

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Tabellenverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	4
Vorwort	5
1 Einleitung	7
1.1 Allgemeines	7
1.2 Charakterisierung <i>Potentilla</i>	7
1.3 Pharmazeutische und kulturelle Bedeutung von <i>Potentilla</i>	8
1.4 Vorstellung von <i>Potentilla rigoana</i>	9
2 Zielsetzungen der Diplomarbeit	12
3 Material und Methoden	13
3.1 Pflanzenmaterial	13
3.2 Karyologie, Bestimmung der DNA-Ploidie	14
3.2.1 Durchflusszytometrie	14
3.2.2 Chromosomenpräparation und –zählung	17
3.3 Morphologie	20
3.4 Geografische Verbreitung	22
3.5 Ökologie, Synökologie	23
3.6 AFLP-Analyse	24
4 Ergebnisse	25
4.1 Morphologie	25
4.2 DNA-Ploidieniveaus und Zytotypenverteilung	30
4.3 Geografische Verbreitung	33
4.4 AFLP-Differenzierung	34
4.5 Ökologie	35
5 Diskussion	39
5.1 Taxonomischer Status	39
5.2 Karyogeografische Abgrenzung und reproduktive Modi	40

Inhaltsverzeichnis

5.3	Evolutionäre Entwicklung	41
5.4	Ökologie und Phytosoziologie	41
5.5	Zusammenfassung	42
Abstract		43
Literaturverzeichnis		44
Anhänge		50
	Anhang 1: zusätzliches Belegmaterial	50
	Anhang 2: morphologische Merkmale	58
	Anhang 3: Begleitvegetation	60
	Anhang 4: Herkunft Pflanzenmaterial	70
Grundblättchenformen		74
Lebenslauf		75

Tabellenverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	am CyFlow space gewählte Einstellungen	16
Tabelle 2:	Darstellung der Mittelwerte, der Standardabweichung, sowie der 5 % 95%-Konfidenzintervalle der extrahierten Differentialmerkmale	25
Tabelle 3:	bedeutsame Unterschiede in den Zeigerwerten Temperatur, Licht und Feuchtigkeit zwischen den einzelnen Taxa	35
Tabelle 4:	WorldClim-Klimadaten	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Blick ins Herbarium des NHM Wien	13
Abbildung 2: Herbarisiertes Individuum von <i>Potentilla crantzii</i> W2001-14076 des NHM Wien	14
Abbildung 3: CyFlow space der Fa. Partec	17
Abbildung 4: Arzneipflanzengarten des Departments für Pharmakognosie der Universität Wien	17
Abbildung 5: Arzneipflanzengarten des Departments für Pharmakognosie der Universität Wien	18
Abbildung 6: Nikon ECLIPSE E600 und Nikon-Digitalkamera DS-5M	20
Abbildung 7: Lichtmikroskop Reichert BIOVAR	21
Abbildung 8: Binokular Nikon SZU	21
Abbildung 9: Geografische Herkunft des Untersuchungsmaterials	22
Abbildung 10: Diskriminanzanalyse für <i>P. rigoana</i> , <i>P. heptaphylla</i> s.l. und <i>P. crantzii</i>	27
Abbildung 11: Histogramm der Deckhaarlängen des Blattstiels	28
Abbildung 12: Histogramm der Nebenblattlängen	29
Abbildung 13: Histogramm der Proben/Standard-Verhältnisse der Fluoreszenzintensitäten von <i>P. rigoana</i>	30
Abbildung 14: Regression der Proben/Standard-Verhältnisse gegen die Chromosomenzahlen (polynome Regression)	31
Abbildung 15: Geografische Verbreitung von fünf Zytotypen unterschiedlicher Ploidie in <i>P. rigoana</i> im mittleren und südlichen Apennin	32
Abbildung 16: Darstellung der Höhenverbreitung der drei untersuchten Taxa	33
Abbildung 17: AFLP-Phänotypen-basierendes Neighbor-Net für <i>Potentilla crantzii</i> , <i>P. neumanniana</i> , <i>P. heptaphylla</i> s.l. und <i>P. rigoana</i>	34
Abbildung 18: Darstellung der Monatsmitteltemperaturen der Fundorte gemäß der WorldClim-Datenbank	36
Abbildung 19: Darstellung der Monatsniederschläge in mm der Fundorte aus der WorldClim-Datenbank	37

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich mich sehr herzlich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Herrn Dr. Christoph Dobeš bedanken. Ich danke ihm für die interessante Themenstellung, für die stetige optimale Betreuung während der praktischen Arbeit und während des Schreibens, für die aufklärenden und motivierenden Gespräche und zu guter Letzt für die Reise in den Apennin, die ich stets in bester Erinnerung behalten werde.

Großer Dank gebührt auch den Herren Dr. Juraj Paule vom Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt, der das gesamte Arbeitsgebiet der AFLP-Differenzierung übernommen hat, und Herrn Dr. Karl Hülber vom Department für Naturschutzbiologie, für Vegetation und Landschaftsökologie der Universität Wien, der die Auswertung der Klimadaten der drei analysierten Taxa, sowie eine grafische Darstellung der aufgesammelten Populationen erledigt hat. Ich möchte auch Wolfgang Willner (Universität Wien) für die Interpretation der soziologischen Daten, Dietmar Moser (Wiener Institut für Naturkonservierung und Analysen) für die Aufbereitung der GIS-basierten Daten und Jiří Soják (Naturhistorisches Museum Prag) für die Hilfe bei der Nomenklatur danken. Meinen Dank aussprechen möchte ich außerdem folgenden Kollegen, die mich bei der taxonomischen Revision einiger spezifischer Begleitarten der *P. rigoana* unterstützt haben: Peter Englmaier (*Festuca*) und Josef Greimler (*Caryophyllaceae*), Beide Universität Wien, Judita Zozomová-Lihová, Slovak Academy of Sciences (*Alyssum*), Martin Röser, Universität Halle (*Avenula*), und Ernst Vitek (*Euphrasia*) und Bruno Wallnöfer (*Carex*), Beide Naturhistorisches Museum Wien. Außerdem danke ich den Kuratoren der Herbarien W, RO und PRC für die Entlehnung des Pflanzenmaterials, ohne dass ein Großteil der Arbeit gar nicht hätte entstehen können.

Ich danke weiters Herrn ao. Univ.-Prof. Dr. Johannes Saukel und dem gesamten Team der Arbeitsgruppe Pharmakobotanik am Department für Pharmakognosie der Universität Wien für das herzliche und hilfsbereite Arbeitsklima und die tatkräftige Unterstützung beim Versorgen der eingetopften *Potentilla*-Exemplare, sowie bei allen Fragen rund um Programme am PC, die ich für meine Arbeit genutzt habe, insbesondere Susanne Scheffknecht für die Aufbereitung der flow-cytometrischen Daten.

Abschließend möchte ich mich bei meiner gesamten Familie für ihre wertvolle Hilfe auf meinem bisherigen Lebensweg sehr herzlich bedanken. Ganz besonders danken möchte ich meiner Mutter, der Apothekerin Grith Rossa-Benecke, die mich immer mit Rat und Liebe und ihren Glauben an

Vorwort

mich unterstützt hat, mir dieses Studium ermöglicht hat und durch die sich mein Wissenskreis durch kontroverse Diskussionen stets erweitert.

Auch meinen Großeltern Martha und Rolf Benecke gebührt Dank für ihre Unterstützung jeder Art, ihre Liebe und Vertrauen.

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Meine Diplomarbeit behandelt den taxonomischen Status der Art *Potentilla rigoana* und charakterisiert diese systematisch. Die Gattung *Potentilla* gehört zu den Rosaceen, die eine der vielfältigsten Pflanzenfamilien, die es auf unserem Planeten gibt, ist. Die Familie ist weltweit verbreitet, die größte Diversität zeigt sie jedoch in der nördlichen Hemisphäre (Heywood 1982). Sie umfasst bis zu 3000 Arten, Bäume, Sträucher, Halbsträucher, Kräuter und Stauden (Kalkman 2004). Die Blätter sind wechselständig, haben meist Nebenblätter und sind gefiedert oder auf die Endfieder reduziert. Die Blüten sind radiärsymmetrisch, meist zwittrig und mit doppelter Blütenhülle versehen. Es liegen zumeist fünf freie Kron- und fünf Kelchblätter vor, sowie viele Staubblätter, die in einem bis mehreren Kreisen angeordnet sind (Graf 1975). Die Stellung des Fruchtknotens, sowie der Fruchttyp, sind bezeichnend für die Familie der Rosengewächse. In kaum einer anderen Pflanzenfamilie ist eine solche Diversität zu beobachten: der Fruchtknoten kann sowohl ober-, als auch mittel-, als auch unterständig sein. Die Früchte umfassen unterschiedlichste Typen wie die Sammelnussfrucht der Erdbeere, die Sammelsteinfrucht der Brombeere, die Steinfrucht der Kirsche oder die Apfelfrucht der Birne. Die Unterschiede der Früchte tragen einen großen Anteil zur Unterscheidung der Unterfamilien in den Rosengewächsen bei (Heywood 1982).

1.2 Charakterisierung der Gattung *Potentilla*

Die Gattung *Potentilla* L. ist ein Vertreter der Unterfamilie *Rosoideae* (Rosenähnliche) und der Tribus *Potentilleae* (Fingerkrautgewächse). Molekulare Befunde beschränken sie heute auf eine stammesgeschichtliche Linie, die Schwester der Gattung *Argentina* (zu welcher die frühere *Potentilla anserina* gehört) ist (Dobeš and Paule 2010). In dieser engeren Umgrenzung ist sie gekennzeichnet durch einen ausdauernd mehrjährigen, entweder kriechenden oder aufrechten Wuchs. Die Wuchsform ist überwiegend krautig, jedoch kann *Potentilla* auch basal verholzen (Barrenscheen 1991). Ihre zusammengesetzten Laubblätter sind entweder gefingert oder manchmal gefiedert. Ihre Blüten präsentiert die Pflanze einzeln oder als zymösen Blütenstand. Charakteristisch ist das Vorhandensein eines Außenkelches, der den gesamten Tribus auszeichnet: die Kelchblätter sind alternierend mit Nebenkelchblättern arrangiert. Die Blüten enthalten 4 bis 30 Staubblätter. Als Fruchttyp liegt ein Nüsschen vor. Ihr Verbreitungsgebiet liegt in der nördlichen Hemisphäre und erstreckt sich vom arktischen Gebiet, über alpine und gemäßigte Zonen bis in den subtropischen Raum. Zwischen 430 und 500 Arten sind existent (Airy Shaw 1973, Soják 2005, Soják 2008). Ihre Samenentstehung erfolgt apomiktisch und/oder sexuell (Dobeš et al. 2013). Die Gattung *Potentilla*

Einleitung

hat eine Chromosomenzahl von $x = 7$, d.h., d.h. es sind sieben Chromosomen in einem monoploiden, also einfachen, Chromosomensatz vorhanden.

1.3 Pharmazeutische und kulturelle Bedeutung von *Potentilla*

Verglichen mit den Vertretern anderer pharmazeutisch und medizinisch verwendeter Pflanzen, hat *Potentilla* einen untergeordneten Stellenwert, jedoch findet ihre Verwendung Akzeptanz in der Schul- und Volksmedizin. Die Applikation dieser Droge geht weit ins Mittelalter zurück: bereits die Benediktinerin Hildegard von Bingen nahm sie in Gebrauch. Als prominenteste Mitglieder des Tribus Potentilleae sind *Argentina anserina* (= *Potentilla anserina*; Gänsefingerkraut) mit Verwendung des Krauts und *Potentilla erecta* (Blutwurz) mit Verwendung des Rhizoms zu nennen. Auf Grund ihres hohen Gerbstoffgehalts von bis zu 10% (*Anserinae herba*), bzw. über 20% (*Tormentillae rhizoma*) und der dadurch bedingten adstringierenden Wirkung finden sie Anwendung bei etlichen Unpässlichkeiten: *Potentilla erecta* wird äußerlich bei leichten Schleimhautentzündungen im Mund- und Rachenraum als Gurgellösung oder als Tinktur, bei Zahnfleischbluten und entzündeten Mandeln, sowie bei Wunden zur Blutstillung, blutenden Hämorrhoiden und zum Schutz verbrannter oder verletzter Haut eingesetzt (van Wyk et al. 2004, Chevalier 2000). Die Hydroxylgruppen der Gerbstoffe interagieren mit den Proteinen, wodurch es zu Konformationsänderungen von Enzymen und Rezeptoren kommt und häufig in einer Inaktivierung resultiert, die sich in antimikrobiellen, antiinflammatorischen und blutstillenden Eigenschaften zeigt (van Wyk et al. 2004). Bei äußerlichen Verletzungen sind die Gerbstoffe im Stande, die Eiweiße in den obersten Gewebeschichten von Schleimhäuten zu koagulieren und dadurch eine zusammenhängende, fest an der Oberfläche anhaftende Membran zu erzeugen. Diese Eiweißfällung schmeckt man als „Pelz auf der Zunge“ (Hegi 1921). Diese „Koagulationsmembran“ bildet einen Schutzschild und verhindert dadurch ein Eindringen von Keimen, eine Austrocknung und eine potentielle Intoxikation durch die Resorption giftiger Abbauprodukte (Hegi 1921). Die ebenfalls im Rhizom enthaltenen Triterpene imitieren das Glucocorticoid Cortison, so dass der Blutwurz weitere krankheitsbekämpfende Eigenschaften zugeschrieben werden können: das Rhizom „wirkt entzündungshemmend, blutzucker- und blutdrucksenkend, immunstimulierend, antiallergisch und interferon-induzieren“ (van Wyk et al. 2004). Peroral verabreicht, eignet sich *Potentilla erecta* dank ihrer zusammenziehenden Wirkung bei Reizdarm, normaler und chronischer Colitis, bei Blutungen im Gedärm und bei Durchfallerkrankungen, wo die Droge die Funktion eines Stopfmittels hat. Dies gilt jedoch nur bei unspezifischer Ursache in den Anfangstagen. Bei länger anhaltenden Durchfällen sollte ein Arzt konsultiert werden.

Einleitung

Potentilla anserina wird eine Wirkung „bei der Behandlung dysmenorrhöischer Beschwerden auf spastischer Grundlage,“ nachgesagt. Auch kann sie bei leichten Durchfallerkrankungen verabreicht werden. Bei längerer Dauer gilt jedoch identisches Prozedere wie bei der Verwendung der Blutwurz (Wichtl 2002). Sie kann außerdem bei leichten Menstruationsstörungen eingesetzt werden. Dies ist dadurch bedingt, dass das Gänsefingerkraut auf den Tonus und die Kontraktion des Uterus stimulierend wirkt. Traditionell wird die Droge bei Koliken und Krämpfen appliziert (van Wyk et al. 2004). Auch sie hat eine blutstillende Eigenschaft und verschafft Linderung bei Wunden, Ekzemen und blutenden Hämorrhoiden (van Wyk et al. 2004). Als Applikationsformen kommen Tinkturen, Lösungen, Homöopathika, Tees und topische Zubereitungen zur Anwendung.

1.4 Vorstellung von *Potentilla rigoana*

In der Systematik (Fischer et al. 2005) hat die Gattung *Potentilla* folgende Stellung:

Großreich:	<i>Eukaryota</i> /Kernhaltige Organismen mit echtem Zellkern
Reich:	<i>Embryophyta</i> /Embryopflanzen
Überabteilung:	<i>Tracheophyta</i> /Gefäßpflanzen („Höhere Pflanzen“)
Abteilung:	<i>Spermatophyta</i> /Samenpflanzen (Blütenpflanzen)
Unterabteilung:	Angiospermophytina (Angiospermae)/Bedecktsamer
Klasse:	<i>Rosopsida</i> /Dreifurchenpollen-Zweikeimblättrige
Unterklasse:	<i>Rosidae</i> s. lat./Rosenpflanzen iwS
Überordnung:	<i>Rosanae</i> s. latiss./Rosenblütige iwS
Ordnung:	<i>Rosales</i> /Rosenartige
Familie:	<i>Rosaceae</i> /Rosengewächse
Unterfamilie:	<i>Rosoideae</i> (= <i>Rosaceae</i> s. str.)/Rosenähnliche
Tribus:	<i>Potentilleae</i> /Fingerkrautförmige
Gattung:	<i>Potentilla</i> s. emend./Fingerkraut ieS
Art:	<i>Potentilla rigoana</i>

Seit der Monographie Theodor Wolfs (Wolf 1908) ist keine kritische taxonomische Bearbeitung der europäischen Vertreter des Genus *Potentilla* L. erschienen. Danach veröffentlichte detaillierte systematische Studien waren entweder taxonomisch (Paule et al. 2011) oder geografisch (Guillén and Rico 1998) begrenzt. Die Klassifizierung von *Potentilla* auf taxonomischen Grundlagen ist erschwert durch das Vorkommen von Hybridisierung (Asker 1970, Soják 1985; Soják 2010), Apomixis (Rutishauser 1943, Asker 1980, Asker and Jerling 1992), sowie unterschiedlicher

Einleitung

Ploidieniveaus auch innerhalb einer Population (Skalinska and Czapik 1958, Dobeš 1999, Paule et al. 2011). Theodor Wolf hat *Potentilla* in zwei Sektionen, die behaartfrüchtigen und die kahlfrüchtigen, unterteilt. Als weitere Klassifizierung unterschied er Subsektionen, die „Greges“.

Die Greges spiegeln sechs Grundtypen der Griffelform und der Behaarung der Blätter wider (Hegi 1921; Wolf 1908). Das Subgex 3 mit Namen Aureae Opacae umfasst sieben Arten mit europäischer und asiatischer Verbreitung: *Potentilla opaca* L. (= *Potentilla heptaphylla* L.), *P. opaciformis* Th. Wolf, *P. australis* Krašan, *P. rigoana* Th. Wolf, *P. patula* Waldst. & Kit., *P. cappadocica* Boiss. und *P. geranioides* Willd. In Europa ist die Subgex durch vier Arten repräsentiert: *P. rigoana*, *P. australis*, *P. heptaphylla* und *P. patula* (Kurtto et al. 2004, Kurtto and Eriksson 2003). *Potentilla rigoana* wurde als eine endemische Sippe aufgefasst, genauer eine Sippe des südlichen und mittleren Apennins (Conti et al. 2005; Kurtto and Eriksson 2003). Besonders interessant ist ihr taxonomischer Status. Hierfür gibt es drei Hypothesen: die erste Hypothese stellt die *Potentilla rigoana* als eine Sippe aus der *P. heptaphylla* Verwandtschaft dar (Wolf 1908). Dieser ordnete sie morphologisch in die Nähe der *Potentilla australis* ein und vermutete in ihr eine süditalienische subalpine Art. Um diese beiden Arten voneinander zu differenzieren, zog er die Blattform, den Habitus, den Blütenkelch und den Außenkelch heran. Jedoch wurde Wolfs Auffassung nicht übereinstimmend von späteren Autoren geteilt. Im Gegensatz dazu beschreibt Soják (1993) für *P. rigoana* charakteristische morphologische Merkmale und leitet daraus die zweite Hypothese ab, die den Ursprung der *P. rigoana* in den potentiellen Eltern *P. crantzii* (Crantz) Beck ex Fritsch und *P. heptaphylla* sieht. Die Belege hierfür liefert Soják durch die Beschreibung, dass *P. rigoana* „durch einen reichlich verzweigten Wurzelstock, dessen lange Zweige mit nicht zu dichten und manchmal zweireihigen Nebenblattresten bedeckt sind, durch Grundblätter mit auffällig breiten Öhrchen der Nebenblätter“ (diese Merkmale sollen auf die Beteiligung von *Potentilla crantzii* [Crantz] Beck ex Fritsch bei der Genese von *P. rigoana* hinweisen). Außerdem ist sie „durch lange, sehr feine Blattstielhaare gekennzeichnet“ (Hinweis auf *P. heptaphylla*). Die dritte Hypothese präsentiert die *P. rigoana* als einen sporadischen Hybriden, der als Fußnote in der *Flora d'Italia* (Pignatti 1982) auftaucht, und sich auf Ähnlichkeit zu *P. australis* und *P. tabernaemontani* Asch. gründet. Diese Ansicht teilt auch die *Flora Europaea* (Ball et al. 1968). *Potentilla rigoana* wurde von italienischen Botanikern dennoch als eigene Art behandelt (Moraldo et al. 1980), und es wurde ihr gehäuftes Auftreten im südlichen Italien, genauer in Kalabrien, berichtet. In einer späteren Publikation (Conti et al. 2005) wurde ihre Verbreitung detaillierter beschrieben. Nach Auffassung der Autoren ist die Art im zentralen und südlichen Apennin endemisch. Im Gegensatz dazu wurde auf das Vorkommen von *P. rigoana* in Montenegro (Balkangebiet) hingewiesen (Soják 1993). Dazu finden sich Belege in den Herbarien PR und PRC. Diese Angaben wurden im Atlas *Flora Europaea* (Kurtto et al. 2004, Kurtto and Eriksson 2003) nicht berücksichtigt. Lediglich ihr

Einleitung

unklarer taxonomischer Status wurde dort diskutiert. Die Anwendung des Artstatus wurde in diesen floristischen Arbeiten nicht begründet.

2 Zielsetzungen

In dieser Diplomarbeit habe ich Analysen zur Morphologie, der Karyologie, der Ökologie und Geografie von *P. rigoana* und ihren potentiellen Eltern durchgeführt. *Potentilla rigoana* habe ich während einer Exkursion im Frühsommer 2011 aufgesammelt, während ich die Daten von *P. crantzii* und *P. heptaphylla* s.l. aus Herbarbelegen des Naturhistorischen Museums Wien und aus Literaturquellen gewonnen habe. Unter *P. heptaphylla* s.l. werden hier alle Formen der Aureae Opacae von außerhalb des Apennins zusammengefasst, die mit den apenninischen verglichen wurden. Ich habe nicht nur *P. rigoana* - Belege aus dem Apennin berücksichtigt, sondern auch Belege vom Balkan, die eventuell zu *P. rigoana* zugehörig sind. Diese wurden mit den Apennin-Belegen morphologisch verglichen, um Aufschluss über deren taxonomische Zugehörigkeit zu erhalten. Auf molekularer Ebene schließlich wurde eine DNA-analytische Methode der systematischen Botanik angewendet: Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP). Diese Analysen wurden extern von Juraj Paule in Frankfurt durchgeführt. Zusammenfassend wurden die Daten mittels Morphometrie, Durchflusszytometrie, Chromosomenzählung, Erhebung der Pflanzengesellschaften und GIS-basierender Klimadaten und durch AFLP-Analysen gewonnen. Durch dieses Vorgehen wollte ich erneut den taxonomischen Status von *P. rigoana* beurteilen, entwickelte eine systematische Charakterisierung dieses Taxons und diskutierte ihren evolutionären Ursprung.

3 Material und Methoden

3.1 Pflanzenmaterial

Im Juni und Juli 2011 wurden für die vorliegenden Untersuchungen insgesamt 16 Populationen à 10 Individuen von *Potentilla rigoana* im mittleren und südlichen Apennin aufgesammelt. Im mittleren Apennin waren es die Regionen Marken, Abruzzen und Latium, im südlichen Apennin die Regionen Basilikata, Kalabrien und Kampanien. Von jedem Individuum einer jeden Population wurden Blattstiele für die Durchflusszytometrie, sowie Blattspreiten für die DNA-Extraktion, außerdem Herbarbelege zur Dokumentation abgenommen. Alle Proben wurden auf Individuenbasis mit einer Materialbearbeitungsnummer (MBNR) und dem vorangestellten Kürzel „PTL“ (= *Potentilla*) gekennzeichnet. Die MBNR ermöglichte eine rasche und einfache Identifizierung. Die Belege wurden etikettiert und abschließend im Herbarium des Naturhistorischen Museums (NHM) Wien deponiert. Drei Exemplare pro Population wurden im Arzneipflanzengarten des Departments für Pharmakognosie der Universität Wien in Kultur genommen. Sie dienten den später durchgeführten Chromosomenzählungen. Des Weiteren wurden auf Populationsebene die begleitenden Arten der Gefäßpflanzenflora erhoben, um daraus die Standortansprüche von *P. rigoana* abzuleiten.

Das Pflanzenmaterial für die potentiellen Eltern *Potentilla crantzii* und *Potentilla heptaphylla* s.l. wurde in Form dokumentierter herbarisierter Belege europäischer Herkunft vom Naturhistorischen Museum Wien entlehnt (s. Abb. 1, 2). Die Herkunft des Materials sowie eine Übersicht der jeweils durchgeführten, im Folgenden näher beschriebenen Untersuchungen finden sich in Tabelle 2 (S. 25, in Abbildung 9, S. 22, bzw. in Anhang 4, S. 70).

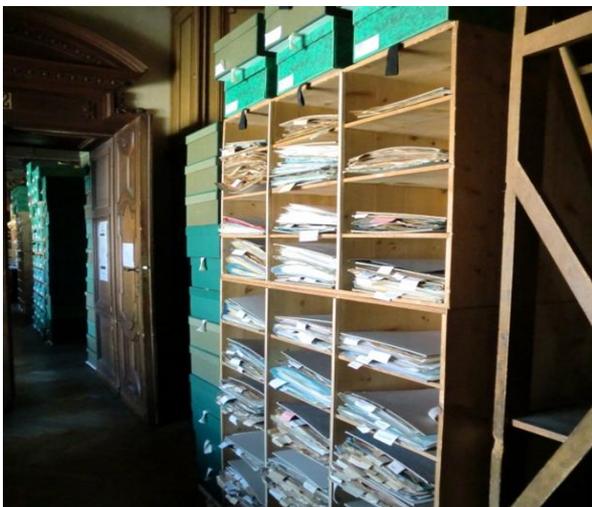


Abbildung 1: Blick ins Herbarium des NHM Wien



Abbildung 2: Herbarisiertes Individuum von *Potentilla crantzii* W2001-14076 des NHM Wien

3.2 Karyologie, Bestimmung der DNA-Ploidie

3.2.1 Durchflusszytometrie

Die Durchflusszytometrie stellt ein optisches Verfahren dar, um die Variation von Genomgrößen in Pflanzen zu bestimmen. Sie ist unter anderem eine schnelle und verlässliche Methode, um Ploidieniveaus zu bestimmen. In der taxonomischen, evolutionären und ökologischen Biologie dient die Durchflusszytometrie als Hilfsmittel, um den DNA-Gehalt von Zellkernen zu bestimmen. Von Interesse ist hierbei nicht die absolute Genomgröße, sondern der DNA-Gehalt einer Probe in Relation zu einem Referenzwert (Suda et al. 2007). Das Prinzip des Durchflusszytometers beruht auf der Analyse von fluoreszenzgefärbten Zellkernen, die durch Licht bestimmter Wellenlängen angeregt und detektiert werden. Die Probenlösung enthält die zu analysierenden Zellkerne und einen internen Standard und wird vor der Messung mit einem Fluoreszenzfarbstoff versetzt, der quantitativ an die DNA-Basen Adenin und Thymin bindet. Im Durchflusszytometer befindet sich eine Kapillare in einer Durchflusszelle aus Quarzglas, in der sich ein Hüllstrom (= sheath flow) aus destilliertem partikelfreiem Wasser befindetet, der die Probenlösung aufnimmt. In der Durchflusszelle erfolgt eine räumliche Separation der Zellkerne, so dass diese einzeln detektiert werden können. Die Zellkerne werden bei der Passage durch die Kapillare mit Licht einer Wellenlänge von 365 nm bestrahlt und angeregt. Die Fluoreszenz wird von Photoelementen detektiert und registriert. Die Intensität ist dem DNA-Gehalt des Zellkerns direkt proportional. Die Signalstärken der einzelnen Partikel werden als Histogramm (peaks) dargestellt. Die Messungen erfolgten mit dem internen Standard *Solanum pseudocapsicum* L. (= Korallenstrauch). Ermittelt wurde das relative Verhältnis der Fluoreszenzintensität von Probe und Standard („Proben/Standard-Verhältnis“). Da (innerhalb eng verwandter Taxa) eine direkte Korrelation zwischen DNA-Gehalt und Chromosomenzahl

Material und Methoden

besteht, kann das Ploidieniveau jeder einzelnen Probe über den relativen, gemessenen DNA-Gehalt chromosomal überprüfter Referenzindividuen festgestellt werden. In der vorliegenden Diplomarbeit wurden zu diesem Zweck lichtmikroskopische Erhebungen der Chromosomenzahlen von neun Pflanzen erfasst, die sich im Proben/Standard-Verhältnis unterschieden. Genauer, der Pflanzen mit folgenden MBNRs: PTL8273, PTL8213,- 8215, PTL8251, -8254 und PTL8292, -8293. Weitere Referenzindividuen bekannter Chromosomenzahl waren PTL4349, -4681 ($2n = 2x = 14$; IOPB-chromosome number report).

Puffer und Stammlösungen: die Rezepturen wurden der Literatur entnommen (Dolezel et al. 2007):

Otto-I-Puffer:

0,1 molare Zitronensäure-Monohydrat	4,2g
0,5 % (v/v) Tween 20	1,0 ml
mit bidestilliertem Wasser auf	200ml auffüllen
Aufbewahrung bei 4°C im Eiskasten	

Otto-II-Puffer:

0,4 molare $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	28,65g
mit bidestilliertem Wasser auf	200ml auffüllen
Aufbewahrung bei Raumtemperatur	

DAPI-Stammlösung:

DAPI (4',6-Diamidino-2-phenylindol)	10,0mg
mit bidestilliertem Wasser auf	100ml auffüllen

durch einen 0,20 μm Filter filtrieren und bei -20° C in jeweils 1ml-Eprouvetten aufbewahren.

Zunächst wurden ein wenige Millimeter großes Blattstielstück von *Potentilla rigoana* und ein ca. gleich großes Blattstück von *Solanum pseudocapsicum* L. abgeschnitten, mit 500 μl eiskaltem Otto-I-Puffer in eine Petrischale überführt und mit einer sauberen Rasierklinge fein zerhackt. Nach dem Zerhacken wurde die Suspension durch Filter mit einer Maschenweite von 20 μm (Partec CellTrics®) in 3,5ml fassende Sample Tubes (Sarstedt, Deutschland) filtriert. Im Anschluss wurde 1ml des Färbepuffers (Otto-II-Puffer mit 4 $\mu\text{l/ml}$ DAPI) hinzugefügt und für einige Minuten stehen gelassen.

Die Individuen wurden einzeln am Durchflusszytometer vermessen. Ein Poolen mehrerer Exemplare war nicht möglich, da erste Messungen auf eine hohe Plodievariation hinwiesen. Für die

Material und Methoden

Messung wurde der Durchflusszytometer CyFlow® space der Firma PARTEC mit UV-LED als Lichtquelle verwendet (s. Abb. 3, S. 17). Gemessen wurde im linearen Modus. Pro Messung wurden 5000 Partikel (counts) registriert.

Gain	540
Sample Prerun Time	2.00 sec
Stabilize Time	2.00 sec
Clean Time	5.00 sec
Logarithmus	lin
Lower Level	80
Upper Level	999,9
Counts / sec	≤ 20
Skalierung	512
Software Version	FloMax

Tabelle 1: am CyFlow space gewählte Einstellungen



Abbildung 3: CyFlow space der Fa. Partec

3.2.2 Chromosomenpräparation und – zählung

Die Bestimmung der Chromosomenzahl erfolgte an den im Arzneipflanzengarten des Departments für Pharmakognosie der Universität Wien kultivierten Individuen für *P. rigoana* (s. Anhang 1, S. 50; Abb. 4, 5).



Abbildung 4: Arzneipflanzengarten des Departments Pharmakognosie der Universität Wien



Abbildung 5: Arzneipflanzengarten des Departments Pharmakognosie der Universität Wien

Die gesammelten Exemplare der Freiland-Topfkultur wurden in einer Mischung aus 60% Grunderde, 20% Quarzsand, 10% Rindenumus und 10% TKS-1-Erde (= Torfkultursubstrat) kultiviert. Die erste Bewässerung erfolgte mit dem Fungizid Previcur, anschließend wurde durch den Gärtner (Christof Endl) abermals mit Previcur oder mit reinem Leitungswasser bewässert. Die Töpfe sitzen in mit Sand gefüllten Beeten, der vor Austrocknung und Hitze schützt.

Für die Chromosomenpräparation wurden etwa 10 dünne, ca. 1 cm lange, weiße Wurzelspitzen mit gelblich gefärbtem Spitzenmeristem von neun ausgewählten Individuen mit einer spitzen Pinzette abgenommen und in 0,002 molare 8-Hydroxychinolin-Lösung übergeführt. Die Wurzeln wurden den Individuen PTL8273, PTL8213, -8215, PTL8251, -8254 und PTL8292, -8293 entfernt. Falls die Wurzelspitzen zu sehr durch Erde verschmutzt waren, wurden sie vor dem Überführen mit destilliertem Wasser in einer Petrischale gewaschen. 8-Hydroxychinolin wurde vor der Abnahme im Labor in Schnappdeckelgläser übergeführt. Diese wurden mit einem Etikett versehen, auf dem die MBNR, das Datum der Präparation und die Fixierlösung notiert wurden. 8-Hydroxychinolin ist ein Mitosegift, welches die Ausbildung des Spindelapparates blockiert, wodurch die Chromosomen in der Äquatorialebene der Metaphase verbleiben. Für die Dauer von drei Stunden bleiben die abgenommenen Wurzelspitzen bei Raumtemperatur (= RT), eine weitere Stunde bei Kühlschranktemperatur, in der Vorbehandlungslösung. Anschließend wurden die Wurzelspitzen mit destilliertem Wasser vom Mitosegift gereinigt und in Carnoy'sche Lösung übergeführt. Die Carnoy'sche Lösung ist eine Mischung aus drei Teilen Ethanol und einem Teil Eisessig und wird ebenfalls in Schnappdeckelgläser, gemeinsam mit dem Etikett, eingebracht. Nachdem die Wurzelspitzen in die Fixierlösung eingelegt waren, wurde die Fixierung 24h lang bei RT stehen gelassen und danach in einem separaten Aufbewahrungsbehälter in der Gefriertruhe bei etwa -20 °C aufbewahrt. Bei diesen Temperaturen ist eine zeitlich unbegrenzte Lagerung möglich. Für die chromosomale Untersuchung der Wurzelspitzen wurde wie folgt vorgegangen: mit destilliertem Wasser gefüllte Petrischalen wurden mit der MBNR beschriftet, die Aufbewahrungsgläser der

Material und Methoden

Gefriertruhe entnommen und die Wurzelspitzen in die Petrischale transferiert. Nach dem Waschen wurde mit einer Pipette das Wasser aufgesaugt, verworfen und die Wurzeln 30 Minuten lang in 5N HCl bei RT hydrolysiert, um die Zellwände zu mazerieren. Danach wurde nochmals mit Aqua dest. gewaschen. Nun erfolgte die eigentliche Präparation: unter einer Nikon-Stereolupe bei acht- bis 35-facher Vergrößerung wurde eine Wurzelspitze auf einen gereinigten, fettfreien Objektträger transferiert, auf dem sich 1 bis 2 gtt. (guttae = Tropfen) 45%ige Essigsäure befanden. Die Essigsäure ist günstig für das spätere Anfärben der Chromosomen. Mit einer sehr feinen Insektennadel (Größe 000) wurde seitlich in die Spitze hineingestochen und die Wurzelhaube sowie parenchymatische Gewebeteile nach oben abgezogen. Im Anschluss wurde mit einem Skalpell das Apikalmeristem der Wurzel abgeschnitten. Die abgetrennte Spitze sollte maximal 1,5- bis 2-mal so lang wie breit sein. Das abgeschnittene Meristem wurde mit einem weiteren Tropfen 45%iger Essigsäure auf einen zweiten, ebenfalls gereinigten, fettfreien Objektträger aufgebracht. Dann wurde ein sauberes Deckglas mit einer Seite vorsichtig auf dem Objektträger aufgestellt und über der abgetrennten Spitze abgesenkt. Eine Ecke des Filterpapierblocks habe ich auf das Deckglas gelegt und vorsichtig mit der Präpariernadel aufs Deckglas geklopft. Das Klopfen diente dem Zweck, die Zellen aus dem Zellverband zu lösen und sie im Idealfall in einer Zellschicht zu verteilen. Besonderes Augenmerk war hierbei darauf zu legen, dass das Deckglas nicht verrutschte, denn die dabei auftretenden Scherkräfte hätten die Zellen beschädigen können. Überschüssige Essigsäure wurde mittels Filterpapier abgesaugt, indem der Objektträger in den Filterpapierblock gelegt und mit dem Handballen mehrmals darüber gestrichen wurde. Anschließend wurde der Objektträger in eine Petrischale gelegt und diese in einem mit flüssigem Stickstoff gefüllten Dewar-Gefäß schwimmen gelassen. Bei den im Gefäß herrschenden -196°C froren die Zellen am Objektträger an. Nach fünf Minuten wurde der Objektträger dem Dewar-Gefäß entnommen und das Deckglas mit einer Rasierklinge abgesprengt. Das Präparat wurde nun an der Luft getrocknet und mit Giemsa (Carl Roth)-Lösung gefärbt. Diese Lösung diente dem Anfärben der Chromosomen und wurde unmittelbar vor der Verwendung mit destilliertem Wasser 1:10 in einer Epruvette verdünnt. Nach der Verdünnung wurde mittels Pasteurpipette Giemsa-Lösung auf das Präparat geträufelt. Nach fünfminütigem Einwirken wurde Giemsa mit Aqua dest. abgespült und das Präparat mittels Druckluft getrocknet. Anschließend wurde das Zellmaterial in einem Tropfen Euparal (Carl Roth) unter einem frischen Deckglas eingebettet. In dieser Form konnte das Präparat mikroskopiert und dauerhaft aufbewahrt werden. Zur Bestimmung der Chromosomenzahlen wurde das Lichtmikroskop Nikon ECLIPSE E600 (s. Abb. 6, S. 20) benutzt. Das Okular hatte eine zehnfache Vergrößerung, verwendet wurden Objektive mit zehn-, 40-, 60- und 100-facher Vergrößerung. Für die Zählung wurde das Ölimmersionsobjektiv mit 100-facher Vergrößerung verwendet. Pro Individuum wurden etwa fünf eindeutige Pro- oder Metaphasen ausgezählt und zeichnerisch

Material und Methoden

schematisch dokumentiert. Die Koordinaten des Kreuztisches wurden für alle Stadien festgehalten und diese mit einer Nikon-Digitalkamera DS-5M fotografiert.



Abbildung 6: Nikon ECLIPSE E600 und Nikon-Digitalkamera DS-5M

3.3 Morphologie

Die biometrische Erhebung der Morphologie wurde für *P. rigoana* (81 Individuen) und für ihre potentiellen Eltern *P. crantzii* (34 Individuen) und *P. heptaphylla* s.l. (23 Individuen) durchgeführt (s. Tab. 2, S. 25). Insgesamt wurden 111 Habitus-, Blatt-, Blüten-, Stängel- und Fruchtmerkmale erhoben: 61 metrische, 22 ordinale und 28 nominale (s. Tab. 2, S. 25). Metrische Merkmalsausprägungen wurden durch Messen oder Zählen erhoben. Die ordinalen Merkmalsausprägungen waren semiquantitativ, d.h. ihre Quantität wurde geschätzt (z.B. Behaarungsdichten). Die nominalen Merkmalsausprägungen waren qualitativer Natur (z.B. Farbmerkmale, Vorhandensein oder Fehlen von Haaren). Die Merkmale wurden in einen sechsseitigen Erhebungsbogen, der für jedes Individuum angelegt wurde, eingetragen, der das sofortige Festhalten der ermittelten Daten ermöglichte. Die morphometrischen Erhebungen wurden an flachen, getrockneten Pflanzenorganen vorgenommen. Hierfür wurden die *P. rigoana*-Exemplare als Einheit unter das Mikroskop gelegt. An den *P. heptaphylla* s.l. - und *P. crantzii*-Individuen wurden nach Rücksprache mit dem Kustos des NHM Wien einzelne Pflanzenteile vorsichtig abgetrennt. Grundblätter wurden für die Vermessung abgenommen, für einige Minuten in warmem Wasser eingeweicht, auf einen Objektträger aufgebracht und mit Hilfe eines Zeichentubus gezeichnet (s. Anhang, S. 74). Entfernte Pflanzenteile wurden in Papiersäckchen eingebracht und

Material und Methoden

auf dem Herbarbogen des untersuchten Individuums montiert. Die Biometrie erfolgte mittels unterschiedlicher Messmethoden: Lineal, Stereolupe (Nikon SZU) und Lichtmikroskop (Reichert BIOVAR) (s. Abb. 7, 8). Die beiden letzten waren mit Messokularen ausgestattet. Die verwendeten Vergrößerungen waren beim Binokular die 0,75-fache Objektiv-Vergrößerung, beim Lichtmikroskop die 6,3- und die 12,5-fache Objektiv-Vergrößerung. Weiters wurden die Informationen in das Datenverarbeitungsprogramm Microsoft Access® zur dauerhaften Archivierung übertragen. Zu guter Letzt wurde die Extraktion der Differentialmerkmale mittels Diskriminanzanalyse vorgenommen. Die Diskriminanzanalyse dient dem Auffinden von Gruppenunterschieden und wurde nur mit den metrischen Daten durchgeführt.



Abbildung 7: Lichtmikroskop Reichert BIOVAR



Abbildung 8: Binokular Nikon SZU

3.4 Geografische Verbreitung

Zur Erhebung der geografischen Verbreitung von *P. rigoana* und zur Darstellung der geografischen Herkunft des Untersuchungsmaterials wurde Belegmaterial des Herbariums der Universität Rom „La Sapienza“ angefordert. Sowohl diese dokumentierten Funde, als auch jene der im Sommer 2011 aufgesammelten *P. rigoanas* und die *P. crantzii* und *P. heptaphyllas* s.l., wurden in eine Fundortsdatenbank eingetragen. Die geografischen Fundortsangaben wurden im geografischen Kartenformat WGS-84 (World Geodetic System 1984) georeferenziert. Anhand der Koordinaten wurde die geografische Herkunft des Belegmaterials mittels ArcView/ArcGIS kartografisch dargestellt (s. Abb. 9).



Abbildung 9: Geografische Herkunft des Untersuchungsmaterials

ArcView/ArcGIS ist ein Geoinformationsprogramm, mit dessen Hilfe man die bis zu dreidimensionale geografische oder räumliche Lage von Dingen untersucht, bearbeitet und präsentiert. Jedes Taxon erhielt in der Darstellung ein eigenes Symbol, so dass diese optisch sehr gut voneinander zu unterscheiden waren. Ein weiteres Detail war die Höhenverbreitung der *P. rigoana* und ihrer potentiellen Eltern, die mittels Microsoft Excel anschaulich präsentiert wurde

(s. Ergebnisse, S.25).

3.5 Ökologie, Synökologie

Die Ökologie, sowie die Synökologie (bzw. Soziologie) von *P. rigoana* wurde methodisch auf zwei Wegen analysiert: zunächst wurden für die Art mit Hilfe der „Flora indicativa“ die ökologischen Zeigerwerte und biologischen Kennzahlen berechnet. Die „Flora indicativa“ ist eine Zusammenfassung der abiotischen Umweltansprüche der alpinen Pflanzenarten (Landolt 1977). Für die Berechnung wurde für jeden Fundort, an dem eine Population von *P. rigoana* aufgesammelt wurde, eine Liste aller begleitenden Gefäßpflanzen-Arten erstellt und deren ökologische Zeigerwerte Temperatur (T), Licht (L), Feuchtigkeit (F), Humus (H), Nährstoffe (N) und pH-Wert des Bodens (R) in einer Tabellenkalkulation erfasst (Microsoft Excel). Anschließend wurden die Zeigerwerte statistisch gemittelt. Die erhaltenen Werte waren nun die Zeigerwerte für *P. rigoana*, die in der „Flora indicativa“ nicht behandelt wird. Die errechneten Werte wurden schließlich mit den bereits in der „Flora indicativa“ vorhandenen Werten von *P. crantzii* und *P. heptaphylla* s.l. verglichen (s. Tab. 3, S. 35).

Das zweite Verfahren war die Erhebung der Klimadaten für die Fundorte der drei untersuchten Taxa. Hierfür wurde die WorldClim-Datenbank genutzt, die weltweite Klimadaten, die Werte für Niederschlagsmenge, Monatsdurchschnitts-, sowie Temperaturminimum und – maximum, ferner 19 abgeleitete bioklimatische Variablen mit einer Auflösung von 30 Arc-Sekunden in einem Zeitraum von 1950 bis 2000 liefert. Diese Auflösung beschreibt z.B. einen Quadratkilometer (Hijmans et al. 2005). Jede Variable wurde auf einen faktoriellen Wert heruntergebrochen, der die drei untersuchten *Potentilla*-Spezies heranzieht, wobei *P. rigoana* das Vergleichsmaß darstellt. Die bioklimatischen Daten wurden für jede *P. rigoana*-Population und jeden Herbarbeleg erhoben, der bereits morphometrisch vermessen wurde (s. Anhang 1, S. 50). Außerdem wurden diese bioklimatischen Variablen für 16 (*P. heptaphylla* s.l.), 22 (*P. crantzii*) und 33 (*P. rigoana*) georeferenzierte Herbarbelege ermittelt, bzw. aus verschiedenen Herbarien gewonnen (s. Anhang 1, S. 50). Die Herbarbelege wurden durch Dr. Christoph Dobeš revidiert. Die Höhenverbreitung aller drei Taxa in den Sammelgebieten wurde als Histogramm dargestellt (s. Ergebnisse, S. 33).

3.6 AFLP-Analyse

Amplified Fragment Length Polymorphism ist eine Methode, die die Erstellung genetischer Fingerprints mit den DNA-Vervielfältigungsmechanismen der Polymerase Chain Reaction verknüpft. Es werden hierdurch eine Vielzahl von DNA-Polymorphismen simultan erhoben, die sich in einem phylogenetischen Netzwerk grafisch darstellen lassen (s. Ergebnisse, S. 34). Juraj Paule von der Universität Frankfurt hatte mir diese Arbeit abgenommen. Er genotypisierte pro untersuchter Population vier bis fünf Individuen: die Anzahl der Populationen umfasste acht von *P. crantzii*, vier von *P. heptaphylla* s.l., drei von *P. rigoana* und eine von *P. neumanni*. Die DNA wurde zu Beginn aus mit Silikagel getrockneten Blättern einzelner Individuen isoliert, wobei das Standard-Verfahren nach Doyle & Doyle (1987) verwendet wurde. Einige kleinere Modifikationen, wie das Benutzen eines PeqLab Precellys 24 Homogenisierers, in dem 5 bis 15 mg Blattgewebe in 2 ml-Röhrchen zerkleinert wurde oder das Hinzufügen von 2 U Ribonuklease pro Extraktion zum Isolationspuffer oder auch das zwei-malige Waschen der DNA-Pellets mit 70%-igem EtOH, wurden praktiziert (Dobeš and Paule 2010). Die Analyse der AFLP erfolgte durch Verwendung des Protokolls von Vos et al. (1995) mit wenigen Veränderungen, die in Paule et al. (2011) nachzulesen sind. Drei unterschiedliche fluoreszenzmarkierte PCR-Produkte derselben Probe wurden vervielfältigt, und die Fragmente wurden auf einem MegaBase 500 DNA-Kapillar-Sequenzierer mit einem ET-ROX 550 Größenstandard getrennt (Amersham Biosciences, USA). In jedem Durchlauf wurden 48 Proben untersucht. Jede Probe beinhaltete einen Standard, der pro Durchlauf angewendet wurde. Des Weiteren gab es eine Wiederholung innerhalb der Durchführungen, sowie einige andere Wiederholungen, die 5% umfassten. Die Rohdaten wurden bildlich dargestellt und durch GeneMarker v1.95 (SoftGenetics, USA) markiert. Schließlich und endlich wurden die Daten in einer *presence/absence*-Matrix veranschaulicht. Zur Visualisierung der phylogenetischen Verwandtschaftsbeziehungen in den Genotypen, wurde eine Neighbor-Net-Analyse (Huson and Bryant 2006) realisiert, die auf unkorrekten *p*-Distanzen basiert. Mit dem Zweck, die genetischen Strukturen in den AFLP-Daten zu detektieren, wurde das Programm Structure v2.3.3 (Pritchard et al. 2000) appliziert. Wie bereits in Falush et al. (2007) festgehalten, wurde ein Modell der genetischen Durchmischung mit den Häufigkeiten der korrelierten Allele herangezogen. Die Daten wurden mit einem K-Wert von 1 bis 6 getestet. Für jeden K-Wert wurden zehn Durchläufe exerziert, sowie in der Anfangsperiode mit 2×10^4 und 10×10^4 -Wiederholungen. Die Struktur-Ausgabedateien wurden mit dem Structure Harvester v0.6.92 (Earl et al. 2012) an Hand des Evanno's Delta K-Wertes (Evanno et al. 2005) ermittelt, was die Absicht verfolgt, den höchstwahrscheinlichen Wert von ΔK zu eruieren.

4 Ergebnisse

4.1 Morphologie

Von den 111 erhobenen morphometrischen Merkmalen wurden 72 aufgrund von Merkmalskonstanz oder der Ausprägung in nur wenigen Individuen verworfen. Von den 39 verbliebenen Variablen (s. Anhang 2, S. 58) waren zwei ordinal, zehn nominal und 27 metrisch. Die Merkmalsausprägungen variierten innerhalb der Taxa mit Ausnahme von fünf nominalen Variablen, die zumindest innerhalb eines Taxons konstant waren (s. Anhang 2, S. 58). Die 39 Variablen kennzeichneten den Habitus, die Grundblätter, die Blütenstiele, sowie die Blüten und Früchte.

Die metrischen Variablen wurden alle in die Diskriminanzanalyse einbezogen, da der höchste Pearson'sche Korrelationskoeffizient r im paarweisen Vergleich der Variablen max. 0,89 betrug und damit alle Korrelationen unterhalb des maximal zulässigen Wertes von 0,95 lagen. Die Diskriminanzanalyse trennte die Arten gemäß der *a priori* Zuordnung in separate Gruppen auf. Die Ergebnisse lassen sich als zwei-dimensionales Streudiagramm darstellen: die x-Achse oder 1. Kanonische Achse trennt *Potentilla crantzii* von *Potentilla rigoana*, während die y-Achse oder 2. Kanonische Achse die beiden Erstgenannten von *Potentilla heptaphylla* s.l. trennen (s. Abb. 10, S. 27). Diese Analyse ermöglicht des Weiteren, jene Merkmale herauszufinden, die für die Gruppenunterschiede maßgeblich verantwortlich sind (s. Tab. 2). Dies erlaubt, die Daten auf die wichtigsten Merkmale einzuschränken. Als Kriterium wurden maximale Korrelationen der Kanonischen Achsen mit den Originalvariablen herangezogen. In Tabelle 2 sind die Mittelwerte, die Standardabweichung sowie die 5% / 95% Konfidenzintervalle der extrahierten Diskriminanzmerkmale dargestellt.

	<i>Potentilla rigoana</i>	<i>Potentilla heptaphylla</i> s.l.	<i>Potentilla crantzii</i>
Länge der Zentralachse des Blütenstandes [cm]	59.5 ± 23.7 (28.0/108.0)	94.5 ± 35.0 (46.0/157.0)	116.4 ± 49.0 (38.0/211.0)
Gesamtlänge des Blütenstandes [cm]	66.4 ± 27.7 (33.0/110.0)	104.1 ± 36.0 (49.0/163.0)	126.9 ± 53.6 (40.0/230.0)
Entfernung zwischen der Basis und der niedrigsten Blüte des Blütenstandes [cm]	30.8 ± 15.0 (10.0/57.0)	56.6 ± 23.9 (18.0/96.0)	80.8 ± 41.5 (25.0/158.0)
Anzahl der Blättchen des Grundblattes	7.1 ± 1.1 (5.0/9.0)	6.4 ± 1.7 (5.0/11.0)	5.2 ± 0.7 (5.0/7.0)
Breite des Hauptblättchens des Grundblattes [mm]	6.0 ± 1.6 (3.9/8.6)	6.3 ± 2.0 (3.9/8.8)	9.3 ± 2.7 (6.1/14.7)

Ergebnisse

Maximallänge der Deckhaare des Grundblattblattstiels [mm]	1.8 ± 0.5 (1.1/2.5)	1.3 ± 0.4 (.77/2.1)	1.1 ± 0.4 (0.7/2.1)
Breite der Kronblätter [mm]	5.1 ± 0.8 (3.8/6.2)	4.2 ± 1.2 (1.9/5.7)	6.7 ± 1.6 (3.9/9.7)
Länge der Kronblätter [mm]	5.4 ± 1.0 (3.9/6.9)	4.7 ± 1.1 (3.2/6.8)	6.9 ± 1.5 (4.7/9.3)
Länge der Außenkelchblätter [mm]	2.5 ± 0.6 (1.6/3.5)	2.6 ± 0.5 (2.0/3.5)	3.7 ± 0.9 (2.3/5.3)
Länge der Kelchblätter [mm]	3.8 ± 0.6 (2.8/4.7)	3.5 ± 0.6 (2.7/4.5)	4.8 ± 1.0 (3.7/6.8)
Breite des Hauptblättchens der Stängelblätter [mm]	2.3 ± 0.8 (1.9/2.6)	2.3 ± 0.4 (2.1/2.6)	4.4 ± 1.3 (3.8/5.0)
Länge der Nebenblätter [mm]	4.1 ± 1.5 (2.3/7.0)	7.4 ± 3.1 (3.8/11.5)	7.5 ± 2.6 (3.9/12.8)
Länge des Hauptblättchens der Stängelblätter [mm]	4.7 ± 1.5 (4.1/5.2)	6.8 ± 1.7 (5.7/7.8)	7.3 ± 2.4 (6.2/8.5)
Anzahl der Zähne des Hauptblättchens der Stängelblätter	3.5 ± 1.6 (2.9/4.1)	5.5 ± 2.8 (3.9/7.2)	5.3 ± 2.0 (4.4/6.2)
Anzahl der Zähne des Hauptblättchens der Grundblätter	5.8 ± 1.8 (4.0/9.0)	8.1 ± 2.2 (5.0/12.0)	6.8 ± 2.2 (4.0/12.0)
Anzahl der Blüten pro Blütenstand	3.0 ± 1.3 (2.0/6.0)	5.0 ± 3.1 (2.0/11.0)	4.0 ± 2.1 (1.0/8.0)

Tabelle 2

Die Konfidenzintervalle beschreiben die Grenzen, unterhalb derer die Merkmalsausprägungen einer Art und Variable mit 5%, bzw. mit 95% Wahrscheinlichkeit liegen. Am Beispiel der Länge des Blütenstandes von *P. rigoana* gesprochen: mit 5%-iger Wahrscheinlichkeit hat dieser eine Länge von maximal 33,0mm, mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit eine Länge von maximal 110,0mm. Es wird also hiermit der wahrscheinliche Variationsbereich beschrieben.

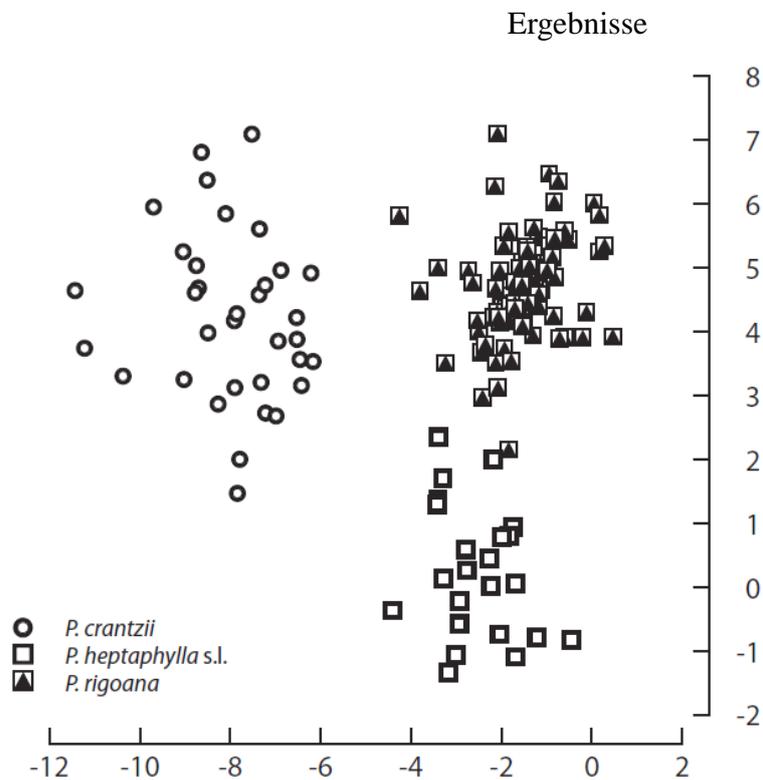


Abbildung 10: Diskriminanzanalyse für *P. rigoana*, *P. heptaphylla* s.l. und *P. crantzii*

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass 18 metrische Variablen am meisten zur Abgrenzung von *P. rigoana* von ihren beiden potentiellen Eltern, aber auch der beiden Eltern untereinander beitragen, wobei die ersten 13 Merkmale *P. rigoana* von *P. crantzii* trennen, und die letzten fünf trennen *P. heptaphylla* s.l. von den beiden anderen Arten.

Eine andere Möglichkeit, um die merkmalsmäßige Trennung der drei Arten voneinander darzustellen, sind Histogramme. Hierfür habe ich ausgewählte metrische Merkmale herangezogen. Die Präsentation der Deckhaarlänge des Blattstiels (s. Abb. 11, S. 28) verdeutlicht, dass *P. rigoana* zum Einen die längsten Deckhaare, zum Anderen die Art ist, die am meisten Deckhaare hat. Eine eindeutige Trennung der Arten ist über die einzelnen metrischen Variablen nicht möglich. Sie trennen sich jedoch in ihrer Kombination. Anders verhält es sich bei den ordinalen und nominalen Merkmalen. Hier ist die Abgrenzung unter den drei Taxa prägnanter: ich habe mir unter Anderem die Merkmale „Wuchsform der vegetativen Triebe“ und die „Winkelposition der Deckhaare des Grundblattstiels“ angesehen. Die Triebe sind aufrecht und gestaucht in allen Individuen von *P. heptaphylla* s.l., aber verlängert und wurzelnd in 98,4% und 100% der Exemplare von *P. rigoana* und *P. crantzii*. Die Winkelposition der Deckhaare des Grundblattstiels übersteigt nicht 30° in 86,4% der *P. rigoana*-Pflanzen, aber variiert entschieden zwischen 30° bis 90° in den beiden anderen Arten. Während die Deckhaare auf jedem Individuum der drei Arten vorkommen, sind Drüsenhaare nur ausnahmsweise vorhanden. Lediglich bei sechs von insgesamt 80 *P. rigoana*-Pflanzen habe ich

Ergebnisse

Drüsenhaare auf den Blattstielen, den Kelch- und Außenkelchblättern und den Blütenstielen beobachtet. Ebenso viele Exemplare habe ich für 23 *P. heptaphylla* s.l. gefunden, jedoch keines für *P. crantzii*. Die Drüsenhaare können daher keinen nützlichen Beitrag zur Unterscheidung der drei Arten leisten.

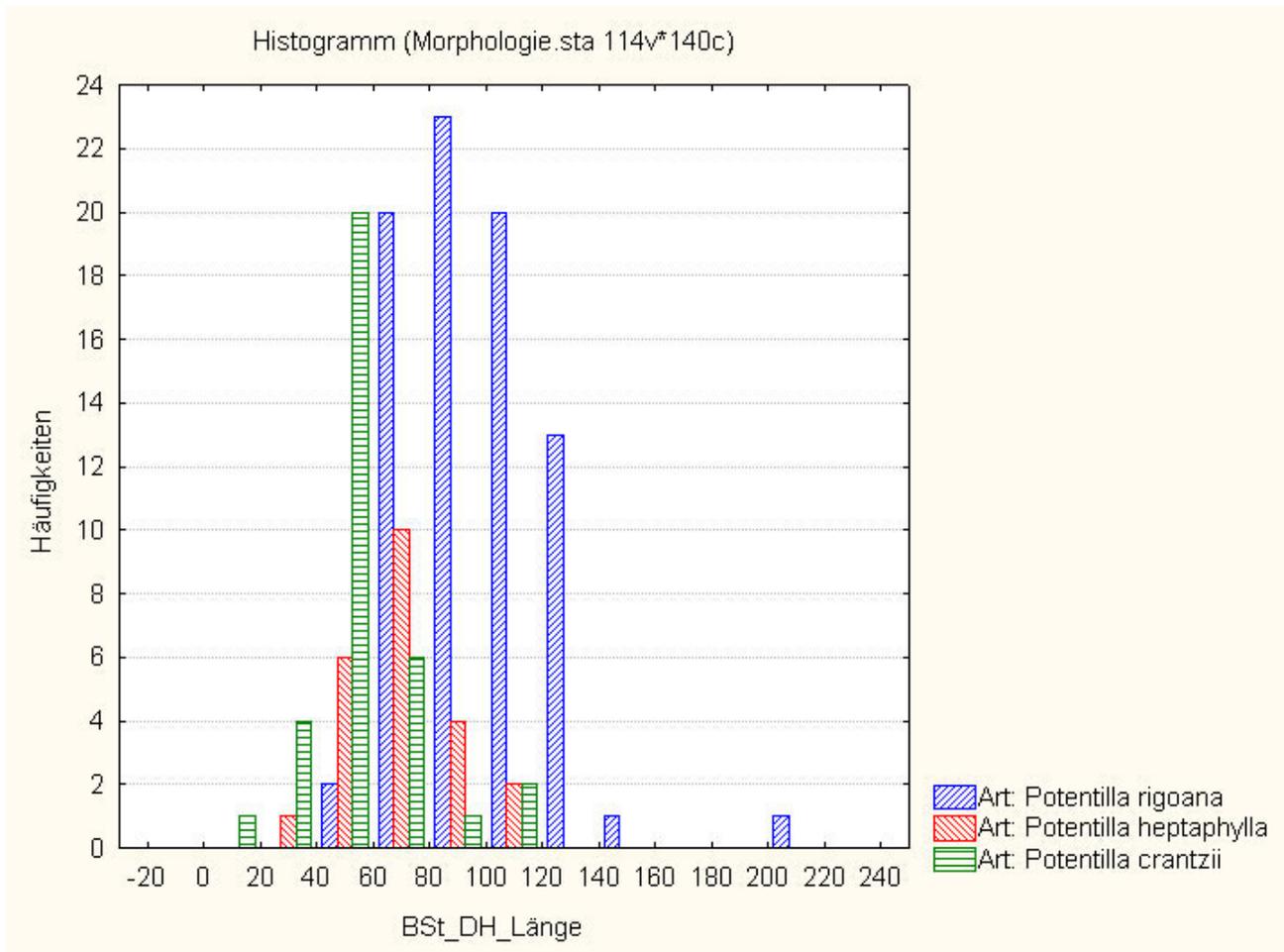


Abbildung 11: Histogramm der Deckhaarlängen des Blattstiels

Ergebnisse

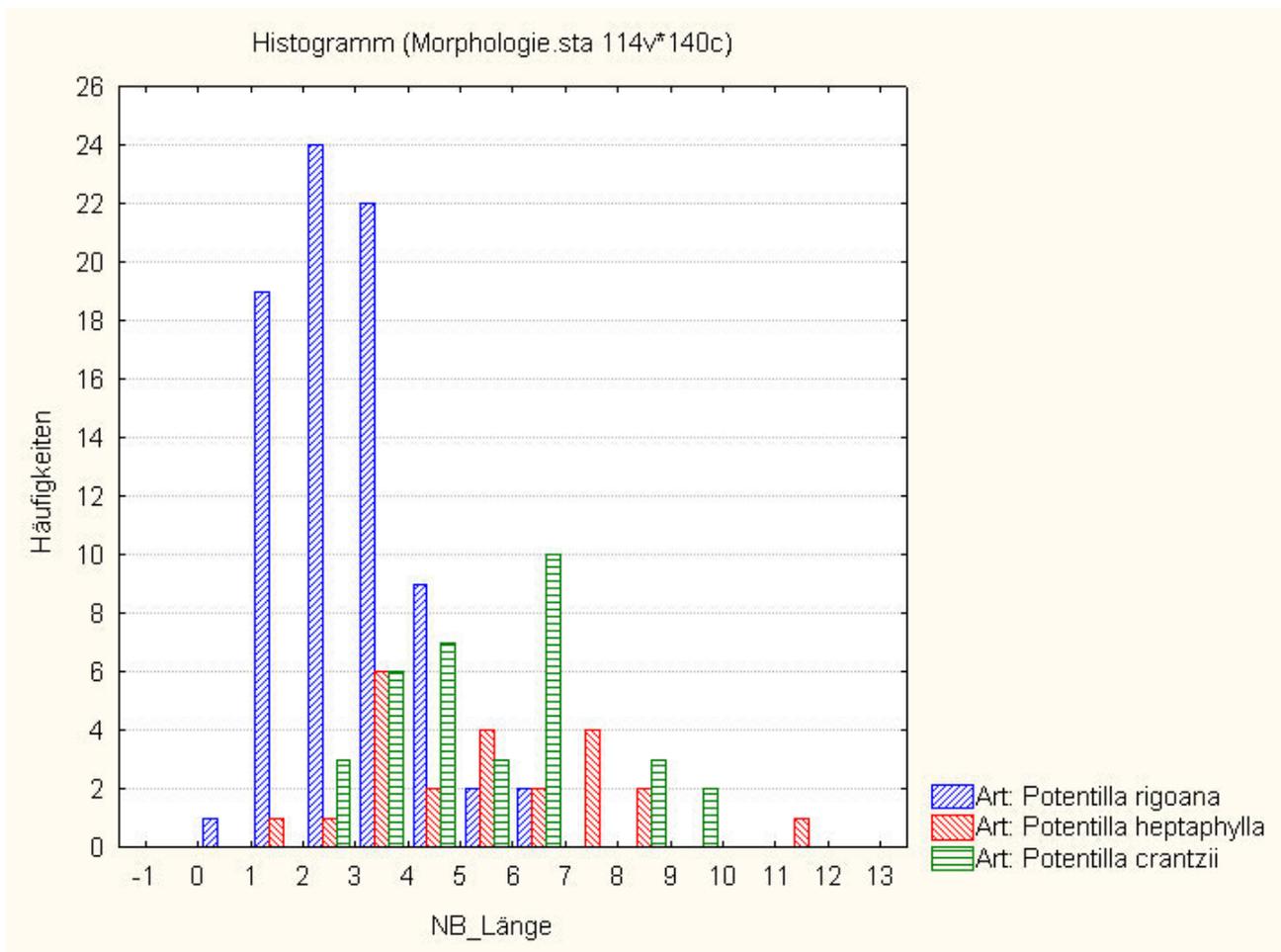


Abbildung 12: Histogramm der Nebenblattlängen

Im Beispiel oben ist das Merkmal Nebenblattlängen dargestellt, für das die Häufigkeit der Merkmalsausprägungen in Größenklassen getrennt nach den Arten aufgetragen wurde. *Potentilla rigoana* hat die größte Anzahl an Exemplaren mit den kürzesten Nebenblattlängen. *Potentilla crantzii* ist im Vergleich mit unserem Taxon mit deutlich längeren Nebenblättern ausgestattet. *Potentilla heptaphylla* s.l. ist zwar auch mit längeren Nebenblättern versehen, diese kommen aber in deutlich geringerer Häufigkeit als bei *P. crantzii* vor. Eine visuelle Differenz erkennt man an mit dem Zeichentubus angefertigten Grundblättchenformen, von denen ich im Anhang zu jeder der drei untersuchten Arten Beispiele angeführt habe (s. Anhang, S. 74).

4.2 DNA-Ploidieniveaus und Zytotypenverteilung

Die Gesamtanzahl aller mit Hilfe des Durchflusszytometers vermessenen Individuen des Taxons *Potentilla rigoana* betrug 142 aus 16 Populationen (Anhang 4, S. 70). Die aus der FCM gewonnenen Proben-Standard-Verhältnisse sind in Abbildung 13 dargestellt.

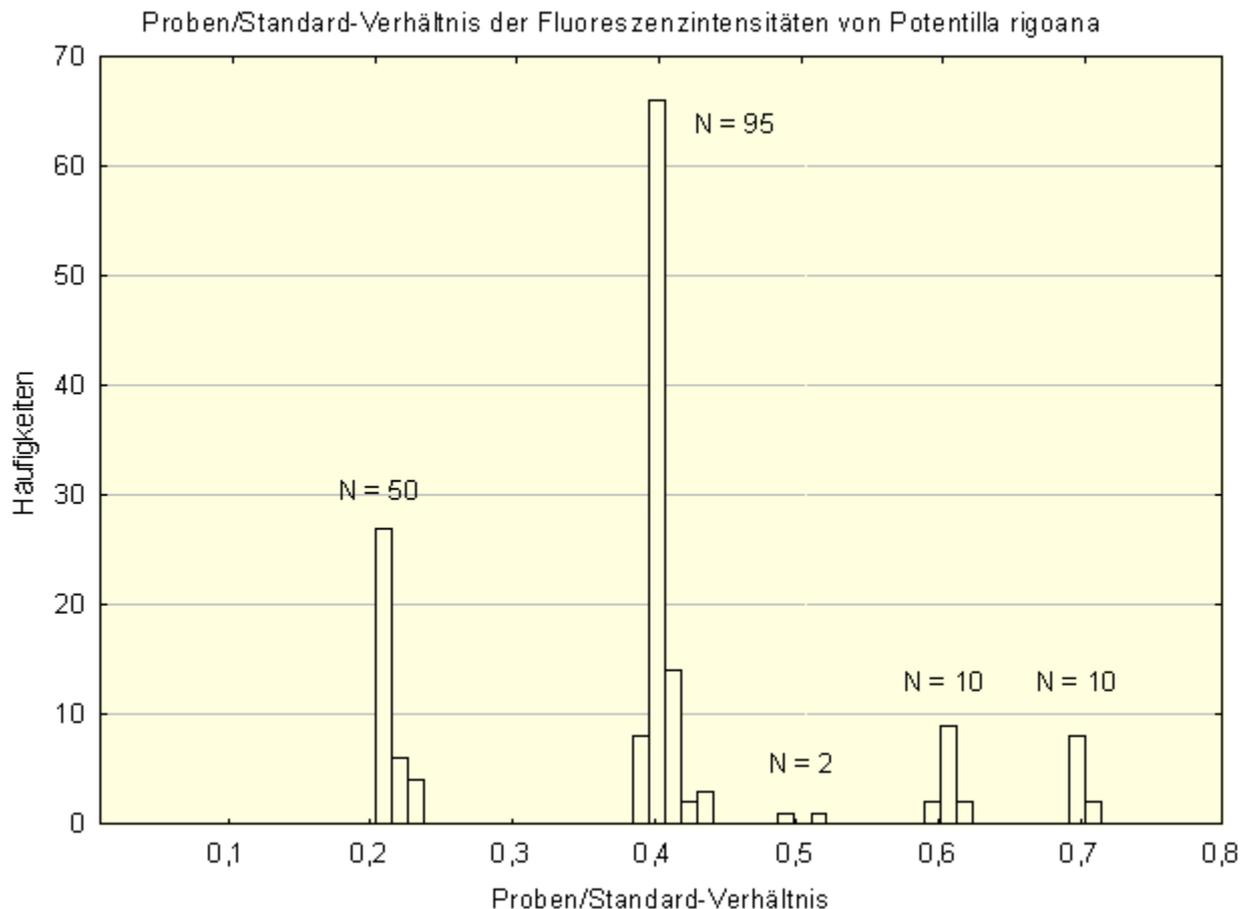


Abbildung 13: Histogramm der Proben/Standard-Verhältnisse der Fluoreszenzintensitäten von *P. rigoana*

Die Proben/Standard-Verhältnisse wurden gemäß der Häufigkeit ihrer Beobachtung aufgetragen. Es lassen sich fünf Proben/Standard-Verhältnisse mit den Mittelwerten 0,213, 0,405, 0,509, 0,607 und 0,700 unterscheiden. Die Proben/Standard-Verhältnisse sind in Ploidieniveaus umrechenbar. Dies geschieht mit einer Regression, die das Verhältnis von Chromosomenzahl zum Proben/Standard-Verhältnis ausdrückt. Die Regressionsgerade habe ich durch die lichtmikroskopische Bestimmung der Chromosomenzahlen von neun Individuen bestimmt, die ich anschließend durchflusszytometrisch erfasst habe. Diese korrespondierenden Werte werden gegeneinander aufgetragen, so dass sich die in Abbildung 14 gezeigte Regressionskurve und Regressionsformel ergibt. Über die Regressionsformel wurde die DNA-Ploidie für alle durchflusszytometrisch

Ergebnisse

untersuchten Individuen berechnet. Die Klassen korrespondierten mit den DNA-Ploidieniveaus diploid (37 Individuen), tetraploid (91 Individuen), pentaploid (2 Individuen), hexaploid (11 Individuen) und heptaploid (10 Individuen).

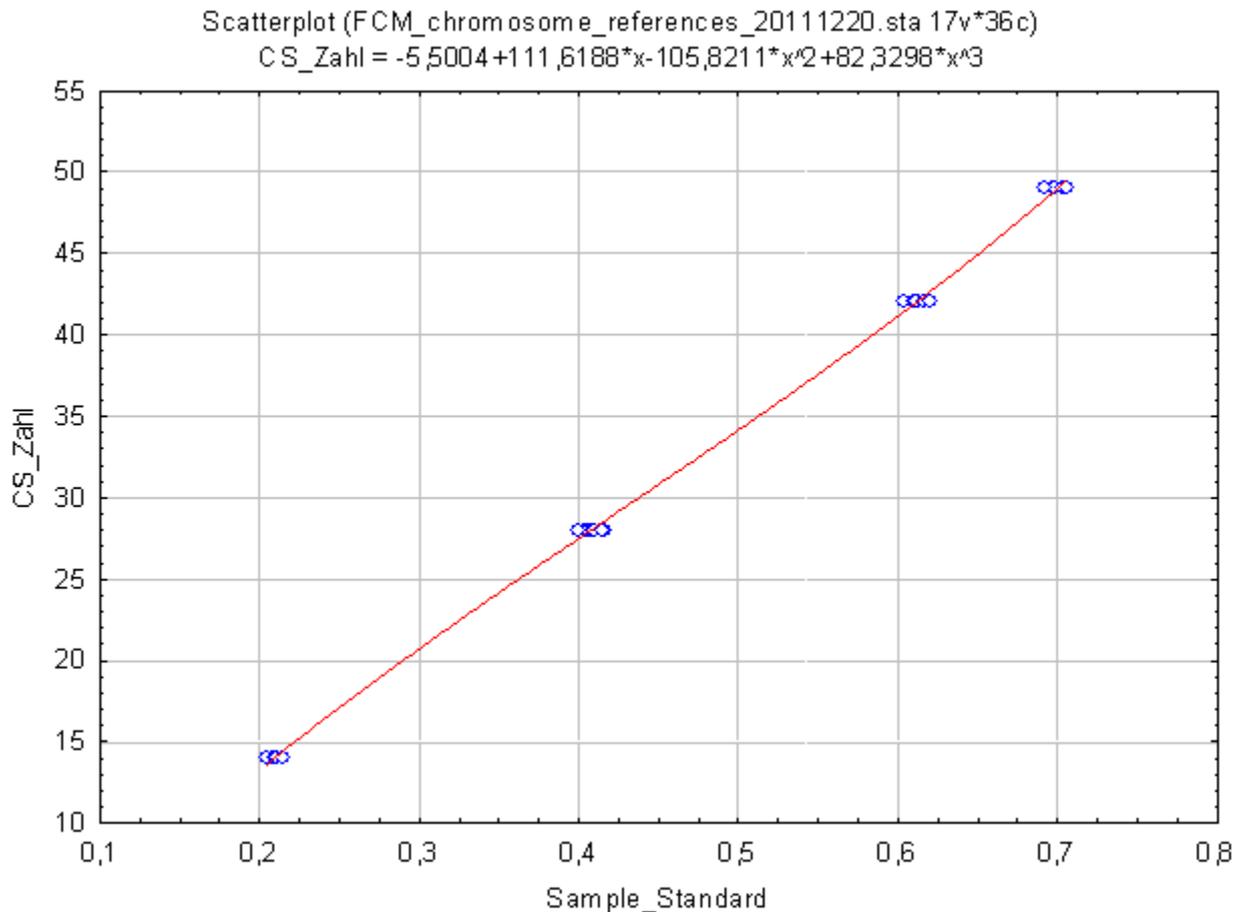


Abbildung 14: Regression der Proben/Standard-Verhältnisse gegen die Chromosomenzahlen (polynome Regression)

Für die Regression wurden die folgenden Individuen verwendet (Chromosomenzahl, Ploidieniveau, MBNR und – soweit nicht von mir erhobene Quellen):

$2n = 14 = 2x$ PTL4349, -4681 (Dobeš et al. 2012, Dobeš et al. 2013), -8273,

$2n = 28 = 4x$ PTL8213, -8215,

$2n = 42 = 6x$ PTL8251, -8254,

$2n = 49 = 7x$ PTL8292, -8293

Vier Populationen waren zytologisch heterogen: dazu gehörten die Populationen 339 und 348 (je ein hexaploides Individuum innerhalb einer tetraploiden Population), 342 (ein pentaploides Individuum in einer hexaploiden Population) und 356 (ein pentaploides Individuum in einer

Ergebnisse

tetraploiden Population), die anderen Populationen waren entweder einheitlich diploid (fünf Populationen), tetraploid (sieben Populationen) oder heptaploid (eine Population). Nachfolgende Grafik zeigt die Ergebnisse in kartografischer Form:

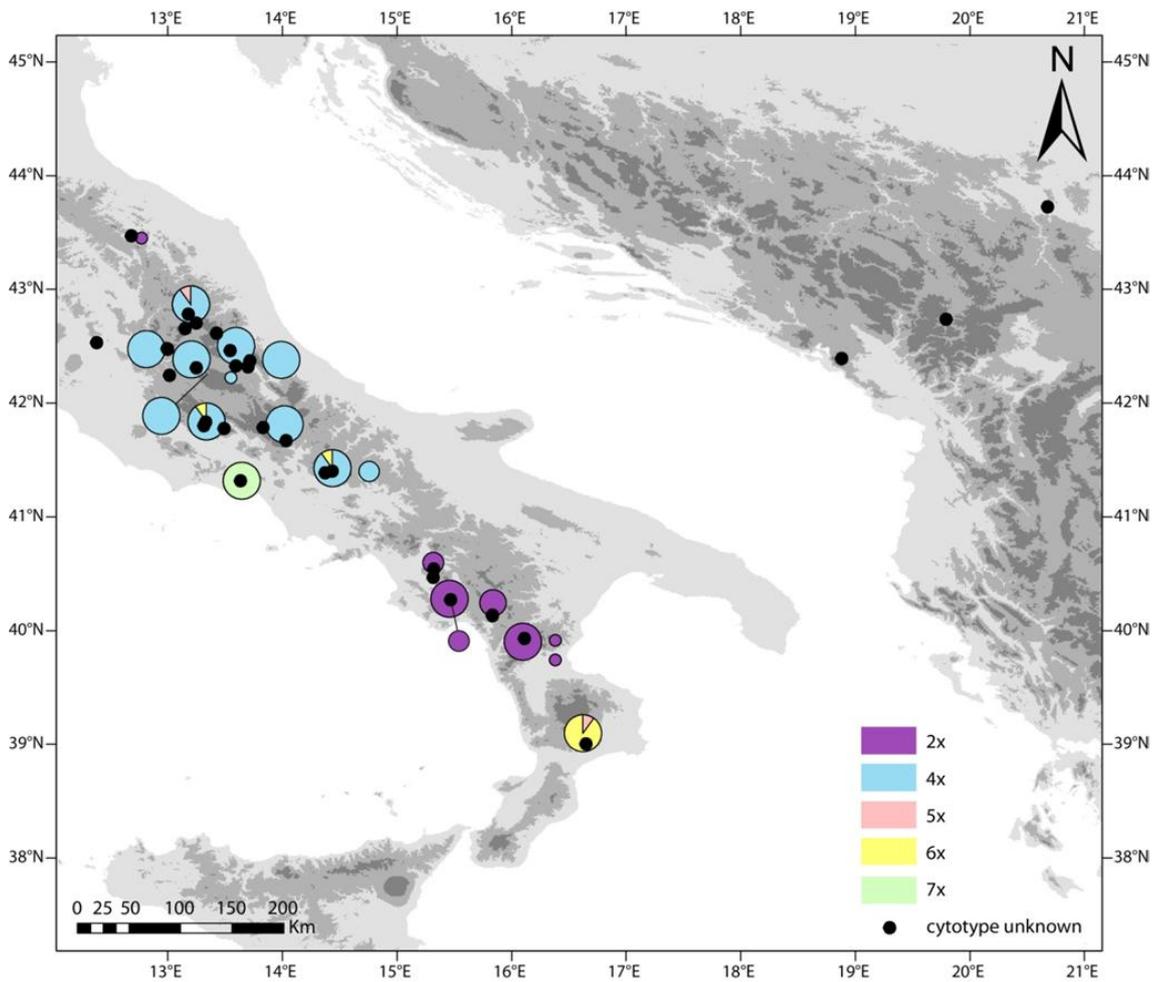


Abbildung 15: Geografische Verbreitung von fünf Zytotypen unterschiedlicher Ploidie in *P. rigoana* im mittleren und südlichen Apennin

Für *Potentilla rigoana* liegt somit eine auffallende Differenzierung nach Ploidieniveaus vor, die auch geografisch deutlich strukturiert ist. Die tetra- und heptaploiden sind auf Gebiete nördlich des 41°N Breitengrades begrenzt. Die diploiden Individuen sind im südlichen Apennin konzentriert.

4.3 Geografische Verbreitung

Basierend auf den Herbarbelegen von *P. rigoana* der Universität Rom „La Sapienza“ und den im Freiland aufgesammelten Individuen habe ich die Art für 54 Fundorte im zentralen und südlichen Apennin nachweisen können (s. Abb. 15, S. 32). Nach der Auswertung der durch uns erstellten Fundortsdatenbank erstreckt sich das Verbreitungsgebiet zwischen 39°N bis 43,47°N und 12,70°E bis 13,64°E. Sowohl *P. heptaphylla* s.l. als auch *P. crantzii* sind hingegen Arten, die eine weite europäische Verbreitung zeigen. Die Höhenverbreitung von *P. rigoana* beginnt bei ca. 900 Metern über dem Meeresspiegel und endet bei ca. 2300 m s.m. Diese Art, sowie *P. crantzii* kommen in Mittel- und Südeuropa schwerpunktmäßig in höheren Lagen vor. Das Vorkommen von *P. crantzii* in tieferen Lagen beschränkt sich auf Nordeuropa (skandinavischer Raum). *Potentilla heptaphylla* s.l. erwies sich hingegen als eine Art der tieferen Lagen (zwischen 230 m bis 1190 m s.m., s. Abb. 16). Die Exemplare vom Balkan, die ich als *P. rigoana* identifiziert habe, wachsen in Höhen von 450 m bis 1700 m s.m. (s. Anhang 1, S. 50).

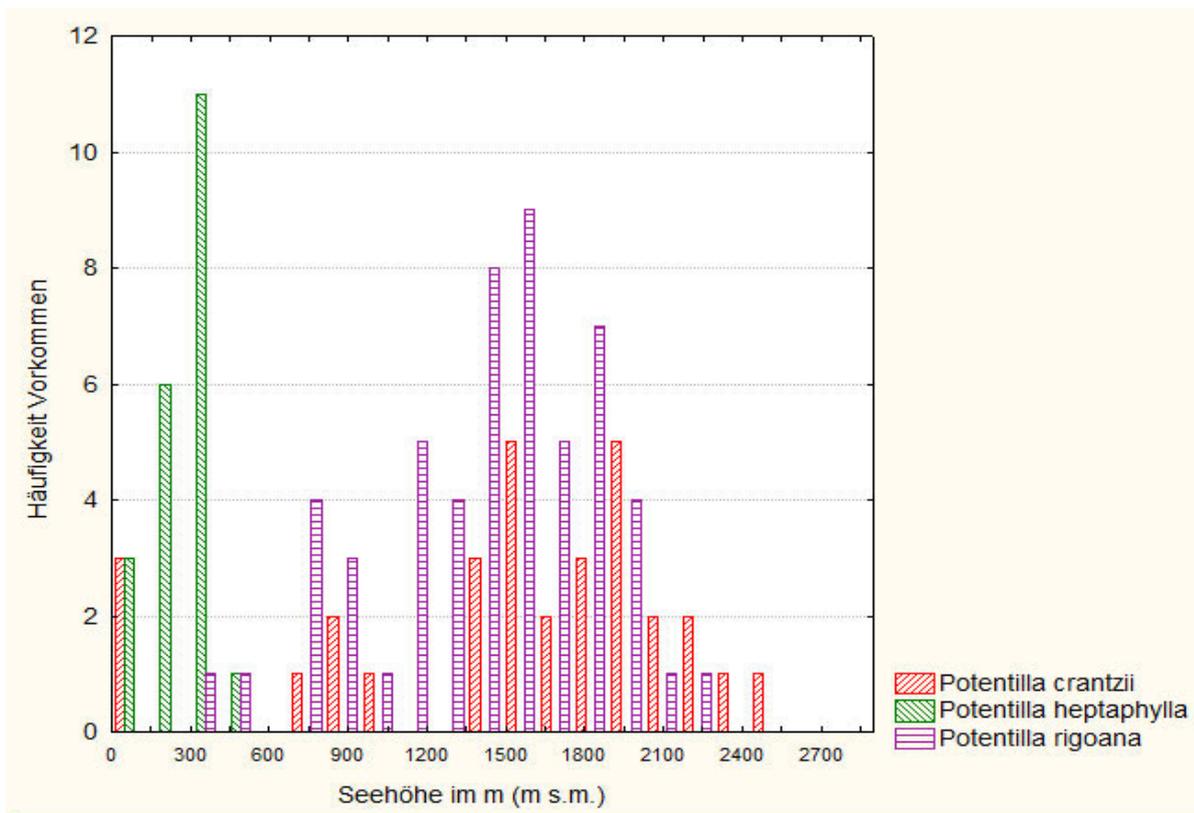


Abbildung 16: Darstellung der Höhenverbreitung der drei untersuchten Taxa

4.4 AFLP Differenzierung (extern durchgeführt)

Die drei Primer-Paare erbrachten 199 DNA-Fragmente mit einer Länge von 63 bis 528 bp. 97% davon zeigten Polymorphismus innerhalb des Datensatzes. Die Reproduzierbarkeit der Daten war 97,5% bis 99,5% (arithmetisches Mittel = 98,3%). Mit Hilfe des „Neighbor-Net“-Algorithmus wurde ein phylogenetisches Netzwerk konstruiert, das drei Gruppen von AFLP-Phänotypen trennt (s. Abb. 17).

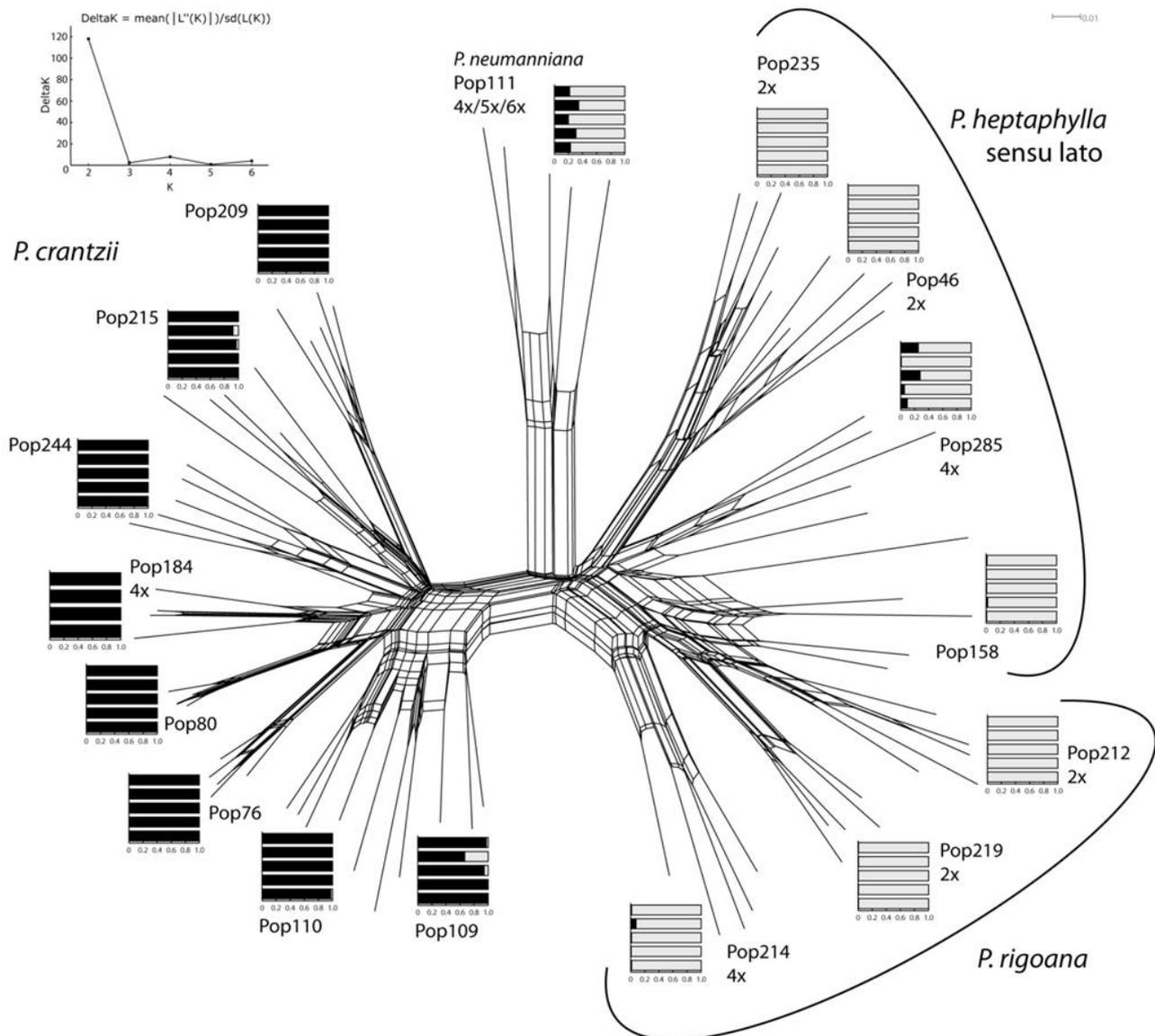


Abbildung 17: AFLP-Phänotypen-basierendes Neighbor-Net für *Potentilla crantzii*, *P. neumanniana*, *P. heptaphylla* s.l. und *P. rigoana*. Die Balken zeigen die genetische Zusammensetzung der Individuen gemäß STRUCTURE-Analyse (grau *Potentilla heptaphylla* s.l.-*P. rigoana*-Cluster, schwarz *P. crantzii*-Cluster)

Ergebnisse

Die STRUCTURE-Analyse teilte die Phänotypen zwei genetischen Clustern zu (höchster ΔK -Wert für $K = 2$), welcher *P. crantzii* bzw. *P. heptaphylla* s.l. plus *P. rigoana* entspricht. Die Populationen von *P. heptaphylla* s.l. (Pop 285) und *P. neumanniana* (Pop 111) weisen genetische Anteile von *P. crantzii* auf, aber auch *P. crantzii* (Pop 109) besitzt Anteile des anderen Clusters. Die übrigen Individuen und Populationen zeigen entweder keine oder nur marginale genetische Beimengung.

4.5 Ökologie

Die Ergebnisse der soziologischen Analysen sind im Anhang 3 (s. S. 60) dargestellt. Insgesamt habe ich in 15 Populationen die Begleitvegetation erhoben. Basierend auf der Klassifizierung der Flora Indicativa von Landolt (1977) habe ich die Zeigerwerte für 18 bis 37 Pflanzenarten pro Population erhoben. Tabelle 3 zeigt die Zeigerwerte **T**emperatur, **K**ontinentalität, **L**icht, **F**euchtigkeit, **W**euchtigkeitsschwankungen, **R** Bodenreaktion, **N**ährstoffe, **H**umus, **D** Belüftung nach Populationen (errechnet aus den Mittelwerten der Begleitarten). Die Mittelwerte über die Populationen, die fett gedruckt sind, habe ich als Charakterisierung der ökologischen Ansprüche von *P. rigoana* herangezogen. Herausgestellt sind in Tabelle 3 jene Werte, für die ich bedeutsame Unterschiede eruiert habe. Die auffälligsten Differenzen bestehen zwischen den drei Arten hinsichtlich der Zeigerwerte Temperatur, Licht und Feuchtigkeit. Am Beispiel der Temperatur gezeigt, hat *P. rigoana* einen Gesamtmittelwert von 3,3 (= montan). Dieser Wert ist bei *P. crantzii* deutlich niedriger (1,5 = unteralpin, suprasubalpin, ober-subalpin), während er bei *P. heptaphylla* s.l. höher ist (4,5 = warm-collin).

Population	<i>N</i> _{Arten}	T	K	L	F	W	R	N	H	D
Pop339 Monte Gallinola	19	2.9	3.4	3.9	2.5	1.3	3.5	2.4	3.1	2.7
Pop340 Sella di Perrone	20	3.2	3.5	3.9	2.3	1.4	3.3	2.5	3.1	3.1
Pop342 Valle di Capitano	19	3.3	3.1	3.6	2.5	1.7	2.9	2.5	3.3	2.5
Pop343 Gasperi	34	3.8	3.2	3.6	2.4	1.5	3.2	3	2.9	2.6
Pop344 Monte Sirino	28	3.1	3.3	3.5	2.4	1.5	3.3	2.7	3.1	2.8
Pop346 Monte Cervati	23	3	3.6	4.1	2.1	1.4	3.8	2.3	2.6	3.5
Pop347 Vetta Panormo	18	3.4	3.5	3.9	2.1	1.4	3.3	2.2	3	3
Pop348 Monti Ernici	22	3.1	3.6	4.1	2.3	1.4	3.5	2.5	2.7	3.3
Pop350 Monti Aurunci	29	3.7	3.6	3.9	1.9	1.6	3.9	2.2	2.8	3.4
Pop351 Monte Greco	22	2.9	3.5	4	2.1	1.5	3.6	2.2	2.7	3.4
Pop352 Castel del Monte	37	3.6	3.6	3.9	2	1.5	3.5	2.5	2.7	3.3
Pop353 Cima Alta	36	3.3	3.5	4	2.2	1.7	3.6	2.5	2.7	2.9
Pop356 Monti Sibillini	35	3.6	3.5	3.9	2.1	1.7	3.4	2.4	3	2.9
Pop357 Terminillo	25	2.8	3.5	4	2.3	1.6	3.7	2.4	2.8	3.2
Pop359 Monte Calvo	33	3.5	3.8	4.1	1.7	1.4	4	2.1	2.5	3.7

	Ergebnisse								
<i>Potentilla rigoana</i>	3.3	3.5	3.9	2.2	1.5	3.5	2.4	2.9	3.1
<i>Potentilla crantzii</i>	1.5	4.0	4.0	2.5	2.0	4.0	2.0	3.0	3.0
Δ rigoana-crantzii	1.8	-0.5	-0.1	-0.3	-0.5	-0.5	0.4	-0.1	0.1
Δ rigoana-heptaphylla s.l.	-1.2	-0.5	0.9	0.7	0.5	-0.5	0.4	-0.1	0.1
<i>Potentilla heptaphylla</i> s.l.	4.5	4.0	3.0	1.5	1.0	4.0	2.0	3.0	3.0

Tabelle 3

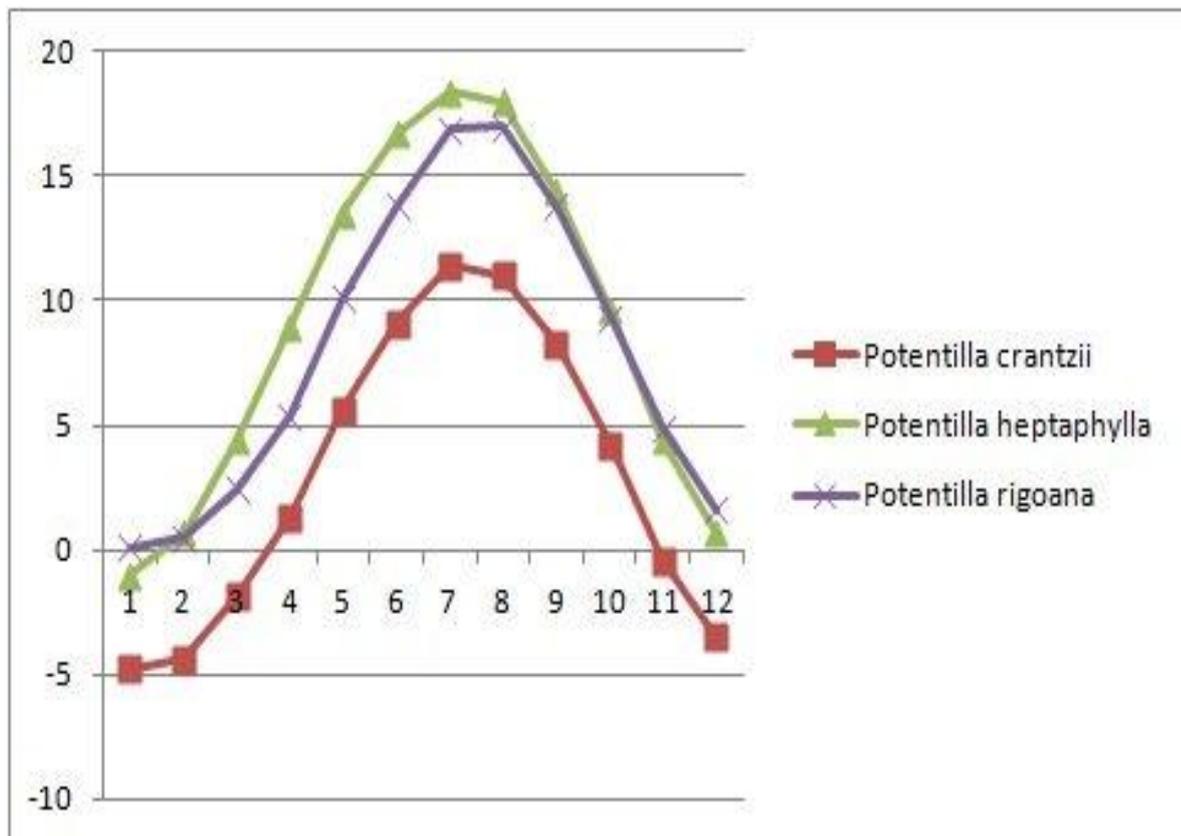


Abbildung 18: Darstellung der Monatsmitteltemperaturen der Fundorte gemäß der WorldClim-Datenbank

Ergebnisse

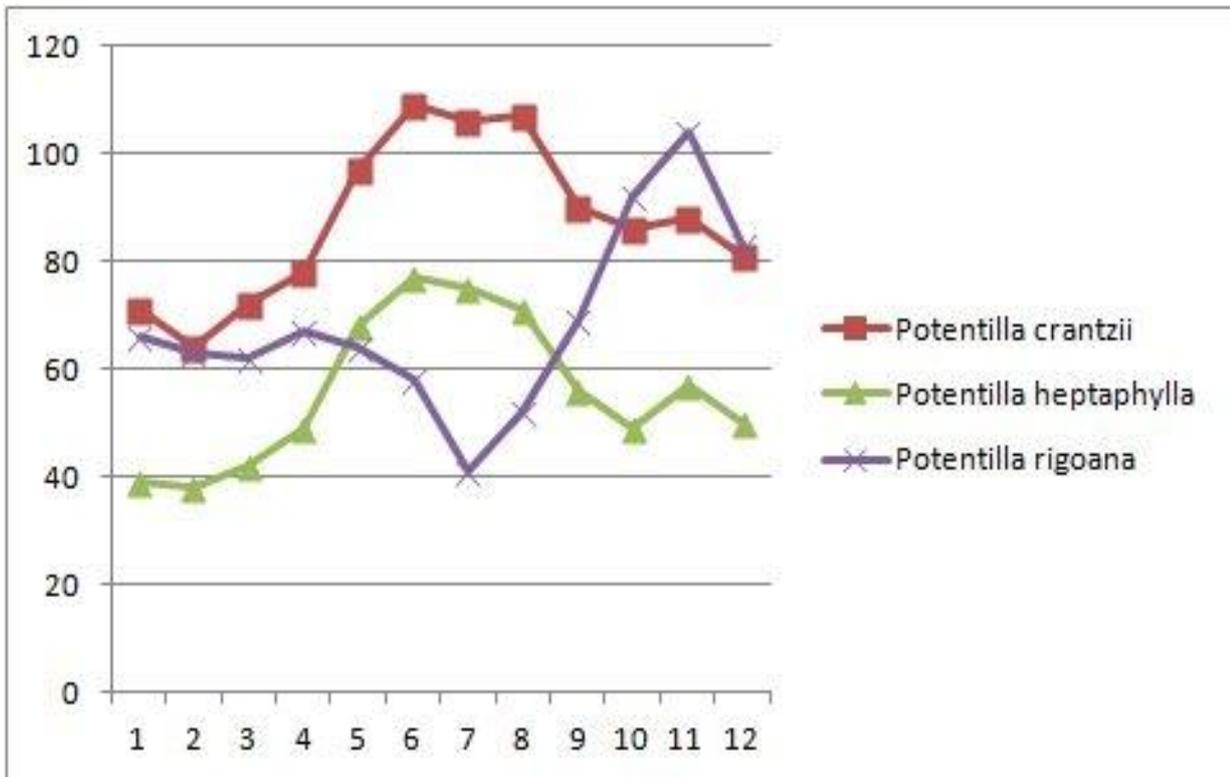


Abbildung 19: Darstellung der Monatsniederschläge in mm der Fundorte aus der WorldClim-Datenbank

Die WorldClim-Klimadaten bestätigen die Ergebnisse, die ich bereits von Landolt (1977) gewonnen habe (s. Tab. 4, S. 38). *Potentilla rigoana* stellt hierbei das Vergleichsmaß dar. Ausschlaggebende höhere und niedrigere Werte ihrer potentiellen Eltern sind mit den mathematischen Vorzeichen „+“ und „-“ gekennzeichnet. Je mehr Vorzeichen angeführt sind, umso größer wiegt der Unterschied zu unserem untersuchten Taxon. Ich habe die aus der WorldClim-Datenbank gewonnenen Klimadaten dargestellt (s. oben). Grafisch präsentiert werden exemplarisch zwei Variablen: Monatsmitteltemperaturen (s. Abb. 18) und Monatsniederschläge (s. Abb. 19), die für die Fundorte der drei Taxa im Jahresverlauf aufgetragen sind. Der höchste Anteil der bioklimatischen Variablen bezieht sich auf die Niederschlagsmenge. Bei den Niederschlägen hebt sich *P. rigoana* sehr deutlich von den anderen beiden ab: ihre Standorte sind im Sommer durch Trockenheit, im Winter durch Feuchtigkeit ausgezeichnet. *P. heptaphylla* s.l. und *P. crantzii* sind hinsichtlich ihres Kurvenverlaufs recht ähnlich, jedoch ist die *P. heptaphylla* s.l. in Gegenden angesiedelt, die weniger Niederschlag empfangen als *P. crantzii*. Insgesamt wird gezeigt, dass beide in den Sommermonaten die höchste Niederschlagsmenge bekommen, während dies bei *P. rigoana* genau entgegengesetzt ist. Bei den Monatsmitteltemperaturen ist eine Differenzierung ebenfalls erkennbar. *Potentilla rigoana* nimmt eine Zwischenstellung ein: die bioklimatischen Variablen Bio 1, Bio 5, Bio 8 bis Bio 11 belegen

Ergebnisse

dies. *Potentilla crantzii* ist eine Art, die kühlere Habitate bevorzugt. Diese Erkenntnis habe ich bereits aus der Höhenverbreitung gewonnen. *Potentilla rigoana* und am stärksten *P. heptaphylla* s.l. werden als Arten identifiziert, die wärmeliebend sind.

ID	Klimatische Variablen	<i>Potentilla heptaphylla</i> s.l.	<i>Potentilla crantzii</i>
Bio 1	Jährliche Durchschnittstemperatur	n. s.	---
Bio 2	Durchschnittliches Tagesmittel	+++	++
Bio 3	Isothermie	+++	+++
Bio 4	Temperatur saisonabhängig	+++	n. s.
Bio 5	Max. Temperatur des wärmsten Monats	+++	---
Bio 6	Min. Temperatur des kältesten Monats	---	---
Bio 7	Jährlicher Temperaturbereich	+++	+
Bio 8	Durchschnittstemperatur der feuchtesten Gegend	+++	n. s.
Bio 9	Durchschnittstemperatur der trockensten Gegend	---	---
Bio 10	Durchschnittstemperatur der wärmsten Gegend	++	---
Bio 11	Durchschnittstemperatur der kältesten Gegend	-	---
Bio 12	Jährlicher Niederschlag	n. s.	+++
Bio 13	Niederschlag des nassesten Monats	n. s.	+++
Bio 14	Niederschlag des trockensten Monats	n. s.	+++
Bio 15	Niederschlag saisonabhängig	n. s.	-
Bio 16	Niederschlag der nassesten Gegend	n. s.	+++
Bio 17	Niederschlag der trockensten Gegend	n. s.	+++
Bio 18	Niederschlag der wärmsten Gegend	+++	+++
Bio 19	Niederschlag der kältesten Gegend	---	n. s.

Tabelle 4

5 Diskussion

5.1 Taxonomischer Status

In der morphometrischen Analyse wurde kein metrisches Merkmal gefunden, das *P. rigoana* und die Arten der *Aureae opacae* eindeutig voneinander diskriminierte, d.h. dass sich die Merkmalsausprägungen der Arten deutlich überschneiden. Diese Überlappungen innerhalb der *Aureae opacae* sind keine Seltenheit (Dobeš 1999). Die Kombination der metrischen Merkmale erlaubte jedoch eine Trennung der *P. rigoana* von den anderen untersuchten Vertretern der *Aureae opacae*, sowie von *P. crantzii* (s. Abb.10, S. 27). Die Trennung wird weiters durch nominale Merkmale gestützt: die Rhizome von *P. rigoana*, im Gegensatz zu *P. heptaphylla* s.l., waren niederliegend und wurzelten bei den meisten Exemplaren. Dies stellten sowohl Wolf (1908), als auch Soják (1993) bereits fest. Die Grundblätter und Blattstiele sind nach meinen Ergebnissen bei den meisten *P. rigoana*-Individuen angedrückt behaart. Soják (1993) beschrieb *P. rigoana* als: „Pflanzen mit angedrückter Blattstielbekleidung“. Die „breiten und sehr stumpfen Kelchblätter“, die Wolf (1908) charakterisierte, und auch die Abwesenheit von Drüsenhaaren konnte nicht bestätigt werden, da in zwei Populationen (Pop 342 und Pop 343) Drüsenhaare auf den Außenkelchblättern und den Blüten sprossen beobachtet wurden.

Die Morphometrie-basierende Diskriminanzanalyse ordnete alle apenninischen Vertreter der *Aureae opacae* *P. rigoana* zu. Ich habe *P. rigoana*-Exemplare an 54 verschiedenen Orten im Apennin festgestellt (morphometrisch oder über die Identifikation von Herbarbelegmaterial). Diese Spezies war in den untersuchten Populationen stets mit zahlreichen Individuen repräsentiert. Daraus lässt sich ein häufiges Vorkommen dieser Art im mittleren und südlichen Apennin ableiten. Nach meinen Ergebnissen ist *P. rigoana* die einzige Art der *Aureae opacae*-Gruppe im Apennin, jedoch nicht endemisch für das Gebiet, wie von Wolf (1908; Ball et al. 1968; Conti et al. 2005) vermutet. So wurden drei Herbarbelege aus Montenegro und Serbien morphologisch als *P. rigoana* klassifiziert. Dies stützt Sojáks Hypothese, wonach *P. rigoana* auf dem Balkan (1993) vorkommt. Ein vierter von uns untersuchter Beleg aus dem Gebiet wurde allerdings unter *P. heptaphylla* s.l. eingeordnet. Er wies jedoch die für *P. rigoana* charakteristischen länglichen und kriechenden Triebe auf. Ich habe ein Vorkommen von *P. rigoana* in einem Höhenbereich zwischen 990 m bis 2150 m s.m. nachgewiesen. Dennoch wurde in Serbien ein Exemplar für *P. rigoana* gefunden, welches bei einer sehr geringen Höhe von 450 m s.m. aufgesammelt wurde. Demzufolge erscheint die Taxonomie der *Aureae opacae* im Balkangebiet komplizierter als im Apennin. Dies deckt sich mit Soják (1993), der in seiner Abhandlung über mediterrane *Potentilla*-Sippen morphologisch zwischen *P. australis* und *P. rigoana* stehende Individuen schrieb. Um die Evolutionsgeschichte und die geografische

Verbreitung der Gruppe zu verstehen, müssen jedoch weit mehr als die vier von mir analysierten Belege (s. Anhang 1, S. 50) untersucht werden.

5.2 Karyografische Abgrenzung und reproduktive Modi

Vor Beschäftigung mit *P. rigoana* gab es keine Daten zu ihrer Karyologie. Ich habe durch die Messungen mit dem Flow Cytometer und die Chromosomenzählung di-, tetra-, penta-, hexa- und heptaploide Individuen gefunden. Die Zytotypen zeigten ein nicht-zufälliges geografisches Muster: die tetra- und heptaploiden Individuen sind im mittleren Apennin (Abruzzen, Latium, Kampanien) lokalisiert, die di- und hexaploiden sind im südlichen Apennin (Basilikata, Kalabrien, Kampanien) angesiedelt, ein isoliertes diploides Exemplar wurde an der nördlichen Grenze des Verbreitungsgebietes gefunden. Die Zytotypen zeigten also eine räumliche Trennung voneinander (= allopatrische Verbreitung). Diploidie korreliert in *Potentilla* mit sexueller Fortpflanzung (Asker 1980; Holm & Ghatnekar 1996; Holm & al. 1997; Paule & al. 2011). Eine uniforme heptaploide Population, die im westlichen mittleren Apennin (Latium) aufgesammelt wurde, lässt hingegen auf das Vorkommen von Apomixis schließen, eine Form der Fortpflanzung, bei der weder Meiose, noch Gametenverschmelzung stattfindet. Grund für diese Annahme ist, dass ungepaarte Chromosomen in Anorthoploiden (= ungerade Chromosomenzahl besitzend) die Meiose stören, woraus aneuploide Zahlen (= Genommutation, bei der einzelne Chromosomen zusätzlich zum üblichen Chromosomensatz vorhanden sind) resultieren (Dawe 1998). Dies wurde jedoch nicht beobachtet. Auf Basis dieser Befunde schließe ich auf eine intraspezifische Differenzierung der *P. rigoana* nach reproduktivem Modus und Zytotyp.

Das Phänomen der allopatrischen Trennung tetraploider von diploiden Populationen wurde schon häufig in europäischen Gebirgen, den Pyrenäen und Alpen, beobachtet (z.B. Krendl 1993; König 1994, Van Dijk and Bakx-Schotman 1997; Marhold 1999). Diese räumliche Trennung der diploiden und tetraploiden Zytotypen voneinander ist durch eine Reihe von Faktoren erklärbar. In sexuellen Systemen kann der selten durch den häufigen Zytotyp unterdrückt werden (Levin 1975). Außerdem können unterschiedliche ökologische Ansprüche der Zytotypen in Kombination mit verschiedenen Umweltbedingungen in den Arealen die Muster erklären (Lumaret et al. 1987; Sonnleitner et al. 2010; Dijk & Bakx-Schotman 1997). Weiters können Unterschiede in der Fähigkeit, neue Areale zu besiedeln, eine Rolle spielen. Um abschließende Aussagen hinsichtlich der Einflussnahme dieser Faktoren aufs Verbreitungsmuster von *P. rigoana* treffen zu können, sind weitere Untersuchungen notwendig.

5.3 Evolutionäre Entwicklung

Soják (1993) vermutete einen hybriden Ursprung der *P. rigoana*. Dies machte er an feinen, langen, den Blattstiel bedeckenden Haaren fest, sowie an wurzelnden länglichen Trieben, die typische Merkmale von *P. crantzii* und *P. heptaphylla* s.l. sind (z.B. Wolf; 1908, diese Studie). Meine morphometrischen Analysen haben diese Merkmale als charakteristisch für *P. rigoana* bestätigt. Man könnte vermuten, dass *P. rigoana* morphometrisch zwischen seinen potentiellen Eltern liegt, allerdings zeigten sich etliche morphometrische extreme Merkmalsausprägungen gegenüber diesen beiden Taxa (s. Anhang 2, S. 58, Werte für andere Variablen werden hier nicht gezeigt). Ein hybridogener Ursprung von *P. rigoana* wird weiters auch nicht durch die AFLP-Daten gestützt (Abb. 17, s. S. 34). Die STRUCTURE-Analyse identifizierte *P. rigoana* plus *P. heptaphylla* s.l. und *P. crantzii* als eigenständige genetische Cluster, d.h. sie gab keinen Hinweis auf einen quantitativ bedeutenden genetischen Beitrag durch *P. crantzii* oder *P. neumanniana* in der Entstehung von *P. rigoana*. Die DNA-molekularen Analysen, sowie die Morphologie, bestätigen somit nicht die Hypothese eines hybriden Ursprungs von *P. rigoana*. Wolf (1908) vermutete einen Ursprung von *P. rigoana* innerhalb der *Aureae Opacae*. Diese Hypothese wird besser gestützt, insbesondere durch die Position der Art im Neighbor-Net-Baum (s. Abb. 17, S. 34).

Die karyologischen Daten passen ebenfalls gut zu dieser alternativen Hypothese. *P. neumanniana* ist ein polyploides Taxon (z.B. Skalinska & Czapik 1958; Gagnieu et al. 1959; Dobeš 1999) und apomiktisch (Rutishauser 1943; Smith 1963 a). *P. crantzii* ist ebenfalls polyploid (z.B. Skalinska & Czapik 1958; Dobeš & Vitek 2000). Sie vermehrt sich sowohl apomiktisch (Håkansson 1946 Smith 1963 b; Asker 1970), als auch sexuell (Czapik 1962). *Potentilla heptaphylla* ist überwiegend durch Diploidie und sexuelle Fortpflanzung gekennzeichnet (Rutishauser 1948; Dobeš et al. 2013). Der diploide Zytotyp ist in *P. rigoana* weit verbreitet (zumindest im südlichen Apennin) und könnte direkt von einem diploiden Vertreter der *Aureae Opacae* übernommen worden sein. Die Entstehung des diploiden Zytotyps aus den beiden polyploiden Arten läßt sich hingegen nur schwieriger erklären (Asker 1983; Sharbel et al. 2005).

5.4 Ökologie und Phytosoziologie

Landolt (1977) und die WorldClim-Datenbank haben *P. rigoana* hinsichtlich ihres ökologischen und phytosoziologischen Status zwischen *P. crantzii* und *P. heptaphylla* s.l. positioniert. Landolt beschreibt *P. crantzii* als ein Taxon, das von der unteren alpinen bis zur oberen subalpinen Zone vorkommt, während *P. heptaphylla* s.l. thermophil ist und die colline Zone bevorzugt. *Potentilla rigoana* ist nach meinen Befunden in der montanen bis subalpinen Zone verbreitet (s. Tab. 3, S. 35).

Diskussion

Die bevorzugten klimatischen Verhältnisse sind, im Gegensatz zu *P. heptaphylla* s.l. (die halbschattige und trockene Habitate vorzieht) sonnige, aber weniger trockene Standorte. Die Aufsammlungsorte von *P. rigoana* lagen durchschnittlich 1020 m oberhalb derer von *P. heptaphylla* s.l. Die Höhendifferenz lässt sich nur teilweise über eine Verschiebung der Vegetationszonen im südlichen Apennin im Vergleich zu Mitteleuropa erklären (Ozenda 1988). Während *P. heptaphylla* s.l. nicht oberhalb der Baumgrenze vorkommt, erreicht *P. rigoana* sehr wohl die Baumgrenze und ist sogar oberhalb davon vorzufinden. In der collinen Zone fehlt *P. rigoana* hingegen. Die ökogeografischen Daten decken sich mit den phytosoziologischen. *Potentilla crantzii* ist eine Art der arktisch-alpinen soziologischen Klasse *Carici-Kobresietea* (= Hochgebirgsrasen) (Grabherr & Mucina 1993). *Potentilla rigoana* und *P. heptaphylla* s.l. hingegen gehören in die Trockenrasengesellschaften der Klasse *Festuco-Brometeae* (= Kalk-Magerrasen).

5.5 Zusammenfassung

Die phytosoziologischen, morphologischen, DNA-molekularen und öko-geografischen Daten sprechen für einen Status von *P. rigoana* als eigenständiger Art. Insofern ist die alternative Hypothese einer spontanen hybridogenen Entstehung hinfällig. Der Artrang wird zusätzlich durch das große Verbreitungsgebiet dieses Taxons unterstützt, und die gewählte Klassifikation entspricht der Forderung, Arten umfassend zu definieren (Hörandl 1998). Weiters hat sich für *P. rigoana* eine ökologische und geografische allopatrische Differenzierung gezeigt. Einige Fragen sind jedoch offen geblieben: so kann noch keine abschließende Beurteilung zum evolutionären Herkunftsgebiet von *P. rigoana* getroffen werden: Apennin, Balkan oder beide Gebiete. Zudem bedarf es noch weiterer Untersuchungen zur Klärung der Evolution und der taxonomischen Differenzierung der *Aureae Opacae* auf dem Balkan.

Abstract

In my diploma work I studied the systematic of the rosaceous species *Potentilla rigona* Th. Wolf which is a member of the subseries *Aureae opacae*. *Potentilla rigona* originally has been considered to be endemic in the Apennines, but its actual taxonomic was disputed. I wanted to clarify if this taxon is a species of its own right or a just a spontaneous hybrid of its close relatives *Potentilla crantzii* and *Potentilla heptaphylla* s.l. Specifically, I focused on the taxonomy and evolutionary origin of *P. rigoana*. For this purpose 54 populations located to the Central and Southern Apennines were collected. I applied an interdisciplinary approach, i.e. I related morphometric, karyological, DNA-molecular (AFLP), ecogeographical, and phytosociological data. The separation of *P. rigoana* from *P. crantzii* and *P. heptaphylla* s.l. was indicated by morphometric analyses based on 16 metric and 2 nominal discriminant characters. Concerning the phytosociological data, *P. rigoana* was ecologically intermediate between its close relatives with regard to temperature, moisture and altitudinal distribution. The karyological data revealed five ploidy levels (diploid to heptaploid), with the diploid and tetraploid levels being the dominant levels. These dominant ploidy levels were settled in the Central and Southern Apennines. One observed purely heptaploid populations in the Central Apennine justed apomixis. The analyses support that *P. rigoana* is a species of its own right. The Apennines are probably not the only distribution area because morphometry suggested an additional occurrence in the Balkans. Some open questions remained: Thus, the place of origin of the species remained unknown. Furthermore, there's a need to clarify the evolutionary differentiation and the taxonomic limits of *P. rigoana* in the Balkans, where the *Aureae Opacae* exhibited a more complex differentiation.

Literaturverzeichnis

Airy Shaw, H. K. 1973. J. C. Willis's dictionary of the flowering plants and ferns. 8. ed., p. 940. Cambridge, Cambridge University Press.

Ascherson, P. & Gräbner, P. 1904. Synopsis der mitteleuropäischen Flora. VI.

Asker, S. 1970. Apomictic biotypes in *Potentilla intermedia* and *P. norvegica*. Hereditas 66, 101-108.

-- 1980. Gametophytic apomixis: elements and genetic regulation. Hereditas 93, 277-293.

-- 1983. A monoploid of *Potentilla argentea*. Hereditas 99, 303-304.

Asker, S. E. & Jerling, L. 1992. Apomixis in plants. p. 298. Boca Raton etc., CRC Press.

Ball, P. W., Pawlowski, B., & Walters, S. M. 1968. *Potentilla* L. Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., and Webb, D. A. Flora Europaea. Volume 2. *Rosaceae* to *Umbelliferae*. pp. 36-47. Cambridge, University Press.

Barrenscheen, I. 1991. Die Wuchsformen der Tribus *Potentilleae*, *Dryadeae* und *Geeae* (Rosaceae). Dissertation, Georg-August-Universität zu Göttingen.

Biondi, E., Allegrezza, M., & Zuccarello, V. 2005. Syntaxonomic revision of the Apennine grasslands belonging to *Brometalia erecti*, and an analysis of their relationships with the xerophylous vegetation of *Rosmarinetea officinalis* (Italy). Phytocoenologia 35, 129-163.

Chevalier, A. 2000. Die BLV Enzyklopädie der Heilpflanzen. p. 254. München. BLV-Verlag.

Chytrý, M. 2007. Vegetace České republiky 1. Travinná a keríčková vegetace (Vegetation of the Czech Republic 1. Grassland and heathland vegetation). Praha: Academia.

Conti, F., Abbate, G., Alessandrini, A. et al. 2005. An annotated checklist of the Italian vascular flora. p. 420. Roma, Palombi e Partner.

Czapik, R. 1962. Badania embriologiczne nad rodzajem *Potentilla* L. III. Mieszance między *P. Crantzii* i *P. arenaria*. - Embryological studies in the genus *Potentilla* L. III. Hybrids between *P. Crantzii* and *Potentilla arenaria*. Acta Biol.Cracov.,Ser.Bot. 5, 43-61.

Dawe, R. K. 1998. Meiotic chromosome organization and segregation in plants. Ann.Rev.Pl.Physiol.Pl.Molec.Biol. 49, 371-395.

Literaturverzeichnis

- Di Pietro, R. 2011. New dry grassland associations from the Ausoni-Aurunci mountains (Central Italy) - Syntaxonomical updating and discussion on the higher ranks. *Hacquetia* 10, 183-231.
- Dijk, P. van & Bakx-Schotman, J. M. T. 1997. Chloroplast DNA phylogeography and cytotype geography in autopolyploid *Plantago media*. *Molec.Ecol.* 6, 345-352.
- Dobeš, Ch. 1999. Die Karyogeographie des *Potentilla verna* agg. (*Rosaceae*) in Österreich - mit ergänzenden Angaben aus Slowenien, Kroatien, der Slowakei und Tschechien. *Ann.Naturhist.Mus.Wien* 101 B, 599-629.
- Dobeš, Ch., Lückl, A., & Paule, J. 2012a. Reproductive modes in *Potentilla* sensu lato (Potentilleae, Rosaceae) - prospects and limits of flow cytometric seed screening. *New Phytol.*
- Dobeš, Ch. & Paule, J. 2010. A comprehensive chloroplast DNA-based phylogeny of the genus *Potentilla* (*Rosaceae*): implications for its geographic origin, phylogeography and generic circumscription. *Molec.Phylogenet.Evol.* 56, 156-175.
- Dobeš, Ch., Scherbantin, A., Paule, J. et al. 2012b. IAPT/IOPB chromosome data. *Taxon* .
- 2012c. IAPT/IOPB chromosome data 13. *Taxon* 61, 894, E16-E17.
- Dobeš, Ch. & Vitek, E. 2000. Documented chromosome number checklist of Austrian vascular plants. p. 642. Vienna, Museum of Natural History.
- Dolezel, J., Greilhuber, J., & Suda, J. 2007. Estimation of nuclear DNA content in plants using flow cytometry. *Nature Protocols* 2[9], 2233-2244.
- Doyle, J. J. & Doyle, J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small amounts of fresh leaf tissue. *Phytochem.Bull.* 19[1], 11-15.
- Earl, D. A. & Holdt, B. M. von 2011. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. *Conserv.Genet.Res.* doi: 10.1007/s12686-011-9548-7.
- Evanno, G., Regnaut, S., & Goudet, J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molec.Ecol.* 14, 2611-2620.
- Falush, D., Stephens, M., & Pritchard, J. K. 2007. Inference of population structure using multilocus genotype data: dominant markers and null alleles. *Molec.Ecol.Notes* 7, 574-578.

Literaturverzeichnis

- Fischer, M. A., Adler, W., & Oswald, K. 2005. Exkursionsflora für Österreich, Lichtenstein und Südtirol. p. 1373. Linz, Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums.
- Gagnieu, A., Bouteiller, J., & Linder, R. 1959. Les *Potentilles* dans la flore d'Alsace. Bull.Soc.Bot.France 106, 148-154.
- Grabherr, G. & Mucina, L. 1993. Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- Graf, J. 1975. Tafelwerk der Pflanzensystematik. p. 163. München, Lehmanns Verlag.
- Guillén, A. & Rico, E. 1998. *Potentilla* L. Munoz Garmendia, F. and Navarro, C. Flora ibérica. Vol. VI. pp. 96-140. Madrid, Real Jardín Botánico, CSIC.
- Håkansson, A. 1946. Untersuchungen über die Embryologie einiger *Potentilla*-Formen. Lunds Univ.Årsskr.N.F.Avd.2 42[5], 1-70.
- Hegi, G. 2003. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band IV, Teil 2C. p. 110 – 114. Parey-Verlag
- Hewitt, G. M. 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. Biol.J.Linn.Soc. 68, 87-112.
- Heywood, V. H., Urmi-König, K., Urmi, E. 1982. Blütenpflanzen der Welt. p. 140, 141, 144. Birkhäuser Verlag.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L. et al. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25, 1965-1978.
- Holm, S. & Ghatnekar, L. 1996. Sexuality and no apomixis found in crossing experiments with diploid *Potentilla argentea*. Hereditas 125, 77-82.
- Holm, S., Ghatnekar, L., & Bengtsson, B. O. 1997. Selfing and outcrossing but no apomixis in two natural populations of diploid *Potentilla argentea*. J.Evol.Biol. 10, 343-352.
- Hörandl, E. 1998. Species concepts in agamic complexes: applications in the *Ranunculus auricomus* complex and general perspectives. Folia Geobot. 33, 335-348.
- Huson, D. H. & Bryant, D. 2006. Application of phylogenetic networks in evolutionary studies. Molec.Biol.Evol. 23, 254-267.
- Kalkman, C. 2004. Rosaceae. In Kubitzki, K. The families and genera of vascular plants. pp. 343-386. Berlin etc, Springer.

Literaturverzeichnis

- König, Ch. 1994. Biometrische und karyosystematische Untersuchungen am Polyploidkomplex *Biscutella laevigata*. Biosyst.Ecol.Ser. 6, 1-84.
- Krendl, F. 1993. Chromosomenzahlen und geografische Verbreitung in der Gattung *Galium* (Sect. *Leptogalium* - *Rubiaceae*). Biosyst.Ecol.Ser. 4, 51-112.
- Kurto, A. & Eriksson, T. 2003. Atlas Florae Europaeae notes. 15. Generic delimitation and nomenclatural adjustments in Potentilleae (Rosaceae). Ann.Bot.Fenn. 40[2], 135-141.
- Kurto, A., Lampinen, R., and Junikka, L. 2004. Atlas Florae Europaeae 13. Distribution of vascular plants in Europe. Rosaceae (*Spiraea* to *Fragaria*, excl. *Rubus*). p. 320. Helsinki, The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo.
- Landolt, E. 1977. Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzahlen zur Flora der Schweiz und der Alpen. 2. ed., p. 376. Bern, Stuttgart & Wien, Haupt.
- Levin, D. A. 1975. Minority cytotype exclusion in local plant populations. Taxon 24, 35-43.
- Löve, Á. & Löve, D. 1974. Cytotaxonomical atlas of the Slovenian flora. p. 1241. Lehre, J. Cramer.
- Lumaret, R., Guillerm, J. L., Delay, J. et al. 1987. Polyploidy and habitat differentiation in *Dactylis glomerata* L. from Galicia (Spain). Oecologia 73, 436-446.
- Mabberley, D. J. 2002. *Potentilla* and *Fragaria* (Rosaceae) reunited. Telopea 9, 793-801.
- Marhold, K. 1999. Taxonomic evaluation of the tetraploid populations of *Cardamine amara* (*Brassicaceae*) from the Eastern Alps and adjacent areas. Bot.Helv. 109[1], 67-84.
- Médail, F. & Diadema, K. 2009. Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. J.Biogeogr. 36, 1333-1345.
- Mesíček, J. & Jarolímová, V. 1992. List of chromosome numbers of the Czech vascular plants. p. 144. Praha, Academia.
- Moraldo, B., La Valva, V., & Caputo, G. 1980. Segnalazioni floristiche italiane: 74. *Potentilla rigoana* T. Wolf (Rosaceae). Seconda segnalazione per la flora calabrese. Inform.Bot.Ital. 12, 80.
- Ozenda, P. 1988. Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum. p. 353. Stuttgart, New York, Gustav Fischer.
- Pahlow, M. 1999. Das große Buch der Heilpflanzen. p. 140, 141, 321, 322. Weltbild-Verlag.

Literaturverzeichnis

- Paule, J., Sharbel, T. F., & Dobeš, Ch. 2011. Apomictic and sexual lineages of the *Potentilla argentea* L. group (Rosaceae): cytotype and molecular genetic differentiation. *Taxon* 60, 721-732.
- Pignatti, S. 1982. Flora d'Italia. Volume primo. p. 790. Bologna, Edagricole.
- 1984. La flora dell'Appennino meridionale: distribuzione attuale ed ipotesi sull'origine. *Biogeographia* N.S. 10, 89-100.
- Pritchard, J. K., Stephens, M., & Donnelly, P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155, 945-959.
- Rutishauser, A. 1943. Konstante Art- und Rassenbastarde in der Gattung *Potentilla*. *Mitt.Naturf.Ges.Schaffhausen* 18, 111-134.
- 1948. Pseudogamie und Polymorphie in der Gattung *Potentilla*. *Arch.Julius Klaus-Stiftung Vererbungsf.* 23[3/4], 267-424.
- Sharbel, T. F., Mitchell-Olds, Th., Dobeš, Ch. et al. 2005. Biogeographic distribution of polyploidy and B chromosomes in the apomictic *Boechera holboellii* complex. *Cytogenetics Genome Research* 109, 283-292.
- Skalinska, M. & Czapik, R. 1958. Badania cytologiczne nad rodzajem *Potentilla* L. - Studies in the cytology of the genus *Potentilla* L. *Acta Biol.Cracov.,Ser.Bot.* 1, 137-149.
- Smith, G. L. 1963a. Studies in *Potentilla* L. I. Embryological investigations into the mechanism of agamospermy in British *P. tabernaemontani* Aschers. *New Phytol.* 62[3], 264-282.
- 1963b. Studies in *Potentilla* L. II. Cytological aspects of apomixis in *P. crantzii* (Cr.) Beck ex Fritsch. *New Phytol.* 62, 283-300.
- Soják, J. 1985. Some new northern hybrids in *Potentilla* L. *Preslia* 57, 263-266.
- 1993. Taxonomische Bemerkungen zu einigen mediterranen *Potentilla*-Sippen. *Preslia* 65, 117-130.
- 2005. *Potentilla* L. s.l. (Rosaceae) in Flora Europae Orientalis (Notes on *Potentilla* XVIII). *Candollea* 60, 59-78.
- 2008. Notes on *Potentilla* XXI. A new division of the tribe *Potentilleae* (Rosaceae) and notes on generic delimitations. *Bot.Jahrb.Syst.* 127, 349-358.

Literaturverzeichnis

-- 2010. Origin of *Potentilla crantzii*, *P. verna* and *P. puberula* (Rosaceae) with a note on the nomenclature of *P. pusilla*. Feddes Repert. 121, 112-116.

Sonnleitner, M., Flatscher, R., García, P. E. et al. 2010. Distribution and habitat segregation on different spatial scales among diploid, tetraploid and hexaploid cytotypes of *Senecio carniolicus* (Asteraceae) in the Eastern Alps. Ann.Bot.(London) 106, 967-977.

Španiel, St., Marhold, K., Passalacqua, N. G. et al. 2011. Intricate variation patterns in the diploid-polyploid complex of *Alyssum montanum*-*A. repens* (Brassicaceae) in the Apennine Peninsula: Evidence for long-term persistence and diversification. Amer.J.Bot. 98, 1887-1904.

StatSoft, Inc. 2002. STATISTICA für Windows. Software System für Datenanalyse. Version 6. www.stasoft.com.

Suda, J., Weiss-Schneeweiss, H., Tribsch, A. et al. 2007. Complex distribution patterns of di-, tetra- and hexaploid cytotypes in the European high mountain plant *Senecio carniolicus* Willd. (Asteraceae). Amer.J.Bot. 94, 1391-1401.

Temsch, E. M., Greilhuber, J., & Krisai, R. 2010. Genome size in liverworts. Preslia 82, 63-80.

Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M. et al. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucl.Acids Res. 23[21], 4407-4414.

Wichtl, M. 2002. Teedrogen und Phytopharmaka. p. 72, 73, 584 – 586. Stuttgart. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.

Wolf, Th. 1908. Monographie der Gattung *Potentilla*. Biblioth.Bot. 16 (71), 1-715.

Wyk van, B.-E., Wink, C., Wink, M. 2004. Handbuch der Arzneipflanzen. p. 253, 254, 358, 362, 366, 423.

Anhang

Anhang 1: Geografische Herkunft und Sammelhistorie von 57, 38 und 33 Belegen von *Potentilla crantzii*, *P. heptaphylla* s.l. und *P. rigoana* aus den Herbarien APP, BOZ, CAT, FR, HEID, LI, LJU, NAP, RO, W und WU sowie den privaten Sammlungen A. Bohner, W. Gutermann und E. Vitek (alle Wien). Zusätzlich sind 4 taxonomisch nicht bestimmte Individuen vom Balkan (PRC) gelistet. Die Herkünfte komplettieren das in Anhang 4 genannte Pflanzenmaterial.

1. Morphometrisch und ökogeografisch untersuchte Belege

***Potentilla crantzii* (Crantz) Fritsch ex Beck**

Österreich, Zentraltirol, an grasbewachsenen felsigen Orten, am Berggipfel nahe des Brenners, solo schistaceo, 2300–2800 m a.s.l., 46.991685°N/11.3834997°E; leg. 01.06.1982: W1887-3078 -- Island, Kjósarsýsla, Gemeinde Mosfellssveit, Ort Ulfarsa, 60 m a.s.l., 64.131329°N/21.755625°E; leg. 25.07.1949 Gudmundur Egilsson A0272: W1960-17813 -- Schweden, Torne Lappmark, Parish Jukkasjärvi, Lake Torneträsk District, Mount Luopakte, 68° 68'34"N/18° 20'30"E, 800 m a.s.l., 68.093802°N/19.224726°E; leg. 26.07.1955 C. G. Alm 2311: W1961-2973 -- Schweiz, Wallis, Emosson sur Finhaut, 1950 m a.s.l., 46.080497°N/6.920903°E; leg. 16.08.1926 D. Coquoz: W1964-11322 -- Schweiz, Wallis, Van d'en Haut, Salvan, 1600 m a.s.l., 46.13973056°N/6.997419444°E; leg. 30.05.1926 D. Coquoz: W1964-11323 -- Österreich, Niederösterreich, Nördliche Kalkalpen, Raxalpe, 47.67882°N/15.76631944°E; leg. 07.07.1912 K. Ronniger: W1964-17073 -- Bosnien-Herzegowina, Veliki Prenj, obere Region, 43.58°N/17.8297°E; leg. 19.07.1929 K. Ronniger: W1964-18219 -- Österreich, Kärnten, Koralpe, am Steinschober, 2070 m a.s.l., 46.79472°N/14.95833°E; leg. K. Ronniger: W1964-18295 -- Schweiz, Tessin, Val Piora, Alp Murinascio, 46.534461°N/8.680261°E; leg. 25.07.1906 K. Ronniger: W1964-18299 -- Österreich, Salzkammergut, Schafberg, 47.748261°N/13.456608°E; leg. 06.07.1923 K. Ronniger: W1964-18310 -- Österreich, mittlere Lechtaler Alpen, Almajuralm, 2100 m a.s.l., 47.16583°N/10.26889°E; leg. 01.08.1967 A. Polatschek: W1968-12459 -- Finnland, Regio aboensis, Rymättylä, Röödilä. Road to the church village, near the junction of the road to Paavainen, 60.41667°N/21.9°E; leg. 15.06.1967 R. Alava, K. Alho, U. Laine: W1969-14131 -- Schweiz, Graubünden, San Bernardino, 2100 m a.s.l., 46.462619°N/9.191961°E; leg. 15.07.1972 A. Gilli: W1973-01527 -- Norwegen, Nordland, Nesna district, western side of Myklebostad along Nesna road., 62.719452°N/7.931761°E; leg. 25.07.1971 I. Kause, E. Seikkula: W1973-10741 -- Österreich, Bregenzerwald, Winterstaude, am Aufstieg Hintere Niedere - Gipfel, 1600 m a.s.l., 47.39944°N/9.98056°E; leg. 21.06.1969 A. Polatschek: W1975-2034 -- Norwegen, Troms fylke, Ulfsfjord herad. Breidvik., 69.67206°N/19.644644°E; leg. 23.07.1968 A. Alava, R. Alava: W1977-03715 -- Österreich, Osttirol, Hohe Tauern, von der Badener Hütte zum Wilden Kogel, 2600–3100

Anhang

m a.s.l., 47.28501°N/12.476289°E; leg. 29.07.1969 E. & F. Krendl: W1979-07692 -- Russland, Zentralkaukasus, Distrikt Tyrnyauz, Richtung Berg Elbrus, auf südlichen Abhängen des Bergs Cheget, 2200–2500 m a.s.l., 43.3954°N/42.927180°E; leg. 20.06.1980 V. Vašák: W1982-08843 -- Italien, Trentino-Südtirol, Mendelpass (1363m), Mt. Toval (1653m), Penegal (1737m), 46.427996°N/11.206641°E; leg. A. Polatschek: W1984-04320 -- Frankreich, Pyrén. Orient., Superbolquère, 1700 m a.s.l., 42.5081°N/2,066341°E; leg. K.H. Rechinger, H. Sleumer: W1999-02626 -- Frankreich, Pyrén. Orient., Vallée d' Eyne, 2000 m a.s.l., 42.459263°N/2.0979413°E; leg. 21.07.1944 K.H. Rechinger, H. Sleumer: W1999-02666 -- Spanien, prov. De Cantabria/Palencia, Sierra de Peña Labra (W of Reinos), Alto Campoó, W-ridge of Pico Tres Mares, 43° 02'13''N/4°24'21''W, 2080 m a.s.l., 43.036944°N/-4.405833°E; leg. 19.08.1998 C. Aedo, Christoph Dobeš, E. Vitek 98-1106: W1999-07360 -- Italien, Lazio, M. della Laga, Abstieg vom Forca-Sattel, auf dem Ostweg, zur Schlucht, 1400–2200 m a.s.l., 42.9073°N/13.290002°E; leg. 09.08.1980 W. Burri, F. Krendl: W2001-14076 -- Italia, Abruzzo, Monte Sirente, am Macerola, 2250 m a.s.l., 42.144013°N/13.611080°E; leg. 05.07.1979 W. Burri, F. Krendl: W2001-14081 -- Italien, Lazio, M. della Laga, S-Hänge des Pizo di Sevo und Gipfelbereich, 2200–2419 m a.s.l., 42.668805°N/13.34713056°E; leg. 09.08.1980 W. Burri, F. Krendl: W2001-14083 -- Italien, Trentino, Brenta, Val Gelada, vom Mag. Mondifra bis zur Abzweigung zum Rif. Graffa, 1800–2400 m a.s.l., 46.252597°N/10.873143°E; leg. 23.09.1983 W. Burri, F. Krendl: W2001-14108 -- Italien, Umbria, Monti Sibillini, Monte Vettore, von der CF-Hütte zum Gipfel, 2000–2476 m a.s.l., 42.815613°N/13.272388°E; leg. 04.08.1980 W. Burri, F. Krendl: W2001-14245 -- Slowenien, Julische Alpen, auf steinigem Wiesen, Pl.na Kraju oberhalb des Sees Bohinjsko jezero, Grundfeld 9748, Quadrant 2, 1520 m a.s.l., 46.301775°N/13.839361°E; leg. 05.07.1986 M. Palma, A. Podobnik, T. Wraber 115196: W2003-04323 -- Schweiz, Wallis, Umgebung von Zermatt, Schwarzsee, 45.99064°N/7.70692°E: W2005-13826 -- Österreich, Oberösterreich, Totes Gebirge, Prielgruppe 237, Waschenridl (Waschenriedel), Grat knapp NW dem Gipfel, N-Flanke, Grundfeld 8250, Quadrant 4, 1910 m a.s.l., 47.71667°N/14.083°E; leg. 06.08.1989 E. Hörandl: W2007-03664 -- Frankreich, Savoie, northern slopes of Col du Galibier, 2450 m a.s.l., 45.070225°N/6.346463°E; leg. 17.08.1970 H. Merxmüller, B. Zollitsch 26482: W2007-03859 -- Österreich, Kitzbühler Alpen, von der Neuen Bamberger Hütte zum Schafsiedel, 47.31083°N/12.134167°E; leg. 13.07.1969 F. Krendl: W2008-05265 -- Armenien, Provinz Tavush, eastern side of lake Sevan, Sevan pass, north side, 40°41'25''N 44°51'46''E, 1725 m a.s.l., 40.51734167°N/45.489367°E; leg. 06.05.2006 G. Fayvush, K. Tamanyan, M. Oganesyanyan, H. Ter-Voskanyan, S. Staudinger, M. Staudinger, E. Vitek 05-0800: W2008-05752 -- Italien, Südtirol, Schlüterhütte (Villnöss), 0.3 km W Schlüterhütte, Weg 35, 11°48'3'', 46°38'8'' (Koordinaten von 1984), MTB/Quadr. 9336/4, 2200 m a.s.l., 11.80083°N/46.6356°E; leg. 09.07.2004 A. Hilpold: W2010-07809

Anhang

Potentilla heptaphylla L.

Polen, Ostpreussen, Kiekrin, Kreis Friedland, 54.45078611°N/21.0769445°E; leg. 09.05.1926: W1962-16560 -- Ungarn, Budapest, zwischen Schwabenberg und Johannesberg, 47.50966°N/18.973115°E; leg. 21.05.1929 K. Ronniger: W1964-11342 -- Österreich, Niederösterreich, Wienerwald, Kaltenleutgeben, 48.1186389°N/16.203989°E; leg. 13.05.1920 K. Ronniger: W1964-17040 -- Kroatien, Süddalmatien, Orebic am Weg nach Županje selo, 42.975886°N/17.24344°E; leg. 23.04.1930 K. Zerny: W1964-17126 -- Österreich, Burgenland, Leithagebirge, westl. von Eisenstadt, 47.85°N/16.50389°E; leg. 09.04.1916 K. Ronniger: W1964-18325 -- Deutschland, Sachsen, Großenhain, 51.294341°N/13.535058°E; leg. 01.05.1908 H. Hofmann: W1968-21430 -- Deutschland, Schleswig-Holstein, bei Schlutup, am rechten Ufer der Untertrave, an der Bucht Große Holzwink, 53.88789°N/10.796072°E; leg. 28.05.1933: W1970-17313 -- Deutschland, Schleswig-Holstein, am Dummersdorfer Ufer, zw. Rasen unterhalb Stülper Guk, 53.918204°N/10.866982°E; leg. 25.04.1932: W1970-17315 -- "Slowakei, Trnavský, Piešťany -- , m a.s.l.", 48.58920278°N/17.83410556°E; leg. 03.05.1970 M. Pull: W1971-11457 -- Österreich, Niederösterreich, oberes Hölltal bei Lilienfeld; 48.0188°N/15.5977°E; leg. 30.04.1972 A. Polatschek: W1972-15133 -- Kroatien, Istrien, 0.5 km NE von Buje, 250 m a.s.l., 45.41053611°N/13.655925°E; leg. 28.04.1972 F. Kummert & J. Mück 22: W1973-25394 -- Polen, Niederschlesien, Dolny Slask, Mrozów bei Sroda Slaska, 51.187925°N/16.788425°E; leg. 18.05.1970 E. Koziol: W1974-07041 -- Österreich, Niederösterreich, E Seebenstein, auf dem Weg vom Weißackel nach Leiding, 450–500 m a.s.l., 47.6996°N/16.14845°E; leg. 04.05.1985 F. Krendl: W1989-02984 -- Österreich, Niederösterreich, N Baden, zwischen Gaaden und Einöde, 300–400 m a.s.l., 48.0378°N/16.210556°E; leg. 27.04.1964 F. Krendl: W1989-02985 -- Österreich, Niederösterreich, Ernstbrunn, 48.52601°N/16.35951°E; leg. 29.05.1960: W1997-04616 -- Österreich, Niederösterreich, Thermalalpen, zwischen Gießhübl und Siedlung Tirolerhof, W vom Steinbruch, 500–520 m a.s.l., 48.103056°N/16.52972°E; leg. 31.03.1973 F. Krendl: W2000-11093 - - Österreich, Burgenland, S-E Sankt Nikolaus bei Güssing, 300–330 m a.s.l., 47.04788611°N/16.32793°E; leg. 20.04.1980 W. Burri, F. Krendl: W2000-11117 -- Österreich, Niederösterreich, Wiener Becken, Ellender Wald, vom Ellender Hof zum Kugel Berg, 200–257 m a.s.l., 48.09629722°N/16.71205556°E; leg. 30.03.1974 E. & F. Krendl: W2000-11118 -- Österreich, Burgenland, Csater Berg, 360 m a.s.l., 47.1728083°N/16.3838583°E; leg. 02.05.1974 W. Burri, F. Krendl: W2001-08351 -- Ungarn, Janos-Hegy (Budapest), 47.51636389°N/18.97503°E; leg. 21.05.1929 J. Schneider: W2002-04542 -- Österreich, Niederösterreich, Hochleitenwald bei Wolkersdorf, 47.87°N/16.47°E; leg. 06.06.1973 M. Pull: W2002-11690 -- Österreich, Burgenland, Reh-oder Rechberg, Osthang des Csalterbergs, 300 m a.s.l., 48.3151167°N/14.7299583°E; leg. 21.05.1971 F. Krendl & W. Burri: W2007-18803 -- Österreich, Burgenland, Kleiner Csalterberg,

Anhang

SO-Hang, 360 m a.s.l., 47.17583°N/16.38083°E; leg. 21.05.1971 F. Krendl & W. Burri: W2007-18805

2. Ökogeografisch untersuchte Belege

***Potentilla crantzii* (Crantz) Fritsch ex Beck**

Italien, Südtirol, Altrei, Umgebung S Sportplatz 1.5 km NE Altrei, Grfd./Qu. 9734/1, 1300–1320 m a.s.l., 46.275°N/11.37501°E; leg. 08.06.2002: BOZ s.n. -- Italien, Südtirol, Deutschnofen, Reiter Joch, von Bergstation Oberholz bis 0.4 km ENE, Grfd./Qu. 9635/1, von Bergstation Oberholz (2 km N Reiterjoch) auf Steig Nr 18 zur Gamsstallscharte, 2150–2270 m a.s.l., 46.375°N/11.54168°E; leg. 18.07.2004: BOZ s.n. -- Italien, Südtirol, Grfd./Qu. 9535/4, Rosengartenhütte (Kölner Hütte) - Tschagerjoch (Pas da le Coronele) - Rif. Roda de Vael - Hirzelweg (ohne Angabe der Provinz), 2200–2630 m a.s.l., 46.425°N/11.62501°E; leg. 22.08.1971: BOZ s.n. -- Italien, Südtirol, Kurtatsch a.d. Weinstraße, Fennhalser Sattel, Grfd./Qu. 9633/3, Sattelsteig (Nr. 7) von Fennhals kommend, über Fennhalser Sattel entlang Grad Richtung Corno di Tres bis südliche Quadrantengrenze, 1650–1800 m a.s.l., 46.325°N/11.20834°E; leg. 07.06.2001: BOZ s.n. -- Italien, Südtirol, Kurtatsch a.d. Weinstraße, Trenser Horn, oberer Teil des Sattelsteigs bis 0.3 km S Fenner Sattel, Grfd./Qu. 9733/1, 1400–1600 m a.s.l., 46.275°N/11.20834°E; leg. 31.05.1997: BOZ s.n. -- Frankreich, Department Hautes-Alpes, Plateau d'Emparis, zwischen Lac Noir und Lac Lerié, 2450 m a.s.l., 45.0473667°N/6.23021667°E; leg. 17.07.2007 Christoph Dobeš s.n.: HEID 805857-805873 -- Frankreich, Department Hautes-Alpes, Queyras, an der Straße auf den Col d'Agnel in 2390 m Höhe, 2390 m a.s.l., 44.69808°N/6.94948056°E; leg. 16.07.2007 Christoph Dobeš s.n.: HEID 805950 -- Norway, Svalbard, Ny Ålesund, Ossian Sarsfjellet, area around the bird cliff towards the north along the coast, 0–100 m a.s.l., 78.9283°N/12.4480556°E; leg. 17.08.2007 Andreas Tribsch 111423: HEID 805952 -- Norway, Svalbard, Haakon VII Land, Bockfjorden, areas around Trollkjeldene, 0–100 m a.s.l., 79.389°N/13.4430556°E; leg. 13.08.2007 Andreas Tribsch 111404: HEID 805957 -- Spain, Catalunya, Pyrenees, Cabdella, Pantà de Sallente/Els Corralets towards Estany Gento and northern slope of Pal a Portell, 1950–2090 m a.s.l., 42.50056°N/1.001389°E; leg. 15.07.2007 Andreas Tribsch 111281: HEID 805959 -- Island, Akureyn, Krókárgerdisfjall, 339 m a.s.l., 65.41667°N/18.883°W; leg. 20.07.2007 K. B. Westergaard & T. Dahl s.n.: HEID 805962 -- Italien, Lombardei, oberhalb der von Bormio auf den Gavia Pass führenden Straße, 2380 m a.s.l., 46.3842167°N/10.49143°E; leg. 21.07.2006 Christoph Dobeš s.n.: HEID 807554 -- Italien, Lombardei, Pizzo Camino, am Aufstieg von Schilpario auf den Passo Ezendola, 1720 m a.s.l., 45.999233°N/10.187633°E; leg. 23.07.2006 Christoph Dobeš s.n.: HEID 807526-807527 -- Montenegro, Crna Gora, Mount Prokletije, mountain pasture katun Celice (Fuš sirma) above village

Anhang

Vusanje (S of village Gusinje) - saddle caf Bora - frontier guardhouse Karavla Kameric, 1800–2100 m a.s.l., 42.5083°N/19.9°E; leg. 07.07.2005 Marjan Niketi, Gordana Tomovi, Martin Turjak & Božo Frajman: LJU s.n. -- Bosnia and Herzegovina, Bosnia, Mount Čvrtnica, Mount Jelak above the lake Blidinje jezero, 1350–1550 m a.s.l., 43.5944°N/17.52°E; leg. 03.07.2005 Faruk Boguni, Martin Turjak & Božo Frajman: LJU s.n. Bosnia and Herzegovina, Hercegovina, Mount Maglic, N slopes and the summit of the Mount Maglic (along the path from above the village Tjentište), 1650–2380 m a.s.l., 43.29778°N/18.7367°E; leg. 05.07.2005 Martin Turjak & Božo Frajman: LJU s.n. -- Macedonia, E Macedonia, Mount Jablanica, Mount Strižak above the village Labuništa, 1900–2100 m a.s.l.; leg. 10.07.2005 Martin Turjak & Božo Frajman: LJU s.n. -- Schweiz, Graubünden, Engadin, Silvretta, Muot da l'Horn, etwas SE der Alp Laret am Grat, 2120 m a.s.l., 46.81972°N/10.21778°E; leg. 16.06.2008 Christoph Dobeš: W2012-2016 to -2024 -- Österreich, Kärnten, Gurktaler Alpen, Turrach, Scharte ober dem Zgartensee, zwischen Hoarzhöhe und Bretthöhe, ca. 4 km E Turracherhöhe; leg. Grfd./Qu. 9049/4, 2200 m a.s.l., 46.925°N/13.95835°E; leg. Franz Starlinger: WU s.n. -- Österreich, Steiermark, Ennstaler Alpen, S des Ödsteins, am Jagdsteig zwischen Kainzengabel und Gamssteinscharte; leg. Grfd./Qu. 8453/4, 1480 m a.s.l., 47.525°N/14.62502°E; leg. Christoph Dobeš: WU s.n. -- Österreich, Tirol, Ötztaler Alpen, Venter Tal, Vent, steile Wiesenhänge W der Ortschaft; leg. Grfd./Qu. 9131/1, 1920 m a.s.l., 46.875°N/10.87501°E; leg. Christoph Dobeš: WU s.n. -- Schweiz, Uri, SE vom Klausenpass, 1990 m a.s.l., 46.85171667°N/46.8699°E; leg. 04.07.2009 Christoph Dobeš s.n.: W2012-02473

***Potentilla heptaphylla* L.**

Österreich, Kärnten, Afritzer Berge, Zanchenalm; leg. Grfd./Qu. 9348/2, 46.675°N/13.79168°E; leg. A. Bohner: A. Bohner -- Österreich, Steiermark, Kleinlobming bei Knittelfeld; leg. Grfd./Qu. 8855/3, 47.125°N/14.87502°E; leg. E. Vitek: Ernst Vitek -- Slowakei, Slovenský Raj, bei Dobšinská Maša, 826 m a.s.l., 48.854861°N/20.3715278°E; leg. 19.06.2004 Thomas Gregor & Lenz Meierott 2435: FR -- Deutschland, Baden-Württemberg, Schwäbische Alb, Sontheim im Stubental, 48.67944°N/10.068611°E; leg. 20.05.2006 Roswitha Schmickl: HEID 805558, 805559 -- Frankreich, Hautes-Alpes, Éourres, 1000 m a.s.l., 44.211°N/5.701°E; leg. 20.05.2006 Thomas Gregor & Franz Dunkel: HEID 804469-804476-804489 -- Frankreich, Isère, Mt. Jalla N von Grenoble, 661 m a.s.l., 45.207°N/5.724°E; leg. 22.05.2006 Thomas Gregor: HEID 804515 (804491-804516) -- Slowakei, Žilinský kraj, Ortschaft Svarín, bei der Abzweigung zum Stausee Čierny Váh, 692 m a.s.l., 49.011833°N/19.8540556°E; leg. 15.07.2007 Juraj Paule: HEID 806243 (806243-806254) -- Slowakei, Revúcka vrchovina, Drienanský Kras, Slizké (9 km SSE von Hnúšťa), Inkl. 4°, Exp 225°, 410 m a.s.l., 48.52556°N/20.0702778°E; leg. 05.07.2006 Karol Ujházy: HEID 806674 -- Österreich, Oberösterreich, Waldneukirchen; leg. Grfd./Qu. 8051/2, 47.975°N/14.29168°E; leg. Lonsing: LI --

Anhang

Österreich, Oberösterreich, Leonding, Terrassenböschung beim Weingartshof; leg. Grfd./Qu. 7751/1, 48.275°N/14.20835°E; leg. M. Strauch: LI 44346 -- Österreich, Niederösterreich, Leiser Berge, Brunnenklatferhöhlen zwischen Ernstbrunn und Oberleis; leg. Grfd./Qu. 7464/1, 48.575°N/16.37502°E; leg. W. Till: LI 855793 -- Österreich, Wien, Liesing, im Gütenbachtal beim Gastwirt Jägerhaus; leg. Grfd./Qu. 7863/3, 280 m a.s.l., 48.125°N/16.20835°E; leg. W. Gutermann: Walter Gutermann 12471 -- Österreich, Niederösterreich, Weinviertel, Waldgebiet (Unterholz) E von Kleinschweinbarth, nordwestl. Abschnitt (ca. 10 km NNW Poysdorf); leg. Grfd./Qu. 7265/2, 280–285 m a.s.l., 48.775°N/16.62502°E; leg. W. Gutermann: Walter Gutermann 17902 -- Österreich, Niederösterreich, Alpenvorland, Traisenfeld NE St. Pölten, Augebiet zwischen Viehofen und Oberradlberg; leg. Grfd./Qu. 7759/4, 250 m a.s.l., 48.225°N/15.62502°E; leg. W. Gutermann: Walter Gutermann 20801 -- Österreich, Burgenland, Mittelburgenland, Berg Eisenberg, Straße zwischen dem Gipfel und dem Ort Eisenberg; leg. Grfd./Qu. 8864/2, 300 m a.s.l., 47.175°N/16.45836°E; leg. Christoph Dobeš: WU s.n. -- Österreich, Niederösterreich, Gahns, Bodenwiese, ca. 3 km NNE vom Bahnhof Payerbach-Reichenau, 1190 m a.s.l., 47.7205556°N/15.878611°E; leg. 24.05.2009 Christoph Dobeš s.n.: W2012-02875

***Potentilla rigoana* Th. Wolf**

Italia, Calabria, vetta del Monte la Mula, 1900–1935 m a.s.l., 39.92658°N/16.1114°E; 21.07.1978 Moraldo B., La Valva, V.: NAP s.n. -- Italia, Calabria, Zagarise, Valle del Capitano, 0639966/4328936, 1580 m a.s.l., 39°N/16.65°E; 08.06.2008 Galesi, R. 35162: CAT 2714, 2714/3, 2714/4 -- Italia, Basilicata, Sella dietro il Papa, 1590 m a.s.l., 40.130402°N/15.833135°E; 08.07.1966 Caputo, G.: NAP s.n. -- Italia, Basilicata, Monte Sirino - Monte Papa, 1800–2000 m a.s.l., 40.130402°N/15.833136°E; Caputo, G.: NAP s.n. -- Italia, Basilicata, Monte del Papa, 40.13°N/15.83°E; 20.07.1994 Caputo, G., Ricciardi, M.: NAP s.n. -- Italia, Campania, Monte Cervati versante Sud, 1800 m a.s.l., 40.2667°N/15.4667°E; 02.06.1987 Santangelo, A.: NAP s.n. -- Italia, Campania, Monte Cervati, cima, 1810 m a.s.l., 40.2667°N/15.4667°E; 02.06.1987 Santangelo, A.: NAP s.n. -- Italia, Campania, sotto il Panormo, 40.4667°N/15.31667°E; 06.06.1973 Ricciardi, M.: NAP s.n. -- Italia, Campania, Monti Alburni, Praticelli sotto Il Panormo, 40.54°N/15.32°E; 06.06.1973 Ricciardi, M.: NAP s.n. -- Italia, Lazio, dalla Valliera al Monte Altino, espos tutte, 1000–1350 m a.s.l., 41.3136°N/13.636°E; 15.05.1982 Moraldo, B.: NAP s.n. -- Italia, Campania, Monte la Gallinola, versante sud sul Lago del Matese, 1700 m a.s.l., 41.3862°N/14.3725°E; 24.07.1984 Banaudi, [F.]: NAP s.n. -- Italia, Campania, Monte la Gallinola, Piano Dellacorte, 1600–1700 m a.s.l., 41.433838°N/14.419991°E; 16.07.1984 Banaudi, [F.]: NAP s.n. -- Italia, Campania, Monte la Gallinola, Piano Della Corte, 41.43384167°N/14.41999167°E; 29.06.1985 Banaudi, [F.]:

Anhang

NAP s.n. -- Italia, Campania, Monte la Gallinola, versante sud sul Lago del Matese, 1700 m a.s.l., 41.43543056°N/14.41260556°E; 24.07.1984 Banaudi,[F.]: NAP s.n. -- Italia, Molise, Pizzone, Presso Pizzone, 1000 m a.s.l., 41.6667°N/14.033°E; 05.05.1990 Conti,F. 25440: APP s.n. -- Italia, Lazio, Monti Ernici, Prati di Campoli (FR), 1150 m a.s.l., 41.77430556°N/13.492394°E; 29.04.2005: RO s.n. -- Italia, Abruzzo, M. Marsicano, pendici meridionali del M. Forcone, Opi, 1600–1800 m a.s.l., 41.783°N/13.83°E; 26.05.1997 Conti,F., Vogt,R. 32867: APP s.n. -- Italia, Lazio, Monti Ernici, Le Camposra Guarcino (FR), 1490 m a.s.l., 41.8°N/13.31667°E; 25.04.1996: RO s.n. -- Italia, Lazio, Campocattino - Monti Ernici (FR), 1600 m a.s.l., 41.83°N/13.33°E; 24.06.1984 Lattanzi: RO s.n. -- Italien, l'Aquila, NE-Hänge des Monte d'Ocre zwischen l'Aquila und Rocca di Cambio, 42.2427191°N/13.0158389°E; 11.05.1972 G. H. Leute: W1972-19282 -- Italia, Abruzzo, Tornimparte, Monte la Serra, 42,296389° N, 13,300833° E, 1400–1600 m a.s.l., 42.30718°N/13.24937°E; 29.04.2007 Conti,F. 26503: APP s.n. -- Italia, Abruzzo, Calascio, Gran Sasso - Lago die Calascio, 1100 m a.s.l., 42.3167°N/13.7°E; 27.03.1997 Conti,F. 18573: APP s.n. -- Italia, Abruzzo, Barisciano, M. della Selva, versante nord-est sopra Valle Augusta, 1300–1440 m a.s.l., 42.325278°N/13.5933°E; 28.04.2004 Torcoletti, S. 19784: RO s.n. -- Italia, Abruzzo, Castel del Monte, Monte Camicia, south east flank above Rifugio Fonte Vetica, X 395822,9/Y 4698314,9, 1600–2000 m a.s.l., 42.367°N/13.7167°E; 21.05.2005 W. Baum et al. 15106: APP s.n. -- Italia, Abruzzo, Pietracamela, Rifugio o Garibaldi, 42.45983°N/13.546067°E; 03.07.1993 Conti,F.: APP s.n. -- Italia, Lazio, Monte Terminilletto, 1800 m a.s.l., 42.4733°N/12.9972°E; 24.06.1972 Caputo,G.: NAP s.n. -- Italia, Lazio, Monte Terminillo - Stassetelli (RI), 1900 m a.s.l., 42.473878°N/12.993536°E; 09.07.1992: RO s.n. -- Italia, Abruzzo, Lago di Campotosto, 1315–1350 m a.s.l., 42.5308°N/12.38°E; 23.05.1999 Conti,F., Tinti,D. 2510: APP s.n. -- Italia, Abruzzo, Crognaleto, Sopra Fonte dell'Orso, 42° 36,561'N, 13° 25,566' E, 1780 m a.s.l., 42.6094°N/13.4261°E; 16.07.2006 Conti,F., Minutillo,F., Tondi,G., Di Pietro,R. 33544: APP s.n. -- Italia, Monte Pozzoni - Cittevale (Ri), 1600 m a.s.l., 42.65°N/13.15°E; 25.07.2009 Del Vico,Roseti: RO s.n. -- Italia, Lazio, Pantani di Accumoli (RI), 1580 m a.s.l., 42.7°N/13.25°E; 08.07.1991: RO s.n. -- Italia, Umbria, Prov. di Perugia, Comm. di Norcia, Castelluccio di Norica, Pian Grande, S of M. Catello (1588) above Inghiottitoio, 1500 m a.s.l., 42.78001944°N/13.18033056°E; leg. L. Mucina -- Italia, Marche, Monte Catria, unmittelbar um die Abzweigung der Stichstraße auf den Gipfel von der Verbindungsstraße Fossato - Cagli, 1370 m a.s.l., 43.469867°N/12.6976167°E; 02.06.2007 Christoph Dobeš: HEID 807666

Anhang

3. Taxonomisch nicht bestimmte Individuen vom Balkan

Kosovo, nahe des Berges Gubavac, nahe der Stadt Pec, 750 m a.s.l., 42.7353°N/20.6092°E; 26.07.1932 Dr. Frant A. Novák: PRC 401582 (gemäß Morphometrie *P. heptaphylla* s.l. zugehörig) -
- Serbia, auf der Südseite des Bergs Strmelica, nahe der Stadt Kraljevo, 450 m a.s.l., 43.723064°N/20.67755°E; 30.07.1926 Dr. Frant A Novák: PRC 401584 (gemäß Morphometrie *P. rigoana* zugehörig) -- Montenegro, auf dem Berg Lovéen, 42.391117°N/18.880447°E; 01.07.1911 Jos. Rohlena: PRC 401590 (gemäß Morphometrie *P. rigoana* zugehörig) -- Montenegro, Berg Zeletin, bei der Stadt Andrijevica, 1700 m a.s.l., 42.733889°N/ 19.791944°E; 03.06.1890 Rohlena: PRC 453108, material authenticum of *Potentilla opaca* var. *subalpina* Th. Wolf (gemäß Morphometrie *P. rigoana* zugehörig)

Anhang

Anhang 2: Liste der 39 morphologischen Merkmale, deren Variation in *Potentilla crantzii*, *P. heptaphylla* s.l und *P. rigoana* erhoben wurde. Für jede Variable wird das Messniveau (metrisch, ordinal, nominal) angeführt, für ordinale und nominale Merkmale außerdem in eckiger Klammer die Klassifizierung der Merkmalsausprägungen und deren Kodierung. Merkmale, die innerhalb einer oder mehrerer Spezies keine Variation aufwiesen, sind durch ein Sternchen markiert “*” (siehe auch Diskussion).

Habitus

Wuchs der vegetativen Triebe: nominal [0 – elongiert wurzelnd; 1 – aufrecht kompakt]

Grundblatt

Anzahl der Blättchen metrisch

Länge des Hauptblättchens metrisch

Anzahl der Zähne des Hauptblättchens metrisch

Breite des Hauptblättchens metrisch

Länge des freien Teils der Nebenblätter metrisch

Breite des freien Teils der Nebenblätter metrisch

Konsistenz der Nebenblätter nominal [1 - krautig-grün; 2 - trockenhäutig]

Länge des Blattstiels metrisch

Winkel Deckhaare-Blattstiel ordinal [1 – 90°- 60°; 2 – 60°- 30°; 3 – 30°- 0°]

Maximale Länge der Deckhaare des Blattstiels metrisch

Deckhaare des Blattstiels auf Epidermissockel* nominal [0 - ja; 1 - nein]

Blattstiel mit Drüsenhaaren* nominal [0 - ja; 1 - nein]

Blütenstand

Anzahl der Stängelblätter metrisch

Länge des Hauptblättchens der Stängelblätter metrisch

Anzahl der Zähne des Hauptblättchens der Stängelblätter metrisch

Breite des Hauptblättchens der Stängelblätter metrisch

Länge der Hauptachse des Blütenstandes metrisch

Gesamtlänge des Blütenstandes metrisch

Anzahl der Blüten metrisch

Insertionshöhe der untersten Seitenachse an der Hauptachse metrisch

Verzweigungsgrad des Blütenstandes metrisch

Anhang

Blüte & Früchtchen

Länge der Kronblätter metrisch

Breite der Kronblätter metrisch

Länge der Kelchblätter metrisch

Breite der Kelchblätter metrisch

Unterseite der Kelchblätter mit Drüsenhaaren nominal [0 - ja; 1 - nein]

Kelchblattrand mit Deckhaaren nominal [0 - ja; 1 - nein]

Länge der Außenkelchblätter metrisch

Breite der Außenkelchblätter metrisch

Unterseite der Außenkelchblätter mit Drüsenhaaren* nominal [0 - ja; 1 - nein]

Oberseite der Außenkelchblätter mit Drüsenhaaren* nominal [0 - ja; 1 - nein]

Außenkelchblattrand mit Deckhaaren nominal [0 - ja; 1 - nein]

Länge der Staubbeutel metrisch

Breite der Staubbeutel metrisch

Länge des Blütenstiels metrisch

Winkel Deckhaare-Blütenstiel ordinal [1 – 90°- 60°; 2 – 60°- 30°; 3 – 30°- 0°]

Maximallänge der Deckhaare des Blütenstiels metrisch

Blütenstiel mit Drüsenhaaren* nominal [0 - ja; 1 - nein]

Anhang

Anhang 3: Beobachtete Begleitarten von *Potentilla rigoana* in 15 Populationen des Mittleren und Südlichen Apennins und deren ökologische Zeigerwerte nach Landolt (1977) (Landolt 1977). T ist die Temperatur, K Kontinentalität, L Licht, F Feuchtigkeit, W Wechselfeuchte, R Bodenreaktion, N Nährstoffe, H Humus und D Bodendurchlüftung (siehe Tabelle 3 für die Ableitung der abiotischen Bedingungen in den Populationen sowie der Zeigerwerte von *P. rigoana*).

Taxon	339 Monte GallinolaPop	340 Sella di PerronePop	342 Valle di CapitanoPop	343 GasperiPop	344 Monte SirinoPop	345 Monte CervatiPop	347 Vetta PanormoPop	348 Monti ErmiciPop	350 Monti AurunciPop	351 Monte GrecoPop	352 Castel del MontPop	356 Monti SibilliniPop	357 TerminilloPop	359 Monte CalvoPop	363 Cima AltaPop			T	K	L	F	R	W	N	H	D	
<i>Achillea sp.</i>	x																										
<i>Acinos alpinus</i>		x			x	x		x		x	x	x		x	x		2	4	4	2	3	1	2	1	1	5	
<i>Aremonia agrimonioides</i>			x														4.5	3	3	3	4	1	3	3	3		
<i>Ajuga tenorii</i>			x																								
<i>Alyssum aff. alpestre</i>														x			x	4	4	1	3	1	1	3	1		
<i>Alyssum alyssoides</i>										x							3.5	4	4	1.5	3	1	2	3	3		
<i>Alyssum diffusum</i>						x								x			x	x	4	2	4	1	1	3	5		
<i>Anchusa barrelieri</i>							x										4.5	3	5	1.5	4	1	2	3	3		
<i>Anthemis montana</i>			x											x			x	4	4	x	3	1	2	3	5		
<i>Anthemis tinctoria</i>										x							4	4	4	1.5	3	1	2	3	3		
<i>Anthoxanthum alpinum</i>						x											1.5	3	4	3	3	1	2	3	3		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	x								x			x					3.5	3	4	3	2	1	2	5	3		
<i>Anthyllis montana</i>						x		x		x			x	x			3.5	4	4	1	5	1	2	3	5		
<i>Anthyllis vulneraria</i>			x			x		x	x			x	x				4	2	4	1.5	4	1	2	3	3		
<i>Arabis ciliata</i>		x															2.5	4	4	3	4	1	2	3	3		
<i>Arabis rosea</i>						x	x										5	3	4	1	3	1	2	1	5		
<i>Arenaria serpyllifolia</i>														x			4	4	4	2	4	2	4	1	5		

Anhang

Taxon	339 Monte GallinolaPop	340 Sella di PerronePop	342 Valle di CapitanoPop	343 GasperiPop	344 Monte SirinoPop	345 Monte CervatiPop	347 Vetta PanormoPop	348 Monti ErniciPop	350 Monti AurunciPop	351 Monte GrecoPop	352 Castel del MontPop	356 Monti SibilliniPop	357 TerminilloPop	359 Monte CalvoPop	363 Cima AltaPop	T	K	L	F	R	W	N	H	D
<i>Armeria sp.</i>											x			x										
<i>Armeria majellensis subsp. ausonia</i>										x														
<i>Asperula aristata</i>								x		x				x		4.5	5	4	1	4	1	2	3	5
<i>Asphodeline lutea</i>						x																		
<i>Aster bellidiastrum</i>													x			2	3	3	3.5	4	3	2	3	1
<i>Astragalus depressus</i>						x										2	4	4	1	4	1	2	3	3
<i>Avena sp.</i>	x																							
<i>Avenula praetutiana</i>	x		x		x		x			x	x		x		x	2.5	3	4	2	2	1	2	3	3
<i>Bellis perennis</i>	x	x	x	x	x	x	x			x				x		3.5	3	4	3	4	1	3	3	3
<i>Biscutella laevigata</i>													x			2	3	4	2.5	4	1	2	3	5
<i>Brachypodium rupestre</i>											x	x	x	x	x	3.5	3	4	2.5	4	3	3	3	1
<i>Brachypodium sylvaticum</i>				x	x											3.5	3	3	3.5	3	2	3	3	3
<i>Bromus erectus</i>				x	x				x	x	x	x	x	x	x	4	4	4	2	4	2	2	3	3
<i>Bromus hordeaceus subsp. molliformis</i>				x							x					3.5	3	4	3	3	2	4	3	3
<i>Bromus inermis</i>				x												4.5	4	4	2	4	2	3	3	3
<i>Bromus secalinus</i>											x					3.5	4	3	3	3	3	3	3	3
<i>Campanula glomerata</i>									x							4	4	4	2	4	2	2	3	3
<i>Campanula rapunculus</i>												x				4.5	4	3	2	3	1	3	3	3
<i>Carex caryophylla</i>	x	x	x		x		x	x	x							3	4	4	2.5	3	1	2	3	3
<i>Carex kitaibeliana</i>					x					x			x											
<i>Carex macrolepis</i>									x					x	x									
<i>Carex spicata</i>				x												3.5	3	4	3	3	3	4	3	3

Anhang

Taxon	339 Monte GallinolaPop	340 Sella di PerronePop	342 Valle di CapitanoPop	343 GasperiPop	344 Monte SirinoPop	345 Monte CervatiPop	347 Vetta PanormoPop	348 Monti ErniciPop	350 Monti AurunciPop	351 Monte GrecoPop	352 Castel del MontPop	356 Monti SibilliniPop	357 TerminilloPop	359 Monte CalvoPop	363 Cima AltaPop		T	K	L	F	R	W	N	H	D
<i>Centaurea cana</i>						x																			
<i>Cerastium aff. arvense</i>											x						x	4	4	2	3	1	3	3	3
<i>Cerastium arvense</i>											x	x	x	x	x		4	4	4	2	4	2	3	3	3
<i>Cerastium brachypetalum</i>		x							x								4.5	2	4	1	4	1	3	3	3
<i>Cerastium glutinosum</i>											x						4.5	2	4	1.5	4	1	3	3	3
<i>Cerastium holosteoides</i>								x									3.5	3	4	3	3	1	4	3	3
<i>Cerastium scaranii</i>		x																							
<i>Cerastium semidecandrum</i>											x						4	4	4	2	3	2	3	3	3
<i>Cerastium tomentosum</i>				x	x	x		x					x	x			4.5	4	4	2	4	1	3	1	5
<i>Cerintho auriculata</i>				x													2.5	3	4	2.5	4	1	4	3	3
<i>Cirsium erisithales</i>					x												2.5	4	2	3.5	4	2	3	3	1
<i>Crepis aurea</i>													x				2	3	4	3	3	1	4	3	3
<i>Crocus sp.</i>	x																								
<i>Cruciata laevipes</i>		x		x	x												3.5	3	3	3	3	1	3	3	3
<i>Cruciata pedemontana</i>											x						4.5	4	3	2	3	1	2	3	3
<i>Cynanchum vincetoxicum</i>		x																							
<i>Cynoglossum magellense</i>									x				x	x											
<i>Cynosurus cristatus</i>												x			x		3	2	4	3	3	1	3	3	1
<i>Cynosurus echinatus</i>				x	x												5	2	4	1	3	1	4	3	3
<i>Cynosurus elegans</i>											x	x													
<i>Dactylis glomerata</i>				x													4	3	4	3	3	1	4	3	3
<i>Dactylorhiza sambucina</i>		x	x			x											3	4	4	2.5	2	3	3	3	1
<i>Daphne alpina</i>									x								3	4	4	1.5	5	1	2	3	5
<i>Dianthus carthusianorum</i>															x		4.5	4	4	1.5	4	1	2	3	3

Anhang

Taxon	339 Monte GallinolaPop	340 Sella di PerronePop	342 Valle di CapitanoPop	343 GasperiPop	344 Monte SirinoPop	345 Monte CervatiPop	347 Vetta PanormoPop	348 Monti ErniciPop	350 Monti AurunciPop	351 Monte GrecoPop	352 Castel del MontPop	356 Monti SibilliniPop	357 TerminilloPop	359 Monte CalvoPop	363 Cima AltaPop		T	K	L	F	R	W	N	H	D
<i>Dianthus sylvestris</i>												x				3	4	5	1	3	1	2	3	5	
<i>Digitalis ferruginea</i>				x																					
<i>Digitalis micrantha</i>													x												
<i>Draba aizoides</i>													x			1.5	3	4	2	5	2	2	1	5	
<i>Edraianthus graminifolius</i>								x					x												
<i>Eryngium campestre</i>												x				5	3	4	1.5	4	1	2	3	3	
<i>Erysimum sp.</i>	x																								
<i>Erysimum aff. sylvestre</i>									x	x				x											
<i>Euphorbia cyparissias</i>										x			x			3	4	3	2	4	1	2	3	3	
<i>Euphorbia myrsinites</i>				x						x			x			3.5	4	4	1.5	4	1	2	3	5	
<i>Euphrasia stricta</i>		x			x						x					3	4	3	1.5	3	1	2	5	3	
<i>Festuca circummediterranea</i>	x	x					x				x					3	4	5	1.5	4	1	2	3	3	
<i>Festuca laevigata s.l.</i>									x	x			x	x											
<i>Festuca macrathera</i>	x								x				x												
<i>Festuca nigrescens s.l.</i> (inkl. <i>F. microphylla</i>)			x		x		x	x								2.5	2	3	2.5	2	2	3	5	1	
<i>Festuca robustifolia</i>									x				x												
<i>Festuca rubra s.l.</i> (inkl. <i>F. juncea</i> , <i>F. asperifolia</i>)				x	x											x	x	3	x	3	2	x	3	1	
<i>Fragaria vesca</i>		x					x		x							3	3	3	3	3	1	3	3	3	
<i>Galium anisophyllum</i>										x						2	3	4	2.5	3	1	2	3	3	
<i>Galium corrudifolium</i>									x		x	x		x	x	5	3	4	1	4	1	2	1	5	
<i>Galium verum</i>			x	x								x				3.5	4	4	2.5	4	3	2	3	1	

Anhang

Taxon	339 Monte GallinolaPop	340 Sella di PerronePop	342 Valle di CapitanoPop	343 GasperiPop	344 Monte SirinoPop	345 Monte CervatiPop	347 Vetta PanormoPop	348 Monti ErniciPop	350 Monti AurunciPop	351 Monte GrecoPop	352 Castel del MontPop	356 Monti SibilliniPop	357 TerminilloPop	359 Monte CalvoPop	363 Cima AltaPop		T	K	L	F	R	W	N	H	D
<i>Genista anglica</i>			x													4.5	1	3	2.5	2	1	2	3	3	
<i>Genistella sagittalis</i>												x				3.5	4	4	2	2	1	2	3	3	
<i>Gentiana lutea</i>										x						2.5	3	4	3	4	1	3	3	3	
<i>Gentiana utriculosa</i>												x				2.5	3	4	4	4	3	2	5	1	
<i>Gentiana verna</i>	x									x						2.5	3	4	3	4	3	2	3	1	
<i>Geranium columbinum</i>			x													4	3	3	2.5	4	1	3	3	3	
<i>Geranium molle</i>				x												4	2	4	2.5	3	1	3	3	3	
<i>Geranium pyrenaicum</i>				x							x					4	2	3	3	3	1	3	3	3	
<i>Geranium sanguineum</i>									x							3.5	4	3	2	4	2	2	3	3	
<i>Geum urbanum</i>				x												3.5	3	2	3.5	3	1	4	3	1	
<i>Globularia cordifolia</i>						x		x	x	x			x	x	x	2.5	4	5	2	5	3	2	1	5	
<i>Globularia punctata</i>									x							4.5	4	4	1.5	5	2	2	3	3	
<i>Helianthemum apenninum</i>														x		4.5	2	4	1	4	1	1	3	5	
<i>Helianthemum nummularium agg.</i>		x	x				x		x			x			x	x	4	4	2	4	1	2	3	3	
<i>Helianthemum oelandicum</i>	x	x				x		x	x				x	x		x	4	5	2	4	1	2	3	5	
<i>Herniaria incana</i>											x					4.5	5	4	1	4	1	4	1	5	
<i>Hieracium bifidum</i>													x			2	4	4	2.5	4	1	2	3	3	
<i>Hieracium hoppeanum</i>														x		2.5	4	4	2	2	1	2	3	3	
<i>Hieracium pilosella</i>		x			x		x	x			x	x		x		3	4	4	2	3	1	2	3	3	
<i>Hippocrepis comosa</i>	x	x			x	x	x	x		x				x	x	3	4	4	2	5	1	2	3	3	
<i>Iberis saxatilis</i>														x		3.5	4	4	1	5	1	2	1	5	
<i>Iberis sp.</i>						x																			
<i>Juniperus communis</i>														x	x	3.5	4	4	2	3	2	2	3	1	

Anhang

Taxon	339 Monte GallinolaPop	340 Sella di PerronePop	342 Valle di CapitanoPop	343 GasperiPop	344 Monte SirinoPop	345 Monte CervatiPop	347 Vetta PanormoPop	348 Monti ErniciPop	350 Monti AurunciPop	351 Monte GrecoPop	352 Castel del MontPop	356 Monti SibilliniPop	357 TerminilloPop	359 Monte CalvoPop	363 Cima AltaPop	T	K	L	F	R	W	N	H	D	
<i>Knautia sp.</i>									x			x													
<i>Koeleria macrantha</i>												x	x			4	4	4	1.5	x	1	2	3	3	
<i>Koeleria pyramidata</i>					x	x	x	x		x	x					3.5	4	4	2	4	2	2	3	3	
<i>Lathyrus nissolia</i>				x												5	4	4	2.5	2	1	3	3	1	
<i>Leontodon autumnalis</i>						x		x								3.5	3	4	3	3	3	3	3	1	
<i>Leontodon cf. anomalus</i>						x																			
<i>Leontodon cichoraceus</i>		x	x	x	x					x					x										
<i>Leontodon hispidus</i>													x	x		3	3	4	2.5	4	2	3	3	1	
<i>Linum carthaticum</i>												x													
<i>Linum flavum</i>	x	x														4	4	4	2	4	1	2	3	3	
<i>Lotus alpinus</i>					x								x			1.5	3	5	3	3	1	3	3	3	
<i>Lotus corniculatus</i>	x		x	x					x		x			x		3	3	4	2.5	3	1	3	3	1	
<i>Luzula multiflora</i>	x	x	x		x		x			x			x			3	3	3	2.5	1	3	2	5	1	
<i>Medicago lupulina</i>	x			x	x					x	x	x		x	x	4	3	3	2	4	1	3	3	3	
<i>Minuartia hybrida agg.</i>											x					4.5	4	4	1.5	x	1	3	3	3	
<i>Minuartia verna</i>						x	x	x		x	x		x	x		3.5	4	5	1	4	1	1	1	5	
<i>Myosotis alpestris</i>	x				x											1.5	3	4	3	4	1	3	3	3	
<i>Myosotis ramosissima</i>											x			x		3.5	4	4	1	4	1	2	3	3	
<i>Narcissus radiiflorus</i>			x													3	2	4	3.5	3	2	4	3	3	
<i>Nardus stricta</i>								x								2.5	3	4	3	2	2	2	3	1	
<i>Onobrychis alba</i>														x											
<i>Onobrychis montana</i>												x				2	4	4	2	5	1	3	3	3	
<i>Ononis pusilla</i>														x		5	4	4	1	4	1	2	3	3	
<i>Orchis ustulata</i>														x		3	4	4	2.5	4	3	2	5	1	

Anhang

Taxon	339 Monte GallinolaPop	340 Sella di PerronePop	342 Valle di CapitanoPop	343 GasperiPop	344 Monte SirinoPop	345 Monte CervatiPop	347 Vetta PanormoPop	348 Monti ErniciPop	350 Monti AurunciPop	351 Monte GrecoPop	352 Castel del MontPop	356 Monti SibilliniPop	357 TerminilloPop	359 Monte CalvoPop	363 Cima AltaPop		T	K	L	F	R	W	N	H	D
<i>Paronychia kapela</i>													x			2	3	5	1.5	4	1	2	1	5	
<i>Pedicularis friderici-augusti</i>	x																								
<i>Peucedanum oreoselinum</i>									x							4.5	4	3	1.5	3	2	2	3	3	
<i>Phleum ambiguum</i>												x		x											
<i>Phleum hirsutum</i>									x							2	3	4	3.5	4	2	3	3	3	
<i>Phyteuma orbiculare</i>													x			2.5	3	4	3	4	2	2	3	3	
<i>Pimpinella saxifraga</i>							x									4	4	4	2	3	1	2	3	3	
<i>Plantago argentea</i>						x										3	5	4	1.5	4	2	3	3	3	
<i>Plantago cynops</i>													x												
<i>Plantago fuscescens</i>									x				x			2	4	4	1.5	3	1	3	3	3	
<i>Plantago holosteum</i>								x						x		4.5	4	5	2	4	1	2	3	3	
<i>Plantago lanceolata</i>		x	x	x	x	x					x	x				3	3	4	2.5	3	2	3	3	3	
<i>Plantago media</i>												x		x		3.5	4	4	2	4	1	3	3	3	
<i>Poa alpina</i>					x	x		x		x			x	x	x	1.5	3	4	3.5	3	1	4	3	3	
<i>Poa bulbosa</i>	x			x												4.5	4	4	1.5	3	1	3	1	3	
<i>Poa pratensis</i>				x												3	3	4	3.5	3	1	4	3	1	
<i>Polygala alpestris</i>	x					x				x			x			2	3	4	3	4	1	2	3	3	
<i>Polygala major</i>									x							4.5	4	4	1.5	4	3	3	3	3	
<i>Polygala nicaeensis</i>														x		4	4	4	1.5	4	1	2	3	3	
<i>Polygala vulgaris</i>			x													3.5	4	4	2	2	3	2	3	3	
<i>Potentilla calabra</i>				x	x																				
<i>Potentilla erecta</i>			x													3	3	3	3	2	3	2	5	1	
<i>Potentilla hirta</i>									x		x					5	3	4	1.5	5	1	2	1	5	

Anhang

Taxon	339 Monte GallinolaPop	340 Sella di PerronePop	342 Valle di CapitanoPop	343 GasperiPop	344 Monte SirinoPop	345 Monte CervatiPop	347 Vetta PanormoPop	348 Monti ErniciPop	350 Monti AurunciPop	351 Monte GrecoPop	352 Castel del MontPop	356 Monti SibilliniPop	357 TerminilloPop	359 Monte CalvoPop	363 Cima AltaPop		T	K	L	F	R	W	N	H	D
<i>Potentilla incana</i>									x								4	5	4	1	4	1	2	1	5
<i>Potentilla micrantha</i>				x	x				x								4.5	4	3	2	3	1	3	3	3
<i>Prunella laciniata</i>		x							x								4.5	3	4	2	4	1	2	3	3
<i>Pseudolysimachion barrelieri</i>									x								4.5	4	4	1.5	4	1	2	3	3
<i>Pteridium aquilinum</i>				x													3	2	3	3	2	3	2	5	1
<i>Ranunculus sp.</i>	x																								
<i>Ranunculus ficaria</i>					x												3.5	2	2	3.5	4	3	4	3	1
<i>Ranunculus gramineus</i>												x		x			4.5	4	4	1	4	1	2	3	3
<i>Ranunculus illyricus</i>				x													4.5	4	4	1.5	4	1	2	3	3
<i>Ranunculus millefoliatus</i>				x	x						x				x										
<i>Ranunculus montanus agg.</i>	x				x	x		x		x			x		x		2	x	3	3	x	1	x	3	3
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>												x			x		3	3	4	3	4	3	3	3	1
<i>Rhinanthus minor</i>												x					3	3	4	3.5	3	3	2	5	1
<i>Rubus idaeus</i>		x					x										3	3	3	3	3	2	4	3	3
<i>Rumex acetosa</i>															x		3.5	3	4	3	3	2	4	3	3
<i>Rumex acetosella</i>		x										x					3	3	4	3	2	2	3	3	5
<i>Rumex alpestris</i>	x																2	3	3	3.5	3	2	4	3	1
<i>Sanguisorba minor</i>				x	x				x								3.5	3	4	2	4	2	2	3	3
<i>Saxifraga granulata</i>															x		4	2	4	2.5	3	2	2	3	3
<i>Scorzonera glastifolia</i>												x													
<i>Sedum acre</i>									x			x		x			3	4	5	1	3	3	2	1	5
<i>Sedum album</i>															x		3	4	4	1	4	3	2	1	5
<i>Senecio doricum subsp.</i>												x													

Anhang

Taxon	339 Monte GallinolaPop	340 Sella di PerronePop	342 Valle di CapitanoPop	343 GasperiPop	344 Monte SirinoPop	345 Monte CervatiPop	347 Vetta PanormoPop	348 Monti ErniciPop	350 Monti AurunciPop	351 Monte GrecoPop	352 Castel del MontPop	356 Monti SibilliniPop	357 TerminilloPop	359 Monte CalvoPop	363 Cima AltaPop		T	K	L	F	R	W	N	H	D
<i>geradii</i>																									
<i>Sesleria tenuifolia</i>													x	x											
<i>Sesleria varia</i>									x		x						2	4	4	2	4	2	2	3	5
<i>Sideritis sicula</i>					x																				
<i>Silene latifolia subsp. alba</i>				x													5	3	3	2	3	1	3	3	3
<i>Silene nutans</i>			x	x											x		3	4	3	2	3	1	2	3	3
<i>Stellaria media</i>				x													3	3	3	3	3	1	4	3	3
<i>Teucrium chamaedrys</i>					x		x		x								4.5	4	3	1.5	4	2	2	3	3
<i>Teucrium montanum</i>									x				x	x			3	4	4	1.5	5	3	2	3	3
<i>Thesium linophyllum</i>									x			x		x			3.5	4	3	1	4	2	2	3	3
<i>Thlaspi praecox</i>	x					x											4.5	4	4	2	5	1	2	3	3
<i>Thymus pulegioides</i>				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		3	4	4	2	3	2	2	3	3
<i>Thymus striatus</i>														x											
<i>Tragopogon pratensis</i>												x					4.5	4	4	3	3	1	3	3	3
<i>Trifolium alpestre</i>												x					4	4	3	1.5	4	2	2	3	3
<i>Trifolium campestre</i>											x				x		4	3	4	2.5	3	3	2	3	3
<i>Trifolium dubium</i>												x					3.5	3	4	2.5	3	3	3	3	3
<i>Trifolium montanum</i>												x	x		x		3	4	4	2	4	2	2	3	3
<i>Trifolium ochroleucum</i>												x			x		4	2	4	2	3	2	2	3	1
<i>Trifolium phleoides</i>											x														
<i>Trifolium pratense</i>								x			x	x	x		x		3.5	3	4	3	3	1	3	3	3
<i>Trifolium repens</i>				x				x			x						3	3	4	3	3	2	4	3	1
<i>Trifolium thalii</i>	x																1.5	3	4	3.5	4	1	3	3	3
<i>Trinia dalechampii</i>	x					x		x		x			x	x											

Anhang

Taxon	339 Monte GallinolaPop	340 Sella di PerronePop	342 Valle di CapitanoPop	343 GasperiPop	344 Monte SirinoPop	345 Monte CervatiPop	347 Vetta PanormoPop	348 Monti ErniciPop	350 Monti AurunciPop	351 Monte GrecoPop	352 Castel del MontPop	356 Monti SibilliniPop	357 TerminilloPop	359 Monte CalvoPop	363 Cima AltaPop		T	K	L	F	R	W	N	H	D
<i>Valeriana tuberosa</i>											x			x		5	4	4	2	4	1	2	3	3	
<i>Verbascum phlomoides</i>											x					4.5	4	4	2	4	1	4	3	3	
<i>Verbascum rotundifolium</i>				x																					
<i>Veronica orsiniana</i> <> <i>prostrata</i>									x																
<i>Veronica serpyllifolia</i>								x								3.5	3	4	3	3	1	4	3	3	
<i>Vicia hirsuta</i>				x												4	3	4	2.5	3	2	3	3	3	
<i>Vicia lathyroides</i>				x												4.5	2	4	1	2	1	1	3	3	
<i>Viola "calcareae"</i>	x			x		x	x	x																	
<i>Xeranthemum inapterum</i>												x				5	5	4	1	3	1	2	3	3	

Anhang

Anhang 4 Geografische Herkunft und Sammelhistorie der untersuchten Populationen von *P. rigoana* (21 Populationen), *P. crantzii* (8), *P. heptaphylla* s.l. (4), und *P. neumanniana* (1) sowie für diese erhobene Daten. N_{ind} : Gesamtzahl der untersuchten Individuen der Population; 2n: somatische Chromosomenzahl; Ploidie: DNA-Ploidie, M: Morphometrie, A: AFLPs, P: Phytosoziologie, und K: Bioklimatische Standortsbedingungen. Zusätzliche morphologisch und öko-geografisch (WorldClim bioklimatische Variablen) untersuchte Herkünfte von *P. crantzii* und *P. heptaphylla* s.l. werden im Anhang 1 aufgelistet. Die Zahl der karyologisch untersuchten Individuen wird in Klammer angeführt.

Population	Individuen	N_{ind}	Geografische Herkunft und Herbarbeleg-Nummern	Seehöhe (m s.m.)	2n	Ploidie	M	A	P	K
<i>P. rigoana</i>										
Pop s.n. Monte Pollino	Ptl4349	1	Italy, Calabria, Monte Pollino, HEID 807485, -807486; W 2012-2199, -2447	2150	14 (1)*	2x (1)				x
Pop212 Monte della Strega	Ptl4971-4975	5	Italy, Marche, between Montelago and the Monte della Strega, HEID 807775 to 807779	990		2x (1)	x	x		x
Pop214 Assergi	Ptl4641-4644, Ptl4650	5	Italy, Abruzzo, Assergi, HEID 807636; W 2012-2166, -2427	1420		4x (1)		x		x
Pop219 Gasperi	Ptl4681-4685	5	Italy, Calabria, Monte Pollino, Refugio de Gasperi, HEID 807643; W 2012-2167, -2428	1560	14 (1)*	2x (1)		x		x
Pop339 Monte Gallinola	Ptl8211–8220	10	Italy, Campania, Monti di Matese, Monte Gallinola, alongside the street leading from the Sella di Perrone to Campitello Matese, W 2012-2419 to -2423	1620	28 (2)***	4x (9), 6x (1)	x		x	x
Pop340 Sella di Perrone	Ptl8221–8223	3	Italy, Campania, Monti di Matese, alongside the street leading from the Sella di Perrone to the Bocca di Selva W 2012-2418	1280		4x (3)	x		x	x
Pop342 Valle di Capitano	Ptl8251–8260	10	Italy, Calabria, Sila Piccola W 2012-2408 to -2412	1580	42 (2)***	5x (1), 6x (9)	x		x	x

Anhang

Pop343 Monte Pollino	Ptl8261–8270	10	Italy, Calabria, Monte Pollino, WSW Colle di Dragone W 2012-2403 to -2407	1540		2x (10)	x		x	x
Pop344 Monte Sirino	Ptl8271–8280	10	Italy, Basilicata, Monte Sirino, N of Lago Laudémio W 2012-2398 to -2402	1520	14 (1)***	2x (5)	x		x	x
Pop345 Monte Cervati 1	Ptl8225–8227	3	Italy, Campania, alongside the southern street leading to the Monte Cervati W 2012-2416 to -2417	1330		2x (3)	x			x
Pop346 Monte Cervati 2	Ptl8281–8290	10	Italy, Campania, Monte Cervati, c. 2 km E of the summit W 2012-2393 to -2397	1830		2x (10)	x		x	x
Pop347 Vetta Panormo	Ptl8241–8243 Ptl8245–8247	6	Italy, Campania, Monti Alburni, between the Vucculo dell'Arena and the Vetta Panormo W 2012-2413 to -2415	1500–1600		2x (6)	x		x	x
Pop348 Monti Ernici	Ptl8301–8310	10	Italy, Lazio, Monti Ernici, Campo Catino, WNW close to the ski resort W 2012-2383 to -2387	1820		4x (9), 6x (1)	x		x	x
Pop350 Monti Aurunci	Ptl8291–8300	10	Italy, Lazio, Monti Aurunci, Monte San Angelo, close to the il Redentore W 2012-2388 to -2392	1260	49 (2)***	7x (10)	x		x	x
Pop351 Monte Greco	Ptl8311–8320	10	Italy, Abruzzo, plain N of the Monte Greco (W of Castel di Sangro) W 2012-2692 to -2696	1990		4x (10)	x		x	x
Pop352 Castel del Monte	Ptl8321–8330	10	Italy, Abruzzo, Castel del Monte W 2012-2687 to -2691	1510		4x (10)	x		x	x
Pop353 Cima Alta	Ptl8331–8340	10	Italy, Abruzzo, Cima Alta W 2012-2682 to -2686	1670		4x (10)	x		x	x
Pop356 Monti Sibillini	Ptl8351–8360	10	Italy, Marche, Monti Sibillini, Fossa Canapine W 2012-2681, -2706 to -2709	1550		4x (9), 5x (1)	x		x	x
Pop357 Terminillo	Ptl8361–8370	10	Italy, Lazio, Monti Reatini, Terminillo, W of the street leading to Campoforogna W 2012-2701 to -2705	1900		4x (10)	x		x	x

Anhang

Pop358 Monte Orsello	Ptl8371-8380	10	Italy, Abruzzo, Monte Orsello NW, alongside the street leading to Campo Felice W 2012-2697 to -2700, -2731	1350		4x (10)	x			x
Pop359 Monte Calvo	Ptl8381-8390	10	Italy, Abruzzo, Monte Calvo, c. 0.5 km N of the transmitter W 2012-2726 to -2730	1530		4x (10)	x		x	x
<i>P. crantzii</i>										
Pop76 Hebertaljoch	Ptl4011-4013, Ptl4015, Ptl4020	5	Austria, Nordtirol, between Lähn and Daniel, at Hebertaljoch, HEID 806908 to 806913, 806915, 806916, 806921, 806922	2048				x		x
Pop80 Rotmoostal	Ptl4434-4438	5	Austria, Nordtirol, Rotmoostal S of Obergurgl,	2294				x		x
Pop109 Passo del Vivione	Ptl4371-4375	5	Italy, Lombardia, on the road to Passo del Vivione, HEID 807501 to 807506	1690				x		x
Pop110 Passo della Presolana	Ptl4471-4475	5	Italy, Lombardia, Presolana, Passo della Presolana, HEID 807556 to 807561	1300				x		x
Pop184 Mangart saddle	Ptl4231-4233, Ptl4235	4	Slovenia, Gorenjska, Mangart saddle, HEID 807309 to 807313, 807315, 807316	2056	4x (1)*			x		
Pop209 Monte Catria	Ptl4941-4945	5	Italy, Marche, Monte Catria, on the road Fossato - Cagli at the junction to the peak, HEID 807771	1440				x		x
Pop215 Monte Portella	Ptl4651-4655	5	Italy, Abruzzo, between Campo Imperatore and Monte Portella, HEID 807637 to 807639	2340				x		x
Pop244 Grand Coyer	Ptl7031-7035	5	France, Alpes-de-Haute-Provence, between Grand Coyer and Sommet du Carton, HEID 805825 to 805832	2250				x		x
<i>P. heptaphylla s.l.</i>										
Pop46 Melk	Ptl3921-3925	5	Austria, Niederösterreich, Wachberg, c. 1.6 km E of Melk railway station, HEID 805657 to 805666	240	2x (1)*			x		x

Anhang

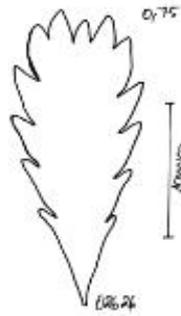
Pop158 Kobjeglava	PtI5551-5555, -5561	6	Slovenia, Primorska, Kras, between Kobjeglava and Gabrovica pri Komnu, HEID 805757	275				x		x
Pop235 Schanzenberg	PtI3400-3404	5	Germany, Hessen, Schanzenberg, 2km S from Korbach, HEID 805120 to 805122; W 2012-2358 to -2362	350	2x (1)*			x		x
Pop285 Plešovica	PtI6261-6265, -6268	5	Slovakia, Žilinský kraj, Plešovica, 0.5 km SW of Blatnica, HEID 806218-806221; W 2012-2303, -2304, -2306, -2434 to -2436	507	2x (1)**			x		x
<i>P. neumanniana</i>										
Pop111 Lago di Gaiano	PtI4391-4396	6	Italy, Lombardia, at Lago di Gaiano (W of Lago d'Iseo), HEID 807528 to 807537; W 2012-2290, -2291	350	4x (2), 5x (2), 6x (1)*			x		

*Dobeš et al 2012 , ** Striegel & Paule J. 2007 *** Julia Rossa & Christoph Dobeš

Grundblättchenformen



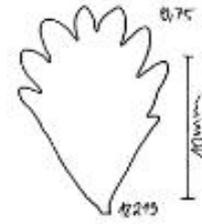
P. crantzii_2034



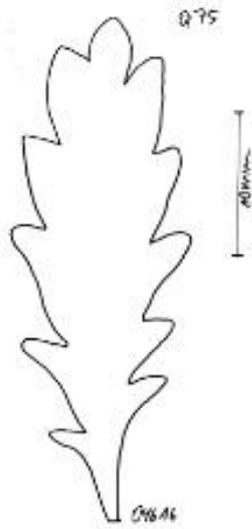
P. crantzii_02626



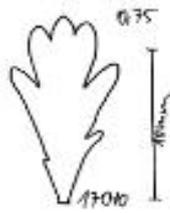
P. crantzii_07809



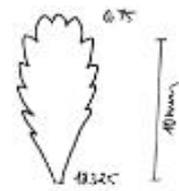
P. crantzii_18219



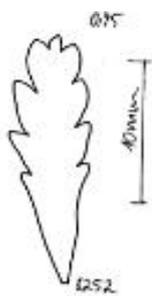
P. heptaphylla_04616



P. heptaphylla_17070



P. heptaphylla_18325



P. rigoana_8252



P. rigoana_8328



P. rigoana_8371



P. rigoana_8390

Curriculum Vitae

Curriculum Vitae

Name: Julia Rossa

Adresse: Antonigasse 90, Tür 9
1180 Wien
Österreich

Email: julia.rossa@chello.at

Handy-Nr. : +43 699 19245849

Geburtsdatum: 05. 02. 1981

Staatsangehörigkeit: Deutsch

Hochschulbildung: seit **10 / 2006** Pharmaziestudium Universität Wien
10 / 2002 - 01 / 2004 Jurastudium Universität Rostock

Berufsausbildung: **02 / 2004 - 01 / 2006** Ausbildung zur Bankkauffrau
Hamburger Sparkasse

Schulbildung: Abitur **2002**
09 / 1999 - 06 / 2002 Oberschule zum Dom, Lübeck
09 / 1998 - 06 / 1999 Lycée Carcouët, Nantes, Frankreich
09 / 1992 - 06 / 1998 Lauenburgische Gelehrtenschule, Ratzeburg
09 / 1988 - 06 / 1992 Grundschule Tanneck, Mölln

Berufserfahrung: seit **12 / 2012** studentische Aushilfe Ameis-Apotheke, Wien
08 / 2012: 4-wöchiges Ferialpraktikum Ameis-Apotheke, Wien
08 / 2008: 4-wöchige Famulatur Krankenhaus-Apotheke des St.-Adolf-Stifts,
Reinbek (Hamburg)
07 / 2008: 4-wöchige Famulatur Buntenskamp-Apotheke, Geesthacht
03 / 2008: – 05 / 2012 Servicekraft Table-Service-Team, Wien
seit **09 / 2006** in den Semesterferien regelmäßig Aushilfe Buntenskamp-
Apotheke in Geesthacht
02 / 2006 - 09 / 2006: Tätigkeit als Bankkauffrau, Hamburger Sparkasse

Sprachen: Deutsch, Französisch, Englisch



Wien, am 16.05.2013