blau und <i>Fragaria viridis</i> rot dargestellt.....	5
Abbildung 3: Schematische Darstellung eines Boxplots [19]	13
Abbildung 4: Charakteristische Merkmale von <i>Fragaria x ananassa</i> (11066092-001, St. Pölten, Erdbeerfeld). A Blattoberseite; B Blattunterseite; C Ansatz der Fiederblättchen am Blattstiel	17
Abbildung 5: Charakteristische Merkmale von <i>Fragaria moschata</i> (11065820-001, Lilienfeld, Muckenkogl, Hütte). A Blattoberseite; B Blattunterseite; C mittleres Blättchen der LB sitzend oder gleich lang bis wenig länger gestielt als die beiden seitlichen Blättchen; D Blattzähne; E Blütenstiel.	18
Abbildung 6: Charakteristische Merkmale von <i>Fragaria vesca</i> (11065803-001, Ochsenthal bei Hammelburg A Blattoberseite; B Blattunterseite; C Blättchen sitzend; D Blattzähne; E Blütenstiel....	19
Abbildung 7: Charakteristische Merkmale von <i>Fragaria viridis</i> (11066142-001, Perchtoldsdorfer Heide). A Blattoberseite; B Blattunterseite; C mittleres Blättchen der LB deutlich länger gestielt als die beiden seitlichen Blättchen; D Blattzähne; E Blütenstiel	20
Abbildung 8: <i>Potentilla indica</i> (11066141_002): A Blattoberseite; B Blattunterseite; C Ansatz der Fiederblättchen am Blattstiel; D Blattzähne	21
Abbildung 9: <i>Fragariae fol.</i> : Schnittdrogenhandelsmuster	23
Abbildung 10: <i>Anserinae hb.</i> : Schnittdrogenhandelsmuster	24
Abbildung 11: <i>Rubi fruticosi fol.</i> : Schnittdrogenhandelsmuster	24
Abbildung 12: <i>Rubi idaei fol.</i> : Schnittdrogenhandelsmuster	25
Abbildung 13: <i>Agrimoniae hb.</i> : Schnittdrogenhandelsmuster.....	25
Abbildung 14: Blattquerschnitt-Übersicht: Obere Epidermis, 2- bzw. 3 schichtiges Palisadenparenchym mit Calciumoxalatdrusen, Schwammparenchym und untere Epidermis	27
Abbildung 15: Blattquerschnitte von <i>Fragaria</i> sp.: A und B Drusen im Palisadenparenchym, Spaltöffnungen und Drüsensaare auf der Blattunterseite; C sich in Schwammparenchym auflösendes Palisadenparenchym; D lockeres Schwammparenchym.....	28
Abbildung 16: Blattoberseite mit polygonalen, getüpfelten Epidermiszellen; Vergrößerung: 40fach.	29
Abbildung 17: Blattunterseite mit welligen, getüpfelten Epidermiszellen und Stomata, sowie durchscheinende Reihen von Kristallen entlang der langgestreckten Nervenzellen.....	30
Abbildung 18: Deckhaare; A Basis; B Spitze; C Basis und Spitze	31
Abbildung 19: Kristalle entlang der Nerven: A Palisadenparenchym; B Schwammparenchym	31
Abbildung 20: A Drüsensaare; B Drüsensaare kommen häufig entlang von Nerven vor	32
Abbildung 21: Vergleich der Stomata-Größe auf der Blattunterseite	33
Abbildung 22: Größenvergleich der Drusen im Mesophyll	36
Abbildung 23: Größenvergleich der Calciumoxalat- Einzelkristalle im Mesophyll.....	39
Abbildung 24: Vermessung der längsten Deckhaare auf der Ober- und Unterseite	43
Abbildung 25: Vermessung der Breite der Deckhaare auf der Ober- und Unterseite	44
Abbildung 26: Vergleich der Gesamtlänge der Drüsensaare	47
Abbildung 27: Vergleich der Köpfchenlänge der Drüsensaare	50
Abbildung 28: Vergleich der Köpfchenbreite der Drüsensaare	54
Abbildung 29: Vergleich der Stielbreite der Drüsensaare	58
Abbildung 30: Zusammenfassung der Stielzellenanzahl der Drüsensaare von den unterschiedlichen <i>Fragaria</i> -Arten auf der Blattober- und Unterseite.....	61

Abbildung 31: Erkennungsmerkmale von <i>Potentilla indica</i> . A Blattrand mit kurzen Rosaceenhaare; B kurzes Rosaceenhaar auf der OS; C Blatt OS mit polygonale Epidermiszellen und Stomata; D Blatt US mit welligen Epidermiszellen, Stomata und Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen; E, F Blattquerschnitte mit einschichtigem Palisadenparenchym.....	67
Abbildung 32: Erkennungsmerkmale von <i>Potentilla incana</i> . A Blatt OS polygonale Epidermiszellen, 10 - 30 strahlige Sternhaare, wovon eines deutlich länger ist, Stomata, Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen; B Blatt US 10 - 30 strahlige Sternhaare, wovon eines deutlich länger ist, Drüsenhaare mit einem ein- oder zweizelligem Köpfchen; C Drüsenhaar mit zweizelligem Köpfchen; D Drüsenhaar mit einzelligem Köpfchen	68
Abbildung 33: Erkennungsmerkmale von <i>Potentilla reptans</i> . A Blatt OS mit Rosaceendeckhaaren und polygonalen Epidermiszellen; Blatt US mit Rosaceendeckhaaren, Stomata und welligen Epidermiszellen; C Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen	69
Abbildung 34: Erkennungsmerkmale von <i>Potentilla pusilla</i> . A Deckhaare auf der Ober- und Unterseite locker verteilte Sternhaare, 1-10 (15) strahlig mit einem deutlich längeren mittelständigem Strahl (1585,8µm), die anderen sind deutlich kürzer (145,67µm); B Stomata und polygonale Epidermiszellen auf beiden Seiten; Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.....	70
Abbildung 35: Erkennungsmerkmale von <i>Potentilla aurea</i> . A Blattrand mit Rosaceenhaare; B Blatt US mit wellig- buchtigen Epidermiszellen, Stomata; C Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.....	71
Abbildung 36: Erkennungsmerkmale von <i>Potentilla thuringiaca</i> . A Rosaceendeckhaare auf beiden Seiten des Blattes; B wellig bis polygonale Epidermiszellen, Stomata; C wellige Epidermiszellen, Stomata; D Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.....	72
Abbildung 37: Erkennungsmerkmale von <i>Potentilla anserina</i> . A Blattquerschnitt; B Blatt OS wellige Epidermiszellen; C Blatt US dünnwandig-weitlumige, peitschenartig gewundene bis verflochtene Deckhaare; D einzellig, keulenförmiges Drüsenhaar; E Drusen auf der gesamten Blattfläche verteilt	73
Abbildung 38: Erkennungsmerkmale von <i>Potentilla recta</i> . A Blattrand mit abstehenden Rosaceenhaare; B Blatt OS: wellig – polygonale Epidermiszellen; C Blatt US: wellige Epidermiszellen, Stomata; D Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen	74
Abbildung 39: Erkennungsmerkmale von <i>Potentilla erecta</i> . A Blatt OS: polygonale Epidermiszellen; B Blatt US: wellig- polygonale Epidermiszellen; C Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen; D Schwammparenchym und Calciumoxalatdrusen.....	75
Abbildung 40: Erkennungsmerkmale von <i>Potentilla velutina</i> . A, B auf beiden Seiten dicht mit 10 – 30 strahligen Sternhaaren, +/- gleichlang, besetzt	76
Abbildung 41: Als stationäre Phase wurden TLC-Silica Gel 60 F254 20 x 20cm Platten verwendet. Als Referenzlösung (Bahn 1) wurde 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin in 10 ml Methanol R gelöst. Rechts neben den Abbildungen ist jeweils das verwendete Fließmittelgemisch angegeben.....	80
Abbildung 42: DC-Vergleich verschiedener <i>Fragaria</i> -Arten. Fließmittelsystem 3, TLC-Silica Gel 60 F254 20 x 20cm, Bahnbreite 1cm, Laufstrecke 10cm, Referenz: 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin	81
Abbildung 43: DC-Vergleich verschiedener <i>Fragaria</i> -Arten. Fließmittelsystem 3, TLC-Silica Gel 60 F254 20 x 20 cm, Bahnbreite 1 cm, Laufstrecke 10 cm, Referenz: 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin	82
Abbildung 44: DC-Vergleich verschiedener <i>Fragaria</i> -Arten mit <i>Potentilla indica</i> . Fließmittelsystem 3, HPTLC-Silica Gel 60 F254 10 x 20 cm, Bahnbreite 1 cm, Laufstrecke 10 cm, Referenz: 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin	82

Abbildung 45: DC-Vergleich von <i>Fragaria</i> - und <i>Potentilla</i> -Arten; DC mittels Fließmittelsystem 3, HPTLC-Silica Gel 60 F254 10 x 20 cm, Bahnbreite 1 cm, Laufstrecke 7cm, Referenz: 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin	83
Abbildung 46: DC-Vergleich der Gattung <i>Agrimonia</i> , <i>Fragaria</i> und <i>Rubus</i> ; DC mittels Fließmittelsystem 3, HPTLC-Silica Gel 60 F254 10 x 20 cm, Bahnbreite 1 cm, Laufstrecke 7 cm, Referenz: 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin	83
Abbildung 47: PCA- Plot mit Euklidischer-Distanz; Die Gattung <i>Fragaria</i> ist rot, <i>Potentilla</i> braun und <i>Agrimonia</i> grün dargestellt. <i>Rubus idaeus</i> ist rosa und <i>Rubus fruticosus</i> ist lila dargestellt.....	84
Abbildung 48: MDS Plot mit Jaccard-Distanzen; Die Gattung <i>Fragaria</i> ist rot, <i>Potentilla</i> braun und <i>Agrimonia</i> grün dargestellt. <i>Rubus idaeus</i> ist rosa und <i>Rubus fruticosus</i> ist lila dargestellt.	85
Abbildung 50: Cluster- Dendrogramm; Die Gattung <i>Fragaria</i> ist rot, <i>Potentilla</i> braun und <i>Agrimonia</i> grün dargestellt. <i>Rubus idaeus</i> ist rosa und <i>Rubus fruticosus</i> ist lila dargestellt.	85
Abbildung 50: Unterschiedliche Verunreinigungsanteil von Anserinae hb. in Fragariae fol.. Als stationäre Phase wurde TLC-Silica Gel 60 F254 20 x 20 cm Platten verwendet. Als Referenzlösung (Bahn 1) wurde 1 mg Chlorogensäure R, 1 mg Kaffeesäure R und 3 mg Rutin in 10 ml Methanol R gelöst. Nach dem Besprühen, mit Durchlicht fotografiert.....	86
Abbildung 51: Unterschiedliche Verunreinigungsanteil von Anserinae hb. in Fragariae fol.. Als stationäre Phase wurde eine HPTLC-Silica Gel 60 F ₂₅₄ 10 x 20 cm Platten verwendet. Bei 365 nm fotografiert.....	87
Abbildung 52: HPTLC der Großhandelsproben	88
Abbildung 53: <i>Fragaria</i> - Großhandelsproben (TLC-Silica Gel 60 F254 20 x 20 cm Platte); A Vor dem Besprühen tritt knapp unter der Zone von Rutin eine rote Zone auf. B Diese färbt sich nach dem Besprühen bräunlich.	88
Abbildung 54: Makros- und Mikroskopische Merkmale von <i>Fragaria</i> sp.; A Blattstücke OS mit eingesenkten Blattnerven, US mit hervortretenden Nerven; B grob gezähnter Blattrand; C längsgefurchte, grünlich oder rötlich- violett, +/- behaarte Stängelstücke; D Blatt OS: polygonale, getüpfelte Epidermiszellen; E US: Buchtig – wellige Epidermiszellen, anomocytische Stomata; F durchscheinende Calciumoxalatdrusen entlang der Nerven; G Drüsenhaare auf dem Nerv, OS; H langgestreckte Epidermiszellen auf der US beim Nerv mit Drüsensaaren; I Calciumoxalatdrusen- und Einzelkristalle entlang der Nervs	89

9 Lebenslauf

Bernadette Scheller (geb. Stingededer)

Personalien:

Staatsbürgerschaft: Österreich
Geburtsdatum und -ort: 15. März 1983, Tulln
Religion: röm. - kath.
Familienstand: verheiratet

Ausbildung:

1989 - 1993 4 Klassen Volksschule Sieghartskirchen
1993 - 1997 4 Klassen Gymnasium im Sacre Coeur Pressbaum
1997 - 2002 5 Klassen Höhere Bundeslehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau,
Schönbrunn, Schwerpunkt: Gartengestaltung
Matura mit gutem Erfolg bestanden
Diplomarbeit: Chemische Fraktionierung von Arsen in der
Rhizosphäre und seine Aufnahme durch den Farn Pteris vittata
seit Okt. 2002 Universität Wien, Studienrichtung Pharmazie

Berufspraxis:

Juli 1999 Kramer Pflanzen Markenbaumschule, Zöbing
April - Juni 2000 Kramer Pflanzen Markenbaumschule, Zöbing
Juli 2000 Ing. Karl Zinterhof Gartenbau, Sieghartskirchen
Juli 2001 Magistrat der Stadt, Planungsbüro, 1030 Wien
Aug. - Sept. 2002 Institut für angewandte Mikrobiologie, BOKU Wien
Juli 2006 Laurentius Apotheke Flament KG, Gablitz
seit Juni 2009 Marienapotheke, 1060 Wien
Juni - Dezember 2011 AGES PharmMed, 1090 Wien