Veröff. Bochumer Bot. Ver.	8(8)	76–99	2016

Zwischen *Geranium purpureum* und *Geranium robertianum* vermittelnde Sippen in Aachen*

F. WOLFGANG BOMBLE

Kurzfassung

Über das Vorkommen stabilisierter Zwischenformen zwischen *Geranium purpureum* und *G. robertianum* in Aachen wird berichtet. Sie entsprechen im Habitus, in der Pollengröße sowie in der Farbe der Staubbeutel *G. purpureum*, unterscheiden sich aber in Kronblattfarbe und -maßen, Kelchfarbe und -behaarung sowie der Fruchtoberfläche. Es handelt sich offenbar um durch introgressive Hybridisation von *G. robertianum* in *G. purpureum* entstandene Sippen, die als *G. urbanum* und *G. alboroseum* neu beschrieben werden. Aufgrund der Pollengröße ist eine (annähernd) diploide Chromosomenzahl zu erwarten. Selten konnten intermediäre Hybriden *G. purpureum* × *G. robertianum* und *G. urbanum* × *G. robertianum* beobachtet werden, die heterogen große Pollenkörner ausbilden, keine reifen Früchte bilden und vermutlich triploid sind.

Abstract: Taxa with characters between *Geranium purpureum* and *Geranium robertianum* in Aachen (North-Rhine Westphalia, Germany)

Occurrences of stabilized taxa between *Geranium purpureum* and *G. robertianum* in Aachen are reported. **Habit**, diameter of pollen grains and the colour of the anthers of these taxa correspond to the characters of *G. purpureum*, but differ in petal colour and size, calyx color and hairs, and the fruit surface. These taxa apparently originated from an introgression of characters of *G. robertianum* in *G. purpureum* and are described **as new species**, *G. urbanum* and *G. alboroseum*. Because of the average size of pollen grains, both species seem to be (nearly) diploid. Rare intermediate hybrids *G. purpureum* × *G. robertianum* and *G. urbanum* × *G. robertianum* build pollen grains of different size, no ripe fruits and are probably triploid.

1 Einleitung

In den letzten Jahren hat sich das mit dem heimischen *Geranium robertianum* nah verwandte, mediterrane *G. purpureum* nach Mitteleuropa ausgebreitet. Die Einwanderung entlang des Bahnnetzes im südwestlichen Deutschland schildern HÜGIN & al. (1995). Heute ist *G. purpureum* auch in Nordrhein-Westfalen entlang von Bahnlinien weiträumig verbreitet. *G. purpureum* ist diploid und *G. robertianum* tetraploid. Beide Arten sind morphologisch gut unterscheidbar, bei abweichenden Standortmodifikationen kann es aber zu Bestimmungsschwierigkeiten kommen.

Immer wieder wird von Hybriden zwischen dem in Mitteleuropa ursprünglichen *Geranium robertianum* und dem früher mediterranen *G. purpureum* berichtet. Ausführliche Informationen über mögliche Introgressionen gibt BAKER (1955, 1956). O'MAHONY (2015) stellt die aktuelle Kenntnislage über die Hybridisation beider Arten auf den Britischen Inseln ausführlich dar.

BOMBLE (2014) erwähnt mögliche Hybriden in Aachen. Seitdem konnten weitere Vorkommen nachgewiesen werden. Dabei handelt es sich hauptsächlich nicht um einzelne intermediäre Pflanzen, sondern um Populationen, die man ohne genauere Untersuchung für *Geranium purpureum* halten würde, die aber bei näherer Betrachtung Anklänge an *G. robertianum* zeigen. Die Fragestellung ist demnach, ob es sich hierbei um Introgressionen von *G. robertianum* in *G. purpureum* handelt. Dies ist das wesentliche Thema dieser Arbeit.

2 Methoden

Im Stadtgebiet Aachen aufgefundene Populationen des Formenkreises um *Geranium purpureum* und *G. robertianum* wurden intensiv morphologisch untersucht. Neben Freilandbeobachtungen (inkl. fotografischer Dokumentation) wurden Messungen der Kronblätter, der Haare am Kelch, der Fruchtklappen und der Pollenkörner vorgenommen. Bei der Vermessung von Merkmalen im Blütenbereich wurden jeweils ein bis zwei Kronblätter von einer (bis

* Veröffentlicht am 05.12.2016, außerdem erschienen im Jahrb. Bochumer Bot. Ver. 8: 48–71 (2017).

drei) Blüte(n) einer Pflanze im frischen Zustand untersucht. Dabei wurden von einem flach gedrückten Kronblatt jeweils die Länge und Breite der Platte sowie die Länge des Nagels gemessen und daraus die Gesamtlänge berechnet. Als Grenze zwischen Platte und Nagel wurde der randliche "Knick" zwischen Platte und Nagel genommen (nicht die Grenze zwischen den farbigen und weitgehend farblosen Teilen). Gemessen wurden ebenfalls die Länge der längsten Haare und Breite der breitesten Haare am Kelch – dabei handelt es sich um Extremwerte der untersuchten Kelche, nicht um Durchschnittswerte! Die dargestellten Messergebnisse der Fruchtklappen sind Mittelwerte von 3–5 gut entwickelten Teilfrüchten einer Frucht. Bei den Pollenmessungen wurden die Pollenkörner von Herbarbelegen in Wasser gemessen und der mittlere Durchmesser berechnet.

3 *Geranium purpureum*

Geranium purpureum (Abb. 1–4, 47a, 48a, 49a, 53 Spalten 1 & 2) ist in typischer Form weitgehend einheitlich, nicht nur wie im Rheinland beobachtet, sondern auch in anderen Regionen Mitteleuropas, wie der Verfasser Beschreibungen und Abbildungen entnehmen konnte. Die wesentlichen Merkmale der Art nennen (wie die gängigen Floren, aber darüber hinausgehend) HÜGIN & al. (1995): Vegetative Merkmale sind zwar unterschiedlich, eignen sich aber wenig zur exakten Unterscheidung. Die Blüten sind klein und dunkel pink (Abb. 1, 3 & 4). Die Kelchblätter weisen (fast) nur kurze Drüsenhaare auf. Die Blüten- und Fruchtstiele sind deutlicher verdickt. Der breitbauchige Kelch hat wenig Tendenz zur Rotfärbung und bleibt meist grün. Die kleinen Staubbeutel sind gelb (Abb. 47a). Die Pollenkörner sind klein.

Die Oberflächenskulptur der Fruchtklappen, speziell die Anzahl der Querringe an der Spitze, wird oft als charakteristisch genannt, was HÜGIN & al. (1995) wegen großer Variabilität in Frage stellen und unter den Fruchtmerkmalen allenfalls recht breite Fruchtklappen als charakteristisches Fruchtmerkmal akzeptieren. Breite Fruchtklappen konnte BOMBLE (2014) als typisch für *Geranium purpureum* bestätigen. Sie sind aber nach den vorliegenden Untersuchungen (s. Kap. 7.2) nur als Tendenzmerkmal verwendbar. Das Abzählen der Querringe an der Spitze der Fruchtklappen ist wenig zuverlässig. Deren Anzahl ist manchmal kaum zu ermitteln, da nicht zu entscheiden ist, ob noch ein Querring oder ein anderer Teil der Maserung vorliegt. Dennoch ist auch die Fruchtoberfläche von *G. purpureum* deutlich von der von *G. robertianum* verschieden. Diese schwierig zu beschreibenden Unterschiede erlauben es durchaus, beide Arten zu differenzieren (vgl. Kap. 7.2).

Das von HÜGIN & al. (1995) dargestellte Merkmalsspektrum kann im Untersuchungsgebiet weitgehend bestätigt werden. Zu beachten ist jedoch eine deutliche modifikative Beeinflussbarkeit der Merkmale. Während kleine Blütenmaße typisch für Pflanzen auf Bahnschotter sind, haben die Blüten von Pflanzen an besser mit Feuchtigkeit versorgten und weniger besonnten Säumen größere Dimensionen. So muss man Größenangaben bei einem erweiterten Standortspektrum relativieren. Dennoch bleiben sie in den meisten Fällen zuverlässig. Selten konnten auf Bahnschotter hellere Blüten beobachtet werden (vgl. BOMBLE 2014: Abb. 56). Diese Merkmalsabweichung ist ebenfalls modifikativ bedingt: Nachkommen dieser Population bildeten in Kultur normal gefärbte Blüten. Zu Abweichungen der absoluten Messwerte gegenüber einigen Floren und HÜGIN & al. (1995) vgl. Kap. 9.

Geranium purpureum ist im Aachener Stadtgebiet an allen größeren Bahnlinien vertreten. An Nebenstrecken fehlt die Art teilweise noch. Nach Beobachtungen von F. W. BOMBLE und B. G. A. SCHMITZ (vgl. auch F. W. BOMBLE & B. G. A. SCHMITZ in BOMBLE 2014) verlässt die Art zunehmend die Gleise und besiedelt Straßenränder, Gebüschsäume, Friedhöfe und ähnliche Standorte.

Abb. 1: *Geranium purpureum*, charakteristische Blütenmerkmale: kräftig pinke Kronblätter und Kelche ausschließlich mit kurzen Drüsenhaaren (Weißenburger Straße, Aachen/NRW, 01.05.2014, F. W. BOMBLE).

Abb. 2: *Geranium purpureum*, Kelche mit (recht) kurzen Drüsenhaaren (Pommern, Landkreis Cochem-Zell/RLP, 23.04.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 3 & 4: *Geranium purpureum*, kräftige Pflanzen mit modifikativ größeren Blüten an Saumstandort (Eisenbahnweg, Aachen/NRW, 02.06.2013, F. W. BOMBLE).

4 Primärhybriden *Geranium purpureum* × *G. robertianum*

An mehreren Stellen in Aachen und Umgebung kommen *Geranium purpureum* und *G. robertianum* in Kontakt. An der Bahnlinie von Aachen zum belgischen Gemmenich ist das an der Bleiberger Straße und am Gemmenicher Weg der Fall (beides 5202/14, F. W. BOMBLE). An diesen Stellen konnten in den Kontaktbereichen eine bzw. drei Pflanzen mit vermittelnder Blütengröße, teilweise hellen Staubbeuteln und insbesondere auch vermittelnder Blattgestalt gefunden werden. Eine nähere Untersuchung dieser Hybriden (Abb. 5–16) zeigt sehr heterogen große Pollenkörner (Abb. 16), während die Eltern (und die stabilen vermittelnden Sippen, s. u.) einheitlich große Pollenkörner aufweisen. Besonders markant sind die Pflanzen zur beginnenden Fruchtreife von *G. purpureum*. Dann fallen sie durch schlanke Kelche mit einer vermittelnden Farbe und fehlender Fruchtbildung auf (im Untersuchungsgebiet; nach O'MAHONY (2015) normalerweise ohne, jedoch ausnahmsweise einzelne Blüten mit Fruchtbildung). Um dies zu beurteilen, muss man nicht auf die fehlende Ausbildung reifer Früchte warten. Schon vorher ist zu erkennen, dass sich der Schnabel im

Gegensatz zu den Eltern nicht oder kaum verlängert (Abb. 15). Die Blütenfarbe der Elternart *G. robertianum* ist variabel. Dennoch ist eine vermittelnde "Hybridfarbe" an gemeinsamen Standorten ein weiteres auffallendes Merkmal (Abb. 5–6, 8–10, 13) der Hybriden. Insgesamt ähneln diese offenbar triploiden Primärhybriden *G. purpureum* × *G. robertianum* eher *G. robertianum* und sind bei oberflächlicher Betrachtung kaum von diesem zu unterschieden (vgl. auch O'MAHONY 2015: 153: "normally have flowers identical with those of *Geranium robertianum*").

Ein weiteres Vorkommen mit drei Pflanzen von *Geranium purpureum* × *G. robertianum* gemeinsam mit den Eltern konnte in Stolberg-Unterstolberg (5203/12, F. W. BOMBLE & H. WOLGARTEN) an einer Bahnlinie und einem benachbarten Fußweg gefunden werden. Merkmalsmäßig stimmen die Pflanzen mit denen aus Aachen überein.

Bisher war *Geranium purpureum* × *G. robertianum* in Nordrhein-Westfalen nur durch einen Nachweis von LOOS in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN (2010) vom Bochumer Hauptbahnhof bekannt. MEIEROTT (2008) und offenbar in Folge BUTTLER, THIEME & al. (2016) nennen die Hybride als fraglich für Bayern. BUTTLER, THIEME & al. (2016) erwähnen sie aus keinem weiteren Bundesland. Für die Niederlande verzeichnen NDFF & FLORON (2016) nur zwei benachbarte Rasterfeldnachweise von *G. purpureum* × *G. robertianum* aus dem Südwesten des Landes. Aufgrund der Beobachtungen im Aachener Raum ist davon auszugehen, dass die Hybride in Mitteleuropa an gemeinsamen Wuchsorten der Eltern bei gezielter Suche regelmäßig gefunden werden kann.

Abb. 5 & 6: *Geranium purpureum* × *G. robertianum* ähnelt im Habitus und in den Blüten *G. robertianum* (Gemmenicher Weg, Aachen/NRW, 16.05.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 7: *Geranium purpureum* × *G. robertianum* (Bleiberger Straße, Aachen/NRW, 05.06.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 8: *Geranium purpureum* × *G. robertianum*, Blüte mit vermittelnder Hybridfarbe der Kronblätter und recht hellen Staubbeuteln (Gemmenicher Weg, Aachen/NRW, 16.05.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 9 & 10: *Geranium purpureum* × *G. robertianum*, Blüten mit hellen, teilweise etwas gelblichen Staubbeuteln und spreizenden Griffelästen (Gemmenicher Weg, Aachen/NRW, 05.06.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 11 & 12: *Geranium purpureum* × *G. robertianum* mit Kelchen, die in Farbe und Behaarung mal mehr der einen und mal der anderen Elternart ähneln (Bleiberger Straße, Aachen/NRW, 05.06.2016 & Gemmenicher Weg, Aachen/NRW, 16.05.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 13: *Geranium purpureum* × *G. robertianum*, Blüte mit typisch gefärbten Kronblättern, recht hellen Staubbeuteln und zwischen den Eltern vermittelnden Kelchen (Stolberg-Unterstolberg, Städteregion Aachen/NRW, 18.06.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 14: *Geranium purpureum* × *G. robertianum*, Blatt (Bleiberger Straße, Aachen/NRW, 05.06.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 15: *Geranium purpureum* × *G. robertianum*, die Fruchtkelche vermitteln farblich und in der Rippung zwischen den Eltern; eine schlanke Gestalt der Kelche und nur wenig verlängerte Fruchtschnäbel sind Anzeichen von Sterilität (Bleiberger Straße, Aachen/NRW, 22.06.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 16: *Geranium purpureum* × *G. robertianum*, Staubbeutel mit unterschiedlich großen Pollenkörnern (Herbarbeleg: Bleiberger Straße, Aachen/NRW, leg. 16.05.2016, 02.06.2016, F. W. BOMBLE).

O'MAHONY (2015) nennt eine weitere herausragende Eigenschaft der Hybride: Im Gegensatz zu den Eltern, deren Antheren bald viel Pollen an die noch aufrechten Griffeläste übertragen, öffnen sich die fertilen Staubbeutel der Hybride zögernd und übertragen wenig Pollen an die zurückgebogenen Griffeläste. Dies kann im Gebiet bestätigt werden (vgl. Abb. 9 & 10), nicht jedoch das von O'MAHONY (2015) dargestellte Auftreten von hyalinen, abortierten Staubbeuteln.

Mehrfach konnte der Verfasser einzelne Pflanzen von *Geranium robertianum* mit gelblichen Staubbeuteln finden. Dies betrifft auch Populationen, bei denen eine aktuelle Hybridisierung mit *G. purpureum* ausgeschlossen werden kann, z. B. an naturnahen Standorten, in deren weiterer Umgebung *G. purpureum* vollkommen fehlt. An unterschiedlichen Standorten waren 2016 unter typischen Pflanzen drei kleinblütig mit teilweise deformierten, gelben Staubbeuteln. Mehrfach konnten bei anderen Pflanzen in einer Blüte sowohl gelbe als auch typisch gefärbte Staubbeutel beobachtet werden. Es hat den Anschein, dass ein Übergang zu kleinen Blüten mit (teilweise) gelben Staubbeuteln besonders an beschatteten Standorten auftritt. Bei Pflanzen mit gelblichen Staubbeuteln ist deswegen grundsätzlich Vorsicht geboten – sie sollten auch an möglichen Wuchsorten von Hybriden nicht vorschnell als solche interpretiert werden (vgl. auch BAKER 1956).

5 Zwei *Geranium purpureum* nahe stehende Sippen

Von *Geranium purpureum* abweichende, auf den ersten Blick aber dieser Art sehr ähnliche Pflanzen konnte der Verfasser an mehreren Stellen in Aachen beobachten. Sie unterscheiden sich von *G. purpureum* am deutlichsten durch kräftige Kelchhaare. Da auch andere Merkmale Tendenzen in Richtung *G. robertianum* zeigen, liegt die Hypothese nahe, dass es sich um durch Introgression von *G. robertianum* in *G. purpureum* entstandene Sippen handelt.

Geranium purpureum und *G. robertianum* sind weitgehend autogam (BAKER 1955, 1956). Wie stabil einzelne Morphotypen bleiben, kann man im Untersuchungsgebiet gut an einheitlichen Lokalpopulationen von *G. robertianum* nachvollziehen. Hier ist speziell eine weit verbreitete weiß blühende Sippe zu nennen. LOOS (1997) sieht in autogamen Formenkreisen analog zu apomiktischen Formenkreisen ein enges Artverständnis als angemessen an. Dieser Auffassung stimmt der Verfasser zu und fasst stabilisierte Sippen mit eigenständiger Merkmalskombination in autogamen Formenkreisen als nah verwandte Arten auf.

Unter den untypischen *Geranium purpureum* nahe stehenden Pflanzen lassen sich zwei stabile Sippen unterscheiden. In den Merkmalen, die zwischen *G. purpureum* und *G. robertianum* vermitteln, insbesondere der Behaarung der Kelche und der Länge der Kronblätter, sind beide einander ähnlich. Sie unterscheiden sich u. a. in der Blüten- und Blattfarbe sowie der Breite der Platte der Kronblätter. Sie werden im Folgenden ausführlich vorgestellt und als neue Arten beschrieben.

5.1 *Geranium urbanum*

Von den beiden stabilen, vermittelnden Sippen ist eine deutlich rosa blühende Sippe häufiger zu finden.

***Geranium urbanum* BOMBLE spec. nov.**

Description: Similar to *Geranium purpureum*, but different in some characters, which mediate to *Geranium robertianum*: calyxes narrower with more tendencies to red coloration and some long hairs up to 3,4 mm long and 0,12 mm wide, petals lighter colored, medium pink, with narrow plate.

Holotypus: Germany, Aachen: 5202/12 – Schinkelstraße, Gebüschrand, BOMBLE 16052801, MSTR-173559 – leg. F. W. BOMBLE 28.05.2016.

Isotypus: Germany, Aachen: 5202/12 – Schinkelstraße, Gebüschrand, BOMBLE 16052802, MSTR-173560 – leg. F. W. BOMBLE 28.05.2016.

Der Name bezieht sich auf bisher ausschließliche Vorkommen im Siedlungsbereich von Aachen und verdeutlicht damit einen starken Bezug zum Lebensraum(komplex) Stadt.

Geranium urbanum (Abb. 17–26) ähnelt auf den ersten Blick *G. purpureum*. Es ist unter gleichen Bedingungen etwas kräftiger als diese Art und kann an optimalen Standorten kräftige, buschige Pflanzen bilden. Die Blätter sind mittelgrün (Abb. 17–19) und werden unter xerothermen Bedingungen kaum rötlich. Die Blüten sind so groß oder etwas größer als die von *G. purpureum* (Abb. 47). Die Kronblätter sind auffallend schmaler und heller gefärbt (Abb. 18, 20–23, 47). Wie die Primärhybride *G. purpureum* × *G. robertianum* fällt *G. urbanum* im Gelände durch eine "Hybridfarbe" der Kronblätter auf. Die Kelche (Abb. 20–22, 24) sind schmaler als die von *G. purpureum* und ähneln in Farbe, Form und Rippung denen von *G. robertianum* (Abb. 48 & 49). Sie weisen neben kurzen Drüsenhaaren einige bis viele kräftige, lange Haare auf (Abb. 19–24, 48b, 49b). Der Fruchtstiel ist weniger verdickt als bei *G. purpureum* (Abb. 24). Die Staubbeutel sind gelb mit normal entwickelten, gleichmäßig großen Pollenkörnern (Abb. 47b). Die Fruchtklappen ähneln denen von *G. purpureum* (Abb. 25 & 26, 53 Spalten 3 & 4).

Geranium urbanum ist bisher ausschließlich aus dem Stadtgebiet Aachen bekannt. Die Art konnte an weit verstreuten Orten gefunden werden, meist an oder in der Nähe von Bahnlinien, aber auch abseits von Bahnstrecken. Fundorte von *G. urbanum*: Schinkelstraße (Typuslokalität: 5202/12, größerer Bestand, 2013–2016, F. W. BOMBLE), Turmstraße (5202/12, eine Pflanze, 2014, F. W. BOMBLE), Roermonder Straße (5202/12, großer Bestand, 2014–2016, F. W. BOMBLE nach Hinweis von B. G. A. SCHMITZ auf große Vorkommen von *G. purpureum* s. l.), Hörnhang (5202/12, wenige Pflanzen, 2014–2015, F. W. BOMBLE), Bendplatz (5202/12, großer Bestand, 2016, F. W. BOMBLE), zwischen Bahnhof Rothe Erde und Friedhof Hüls an mehreren Stellen an Straßen entlang der Bahnlinie (5202/21, /22, /23, größere Bestände und Einzelpflanzen, 2014–2016, F. W. BOMBLE).

Nach bisheriger Kenntnis ist die Ökologie von *Geranium urbanum* in Aachen ähnlich der von *G. purpureum* außerhalb der direkten Bahntrassen. *G. urbanum* konnte bisher noch nicht auf Bahnschotter beobachtet werden; aufgrund mehrerer Vorkommen direkt neben Bahnlinien ist davon auszugehen, dass diese dennoch zumindest selten besiedelt werden. Die Standorte

von *G. urbanum* sind ruderale, frische, z. T. etwas beschattete Säume künstlicher Gehölze und Mauern. Es handelt sich somit um Standorte, die einer Verschiebung der Wuchsorte von *G. robertianum* in offenere, ruderalere und wärmere Bedingungen entsprechen. An einzelnen Stellen besiedelt *G. purpureum* in Aachen deutlich weniger extreme und naturnähere Stellen als die hybridogene Sippe. Beispiele sind nährstoffreiche, naturnahe Gebüschsäume an Straßenrändern, d. h. an Wuchsorten, die ähnlich auch von *G. robertianum* besiedelt werden. Demgegenüber ist *G. urbanum* (noch?) ein Besiedler stark anthropogen beeinflusster Saumstandorte im Siedlungsbereich, offenbar ruderaler als *G. purpureum* und *G. robertianum*, aber in der Wärmegunst der Standorte zwischen beiden stehend.

Im Garten des Verfassers zeigte *G. urbanum* ausgehend von Vergleichskulturen eine stärkere Tendenz zur Ansiedlung als *G. purpureum* und *G. robertianum*. Zusammen mit der im Gelände zu beobachtenden Ökologie und Verbreitung kann man feststellen, dass es zumindest im Siedlungsraum eine eigene ökologische Nische für weitere Sippen gibt, also anscheinend "zwischen den Nischen der Elternarten in Mitteleuropa noch etwas Platz ist". Von einer weiteren Ausbreitung und großräumigeren Etablierung ist auszugehen.

Abb. 17: *Geranium urbanum*, Habitus (Weißenburger Straße, Aachen/NRW, 01.05.2014, F. W. BOMBLE).

Abb. 18: *Geranium urbanum*, Habitus (Schinkelstraße, Aachen/NRW, 19.05.2013, F. W. BOMBLE).

Abb. 19: *Geranium urbanum*, Habitus (Weißenburger Straße, Aachen/NRW, 19.05.2013, F. W. BOMBLE).

Abb. 20: *Geranium urbanum* mit helleren (Hybridfarbe!) und schmaleren Kronblättern, kräftig lang behaarten Kelchen, die in Rippung und Farbe gegen *G. robertianum* vermitteln (Schinkelstraße, Aachen/NRW, 02.06.2013, F. W. BOMBLE).

Abb. 21: *Geranium urbanum*, Blüten und Fruchtkelche (Weißenburger Straße, Aachen/NRW, 01.05.2014, F. W. BOMBLE).

Abb. 22: *Geranium urbanum*, Blüte und junge Fruchtkelche (Schinkelstraße, Aachen/NRW, 19.05.2013, F. W. BOMBLE).

Abb. 23: *Geranium urbanum*, Blüte und Kelche mit recht vielen kräftigen, längeren Drüsenhaaren (Weißenburger Straße, Aachen/NRW, 01.05.2014, F. W. BOMBLE).

Abb. 24: *Geranium urbanum*, Fruchtkelche mit recht vielen kräftigen, längeren Drüsenhaaren. (Schinkelstraße, Aachen/NRW, 02.06.2013, F. W. BOMBLE).

Abb. 25: *Geranium urbanum*, kräftig behaarte Fruchtklappen (Schinkelstraße, Aachen/NRW, 22.06.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 26: *Geranium urbanum*, kahle, recht schlanke Fruchtklappen (Schinkelstraße, Aachen/NRW, 07.07.2013, F. W. BOMBLE).

5.2 *Geranium alboroseum*

Die andere stabile, vermittelnde Sippe blüht zartrosa bis weißlich und ist deutlich seltener.

***Geranium alboroseum* BOMBLE spec. nov.**

Description: Similar to *Geranium purpureum*, but different in calyxes with some long hairs, which are at least 2 mm long and 0,075 mm wide, very light pink, almost white flowers and lighter green leaves. Similar to *Geranium urbanum*, but with very light pink, almost white flowers, petals with a relative wide plate and lighter green leaves.

Holotypus: Germany, Aachen: 5202/23 – Zollamtstraße, ruderaler Gebüschrand, BOMBLE 16052502, MSTR-173567 – leg. F. W. BOMBLE 25.05.2016.

Isotypen: Germany, Aachen: 5202/23 – Zollamtstraße, ruderaler Gebüschrand, BOMBLE 16052501a, MSTR-173564; BOMBLE 16052501b, MSTR-173565; BOMBLE 16052501c, MSTR-173566 – leg. F. W. BOMBLE 25.05.2016.

Der Name bezieht sich auf die zartrosa, fast weiß gefärbten Kronblätter.

Durch die helle Blütenfarbe ist *Geranium alboroseum* (Abb. 27–36) eine auffällige Erscheinung. Auch die Blätter und Kelche sind etwas heller grün als die von *G. urbanum* (Abb. 27–29, 34). Die Stängel können aber deutlich violett gefärbt sein (Abb. 27). *G. alboroseum* ist ansonsten *G. urbanum* in vielen Merkmalen ähnlich. Es ist optimal entwickelt kräftiger und höher als *G. purpureum*. Die hell grünen, manchmal etwas bleichen Blätter ähneln in der Form den anderen Arten – Unterschiede sind nur im direkten Vergleich erkennbar. Die Fruchtstiele sind etwas verdickt (Abb. 30 & 35). Die Kelche ähneln in der Färbung und Rippung (Abb. 30 & 35) stärker als die von *G. urbanum* denen von *G. purpureum*, sind aber wie die von *G. urbanum* kräftig behaart (Abb. 30, 31, 33, 35). Die weißlich bis zartrosa gefärbten Blüten (Abb. 28–29, 31–33) sind so groß wie die von *G. purpureum*. Die Form der Kronblätter ähnelt der von *G. purpureum*: sie sind deutlich breiter als die von *G. urbanum*. Die Fruchtklappen (Abb. 36, 53 Spalte 5) sind mäßig bis deutlich behaart und unbereift. In der Form und Oberflächenstruktur stehen sie zwischen denen von *G. purpureum* und *G. robertianum*. Wie bei *G. purpureum* und *G. urbanum* sind die Staubbeutel gelblich (Abb. 32) und die Pollenkörner einheitlich groß.

Geranium alboroseum ist wie *G. urbanum* bisher nur im Stadtgebiet Aachen bekannt. Die Verbreitung ist aber weit eingeschränkter. Fundorte von *G. alboroseum*: zwischen Bahnhof Rothe Erde und Friedhof Hüls an mehreren Stellen an Straßen entlang der Bahnlinie (5202/21, /22, /23, größere Bestände und Einzelpflanzen, 2014–2016, F. W. BOMBLE), Zollamtstraße (Typuslokalität: 5202/23, großer Bestand, 2016, F. W. BOMBLE), Kasinostraße (5202/23, zwei Pflanzen, 2016, F. W. BOMBLE).

Geranium alboroseum ähnelt ökologisch *G. purpureum* und *G. urbanum*. Im Gegensatz zu *G. urbanum* konnte *G. alboroseum* auch selten auf Bahnschotter beobachtet werden und besiedelt nach derzeitiger Kenntnis bisher ausschließlich Standorte in direkter Nachbarschaft zu Bahnlinien. Nicht nur morphologisch, sondern auch ökologisch zeigt diese Art stärkere Anklänge an *G. purpureum* als an *G. urbanum*. Neben Bahnschotter werden derzeit hauptsächlich stark ruderale Säume an Gebüschen und Mauern besiedelt – allesamt warme Standorte im Siedlungsbereich.

Trotz des bisher nur sehr eingeschränkten Areals geht der Verfasser davon aus, dass eine weitere Ausbreitung von *Geranium alboroseum* zu erwarten ist. Vielmehr ist bei *G. alboroseum* und *G. urbanum* davon auszugehen, dass sie schon heute weiter verbreitet sind und in anderen Teilen des Rheinlandes, vielleicht auch in benachbarten Regionen in Belgien und den Niederlanden übersehen oder nicht von *G. purpureum* unterschieden wurden.

Abb. 27: *Geranium alboroseum*, Habitus (Weißenburger Straße, Aachen/NRW, 01.05.2014, F. W. BOMBLE).

Abb. 28: *Geranium alboroseum*, Habitus (Weißenburger Straße, Aachen/NRW, 01.05.2014, F. W. BOMBLE).

Abb. 29: *Geranium alboroseum*, Habitus mit hellrosa Blüten und etwas bleichgrünen Blättern (Weißenburger Straße, Aachen/NRW, 01.05.2014, F. W. BOMBLE).

Abb. 30: *Geranium alboroseum*, Habitus (Kasinostraße, Aachen/NRW, 19.05.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 31: *Geranium alboroseum*, zartrosa Blüte mit kräftig und lang behaarten Kelchen (Weißenburger Straße, Aachen/NRW, 01.05.2014, F. W. BOMBLE).

Abb. 32: *Geranium alboroseum*, fast weiße Blüte mit recht breiten Kronblättern (Zollamtstraße, Aachen/NRW, 19.05.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 33: *Geranium alboroseum*, fast weiße Blüte und Kelche mit einigen kräftigen, längeren Drüsenhaaren (Zollamtstraße, Aachen/NRW, 19.05.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 34: *Geranium alboroseum*, Blätter (Zollamtstraße, Aachen/NRW, 01.05.2014, F. W. BOMBLE).

Abb. 35: *Geranium alboroseum*, Fruchtkelche (Zollamtstraße, Aachen/NRW, 19.05.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 36: *Geranium alboroseum*, kräftig behaarte Fruchtklappen (Kasinostraße, Aachen/NRW, 11.06.2016, F. W. BOMBLE).

6 Unstabilisierte Hybriden von *Geranium urbanum*

An gemeinsamen Wuchsorten von *Geranium urbanum* und *G. robertianum* einerseits und *G. urbanum* und *G. purpureum* andererseits konnten Pflanzen beobachtet werden, die zwischen den Eltern wachsend eine vermittelnde Merkmalsausprägung zeigen und bei primären Hybridisationen der genannten Arten entstanden sein dürften. Bisher konnten keine Hybriden zwischen *G. alboroseum* und den anderen Arten beobachtet werden.

6.1 *Geranium urbanum* × *G. robertianum*

In Aachen-Laurensberg (5202/12) kommt eine größere Population von *Geranium urbanum* in Kontakt mit einer *G. robertianum*-Population. Hier konnte der Verfasser 2015 eine und 2016 drei Pflanzen beobachten (Abb. 37–44), die auf den ersten Blick *G. robertianum* entsprechen, aber bei genauerer Betrachtung durch kleinere Blüten, teilweise gelborange Staubbeutel (Abb. 41 & 42) und vermittelnde Kelch- und Blattmerkmale abweichen. Aufgrund vermittelnder Merkmale handelt es sich um die Hybride *G. urbanum* × *G. robertianum*. Wie die Hybride *G. purpureum* × *G. robertianum* bildet auch diese Hybride heterogen große Pollenkörner (Abb. 44). Ebenfalls zeigt sich eine ausbleibende Fruchtentwicklung schon

frühzeitig durch wenig verlängerte Fruchtschnäbel. Auch die pollenarmen, zurückgebogenen Griffeläste treten bei dieser Hybride auf (Abb. 42 & 44).

Ein auffälliger Unterschied von *Geranium urbanum* × *G. robertianum* zu *G. purpureum* × *G. robertianum* sind schmalere, hellere Kronblätter (Abb. 37, 39, 41–42), was den helleren, schmaleren Kronblättern von *G. urbanum* im Vergleich zu *G. purpureum* entspricht. Die Behaarung und Färbung des Kelches von *G. urbanum* × *G. robertianum* ähnelt deutlicher *G. robertianum* als bei *G. purpureum* × *G. robertianum*, was aufgrund der *G. robertianum* genäherten Merkmale von *G. urbanum* nicht verwundert. Beide Hybriden konnten bisher nur in Anwesenheit ihrer Eltern beobachtet werden. Da jeweils nur *G. purpureum* oder *G. urbanum* vorhanden waren, war eine Differenzierung gut möglich. Würde man Primärhybriden mit *G. robertianum* in Mischbeständen von *G. purpureum* oder *G. urbanum* finden, wäre eine Ansprache des anderen Elters zumindest sehr schwierig. Insgesamt ähnelt *G. urbanum* × *G. robertianum* sehr der Elternart *G. robertianum*, von der sie ohne genaue Kenntnis und Beachtung der Sterilität schwer zu unterscheiden ist.

Abb. 37 & 38: *Geranium urbanum* × *G. robertianum*, Habitus (Roermonder Straße vor Aachen-Laurensberg/NRW, 16.05.2016 und 12.06.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 39: *Geranium urbanum* × *G. robertianum*, Blätter und Blüten (Roermonder Straße vor Aachen-Laurensberg/NRW, 16.05.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 40: *Geranium urbanum* × *G. robertianum*, Blätter (Roermonder Straße vor Aachen-Laurensberg/NRW, 12.06.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 41: *Geranium urbanum* × *G. robertianum*, Blüte mit recht schmalen Kronblättern, orangen Staubbeuteln und vielen kräftigen Haaren am Kelch (Roermonder Straße vor Aachen-Laurensberg/NRW, 31.05.2015, F. W. BOMBLE).

Abb. 42: *Geranium urbanum* × *G. robertianum*, Blüte mit spreizenden Griffelästen (Roermonder Straße vor Aachen-Laurensberg/NRW, 12.06.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 43: *Geranium urbanum* × *G. robertianum*, die Kelche sind in Farbe und Behaarung schon deutlich *G. robertianum* angenähert (Roermonder Straße vor Aachen-Laurensberg/NRW, 16.05.2016, F. W. BOMBLE).

Abb. 44: *Geranium urbanum* × *G. robertianum*, Staubbeutel mit unterschiedlich großen Pollenkörnern (Roermonder Straße vor Aachen-Laurensberg/NRW, 16.05.2016, F. W. BOMBLE).

6.2 *Geranium purpureum* × *G. urbanum*

An der Weißenburger Straße bei Aachen-Rothe Erde (5202/23, F. W. BOMBLE) konnte 2014 eine Pflanze beobachtet werden, die zwischen *Geranium urbanum* und *G. purpureum* vermittelt (Abb. 45 & 46). Die drüsige Behaarung ist kräftiger als bei stark drüsigen *G. purpureum*-Pflanzen und die Kronblätter wirken schmaler und etwas heller als bei *G. purpureum*. Wahrscheinlich stellt diese Pflanze eine Hybride *G. purpureum* × *G. urbanum* dar.

Möglicherweise lässt sich zumindest eine weitere Pflanze hierher stellen. Sie wuchs 2016 bei Aachen-Süsterfeld (5202/12, F. W. BOMBLE) in einer kleinen Population von typischem *Geranium purpureum* und zeigte in Färbung und stärkerer Behaarung des Kelches leichte Tendenz in Richtung *G. urbanum*. In dieser Arbeit wird sie, u. a. weil *G. urbanum* in der Nachbarschaft fehlte, zu *G. purpureum* gestellt (hierzu auch der am deutlichsten abweichende *G. purpureum*-Punkt in Abb. 50).

Abb. 45 & 46: Diese wahrscheinlich einer Hybride *Geranium purpureum* × *G. urbanum* entsprechende Pflanze vermittelt nicht nur in der Behaarung zwischen den Eltern, sondern hat auch schmalere Kronblätter als *G. purpureum*. Nach Blütenfarbe und Gesamteindruck handelt es sich nicht um *G. urbanum* (Weißenburger Straße, Aachen/NRW, 01.05.2014, F. W. BOMBLE).

7 Merkmalsanalyse

Eine Vergleichskultur von *Geranium purpureum* und *G. urbanum* bestätigte die oben dargestellten Unterschiede beider Arten. Dies gilt insbesondere für die Form und Größe der Kronblätter und damit die Gestalt der Blüten (Abb. 47) sowie Rippung und Färbung der Kelche sowie ihre Behaarung (Abb. 48 und 49). In diesen Merkmalen zeigt sich eine morphologische Merkmalsposition von *G. urbanum* zwischen *G. purpureum* und *G. robertianum*.

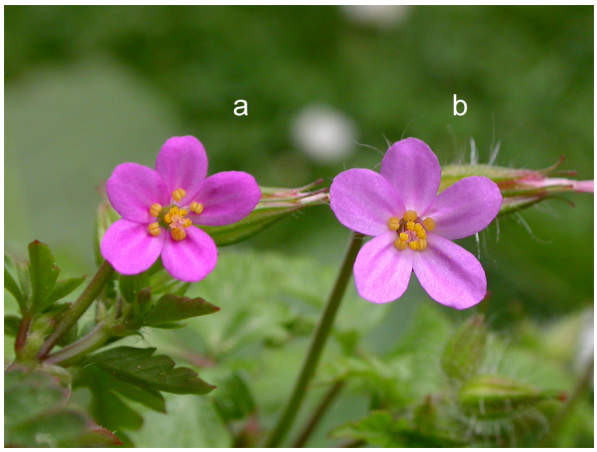

Abb. 47: Blüten aus Vergleichskultur (29.04.2014, F. W. BOMBLE). Die dunklere Blüte von (a) *Geranium purpureum* (ex Bleiberger Straße, Aachen/NRW) wirkt kompakter und rundlicher als die hellere Blüte von (b) *G. urbanum* (ex Schinkelstraße, Aachen/NRW).

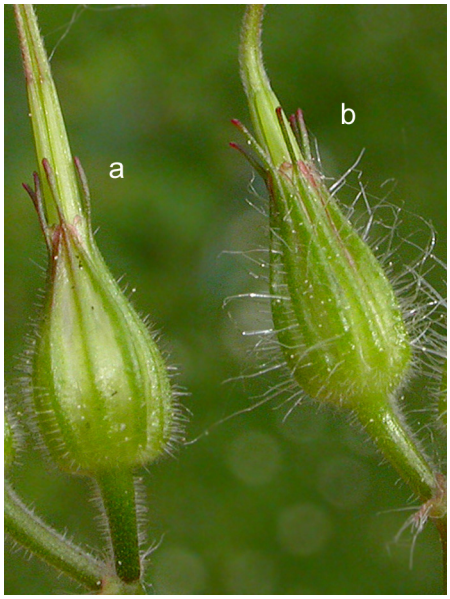

Abb. 48 & 49: *Geranium purpureum* (a), *G. urbanum* (b) und *G. robertianum* (c): junge (Abb. 48) und bald reife (Abb. 49) Fruchtkelche aus Gartenkultur (29.04.2014 bzw. 03.07.2016, F. W. BOMBLE). Die Kelche von *Geranium urbanum* (ex Schinkelstraße, Aachen/NRW) vermitteln in Behaarung, Färbung, Gestalt und Rippung zwischen denen von *G. purpureum* (ex Bleiberger Straße, Aachen/NRW) und *G. robertianum* (weiß blühende Sippe, ex nahe Aachen-Grüne Eiche/NRW).

Die in Vergleichskultur gewonnenen Ergebnisse regten zu einer Merkmalsstudie an, die auch Freilandpopulationen berücksichtigt. Ziel dieser Studie war die Abschätzung der Merkmale von *Geranium alboroseum*, *G. urbanum* und der sterilen Hybriden im Verhältnis zu *G. purpureum* und *G. robertianum*, um die Hypothese einer hybridogenen Herkunft von *G. alboroseum* und *G. urbanum* zu untersuchen. Dabei sind die Ergebnisse in die schon gegebenen Beschreibungen der Sippen eingeflossen. Eine Übersicht über die im Rahmen dieser Untersuchung gewonnenen Messergebnisse zeigt Tab. 1.

Tab. 1: Merkmalsamplitude (Minimum – Median – Maximum) von Messwerten der Kronblätter, kräftigsten Haare und Fruchtklappen von *Geranium purpureum*, *G. alboroseum*, *G. urbanum* und *G. robertianum* nach eigenen Messungen.

			G. purpureum	*G. alboroseum* (oben) *G. urbanum* (unten)	*G. robertianum*
Kronblätter	Gesamt	Länge (mm)	7,90 – **9,60** – 10,75	8,55 – **9,85** – 10,55 8,50 – **10,30** – 11,85	11,40 – **13,95** – 15,65
	Nagel	Länge (mm)	3,70 – **5,00** – 5,80	4,30 – **5,00** – 5,45 4,30 – **5,10** – 6,00	4,85 – **5,55** – 6,40
	Platte	Länge (mm)	3,65 – **4,40** – 5,25	4,25 – **4,80** – 5,10 4,20 – **5,30** – 6,50	6,50 – **8,30** – 9,50
		Breite (mm)	2,05 – **2,70** – 3,70	2,50 – **3,00** – 3,60 2,25 – **3,00** – 3,40	3,90 – **5,28** – 6,85
kräftigste Haare		max. Länge (mm)	0,45 – **1,00** – 1,90 (– 2,35)	1,30 – **2,70** – 3,50 1,63 – **3,00** – 3,70	2,30 – **2,95** – 4,00
		max. Breite (mm)	0,0375 – **0,05** – 0,075 (– 0,1)	0,075 – **0,085** – 0,10 0,075 – **0,1** – 0,12	0,09 – **0,105** – 0,125
Fruchtklappen		Länge (mm)	2,78 – **3,13** – 3,32	3,01 – **3,08** – 3,12 2,94 – **3,06** – 3,32	2,59 – **2,92** – 3,29
		Breite (mm)	1,33 – **1,62** – 1,84	1,39 – **1,52** – 1,62 1,45 – **1,55** – 1,86	1,15 – **1,48** – 1,58

7.1 Kronblätter und Kelchhaare

FISCHER & al. (2008) geben mit Fragezeichen das ausschließliche Vorhandensein kurzer Drüsenhaare am Kelch als kennzeichnend für *Geranium purpureum* an, während *G. robertianum* zusätzlich 1-4 mm lange, drüsenlose Haare aufweisen soll. Dass die langen Haare bei *G. robertianum* drüsenlos sein sollen, trifft im Untersuchungsgebiet nicht zu: Hier weisen auch die langen Haare dieser Art ein kleines Drüsenköpfchen auf, das aber sehr leicht zu übersehen ist. Trotzdem ist hier die Verteilung der Haarlängen (nur kurze Haare bei *G. purpureum* sowie kurze und davon abgesetzte lange Haare bei *G. robertianum*) für beide Arten charakteristisch.

Bei einer kombinierten Betrachtung der Länge der Platte der Kronblätter und der Länge und Breite der kräftigsten Haare sind die Punktwolken von *Geranium purpureum* und *G. robertianum* deutlich getrennt (Abb. 50). *G. urbanum* hat über alle Messwerte betrachtet eine etwas längere Platte als *G. purpureum* und immer kräftige, breite Haare, die bei *G. purpureum* nur ausnahmsweise vorkommen. Die Messwerte der Länge der Platte der Kronblätter von *G. alboroseum* entsprechen etwa *G. purpureum* und sind allenfalls etwas größer. Die kräftigen breiten Haare sind etwa wie bei *G. urbanum* ausgebildet. Die Primärhybriden weisen Punkte hauptsächlich im Übergangsbereich von *G. urbanum* und *G. robertianum* auf.

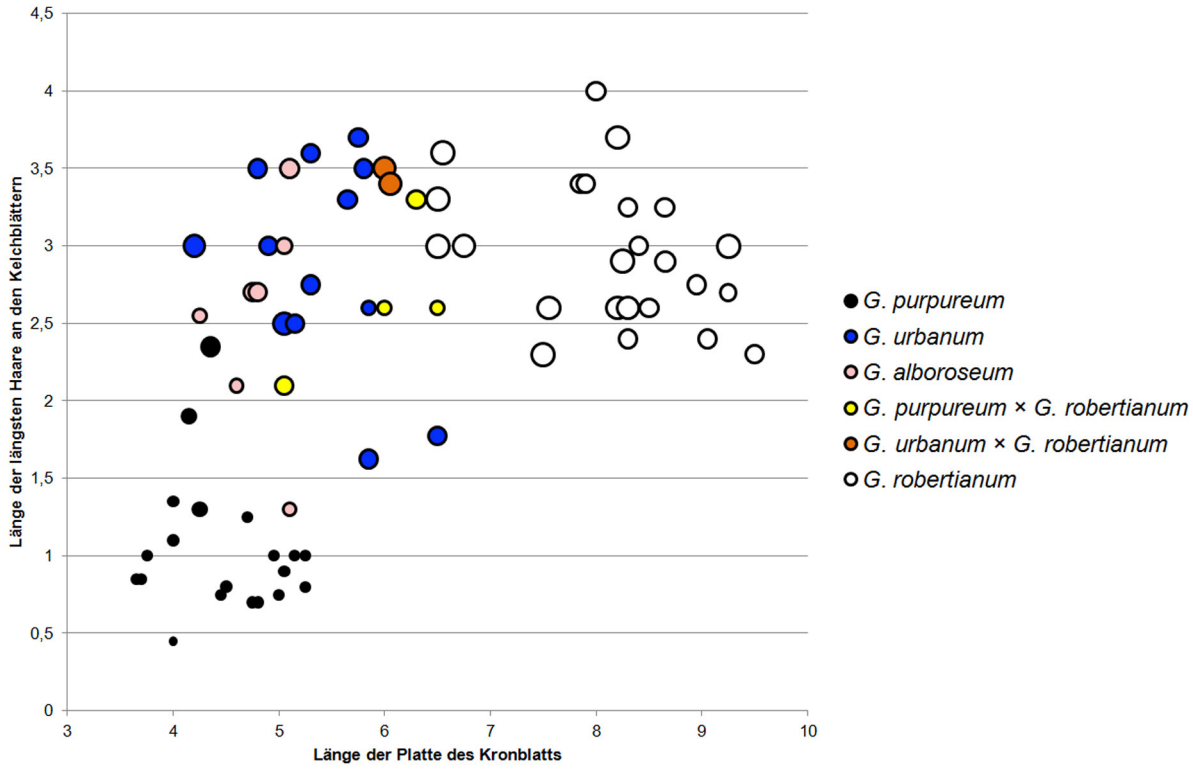

Abb. 50: *Geranium alboroseum*, *G. purpureum*, *G. robertianum*, *G. urbanum*, *G. purpureum* × *G. robertianum* und *G. urbanum* × *G. robertianum*; Länge der Platte der Kronblätter und der längsten Haare der Kelchblätter. Der Blasendurchmesser ist proportional zum Durchmesser der längsten Haare.

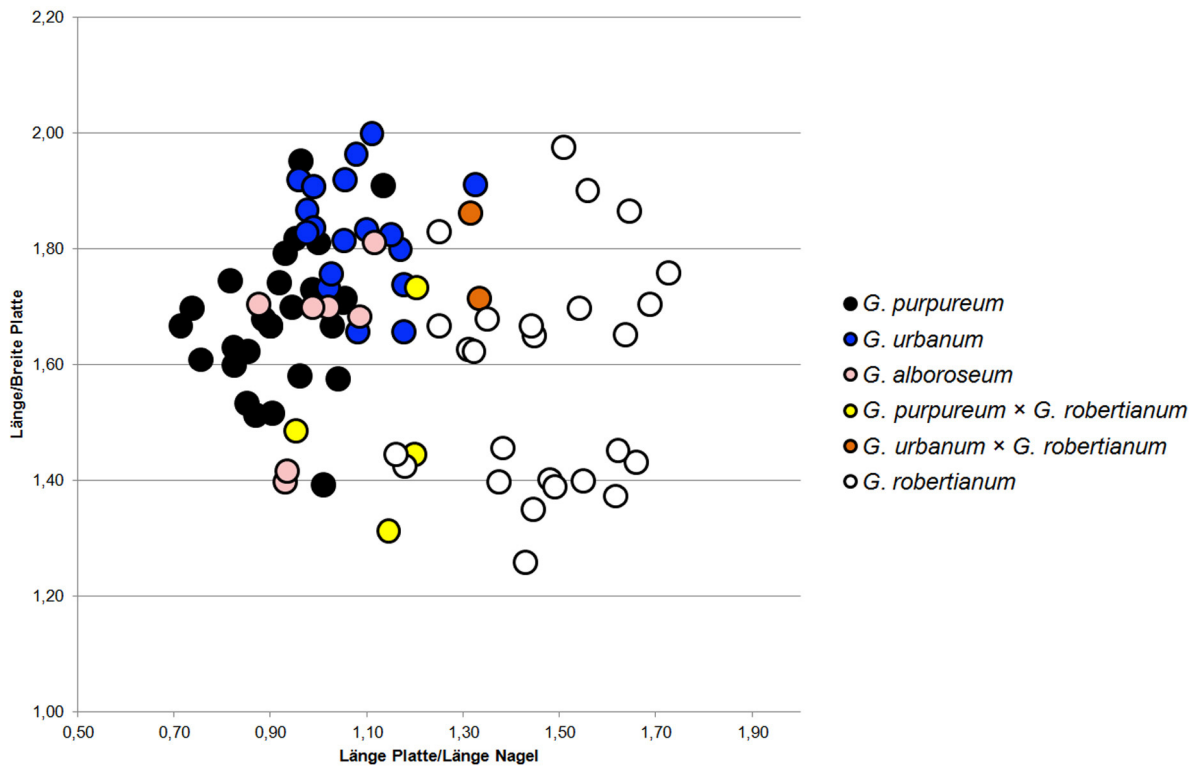

Abb. 51: *Geranium alboroseum*, *G. purpureum*, *G. robertianum*, *G. urbanum*, *G. purpureum* × *G. robertianum* und *G. urbanum* × *G. robertianum*: Verhältnis Länge der Platte zu Länge des Nagels der Kronblätter sowie Verhältnis Länge zu Breite der Platte der Kronblätter.

O'MAHONY (2015) nennt das Verhältnis aus Länge der Platte zur Länge des Nagels der Kronblätter als trennendes Merkmal zwischen *Geranium purpureum* und *G. robertianum*. Dies wird durch die hier vorgestellten Messungen bestätigt (Abb. 51). *G. alboroseum* und *G. urbanum* ähneln hierin *G. purpureum* mit zumindest bei *G. urbanum* tendenziell größeren Werten. Das Verhältnis Länge zu Breite der Platte unterscheidet über alle Messwerte betrachtet *G. urbanum* mit schmalen Kronblättern von *G. purpureum* mit breiten Kronblättern. In diesem Merkmal lässt sich kein Unterschied von *G. alboroseum* zu *G. purpureum* feststellen, was den optischen Eindruck bestätigt. *G. robertianum* ist hierin polymorph mit Pflanzen mit breiten und Pflanzen mit schmalen Kronblättern, was Freilandbeobachtungen entspricht. Bei einer kombinierten Betrachtung beider Quotienten liegen die Punkte der Primärhybriden im Grenzbereich zwischen *G. alboroseum*, *G. purpureum* und *G. urbanum* auf der einen und typischem *G. robertianum* auf der anderen Seite.

7.2 Fruchtklappen

HÜGIN & al. (1995) halten die Fruchtmerkmale aufgrund großer Variabilität für weitgehend unbrauchbar zur Unterscheidung von *Geranium purpureum* und *G. robertianum*. Allenfalls eine größere Breite der Fruchtklappen von *Geranium purpureum* sehen sie als mögliches Merkmal an. Bei eigenen Untersuchungen wurde eine große Variabilität der Fruchtmerkmale bestätigt. Abb. 52 zeigt die Ergebnisse der Messungen: Über alle Messungen einer Art hinweg lassen sich Unterschiede erkennen, aber selbst bei *G. purpureum* und *G. robertianum* sind einzelne Messwerte deutlich abweichend und überlappend, sodass die Fruchtgröße als Merkmal wenig verlässlich erscheint. Die Messwerte von *G. alboroseum* und *G. urbanum* liegen hauptsächlich im Überschneidungsbereich von *G. purpureum* und *G. robertianum*. Obwohl in der Amplitude der Werte von *G. urbanum* kein Unterschied zu *G. purpureum* zu erkennen ist, ist der Schwerpunkt bei beiden Arten im Vergleich zu *G. purpureum* stärker in Richtung *G. robertianum* verschoben. Der Median der Messwerte von *G. alboroseum* und *G. urbanum* liegt zwischen den Medianen von *G. purpureum* und *G. robertianum*.

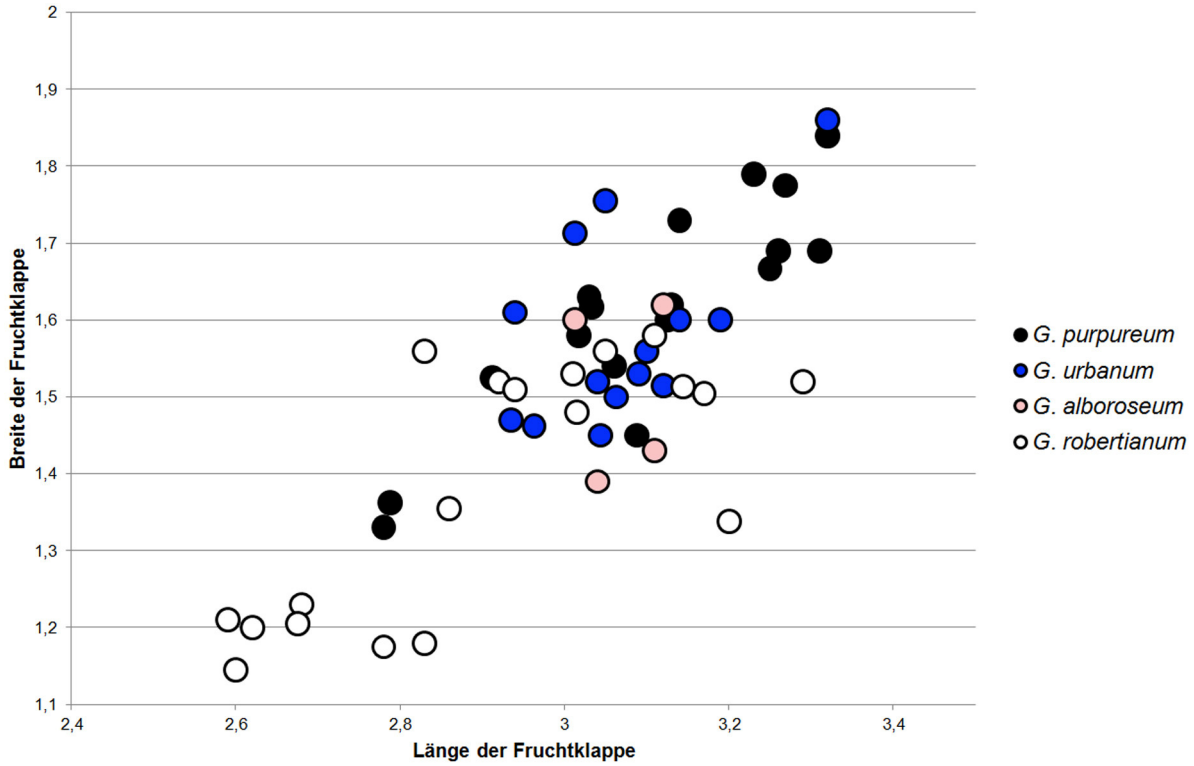

Abb. 52: *Geranium alboroseum*, *G. purpureum*, *G. robertianum* und *G. urbanum*: Länge und Breite der Fruchtklappen.

Variabel ist auch die Behaarung. Typisch sind behaarte Fruchtklappen für *Geranium robertianum* und kahle Fruchtklappen für *G. purpureum*. *G. purpureum* kann jedoch auch behaarte Fruchtklappen ausbilden. Bei *G. urbanum* sind die Fruchtklappen behaart oder unbehaart. *G. alboroseum* konnte bisher nur mit (zumeist deutlich) behaarten Fruchtklappen beobachtet werden.

Auffallend ist auch eine Bereifung der Fruchtklappen, die sich in der vorliegenden Untersuchung als beachtenswertes Merkmal herausgestellt hat. Bei *Geranium purpureum* sind die Fruchtklappen meist stark bereift, selten unbereift, bei *G. robertianum* nach bisheriger Kenntnis immer unbereift. *G. urbanum* bildet unterschiedlich stark bereifte und unbereifte Fruchtklappen aus. Alle bisher beobachteten Fruchtklappen von *G. alboroseum* sind unbereift.

Wie vorsichtig man aber mit den Merkmalen Behaarung und Bereifung umgehen muss, zeigt eine Beobachtung bei *G. urbanum*: Bei zwei Teilfrüchten einer Frucht war jeweils die eine Seite der Fruchtklappe behaart und unbereift, die andere kahl und stark bereift. Bei *G. purpureum* konnte in Kultur beobachtet werden, dass die Bereifung und Form der Fruchtklappen bei einer Pflanze zu unterschiedlichen Zeitpunkten sehr typisch (stark bereift und kurz-breit) bis stärker *G. robertianum*-ähnlich ausgebildet sein kann. Es ist zu vermuten, dass bei *G. purpureum* behaarte Fruchtklappen ebenfalls modifikativen Ursprungs sind. Ob umgekehrt (im Untersuchungsgebiet nicht beobachtete) kahle Fruchtklappen bei *G. robertianum* ebenfalls modifikativen Ursprungs sind, bleibt zu klären.

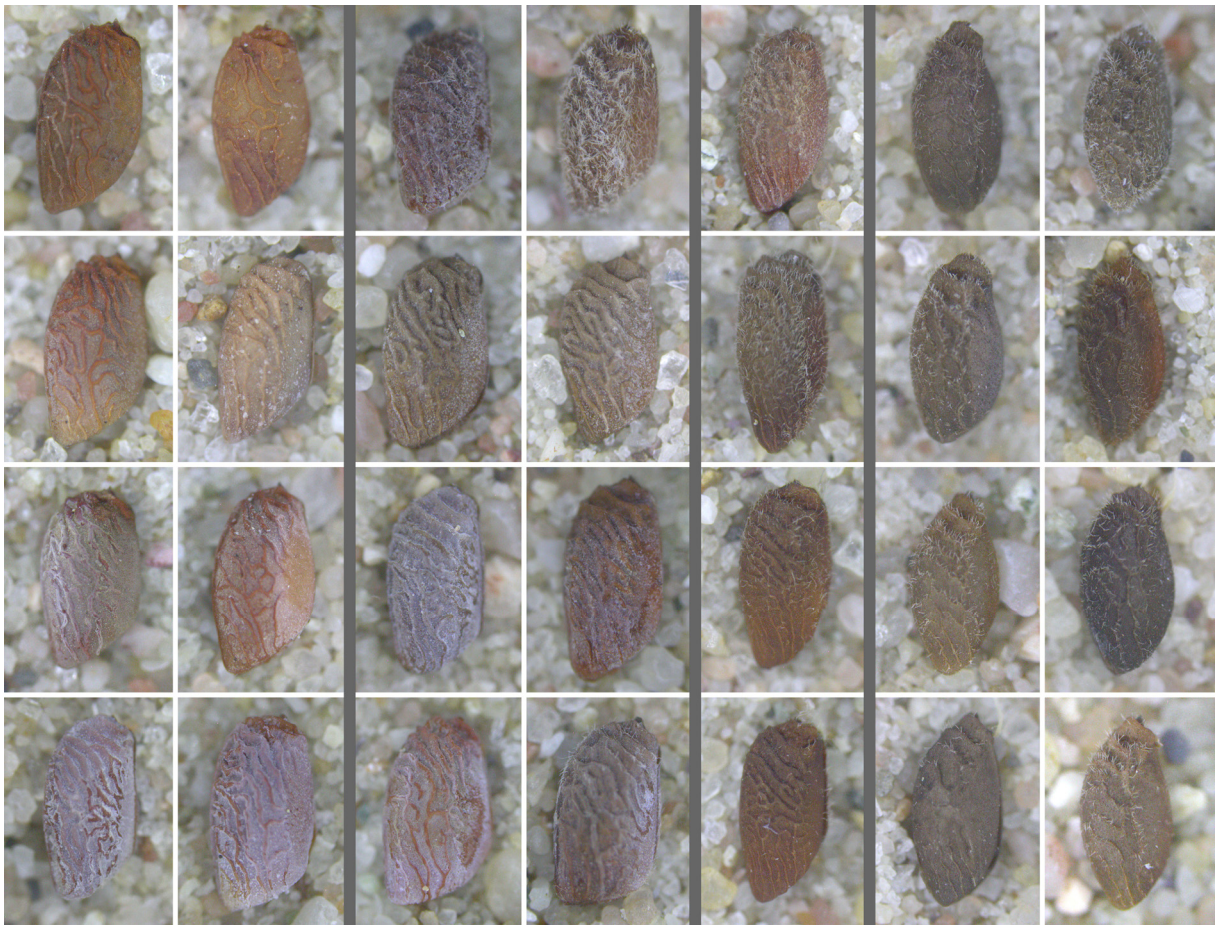

Abb. 53: Im Jahr 2016 beobachtete Variabilität der Fruchtklappen von *Geranium purpureum* (Spalten 1 und 2), *G. urbanum* (Spalten 3 und 4), *G. alboroseum* (Spalte 5) und *G. robertianum* (Spalten 6 und 7) (F. W. BOMBLE).

Die Maserung der Oberfläche der Fruchtklappen ist ein schwer zu beurteilendes und variables Merkmal, das von JÄGER & WERNER (2005) und STACE (2010) als wesentlich zur Unterscheidung von *Geranium purpureum* und *G. robertianum* genannt wird: Die Fruchtklappen von *G. purpureum* haben an der Spitze mehr tiefe Rillen und eine dichtere Struktur auf der Fläche als *G. robertianum*. Eine in den meisten Fällen charakteristische Fruchtoberfläche mit deutlichen Unterschieden zwischen den beiden Arten kann durch eigene Untersuchungen bestätigt werden (vgl. Abb. 53). Dennoch ist HÜGIN & al. (1995) rechtzugeben, dass die Oberflächenstrukturen der Fruchtklappen eine große Variabilität zeigen, die eine Nutzung als Bestimmungsmerkmal erschweren. Besonders die tiefen Rillen von *G. purpureum* sind nicht immer deutlich oder in geringerer Anzahl als gefordert ausgebildet. Auffallend abweichend zwischen *G. purpureum* und *G. robertianum* ist die Gesamtform der Fruchtklappen, die bei *G. purpureum* eher parallelseitig und bei *G. robertianum* eher spindelförmig ist.

Die Fruchtklappen von *Geranium urbanum* ähneln denen von *G. purpureum*. Dennoch zeigt *G. urbanum* häufiger als *G. purpureum* Merkmalsausprägungen, die etwas stärker *G. robertianum* ähneln (deutliche Behaarung, schlankere Form, schwache bis fehlende Bereifung). Demgegenüber sind Oberfläche und insbesondere Form der Fruchtklappen von *G. alboroseum* deutlicher denen von *G. robertianum* genähert.

7.3 Pollengröße

In diversen Verwandtschaftsgruppen ist die Pollengröße mit dem Ploidiegrad korreliert. HÜGIN & al. (1995) haben nachgewiesen, dass die Pollenkörner des diploiden *Geranium purpureum* in Durchmesser und Volumen deutlich kleiner sind als die des tetraploiden *G. robertianum*. Eigene Pollenmessungen (vgl. Abb. 54) bestätigen dies: *G. purpureum* bildet Pollenkörner von durchschnittlicher Größe unter 63 µm, *G. robertianum* von über 61 µm.
Dagegen lassen sich keine Unterschiede in der Pollengröße zwischen *Geranium purpureum*, *G. alboroseum* und *G. urbanum* erkennen. Wenn man von einer wahrscheinlichen Korrelation von Pollengröße und Ploidiegrad auch bei *G. alboroseum* und *G. urbanum* ausgeht, sind diese Arten ebenfalls diploid, zumindest annähernd. Bei einer hybridogenen Artentstehung mit Rückkehr zum diploiden Niveau sind auch Chromosomenzahlen zu erwarten, die sich etwas von der diploiden Zahl unterscheiden. So geringe Abweichungen in der Chromosomenzahl sind über eine Pollenmessung nicht zu unterscheiden.

Nicht in Abb. 54 dargestellt wurden die unter 4. und 6.1. besprochenen primären Hybriden zwischen *Geranium purpureum* und *G. robertianum* sowie *G. urbanum* und *G. robertianum*. Sie bilden Pollenkörner sehr heterogener Größe aus. Bei manchen Proben sind die meisten Pollenkörner so klein wie oder kleiner als die von *G. purpureum*. Insgesamt zeigen sich Hinweise auf eine verminderte Pollenqualität. Die Mittelwerte der Messungen von *G. purpureum* × *G. robertianum* liegen bei 57,1 µm bzw. (zwei Messungen aus unterschiedlichen Blüten) 56 µm und 62,8 µm und von *G. urbanum* × *G. robertianum* bei 53 µm und 54,4 µm und damit im Bereich oder unterhalb der Messwerte von *G. purpureum*.

Aufgrund der Pollenmaße der sterilen Hybriden kann ein stabilisiertes triploides Chromosomenniveau für *G. alboroseum* und *G. urbanum* nicht ausgeschlossen werden. Da aber bei den Hybriden Pollenkorngrößen unterhalb der von *G. purpureum* auftreten, ist für die kleinen Pollenmaße der Hybriden ein Einfluss der Sterilität (kleinere Größen von degenerierten Pollenkörnern) anzunehmen. Wenn dies zutrifft, wäre bei stabilisierten, voll fertilen Triploiden von Pollenmaßen zwischen denen der Elternarten auszugehen.

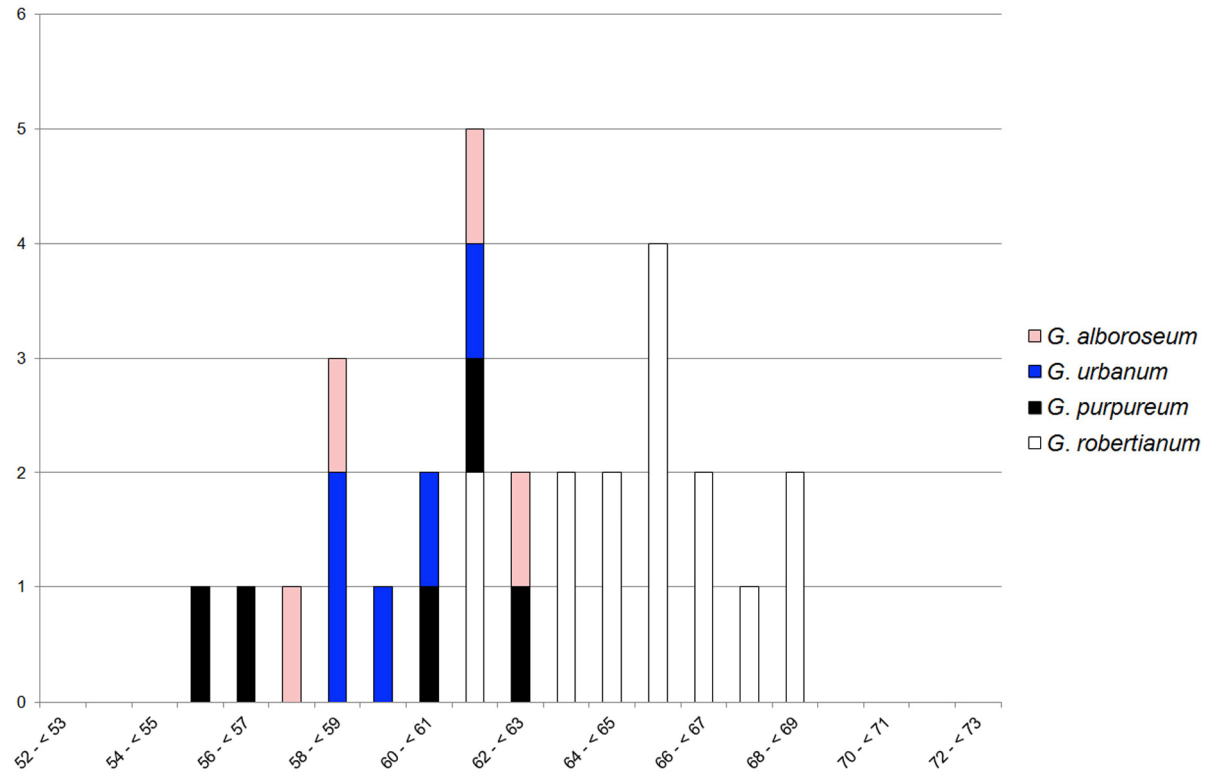

Abb. 54: Anzahl der Messungen pro Intervall der durchschnittlichen Pollenkorngröße von *Geranium alboroseum*, *G. purpureum*, *G. robertianum* und *G. urbanum*.

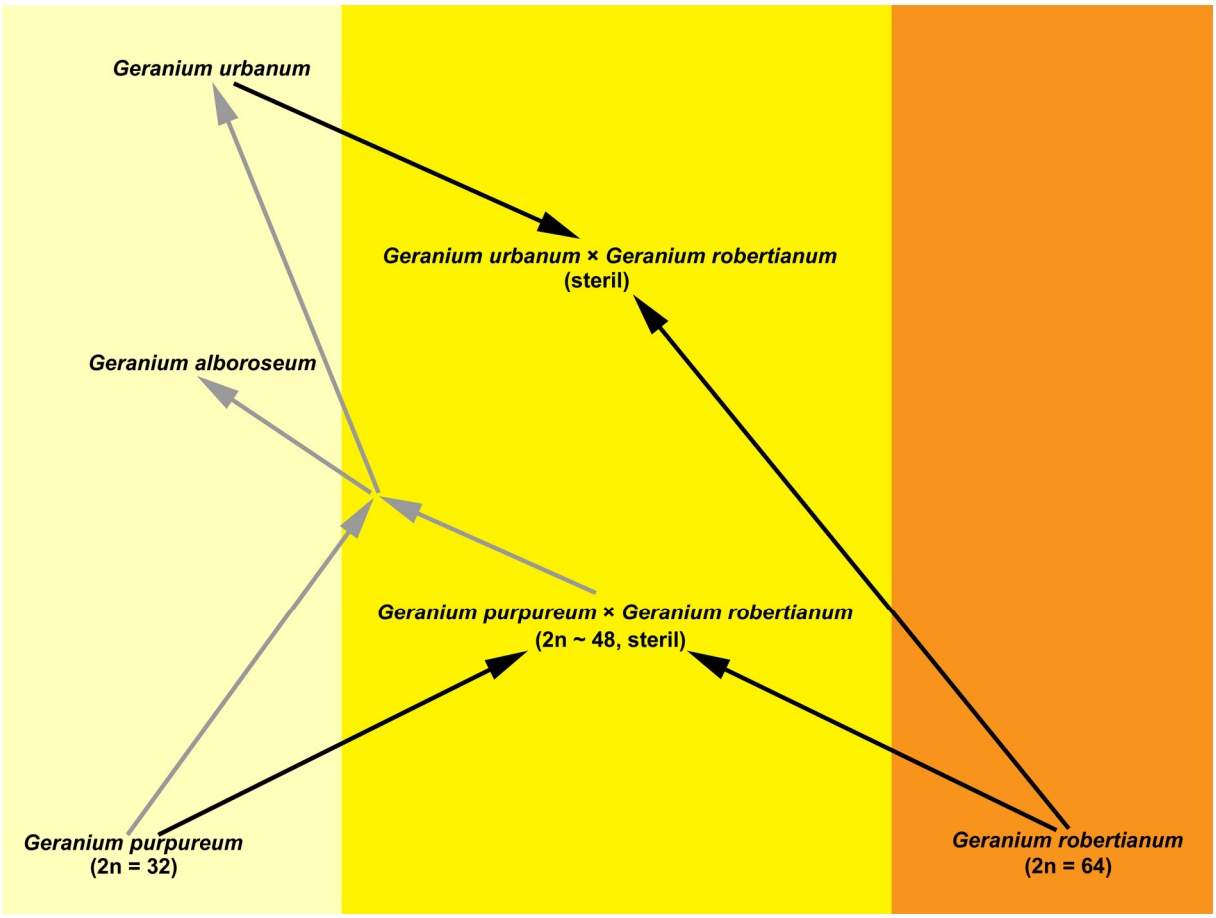

Abb. 55: Nachgewiesene (schwarze Pfeile) und hypothetische (graue Pfeile) Verwandtschaft der in dieser Arbeit behandelten *Geranium*-Arten und -Hybriden (excl. *G. purpureum* × *G. urbanum*). Die Farbfelder stellen die bekannten oder (bei *G. alboroseum*, *G. urbanum* und dessen Hybride mit *G. robertianum*) wahrscheinlichen Ploidiestufen dar: hellgelb = diploid, kräftig gelb = triploid und orange = tetraploid.

7.4 Auswertung

Freilandbeobachtungen sowie Ergebnisse von Vergleichskulturen und Messungen lassen das folgende Bild realistisch erscheinen (vgl. auch Abb. 55):

Die stabilen Sippen *Geranium alboroseum* und *G. urbanum* stehen morphologisch *G. purpureum* nahe, weisen aber in mehreren Merkmalen Übergänge zu *G. robertianum* auf. Neben den im Freiland und Vergleichskultur beobachteten Unterschieden in der Färbung der Blätter und Kelche sowie der Breite der Kelche zeigt sich dies bei den Messungen der kräftigsten Haare am deutlichsten. Es lassen sich jedoch auch tendenzielle Unterschiede in der Länge der Platte der Kronblätter, in deren Verhältnis zum Nagel sowie in der Form und Oberfläche der Früchte feststellen. Wenn man die Pollenmessungen mit einbezieht, handelt es sich bei *G. alboroseum* und *G. urbanum* nach Ansicht des Verfassers um (annähernd) diploide Sippen, die durch Introgression von *G. robertianum* in *G. purpureum* entstanden sind und sich durch vorherrschende Autogamie stabilisiert haben.

Die Messungen und Pollenuntersuchungen unterstützen die Einschätzung, dass es sich bei den unter 4. und 6.1. besprochenen Einzelpflanzen um triploide, primäre Hybriden zwischen *Geranium purpureum* bzw. *G. urbanum* und *G. robertianum* handelt.

8 Bestimmungsschlüssel

Der Bestimmungsschlüssel ermöglicht eine Ansprache der Arten aus dem Formenkreis von *Geranium robertianum* und *G. purpureum*. Einbezogen werden dabei auch die Primärhybriden von *G. purpureum* und *G. urbanum* mit *G. robertianum*, nicht jedoch wahrscheinliche unstabilisierte Hybriden der kleinblütigen Arten untereinander. Der Schlüssel berücksichtigt folgende Quellen: (1) in Bezug auf die Unterscheidung von *G. robertianum* und *G. purpureum* eigene Beobachtungen unter Berücksichtigung von FISCHER & al. (2008), HAEUPLER & MUER (2007), JÄGER & WERNER (2005), O'MAHONY (2015) und STACE (2010) und insbesondere HÜGIN & al. (1995); (2) bezüglich der Abgrenzung von *G. alboroseum* und *G. urbanum* gegenüber *G. purpureum* sowie der Unterscheidung der neu beschriebenen Arten die hier vorgestellten Ergebnisse; (3) bezüglich der Primärhybriden O'MAHONY (2015) und eigene Ergebnisse.

1 Blüten groß, Kronblätter mindestens 11 mm lang, ihre Platte mindestens 6,5 mm lang. Verhältnis Länge der Platte zur Länge des Nagels der Kronblätter größer 1,1. Staubbeutel orange bis purpurrot. Pollenkörner in der Größe einheitlich, im Mittelwert > 64 µm. Normale Fruchtbildung. ***Geranium robertianum***

\- Blüten klein, Kronblätter bis 11 mm lang, ihre Platte höchstens 6,5 mm lang. Verhältnis Länge der Platte zur Länge des Nagels der Kronblätter kleiner 1,1. Staubbeutel gelb. Pollenkörner in der Größe einheitlich, im Mittelwert < 64 µm. Normale Fruchtbildung. 2

\-- Blüten mittelgroß, Kronblätter etwa 10–12 mm lang, ihre Platte etwa 5–6,5 mm lang. Verhältnis Länge der Platte zur Länge des Nagels der Kronblätter 0,9–1,3. Staubbeutel unterschiedlich gefärbt, orange bis hell purpurrot, oft deutlich gelblich gestreift. Pollenkörner in der Größe oft deutlich heterogen. Fehlende bis stark reduzierte Fruchtbildung.
Primärhybriden von *G. robertianum* mit *G. purpureum*, *G. urbanum*
(und vermutlich *G. alboroseum*)

2 Kelch mit vielen kurzen und allenfalls einzelnen langen Drüsenhaaren. Längste Kelchhaare unter 1,5 mm lang, breiteste Kelchhaare bis 0,075 mm breit. Blüten mit recht breiter Platte der Kronblätter. Kronblätter normalerweise dunkel pink. Blätter mittelgrün, oft rötlich verfärbt. ***Geranium purpureum***

- Kelch mit vielen kurzen und einigen langen Drüsenhaaren. Längste Kelchhaare über 1,5 mm lang, breiteste Kelchhaare mindestens 0,075 mm breit. Blüten mit recht schmaler bis breiter Platte der Kronblätter. 3

3 Blüten mit recht schmaler Platte der Kronblätter. Kronblätter mittelrosa. Blätter hell mittelgrün. ***Geranium urbanum***

- Blüten mit breiter Platte der Kronblätter. Kronblätter weißlich bis zartrosa. Blätter hellgrün bis bleichgrün. ***Geranium alboroseum***

9 Diskussion

Während die relativen Größenordnungen weitgehend übereinstimmen, weichen viele Messwerte absolut gesehen im Untersuchungsgebiet von den Größenangaben bei HÜGIN & al. (1995) sowie in FISCHER & al. (2008), HAEUPLER & MUER (2007), JÄGER & WERNER (2005) und STACE (2010) ab. Modifikative Abweichungen können diese Differenzen kaum erklären. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung beobachteten größeren Maße der Pollenkörner bei HÜGIN & al. (1995) weisen auf ein abweichendes Messverfahren hin. Auch die Messwerte der Kronblätter sind bei HÜGIN & al. (1995) deutlich kleiner. Vielleicht handelt es sich dabei um Größenangaben von Herbarbelegen, während im Rahmen der hier vorliegenden Untersuchung frische Blüten vermessen wurden. Bei der Länge der Platte könnte auch ein abweichendes Messverfahren vorliegen.

BAKER (1955, 1956) erkennt in mehreren Populationen Anzeichen von Introgression und zwar sowohl von *Geranium robertianum* in *G. purpureum* als auch umgekehrt. In *G. purpureum* subsp. *forsteri* sieht BAKER (1955) eine stabilisierte Unterart, die durch Introgression von *G. robertianum* subsp. *maritimum* in *G. purpureum* entstanden sein soll. Der hybridogene Ursprung von *G. purpureum* subsp. *forsteri* wird von STACE (2010) als möglich erachtet, aber von YEO (2003) und demzufolge O'MAHONY (2015) als unwahrscheinlich bestritten. Nach Ansicht des Verfassers sollten die vielfältigen Hinweise von BAKER (1955, 1956) auf Introgression zwischen beiden Arten ernst genommen und genauer beachtet werden, wobei die Argumente für eine introgressive Entstehung von *G. purpureum* subsp. *forsteri* parallel zu der von *G. alboroseum* und *G. urbanum* realistisch erscheinen.

Nach O'MAHONY (2015) konnten Rückkreuzungen der triploiden Primärhybriden *Geranium purpureum* × *G. robertianum* mit *G. purpureum* nicht künstlich erzeugt werden. Das heißt jedoch nicht, dass sie nicht entstehen können, allein schon weil die Vielfalt der Bedingungen und beteiligten Genotypen im Freiland deutlich höher ist. Die Primärhybriden dürften auf Mitteleuropa bezogen nicht selten sein und seit Jahren vielfach entstehen, sodass es wahrscheinlich ist, dass *G. alboroseum* und *G. urbanum* auf diesem Wege entstanden sind. Eine alternative Entstehung stabilisierter diploider Hybridsippen wäre bei Beteiligung von diploidem *G. robertianum* möglich, dessen Existenz nach O'MAHONY (2015) aber sehr unsicher ist. Auf diesem Wege wäre aufgrund einer geringeren Chromosomenzahl von *G. robertianum* eine Entstehung von Hybriden mit einer stärker *G. purpureum* angenäherten Morphologie wahrscheinlich und eine direkte Entstehung von Morphotypen ähnlich *G. alboroseum* und *G. urbanum* möglich.

Danksagung

Ich danke Herrn BRUNO G. A. SCHMITZ (Aachen) herzlich für Hinweise auf *Geranium*-Populationen abseits von Bahnlinien, darunter auch ein größeres Vorkommen von *Geranium urbanum*, und gemeinsame Beobachtungen, Herrn Dr. BERND TENBERGEN (LWL-Museum für Naturkunde Münster) für seine Hilfe bei der Unterbringung der Typusbelege, Herrn HERBERT WOLGARTEN (Herzogenrath) für eine gemeinsame Exkursion.

Literatur

BAKER, H. G. 1955: *Geranium purpureum* VILL. and *G. robertianum* L. in the British flora. I. *Geranium purpureum*. – Watsonia 3: 160–167.

BAKER, H. G. 1956: *Geranium purpureum* VILL. and *G. robertianum* L. in the British flora. II. *Geranium robertianum*. – Watsonia 3: 270–279.

BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2010: Bemerkenswerte Pflanzenvorkommen im Bochum-Herner Raum im Jahr 2009. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver. 1: 164–176.

BOMBLE, F. W. 2014: Kleinblütige Arten der Gattung *Geranium* (Storchschnabel) in Nordrhein-Westfalen. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver. 5: 197–215.

BUTTLER, K. P., THIEME, M. & al. 2016: Florenliste von Deutschland – Gefäßpflanzen, Version 8. – http://www.kp-buttler.de [14.10.2016].

FISCHER, M. A., OSWALD, K. & ADLER, W. 2008: Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol, 3. Aufl. – Stuttgart, Linz.

HAEUPLER, H. & MUER, T. 2007: Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands, 2. Aufl. – Stuttgart.

HÜGIN, G., MAZOMEIT, J. & WOLFF, P. 1995: *Geranium purpureum* – ein weit verbreiteter Neophyt auf Eisenbahnschotter in Südwestdeutschland. – Florist. Rundbr. 29: 37–43.

JÄGER, E.J. & WERNER, K. 2005: Exkursionsflora von Deutschland, begr. von WERNER ROTHMALER, Bd. 4. Gefäßpflanzen, Kritischer Band. 10. Aufl. – München.

LOOS, G. H. 1997: Definitionsvorschläge für den Artbegriff und infraspezifische Einheiten aus der Sicht eines regionalen Florenprojekts. – Dortmunder Beitr. Landeskde. 31: 247–266.

MEIEROTT, L. 2008: Flora der Haßberge und des Grabfelds. Neue Flora von Schweinfurt. – Eching.

NDFF & FLORON 2016: *Geranium purpureum* × *robertianum*. In: NDFF & FLORON: FLORON Verspreidingsatlas Vaatplanten. – https://www.verspreidingsatlas.nl/8012 [15.10.2016].

O'MAHONY, T. 2015: *Geranium robertianum* L. × *G. purpureum* VILL. In: STACE, C. A., PRESTON, C. D. & PEARMAN, D. A.: Hybrid Flora of the British Isles. – Bot. Soc. Britain Ireland: 153.

STACE, C. 2010: New Flora of the British Isles, 3rd ed. – Cambridge.

YEO, P. F. 2003: The taxonomic and conservation status of *Geranium purpureum* (Little-Robin) subsp. *forsteri*. – BSBI News 93: 30–33.

Anschrift des Autors

Dr. F. WOLFGANG BOMBLE
Seffenter Weg 37
D-52074 Aachen
E-Mail: Wolfgang.Bomble[at]botanik-bochum.de